

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL



“PROPUESTA DE ÍNDICE DE DAÑO ESTRUCTURAL  
PARA CUANTIFICAR EL NIVEL DE AFECTACIÓN EN  
ESTRUCTURAS EN ZONAS URBANAS DESPUÉS DE UN  
SISMO”

PRESENTADO POR:

**MARISSA SCARLETT ALVARENGA CARDOZA**

**CARLOS ENRIQUE GARCÍA RAMÍREZ**

**KARINA LISETTE PÉREZ DE LÉON**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERO CIVIL**

CIUDAD UNIVERSITARIA, JUNIO 2017

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSc. ROGER ARMANDO ARIAS ALVARADO**

SECRETARIO GENERAL:

**MSc. CRISTOBAL HERNAN RIOS BENÍTEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

SECRETARIO:

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

DIRECTOR:

**ING. JORGE OSWALDO RIVERA FLORES**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

Trabajo de Graduación previo a la opción al Grado de:

**INGENIERO CIVIL**

Título:

**“PROPUESTA DE ÍNDICE DE DAÑO ESTRUCTURAL  
PARA CUANTIFICAR EL NIVEL DE AFECTACIÓN EN  
ESTRUCTURAS EN ZONAS URBANAS DESPUÉS DE UN  
SISMO”**

Presentado por:

**MARISSA SCARLETT ALVARENGA CARDOZA**

**CARLOS ENRIQUE GARCÍA RAMÍREZ**

**KARINA LISETTE PÉREZ DE LÉON**

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Asesores:

**PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

**ING. WILLIAM ROBERTO GUZMÁN CALDERÓN**

SAN SALVADOR, JUNIO 2017

Trabajo de Graduación Aprobado por:

Docentes Asesores:

**PhD. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

**ING. WILLIAM ROBERTO GUZMÁN CALDERÓN**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, puesto que sin él no somos nada.

A nuestros padres y familia, que han sido pilares fundamentales para que este trabajo de grado haya finalizado exitosamente.

Agradecemos al Doctor Edgar Armando Peña, nuestro docente director, por su conocimiento, paciencia, dedicación y orientación. Al ingeniero William Roberto Guzmán, quien, aportó su tiempo y conocimientos en la elaboración de este trabajo de grado.

Al ingeniero Juan Carlos García (MOP), al Dr. Héctor Hernández y al ingeniero Rolando Duran (ASIA), por sus aportes y colaboraciones en el desarrollo de nuestro trabajo de graduación.

Además, nuestros agradecimientos especiales a los compañeros y amigos:

- Julio Valdivieso
- Clarissa Mena
- Rubén Campos
- Josué Aguirre
- Carlos Manzano
- Wilfredo Ascencio
- Claudia Carrillo
- José Echeverría
- Ana López

Por su colaboración y aportes al trabajo de graduación.

A TODOS GRACIAS.

**Marissa, Carlos y Karina.**

## **DEDICATORIA**

A mi apoyo incondicional, mi ejemplo a seguir, mi mejor amiga, mi madre Isabel, que con sus consejos, amor, paciencia y guía han hecho que llegue a ser lo que ahora soy.

A mi padre Ismael, por el apoyo y esfuerzo a lo largo de mi vida.

A mi abuela, tíos, tías, primos, primas... que siempre han creído en mí.

A mis compañeros, amigos y colegas, Karina y Carlos.

A mis compañeros y amigos: Susana García, Julio Valdivieso, Darío Motto, Josué Aguirre, Ana López y José Echeverría.

**Marissa Scarlett Alvarenga Cardoza**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este logro a Dios, que sin lugar a duda no hubiera sido posible sin él, por su amor y su fidelidad puedo decir que he llegado hasta aquí.

A la persona más importante de mi vida, Edith Ramírez, mi madre que por su inmenso e incondicional amor, esfuerzo, apoyo, sacrificio y consejos brindados en todos los aspectos de mi vida he podido alcanzar, entre tantos, este logro.

A mi padre Alfredo García, por su apoyo y esfuerzo durante el desarrollo de esta carrera. Y a mi padre Ramón Salguero, por haberme aconsejado y enseñado durante mi formación y por impulsarme con ideas para escoger esta hermosa carrera. A mis hermanos Joel Alexis García, por su apoyo y muestras de amor y a Jorge Salguero que sin duda alguna estaría orgulloso de este logro.

A Clary Mena que me ha apoyado y ayudado durante los últimos años de esta carrera y de mi vida, sin duda alguna no lo hubiera logrado sin ella.

A mis compañeras de tesis Marissa Alvarenga y Karina Pérez por su gran apoyo y cariño en los buenos momentos y en los no tan buenos. Las quiero mucho chicas. A mi familia en general, a mis profesores y catedráticos que me apoyaron y enseñaron con esmero y dedicación. A mis amigos: Wilfredo Ascencio, Claudia Carrillo, Jorge Hernández, Ricardo Mejía, Liliana Benítez, Karen Cruz, Geovanny Pérez, entre otros, con quienes tuve la dicha de compartir esta etapa de mi vida.

**Carlos Enrique García Ramírez**

## DEDICATORIA

Agradezco primeramente a Dios y la santísima virgen María ya que sin ellos no podría haber terminado este paso en mi vida y todas las personas que ayudaron en mi vida y mi carrera universitaria:

### **Familia:**

Ana Gilma De León Sánchez

Gilma Carolina Pérez De León

José Eduardo Pérez Flores

Luis Eduardo Serrano Pérez

Jesús Salvador Chain Handal

Aníbal Belarmino De León Sánchez

José Noé Sánchez

José Rafael De León Sánchez

Jeniffer Beatriz Pérez De León

Rubén Campos González

### **Amigos:**

Ana María López Granados

Marissa Scarlett Alvarenga

José Orlando Echeverría Chávez

PhD. Edgar Armando Peña

Josué Aguirre López

Ing. José miguel Landaverde

**Karina Lisette Pérez De León**

## ÍNDICE

<i>CAPÍTULO 1 : ANTEPROYECTO.</i> .....	1
1.1.    Introducción.....	2
1.2.    Antecedentes.....	2
1.3.    Planteamiento del problema. ....	5
1.4.    Objetivos.....	6
1.4.1    General. ....	6
1.4.2    Específicos.....	6
1.5.    Alcances.....	7
1.6.    Limitaciones.....	8
1.7.    Justificación.....	8
<i>CAPÍTULO 2 : ANTECEDENTES Y METODOLOGÍAS PARA LA EVALUACIÓN DE DAÑOS.</i> .....	10
2.1.    Introducción.....	11
2.2.    Amenaza sísmica. ....	12
2.2.1.    Definición de sismos. ....	12
2.2.2.    Tectónica y sismicidad.....	13
2.2.3.    Vulcanismo y sismicidad.....	14
2.3.    Ondas sísmicas.....	16
2.3.1.    Ondas de cuerpo (volumétricas).....	16

2.3.2.	Ondas superficiales. ....	18
2.4.	Medición de ondas sísmicas.....	19
2.4.1.	Magnitud .....	19
2.4.2.	Intensidad. ....	21
2.4.2.1.	Escala de Mercalli Modificada.....	21
2.4.2.2.	Escala Macrosísmica Europea.....	24
2.5.	Descripción del riesgo sísmico en El Salvador. ....	38
2.5.1.	Peligrosidad sísmica de El Salvador .....	39
2.5.2.	Exposición.....	43
2.5.3.	Vulnerabilidad sísmica. ....	44
2.5.3.1.	Características del entorno. ....	45
2.5.3.2.	Características geométricas y configuración estructural. ....	46
2.5.3.3.	Sistema estructural. ....	49
2.6.	Daños en edificios. ....	54
2.6.1.	Daños en concreto reforzado.....	55
2.6.2.	Daños en mampostería.....	61
2.6.3.	Daños en acero.....	63
2.7.	Inspección de daños.....	65
2.7.1.	Inspección simplificada .....	66

2.7.1.1.	Inspección visual.....	68
2.7.1.2.	Evaluación objetiva.....	69
2.7.1.3.	Calificación del edificio.....	69
2.7.2.	Inspección detallada .....	70
2.8.	Nivel e índice de daño.....	71
2.8.1.	Nivel de daño.....	71
2.8.2.	Índice de daño.....	73
2.9.	Metodologías de evaluación de daños en El Salvador.....	75
2.9.1.	Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA).....	75
2.9.2.	Cámara Salvadoreña de la Construcción (CASALCO).....	78
2.10.	Metodologías de evaluación de daños post-sismos en otros países.....	81
2.10.1.	Colombia: Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo.....	81
2.10.2.	Chile: Plan de Protección Civil: Sistema de evaluación estructural rápida post-sismo de edificios e infraestructura.....	83
2.10.3.	México: Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural. Red Nacional de Evaluadores.....	84
2.10.4.	Italia: Formulario Nivel 1 de Detección de Daño y Viabilidad para los Edificios en Emergencia Postsísmica (AeDES).....	85

2.10.5. Perú: Determinación de la Vulnerabilidad de la Vivienda para casos de Sismos. ....	87
2.11. Respuesta Sísmica: El Salvador. ....	89
2.11.1. Antecedentes: sismos 1986 y 2001. ....	90
2.11.1.1. Respuesta ante la emergencia en sismo de 10 octubre de 1986. ....	90
2.11.1.2. Respuesta ante la emergencia sismo de 13 enero de 2001 ..	92
2.11.2. Respuesta ante la emergencia sísmica. ....	93
2.11.2.1. Sistema Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres. ....	93
2.11.2.2. Comisiones Técnicas Sectoriales. ....	96

*CAPÍTULO 3 : CONTENIDO DE FORMULARIO DE INSPECCIÓN DE DAÑOS POSTSÍSMICOS.....* 100

3.1. Introducción. ....	101
3.2. Ítems a considerar durante una evaluación postsísmica en edificaciones. ....	101
3.3. Ítems comunes. ....	102
3.3.1. Identificación y dirección de la edificación. ....	103
3.3.2. Persona de contacto. ....	103

3.3.3.	Fecha y hora de inspección. ....	103
3.3.4.	Información de los inspectores. ....	104
3.3.5.	Esquema/croquis de ubicación. ....	104
3.4.	Aspectos del entorno. ....	105
3.4.1.	Problemas geotécnicos. ....	105
3.4.2.	Topografía. ....	106
3.4.3.	Posición de la edificación en la manzana. ....	107
3.5.	Ítems de descripción de la edificación. ....	107
3.5.1.	Uso de la edificación. ....	107
3.5.2.	Ocupantes. ....	107
3.5.3.	Materiales. ....	110
3.5.4.	Dimensiones de la edificación. ....	111
3.5.5.	Número de pisos y sótanos: ....	111
3.5.6.	Año de construcción. ....	112
3.5.7.	Configuración en planta. ....	112
3.5.8.	Configuración en elevación. ....	113
3.6.	Ítems estructurales. ....	114
3.6.1.	Sistema estructural. ....	114
3.6.2.	Daños estructurales. ....	115

3.7.	Ítems no estructurales. ....	116
3.7.1.	Elementos no estructurales.....	117
3.7.2.	Daños en instalaciones. ....	117
3.8.	Clasificación de habitabilidad. ....	117

*CAPÍTULO 4 : METODOLOGÍA DE INSPECCIÓN DE DAÑOS POSTSÍSMICOS.....* 119

4.1.	Introducción.....	120
4.2.	Propuesta de protocolo de respuesta postsísmica. ....	121
4.2.1.	Reducir las consecuencias inmediatas. ....	123
4.2.2.	Garantizar el aprovisionamiento de los servicios básicos. ....	124
4.2.3.	Propiciar condiciones para la recuperación. ....	125
4.3.	Inspección de daños postsísmicos. ....	125
4.4.	Manual de Formulario para la Inspección de Daños y Clasificación de Habitabilidad para edificios.....	127
4.4.1.	Conceptos básicos.....	128
4.4.2.	Capacitación para el personal.....	129
4.4.3.	Personal requerido.....	130
4.4.4.	Funciones del personal.....	131
4.4.5.	Organización de comisiones.....	132

4.4.6.	Equipo requerido en la inspección. ....	133
4.4.7.	Metodología de inspección. ....	134
4.4.8.	Descripción de formulario a utilizar en la evaluación de edificaciones.....	136
4.4.8.1.	Indicaciones generales. ....	136
4.4.8.2.	Encabezado.....	137
4.4.8.3.	Identificación del edificio. ....	137
4.4.8.4.	Descripción general del edificio. ....	139
4.4.8.5.	Descripción estructural del Edificio. ....	142
4.4.8.6.	Inspección externa.....	145
4.4.8.7.	Inspección interna: Daños estructurales.....	147
4.4.8.8.	Inspección interna: Daños no estructurales y en instalaciones.. .....	157
4.4.8.9.	Daños en el edificio: Índice de daño. ....	159
4.4.8.10.	Estado del edificio: Clasificación de habitabilidad.....	160
4.4.8.11.	Recomendaciones. ....	162
4.4.8.12.	Croquis e información de los inspectores. ....	164

CAPÍTULO 5 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	167
5.1.    Conclusiones.....	168
5.2.    Recomendaciones.....	169
 REFERENCIAS .....	 171
 ANEXOS.....	 175
<i>ANEXO 1: “Formulario de Evaluación Única”</i> 176, <i>Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA), El Salvador.</i> .....	176
<i>ANEXO 2: “Formulario Único de Inspección”, Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción (CASALCO), El Salvador.....</i>	182
<i>ANEXO 3: “Formulario único para inspección de edificaciones después de un sismo.”, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Colombia. ...</i>	188
<i>ANEXO 4: “Ficha de evaluación de daños para inspección rápida de edificios públicos”, Dirección de Arquitectura-MOP, Chile.....</i>	191
<i>ANEXO 5: “Formato de captura de datos para la evaluación estructural”, Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), México.....</i>	195
<i>ANEXO 6: “Formulario nivel 1 de detección de daño y viabilidad para los edificios en emergencia postsísmica”, Dipartimento della Protezione Civile, Italia. ....</i>	200
<i>ANEXO 7: “Ficha de determinación de la vulnerabilidad de la vivienda en caso de sismo”, Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Perú.....</i>	204

<i>ANEXO 8: “Informe Preliminar de Daños en Inmueble, Evaluación de emergencia, Primer nivel de evaluación”, MOP-ASIA-FESIARA, El Salvador. .</i>	
.....	208
<i>ANEXO 9: “Formulario propuesto de captura de datos”</i>	214
<i>ANEXO 10: “Rótulos de advertencia propuestos”</i>	219

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPITULO 2

Figura 2.1: Perfil de la sismicidad y de los mecanismos focales en la zona costera (FG - AVC) de El Salvador (Giner y otros, 2008). .....	14
Figura 2.2: Posición geográfica de El Salvador. ....	15
Figura 2.3: Volcanes en El Salvador. Modificado de: <a href="http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=343100">http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=343100</a> .....	15
Figura 2.4: Movimiento de las Ondas P. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica, Tipos de ondas sísmicas. URL: <a href="http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7">http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7</a> .....	17
Figura 2.5: Movimiento de las Ondas S. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica, Tipos de ondas sísmicas. URL: <a href="http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7">http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7</a> .....	17
Figura 2.6: Movimiento de las Ondas R. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica, Tipos de ondas sísmicas. URL: <a href="http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7">http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7</a> .....	18
Figura 2.7: Movimiento de las Ondas L. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica, Tipos de ondas sísmicas. URL: <a href="http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7">http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7</a> .....	19
Figura 2.8: Relación entre riesgo sísmico, peligrosidad sísmica, vulnerabilidad sísmica y exposición. ....	39
Figura 2.9: Zonificación sísmica de El Salvador. Fuente: NTDS, 1996.....	41

Figura 2.10: Curvas de isovalores de aceleración máxima como proporción de la gravedad (g) con período de retorno de 475 años. ....	42
Figura 2.11: a) Densidad poblacional por kilómetro cuadrado por departamento, b) Densidad poblacional por zona sísmica. ....	44
Figura 2.12: Inadecuada localización de edificaciones. (Biblioteca Popular de Sismología Venezolana, 2013) .....	45
Figura 2.13: Formas irregulares de plantas. ....	47
Figura 2.14: Izquierda: distribución de columnas en forma regular; derecha: distribución de columnas en forma irregular. ....	48
Figura 2.15: Izquierda: centro de masa y centro de rigidez coinciden; derecha: centro de masa y centro de rigidez no coinciden. ....	48
Figura 2.16: Estructuras sin sencillez estructural.....	49
Figura 2.17: Izquierda: eje de centro de masa y eje centro de rigidez no coinciden; derecha: eje de centro de masa y eje centro de rigidez coinciden. .	49
Figura 2.18: Sistemas estructurales.....	53
Figura 2.19: a) Proceso de una fisura por flexión en viga (Pérez, 1994), b) Fisuras por flexión en pared (Hurtado, 2014). ....	56
Figura 2.20: a) Proceso de una fisura por cortante en viga, b) Fisura de cortante en columna (Pérez, 1994).....	57
Figura 2.21: Fisuras de cortante en paredes de concreto reforzado (Hurtado, 2014).....	57

Figura 2.22: Fisuras por punzonamiento en unión losa columna (Pérez, 1994). .....	58
Figura 2.23: a) Fisura por torsión, b) Diferencias de fisuración por cortante y por torsión (Pérez, 1994). .....	59
Figura 2.24: Fisuración por asentamientos (Pérez, 1994). .....	59
Figura 2.25: Fisuración por compresión en columnas (Pérez, 1994).....	60
Figura 2.26: Fisuración por pandeo en columnas (Pérez, 1994). .....	60
Figura 2.27: Daños en pared de concreto reforzado: a: Aplastamiento del concreto, b: Fisuras por cortante, c: Fisuras por flexión. (Modificado de Hurtado, 2014).....	61
Figura 2.28: Proceso de fisuración por cortante en: a) Pared de mampostería confinada, b) Marco de confinamiento, c) Pared de mampostería reforzada. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001).....	62
Figura 2.29: a) Fisuración por fricción, b) Fisuración por tensión diagonal. (Bonett, 2003) .....	62
Figura 2.30: Fisura por flexión. ....	63
Figura 2.31: Pandeos locales en elementos de acero. (McCormac & Csernak, 2012).....	64
Figura 2.32: Pandeo lateral de columna a compresión.....	65
Figura 2.33: Fracturas en elementos de acero. (Modificado de SAC Joint Venture, 2000 recuperado de Najarro, 2008) .....	65
Figura 2.34: Organigrama del Sistema Nacional de Protección Civil.....	95

### CAPÍTULO 3

Figura 3.1: Croquis de ubicación .....	105
Figura 3.2: Altura de piso.....	111
Figura 3.3: Pisos y sótanos.....	112

### CAPITULO 4

Figura 4.1: Jerarquía de personal.....	131
Figura 4.2: Encabezado.....	137
Figura 4.4: Identificación de la edificación. ....	138
Figura 4.4: Descripción de la edificación. ....	139
Figura 4.5: Esquema de número de pisos y sótanos. ....	141
Figura 4.6: Dimensiones. ....	142
Figura 4.7: descripción estructural de la edificación. ....	142
Figura 4.8: Configuraciones Topográficas. (Manual del Formato de captura de datos para la Evaluación estructural, México, 2011).....	144
Figura 4.9: Sistema estructural. ....	145
Figura 4.10: Inspección externa.....	145
Figura 4.11: Ejemplo de edificios con inclinación apreciable.. ....	146
Figura 4.12: Levantamiento de daños para estructura vertical portante considerados elementos críticos.....	152
Figura 4.13: Índice de daño estructural definido con daños en elementos considerados críticos. ....	152

Figura 4.14: Levantamiento de daños para estructura vertical portante considerados elementos no críticos.....	153
Figura 4.15: Índice de daño estructural definido con daños en elementos considerados no críticos, cuando $G3 + G4 + G5 \geq 50\%$ en vigas o losas. ....	153
Figura 4.16: Índice de daño estructural definido con daños en elementos considerados no críticos, cuando $G3 + G4 + G5 < 50\%$ en vigas o losas. ....	153
Figura 4.17: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de marcos. (1/3) .....	154
Figura 4.18: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de marcos. (2/3) .....	155
Figura 4.19: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de marcos. (3/3) .....	156
Figura 4.20: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de paredes. (1/2) .....	156
Figura 4.21: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de paredes. (2/2) .....	157
Figura 4.22: Levantamiento de daños no estructurales y en instalaciones.....	158
Figura 4.23: Definición de Índice de daño no estructural. ....	158
Figura 4.24: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño no estructural. ....	159
Figura 4.25: Índice de daño y estado de la edificación. ....	160
Figura 4.26: Ejemplo para la obtención del Índice de daño. ....	160

Figura 4.27: Estado del edificio: Índice de daño vrs Índice de daño de condiciones externas y del suelo. ....	161
Figura 4.28: Ejemplo de procedimiento de obtención de Estado del edificio. .	161
Figura 4.29: Clasificación de Habitabilidad. ....	162
Figura 4.30: Recomendaciones: Evaluación detallada. ....	163
Figura 4.31: Recomendaciones: Intervención de autoridades. ....	163
Figura 4.32: Recomendaciones: Comentarios y recomendaciones adicionales. ....	164
Figura 4.33: Croquis de ubicación, esquema de elevación y planta e información de los inspectores. ....	165
Figura 4.34: información de los inspectores, inspección y persona que recibió el formulario. ....	166

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPITULO 2

Tabla 2.1: Escala de Mercalli Modificada (Modificado de Musson, 2009).....	22
Tabla 2.2: EMS-98 (Modificado de Musson, 2009) .....	25
Tabla 2.3: Nivel de vulnerabilidad de las estructuras para El Salvador .....	28
Tabla 2.4: Grados de daño para estructuras de adobe. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002) .....	29
Tabla 2.5: Grados de daño para estructuras de mampostería. (EMS-98, 2009 y Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002).....	30
Tabla 2.6: Grados de daño para estructuras de concreto reforzado. (EMS-98, 2009 y Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002).....	31
Tabla 2.7: Grados de daño para estructuras de acero. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002) .....	32
Tabla 2.8: Relación de escala de intensidades y grados de daño según nivel de vulnerabilidad.....	33
Tabla 2.9: Resumen de grados de daño según intensidad sísmica para cada grado de vulnerabilidad.....	35
Tabla 2.10: Daños en elementos no estructurales. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002) .....	35

Tabla 2.11: Daños en elementos no estructurales. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002) .....	36
Tabla 2.12: Daños en elementos no estructurales. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002) .....	38
Tabla 2.13: Escala de nivel de daño de acuerdo a EERI (1996). (Bonett, 2003) .....	72
Tabla 2.14: Escala de nivel de daño según ATC-13 (1985). (Bonett, 2003) .....	73
Tabla 2.15: Índice de daño y nivel de daño propuesto por Park, Ang y Wen (1987). (Bonett, 2003).....	74
Tabla 2.16: Definición del color para clasificación de habitabilidad. ....	79
Tabla 2.17: Comparación de las diferentes metodologías de evaluación de daños .....	88
Tabla 2.18: Área de intervención e institución que coordina las Comisiones Técnicas Sectoriales según Plan de Contingencia para Terremotos.....	96

### CAPÍTULO 3

Tabla 3.1: Ocupantes por metro cuadrado según uso. (Norma Técnica de Prevención 884, España).....	108
Tabla 3.2: Tipologías estructurales por Sistema Estructural. Fuente: NTDS, 1996.....	115

## CAPÍTULO 4

Tabla 4.1: Área de intervención y director de instituciones actuantes en la respuesta de emergencia. ....	122
Tabla 4.2: Indicaciones del llenado del formulario. ....	136
Tabla 4.3: Usos de edificios según Categoría de ocupación (NTDS). ....	140
Tabla 4.4: Influencia de los daños en elementos en la estabilidad de la edificación.....	148
Tabla 4.5: Porcentajes de influencia para los elementos estructurales según el tipo de edificio. (Carreño Tibaduiza, 2006) .....	148
Tabla 4.6: Grados de daño para estructuras de mampostería.....	149
Tabla 4.7: Grados de daño para estructuras de concreto reforzado.....	150
Tabla 4.8: Grados de daño para estructuras de acero.....	150

*CAPÍTULO 1 :*  
*ANTEPROYECTO.*

---

## **1.1. Introducción.**

El Salvador es un país con fuerte actividad sísmica a causa de diferentes fuentes sismogénicas como lo son la cadena volcánica, las fallas geológicas y la zona de subducción. Las consecuencias de la actividad sísmica han sido devastadoras debido a la vulnerabilidad estructural de las construcciones en el país.

Actualmente, las metodologías aplicadas en la evaluación de las edificaciones después de un sismo consisten en inspeccionar rápidamente la mayor cantidad de edificaciones para su clasificación de habitabilidad, asignándoles un color de bandera de advertencia ya sea: roja, amarilla o verde<sup>1</sup> dependiendo del daño causado por el sismo. Las banderas de advertencia son asignadas de manera cualitativa y no cuantitativamente.

Este capítulo contiene el anteproyecto en el cual se basa el Trabajo de Graduación. En el anteproyecto se establecen los antecedentes, el planteamiento del problema que se pretende resolver, seguidamente se desarrollan los alcances y las limitaciones que van a enmarcar la investigación, finalizando con la justificación que es el porqué de la investigación.

## **1.2. Antecedentes.**

El Salvador es un país con alta actividad sísmica local y regional; a nivel local, los sismos son provocados por el sistema de fallas geológicas dentro del

---

<sup>1</sup> Dirección General de Protección Civil - Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano - OPAMSS - CASALCO, Manual de Evaluación Post Sísmica de Edificaciones de El Salvador, 2008.

territorio salvadoreño y la actividad de la cadena volcánica, que forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico. Los sismos de estas fuentes son relativamente superficiales y sus epicentros se localizan en su mayoría bajo asentamientos humanos. Entre algunos de los sismos locales tenemos el ocurrido en 1965 con una magnitud de ondas de superficie ( $M_s$ ) de 6.0 grados, el cual ocasionó la destrucción de 4000 viviendas; el sismo de 1986, con una magnitud de ondas de cuerpo ( $M_b$ ) de 5.4 grados, que destruyó 60,000 viviendas; y el reciente sismo del 13 de febrero de 2001, con una magnitud de momento ( $M_w$ ) de 6.6 grados, que afectó 82 edificios públicos, causó la destrucción de 41,302 viviendas, dañó 5 hospitales y 73 iglesias.<sup>2</sup>

Los sismos a nivel regional son causados por el proceso de subducción entre las placas tectónicas de Cocos y del Caribe, el sistema de fallas geológicas en Guatemala las cuales definen la frontera entre la placa de Norteamérica y la placa del Caribe y el sistema de fallas geológicas ubicadas en la depresión de Honduras. El último sismo regional de gran magnitud en el territorio salvadoreño ocurrió en enero de 2001, con una magnitud de momento ( $M_w$ ) de 7.6 grados, dañando 1155 edificios públicos, 19 hospitales y 405 iglesias.<sup>2</sup>

La ocurrencia de estos eventos sísmicos no puede ser determinada, pero sí se pueden realizar intervenciones para disminuir la vulnerabilidad de las

---

<sup>2</sup> SNET. Cronología de sismos destructivos en El Salvador. San Salvador, El Salvador.

URL: <http://www.snet.gob.sv/Geologia/Sismologia/1crono.htm>

edificaciones y/o mejorar la respuesta humana ante estos eventos, reduciendo con esto las probabilidades de que se genere un desastre.

Las características estructurales globales, las condiciones y características de los elementos estructurales y la interacción de la estructura con elementos no estructurales, son algunos de los factores que inciden en el nivel de daño que tendrá la edificación después de un evento sísmico. La evaluación del nivel de daño de forma cuantitativa permitirá determinar un índice de daño de las edificaciones con el cual se pueda asignar un color de bandera de advertencia de manera objetiva.

En la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, de la Universidad de El Salvador, se han realizado diferentes trabajos de graduación relacionados a los daños en las edificaciones postsismo. Entre ellos, en el año 2003, se presentó el trabajo de graduación titulado “Evaluación de daños típicos de edificaciones en el área metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001”, el cual describe aspectos generales sobre los daños en las edificaciones y se definen daños típicos en edificaciones después de los sismos ocurridos en los años de 1986 y 2001; y en el año 2008, el trabajo de graduación titulado “Metodología para la evaluación de daños en edificaciones post-sismo”, en el cual se describe más ampliamente la actividad sísmica del país, y se establece una propuesta de metodología para la evaluación de daños en edificaciones postsismo. Ambos documentos proporcionan información acerca de los daños y la evaluación de las edificaciones de manera cualitativa, y no consideran una

metodología en la cual se analicen de manera cuantitativa los daños producidos por el evento sísmico en la edificación y consecuentemente determine la condición de la misma.

En el año 2011, la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA) entregó a la Dirección de Protección Civil la Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo. Esta guía está basada en la Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, preparada por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica - AIS - para el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá - FOPAE -, de la Alcaldía Mayor de Bogotá. Aunque esta guía sugiere la recolección de datos importantes en la inspección después de un sismo, no se tiene una correlación clara entre los datos obtenidos y la evaluación final del estado de la edificación.

### **1.3. Planteamiento del problema.**

Después de la ocurrencia de un sismo moderado o severo, es necesario realizar una evaluación rápida de las edificaciones públicas y privadas, para verificar las condiciones de seguridad en que se encuentran. Es importante mencionar que la evaluación debe de realizarse considerando un criterio unificado de los profesionales expertos que la conduzcan, para así lograr una evaluación objetiva de la edificación.

Para realizar un proceso estandarizado, se crean formularios o fichas de inspección, las cuales en ocasiones son adaptadas de otros países y se toman como válidas para las condiciones del país, siendo previamente consultadas y

aprobadas por los profesionales del área. A pesar de estos esfuerzos, la recolección y organización de los resultados después de realizada la inspección, requiere un tiempo prudencial para su procesamiento y muchas veces los criterios utilizados en campo quedan a discreción del juicio del profesional a cargo de la inspección. Aun si los expertos utilizan la misma guía, el juicio de evaluación en la asignación de banderas de advertencia (roja, amarilla o verde) es diferente para cada experto, por lo tanto, sino existe un valor numérico que represente la condición de la estructura después de un sismo, no se tendrá una asignación de banderas de una manera estándar para realizar la clasificación del daño.

#### **1.4. Objetivos.**

##### **1.4.1 General.**

Proponer un índice de daño estructural para cuantificar el nivel de afectación de estructuras en zonas urbanas después de un sismo.

##### **1.4.2 Específicos.**

- ❖ Definir las tipologías de daño esperadas que se deben considerar en una inspección postsismo para los principales materiales usados en construcción.
- ❖ Realizar una investigación bibliográfica sobre las metodologías de inspección de daños postsísmicos utilizadas en otros países.

- ❖ Proponer una ponderación a las características y condiciones de la estructura para la cuantificación de un índice de daño, según su incidencia en el estado final de estructura después de un sismo.
- ❖ Proponer un proceso sistemático para el análisis de la información obtenida de una inspección postsismo a fin de obtener la clasificación de habitabilidad de la edificación inspeccionada.

### **1.5. Alcances.**

- ❖ En esta investigación se propondrá un índice numérico de daño estructural para edificaciones en el área urbana de San Salvador, después de ocurrido un sismo.
- ❖ Se propondrá una sistematización que uniformice la evaluación de las estructuras después de sismos de manera objetiva.
- ❖ Se buscará obtener una guía consensuada por los expertos del área estructural para la evaluación y puntuación de las edificaciones afectadas por sismos.
- ❖ Formular un sistema de recolección de datos de una edificación para determinar cuantitativamente los daños que han afectado dicha edificación.

### **1.6. Limitaciones.**

- ❖ La propuesta de trabajo presentada solo considera la información de manera visual que se pueda coleccionar en las estructuras dañadas por sismos.
- ❖ La propuesta de trabajo solo considerará daños en las edificaciones provocados por un sismo.
- ❖ La investigación estará limitada a las edificaciones presentes en zonas urbanas del departamento de San Salvador.
- ❖ La disponibilidad de registros históricos de daños a estructuras por sismos de la zona urbana de San Salvador.

### **1.7. Justificación.**

Las guías o fichas de evaluación postsismo, además de que deben ser aceptadas como válidas para las condiciones del país, deben de generar la información necesaria para brindar al final de cada inspección el resultado de la evaluación. En este trabajo de graduación se pretende realizar una propuesta de índice de daño estructural para cuantificar el nivel de daño que posee una estructura después de un sismo, y que al ser aplicada en forma masiva se tenga un criterio uniforme, pudiéndose visualizar en un sistema de información geográfica que describa las zonas más afectadas y que brindaría una mejor interpretación de la realidad.

El Salvador no cuenta con un sistema de este tipo, el cual sería de gran trascendencia para tener un panorama más claro acerca del estado en que se

encuentran las edificaciones después de un sismo. Por lo tanto, presentar un proceso sistemático de recolección de la información de daños después de un sismo es de suma importancia para la evaluación de las mismas. Es por ello, que se propondrá una guía que permitirá a los expertos en el área estructural determinar cuantitativamente la condición de las edificaciones después de un sismo, en una escala que dependerá de los diferentes características y condiciones de la edificación a considerar y concluir si éstas presentan un riesgo para los usuarios, o si éstas pueden ser recuperadas o deben ser demolidas.

La propuesta de índice de daño pretende abonar a la introducción del uso del índice de daño en El Salvador para uniformizar la evaluación de las estructuras después de un sismo.

*CAPÍTULO 2 : ANTECEDENTES  
Y METODOLOGÍAS PARA LA  
EVALUACIÓN DE DAÑOS.*

---

## **2.1. Introducción.**

En el presente capítulo se desarrollan los fundamentos teóricos para la realización de la PROPUESTA DE ÍNDICE DE DAÑO ESTRUCTURAL PARA CUANTIFICAR EL NIVEL DE AFECTACIÓN EN ESTRUCTURAS EN ZONAS URBANAS DESPUÉS DE UN SISMO. El capítulo inicia con la descripción de la amenaza sísmica existente en el país, específicamente la proveniente de las fuentes sismogénicas más importantes que son la tectónica de placas y la actividad volcánica. Además, se describen los tipos de ondas sísmicas generadas por la liberación de energía en el hipocentro del terremoto, y los daños que éstas pueden ocasionar en las edificaciones que son representados mediante las escalas de magnitud e intensidad.

Continuando se hace una descripción del riesgo sísmico en El Salvador con sus componentes: exposición, peligrosidad y vulnerabilidad sísmica, la cual depende de las características del entorno, el sistema estructural y la geometría de la edificación. Así mismo se describen los daños más comunes causados por un sismo, la gravedad de estos daños es determinada mediante la inspección de los daños, esta inspección puede ser simplificada o detallada. Como resultado de las inspecciones se obtiene una descripción cualitativa (nivel de daño) o cuantitativa (índice de daño) de los daños.

Así mismo se presentan las metodologías desarrolladas en el país y en otros países con sus respectivos formularios de evaluación. Finalmente se

presenta la experiencia de los sismos de 1986 y 2001, y la respuesta ante la emergencia sísmica del país.

## **2.2. Amenaza sísmica.**

La amenaza sísmica es definida como la probabilidad de ocurrencia de un sismo que supere ciertos límites para la seguridad de la población y las edificaciones, en El Salvador ocurren aproximadamente más de 1,200 sismos al año, convirtiéndose así, en uno de los países con mayor actividad sísmica de Centroamérica.

### **2.2.1. Definición de sismos.**

Un sismo o terremoto puede definirse como un fenómeno causado por la interacción entre las placas tectónicas, que conlleva a una acumulación de esfuerzos en la corteza y que al momento de superar la resistencia elástica de la roca produce la fractura de la misma. Durante este proceso ambos lados de la fractura se desplazan en sentidos opuestos y se ubican en lugares con menor esfuerzo.

La mayor cantidad de energía acumulada durante este proceso es disipada como calor, y en menor cantidad es irradiada en forma de ondas elásticas. Éstas se propagan en todas las direcciones a partir de la zona de ruptura llamada foco o hipocentro, haciendo vibrar la superficie terrestre. La proyección vertical en la superficie terrestre del hipocentro es llamado epicentro.

Se denominan sismos tectónicos aquellos que ocurren directamente por efecto de la interacción entre placas tectónicas. La interacción entre placas

genera presiones en las masas rocosas en profundidad llevándolas a su fundición, generando magma que luego asciende en el interior de las estructuras volcánicas para dar origen a sismos de tipo volcánicos y posibles erupciones.

### **2.2.2. Tectónica y sismicidad.**

Como se mencionó anteriormente los sismos tectónicos se originan por el desplazamiento de placas tectónicas, generando la fracturación y desplazamiento de masas rocosas. Este desplazamiento puede ser divergente, convergente o transcurrente.

En El Salvador, a más de 130 km desde la franja costera, dentro del Océano Pacífico, ocurre el proceso de subducción entre Placa del Caribe y Placa de Cocos. El proceso de subducción consiste en un desplazamiento convergente donde la placa de mayor densidad (placa oceánica: Placa de Cocos), se subduce bajo la placa de menor densidad (placa continental: Placa del Caribe). Los eventos sísmicos producidos por el proceso de subducción ocurren generalmente a una profundidad menor a 100 km, con algunos eventos aislados cercanos a los 200 km (Fig. 2.1).

Los sismos ocurridos en el año de 1982 y en enero de 2001, fueron provocados por el proceso de subducción a profundidades mayores a 30 km.

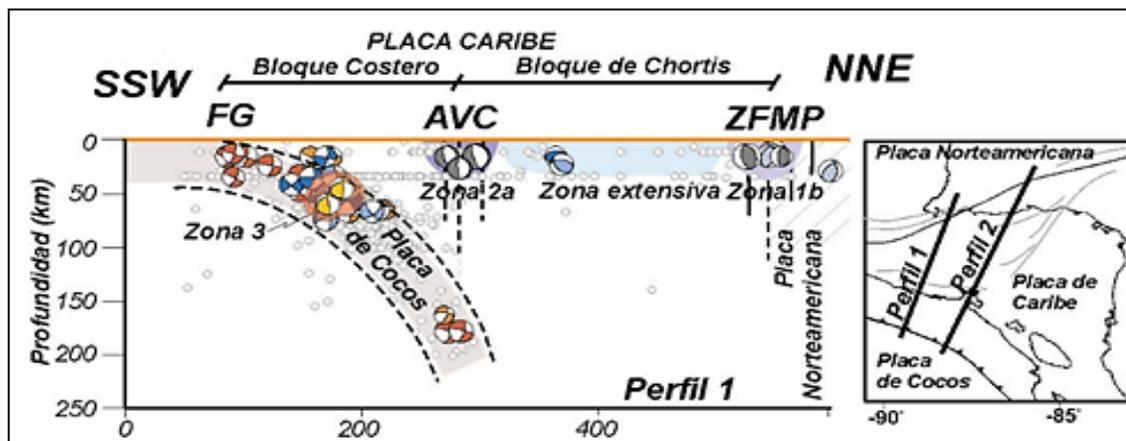


Figura 2.1: Perfil de la sismicidad y de los mecanismos focales en la zona costera (FG - AVC) de El Salvador (Giner y otros, 2008).

### 2.2.3. Vulcanismo y sismicidad.

En los márgenes de subducción se origina la formación de magma en profundidad; éste proceso se inicia con el aumento de la temperatura y presión, a medida que la placa oceánica se subduce bajo la placa continental, y se inicia la fusión de las rocas. Con la ascensión del magma se forman cadenas volcánicas paralelas a los márgenes de subducción, cuya sismicidad es poco frecuente y generalmente se presenta como enjambres de pequeños sismos, sin embargo, cuando ocurre una erupción volcánica violenta generalmente va acompañada por un aumento en la sismicidad. Éste tipo de sismos generalmente ocurren a profundidades menores a 19 km (Giner y otros, 2008).

El Salvador, por su posición geográfica (Fig. 2.2), se encuentra en el Cinturón de Fuego del Pacífico, el cual es el responsable de más del 80 % de los sismos a nivel mundial.



Figura 2.2: Posición geográfica de El Salvador.

Algunas de las ciudades más importantes y densamente pobladas del país se sitúan en las cercanías de un volcán (Fig. 2.3), para el caso de Santa Ana se encuentra el volcán Ilimatepec, el cual tuvo su última actividad importante registrada entre octubre y noviembre de 2005 presentando pequeños enjambres sísmicos; en San Miguel, se encuentra el volcán Chaparrastique con su última actividad registrada en junio del año 2016.



Figura 2.3: Volcanes en El Salvador. Modificado de: <http://volcano.si.edu/volcano.cfm?vn=343100>

Uno de los eventos sísmicos más recordados originados por volcanes en el país es el ocurrido en el año de 1917, causado por la erupción de El Boquerón (Volcán de San Salvador).

### **2.3. Ondas sísmicas.**

Las ondas sísmicas se originan de la liberación de energía proveniente de la ruptura de las rocas. Su amplitud y velocidad son características que dependen del medio en que se propaguen.

Las ondas sísmicas se clasifican en ondas de cuerpo (volumétricas) y superficiales. Las primeras se propagan a través del interior de la tierra y son las más veloces, mientras que las segundas se propagan por la superficie de la tierra.

#### **2.3.1. Ondas de cuerpo (volumétricas).**

Su propagación sigue caminos curvos debido a la forma esférica de la tierra y sus diversas capas. Las densidades de las capas por las cuales se propagan las ondas influyen en su velocidad. Las ondas de cuerpo se dividen en dos tipos: las Ondas Primarias y las Ondas Secundarias.

##### **❖ Características de Ondas Primarias. (Ondas P)**

- Son las primeras en registrar los sismógrafos.
- Se propagan por sucesivas compresiones y descompresiones del medio (Fig. 2.4).
- Se propagan por medios sólidos y líquidos.

- El movimiento de vibración de las partículas es paralelo a la dirección de propagación, lo que implica mayor velocidad.

#### ❖ Características de Ondas Secundarias. (Ondas S)

- Son las segundas en registrar los sismógrafos.
- Son ondas transversales o de cizalladura (Fig. 2.5).
- Sus características dependen de la elasticidad o rigidez de las rocas.
- Solo se propagan en medios sólidos.
- El movimiento de vibración de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación, lo cual supone un mayor recorrido (menor velocidad).

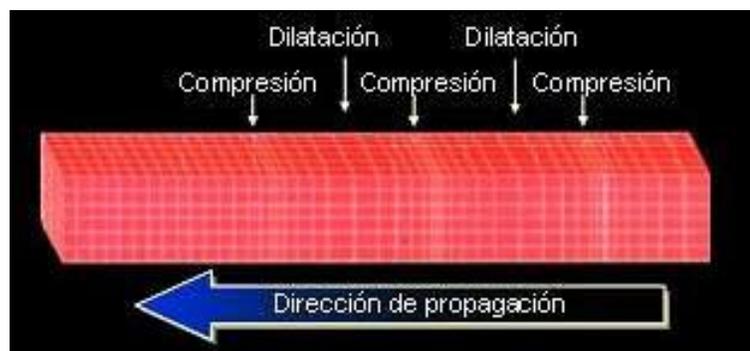


Figura 2.4: Movimiento de las Ondas P. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica, Tipos de ondas sísmicas. URL: <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7>



Figura 2.5: Movimiento de las Ondas S. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica, Tipos de ondas sísmicas. URL: <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7>

### 2.3.2. Ondas superficiales.

Las ondas superficiales representan la energía que ha sido atrapada en la superficie terrestre y son generadas por la interacción de las ondas de cuerpo. Este tipo de ondas se propagan paralelas a la superficie libre del medio en donde alcanzan su máxima amplitud, disminuyendo exponencialmente con la profundidad, debido a la pérdida de energía en su trayectoria. Se conocen dos tipos de ondas superficiales: Ondas Rayleigh y Ondas Love.

#### ❖ Ondas Rayleigh. (Ondas R)

Las ondas Rayleigh viajan con un movimiento elíptico (Fig. 2.6), es decir, las partículas del material se mueven describiendo un movimiento de una elipse en dirección opuesta a la dirección de propagación de la energía.

#### ❖ Ondas Love. (Ondas L)

Las ondas Love son más rápidas que las ondas de Rayleigh. El movimiento que describe es paralelo a la superficie, pero perpendicular a la dirección de propagación (Fig. 2.7).



Figura 2.6: Movimiento de las Ondas R. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica, Tipos de ondas sísmicas. URL: <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7>



Figura 2.7: Movimiento de las Ondas L. Fuente: Laboratorio de Ingeniería Sísmica, Universidad de Costa Rica, Tipos de ondas sísmicas. URL: <http://www.lis.ucr.ac.cr/index.php?Id=7>

## 2.4. Medición de ondas sísmicas.

La medición de las ondas sísmicas se realiza por medio de sismómetros, éstos son instrumentos de registro continuo y que consisten en un péndulo acoplado a diversos mecanismos de amplificación, amortiguamiento, registro, etc. Un estudio detallado de las señales sísmicas registradas en los sismogramas (registros de los sismómetros) permite conocer las principales características del sismo que las produjo. Los parámetros que se utilizan para medir, caracterizar y describir el tamaño y la destructividad de un terremoto a partir del análisis de los sismogramas son: magnitud e intensidad.

### 2.4.1. Magnitud

La magnitud está relacionada con la cantidad de energía liberada desde el hipocentro del terremoto, mediante un valor numérico. El valor de la magnitud está en función de las características mecánicas del suelo o rocas donde se produce la falla y la longitud de la misma.

El concepto de magnitud fue introducido en 1935 por Charles Richter, sismólogo del Instituto de Tecnología de California, estableciendo una escala de

magnitud llamada Escala de Magnitud de Richter. Esta escala llamada también escala de magnitud local ( $M_L$ ), puesto que originalmente fue creada para aplicarse a terremotos ocurridos en el sur de California, Estados Unidos, con hipocentros localizados a distancias inferiores de 600 km de un tipo particular de sismómetro (Instrumento de torsión de Wood-Anderson) (Ugalde, 2009). La magnitud del sismo se estimaba empíricamente con la medición de la distancia del hipocentro al sismómetro y la amplitud máxima registrada en el sismograma. Debido a las limitaciones del sismómetro utilizado no se podían registrar sismos de magnitudes superiores a siete grados.

En la actualidad, el mayor problema con la magnitud de Richter radica en su ineficacia para relacionarle con las características físicas del origen del terremoto, ya que terremotos originados a mayores profundidades tienen un nivel destructivo mucho menor que un terremoto de igual magnitud, pero cuyo hipocentro es más superficial.

A inicios del siglo XXI, la mayoría de los sismólogos consideraban obsoletas las escalas de magnitud tradicionales, siendo éstas reemplazadas por una medida más significativa llamada Momento Sísmico que está basada en la medición de la energía total que se libera en un sismo, y es utilizada para terremotos de magnitud mayor a 6.9 grados. La escala de Momento Sísmico fue propuesta en el año de 1979 por los sismólogos Thomas C. Hanks y Hiroo Kanamori, investigadores del Instituto de Tecnología de California, con el nombre de Escala Sismológica de Magnitud de Momento ( $M_w$ ), la cual provee

una forma de expresar momentos sísmicos aproximándose a las medidas tradicionales de magnitudes sísmicas.

### **2.4.2. Intensidad.**

La intensidad es una medida subjetiva que trata de describir como es percibido un sismo en cualquier punto de la superficie. Es la medida con la cual se establece una relación entre la fuerza de un sismo y los daños físicos provocados por éste en una región.

La intensidad no mide la energía liberada en el hipocentro, pero en su determinación influye la distancia de éste respecto a la posición del receptor, las características mecánicas del suelo, los procesos de refracción y reflexión de las ondas, entre otros.

Las escalas de medición de intensidades sísmicas son variadas, pero en la actualidad las más utilizadas son la Escala de Mercalli Modificada (MM) y la Escala Macrosísmica Europea (EMS).

#### **2.4.2.1. Escala de Mercalli Modificada**

Durante el siglo XIX el físico italiano Giuseppe Mercalli desarrolló una escala subjetiva basada en la percepción de las personas para la medición de sismos, inicialmente se dividía en diez grados de intensidad, basada en la Escala Rossi-Forel (siglo XIX). En el año 1902 Adolfo Cancani amplió la escala a doce grados. La escala utilizada actualmente es la Escala de Mercalli modificada por Harry Wood y Frank Neumann en el año de 1931 (Tabla 2.1).

Tabla 2.1: Escala de Mercalli Modificada (Modificado de Musson, 2009)

Intensidad.	Efectos		
	Personas	Objetos	Estructuras
I	No sentido.	Sin efectos.	Sin efectos.
II	Sentido sólo por personas en reposo, en pisos elevados y en condiciones favorables.		
III	Sentido en el interior de edificios por algunas personas. Las personas en reposo sienten un balanceo lento.		
IV	Sentido como la vibración del pasar de tractores.		

Intensidad.	Efectos		
	Personas	Objetos	Estructuras
V	Sentido por muchos en los exteriores. Algunas personas se despiertan.	Los líquidos se desparraman, pequeños objetos se mueven. Puertas se abren o cierran. Reloj de péndulo se detiene o reinicia.	Sin efectos.
VI	Sentido por todos. Dificultan para caminar.	Ventanas y vidrios se quiebran, objetos en estantes caen, muebles se mueven.	Estructuras con daños no estructurales.
VII	Sentido por todos. Dificultad para mantenerse de pie.	Muebles se fracturan. Campanas grandes suenan.	Caídas de elementos no estructurales y daños estructurales leves.
VIII	Sentido por todos.	Caídas de grandes objetos, torres y tanques elevados.	Daños moderados en estructuras. Colapso parcial en algunas estructuras.
IX	Pánico general.	Daños considerables en mobiliario. Tuberías subterráneas colapsan. Grietas y	Daños severos en estructuras y colapsos parciales.

Intensidad.	Efectos		
	Personas	Objetos	Estructuras
X		cráteres en el suelo.	Muchas estructuras colapsadas.
XI		Tuberías subterráneas fuera de servicio.	Pocas estructuras de pie.
XII		Grandes masas rocosas se mueven, los objetos son lanzados al aire.	Destrucción casi total.

#### 2.4.2.2. Escala Macrosísmica Europea.

En el año de 1988 la Comisión Sismológica Europea decidió revisar y actualizar la escala publicada por Medvedev-Sponheuer-Karnik (Escala MSK, 1964). Los resultados de este trabajo fueron publicados en 1993, pero fue hasta el año de 1998 que se presentó una versión final ya revisada. A pesar que esta nueva escala es basada en la antigua Escala MSK, su organización es tan diferente que pasó a denominarse Escala Macrosísmica Europea<sup>3</sup> (Tabla 2.2). En las siguientes secciones se hará referencia como EMS-98. Desde su publicación esta escala ha sido adoptada tanto dentro como fuera de Europa.

<sup>3</sup> Comisión Sismológica Europea (2008), Escala Macrosísmica Europea 1998.

Tabla 2.2: EMS-98 (Modificado de Musson, 2009)

Intensidad	Efectos		
	Personas	Objetos	Estructuras
I	No sentido.	Sin efectos.	Sin efectos.
II	Sentido por personas en reposo.		
III	Sentido solo en interiores por pocas personas. Personas en reposo sienten un leve balanceo.		
IV	Sentido por muchas personas en interiores, poca gente dormida despierta.	Sin efectos.	Sin efectos.
V	Sentido en interiores por muchos y por pocos en exteriores. Muchas personas dormidas despiertan.	Los objetos se balancean. Pequeños objetos de desplazan. Puertas y ventanas pueden abrirse.	Edificios vibran.
VI	Sentido por todos.	Algunos objetos caen	Las estructuras sufren daños no estructurales.
VII		Muebles se mueven y muchos objetos caen.	Las estructuras sufren daños moderados como pequeñas grietas en paredes.

Intensidad	Efectos		
	Personas	Objetos	Estructuras
VIII	Dificultad para mantenerse de pie.		Las viviendas y estructuras presentan grandes grietas y fallas en sus paredes.
IX	Dificultad para mantenerse de pie.	Muebles se mueven y muchos objetos caen.	Las estructuras presentan daños serios como falla en paredes y estructura resistente.
X			Muchas estructuras colapsan.
XI	Pánico general.	Muebles se mueven y muchos objetos caen.	Las estructuras con buen diseño sismoresistente colapsan.
XII			Casi todas las estructuras colapsan.

#### 2.4.2.2.1. Clasificación de Vulnerabilidad.

Además de establecer una escala de intensidades la EMS-98 establece una clasificación de las estructuras según su vulnerabilidad para definir los niveles de daño por sismo, definiendo seis niveles de vulnerabilidad crecientes:

- ❖ A: Resistencia de una estructura sin detallado sismoresistente, con materiales de baja resistencia.

- ❖ B: Resistencia de una estructura sin detallado sismoresistente, con materiales de moderada resistencia.
- ❖ C: Resistencia de una estructura sin detallado sismoresistente, con materiales de alta resistencia.
- ❖ D: Resistencia de una estructura con bajo nivel sismoresistente.
- ❖ E: Resistencia de una estructura con moderado nivel sismoresistente.
- ❖ F: Resistencia de una estructura con alto nivel sismoresistente.

En la Tabla 2.3 se muestra la clasificación de las estructuras adaptada para El Salvador, con base a la clasificación publicada por el Laboratorio de Ingeniería Sísmica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica en el año de 2006. La Tabla 2.3 categoriza la resistencia de las estructuras tomando en consideración el tipo de estructuras y otros factores, presentando sus niveles de vulnerabilidad más probable (rojo) y su rango poco o nada probable. La definición de estos rangos tienen que tomar en cuenta factores como el mal estado de la edificación, la calidad del proceso de construcción y los materiales, irregularidades en planta o elevación y el nivel de diseño sismoresistente.

Tabla 2.3: Nivel de vulnerabilidad de las estructuras para El Salvador

Descripción		Niveles de vulnerabilidad					
		A	B	C	D	E	F
Adobe	Paredes						
Mampostería	Reforzada						
	Confinada						
Concreto	Paredes						
	Marcos						
Acero	Marcos						
Prefabricados	Paredes						
	Marcos						

Leyenda	
Daño base	
Rango probable	
Rango poco probable	

#### 2.4.2.2.2. Grados de daño.

La EMS-98 con base a la necesidad de describir clases de daño que puedan ser distinguidas fácilmente por las personas en general, define de forma aproximada grados de daño que se describen mediante una escala, en la cual 1 representa el menor daño y 5 mayor daño, representando un aumento lineal en la Intensidad del sismo. Las definiciones de grados de daño para estructuras de mampostería y concreto reforzado se tomaron de las presentadas en la EMS-98 y se han apoyado con las descripciones que presenta la Guía técnica para Edificaciones después de un Sismo de Colombia (2002). Para edificios de

Adobe, Acero y elementos no estructurales se han tomado en su totalidad de la Guía técnica para Edificaciones después de un Sismo de Colombia (2002).

#### 2.4.2.2.1. Elementos estructurales

Tabla 2.4: Grados de daño para estructuras de adobe. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002)

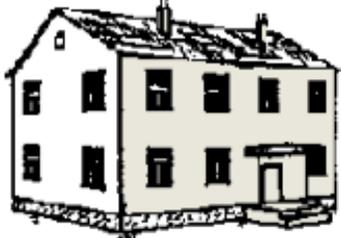
Definición de grado de daño	Ilustración
<p><b>Grado 1:</b> Daños de despreciables a ligeros. Algunas fisuras con ancho menor a 0.4 mm en muy pocas paredes.</p>	
<p><b>Grado 2:</b> Daños moderados. Fisuración con anchos entre 0.4 a 2.0 mm en muchas paredes.</p>	
<p><b>Grado 3:</b> Daños graves. Inicio del agrietamiento diagonal con ancho entre 2.0 y 4.0 mm en la mayoría de paredes, pérdida del revestimiento.</p>	
<p><b>Grado 4:</b> Daños muy graves. Agrietamiento diagonal severo, con ancho mayor a 4.0 mm, pérdida notable del revestimiento.</p>	
<p><b>Grado 5:</b> Destrucción. Desprendimiento del relleno, aplastamiento, deformación, desplome o inclinación de pared.</p>	

Tabla 2.5: Grados de daño para estructuras de mampostería. (EMS-98, 2009 y Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002)

Definición de grado de daño	Ilustración
<p><b>Grado 1:</b> Daños de despreciables a ligero. Algunas fisuras con ancho menor a 0.2 mm en muy pocas paredes y caída de pequeños trozos de revestimiento.</p>	
<p><b>Grado 2:</b> Daños moderados. Fisuración con anchos entre 0.2 a 1.0 mm en muchas paredes y caída de trozos grandes de revestimiento.</p>	
<p><b>Grado 3:</b> Daños graves. Inicio del agrietamiento diagonal con anchos entre 1.0 mm y 3.0 mm en la mayoría de los muros, algunas fisuras en columnas y vigas de confinamiento, pérdida del recubrimiento, se sueltan tejas del techo y se dañan elementos individuales no estructurales.</p>	
<p><b>Grado 4:</b> Daños muy graves. Agrietamiento diagonal severo, con anchos mayores a 3.0 mm, dislocación de piezas de mampostería, se dañan parcialmente los tejados.</p>	
<p><b>Grado 5:</b> Destrucción. Desprendimiento de partes de piezas de mampostería, aplastamiento local de las piezas de mampostería, prolongación del agrietamiento diagonal de columnas y vigas de confinamiento con anchos mayores a 1.00 mm, desplome o inclinación de la pared. Colapso total o casi total del edificio.</p>	

Tabla 2.6: Grados de daño para estructuras de concreto reforzado. (EMS-98, 2009 y Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002)

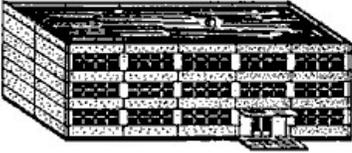
Definición de grado de daño	Ilustración
<p><b>Grado 1:</b> Daños despreciables o ligeros. Algunas fisuras de ancho menor a 0.2 mm en las paredes y su base, caída del revestimiento de marcos.</p>	
<p><b>Grado 2:</b> Daños moderados. Grietas de 0.2 mm y 1.0 mm en vigas, columnas de marcos y en muros estructurales, caída de revestimientos frágiles.</p>	
<p><b>Grado 3:</b> Daños graves. Grietas con anchos de 1.0 mm y 2.0 mm, en columnas y en juntas viga/columnas, en la base de los marcos y en las juntas de los muros acoplados. Desprendimiento de revestimiento de concreto, pandeo de la armadura de refuerzo y grandes grietas en paredes.</p>	
<p><b>Grado 4:</b> Daños muy graves. Grandes grietas en elementos estructurales con daños por compresión y fractura de armaduras, falla en la armadura de las vigas, inclinación o colapso de columnas. Exposición de las barras de refuerzo.</p>	
<p><b>Grado 5:</b> Destrucción. Degradación y aplastamiento del concreto, agrietamiento del núcleo y pandeo de las barras de refuerzo longitudinal. Colapso parcial.</p>	

Tabla 2.7: Grados de daño para estructuras de acero. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002)

Definición de grado de daño	Ilustración
<p><b>Grado 1:</b> Daños despreciables a ligeros. Sin defectos visibles.</p>	
<p><b>Grado 2:</b> Daños moderados. Deformaciones menores en elementos casi imperceptibles</p>	
<p><b>Grado 3:</b> Daños graves. Deformaciones perceptibles a simple vista, manifestación inicial de pandeo local de partes de elementos</p>	
<p><b>Grado 4:</b> Daños muy graves. Pandeo local, fractura o alguna evidencia de daño en partes del elemento estructural fuera de zonas de posible formación en articulaciones plástica.</p>	
<p><b>Grado 5:</b> Destrucción. Pandeo local, fractura o alguna evidencia de daños en secciones dentro de zonas de posible formación de articulaciones plásticas. Fractura de soldaduras, tornillos o remaches. Colapso total o casi total del edificio.</p>	

A continuación, se presenta la escala de intensidades y su correspondiente grado de daño para estructuras según los niveles de vulnerabilidad descritos en la Tabla 2.3.

Tabla 2.8: Relación de escala de intensidades y grados de daño según nivel de vulnerabilidad.

Intensidad	Daños a edificios
I - IV	Sin daños.
V	Daño de grado 1 en pocos edificios de tipo A y/o B.
VI	Muchos edificios de tipo A sufren grado 2. Muchos edificios de tipo B sufren daño de grado 1; pocos de grado 2. Pocos edificios de tipo C sufren de daño de grado 1.
VII	Muchos edificios de tipo A sufren daño de grado 3; pocos de grado 4. Muchos edificios de tipo B sufren daño de grado 2; pocos de grado 3. Muchos edificios de tipo C sufren daño de grado 1; pocos de grado 2. Pocos edificios de tipo D sufren daño de grado 1
VIII	Muchos edificios de tipo A sufren daño de grado 4; pocos de grado 5. Muchos edificios de tipo B sufren daño de grado 3; pocos de grado 4. Muchos edificios de tipo C sufren daño de grado 2; pocos de grado 3. Pocos edificios de tipo D sufren daño de grado 1; pocos de grado 2

Intensidad	Daños a edificios
IX	<p>Muchos edificios de tipo A sufren daño de grado 5.</p> <p>Muchos edificios de tipo B sufren daño de grado 4; pocos de grado 5.</p> <p>Muchos edificios de tipo C sufren daño de grado 3; pocos de grado 4.</p> <p>Muchos edificios de tipo D sufren daño de grado 2; pocos de grado 3.</p> <p>Muchos edificios de tipo E sufren daño de grado 1; pocos de grado 2.</p>
X	<p>Todos de los edificios de tipo A y B sufren daño de grado 5.</p> <p>Muchos edificios de tipo C sufren daño de grado 4; pocos de grado 5.</p> <p>Muchos edificios de tipo D sufren daño de grado 3; pocos de grado 4.</p> <p>Muchos edificios de tipo E sufren daño de grado 2; pocos de grado 3.</p> <p>Pocos edificios de tipo F sufren daño de grado 1.</p>
XI	<p>Todos los edificios de tipo A están destruidos.</p> <p>Muchos edificios de tipo B sostienen daño de grado 5.</p> <p>Muchos edificios de tipo C sufren daño de grado 4; pocos de grado 5.</p> <p>Muchos edificios de tipo D sufren daño de grado 4; pocos de grado 5.</p> <p>Muchos edificios de tipo E sufren daño de grado 3; pocos de grado 4.</p> <p>Muchos edificios de tipo F sufren daño de grado 2; pocos de grado 3.</p>
XII	<p>Todos los edificios de tipo A y B están destruidos.</p> <p>La mayoría de los de tipo C y D alcanzan grado 5.</p> <p>La mayoría de los de tipo E alcanza grado 4.</p> <p>La mayoría de los de tipo F alcanza grado 3.</p>

Tabla 2.9: Resumen de grados de daño según intensidad sísmica para cada grado de vulnerabilidad

Intensidad	Grados de vulnerabilidad					
	A	B	C	D	E	F
V	1	1				
VI	2	1	1			
VII	3	2	2	1		
VIII	4	3	2	1		
IX	5	4	3	2	1	
X	5	5	4	3	2	1
XI	5	5	4	4	3	2
XII	5	5	5	5	4	3

#### 2.4.2.2.2. Elementos no estructurales.

La seguridad ofrecida por la edificación para los ocupantes no solo depende de los daños en elementos estructurales, sino también de los daños en elementos no estructurales, por lo cual su evaluación tiene cierto grado de importancia para la posterior clasificación de habitabilidad de la edificación. Al igual que para elementos estructurales se establece una escala de grados de daño de 1 a 5. En las Tablas 2.10 a la 2.12 se muestran las definiciones de grados de daño para diferentes elementos no estructurales.

Tabla 2.10: Daños en elementos no estructurales. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002)

Grados de daño	Elementos no estructurales	
	Pared de fachada y divisorios	Cielos rasos y luminarias

Grados de daño	Elementos no estructurales	
	Pared de fachada y divisorios	Cielos rasos y luminarias
1	Grietas leves con ancho menor a 0.2 mm sobre superficie del pared.	No hay daño aparente.
2	Agrietamiento con anchos entre 0.2 mm y 1.0 mm.	No existe daño significativo
3	Inicio del agrietamiento diagonal, grietas con anchos entre 1.0 mm y 3.0 mm.	Se observan daños, pero no existe peligro de inestabilidad.
4	Agrietamiento diagonal severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm y dislocación de piezas de mampostería.	Colapso parcial
5	Desprendimiento de partes de piezas, aplastamiento local de la mampostería, desplome o inclinación apreciable de la pared.	Perdida de anclaje o apoyo del cielo raso y de las luminarias.

Tabla 2.11: Daños en elementos no estructurales. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002)

Grados de daño	Elementos no estructurales	
	Escaleras	Tanques elevados (soportes)
1	Grietas de 0.2 mm sobre la superficie.	Sin defectos visibles

Grados de daño	Elementos no estructurales	
	Escaleras	Tanques elevados (soportes)
2	Daños menores, grietas de ancho menor a 1.0 mm que no afectan la seguridad y el uso.	Daños menores como grietas pequeñas de ancho menor a 1.0 mm que no afectan la seguridad y el uso.
3	Daño del concreto o material de apoyo con grietas con anchos entre 1.0 mm y 3.0 mm, pero sin riesgo de inestabilidad ni caída de elementos.	Daños como agrietamiento del concreto o de sus apoyos, con grietas de ancho superiores a 1.0 mm, pero sin riesgo de inestabilidad.
4	Agrietamiento severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm, escombros en los accesos e indicios de daños en los apoyos.	Agrietamiento severo, con anchos de grietas mayores a 3.0 mm, daños en apoyos y deformaciones excesivas
5	Daño significativo en los apoyos o desgarramiento de la escalera en sus apoyos, barras de refuerzo pandeadas, colapso parcial, asentamiento o inclinación con respecto a los pisos que vincula, insegura para el ingreso.	Barras de refuerzo pandeadas, colapso parcial, asentamiento o inclinación respecto a la posición original, representa riesgo.

Tabla 2.12: Daños en elementos no estructurales. (Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo, Colombia, 2002)

Grados de daño	Elementos no estructurales	
	Cubierta	Instalaciones
1	Caída de pocas tejas o láminas por deslizamiento.	Sin defectos visibles
2	Caída y falla de varias tejas o láminas por deslizamiento (entre 15% y 30%).	Deformación casi imperceptible del componente.
3	Deslizamiento, caída o falla de un número notable de tejas (entre 30% y 45%), sin desnivel de techo.	Deformación perceptible a simple vista del componente.
4	Deslizamiento, caída generalizada de tejas (entre 45% y 60%), problemas en apoyos de vigas y polines.	Deformación excesiva y dislocación del componente
5	Daño severo o falla notable en vigas y polines, deslizamiento, caída y falla de todos los elementos de la cubierta.	Rompimiento y dislocación severa del componente

## 2.5. Descripción del riesgo sísmico en El Salvador.

El riesgo sísmico se define como las potenciales consecuencias sociales y económicas, provocadas por un sismo, las cuales son medidas en los daños provocados en las edificaciones (Mena Hernández, 2002). El riesgo sísmico

depende de la peligrosidad sísmica, vulnerabilidad sísmica y de la exposición, como se muestra en la Figura 2.8.



Figura 2.8: Relación entre riesgo sísmico, peligrosidad sísmica, vulnerabilidad sísmica y exposición.

### 2.5.1. Peligrosidad sísmica de El Salvador

La peligrosidad sísmica es la probabilidad de excedencia de un cierto valor de aceleración del suelo producido por un terremoto, en un determinado lugar e intervalo de tiempo. Los estudios de peligrosidad sísmica consisten en estimar la capacidad que tiene el suelo de atenuar o amplificar las ondas sísmicas en un lugar específico a partir del análisis de eventos sísmicos pasados. Los resultados de estos estudios son mostrados en los mapas de peligrosidad, los cuales se construyen trazando curvas de igual nivel de aceleración del suelo, identificando áreas de mayor peligro y estableciendo los niveles de aceleración del suelo que se deben considerar en el diseño sísmico de las edificaciones.

Hasta el año 1995 se habían desarrollado cuatro estudios de amenaza sísmica para El Salvador, elaborando mapas de isovalores para la aceleración máxima del suelo. Existen grandes diferencias entre los cuatro estudios tanto en la distribución geográfica como en el valor de aceleración, por ejemplo, se observa que el valor de aceleración para San Salvador y Perquín (Morazán)

que proporciona el estudio de Singh y otros (1993) por la Universidad Autónoma de México (UNAM) (Fig. 2.10a) excede en dos y tres veces el valor que da el estudio de Algermissen y otros (1988) por el U.S. Geological Survey (USGS) (Fig. 2.10b). Entre el estudio de Alfaro y otros (1990) realizado por la Universidad de Stanford (Fig. 2.10c), y el estudio de Lindholm y otros (1995) financiado por el Norway Seismic Array (NORSAR) y el Centro de Prevención para los Desastres Naturales en Centroamérica (CEPRENAC) (Fig. 2.10d), se observan también grandes diferencias en el valor de aceleración para San Salvador, siendo tres veces mayor el valor que propone el primer estudio al que propone el segundo (Bommer, Salazar, & Samayoa, 1998).

En el año de 1996, en la Norma Técnica de Diseño por Sismo<sup>4</sup> (en las siguientes secciones y capítulos se referirá como NTDS), se estableció un mapa del nivel de amenaza sísmica teniendo en cuenta los estudios anteriormente mencionados, dividiendo al país en dos zonas sísmicas: zona I con un factor de 0.4 y Zona II con un factor de 0.3 (Fig. 2.9).

---

<sup>4</sup> Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, Ministerio de Obras Públicas (1996), Norma Técnica para Diseño por Sismo.

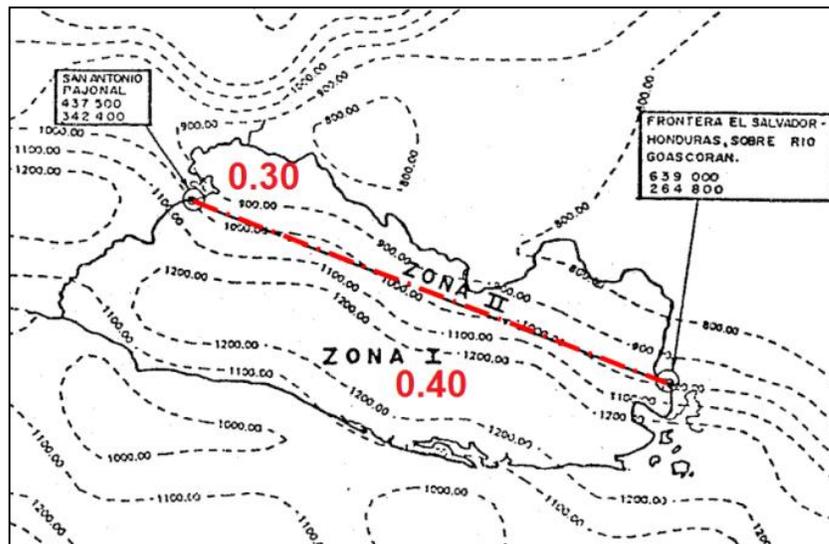


Figura 2.9: Zonificación sísmica de El Salvador. Fuente: NTDS, 1996

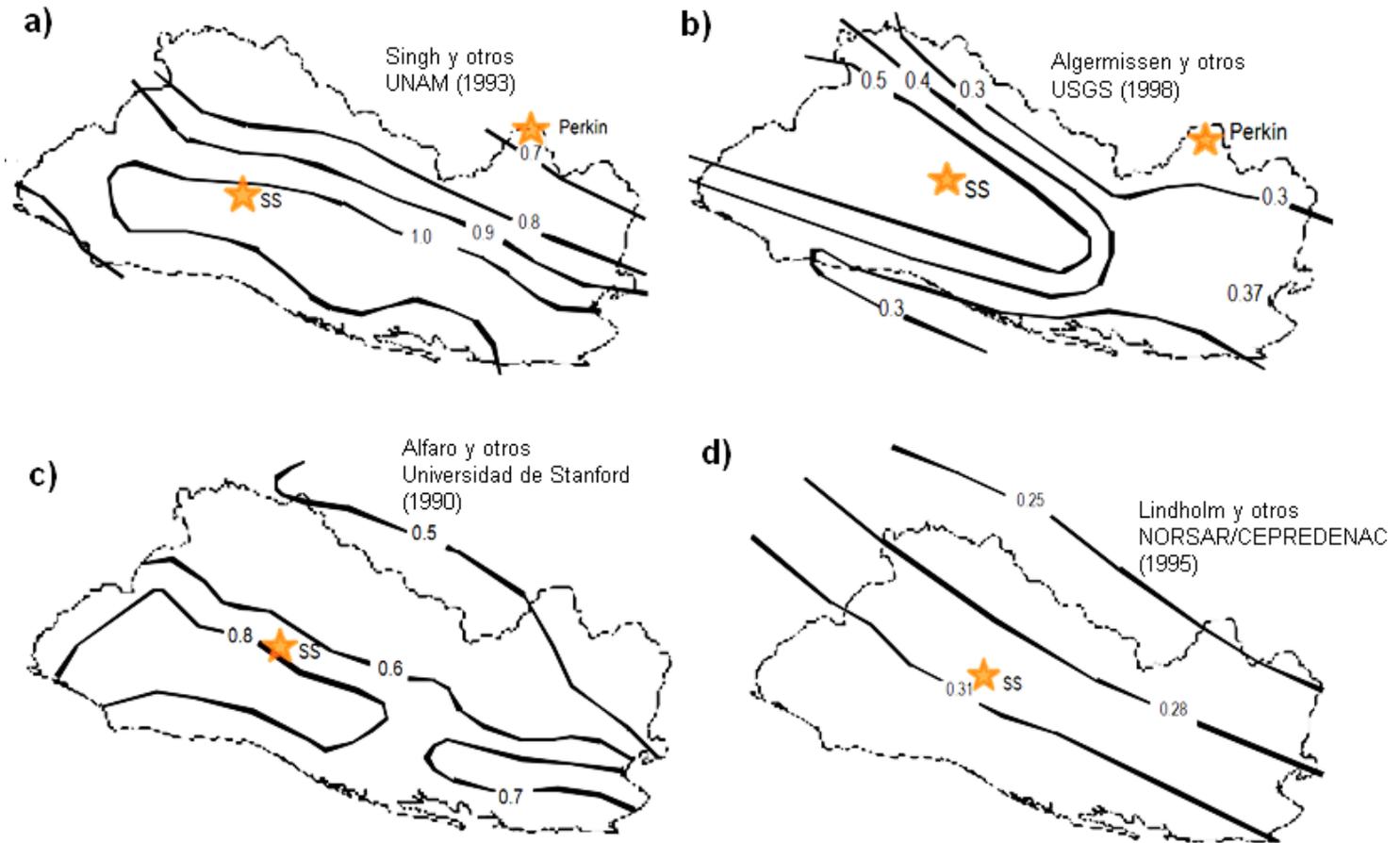


Figura 2.10: Curvas de isovalores de aceleración máxima como proporción de la gravedad (g) con período de retorno de 475 años.

Fuente: Bommer y otros, 1996 recuperado de Bommer, Salazar y Samayoa, 1998.

### 2.5.2. Exposición.

El Salvador posee una superficie geográfica de 21,040.79 km<sup>2</sup> y según el IV Censo de Población y V Vivienda 2007<sup>5</sup>, por el Ministerio de Economía a través de la Dirección General de Estadísticas y Censos, fueron censados un total de 5,744,113 habitantes, es decir, que un aproximado de 273 personas habitaban en un km<sup>2</sup>; siendo el país más densamente poblado de Centroamérica.

En la Figura 2.11a se muestran las cifras oficiales de la cantidad de personas por km<sup>2</sup> para cada departamento. Según las cifras oficiales 103 personas por km<sup>2</sup> viven en la zona II del país, la cual según el Mapa de Zonificación Sísmica de El Salvador (Fig. 2.9) es la zona con menor aceleración del suelo, además, se encuentra menos expuesta a los eventos sísmicos originados por las principales fuentes sismogénicas del país (volcanes y zona de subducción); por el contrario, en la zona I viven 350 personas por km<sup>2</sup>, siendo la zona con más aceleración del suelo y más exposición a las fuentes sismogénicas.

---

<sup>5</sup>Ministerio de Economía, Dirección General de Estadísticas y Censos (2007), VI Censo de Población y V de Vivienda 2007.

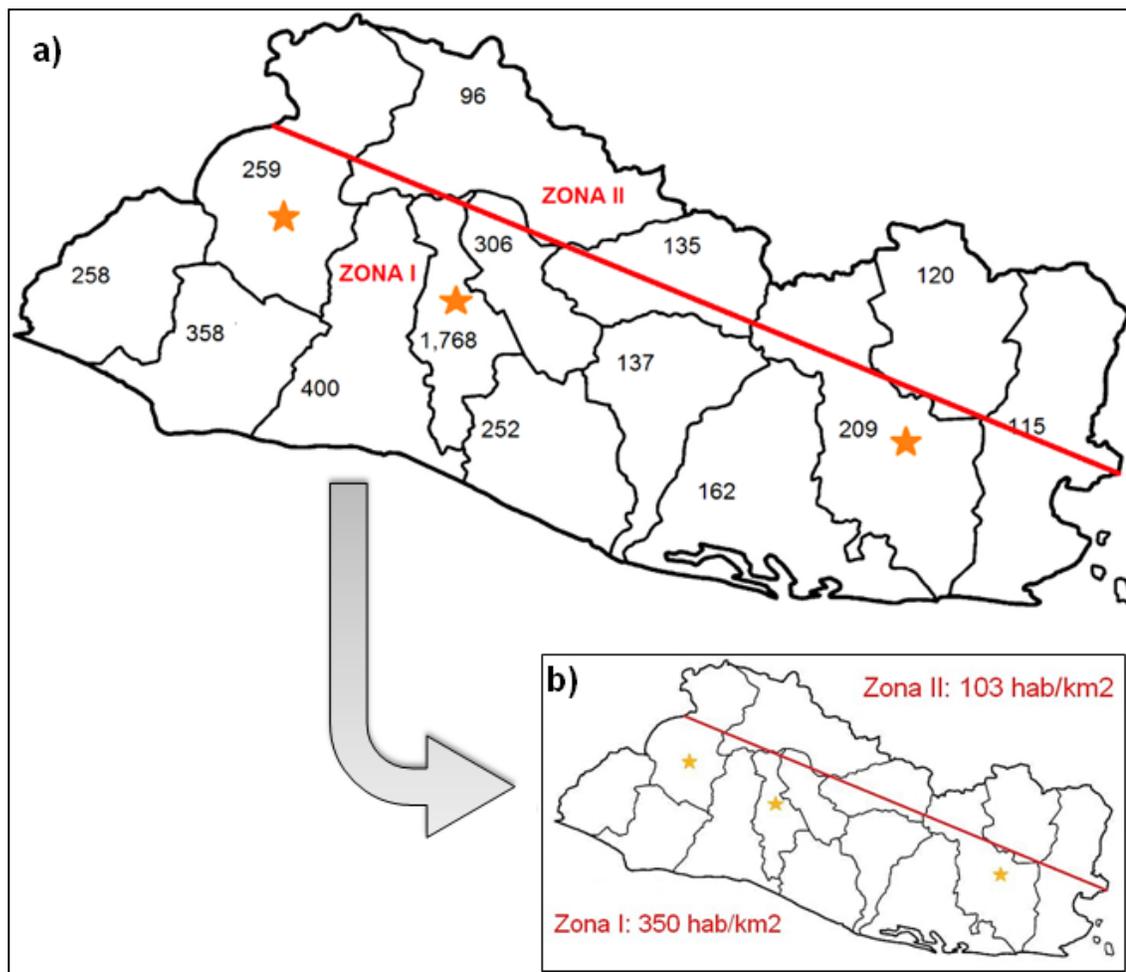


Figura 2.11: a) Densidad poblacional por kilómetro cuadrado por departamento, b) Densidad poblacional por zona sísmica.

### 2.5.3. Vulnerabilidad sísmica.

La vulnerabilidad sísmica se define como la predisposición intrínseca de la estructura a sufrir daños ante la ocurrencia de un evento sísmico, y está asociada directamente con su entorno, características geométricas, configuración estructural, sistema estructural, entre otros. La vulnerabilidad es una característica que depende directamente del diseño y proceso constructivo de una edificación, por lo cual, tanto la normativa para el diseño como el control

de calidad de la construcción son herramientas claves para la reducción de la vulnerabilidad en las edificaciones.

### 2.5.3.1. Características del entorno.

Las características del terreno en el cual se sitúa la edificación puede contribuir negativamente en la vulnerabilidad sísmica de la misma (Fig. 2.12); por ejemplo, los taludes inestables representan peligro a las edificaciones en su entorno, ya que durante un sismo se puede alterar la estabilidad del talud originando deslizamiento, corrimiento, desprendimiento o desplome de enormes cantidades de tierra o roca que pueda soterrar o arrastrar las edificaciones colindantes (Las colinas, Santa Tecla, 2001). Además, edificaciones sobre suelos mal compactados durante un sismo pueden sufrir asentamientos o desnivel, dañando las cimentaciones de la edificación (Colegio Guadalupano, 1986).



Figura 2.12: Inadecuada localización de edificaciones. (Biblioteca Popular de Sismología Venezolana, 2013)

La localización de un edificio con respecto a los edificios vecinos puede afectar su comportamiento durante un sismo. Cuando dos edificios altos con

períodos naturales distintos no tienen la junta de construcción adecuada, durante un terremoto ambos edificios pueden oscilar a frecuencias distintas y chocar el uno contra el otro.

Además, la posición en la manzana de la edificación también influye en los daños que pueda presentar la edificación, por lo general son las edificaciones situadas en los esquinas las se ven más afectadas.

### **2.5.3.2. Características geométricas y configuración estructural.**

La regularidad en planta y en elevación de una edificación dependen de las características geométricas y la configuración estructural de la misma. Cuanto menor sea la regularidad de la edificación, mayor será la vulnerabilidad del edificio, puesto que una inapropiada regularidad genera torsiones, deformaciones excesivas y concentraciones de esfuerzos en algunas zonas de la edificación.

Aunque no existe una definición numérica en la NTDS, las estructuras se consideran como regulares o irregulares, de acuerdo a lo siguiente:

- ❖ Estructuras regulares: Son aquellas que no tienen discontinuidad física significativa en su configuración vertical, en planta o en sus sistemas resistentes a fuerzas laterales.
- ❖ Estructuras irregulares: Son aquellas que tienen discontinuidad física significativa en su configuración o en sus sistemas resistentes a fuerzas laterales.

### 2.5.3.2.1. Regularidad en planta.

A continuación, se presentan los criterios para considerar una estructura regular en planta:

- ❖ Sencillez geométrica: la geometría de la planta del edificio debe ser de forma regular (cuadrado, rectángulo o círculo) (Fig. 2.13).



Figura 2.13: Formas irregulares de plantas.

- ❖ Sencillez estructural: la distribución en planta de las columnas debe ser en forma regular y continua (Fig. 2.14).
- ❖ Simetría geométrica: la planta de la estructura debe poseer al menos un eje de simetría.
- ❖ Simetría estructural: los centros de distribución de masas en planta del edificio deben coincidir con el centro de rigidez (punto central de los elementos resistentes) (Fig. 2.15).

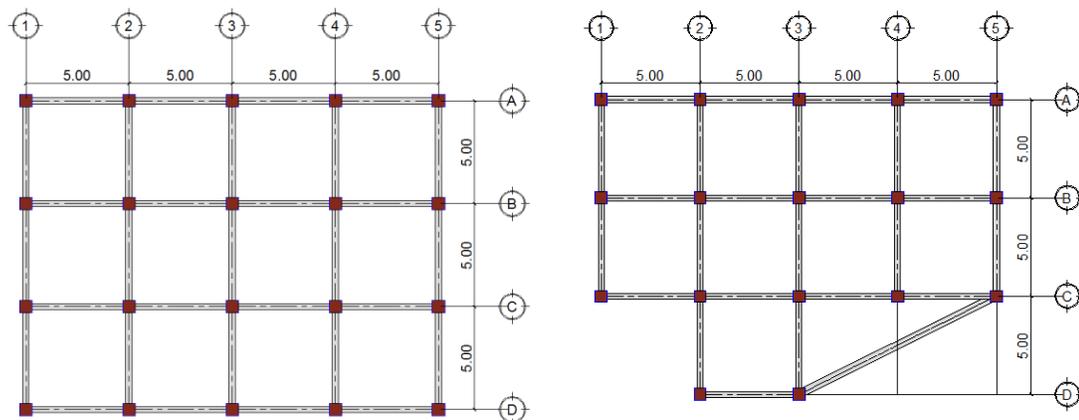


Figura 2.14: Izquierda: distribución de columnas en forma regular; derecha: distribución de columnas en forma irregular.

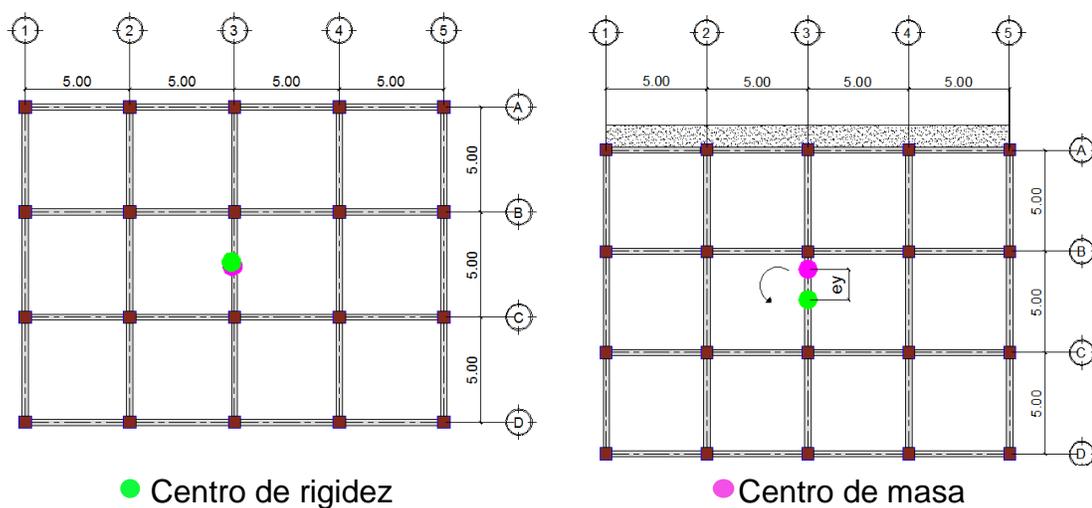


Figura 2.15: Izquierda: centro de masa y centro de rigidez coinciden; derecha: centro de masa y centro de rigidez no coinciden.

### 2.5.3.2.2. Regularidad en elevación.

Para que una estructura sea considerada como regular en elevación debe cumplir con los siguientes criterios:

- ❖ Sencillez geométrica: debe existir continuidad en la forma en elevación de la estructura (Fig. 2.16).

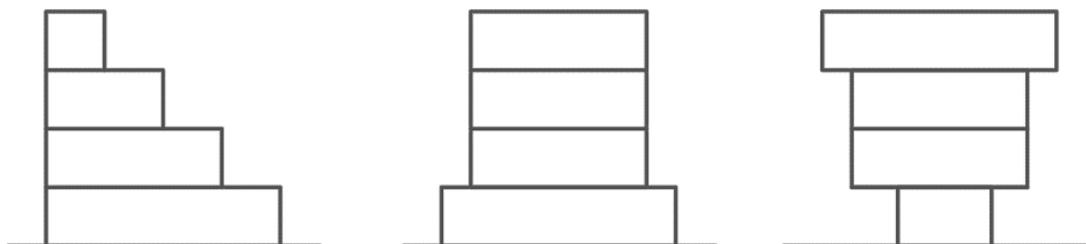


Figura 2.16: Estructuras sin sencillez estructural.

- ❖ Simetría geométrica en elevación: la geometría en elevación de la estructura debe poseer al menos un eje de simetría.
- ❖ Simetría estructural: los ejes de los centros de distribución de masas en elevación deben coincidir con los ejes de los centros de rigidez (Fig. 2.17).

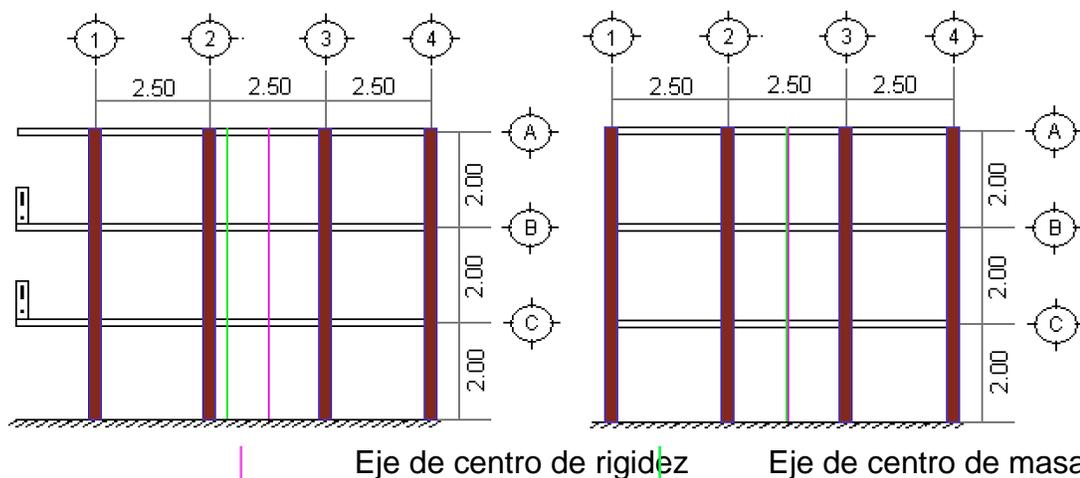


Figura 2.17: Izquierda: eje de centro de masa y eje centro de rigidez no coinciden; derecha: eje de centro de masa y eje centro de rigidez coinciden.

### 2.5.3.3. Sistema estructural.

El término estructura se aplica a los cuerpos capaces de resistir cargas sin que exista una deformación excesiva de una de las partes con respecto a

otra. La función de una estructura consiste en transmitir las fuerzas de un punto a otro en el espacio, resistiendo su aplicación sin perder la estabilidad (Marshall & Nelson, 1995). El acoplamiento de estructuras de forma ordenada y continua se define como un sistema estructural. En El Salvador la NTDS define los sistemas estructurales más utilizados como sigue:

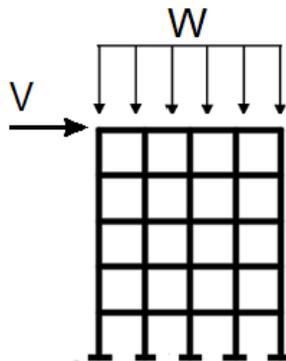
- ❖ Sistema A: Estructura formada por marcos no arriostrados, los cuales resisten primordialmente por acción flexionante de sus miembros la totalidad de las cargas gravitacionales y laterales (Fig. 2.18a). El sistema A está conformado por un sistema estructural de marcos, formado por vigas, columnas y uniones, en el cual el marco resiste las cargas tanto gravitacionales (peso propio de la estructura, elementos arquitectónicos, muebles, personas, maquinaria, etc.) como laterales por sismo. Los marcos son el sistema estructural más utilizado en el país debido a la distribución de espacios que se pueden obtener. Este sistema estructural se utiliza regularmente para edificios de oficinas, comerciales, entre otros.
- ❖ Sistema B: Estructura formada por marcos no arriostrados que soportan esencialmente las cargas gravitacionales y por paredes enmarcadas o marcos arriostrados que resisten la totalidad de las cargas laterales (Fig. 2.18b). El sistema B está conformado por una combinación entre marcos y paredes estructurales o marcos arriostrados; los marcos (sin arriostrar) son diseñados para resistir cargas gravitacionales, y las paredes

estructurales o marcos arriostrados se diseñan para resistir las cargas laterales por sismo. Los marcos arriostrados son marcos que tienen elementos que aumentan su rigidez o impide el desplazamiento del mismo. En este sistema los marcos para resistir cargas gravitacionales son más esbeltos que los del Sistema A gracias a la ayuda de las paredes y marcos arriostrados. Este tipo de sistema es utilizado para edificios habitacionales, educacionales, clínicas, entre otros.

- ❖ Sistema C: Estructura formada por marcos no arriostrados y por paredes enmarcadas o marcos arriostrados. Todos los componentes de la estructura resisten la totalidad de las cargas verticales y horizontales. Los componentes se diseñarán para resistir las fuerzas laterales, en proporción a sus rigideces relativas y de acuerdo a un análisis de interacción. En todo caso, los marcos no arriostrados deben diseñarse para resistir al menos el 25% de las fuerzas laterales calculadas para la estructura (Fig. 2.18c). Este sistema también es conocido como “sistema dual” por la combinación de paredes de carga o marcos arriostrados con marcos estructurales. Este sistema está obligado a trabajar en conjunto puesto que todos sus elementos resisten todas las cargas impuestas.
- ❖ Sistema D: Estructura en la cual la resistencia a cargas gravitacionales es proporcionada esencialmente por paredes o marcos arriostrados que resisten también la totalidad de las cargas laterales. Este tipo de sistema

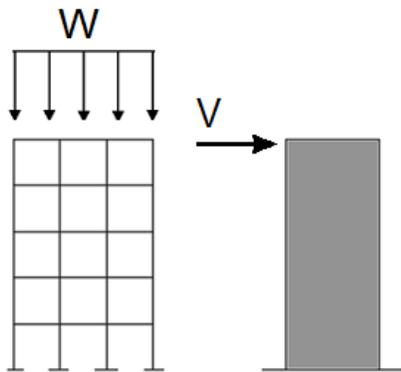
es muy común en casas, ya que las paredes son las que resisten todas las cargas a las que se ve sometido el sistema (Fig. 2.18d).

- ❖ Sistema E: Estructura cuyos elementos resistentes a cargas laterales en la dirección de análisis, sean aislados o deban considerarse como tal. Este tipo de sistema es muy común en torres para tanques elevados y también faros.
- ❖ Otros Sistemas: En estos casos debe demostrarse mediante datos técnicos y ensayos que establezcan las características dinámicas, que su resistencia a fuerzas laterales y capacidad de absorción de energía son equivalentes a las de alguno de los sistemas aquí definidos.



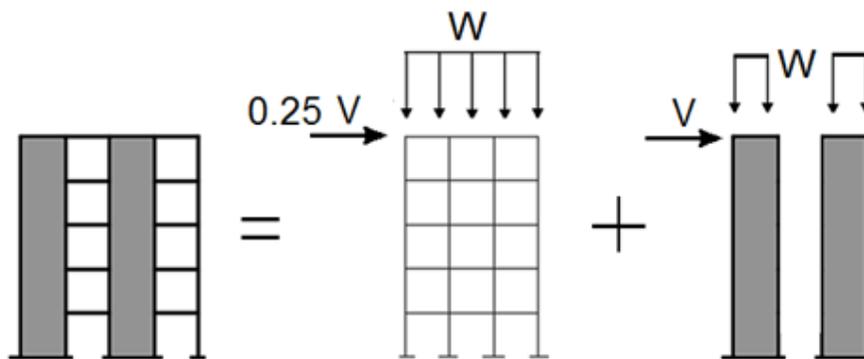
Hotel Hyatt Place, Antigua Cuscatlán

a. Sistema A

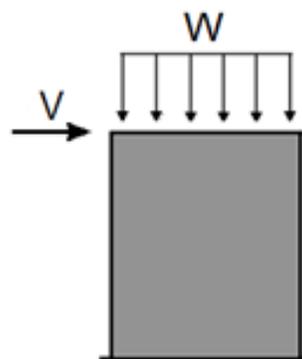


Edificio B, Facultad de Ingeniería y  
Arquitectura, Universidad de El  
Salvador.

b. Sistema B



c. Sistema C



Casa Dueñas, San Salvador.

d. Sistema D

Figura 2.18: Sistemas estructurales.

## 2.6. Daños en edificios.

Daño es el nivel de degradación o destrucción causado por un fenómeno peligroso en las personas, bienes, sistemas y otros. Desde el punto de vista estructural daños se relaciona con deformaciones inelásticas de los materiales (Bonett, 2003). La mayor parte de los daños en infraestructura, en especial en edificaciones, es atribuible a la actividad sísmica.

La gravedad de los daños en edificaciones depende de la cantidad de resistencia o estabilidad que ha perdido el elemento. Muchos de estos daños con base a sismos pasados, se pueden atribuir a tres causas principales (Granados & Lemus, 2003) :

1. Configuración estructural inadecuada:
  - ❖ Irregularidades en planta y elevación.
  - ❖ Falta de redundancia estructural.
  - ❖ Cambios bruscos de sección.
  - ❖ Interrupción en elementos estructurales.
2. Diseño estructural defectuoso.
3. Pérdida de resistencia, ductilidad y rigidez por antigüedad.

Cada material utilizado en la construcción presenta daños únicos que no se pueden comparar entre ellos debido a las variaciones en los niveles gravedad de los grados de daño. Los daños en los edificios también dependen de la condición del sitio en que se encuentren, sin embargo se han tipificado algunos daños que se presentan a continuación:

### 2.6.1. Daños en concreto reforzado.

El concreto es un material frágil que posee un buen comportamiento ante esfuerzos de compresión, por el contrario, no tiene buen comportamiento ante esfuerzos de tensión. Para mejorar el comportamiento del concreto a tensión se le incorpora acero de refuerzo de forma longitudinal; además, para mejorar su comportamiento a cortante se incluye acero de refuerzo de forma transversal.

Debido al mal comportamiento del concreto a tensión generalmente es el primero en presentar daños en forma de fisuración o agrietamiento, estos daños por lo general no son importantes cuando se tiene un ancho de grieta mínimo y no ha sufrido daños el acero de refuerzo.

**1. Fisuración:** Una fisura es la separación incompleta entre dos o más partes con o sin espacio entre ellas. Las fisuras pueden deberse a diferentes causas o combinaciones de éstas. Según las características de los esfuerzos a los que esté expuesto el concreto reforzado se describen los siguientes tipos de fisuras:

- ❖ **Fisuración por flexión:** las fisuras por flexión generalmente aparecen cuando el elemento se encuentra cargado, y desaparecen (o se cierran) al descargar, inicia en la fibra donde el material se encuentra en esfuerzo de tensión progresando lentamente casi rectas hasta encorvarse al llegar a la fibra neutra (generalmente el centro) antes de la zona en esfuerzo de compresión (Fig. 2.19).

- ❖ **Fisuración por cortante:** inician en el eje central longitudinal del elemento, aproximadamente a  $45^\circ$ , progresan rápidamente hacia el exterior del elemento cortando al elemento (Figs. 2.20 y 2.21). En vigas aparecen cerca de los apoyos cuando los estribos se encuentran muy espaciados entre sí o cuando las barras longitudinales no tienen la longitud de desarrollo suficiente.

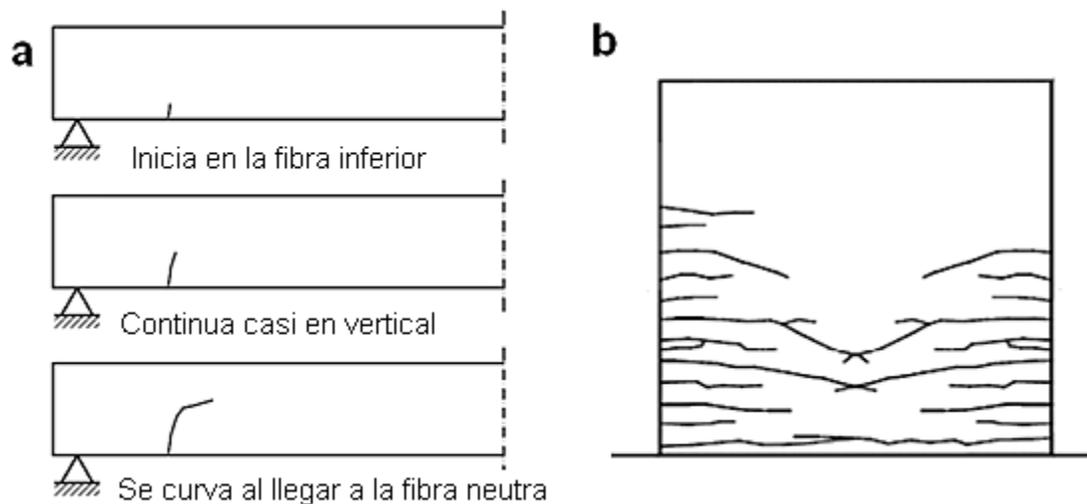


Figura 2.19: a) Proceso de una fisura por flexión en viga (Pérez, 1994), b) Fisuras por flexión en pared (Hurtado, 2014).

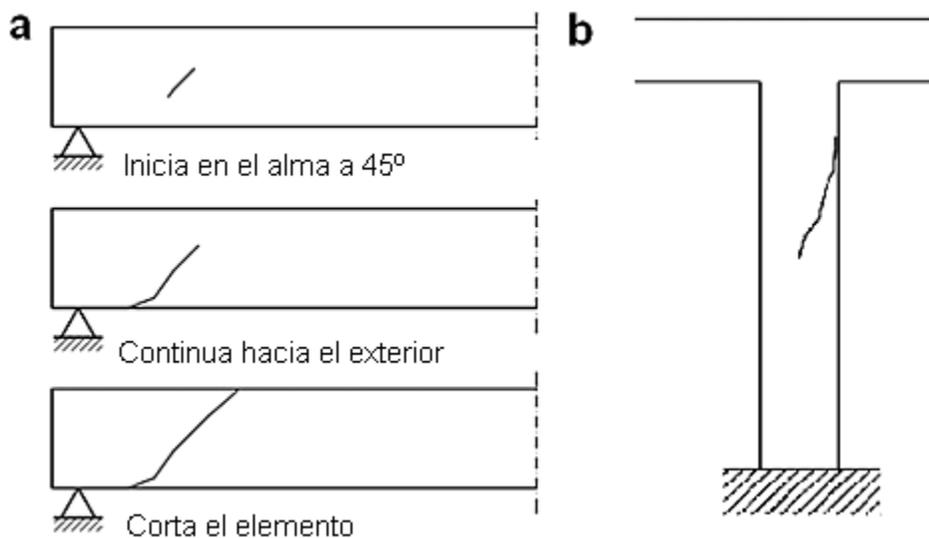


Figura 2.20: a) Proceso de una fisura por cortante en viga, b) Fisura de cortante en columna (Pérez, 1994).

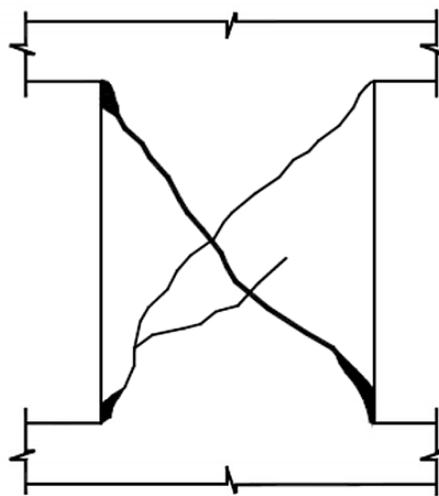


Figura 2.21: Fisuras de cortante en paredes de concreto reforzado (Hurtado, 2014).

- ❖ **Fisuración por punzonamiento:** generalmente aparecen en las uniones de vigas o losas con columnas (Fig. 2.22), tienen características similares a las fisuras por cortante.
- ❖ **Fisuración por torsión:** tienen un aspecto similar a las fisuras por cortante, distinguiéndose por formarse en forma de “espiral”. (Fig. 2.23)

- ❖ **Fisuración por asentamientos:** este tipo de fisuras no depende directamente de las características de la estructura sino del comportamiento del suelo en el cual está cimentada (Fig. 2.24).
- ❖ **Fisuración por compresión:** inicia cuando el esfuerzo por compresión es mayor que la resistencia a compresión del concreto. Las fisuras crecen en la dirección de la aplicación del esfuerzo. En las columnas son síntomas de falla o colapso de la zona (Fig. 2.25).
- ❖ **Fisuración por pandeo por fuerza axial:** generalmente ocurre en elementos esbeltos sujetos a fuerzas de compresión (Fig. 2.26).

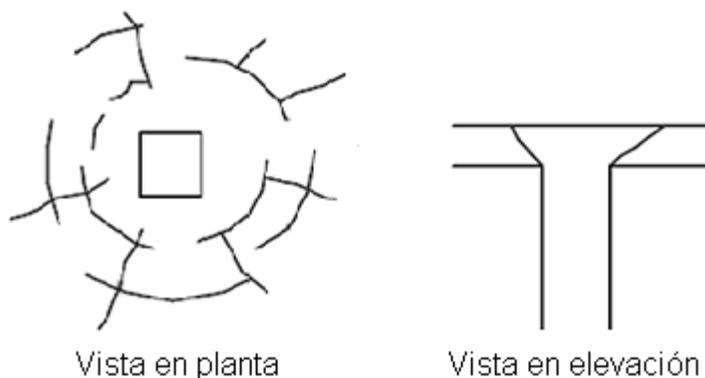


Figura 2.22: Fisuras por punzonamiento en unión losa columna (Pérez, 1994).

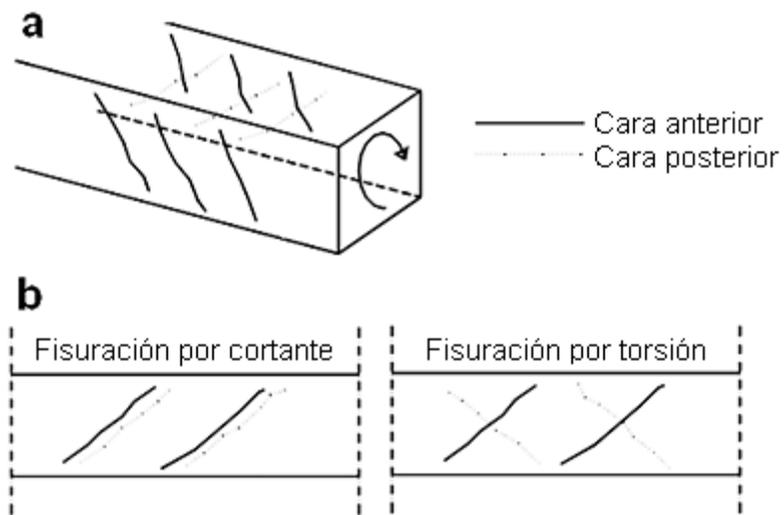


Figura 2.23: a) Fisura por torsión, b) Diferencias de fisuración por cortante y por torsión (Pérez, 1994).

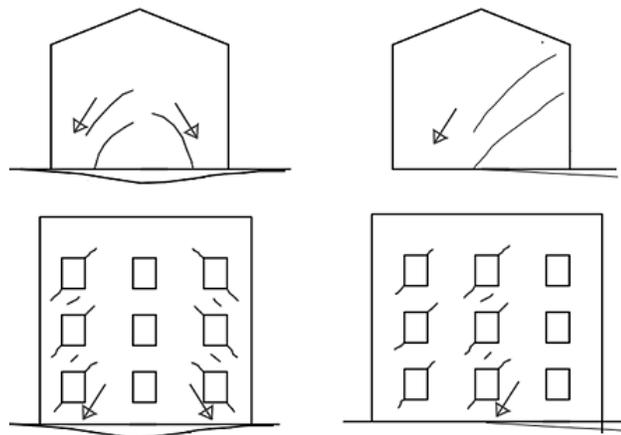


Figura 2.24: Fisuración por asentamientos (Pérez, 1994).

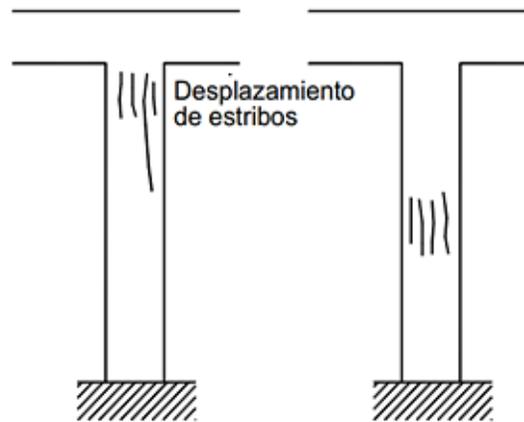


Figura 2.25: Fisuración por compresión en columnas (Pérez, 1994).

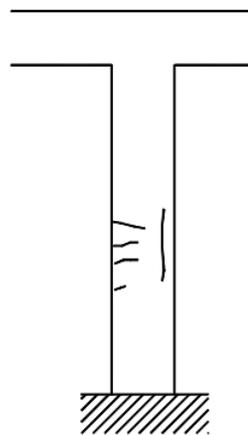


Figura 2.26: Fisuración por pandeo en columnas (Pérez, 1994).

- 2. Aplastamiento por fuerza axial:** después de la evolución de las fisuras por compresión, si continúa la aplicación de esfuerzo, el concreto es aplastado y el acero de refuerzo sufre pandeo o hasta fracturación, perdiendo toda capacidad de resistencia la sección (Fig. 2.27).

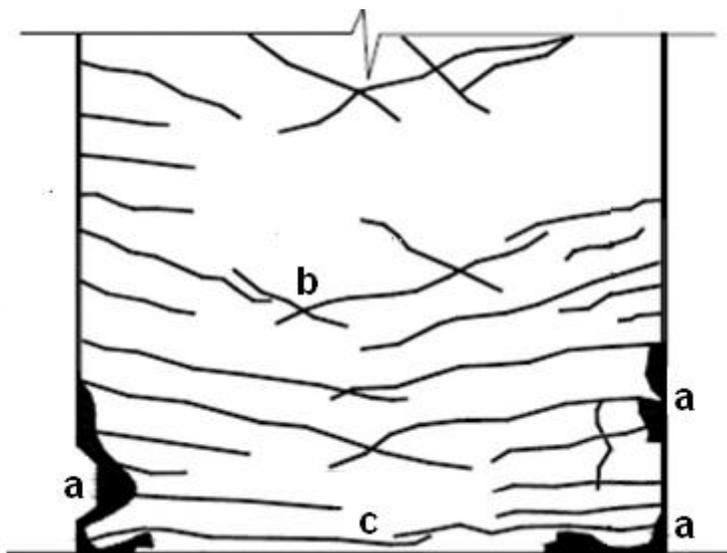


Figura 2.27: Daños en pared de concreto reforzado: a: Aplastamiento del concreto, b: Fisuras por cortante, c: Fisuras por flexión. (Modificado de Hurtado, 2014)

### 2.6.2. Daños en mampostería.

Mampostería se le denomina a un arreglo ordenado de unidades unidas con mortero. En El Salvador generalmente se utilizan dos tipos de mampostería en la construcción, confinada y reforzada. Al igual que en el concreto, en la mampostería los tipos de daños que se manifiestan son la fisuración y el aplastamiento del elemento.

#### 1. Fisuración:

- ❖ **Fisuración por cortante:** las grietas inician en el centro de la pared con diagonales a  $45^\circ$  en dirección hacia las esquinas formando una “X” (Fig. 2.28). Cuando el ancho de estas grietas es excesivo compromete la estabilidad del elemento. Según el trayecto de la fisura se conocen dos tipos de fisuración por cortante:

- Por fricción: ocurre para esfuerzos bajos cuando se vence la resistencia de las juntas entre unidades (mortero) produciendo esfuerzos cortantes deslizantes en las juntas horizontales (Fig. 2.29a).
- Por tensión diagonal: ocurre para esfuerzos moderados, la resistencia a cortante de las juntas de mortero aumenta debido a los esfuerzos de compresión, por lo tanto, las grietas se dan en las unidades (Bonett, 2003) (Fig. 2.29b).

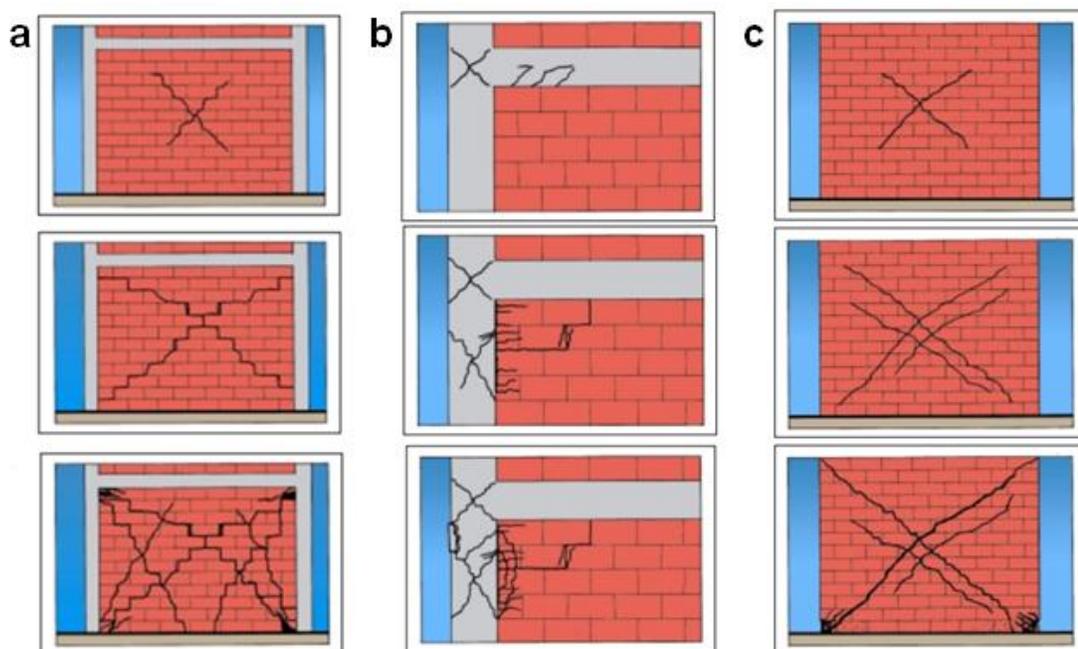


Figura 2.28: Proceso de fisuración por cortante en: a) Pared de mampostería confinada, b) Marco de confinamiento, c) Pared de mampostería reforzada. (Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, 2001)

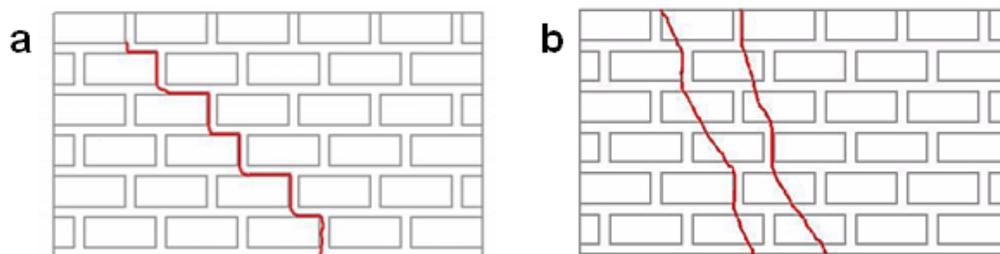


Figura 2.29: a) Fisuración por fricción, b) Fisuración por tensión diagonal. (Bonett, 2003)

- ❖ **Fisuración por flexión:** las grietas son generalmente horizontales y se forman en la parte superior e inferior del elemento cortando el elemento (Fig. 2.30).

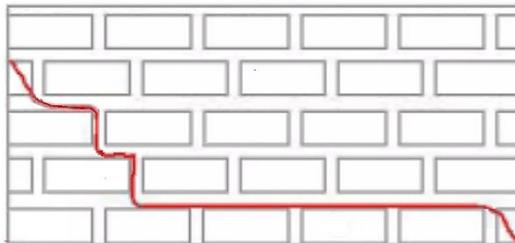


Figura 2.30: Fisura por flexión.

- Aplastamiento:** cuando la fisuración es excesiva el elemento pierde toda capacidad de resistir esfuerzos y si el elemento se mantiene bajo cargas de compresión ocurre el aplastamiento del elemento.

### 2.6.3. Daños en acero.

Puesto que el acero es más dúctil que la mampostería y el concreto no manifiesta daños por medio de fisuras, sino por pandeo (en su etapa elástica y plástica) y fracturas (final de etapa plástica).

- Pandeo:** es el cambio de posición o forma de un elemento o parte de éste en respuesta a un esfuerzo aplicado sobre el mismo.
  - ❖ **Pandeo local:** ocurre cuando alguna parte o partes de la sección transversal de un elemento es tan delgada que se pandea localmente (deformación) antes que exista pandeo lateral del elemento.

- Pandeo local por compresión en sección: fluencia local del alma (Fig. 2.31b), aplastamiento del alma (Fig. 2.31c), pandeo local de placa base (Fig. 2.31d).
  - Pandeo local por tensión en sección: flexión local del patín (Fig. 2.31a), fluencia local del alma (Fig. 2.31b).
- ❖ **Pandeo lateral:** es la deformación total del elemento debido a la combinación de pandeos locales o la acción simultánea de carga axial y flexión (Fig. 2.32).
2. Fractura: la fracturación de patín o alma de la sección ocurre generalmente cerca de las conexiones. En el caso del acero las conexiones entre elementos (soldadura y tornillos) también pueden sufrir fracturamiento. (Fig. 2.33)

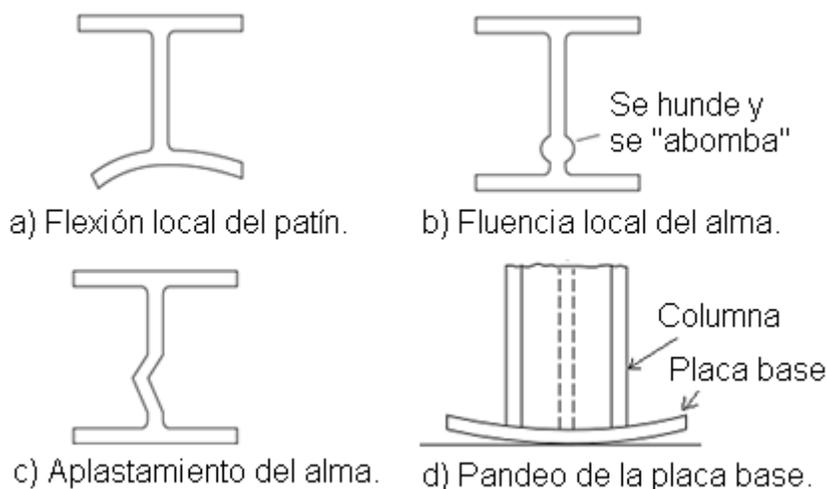


Figura 2.31: Pandeos locales en elementos de acero. (McCormac & Csernak, 2012)

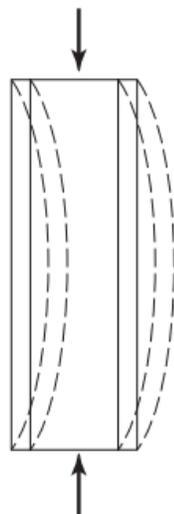


Figura 2.32: Pandeo lateral de columna a compresión.

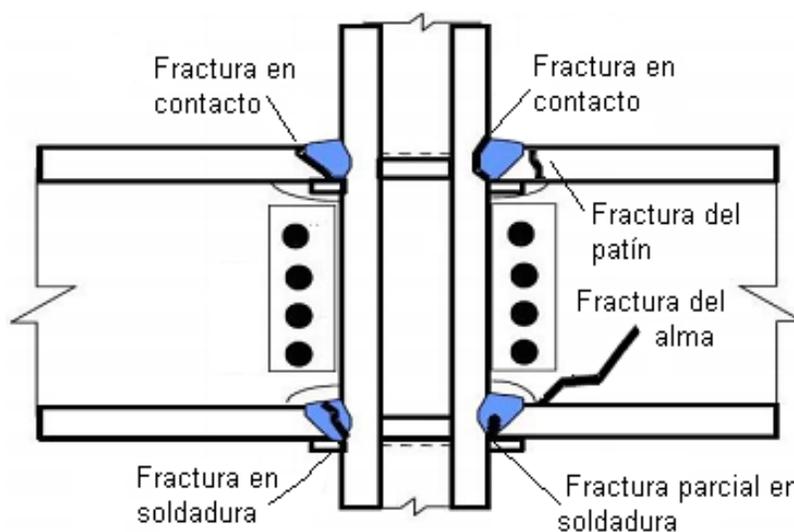


Figura 2.33: Fracturas en elementos de acero. (Modificado de SAC Joint Venture, 2000 recuperado de Najarro, 2008)

## 2.7. Inspección de daños.

Después de la ocurrencia de un sismo considerable (con niveles de aceleración mayor a los contemplados en el diseño estructural), se realizan inspecciones en las edificaciones afectadas para determinar el nivel de seguridad que ofrecen a sus ocupantes. Las inspecciones postsísmicas se

realizan de manera simplificada o detallada, ambas inspecciones tienen como objetivo determinar el estado de una edificación, sin embargo, para edificaciones muy importantes (hospitales, escuelas, estaciones de bomberos y policías, etc) se debe de realizar una inspección rápida para determinar su posible uso para la respuesta ante la emergencia. Con los resultados de la evaluación rápida se identifican las edificaciones que requieran evaluaciones detalladas, éstas se deben realizar posteriormente y requieren personal calificado.

Tanto la inspección simplificada como la detallada deben contener los siguientes criterios:

- ❖ Descripción e información del edificio.
- ❖ Inspección y descripción de los daños.
- ❖ Criterios para la clasificación del daño.
- ❖ Categorías de calificación global del edificio.
- ❖ Recomendaciones y medidas de seguridad.

### **2.7.1. Inspección simplificada**

El objetivo de la inspección simplificada, rápida o preliminar consiste en llevar a cabo un reconocimiento preliminar durante las primeras horas después de la ocurrencia de un sismo, para generar un panorama de la severidad de los daños y de las medidas de emergencia que se deben tomar. El procedimiento de la inspección simplificada se basa en observar las condiciones y características de los daños que individual o colectivamente sean suficientes

para concluir que la edificación se encuentra en capacidad de tener un uso normal (habitabile) o si el uso deber ser restringido o anulado (seguridad en duda o insegura). Esta conclusión depende de la ponderación adecuada de diversos aspectos relacionados a la capacidad de resistencia y estabilidad de la estructura.

Los resultados de la inspección simplificada se asocian con colores que representan los niveles de seguridad de la edificación. En El Salvador según la Comisión Evaluadora de Daños MOP<sup>6</sup>-ASIA<sup>7</sup>-FESIARA<sup>8</sup> (2001) las edificaciones según el nivel de habitabilidad que presenten se clasifican por cuatro colores: color verde (Habitable), color amarillo (Cuidado), color naranja (precaución) y color rojo (Insegura), Además de esta clasificación, es posible que sea necesario señalar ciertas áreas del interior o exterior de la edificación como Área Insegura.

El procedimiento de la inspección simplificada se basa en tres tareas básicas:

- ❖ Inspección visual de la edificación para la recolección de los datos necesarios para determinar su nivel de seguridad.
- ❖ La evaluación de manera objetiva de los datos obtenidos en la inspección visual.
- ❖ Calificación global del edificio.

---

<sup>6</sup>Ministerio de Obras Públicas.

<sup>7</sup>Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos.

<sup>8</sup>Federación Salvadoreña de Asociaciones de Ingenieros, Arquitectos y Ramas Afines.

### **2.7.1.1. Inspección visual.**

El procedimiento de inspección debe iniciar con un reconocimiento del entorno y del exterior de la edificación, para determinar si es posible realizar la inspección interna.

Se consideran tres etapas durante la inspección visual que deben ser realizadas:

- ❖ **Inspección del entorno:** consiste en observar el suelo alrededor de la edificación, para determinar la presencia de grietas, hundimientos, deslizamientos o cualquier anomalía del terreno. Se debe examinar el exterior de la edificación, llenar el formulario de evaluación con la identificación de la edificación, evaluar la calidad de la construcción, irregularidades y otros aspectos preexistentes evaluados desde el exterior.
- ❖ **Inspección interna:** Descripción cualitativa de las condiciones de seguridad de la edificación con base a los daños en elementos estructurales y no estructurales evaluados en el interior. En esta etapa puede auxiliarse con los planos estructurales de la edificación para facilitar la evaluación.
- ❖ **Esquemas o fotos:** Esquematización de los daños observados para una mejor comprensión en la siguiente etapa.

### **2.7.1.2. Evaluación objetiva.**

Consiste en la ponderación de los datos obtenidos en la inspección visual. La ponderación debe hacerse de acuerdo al criterio de los expertos o personal previamente capacitado. En la evaluación del sistema estructural se debe analizar el grado de daño de los diferentes elementos estructurales de acuerdo la importancia de cada elemento en la estabilidad del edificio. Los aspectos evaluados en las metodologías de evaluación postsismo en países como Japón, Colombia, México y Estados Unidos son los siguientes:

- ❖ Colapso total o parcial, o separación entre la estructura y su cimentación.
- ❖ Inclinación del edificio o de algún nivel.
- ❖ Daño en paredes u otros miembros estructurales.
- ❖ Elementos no estructurales en peligro de caer.
- ❖ Grietas, movimiento o deslizamiento de talud.
- ❖ Otros peligros (derrames tóxicos, líneas rotas, etc.)

### **2.7.1.3. Calificación del edificio.**

El estado de la edificación después de un sismo se representa mediante la asignación de un color de bandera de advertencia obtenida con los resultados de la fase de evaluación objetiva. En la calificación además de definir la bandera de advertencia se debe incluir el significado de ésta.

Cuando la clasificación de la edificación es naranja o roja generalmente será necesario realizar una evaluación detallada para determinar la capacidad

de resistencia de los elementos y determinar las acciones posteriores de rehabilitación o demolición.

### **2.7.2. Inspección detallada**

La inspección detallada determina el estado o la condición del edificio en general por medio de una inspección más detallada y rigurosa. En este trabajo de graduación no se profundizará en el tema debido a que el objetivo del trabajo se centra en la inspección simplificada.

Durante la revisión de los daños en los elementos estructurales, la evaluación no debe necesariamente realizarse en toda la edificación sino en el nivel o niveles más dañados. De igual manera, se deben evaluar los elementos no estructurales que presenten un grado de daño importante o tengan el riesgo de caída o volcamiento.

Según Muñoz (2001) la inspección detallada cubre un conjunto de acciones que deben seguirse de manera secuencial y programada, las acciones que deben realizarse son las siguientes:

- ❖ Investigación documental: recopilación del diseño arquitectónico, diseño estructural, estudio geotécnico o de suelos, memoria de cálculos, entre otros.
- ❖ Inspección visual detallada: se deben realizar anotaciones de las áreas afectadas, longitud del daño, tamaño de fisuras y otras características importantes de los daños.

- ❖ Levantamiento gráfico de daños: se trata de esquematizar o dibujar los daños en los elementos.
- ❖ Recuento fotográfico: las fotografías deben ir de acuerdo al levantamiento, éstas sustentarán el levantamiento gráfico de daños.
- ❖ Planeamiento y definición de ensayos: consiste en la selección del tipo de pruebas y ensayos que deben realizarse para proceder a formular la metodología de reparación o rehabilitación.
- ❖ Diagnóstico de daños: con base a los resultados de los ensayos, se determinará las zonas que presenten un alto nivel de riesgo para los ocupantes.
- ❖ Informe de la inspección.

## **2.8. Nivel e índice de daño.**

La calificación que se le otorgue a la estructura, con base a los resultados de la inspección de los daños, depende del nivel de riesgo que la edificación ofrece a los ocupantes, el cual es determinado por medio del nivel de daño físico que posean los elementos o la edificación en general.

### **2.8.1. Nivel de daño.**

El nivel de daño se define según la Norma para la Evaluación de Daño por Sismo en Estructuras de Japón (2001) como un parámetro empleado para definir el nivel de daño físico de una estructura o sus elementos constitutivos; su evaluación y clasificación se basa en los resultados de la inspección de las condiciones y características de daño que presenta el edificio. Los niveles de

daño provocados por los eventos sísmicos en las edificaciones dependen de la intensidad del sismo, características de rigidez y resistencia del sistema estructural de la edificación (Vásquez & Díaz, 2011).

El nivel de daño se puede establecer sobre escalas, según el porcentaje de daño que posee la edificación o sus elementos individuales, entre estas escalas podemos mencionar las de Instituto de Investigaciones de Ingeniería Sísmica (EERI, por sus siglas en inglés) (Tabla 2.13) y el Consejo de Tecnología Aplicada (ATC por sus siglas en inglés) (Tabla 2.14).

Los niveles de daño generalmente representan condiciones límites (fluencia, deformación, deriva de entrepiso) que son medidas en función de los daños físicos en elementos estructurales y el riesgo existente para los ocupantes (daños en elementos no estructurales, el nivel de reparabilidad del edificio y de ocupación de la estructura).

Tabla 2.13: Escala de nivel de daño de acuerdo a EERI (1996). (Bonett, 2003)

Nivel	Definición
Ninguno	Sin daño.
Ligero	Daño no estructural aislado; costo de reparación menor al 5% del valor del mercado del edificio.
Moderado	Daño considerable no estructural y daño estructural ligero; costo de reparación menor al 25% del valor del mercado del edificio.
Severo	Daño estructural considerable y daño no estructural excesivo; costo de reparación menor al 50% del valor del mercado del edificio.
Total	Más económico demoler que reparar.
Colapso	Colapso de la estructura.

Tabla 2.14: Escala de nivel de daño según ATC-13 (1985). (Bonett, 2003)

Nivel	Definición
Ninguno	Sin daño.
Suave	Daño mínimo que no requiere reparación.
Ligero	Daño menor localizado en algunos elementos que no requiere siempre reparación.
Moderado	Daño menor en muchos elementos que debe ser reparado.
Fuerte	Daño extensivo que requiere reparaciones mayores.
Severo	Daño grave generalizado que puede significar demolición de la estructura.
Destrucción	Destrucción total o colapso.

Los niveles de daño en las escalas mostradas en las Tablas 2.13 y 2.14 son descripciones cualitativas por medio de palabras de diagnóstico de los efectos producidos por un evento sísmico.

### 2.8.2. Índice de daño.

Los índices de daño, a diferencia de los niveles de daño, son valores numéricos que representan el nivel de daño sufrido en los elementos o la estructura en general. Son obtenidos con la contribución de una infinidad de variables, extendiéndose desde las más complejas hasta las más simples.

El cálculo de índices de daño se basa en la capacidad estructural en términos de deformación, resistencia y el daño acumulado, también en indicadores como la ductilidad, deriva de entrepiso, curvatura y rotación.

Uno de los índices más utilizados es el propuesto por Park y Ang (1985), el cual representa el comportamiento local o global de la estructura. Este índice

está en función de la ductilidad y la energía inelástica disipada en cada elemento o conjunto de éstos. Posteriormente Park, Ang y Wen (1987) hicieron una correlación entre los niveles de daño y el índice de daño, tomando un índice de daño de 0.40 como el límite entre daños reparables y los no reparables (un índice de daño menor a 0.40 equivale a que el daño puede ser reparado, un índice de daño entre 0.40 y 1.0 equivale a un daño difícilmente reparado o irreparable y un índice de daño mayor a 1.0 equivale a un colapso total). Ang en 1993 recomendó usar un valor de índice de daño de 0.8 para representar el colapso total (Bonett, 2003) (Tabla 2.15).

Tabla 2.15: Índice de daño y nivel de daño propuesto por Park, Ang y Wen (1987). (Bonett, 2003)

Nivel de daño	Estado de la edificación		Índice de daño	Apariencia
Sin daño	Reparable		0 – 0.10	Sin daños
ligero			0.10 – 0.25	Grietas menores en el edificio. Grietas del concreto en las columnas.
Moderado			0.25 – 0.40	Grietas grandes importantes. Desprendimiento del concreto en miembros más débiles.
Severo	Pérdida total		0.40 – 1.0	Grietas importantes en el concreto. Visibilidad del refuerzo pandeado.

Nivel de daño	Estado de la edificación		Índice de daño	Apariencia
Colapso		Amenaza a la vida humana	> 8.0	Colapso parcial o total del edificio.

## 2.9. Metodologías de evaluación de daños en El Salvador.

En El Salvador se han elaborado manuales de evaluación para las edificación por algunas instituciones relacionadas al tema, sin embargo, con el paso del tiempo estos manuales se han ido modificando, surgiendo nuevas metodologías. Actualmente la Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos, y la Cámara Salvadoreña de la Construcción son algunas de las instituciones que trabajan en el desarrollo y actualización de manuales de evaluación y se describirán en las secciones siguientes.

### 2.9.1. Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA).

En el año 2011 ASIA desarrolló un manual adaptado para el país del manual y la guía técnica para la inspección de edificaciones después de un sismo preparado originalmente por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS) para el Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (FOPAE), de la Alcaldía Mayor de Bogotá mencionada en la sección 2.10.1.

El objetivo del manual consiste en disponer de una metodología para la evaluación del nivel de daño y de la seguridad de edificaciones después de un terremoto, que permita definir las acciones de rehabilitación y reconstrucción de las edificaciones en las diferentes localidades de El Salvador.

El procedimiento para la inspección según el manual es el siguiente:

1. Examinar el exterior de la edificación, llenar el formulario con la identificación de la edificación y de la estructura, evaluar la calidad de la construcción, irregularidades y otros aspectos preexistentes. Antes de entrar a la edificación se debe observar el estado general de la misma y los daños en fachadas, balcones, etc., se debe analizar también el estado de las edificaciones vecinas y establecer si las salidas de la edificación son seguras.
2. Observar el suelo alrededor de la edificación, para determinar la posible presencia de grietas, hundimientos, deslizamientos o cualquier anomalía en el terreno.
3. Examinar la seguridad de elementos no estructurales, identificar la caída de cielos rasos, muros, escaleras o elementos que representen peligro para la vida.
4. Evaluar el sistema estructural desde el interior. Se debe analizar grado de daño de los diferentes elementos estructurales de acuerdo con el tipo de sistema estructural y establecer el porcentaje de elementos afectados en el piso con mayores daños. Clasificar la edificación de

acuerdo con los resultados de la evaluación. Llenar los avisos para clasificación de las edificaciones e indicar en ellos si la revisión fue exterior o interior. Colocar los avisos de clasificación de las edificaciones en cada una de las entradas y consignar las recomendaciones en el formulario así como en los avisos. Marcar en los mapas el resultado de la evaluación de acuerdo con los códigos de colores y al uso de la edificación.

5. Explicar verbalmente el significado de la clasificación a los ocupantes de la edificación y especificando si pueden permanecer en la edificación o deben evacuarla. También se debe restringir el acceso a las áreas designadas como inseguras, colocando algún tipo de barreras, por ejemplo las cintas que lleven la inscripción de PELIGRO.
6. Notificar a los coordinadores para que se realicen los procedimientos que correspondan por parte de las autoridades pertinentes.

Dentro del manual se presenta el Formulario de Evaluación Única (Anexo

1), el cual se compone de diez secciones principales:

- 1) Identificación de la edificación.
- 2) Descripción de la estructura.
- 3) Evaluación del estado de la edificación dividida en: estado general de la edificación, daños en elementos arquitectónicos, problemas geotécnicos, daños en elementos estructurales, porcentaje de daño de la edificación y clasificación global del daño.

- 4) Recomendaciones y medidas de seguridad.
- 5) Ocupación de la edificación y persona para contacto
- 6) Esquema.
- 7) Inspectores y fecha de inspección
- 8) Comentarios
- 9) Condiciones pre-existentes.
- 10) Efecto en los ocupantes.

### **2.9.2. Cámara Salvadoreña de la Construcción (CASALCO).**

En el año de 2008 se creó la Comisión Evaluadora de Riesgo junto con la Dirección General de Protección Civil, el Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano (VMVDU), la Oficina de Planificación del Área Metropolitana de San Salvador (OPAMSS) y la CASALCO. Dentro de los alcances de la Comisión se encuentra elaborar un Manual de Inspección Post – Sísmica de Edificaciones<sup>9</sup> y del Formulario Único de Inspección (Anexo 2).

La Comisión Evaluadora de Riesgo se encargara de capacitar, acreditar y coordinar a los profesionales para la realización de la inspección y de procesar, informar y archivar las evaluaciones realizadas.

El Manual junto con el Formulario tienen el objetivo de disponer de una metodología razonable y uniforme para la evaluación del daño y la seguridad de las edificaciones después de un sismo y permitir definir rápidamente si la

---

<sup>9</sup> Dirección General de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO (2008), Manual de Evaluación Post - Sísmica de Edificaciones de El Salvador.

edificación puede tener un uso normal (segura), si su seguridad está en duda (acceso restringido) o definitivamente es insegura y no se permite su ingreso u ocupación. Los resultados de la inspección se asocian con tres colores verde, amarillo y rojo con su respectiva definición en la tabla 2.16.

Tabla 2.16: Definición del color para clasificación de habitabilidad.

Clasificación por color	Descripción
Verde	No se observan daños visibles en los elementos estructurales, por lo que la capacidad original para resistir cargas no presenta disminución significativa. No representa peligro para las personas y pueden ser utilizadas inmediatamente o luego de realizar reparaciones menores.
Amarillo	Se han encontrado daños estructurales y no estructurales que representan riesgos para ser habitada. Debido a los daños estructurales se presenta una disminución significativa en su capacidad para resistir cargas. La entrada de los propietarios del inmueble es permitida solamente con fines de emergencia y únicamente bajo su propio riesgo. No se permite su uso, por lo que deberán ser evacuadas inmediatamente y no podrán ser utilizadas antes de su reparación y/o reforzamiento.
Rojo	La edificación se encuentra seriamente dañada e insegura para ser habitada. Los elementos estructurales están muy deteriorados y dislocados con un número significativo de ellos destruidos. Su capacidad para resistir cargas es baja y existe el riesgo de un posible colapso ante réplicas del sismo principal. La entrada al inmueble está prohibida. El ingreso a la edificación

Clasificación por color	Descripción
	no es permitida debido a su inseguridad, excepto por las autoridades.

El formato se compone de las siguientes secciones:

- 1) Identificación de la edificación.
- 2) Descripción de la edificación: Ubicación en manzana de la edificación, época de construcción, numero de niveles sobre el terreno y sótanos.
- 3) Sistema Estructural.
- 4) Sistema de entrepiso.
- 5) Sistema de cubierta (Techo).
- 6) Regularidad de la Estructura.
- 7) Daños y reparaciones previos.
- 8) Instrucciones/Criterios: se establecen criterios para la clasificación de habitabilidad de la edificación.
- 9) Tipo de inspección.
- 10) Recomendaciones de emergencia.
- 11) Riesgos globales: se establecen riesgos con base a la selección de criterios de la sección 8.
- 12) Clasificación de la habitabilidad
- 13) Recomendaciones

14)Comentarios.

15)Inspectores

16)Croquis de localización, de elevación y planta.

## **2.10. Metodologías de evaluación de daños post-sismos en otros países.**

En algunos países con actividad sísmica se han elaborado formularios o fichas para la evaluación rápida de los daños en edificaciones después de un sismo, estos formularios son sometidos a revisiones después de ser utilizados, puesto que con cada experiencia se adquieren nuevos conocimientos. A continuación, se presenta un resumen de algunas metodologías de evaluación de daños utilizadas en otros países y sus respectivos instrumentos de recolección de información.

### **2.10.1. Colombia: Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo.**

En el año 2002 la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), por encargo del Fondo de Prevención y Atención de Emergencias de Bogotá (FOPAE) elaboró la Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo<sup>10</sup> (Anexo 3). Para su elaboración fueron recopiladas las principales metodologías existentes a nivel internacional (México, Yugoslavia, Japón y Estados Unidos) para la evaluación post sismo de edificaciones, y se tuvo en

---

<sup>10</sup>Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Colombia (2002). Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones después de un Sismo.

cuenta la experiencia del sismo del 25 de enero de 1999 en la región del Eje Cafetero.

La última actualización se realizó en diciembre del año 2009 y básicamente se resume en los siguientes apartados:

1. Identificación de la estructura: dirección, número de pisos, dimensiones.
2. Descripción de la estructura: sistema estructural, tipo de losa, año de construcción.
3. Estado de la edificación: estado general de la edificación, daños en elementos arquitectónicos, problemas geotécnicos, daños en elementos estructurales, porcentaje de daño global y clasificación de la habitabilidad.
4. Recomendaciones y medidas de seguridad.
5. Condiciones preexistentes.
6. Efectos en los ocupantes: heridos y fallecidos.
7. Ocupación de la edificación.
8. Persona para contacto.
9. Comentarios.
10. Inspectores.

La clasificación de habitabilidad se basa en asignar uno de los siguientes colores a la edificación:

- ❖ Verde: Habitable, no presenta daños o presenta daños leves o en elementos arquitectónicos.

- ❖ Amarillo: Daños en elementos arquitectónicos grandes con peligro de caerse.
- ❖ Naranja: Daños estructurales, grietas visibles.
- ❖ Rojo: Peligro de colapso.

### **2.10.2. Chile: Plan de Protección Civil: Sistema de evaluación estructural rápida post-sismo de edificios e infraestructura.**

La Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas en el año 2014 publicó la versión 2 de la Ficha de Evaluación de Daños para Inspección Rápida de Edificios Públicos<sup>11</sup> (Anexo 4), la ficha fue adaptada de la metodología de evaluación rápida japonesa y su principal objetivo es clasificar las estructuras según el nivel de seguridad que presenten para sus ocupantes.

La ficha contiene los siguientes apartados:

1. Alcance.
2. Identificación del inspector.
3. Identificación del inmueble.
4. Sistema estructural.
5. Inspección general de todo el inmueble.
6. Inspección específica.
7. Resumen.
8. Recomendaciones iniciales.

---

<sup>11</sup>Dirección de Arquitectura, MOP, Chile (2014). Ficha de Evaluación de Daños para Inspección Rápida de Edificios Públicos.

## 9. Croquis.

En el apartado siete se establece la clasificación final de la edificación con uno de los siguientes adjetivos:

- ❖ Inspeccionada (segura).
- ❖ Ingreso limitado.
- ❖ Insegura.

### **2.10.3. México: Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural. Red Nacional de Evaluadores.**

En el año 2001, el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED) con la colaboración de profesionales de la Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural (SMIE), la Sociedad Mexicana de Ingeniería Sísmica (SMIS), la Sociedad Mexicana de Ingeniería Geotécnica (SMIG) y otras, revisaron formatos para inspecciones de estructuras del Instituto de Ingeniería de la Universidad Autónoma de México (UNAM), de la Dirección de Protección Civil, del Ministerio de Obras Públicas de Chile y del mismo CENAPRED, para elaborar un Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural<sup>12</sup> (Anexo 5).

El formato contiene los siguientes apartados:

1. Información general del inmueble: dirección y propietario.
2. Uso.

---

<sup>12</sup>Red Nacional de Evaluadores, CENAPRED, México (2001). Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural.

3. Terreno y cimentación: topografía, tipo de suelo y tipo de cimentación.
4. Características de la estructura: dimensiones.
5. Vulnerabilidad: irregularidades en planta y elevación.
6. Sistema estructural: materiales, refuerzos y secciones.
7. Rehabilitación existente.
8. Evaluación de daños.
9. Croquis del inmueble.

El Formato de Captura de Datos para Evaluación Estructural fue elaborado para realizar evaluaciones estructurales pre o postsismo, por ello el formato incluye un apartado para evaluar la vulnerabilidad de la edificación. En el apartado ocho se encuentra un cuadro donde se evalúa el porcentaje de daños en el entrepiso crítico, dividiendo el porcentaje de elementos con daño grave y con daño medio, sin embargo, las definiciones de daño grave y medio solo se encuentran para mampostería y concreto reforzado.

#### **2.10.4. Italia: Formulario Nivel 1 de Detección de Daño y Viabilidad para los Edificios en Emergencia Postsísmica (AeDES).**

En el año 1995 se inició un programa dirigido a establecer formularios para las evaluaciones postsismo, en los años 1997 y 1998 con los terremotos de Umbria-Marche y Pollino se utilizaron los primeros formularios y posteriormente fueron revisados, hasta la publicación del Manual para la Compilación de un Formulario Nivel 1 de Detección de Daño y Viabilidad para los Edificios en

Emergencia Postsísmica (AeDES)<sup>13</sup> en el año 2000; el cual contiene el formulario nivel 1 de detección de daño y viabilidad para los edificios en emergencia postsísmica (Anexo 6).

Para la evaluación de las edificaciones los propietarios de las edificaciones deben solicitar la evaluación a la alcaldía, ésta debe referir la solicitud al Centro de Coordinación de Evaluación de Daños, de donde se coordina la evaluación y posteriormente todas las evaluaciones son recopiladas y almacenadas.

El formulario se compone de nueve secciones:

1. Identificación del edificio.
2. Descripción del edificio.
3. Tipología estructural.
4. Daños en elementos estructurales y medidas de pronta intervención.
5. Daños en elementos no estructurales y medidas de pronta intervención.
6. Peligro exterior inducido por edificios vecinos.
7. Terreno y fundación.
8. Clasificación de habitabilidad.
9. Otras observaciones.

Es importante mencionar que en las secciones cuatro, cinco y ocho se dan medidas de pronta intervención.

---

<sup>13</sup>Dipartimento della Protezione Civile, Italia (2001). Manuale per la Compilazione della Scheda Di 1° Livello di Rilevamento Danno, Pronto Intervento e Agibilità per Edifici Ordinari nell'emergenza Post-Sismica (Aedes).

### **2.10.5. Perú: Determinación de la Vulnerabilidad de la Vivienda para casos de Sismos.**

El Instituto Nacional de la Defensa Civil (INDECI), debido a la actividad sísmica en Perú consideró que los habitantes deberían conocer el nivel de vulnerabilidad existente en su vivienda, por esto la Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos de la Dirección Nacional de Prevención del Instituto Nacional de Defensa Civil elaboró una herramienta técnica para la evaluación de vulnerabilidad en viviendas: Ficha de Verificación “Determinación de la vulnerabilidad de la vivienda para caso de sismo”<sup>14</sup> (Anexo 7).

La ficha contiene siete secciones:

1. Ubicación geográfica de la vivienda.
2. Información del inmueble por observación directa.
3. Características del tipo de vivienda.
4. Características de la construcción de la vivienda.
5. Determinación del nivel de vulnerabilidad de la vivienda.
6. Recomendaciones de carácter inmediato para jefe(a) de hogar.

En la tabla 2.17 se muestra una comparación entre las diferentes metodologías antes mencionadas, como puede observarse en la tabla la metodología más completa es la utilizada en México, seguida por las de Italia y Colombia.

---

<sup>14</sup>Instituto Nacional de Defensa Civil, Perú (2010). Manual del verificador.

Tabla 2.17: Comparación de las diferentes metodologías de evaluación de daños

Descripción		Colombia	Chile	México	Italia	Perú
1	Identificación de la edificación	X	X	X	X	X
2	Dirección	X	X	X	X	X
3	Persona de contacto	X		X	X	X
4	Fecha de la inspección	X	X	X	X	X
5	Uso de la edificación	X	X	X	X	
6	Ocupantes			X	X	X
7	Sistema estructural	X	X	X		
8	Materiales	X	X	X		X
9	Altura del piso			X	X	
10	Número de pisos	X	X	X	X	X
11	Sótano	X	X	X	X	X
12	Estructura de techo/entrepiso	X		X		
13	Dimensiones		X	X	X	
14	Año de construcción de la edificación	X		X	X	X
15	Posición de la edificación	X		X	X	
16	Problemas de geotecnia	X		X	X	
17	Tipo de suelo			X		X
18	Tipo de cimentación			X		
19	Topografía			X	X	X

Descripción		Colombia	Chile	México	Italia	Perú
20	Reparaciones anteriores	X		X		
21	Calidad de la construcción	X				
22	Daños estructurales	Con esquemas		X		
		Sin esquemas	X	X	X	X
23	Daños no estructurales	X	X	X	X	
24	Configuración en planta	X		X	X	X
25	Configuración en altura	X		X	X	X
26	Daños en instalaciones	X		X	X	
27	Riesgo externos			X	X	
28	Clasificación de habitabilidad	X	X		X	X
29	Recomendaciones	X	X	X	X	
30	Esquema/Croquis	X	X	X		
Número de páginas		2	3	4	4	3
Ítems		22/30	13/30	27/30	23/30	17/30

### 2.11. Respuesta Sísmica: El Salvador.

La capacidad de respuesta dependerá de cuánto se haya aprendido de las experiencias anteriores y la aplicación de estos aprendizajes en forma de planes o guías de repuesta. La respuesta de emergencia sísmica pretende

garantizar condiciones de seguridad y de vida para las poblaciones afectadas inmediatamente después de ocurrido un evento sísmico (Carreño, 2006).

### **2.11.1. Antecedentes: sismos 1986 y 2001.**

Los sismos más recientes que han dejado experiencias importantes en cuanto a la respuesta de emergencia sísmica son los de los años 1986 y 2001. Ambos sismos tuvieron características similares en cuanto a las intensidades máximas y los daños presentados por las edificaciones.

#### **2.11.1.1. Respuesta ante la emergencia en sismo de 10 octubre de 1986.**

El día 10 de octubre del año 1986 a las 11:50 am (hora local) ocurre un evento sísmico provocado por una falla geológica, el terremoto tuvo una magnitud de 5.4 grados en la escala de Richter. La intensidad máxima en San Salvador superó los VIII grados en la Escala de Mercalli Modificada. El sismo dejó 1,200 fallecidos, 10,000 heridos y 100,000 damnificados (CEPAL, 1986).

Este sismo causó el colapso de casas de bahareque, adobe y edificios grandes, como los edificios Rubén Darío, Torre López y el Gran Hotel de San Salvador. La destrucción también fue evidente en edificios gubernamentales como los del Ministerio de Trabajo, de Ministerio de Agricultura y Ganadería y de Ministerio de Planificación, centros educativos como el Colegio Guadalupano y el Centro Escolar Joaquín Rodezno, hospitales como el Hospital Nacional de niños Benjamín Bloom y monumentos como el Salvador del Mundo, muchos

edificios de la Universidad de El Salvador también sufrieron daños considerables (Choto, 2008).

Antes del terremoto se contaba con un Plan de Emergencias del Comité de Emergencia Nacional (COEN) publicado en septiembre, el plan definió grupos de trabajo, sus funciones y responsables. Los grupos organizacionales eran siete, de rescate, inspección, organización física, comunicación, medicina de catástrofes, atención de albergues y de orden y seguridad. En la práctica la atención de la emergencia no funcionó como se tenía previsto en este plan. En esto probablemente influyó la proximidad entre la fecha de divulgación del plan y la del terremoto (Moisa & Romano, 1995).

A causa de la cantidad de edificios dañados y que el colapso en algunos de ellos fue por daños de sismos antiguos, surgió la creación por parte del Órgano Ejecutivo del Comité de Evaluación Técnica de Daños de Emergencia Nacional, funcionando provisionalmente en las oficinas de CASALCO con el objetivo de inspeccionar edificios dañados por sismos y diagnosticar su habitabilidad, tipos de daños y obras necesarias de reparación o demolición. Posteriormente este Comité se desintegra y se crea por decreto legislativo el Comité Permanente de Evaluación Técnica de Daños, integrado por MOP, ASIA y CASALCO.

### **2.11.1.2. Respuesta ante la emergencia sismo de 13 enero de 2001**

El día 13 de enero del año 2001 a las 11:33 am (hora local) ocurre un evento sísmico provocado por la zona de subducción, el terremoto tuvo una magnitud de 7.6 grados en la escala de Richter. La intensidad máxima se centró en la zona costera del departamento de Usulután, específicamente en la Bahía de Jiquilisco, superando los VIII grados en la Escala de Mercalli Modificada.

Las edificaciones más dañadas después del sismo del 13 de enero fueron las de baja altura y casas de adobe y bahareque, por el contrario, los edificios altos se comportaron adecuadamente ante el evento sísmico.

A pocas horas de ocurrido el desastre, después que el Presidente de la Republica decretara estado de emergencia, se emprendieron las primeras acciones de rescate y salvamento, llevadas a cabo por la Fuerza Armada y equipos especiales provenientes del exterior; al mismo tiempo la Cruz Roja Salvadoreña desplegó importantes actividades de búsqueda y salvamento de víctimas, primeros auxilios, evacuaciones y sobre todo distribución de alimentos, medicamentos y agua (CEPAL, 2001).

Para la evaluación de los daños en edificaciones se conformó en el Comité de Evaluación de Daños MOP, ASIA, FESIARA .Dicho comité coordinó el trabajo de evaluación de daños en las edificaciones presentando para ello un formato de evaluación de daños (Anexo 8) (Granados & Lemus, 2003).

### **2.11.2. Respuesta ante la emergencia sísmica.**

La emergencia sísmica ocurre cuando el sismo alcanza un nivel de intensidad que afecta de manera social y económica las actividades humanas. La calidad de respuesta que la sociedad en general tenga ante la emergencia dependerá de los antecedentes sobre mitigación y prevención existentes en el país frente a eventos sísmicos. Pero para responder adecuadamente a la emergencia se necesita una adecuada coordinación entre los diferentes organismos actuantes. En El Salvador la institución encargada de coordinar esta respuesta es el Sistema Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres.

#### **2.11.2.1. Sistema Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres.**

En el año 2005 en El Salvador se creó la Ley de Protección Civil y Mitigación de Desastres<sup>15</sup> (se hará referencia posteriormente como la Ley), aceptada por la Asamblea Legislativa por Decreto Legislativo N° 777, que tiene como objetivo prevenir, mitigar y atender en forma efectiva los desastres por causas naturales y antrópicas en el país, y además desplegar en su eventualidad, el servicio público de protección civil, el cual debe caracterizarse por su generalidad, obligatoriedad, continuidad y regularidad, para garantizar la

---

<sup>15</sup> Asamblea legislativa de la Republica de El Salvador (2005). Ley de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, El Salvador.

vida e integridad física de las personas, así como la seguridad de los bienes privados y públicos (Art. 1 de la Ley).

La Ley y su dos reglamentos, es decir el Reglamento General de la Ley de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres (Decreto Ejecutivo N° 55, aprobado en el mes de febrero 2006) y el Reglamento de Organización y Funcionamiento de la Dirección General de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres (Decreto de la Corte de Cuentas N° 56, aprobado en el mes de mayo de 2005) definen las atribuciones y facultades de los organismos integrantes del Sistema, regulan la relación entre los mismos y los mecanismos para la implementación de las políticas de coordinación operativa en casos de emergencia (UNDAC, 2010).

Entre los objetivos de la Ley se encuentra constituir el Sistema Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, así como determinar sus objetivos e integrantes. Según el Art. 7 de la Ley el Sistema Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres estará integrado por: La Comisión Nacional de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres, Las Comisiones Departamentales de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres y Las Comisiones Municipales y Comunales de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres (Fig. 2.34). Estas comisiones elaboran su propio plan de trabajo y coordinan su ejecución junto con la Comisión Nacional (Art. 10 de la Ley). Las comisiones a su vez se dividen en Comisiones Técnicas Sectoriales (CTS) que tienen su respectiva área de intervención.

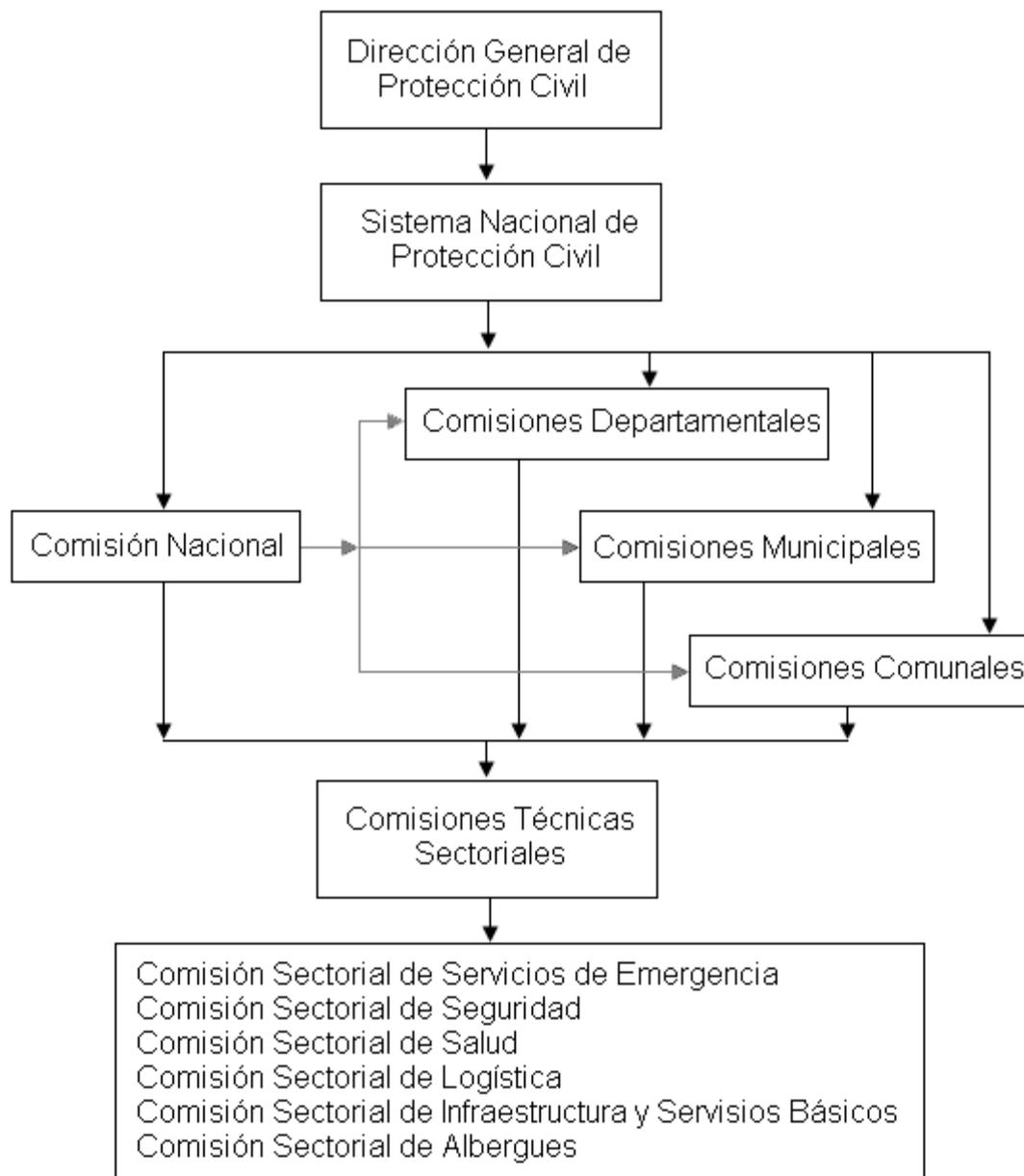


Figura 2.34: Organigrama del Sistema Nacional de Protección Civil

Los planes de trabajo elaborados por las comisiones deben ir orientados a señalar acciones y estrategias para prevenir y mitigar los desastres (Arts. 12,14 y 15 de la Ley). Además, estos planes tienen como principal objetivo responder de manera efectiva ante un desastre de cualquier naturaleza,

procurando mitigar sus daños o reducir sus impactos en la población. Para el caso de terremotos, en el año 2010 se elaboró el Plan Nacional de Contingencia para Terremotos<sup>16</sup>, el cual comprende y describe la organización y la estrategia de respuesta en caso de terremotos por medio de áreas de intervención dirigidas a cubrir necesidades específicas.

### 2.11.2.2. Comisiones Técnicas Sectoriales.

En la Tabla 2.18 se muestran las áreas de intervención de las CTS junto su respectiva institución coordinadora según el Plan Nacional de Contingencia para Terremotos. Los objetivos operativos, descripción de acciones, cobertura y alcance, recursos disponibles, entre otros, de las CTS se encuentran definidos para cada área de intervención en los planes de contingencia para emergencias.

Tabla 2.18: Área de intervención e institución que coordina las Comisiones Técnicas Sectoriales según Plan de Contingencia para Terremotos.

CTS	Área de intervención	Coordinada por:
Científica	Monitoreo y pronóstico	La institución que le compete conocer acerca de un evento determinado.
Servicios de emergencia	Búsqueda y rescate en Estructuras colapsadas	Cuerpo de Bomberos de El Salvador
	Atención pre-hospitalaria	

<sup>16</sup> Comisión Nacional de Protección Civil (2010). Plan Nacional de Contingencia para Terremotos.

CTS	Área de intervención	Coordinada por:
	Combate y extinción de incendios Incidentes con MATPEL (Materiales peligrosos)	
Seguridad	Custodia de suministros Seguridad al traslado de suministros Seguridad en la distribución de la ayuda Aislamiento de zonas afectadas Seguridad en albergues Reforzamiento a la seguridad penitenciaria Regulación del tráfico vehicular	Policía Nacional Civil
Salud	Vigilancia epidemiológica Atención integral en albergues Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades en Salud Suministros médicos Saneamiento ambiental Salud mental	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social.

CTS	Área de intervención	Coordinada por:
	Manejo y disposición de cadáveres	
Infraestructura y Servicios Básicos	Infraestructura vial	Ministerio de Obras Públicas
	Telecomunicaciones	
	Energía eléctrica	
	Agua potable y alcantarillado	
	Evaluación de daños en infraestructura pública	
Logística	Adquisición	Fuerza Armada de El Salvador
	Almacenamiento	
	Transporte	
	Distribución	
	Rendición de cuentas	
Albergues	Canalización de apoyo a los albergues	Ministerio de Gobernación

Según el Plan de Contingencia para Terremotos (2010), la Comisión Técnica Sectorial de Infraestructura y Servicios Básicos tiene como objetivo operativo evaluar de manera inmediata la condición estructural y funcional de la infraestructura pública necesaria para atender la emergencia. Esta evaluación

se realiza través de la inspección visual de las condiciones en las que se encuentran los elementos principales de la infraestructura pública.

La Comisión Técnica de Infraestructura y Servicios Básicos para responder a la emergencia cuenta con la ayuda de los organismos siguientes:

- a) Superintendencia de Energía.
- b) Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA).
- c) Cámara Salvadoreña de la Construcción (CASALCO).
- d) Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA).
- e) Comando de Ingenieros de la Fuerza Armada (CIFA).
- f) Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).
- g) Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN)
- h) Fondo de Inversión para el Desarrollo Local (FISDL).
- i) Fondo de Conservación Vial (FOVIAL).
- j) Compañías de telecomunicaciones.
- k) Compañías de servicio eléctrico.

*CAPÍTULO 3 : CONTENIDO DE  
FORMULARIO DE INSPECCIÓN  
DE DAÑOS POSTSÍSMICOS.*

---

### **3.1. Introducción.**

En el presente capítulo se describen los aspectos que deben de ser tomados en cuenta en un formulario o ficha para la inspección de daños postsísmicos en una edificación. Se escogieron los aspectos utilizados en metodologías internacionales citadas en el capítulo anterior, con el objetivo de establecer los aspectos que realmente afectan o influyen en una inspección de daños.

Entre los ítems descritos a continuación se encuentran la identificación del edificio, uso del mismo e información del inspector, como aspectos de tipo común en una inspección. También considera los aspectos relacionados con el entorno de la edificación, los cuales influyen de manera indirecta en la vulnerabilidad de la edificación; ítems estructurales que se consideran de mayor importancia, e ítems no estructurales que a pesar de tener una menor importancia deben ser incluidos en la evaluación.

### **3.2. Ítems a considerar durante una evaluación postsísmica en edificaciones.**

De la Tabla 2.17, tomando los ítems que son incluidos en tres o más metodologías extranjeras, se concluye que los ítems que debe contener una evaluación postsísmica son los que se enumeran a continuación:

1. Identificación de la edificación.
2. Dirección.
3. Persona de contacto.
4. Fecha de inspección.
5. Uso de la edificación.

- |                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 6. Ocupantes.                         | 15. Problemas geotécnicos.          |
| 7. Sistema estructural                | 16. Topografía                      |
| 8. Materiales.                        | 17. Daños estructurales.            |
| 9. Altura de piso.                    | 18. Daños no estructurales.         |
| 10. Número de pisos.                  | 19. Configuración en planta.        |
| 11. Sótanos.                          | 20. Daños en instalaciones.         |
| 12. Dimensiones de la<br>edificación. | 21. Clasificación de habitabilidad. |
| 13. Año de construcción.              | 22. Recomendaciones                 |
| 14. Posición de la edificación.       | 23. Esquema/croquis.                |

A continuación se describirán brevemente cada uno de los ítems antes mencionados, los cuales se han agrupado por categorías según las características y relevancia en la inspección postsísmica.

### **3.3. Ítems comunes.**

Dentro de la categoría de ítems comunes se han incluido aspectos comunes o generalidades que deben tomarse en cuenta durante una evaluación de una edificación de cualquier naturaleza. Se incluyen aspectos sobre la identificación de la edificación en general e información de la inspección.

### **3.3.1. Identificación y dirección de la edificación.**

Algunas edificaciones se identifican por medio de su nombre o el de la organización o empresa que la ocupe, por ejemplo: Edificio Scan, Torre Telefónica, Torre futura, Torre City, Edificio de Gobierno, etc.

Cuando no se pueda identificar la edificación por medio de un nombre, es necesario identificarla por medio de datos catastrales (número de lote/casa), junto a ello se debe indicar el departamento, municipio, pueblo, cantón y/o caserío, según la división político administrativa del lugar donde se sitúe el edificio inspeccionado.

El nombre y la ubicación de la edificación, además servirán para el registro y control de las edificaciones con cierto nivel de daño por medio de programas de georeferencia.

### **3.3.2. Persona de contacto.**

Los datos de la persona de contacto servirán para cualquier acción posterior requerida, ya sea para datos de catastro o datos para el análisis de los daños de la edificación que no se pudieron tomar en campo. Preferiblemente la persona de contacto debe ser el dueño de la edificación.

### **3.3.3. Fecha y hora de inspección.**

El tiempo máximo para realizar una inspección rápida es de 2 semanas después de la ocurrencia del sismo, puesto que ésta tiene como finalidad identificar rápidamente las zonas que requieran mayor atención.

La información de hora y fecha en la que se realizó la inspección servirá, en algunos casos, para determinar el grado de daño existente antes de la ocurrencia de una réplica importante que intensifique los daños.

#### **3.3.4. Información de los inspectores.**

Es importante tener los datos del inspector, pues con esta información se puede identificar o solventar alguna anomalía o dudas acerca de los datos anotados en la ficha de inspección. Dentro de la información de los inspectores se incluye el nombre, documento de identificación y número de teléfono o dirección de correo electrónico.

#### **3.3.5. Esquema/croquis de ubicación.**

Es importante realizar un croquis de la ubicación del inmueble, indicando el norte como se muestra en la Figura 3.1, para proporcionar de manera más eficaz la información correspondiente a la ubicación y la zona donde se ubica la edificación inspeccionada.



- ❖ Grietas en el terreno circundante: dependiendo de la intensidad del evento sísmico, el ancho y profundidad de la grieta puede deberse a que la edificación se encuentre sobre una zona de falla geotécnica.
- ❖ Inestabilidad de talud cercano: Aunque la estabilidad del talud no haya sido comprometida por el sismo en cuestión, la ocurrencia de una réplica de igual o menor intensidad puede hacer que el talud ceda provocando deslizamiento, corrimiento, desprendimiento o desplome de masas de suelo o roca.
- ❖ Licuación del terreno circundante: consiste en la pérdida de estabilidad del terreno y su resistencia para soportar cargas externas. El suelo pierde su resistencia por efecto de la vibración del sismo, durante la cual las partículas de suelo se separan entre sí, adoptando un estado semilíquido.
- ❖ Asentamiento del terreno: ocurre cuando el terreno es consolidado por el movimiento del sismo.

#### **3.4.2. Topografía.**

La topografía del lugar donde se encuentre la edificación es un indicador de la posible vulnerabilidad de la edificación. Así, edificaciones sobre pendientes fuertes son susceptibles a deslizamientos.

### **3.4.3. Posición de la edificación en la manzana.**

Como se mencionó en la sección 2.5.3.1. las edificaciones de esquina son las que generalmente resultan más dañadas después de un sismo, puesto que tienen menos restricción para los movimientos que le induce el sismo.

### **3.5. Ítems de descripción de la edificación.**

En esta categoría se incluyen ítems que describan física y cualitativamente la edificación, esta información se puede obtener de la persona de contacto y de manera visual desde el exterior de la edificación.

#### **3.5.1. Uso de la edificación.**

Algunos de los usos más frecuentes de edificaciones se enlistan a continuación:

- |                              |                   |
|------------------------------|-------------------|
| 1. Residencial/Habitacional. | 6. Transporte.    |
| 2. Comercial/Oficinas.       | 7. Esparcimiento. |
| 3. Educacional.              | 8. Servicios.     |
| 4. Salud.                    | 9. Bodegas.       |
| 5. Industrial.               | 10. Otros         |

#### **3.5.2. Ocupantes.**

Después de una emergencia, difícilmente se obtendrá el número de ocupantes de la edificación que se está evaluando, para ello existen estimaciones con base al uso de la edificación de ocupantes por unidad de área. Un ejemplo de estas estimaciones se muestra en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Ocupantes por metro cuadrado según uso. (Norma Técnica de Prevención 884, España)

Uso Previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
Residencial vivienda	Plantas de viviendas	20
Residencial público	Zonas de alojamiento	20
	Salones de usos múltiples	1
	Vestíbulos generales	2
Estacionamientos		15
Administrativo	Zonas de oficina	10
	Zonas de uso público	2
Docente	Edificio	10
	Locales distintos al aula	5
	Aulas (no infantiles)	1.5
	Aulas infantiles	2
Hospitalario	Salas de espera	2
	Zonas de hospitalización	15
	Servicios ambulatorios y de diagnóstico.	10
	Zonas de tratamiento de pacientes internados	20

Uso Previsto	Zona, tipo de actividad		Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
Comercial	Áreas de ventas		3
	Mercados		3
Publica concurancia	Zonas destinadas a espectadores sentados	Con asientos definidos	1 per/asiento
		Sin asientos definidos	0.5
	Zonas de espectadores de pies		0.25
	Zonas de público en discotecas		0.5
	Zonas de público de pie en bares, cafeterías, etc.		5
	Gimnasios	Con aparatos	1.5
		Sin aparatos	2
	Salones de usos múltiples		1
	Zonas de público en lugares de comida rápida		1.2
	Zonas de público sentado en bares, restaurantes, etc.		1.5
	Salas de espera, salas de lectura en bibliotecas, zonas de público en museos,		2

Uso Previsto	Zona, tipo de actividad	Ocupación (m <sup>2</sup> /persona)
	galerías de arte, ferias y exposiciones.	
	Vestíbulos generales	2
	Vestíbulos, vestuarios.	2
	Zonas de público en terminal de transporte	10
	Zonas de servicios en bares, cafeterías, restaurantes, etc.	10
Almacenes		40

### 3.5.3. Materiales.

Según lo expuesto en la sección 2.6, el material o materiales de los cuales se compone la edificación predecirán, aproximadamente, las zonas en las que generalmente aparece más daño y las tipologías de daño características. Los materiales que regularmente son utilizados en la construcción son los siguientes:

- ❖ Acero.
- ❖ Concreto reforzado.
- ❖ Mampostería: ladrillo y bloque.
- ❖ Madera.
- ❖ Bahareque.
- ❖ Adobe.

### 3.5.4. Dimensiones de la edificación.

- ❖ Altura de piso: La altura de piso se define como la medida entre la cara superior de la losa de piso y la cara inferior de la losa de techo (Fig. 3.2).
- ❖ Frente: se define frente como el lado donde se encuentra la entrada principal de la edificación.
- ❖ Fondo: se define fondo como el lado perpendicular al lado de frente.

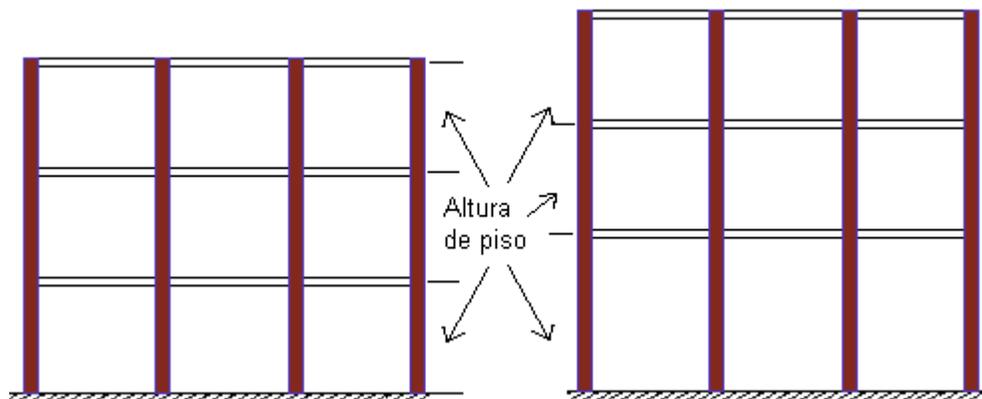


Figura 3.2: Altura de piso.

### 3.5.5. Número de pisos y sótanos:

El número de pisos es igual al número de losas sobre el nivel de terreno de la entrada principal, contando la losa o lámina de cubierta o techo. Cuando la edificación se encuentre sobre terreno de ladera, el número de pisos se determina desde el nivel de terreno donde se encuentre la entrada principal (Fig. 3.3).

El número de sótanos es igual al número de losas bajo el nivel del terreno de la entrada principal (Fig. 3.3)

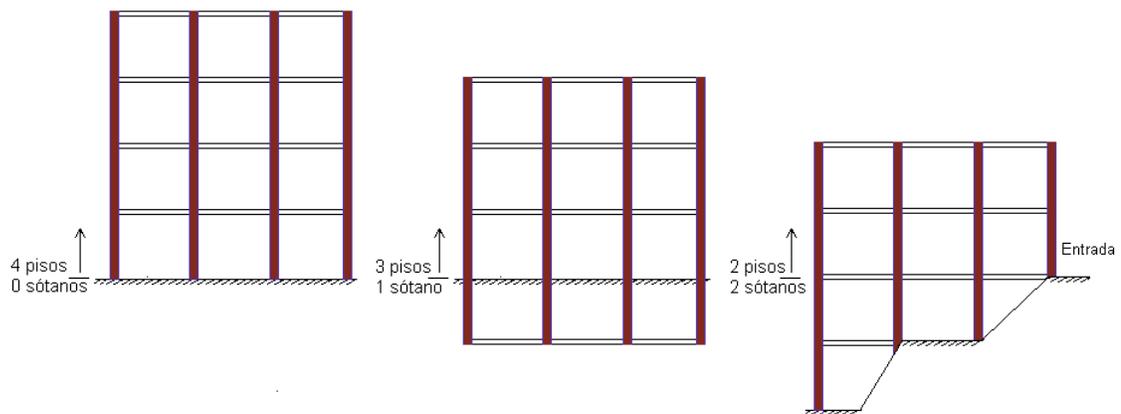


Figura 3.3: Pisos y sótanos.

### 3.5.6. Año de construcción.

Conocer el año de construcción de la edificación, exacta o aproximada, da indicios del proceso constructivo, la calidad de los materiales utilizados, normativa sismoresistente vigente utilizada y si esta tiene daños ocasionados por sismos anteriores.

### 3.5.7. Configuración en planta.

En la sección 2.5.3.2.1. se mencionaron los criterios que debe de cumplir una estructura para tener regularidad en planta, describiéndose en mayor detalle a continuación.

- ❖ Sencillez geométrica: se refiere a la figura que tiene el edificio en su planta. Se consideran figuras regulares los círculos, cuadrados y los rectángulos con una relación de 2 a 1. En la NTDS (1996) se considera como irregularidad:

- ❖ Una entrante en la cual sus dimensiones sean más de 15 % de la dimensión paralela total de la estructura.
- ❖ Un recorte o abertura de más del 50 % del área bruta de la planta del edificio.
- ❖ Sencillez estructural: se refiere a la posición de las columnas en planta, si las columnas están distribuidas en forma continua y regular.
- ❖ Simetría geométrica: se refiere al número de ejes de simetría que posee el edificio en planta.
- ❖ Simetría estructural: se refiere a la coincidencia del centro de la figura de la planta con el centro de la figura formada por las columnas. (si las columnas son iguales).

### **3.5.8. Configuración en elevación.**

Las irregularidades en elevación son los cambios repentinos de masa, dimensión o posición de las columnas a lo largo de su altura. En la sección 2.5.3.2.2. se mencionaron los criterios que debe de cumplir una estructura para tener regularidad en elevación, los cuales se describen en mayor detalle a continuación.

- ❖ Sencillez geométrica: se considera que un edificio posee sencillez geométrica en elevación, cuando ésta no tiene salientes ni entrantes, es decir, debe ser completamente cuadrado o rectangular. La NTDS (1996) define una irregularidad geométrica cuando la dimensión horizontal de

cualquier entrepiso es mayor que el 130 % de la de un entrepiso consecutivo.

- ❖ Simetría geométrica: corresponde a los ejes de simetría que tiene la elevación del edificio.
- ❖ Simetría estructural: se refiere a la coincidencia del eje central de la figura en planta con el eje central de la figura formada por las columnas. La discontinuidad de elementos resistentes a cargas laterales (muros o columnas) en un piso conlleva a un sistema de piso débil el cual cambia las propiedades estructurales de la configuración en elevación. En la NTDS (1996) considera que existe discontinuidad cuando los elementos resistentes a cargas laterales están desplazados dentro de su plano una cantidad mayor que la longitud de tales elementos.

### **3.6. Ítems estructurales.**

Dentro de esta categoría se incluyen los aspectos relacionados a la descripción de la estructura de la edificación. Además, se encuentran aspectos que responden al objetivo principal de una inspección de daños.

#### **3.6.1. Sistema estructural.**

En la sección 2.5.3.3. se describieron los sistemas estructurales que contempla la NTDS. En la Tabla 3.2 se relacionan los sistemas estructurales y las tipologías estructurales más comunes en el país.

Tabla 3.2: Tipologías estructurales por Sistema Estructural. Fuente: NTDS, 1996.

Sistema Estructural	Tipología estructural
a) Sistema A	Marcos de acero
	Marcos de concreto
b) Sistema B	Paredes de concreto
	Paredes de mampostería
	Marcos de acero arriostrados
c) Sistema C	Paredes de concreto + marcos de acero
	Paredes de concreto + marcos de concreto
	Paredes de mampostería + marcos de acero
	Paredes de mampostería + marcos de concreto
	Marcos de acero arriostrado + marcos de concreto
	Marcos de acero arriostrado + marcos de acero
d) Sistema D	Paredes de concreto
	Paredes de mampostería
	Marcos de acero arriostrado
e) Sistema E	Sistema con masa concentrada en extremo superior
	Sistema de masa distribuida en altura
f) Otros	Otros

### 3.6.2. Daños estructurales.

Daño estructural es el grado de degradación o destrucción que presenta un elemento estructural. El tipo de elementos estructurales que posea la edificación dependerá del tipo de sistema estructural que lo conforma. Los

elementos estructurales que se pueden encontrar en una edificación son los siguientes:

- ❖ Cimentaciones.
- ❖ Columnas.
- ❖ Vigas.
- ❖ Paredes portantes.
- ❖ Losas.
- ❖ Nudos viga-columna.

El levantamiento de los daños estructurales generalmente se realiza en el piso en que se presente mayor nivel de daño. Puesto que los grados de daño son diferentes para cada elemento, el levantamiento de los daños se debe realizar para cada tipo de elemento estructural individualmente. Algunos levantamientos se basan en el porcentaje de los elementos dañados, del mismo tipo y con igual grado de daño, que conformen el nivel con más daño o la estructura en general.

### **3.7. Ítems no estructurales.**

La inspección de los daños en elementos no estructurales e instalaciones de servicios tiene cierta importancia en una evaluación, ya que los daños en estos elementos pueden hacer que la seguridad de los ocupantes pueda verse comprometida. Y aunque el estado de estos tenga poca incidencia en la estabilidad de una edificación afectada por un sismo, no se pueden dejar pasar por alto.

### **3.7.1. Elementos no estructurales.**

Algunos elementos no estructurales como paredes de fachadas, paredes divisorias y escaleras, con ciertos niveles de daño pueden caer, volcarse u obstruir salidas; de igual forma, se deben de considerar otros elementos suspendidos como cielos rasos y luminarias que también tienen riesgo de caer sobre los ocupantes.

### **3.7.2. Daños en instalaciones.**

Muchas veces las instalaciones de gas o energía eléctrica dentro de una edificación se ven afectadas o dañadas después de un sismo y estas podrían provocar incendios, cortocircuitos o incluso electrocutar a una persona, por lo tanto es importante considerar cada uno de estos factores al evaluar la edificación.

### **3.8. Clasificación de habitabilidad.**

La definición de habitabilidad de una edificación busca calificar adecuadamente el estado de la edificación para establecer si esta pueda seguir funcionando o no, con base a los datos recabados, los criterios utilizados y algunos aspectos observados durante la inspección.

Algunas metodologías como la utilizada en Colombia y por CASALCO establecen la habitabilidad por medio de colores, y otras como la utilizada en Chile, la establecen por medio de adjetivos. Independientemente de la manera de establecer la habitabilidad se debe incluir una breve descripción con la

definición o explicación del estado de daño y recomendaciones o medidas de pronta intervención, como el apuntalamiento o demolición de elementos, para reducir temporalmente el nivel de riesgo de la edificación cuando sea posible, así como recomendar la necesidad de la intervención de algún ente de seguridad o resguardo en la edificación.

*CAPÍTULO 4 : METODOLOGÍA  
DE INSPECCIÓN DE DAÑOS  
POSTSÍSMICOS.*

---

#### **4.1. Introducción.**

La ocurrencia de un terremoto es un fenómeno impredecible y que generalmente ocasiona grandes pérdidas tanto sociales como económicas, entre ellas podemos mencionar el colapso o daño de edificaciones importantes que son fuente importante para la economía del país. Ante este hecho es importante que las instituciones encargadas de velar el cumplimiento de los planes de emergencia y evaluación de las estructuras, realicen inmediatamente la evaluación de la mayor cantidad de estructuras importantes para determinar el estado de estas y reducir el riesgo de muertes.

Con el fin de unificar la evaluación de las edificaciones de manera objetiva y eficaz se propone el siguiente manual de evaluación postsísmica, con el objeto de establecer los procedimientos necesarios para que el evaluador pueda tomar decisiones y recomendar medidas técnicas efectivas para la reducción de las consecuencias producidas por el terremoto.

El manual de evaluación postsísmica está dividido en nueve secciones: la identificación del edificio, descripción general del edificio, descripción estructural del edificio, inspección externa, inspección interna, índice de daño, estado del edificio, clasificación de habitabilidad, recomendaciones y otros. Cada una de estas secciones es una guía para facilitar el proceso de evaluación mediante el formulario propuesto.

#### **4.2. Propuesta de protocolo de respuesta postsísmica.**

La respuesta de las instituciones ante la ocurrencia de un terremoto propuesta en el Plan Nacional de Contingencia para Terremotos establece que ante la ocurrencia de un terremoto la declaratoria de estado de emergencia, será precedido por el Presidente de la República y en su ausencia por el Viceministerio de la República, que serán los responsables de dictar y dirigir la política de Estado y tomar decisiones de más alto nivel en la respuesta, así como las acciones de rehabilitación y reconstrucción que sean pertinentes. Mediante esta área el Presidente de la República ejecuta la política de acción en situaciones de desastres o emergencia nacional.

La Dirección de las políticas de acción propuestas por el Presidente de la República estará compuesta por el Ministro de Gobernación y el Director General de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres.

Entre las responsabilidades que debe cumplir son:

- ❖ Dirigir las acciones de respuesta ante desastre o emergencia, y tomar las decisiones pertinentes a fin de garantizar una respuesta inmediata, efectiva y eficaz a los efectos del evento
- ❖ Apoyar a las Comisiones departamentales de Protección Civil, Prevención y Mitigación de Desastres cuando la emergencia ocurra en dichas jurisdicciones territoriales; quedando responsables éstas, de apoyar a las Comisiones Municipales de su respectivo Departamento a

través de las Comisiones Técnicas Sector y las áreas de intervención según lo muestra la tabla 4.1

Tabla 4.1: Área de intervención y director de instituciones actuantes en la respuesta de emergencia.

Institución	Área de intervención
MARN	Monitoreo y pronóstico
Cuerpo de Bomberos	Búsqueda y rescate en estructuras colapsadas, Grupo USAR. Localización de áreas de mayor necesidad.
PNC	Seguridad en albergues. Seguridad en traslado de suministros.
Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	Atención médica a personas rescatadas de edificios colapsados. Vigilancia epidemiológica. Atención médica en albergues.
MOPTVDU	Daños en infraestructura vial y pública. Daños en servicios: telecomunicaciones, agua potable y energía.
FAES	Almacenamiento y transporte de suministros.
Ministerio de Gobernación	Administración de albergues.

De la Misión del Plan Nacional de Contingencia para Terremotos (2010) se extraen las siguientes actividades para responder eficientemente a los efectos negativos de un terremoto sobre la población y sus bienes materiales:

#### **4.2.1. Reducir las consecuencias inmediatas.**

El colapso de estructuras y de la infraestructura en general, constituyen las consecuencias inmediatas producidas por un sismo. Para la reducción de estas consecuencias se han establecido tres tareas básicas:

##### **1. Búsqueda y rescate de víctimas en estructuras parcial o totalmente colapsadas.**

Esta tarea será coordinada y realizada por el Cuerpo de Bomberos de El Salvador, a través del Grupo USAR (Urban Search and Rescue Advisory Group), el cual está formado por personal de:

- ❖ Cuerpo de Bomberos.
- ❖ Cruz Roja.
- ❖ Cruz Verde.
- ❖ Comandos de Salvamento.
- ❖ PNC.
- ❖ Ministerio de Salud.
- ❖ MOPTVDU.

Al anunciarse el Estado de Emergencia, el Grupo USAR deberá reunirse y se determinará los integrantes de las comisiones y lugares donde se necesita su intervención, generalmente las zonas más cercanas al epicentro del sismo.

Junto con las comisiones para la búsqueda y rescate se debería incorporar el personal para la inspección de daños en edificios e infraestructura en general.

## **2. Aislamiento de zonas afectadas inseguras.**

Después de realizar las labores de búsqueda y rescate de víctimas en edificaciones parcial o totalmente colapsadas, mediante las inspecciones rápidas de daños realizadas a las edificaciones, se establecen las áreas inseguras que poseen un alto nivel de riesgo para la población, estas zonas deberán ser evacuadas y protegidas.

## **3. Remoción de escombros.**

Además de establecer las zonas inseguras, se encontraran áreas que no tengan un nivel de riesgo preocupante pero con algunos daños aislados, como desprendimientos de masas de tierra o roca o partes de edificaciones que obstruyan las vías de acceso, caídas de postes eléctricos o de telecomunicaciones, rotura de tuberías bajo tierra, etc. Para la disminución o eliminación del riesgo en estas zonas se deberá informar a las entidades correspondientes, las cuales son coordinadas por el MOPTVDU.

### **4.2.2. Garantizar el aprovisionamiento de los servicios básicos.**

Durante una emergencia el garantizar los servicios básicos a la población más que una tarea se convierte en una obligación. Los servicios básicos que se deben asegurar a la población durante la emergencia son:

#### **1. Suministros.**

El acceso a alimento, agua, artículos de primera necesidad debe asegurarse mediante la ayuda nacional e internacional. La logística del proceso de almacenaje y transporte de los suministros es tarea de la FAES.

## **2. Albergues.**

Las personas evacuadas de las zonas inseguras deberán ser albergadas en escuelas, casas comunales o locales establecidos para tal acción. Las municipalidades o autoridades pertinentes, mediante la coordinación del Ministerio de Gobernación, deben estar preparadas para esta situación.

## **3. Salud.**

El acceso a los servicios de salud de la población en general debe ser proporcionado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, instalando Clínicas móviles en las zonas de mayor afectación.

Después de la emergencia, debido a las condiciones de insalubridad que se presentan, el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social deberá ejercer un plan para el control de vectores y epidemias.

### **4.2.3. Propiciar condiciones para la recuperación.**

Debido a las pérdidas sociales y económicas causadas por el desastre, el Estado deberá garantizar condiciones favorables para la recuperación de la economía del país, mediante el otorgamiento de créditos o donaciones (obtenidos mediante la eficiente administración de ayuda internacional) a los afectados.

### **4.3. Inspección de daños postsísmicos.**

Entre las actividades primordiales después de un sismo, está la inspección rápida de los daños (como se indicó en el numeral 1 de la sección

4.2.1.) durante las primeras horas después del desastre para determinar las zonas que tienen mayor daño y, por lo tanto, necesitan más ayuda.

La dirección establecida para una situación de emergencia o desastre nacional está concebida como una estructura coordinada, orientada a la toma de decisiones críticas en los diferentes niveles y de acuerdo con su competencia. En todos los casos, será el Presidente de la República quien tendrá la conducción política-estratégica de la situación.

Las responsabilidades generales de la cadena de dirección son:

- ❖ Velar por la continua interrelación de las instituciones con la finalidad de desarrollar efectividad y eficiencia al interior de todos los niveles del Sistema Nacional de Protección Civil.
- ❖ Vigilar el proceso para determinar e identificar las necesidades para la eficiencia y eficacia, con el objeto de fundamentar la información actualizada y confirmada para decidir prioridades.
- ❖ Interpretar los resultados de la Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades y tomar decisiones de urgencia, basado en la información.
- ❖ Garantizar que el estado de situación nacional se encuentre y debe ser actualizado a fin de determinar las prioridades y los cursos de acción que deban llevarse a cabo.
- ❖ Mantener informado, de acuerdo a su competencia al nivel de toma de decisiones políticas.

- ❖ Mantener informada a la población en general a través de los medios de comunicación social o medios alternativos.

La Dirección General de Protección Civil es la encargada de activar cada una de las comisiones, por medio de su respectivo coordinador, para así cumplir con sus respectivas funciones. Al momento de un terremoto, la Comisión Técnica de infraestructura y Servicios Básicos en coordinación con el MOPTVDU actúa haciendo uso del Viceministerio de Transporte, Viceministerio de Vivienda y Viceministerio de Obras públicas. Además cuenta con instituciones y organizaciones de apoyo como ASIA, CASALCO, protección civil, universidades entre otros.

#### **4.4. Manual de Formulario para la Inspección de Daños y Clasificación de Habitabilidad para edificios.**

Existen organizaciones que se encargan de la evaluación de las estructuras después de un sismo para determinar su estado de daño. En la presente sección se presenta un manual para que dichas organizaciones puedan hacer uso del formulario presentado en la sección 4.4.8.

El manual de evaluación postsísmica presentado describe la forma de llenar el formulario de evaluación y los criterios para la clasificación de la seguridad y habitabilidad de las edificaciones a través de la asignación de un color de bandera, la cual se basa en el documento preparado por la Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS), Guía Técnica para la inspección para la inspección de edificaciones después de un sismo (ASIA) Y Manual de

Evaluación Post - Sísmica de Edificaciones de El Salvador, preparado por la Dirección General de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO.

#### **4.4.1. Conceptos básicos.**

Antes de iniciar la evaluación es recomendable que el evaluador esté familiarizado con las siguientes definiciones:

- ❖ Sismo: es un fenómeno causado por la interacción entre las placas tectónicas, que conlleva a una acumulación de esfuerzos en la corteza y que al momento de superar la resistencia elástica de la roca produce la fractura de la misma.
- ❖ Intensidad: Es una medida subjetiva que trata de describir como es percibido un sismo en cualquier punto de la superficie
- ❖ Sistema Estructural: Es el acoplamiento de estructuras de forma ordenada y continua.
- ❖ Tipologías de daños: Daños presentados en las estructuras dependiendo de sus características.
- ❖ Niveles de daños: parámetro lingüístico empleado para definir el nivel de daño físico de una estructura o sus elementos constitutivos.
- ❖ Piso débil: Se considera piso débil aquel con la presencia de columnas débiles o falta de paredes o muros.
- ❖ Eje de simetría: es una línea imaginaria que divide una figura en dos partes iguales y simétricas.

- ❖ Centro de Rigidez: Punto central de la distribución de los elementos resistentes (Columnas o paredes).
- ❖ Centro de Masa: Punto central de la distribución en masa de cada piso.
- ❖ Eje de centro de Rigidez: línea vertical que une los puntos centrales de la distribución de los elementos resistentes (Columnas o paredes)
- ❖ Centro de Masa: línea vertical que une los puntos centrales de la distribución en masa de cada piso.
- ❖ Daños estructurales: se refieren a los daños sufridos por la estructura resistente.
- ❖ Pisos inferiores: pisos que componen el primer tercio del total de los pisos que tiene la edificación.
- ❖ Pisos superiores: pisos que componen el tercer tercio del total de los pisos que tiene la edificación.

#### **4.4.2. Capacitación para el personal.**

Todo el personal utilizado para la inspección de las edificaciones debe tener previamente una capacitación sobre:

- ❖ La forma de gestionar los formularios.
- ❖ Los conceptos utilizados en el formulario.
- ❖ La forma correcta de realizar la inspección externa e interna de daños.
- ❖ El procedimiento para la determinación de los índices de daño.

#### **4.4.3. Personal requerido.**

Se consideran un evaluador y un auxiliar para la conformación de las comisiones para la inspección de daños en edificios, sin embargo, se debe considerar más personal para la inspección si la dimensión de la edificación así lo requiera. Se tomará como evaluador un profesional relacionado con el sector de la construcción de edificaciones, como ingenieros civiles, arquitectos o técnicos en obras civiles, preferiblemente profesionales con 2 o más años de experiencia en diseño estructural o en construcción, con el fin de poder reconocer con facilidad los grados de daños estructurales y no estructurales. Se considerarán como auxiliares a los profesionales con menos de 2 años de experiencia, estudiantes egresados o de último año de ingeniería o arquitectura.

Además de las personas que conformaran la comisión, se requerirá un supervisor y un coordinador, los cuales deberán tener conocimientos sobre logística. El supervisor será el encargado de coordinar la labor de las comisiones en una zona determinada y las demás funciones definidos en la sección 4.4.6. El coordinador será el encargado de coordinar la labor de los supervisores y las demás funciones definidas en la sección 4.4.6.

La línea de mando a la cual obedecerá el personal para la inspección se muestra en la Figura 4.1.

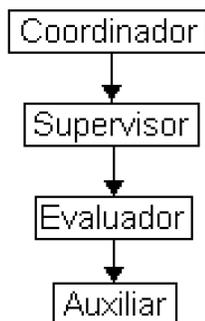


Figura 4.1: Jerarquía de personal.

#### 4.4.4. Funciones del personal.

##### ❖ Función de los coordinadores:

- Los deberes del coordinador son entregar los paquetes de formularios a los supervisores y recibirlos una vez hayan sido revisados y clasificados por los diferentes supervisores en su área.
- Realizar un informe integrado de la localidad o zona.
- Arreglar todo lo pertinente al transporte, alimentación y acomodo del personal.
- Reportar a las autoridades pertinentes las acciones necesarias a ejecutar en su localidad como la protección de vías de tránsito, la remoción de escombros o peligros locales, el rescate de víctimas, la evacuación de edificaciones, etc.

##### ❖ Función de los supervisores:

- Distribuir el personal asignado a la zona.
- Repartir el material correspondiente.

- Verificar y asesorar el correcto y completo llenado de los formularios.
- Preparar las rutas de trabajo y los reportes.
- Es el responsable de la labor y seguridad de la comisión.

❖ **Función de los evaluadores:**

- Evaluar de manera objetiva y profesional.
- Realizar el llenado del formulario.
- Definir el color de bandera según la puntuación obtenida en el formulario.
- Preparar los informes finales de cada edificación para ser enviados a las instituciones encargadas de su registro y análisis.

❖ **Funciones de auxiliares:**

- Tomar fotografías de la edificación.
- Dibujar croquis de ubicación y esquemas de planta y elevación.
- Marcar y señalar la edificación.
- Corroborar puntuación obtenida en el formulario.
- Colaborar en la evaluación de daños y elaboración de los informes.

**4.4.5. Organización de comisiones.**

La organización básica para las inspecciones debe llevarse a cabo en cada localidad siguiendo el Plan de Contingencias, en el cual se debe

especificar el número de comisiones por sector, partiendo de que dicha labor debe desarrollarse en un corto plazo después de un terremoto.

Los formularios serán repartidos a las comisiones por un coordinador, que además será el encargado de recoger los formularios ya utilizados. Las comisiones de evaluación deben estar previamente asignadas a una zona por un supervisor y haber recibido la capacitación según sección 4.4.2.

#### **4.4.6. Equipo requerido en la inspección.**

Para los procedimientos de evaluación se recomienda contar con los siguientes elementos:

- ❖ Planos de la zona a inspeccionar
- ❖ Manual de evaluación postsísmica.
- ❖ Formularios de inspección, avisos de clasificación o pinturas, grapas, cinta o brocha.
- ❖ Cinta con la inscripción PELIGRO para restringir el acceso a áreas inseguras.
- ❖ Libreta de notas, lápiz o bolígrafo.
- ❖ Linterna y baterías extra.
- ❖ Cámara fotográfica.
- ❖ Cinta métrica de 10 a 30 m.
- ❖ Nivel, destornillador o cincel ligero.
- ❖ Radio o teléfono celular.
- ❖ Nombres y números telefónicos de los coordinadores y supervisores de evaluación y de las entidades del sistema de prevención y atención de desastres.

- ❖ Calculadora.
- ❖ Botiquín primeros auxilios.
- ❖ GPS.

**Artículos personales:**

- ❖ Identificación personal.
- ❖ Lentes de protección.
- ❖ Casco de seguridad.
- ❖ chaleco refractivo.
- ❖ Botas de seguridad.

**4.4.7. Metodología de inspección.**

Para realizar una inspección de daños con el uso del formulario propuesto se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Obtener la información de ítems de aspecto común desde el exterior de la edificación e información proporcionada por la persona de contacto.
2. Obtener la información de la descripción general de la edificación, desde el exterior de la edificación e información proporcionada por la persona de contacto.
3. Dibujar croquis de ubicación y esquema de elevación y planta del edificio.
4. Dentro de la inspección externa evaluar los ítems de aspectos del entorno: inclinación del edificio, falla en cimentación y la existencia de problemas geotécnicos.
5. Determinar el Índice de Condiciones Exteriores y del Suelo (IDCES).

6. Por medio de una inspección interna evaluar los ítems de aspecto estructural: sistema estructural y daño en el mismo. Se debe analizar grado de daño de los diferentes elementos estructurales de acuerdo con el tipo de sistema estructural y establecer el porcentaje de elementos afectados en el piso con mayores daños.
7. Determinar el Índice de Daño Estructural (IDE).
8. Examinar la seguridad de elementos no estructurales, identificar los grados de daño existentes en cielos rasos, paredes de fachada o divisorias, escaleras, luminarias e instalaciones y establecer el porcentaje de elementos afectados en el piso con mayores daños.
9. Determinar el Índice de Daño No Estructural (IDNE).
10. Determinar el Índice de daño (ID) del edificio por medio del IDE y IDNE.
11. Determinar el Estado del edificio por medio de ID y IDCES, y determinar la clasificación de habitabilidad.
12. Anotar la información de los inspectores y la fecha y hora de la inspección.
13. Llenar los avisos para clasificación de las edificaciones y colocarlos en cada una de las entradas.
14. Explicar verbalmente el significado de la clasificación a la persona de contacto de la edificación. También se debe restringir el acceso a las áreas determinadas como inseguras, colocando algún tipo de

barreras, por ejemplo, las cintas que lleven la inscripción de PELIGRO.

15. Notificar a los coordinadores o supervisores la clasificación de habitabilidad de la edificación para que se realicen los procedimientos que correspondan.

#### **4.4.8. Descripción de formulario a utilizar en la evaluación de edificaciones.**

A continuación, se explicará cada uno de los ítems utilizados en el Formulario (Anexo 9) y la manera correcta de llenarlo para obtener un índice de daño objetivo con el cual definir el estado de la edificación.

##### **4.4.8.1. Indicaciones generales.**

El formulario debe de ser llenado de forma limpia y ordenada, con letra de molde legible, según corresponda la modalidad de respuesta según la Tabla 4.2.

Tabla 4.2: Indicaciones del llenado del formulario.

Elemento grafico	Indicaciones
	Se debe indicar mediante números la respuesta con un número por casilla.
	Se debe marcar con una <b>X</b> o un <b>✓</b> , escogiendo una sola opción, con excepción de la sección de recomendaciones.

Elemento grafico	Indicaciones
	<p>Se debe utilizar texto para rellenar los espacios con este tipo de subrayado. En caso no existir respuesta se deberá rellenar con una línea el espacio en blanco.</p>

#### 4.4.8.2. Encabezado.

El encabezado del formulario (Fig. 4.2) llevará un número correlativo al formato para su identificación y almacenaje. Este número correlativo deberá venir impreso en el formulario. También contiene la asignación de color de bandera respectiva obtenida al finalizar la evaluación.

Formato N°:	<input type="text"/>	Clasificación de habitabilidad:	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
-------------	---	---------------------------------	----------------------------------	-----------------------	----------------------------------	-----------------------	----------------------------------	-----------------------

Figura 4.2: Encabezado.

#### 4.4.8.3. Identificación del edificio.

Dentro de la identificación del edificio se recolectan los datos que definen a la edificación como se muestra en la Figura 4.3.

<b>I. Identificación del edificio</b>	
Nombre del edificio: _____	
Dirección: _____	
Departamento: _____	Municipio: _____
Localidad: _____ <i>(pueblo/cantón/caserío/etc.)</i>	
Urbanización: _____ <i>(colonia/centro urbano/lotificación/etc.)</i>	
Otros: _____ <i>(numero/block/polígono/senda/lote/etc.)</i>	
Coordenadas: Norte: _____	Oeste: _____
Persona de contacto:	
Nombre: _____	
Teléfono/correo electrónico: _____	

Figura 4.3: Identificación de la edificación.

#### ❖ Nombre del edificio.

En el caso que la edificación posea nombre debe escribirse de manera completa, por ejemplo: Hospital Benjamín Bloom, Edificio de Medicina de la Universidad de El Salvador, etc.

#### ❖ Dirección.

El evaluador deberá escribir la dirección exacta de la edificación preferentemente la registrada en las oficinas del Centro Nacional de Registro (CNR), especificando el departamento, municipio, localidad y urbanización según datos registrados en el CNR.

#### ❖ Coordenadas.

Cuando sea posible serán obtenidas mediante el uso de Global Positioning System (GPS) y registradas en grados, minutos y segundos.

### ❖ Persona de Contacto.

Se colocará el nombre, teléfono y dirección de correo electrónico del dueño del edificio o la persona que solicita o acompaña la evaluación.

### 4.4.8.4. Descripción general del edificio.

En esta sección se recolecta la información en general referente al edificio para su respectivo registro según Figura 4.4.

II. Descripción general del edificio	
Uso del edificio: _____	Pisos: <input type="text"/> <input type="text"/> Sótanos: <input type="text"/> <input type="text"/>
Categoría de ocupación:	Ocupantes: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
<input type="radio"/> Edificios esenciales o peligrosos <input type="radio"/> Ocupación especial <input type="radio"/> Ocupación normal	Dimensiones:
Propiedad:	Frente: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> m
<input type="radio"/> Pública <input type="radio"/> Privada	Fondo: <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> m
	Altura de piso: _____ m

Figura 4.4: Descripción de la edificación.

### ❖ Uso de edificio.

El evaluador deberá escribir el uso actual en la mayoría de la edificación a evaluar, por ejemplo: Hospital, Oficinas, Hotel, etc. En caso existan múltiples usos en la edificación especificar el uso en el piso donde se realizará la inspección y describir en la sección de Comentarios la situación.

### ❖ Categoría de ocupación.

De acuerdo al uso la NTDS las edificaciones se clasifican a las edificaciones de la siguiente manera:

- Establecimientos Esenciales o Peligrosos: Son aquellas edificaciones que son necesarias para atender la emergencia después de un sismo.
- Edificios de ocupación especial: Son edificios que tengan niveles altos de ocupación o que requiera su uso inmediatamente después de un sismo.
- Edificios de ocupación normal: Son edificios con niveles bajos de ocupación.

En la Tabla 4.3 se correlaciona el uso de la edificación y la Categoría de ocupación de la NTDS.

Tabla 4.3: Usos de edificios según Categoría de ocupación (NTDS).

Categoría de ocupación	Uso del edificio
Establecimientos Esenciales o Peligrosos.	Salud: Hospital, Centros de salud y Clínicas. Servicios: Estación de bomberos y policiales, Centrales telefónicas y eléctricas. Educacional: Centros escolares, colegios e institutos. Almacenamiento de sustancias toxicas.
Edificios de Ocupación Especial	Oficinas: Edificios gubernamentales. Educacional especial: Universidades y Guarderías. Comercial: Mercados, Centros comerciales. (>3000 m <sup>2</sup> ) y Almacenes (>500 m <sup>2</sup> ). Esparcimiento: Estadios, Museos y Monumentos. Transporte: aeropuertos, puertos y terminales de buses.
Edificios de Ocupación Normal	Habitacional: Viviendas y Hoteles. Oficinas. Locales comerciales. Industrial: maquilas, industrias.

❖ **Número de pisos sobre el nivel del terreno y sótanos.**

El evaluador deberá especificar el número de niveles de la edificación, así como el número de sótanos según como se especifica en la Figura 4.5.

❖ **Ocupantes.**

En el caso de edificios de uso habitacional será el número de habitantes estimados, en otros usos será la cantidad de trabajadores y/o usuarios.

❖ **Dimensiones.**

Las dimensiones que se toman de una edificación son las indicadas en la Figura 4.6 y se describen a continuación:

- Frente: se define frente como el lado donde se encuentra la entrada principal a la edificación.
- Fondo: se define fondo como el lado perpendicular al lado de frente.
- Altura de piso: Distancia vertical desde la cara inferior de la losa de techo y la cara superior de la losa de piso.

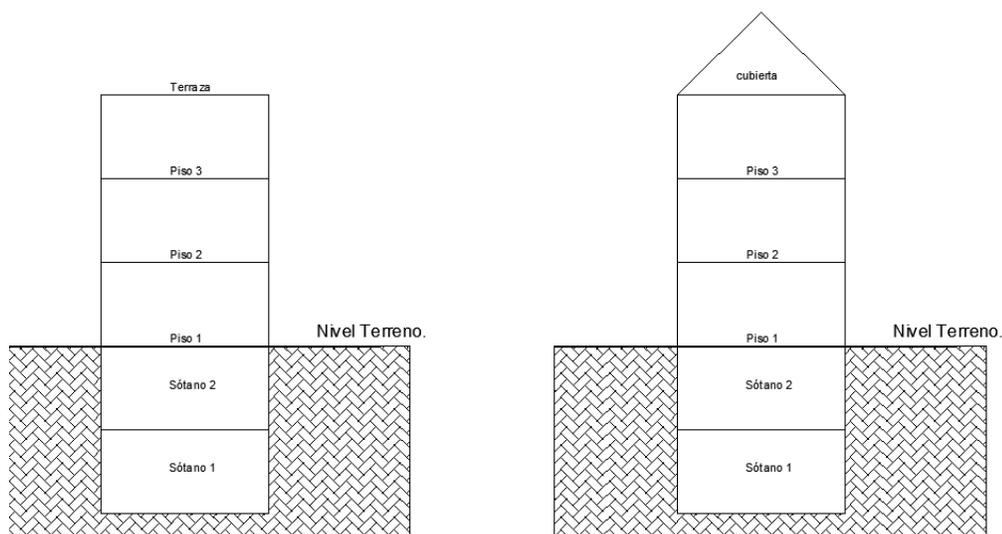


Figura 4.5: Esquema de número de pisos y sótanos.

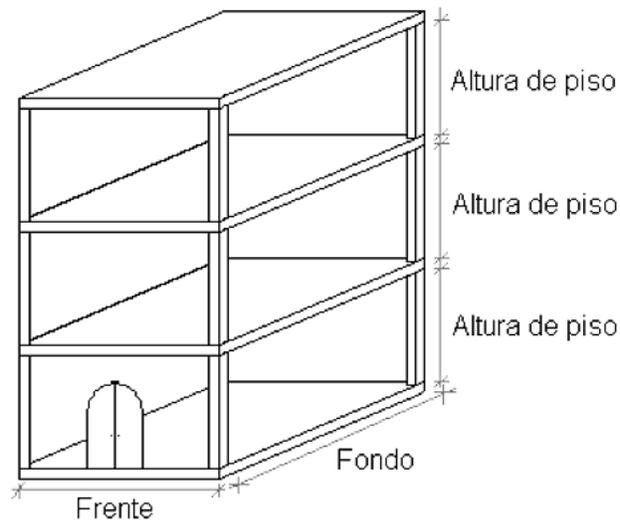


Figura 4.6: Dimensiones.

#### 4.4.8.5. Descripción estructural del Edificio.

La información se recoge de la forma mostrada en la Figura 4.7, llenando según corresponda.

III. Descripción estructural del edificio		
Regularidad en planta		
Geometría de la planta del edificio:		
<input type="radio"/> Regular	<input type="radio"/> Irregular	
Forma de distribución de las columnas/paredes:		
<input type="radio"/> Regular	<input type="radio"/> Irregular	
Número de ejes de simetría que posee la planta:		
<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> >1
¿Coincide el centro de masas con el centro de rigidez?		
<input type="radio"/> Si	<input type="radio"/> Casi	<input type="radio"/> No
Regularidad en elevación		
Geometría en elevación del edificio:		
<input type="radio"/> Regular	<input type="radio"/> Irregular	
Número de ejes de simetría que posee en elevación:		
<input type="radio"/> 0	<input type="radio"/> 1	<input type="radio"/> >1
Presencia de piso débil:		
<input type="radio"/> Si	<input type="radio"/> No	
Ubicación del edificio:		
<input type="radio"/> Esquina		
<input type="radio"/> Intermedio		
<input type="radio"/> Aislado		
Año de construcción:		
<input type="radio"/> <1966		
<input type="radio"/> 1966-1986		
<input type="radio"/> 1986-1996		
<input type="radio"/> >1996		
Topografía del terreno:		
<input type="radio"/> Planicie		
<input type="radio"/> Ladera		
<input type="radio"/> Rivera de río o lago		
<input type="radio"/> Fondo de valle		
<input type="radio"/> Costa		
<input type="radio"/> Deposito lacustre		
<input type="radio"/> Otro: _____		

Figura 4.7: descripción estructural de la edificación.

❖ **Irregularidad en planta y elevación.**

Ver secciones 2.5.3.2.1. y 2.5.3.2.2.

❖ **Ubicación del edificio.**

El evaluador deberá indicar si el edificio existente se encuentra en esquinas de la manzana o zonas intermedias.

❖ **Año de construcción.**

El evaluador deberá preguntar al dueño la edad aproximada de la edificación.

❖ **Topografía.**

En el Manual del Formato de Captura de datos para Evaluación estructural (México, 2011) se encuentran las siguientes configuraciones topográficas mostradas en la Figura 4.8, las cuales son retomadas para el formulario propuesto.

- Planicie: gran área de terreno plana, sin variaciones de pendiente considerables en su extensión.
- Ladera de cerro: declive lateral de un cerro, monte o montaña.
- Rivera río / lago: orilla de algún río o lago que puede ser susceptible de ser inundada o socavada por la acción del propio cuerpo de agua al que se halla cercana.
- Fondo de valle: espacio entre dos elevaciones poco distantes entre sí, fondo de algún cañón.

- Depósitos lacustres: terreno llano formado por la desecación ya sea natural o el relleno de material sólido transportado y depositado por ríos a cuerpos de agua interiores; lechos secos de antiguos ríos y lagos.
- Costa: orilla del mar y terreno que está cerca de ella; está expuesta a la acción del viento, mareas y oleaje.

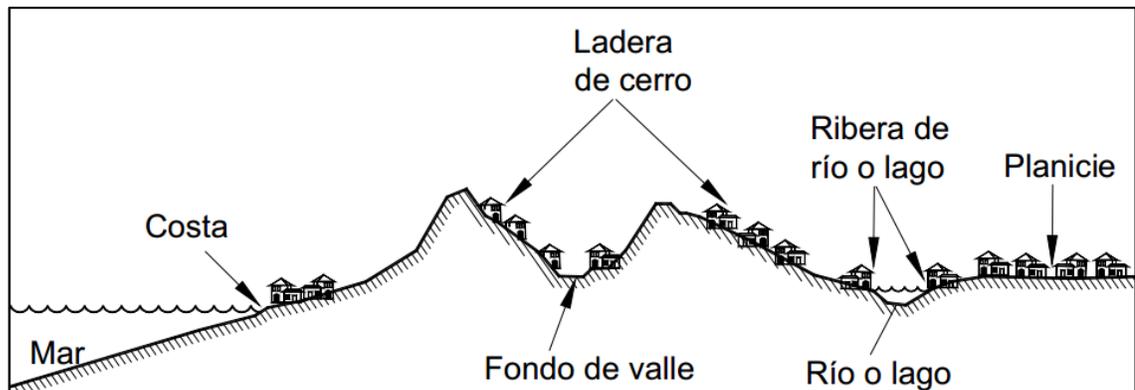


Figura 4.8: Configuraciones Topográficas. (Manual del Formato de captura de datos para la Evaluación estructural, México, 2011).

#### ❖ Sistema estructural.

El evaluador debe aplicar su conocimiento adquirido en experiencias previas para clasificar la edificación según la presentada en la NTDS (Fig. 4.9), las cuales fueron descritas en la sección 2.5.3.3.



El colapso parcial se define como aquella condición cuando algún elemento estructural resistente ha colapsado, pero no compromete la estabilidad global de la edificación y no representan peligro para los usuarios, por ejemplo, colapso de cocheras, habitaciones aisladas, etc.

❖ **Índice de condiciones exteriores y de suelo (IDCES).**

Para la determinación del índice de condiciones exteriores y de suelo se tomarán en cuenta los aspectos siguientes:

▪ **Inclinación del edificio o entrepiso**

El evaluador deberá asignar un valor entre 0 y 1 para determinar las condiciones de las edificaciones respecto a su inclinación sin que se considere el daño en la estructura resistente. Se asignará un valor de 0 para las edificaciones que no presentan inclinación aparente y un valor de 1 aquellas cuya inclinación es apreciable, como se muestra en la Figura 4.11.



Figura 4.11: Ejemplo de edificios con inclinación.

▪ **Fallas en las cimentaciones**

El evaluador deberá asignar un valor entre 0 y 1 para determinar las condiciones en las cimentaciones de las edificaciones (Zapatas, Vigas conectoras, pilotes, losas de fundación etc.). Se asignará un valor de 0 para las

edificaciones que no presentan fallas en sus cimentaciones y 1 para aquellas cuya cimentación presentan fallas.

- **Problemas geotécnicos en el entorno**

El evaluador deberá asignar un valor entre 0 y 1 para determinar las condiciones geotécnicas que afecten la estabilidad de las edificaciones de manera externa. Se asignará un valor de 0 para las edificaciones que no presentan fallas geotécnicas y un valor de 1 para aquellas que presenten inestabilidad de taludes, grietas, asentamientos y licuación del suelo cercano.

La obtención del IDCES se obtendrá de la suma de las respuestas de los numerales 1, 2 y 3 representados por **A**, **B** y **C**, es decir:

$$\text{Índice de condiciones exteriores y del suelo} = A + B + C$$

#### **4.4.8.7. Inspección interna: Daños estructurales.**

Cuando se determina por medio de la inspección externa que no existe riesgo de colapso y se tenga el permiso del propietario o encargado, se procederá a realizar la inspección interna.

Dentro de la estructura resistente existen elementos en los cuales sus daños se consideran críticos para la estabilidad de la edificación como se establece en la Tabla 4.4. La Tabla 4.5 muestra los porcentajes de influencia de los elementos estructurales en la estabilidad del edificio, los cuales se establecieron con la ayuda de expertos en ingeniería estructural (Carreño Tibaduiza, 2006). En dicha tabla las columnas y las paredes, de carga o no, son

las que tienen un mayor peso o influencia en la estabilidad de la estructura, seguidos por los nudos o conexiones para el caso del sistema de marcos.

Tabla 4.4: Influencia de los daños en elementos en la estabilidad de la edificación.

Tipología	Elementos	Influencia en la estabilidad
Marcos	Columnas	Crítico
	Nudos o conexiones	Crítico
	Vigas	No crítico
	Losas	No crítico
Paredes	Paredes	Crítico
	Losas	No crítico

Tabla 4.5: Porcentajes de influencia para los elementos estructurales según el tipo de edificio. (Carreño Tibaduiza, 2006)

Sistema estructural	Estructura vertical resistente				Vigas	Losas	$\Sigma$
	Columnas	Paredes de carga	Paredes	Nudos o Conexiones			
Marcos de concreto reforzado	46			25	19	10	100
Marcos de concreto reforzado + paredes			57	20	15	8	100
Mampostería confinada y reforzada		73				27	100
Marcos de acero	39			35	18	8	100

El levantamiento de daños se hará en el piso con mayor afectación con base a la cantidad de elementos (en porcentaje respecto al total de elementos en el piso) diferenciando para elementos críticos y no críticos.

Los grados de daño utilizados en el formulario son las mostradas en la sección 2.4.2.2.1. A continuación se retoman las mismas y se les agrega la abreviatura que se utiliza en el formulario para cada definición:

Tabla 4.6: Grados de daño para estructuras de mampostería.

Grados	Definición
G1	Algunas fisuras con ancho menor a 0.2 mm en muy pocas paredes y caída de pequeños trozos de revestimiento.
G2	Fisuración con anchos entre 0.2 a 1 mm en muchas paredes y caída de trozos grandes de revestimiento.
G3	Inicio del agrietamiento diagonal con anchos entre 1 mm y 3 mm en la mayoría de las paredes, algunas fisuras en columnas y vigas de confinamiento, pérdida del recubrimiento.
G4	Arietamiento diagonal severo, con anchos mayores a 3 mm, dislocación de piezas de mampostería.
G5	Desprendimiento de partes de piezas de mampostería, aplastamiento local de las piezas de mampostería, prolongación del agrietamiento diagonal de columnas y vigas de confinamiento con anchos mayores a 1 mm, desplome o inclinación de la pared. Colapso total del edificio.

Tabla 4.7: Grados de daño para estructuras de concreto reforzado.

Grados	Definición
G1	Algunas fisuras de ancho menor a 0.2 mm en las paredes y su base, caída del revestimiento de marcos.
G2	Grietas de 0.2 mm y 1 mm en vigas, columnas de marcos y en muros estructurales, caída de revestimientos frágiles.
G3	Grietas con anchos de 1 mm y 2 mm, en columnas y en juntas viga/columnas, en la base de los marcos y en las juntas de los muros acoplados. Desprendimiento de revestimiento de concreto, pandeo de la armadura de refuerzo y grandes grietas en paredes.
G4	Grandes grietas en elementos estructurales con daños por compresión y fractura de armaduras, falla en la armadura de las vigas, inclinación o colapso de columnas. Exposición de las barras de refuerzo.
G5	Degradación y aplastamiento del concreto, agrietamiento del núcleo y pandeo de las barras de refuerzo longitudinal.  Colapso de la planta baja o de partes del edificio.

Tabla 4.8: Grados de daño para estructuras de acero.

Grados	Definición
G1	Sin defectos visibles.

Grados	Definición
G2	Deformaciones menores en elementos casi imperceptibles
G3	Deformaciones perceptibles a simple vista, manifestación inicial de pandeo local de partes de elementos
G4	Pandeo local, fractura o alguna evidencia de daño en partes del elemento estructural fuera de zonas de posible formación en articulaciones plástica.
G5	Pandeo local, fractura o alguna evidencia de daños en secciones dentro de zonas de posible formación de articulaciones plásticas. Fractura de soldaduras, tornillos o remaches. Colapso total o casi total del edificio.

#### ❖ Índice de daño estructural (IDE).

Para la definición del índice de daño estructural, se inicia con el levantamiento de daños (Fig. 4.12) en los elementos considerados críticos. Cuando la sumatoria de los porcentajes de elementos con Grados de daño 3, 4 y 5 en columnas/paredes o nudos/conexiones es mayor o igual al 50 % se procede la elección de una de las condiciones mostradas en la Figura 4.13, diferenciándose para pisos superiores e inferiores, obteniendo el valor de **D**, de lo contrario se procede con el levantamiento de daño de elementos considerados no críticos (Vigas y losas) según la Figura 4.14. De la misma manera, cuando la sumatoria de los porcentajes de elementos con Grados de

daño 3, 4 y 5 en vigas o losas es mayor o igual al 50 % se procede la elección de una de las condiciones mostradas en la Figura 4.15 obteniendo el valor de **E**, pero por el contrario cuando no se cumple la condición antes mencionada se procede a la elección de una de las condiciones mostradas en la Figura 4.16 obteniendo el valor de **F**.

El párrafo anterior ha sido resumido en las Figuras 2.17 a 2.19 para edificios de sistema de marcos y en las Figuras 2.20 y 2.21 para edificios de sistema de paredes.

**V. Inspección interna.** *La inspección interna se debe realizar en el piso con mayor nivel de daño*

Nº de piso con mayor daño:

Índice de daño estructural *D o E o F*

**Evaluación en estructura vertical portante:**

Grados de daño	Sin daño	Daños leves		Σ	Daños importantes			Σ	Σ
		G1	G2		G3	G4	G5		
% de elementos dañados									
Columnas/Paredes									= 100%
Nudos/Conexiones									= 100%

Figura 4.12: Levantamiento de daños para estructura vertical portante considerados elementos críticos.

Si  $G3 + G4 + G5 \geq 50\%$  para C/P o N/C *D*

Marcos	Paredes	ID*	ID**
G3 en C/P $\geq 50\%$ o G3 + G4 en N/C $\geq 50\%$	G3 en Paredes $\geq 50\%$	3	2
G3 + G4 en C/P $\geq 50\%$ o G5 en N/C $\geq 50\%$	G3 + G4 en Paredes $\geq 50\%$	4	3
G5 en C/P $> 50\%$	G5 en Paredes $> 50\%$	5	4

*\* para pisos inferiores/ \*\*para pisos superiores.  
Cuando  $G3 + G4 + G5 \geq 50\%$  no es necesario continuar la inspección de elementos estructurales.*

Figura 4.13: Índice de daño estructural definido con daños en elementos considerados críticos.

Si  $G3 + G4 + G5 < 50\%$  para C/P o N/C

**Evaluación en estructura colectora de carga**

Grados de daño	Sin daño	Daños leves		$\Sigma$	Daños importantes			$\Sigma$	$\Sigma$
		G1	G2		G3	G4	G5		
% de elementos dañados									
Vigas									= 100%
Losas									= 100%

Figura 4.14: Levantamiento de daños para estructura vertical portante considerados elementos no críticos.

Si  $G3 + G4 + G5 \geq 50\%$  para Vigas o Losas E

Marcos	Paredes	ID
G3 en Vigas $\geq 50\%$ o G3 + G4 en Losas $\geq 50\%$	G3 en Losas $\geq 50\%$	2
G3 + G4 en Vigas $\geq 50\%$ o G5 en Losas $\geq 50\%$	G3 + G4 en Losas $\geq 50\%$	3
G5 en Vigas $> 50\%$	G5 en Losas $> 50\%$	4

Figura 4.15: Índice de daño estructural definido con daños en elementos considerados no críticos, cuando  $G3 + G4 + G5 \geq 50\%$  en vigas o losas.

Si  $G3 + G4 + G5 < 50\%$  para Vigas o Losas F

Marcos	Paredes	ID
Sin daño $\geq 50\%$		0
G1 en Vigas $\geq 50\%$ o G2 en Losas $\geq 50\%$	G1 + G2 en Losas $\geq 50\%$	1
G2 en Vigas $\geq 50\%$	G2 en Losas $\geq 50\%$	2

Figura 4.16: Índice de daño estructural definido con daños en elementos considerados no críticos, cuando  $G3 + G4 + G5 < 50\%$  en vigas o losas.

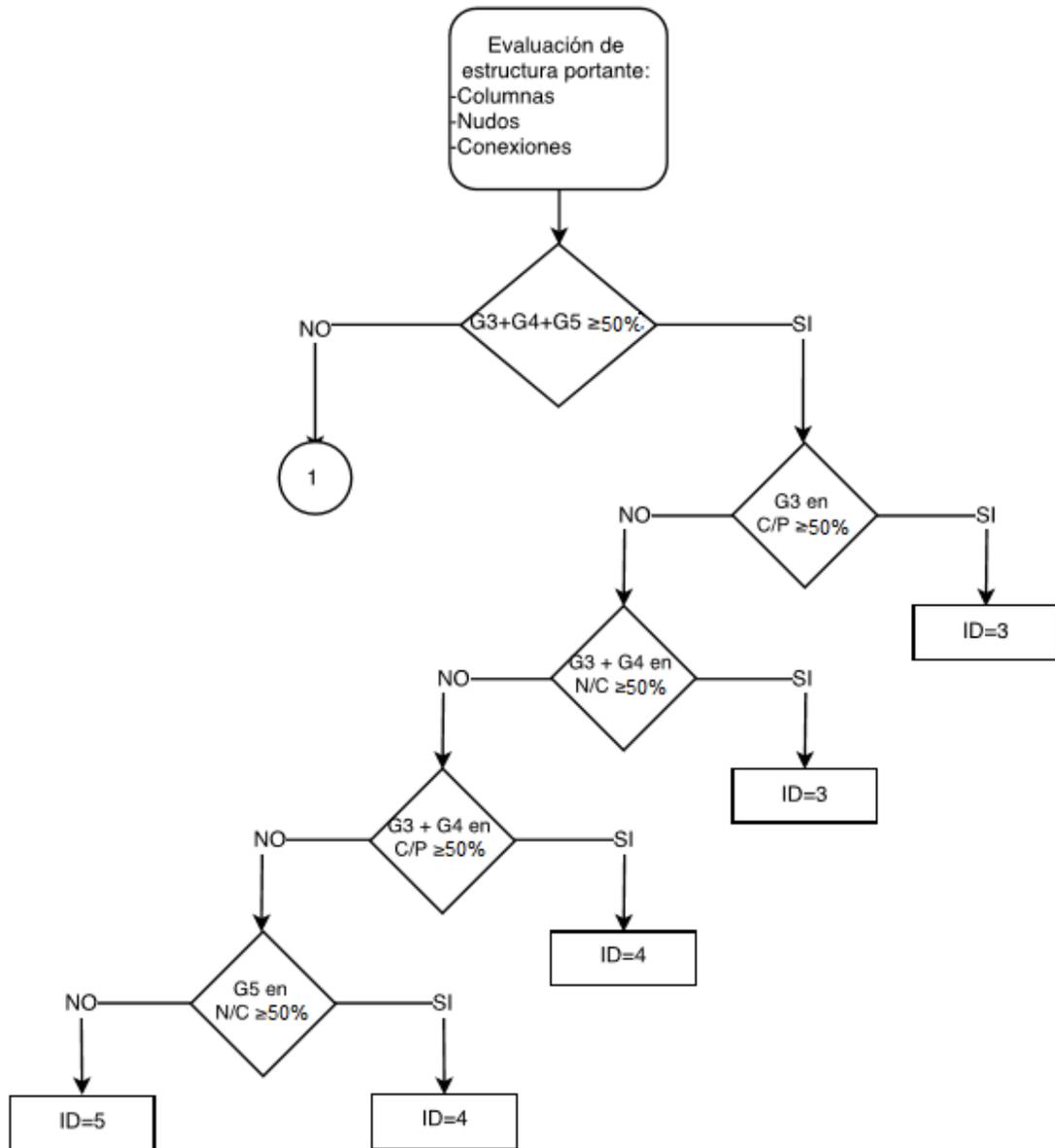


Figura 4.17: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de marcos. (1/3)

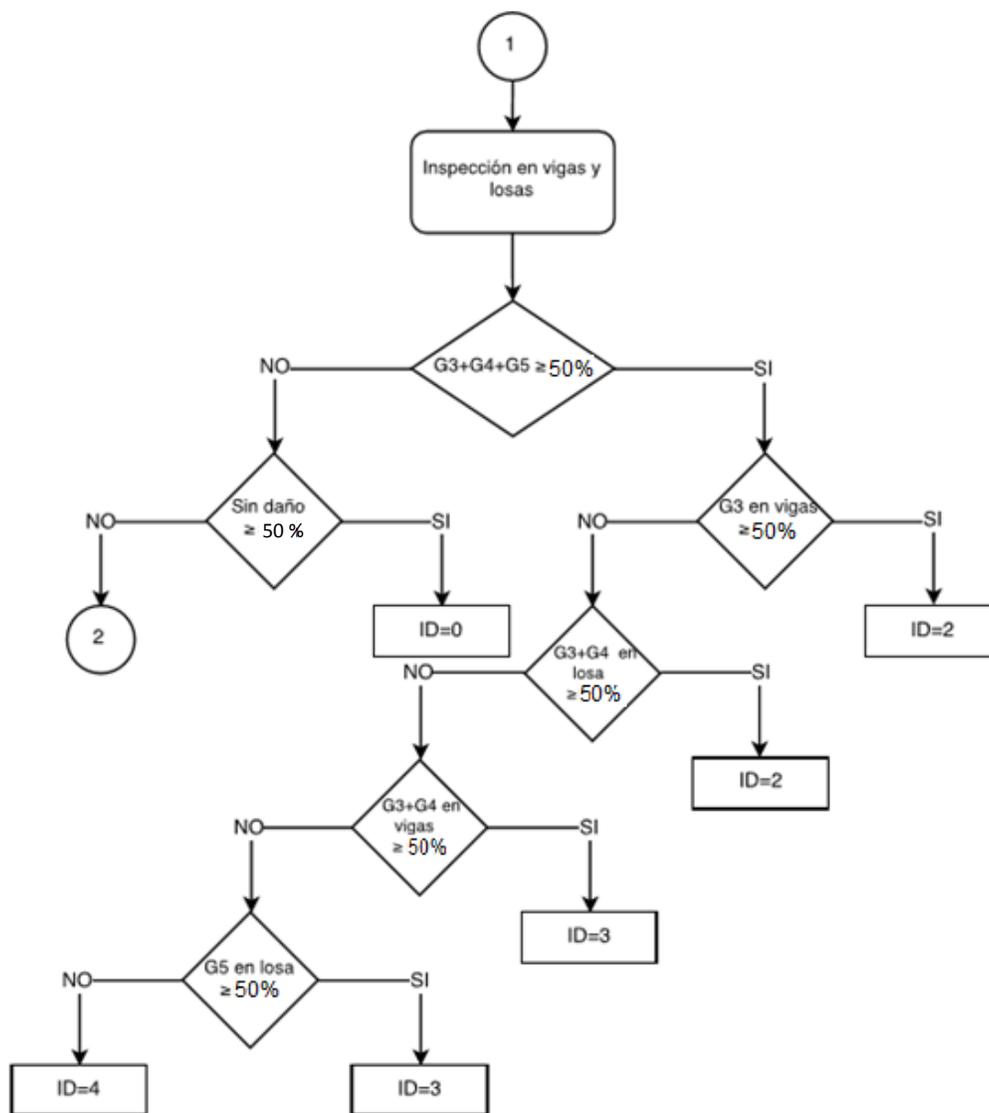


Figura 4.18: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de marcos. (2/3)

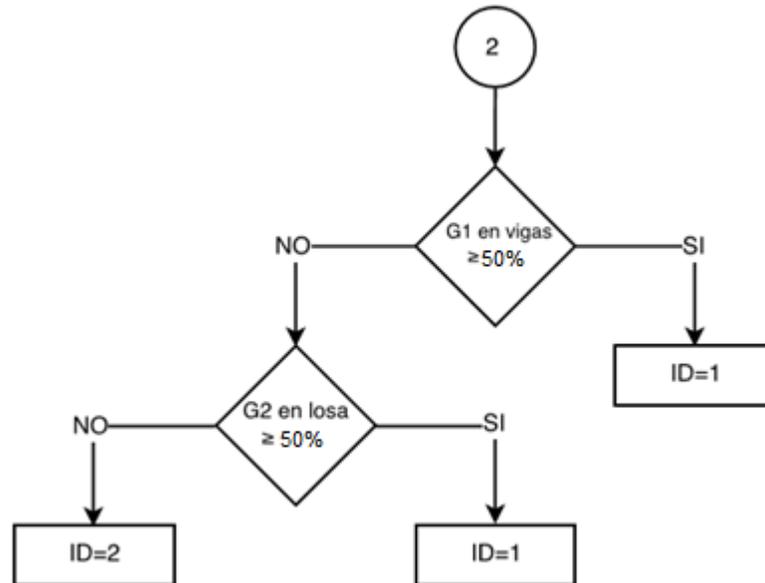


Figura 4.19: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de marcos. (3/3)

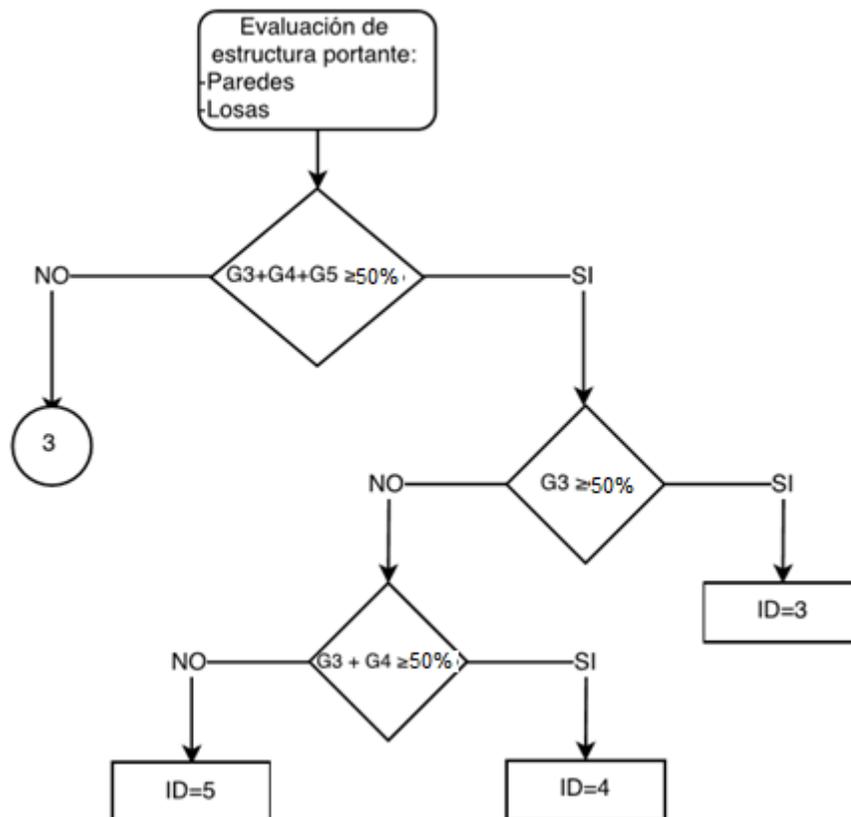


Figura 4.20: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de paredes. (1/2)

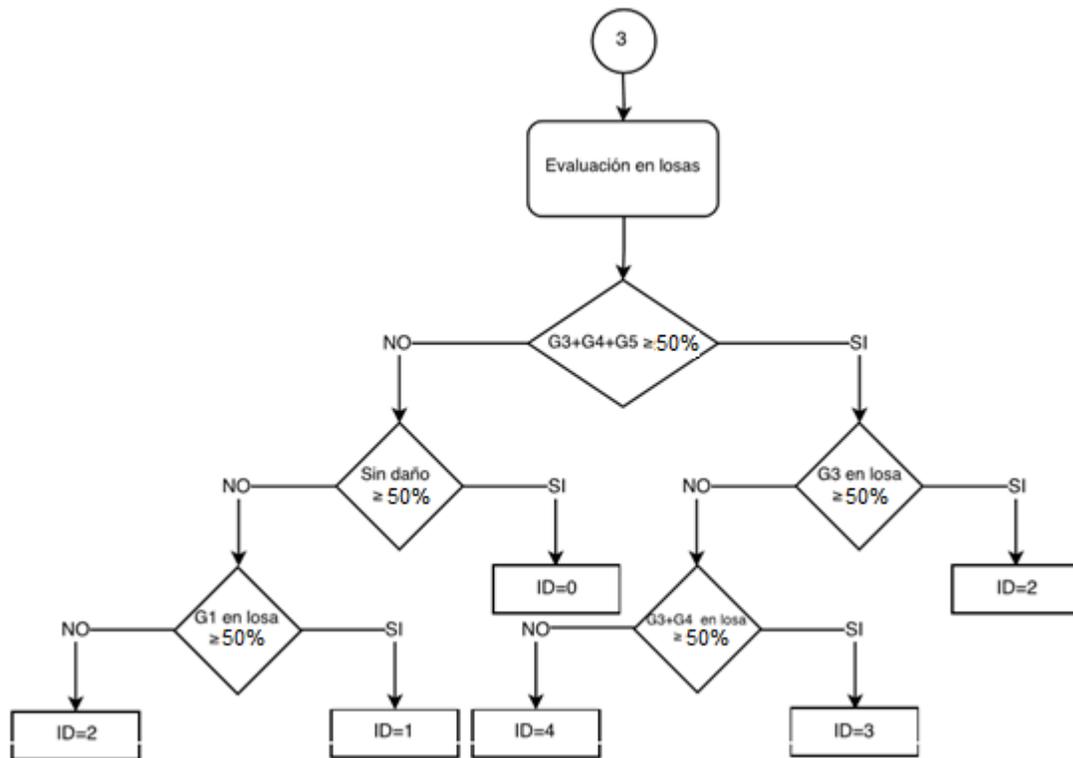


Figura 4.21: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño estructural para edificios con sistema de paredes. (2/2)

#### 4.4.8.8. Inspección interna: Daños no estructurales y en instalaciones.

##### ❖ Índice de daño no estructural (IDNE).

Para la definición del índice de daño no estructural, se inicia con el levantamiento de daños (Fig. 4.22) en los elementos considerados no estructurales, con los cuales se procede a la elección de una de las condiciones mostradas en la Figura 4.23 obteniendo el valor de **G** y **H**.

En la Figura 2.24 se muestra un flujograma con el procedimiento a seguir para establecer el Índice de daño no estructural.

Índice de daño no estructural										G o H
Grados de daño	Daños leves			$\Sigma$	Daños importantes			$\Sigma$	$\Sigma$	
	Sin daño	G1	G2		G3	G4	G5			
	% de elementos dañados									
Paredes fachada									= 100%	
Paredes divisorias									= 100%	
Escaleras									= 100%	
Cielos rasos									= 100%	
luminarias									= 100%	
Cubierta									= 100%	
Instalaciones									= 100%	
Soporte de tanque									= 100%	

Figura 4.22: Levantamiento de daños no estructurales y en instalaciones.

	ID	
G3 + G4 + G5 < 50 % para paredes divisorias, de fachada, escaleras, cielos rasos, luminarias, cubierta, instalaciones o soporte.	1	G
G3 + G4 + G5 ≥ 50 % para paredes divisorias, de fachada, escaleras, cielos rasos, luminarias, cubierta, instalaciones o soporte.	2	H

Figura 4.23: Definición de Índice de daño no estructural.

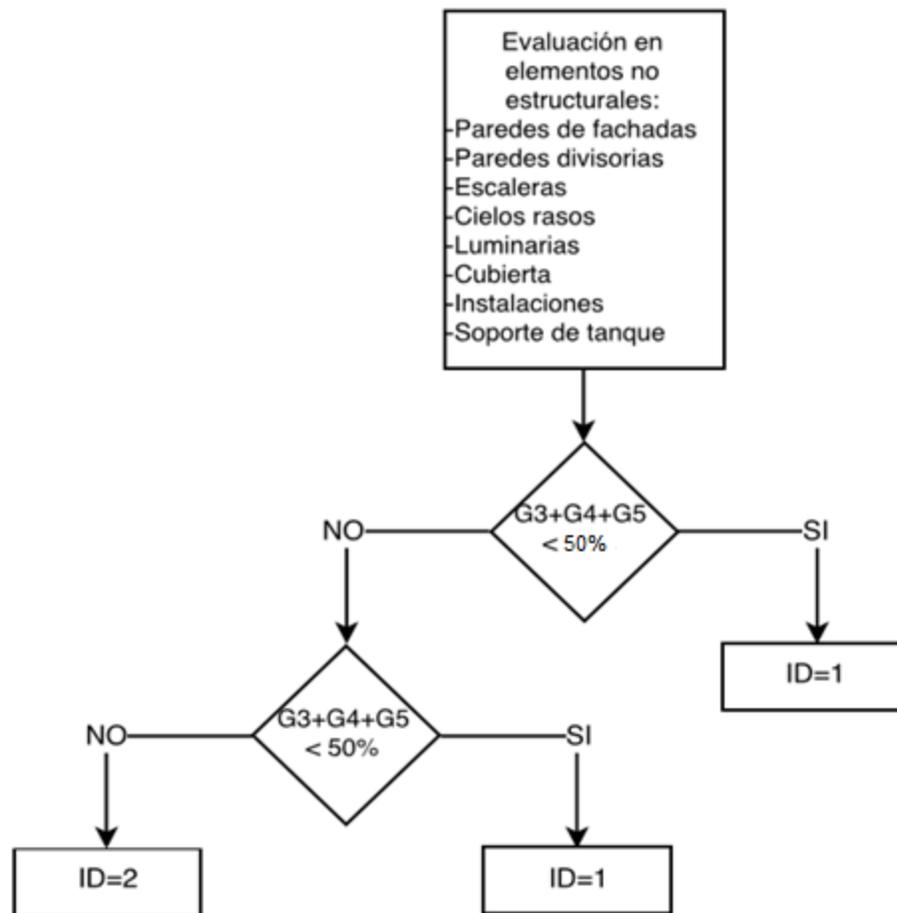


Figura 4.24: Flujograma del procedimiento para la obtención del índice de daño no estructural.

#### 4.4.8.9. Daños en el edificio: Índice de daño.

En las siguientes secciones se describe el procedimiento necesario para determinar el estado de la edificación obtenida de la evaluación postsísmica y declarar el color de bandera que define el nivel de daño de esta y así determinar sus conclusiones y recomendaciones para finalizar el proceso de evaluación.

Para la obtención del índice de daño (ID) se tomarán los valores de índices de daños estructural y no estructural obtenidos en la inspección interna.

En la Figura 4.25 en el lado de las columnas se ubica el valor obtenido en el índice de daño estructural y el lado de las filas el valor de índice de daño no estructural, se debe trazar una línea tanto para las filas y columnas y el punto de intercepción indicara el índice de daño global.

Por ejemplo: si se tiene un índice de daño estructural de 3 y un índice de daño no estructural de 2, el punto de intercepción indica un índice de 4 como se muestra en la Figura 4.26.

VI. Daños en el edificio: Índice de daño (ID)					
Índice de daño no estructural	Índice de daño estructural				
	≤ 1	2	3	4	5
≤ 1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	5

Figura 4.25: Índice de daño y estado de la edificación.

VI. Daños en el edificio: Índice de daño (ID)					
Índice de daño no estructural	Índice de daño estructural				
	≤ 1	2	3	4	5
≤ 1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	5

punto de intercepción

—

Figura 4.26: Ejemplo para la obtención del Índice de daño.

#### 4.4.8.10. Estado del edificio: Clasificación de habitabilidad.

La determinación del estado final del edificio es la relación entre el índice de daño obtenido en la matriz anterior y el índice de daño de condiciones externas y de suelo obtenidas en la sección IV, en la Figura 4.27 se plotea en el lado de las columnas el valor obtenido en el índice de daño y el lado de las filas

el valor de índice de daño de condiciones externas, se debe trazar una línea tanto para las filas y columnas y el punto de intersección indicara el color de bandera de advertencia.

Siguiendo el ejemplo anterior se tiene un índice de daño de 4 y un índice de daño de condiciones existentes y de suelo de 2 el punto de intersección entre las líneas indica un color de bandera de advertencia de rojo y el estado de daño de 5 como se muestra en la Figura 4.28.

VII. Estado del edificio: Clasificación de habitabilidad.					
Índice de daño de condiciones externas y del suelo	Índice de daño				
	1	2	3	4	5
≤ 1	●	▲	▲	■	■
2	▲	▲	■	■	■
3	▲	■	■	■	■

Figura 4.27: Estado del edificio: Índice de daño vrs Índice de daño de condiciones externas y del suelo.

VII. Estado del edificio: Clasificación de habitabilidad. punto de intersección					
Índice de daño de condiciones externas y del suelo	Índice de daño				
	1	2	3	4	5
≤ 1	●	▲	▲	■	■
2	▲	▲	■	■	■
3	▲	■	■	■	■

Figura 4.28: Ejemplo de procedimiento de obtención de Estado del edificio.

Finalmente se deberá concluir y recomendar sobre la evaluación, de manera sistemática y ordenada. La tabla mostrada en la Figura 4.29 ayudará a los evaluadores sobre el tipo de recomendaciones y conclusiones que se deben proporcionar en el informe final. Las definiciones de las banderas se basaron en

el Manual de Evaluación Post - Sísmica de Edificaciones de El Salvador, preparado por la Dirección General de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO.

BANDERA	DESCRIPCIÓN
	Los daños en los elementos estructurales son mínimos por lo que la capacidad original para resistir cargas no presenta disminución significativa. No representa peligro para las personas y pueden ser utilizadas inmediatamente o luego de realizar reparaciones.
	Se han encontrado daños estructurales y no estructurales que representan riesgos para que la edificación pueda ser habitada. La entrada a la edificación es permitida solamente con fines de emergencia y únicamente bajo su propio riesgo. No se permite su uso, por lo que deberán ser evacuadas inmediatamente y no podrán ser utilizadas antes de su reparación y/o reforzamiento determinada por medio de una inspección detallada.
	La edificación se encuentra seriamente dañada e insegura para ser habitada. Su capacidad para resistir cargas es baja y existe el riesgo de un posible colapso ante réplicas del sismo principal. La entrada al inmueble está prohibida. El ingreso a la edificación no es permitida debido a su inseguridad, excepto por las autoridades.

Figura 4.29: Clasificación de Habitabilidad.

#### 4.4.8.11. Recomendaciones.

Cuando los problemas geotécnicos evaluados durante la inspección externa se consideren importantes debe indicarse según Figura 4.30 que se recomienda realizar una evaluación detallada de problemas geotécnicos.

Se debe indicar según Figura 4.30 que se recomienda una evaluación detallada de daños estructurales cuando durante la inspección interna existan Grados de daño 3, 4 y 5 en uno o más elementos estructurales críticos o no críticos.

<b>VIII. Recomendaciones.</b>	
Se recomienda una evaluación detallada de:	
<input type="radio"/> Problemas geotécnicos	<input type="radio"/> Daños estructurales

Figura 4.30: Recomendaciones: Evaluación detallada.

Con base a la inspección externa e interna, indicar según Figura 4.31 la intervención de las autoridades es necesario en algunas de las siguientes situaciones:

- ❖ Protección civil: necesidad de trasladar personas afectadas a albergues.
- ❖ PNC-Ejercito: necesidad de resguardar edificaciones colapsadas parcialmente con riesgo de sufrir delincuencia.
- ❖ Policía de Transito: obstrucción de vías de transporte por escombros.
- ❖ Bomberos/entidades de rescate: probabilidad de personas o animales soterrados bajo escombros de edificios colapsados.

Se recomienda intervención de:	
<input type="radio"/> Protección Civil.	<input type="radio"/> Policía de transito.
<input type="radio"/> PNC-Ejercito.	<input type="radio"/> Bomberos/entidades de rescate.

Figura 4.31: Recomendaciones: Intervención de autoridades.

En la Figura 4.32 se muestra una zona para comentarios que surjan durante la inspección y para recomendaciones adicionales que pueda dar la comisión.

Comentarios: _____
_____
_____
Recomendaciones: _____
_____
_____
_____

Figura 4.32: Recomendaciones: Comentarios y recomendaciones adicionales.

Al terminar esta sección el evaluador puede seleccionar y llenar el rótulo según el color de bandera seleccionado, mostrado en el Anexo 10. El rótulo deberá colocarse en cada una de las entradas principales de la edificación.

#### **4.4.8.12. Croquis e información de los inspectores.**

- ❖ Croquis: esquema de ubicación de la edificación, indicando el norte y las vías principales de acceso (Fig. 4.33).
- ❖ Esquema de elevación y planta: esquemas sin escala de la forma en planta y en elevación de la edificación, indicando vanos, piso débil, etc (Fig. 4.33).
- ❖ Información de los inspectores: se requiere el nombre completo, firma, teléfono y correo electrónico de los inspectores: evaluador y auxiliar (Fig. 4.34).
- ❖ Información de la inspección: se requiere la fecha en formato 01/feb/17, con y la hora en formato de 24 horas (Fig. 4.34).
- ❖ Personas que recibieron: se requiere el nombre completo y firma de los supervisores y coordinadores que recibieron el formulario (Fig. 4.34).

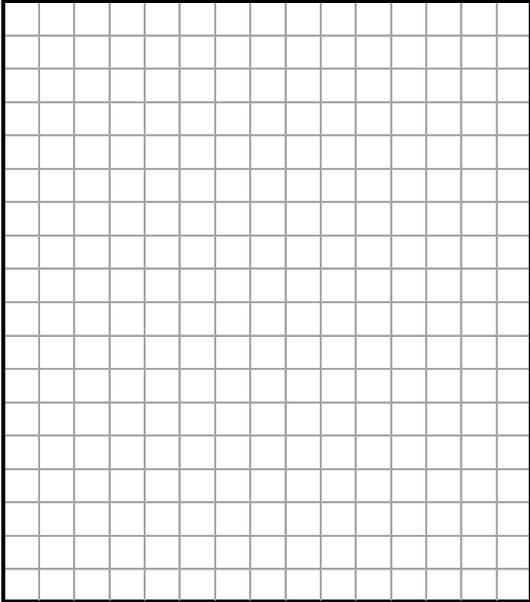
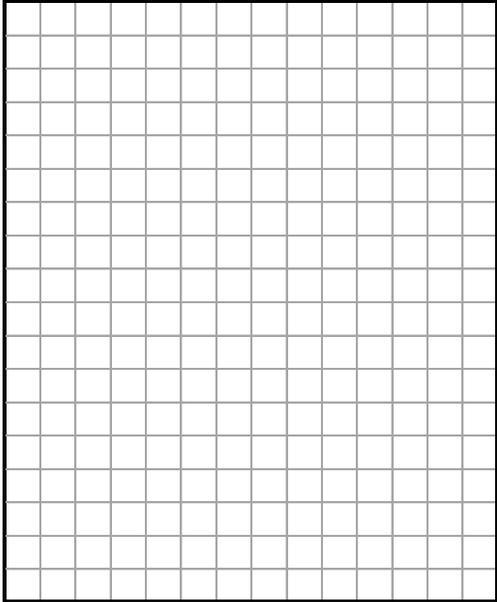
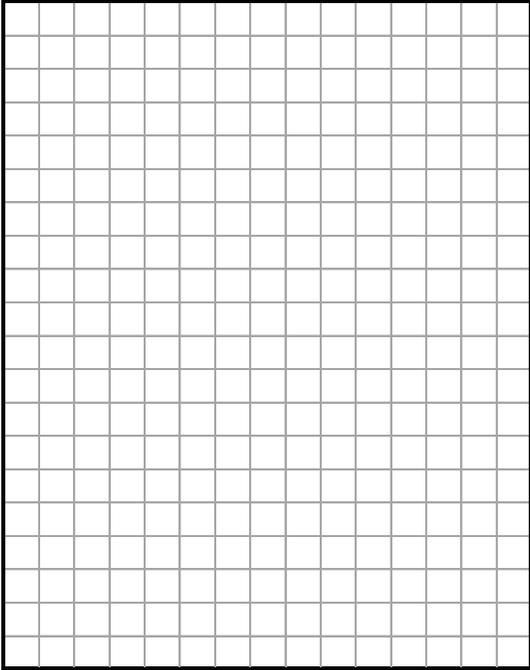
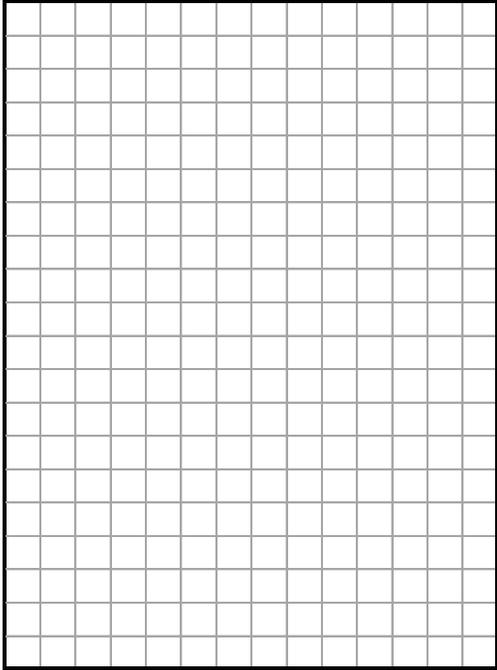
Esquema enplanta.	Croquis de ubicación.
	
Esquema en elevación: Vista frontal.	Esquema en elevación: Vista lateral.
	

Figura 4.33: Croquis de ubicación, esquema de elevación y planta e información de los inspectores.

<b>Información de los inspectores e inspección:</b>	
Evaluador: _____	F. _____
Teléfono/correo: _____ - _____ / _____	
Auxiliar: _____	F. _____
Teléfono/correo: _____ - _____ / _____	
Auxiliar: _____	F. _____
Teléfono/correo: _____ - _____ / _____	
Fecha: _____ / _____ / _____	
Hora de inicio: _____ : _____ (Formato 24 horas)	Duración: _____ : _____
Supervisor que recibió: _____	F. _____
Coordinador que recibió: _____	F. _____

Figura 4.34: información de los inspectores, inspección y persona que recibió el formulario.

*CAPÍTULO 5 : CONCLUSIONES  
Y RECOMENDACIONES.*

---

### 5.1. Conclusiones.

- ❖ La propuesta de metodología de inspección de daños presentada, se fundamenta en metodologías de inspección simplificada de daños postsismo en edificaciones, aplicadas en países con alto grado de actividad sísmica y que a la vez provocan daños constantes en sus estructuras.
- ❖ Las tipologías de daño esperadas se definieron según los Grados de Daños propuestos por la Escala Macro Sísmica Europea (EMS-98), los cuales clasifican las tipologías de daño para los principales materiales utilizados en la construcción.
- ❖ La metodología propuesta en el trabajo de graduación representa una contribución en el área de evaluación de daños postsísmicos en el país, con el fin de estandarizar los criterios y procedimientos utilizados en la clasificación de habitabilidad de una edificación, para que se propicie la correcta toma de decisiones, por parte de las autoridades correspondientes, de desalojar áreas con niveles de riesgo que amenacen la seguridad de las personas; así como proporcionar información rápida y veraz sobre la magnitud y extensión de los daños.
- ❖ Los métodos cuantitativos en la evaluación de daños proveen resultados más objetivos e imparciales, comparados con los métodos cualitativos, por ello dentro de la metodología se utiliza el concepto de

índice de daño para establecer el estado final de la estructura después de un sismo. El índice de daño es obtenido a través de la ponderación de características y condiciones de la estructura según su incidencia en el estado final de estructura después de un sismo.

## **5.2. Recomendaciones.**

- ❖ Se recomienda que las autoridades pertinentes conformen un Comité de Evaluadores, el cual adopte la metodología propuesta para realización de inspecciones de daños después de un sismo en edificaciones. El Comité de Evaluadores dentro de su organización debe conformar un Sub-Comité Técnico el cual se encargara de actualizar y modificar la metodología. Además, es necesario que se cree y actualice continuamente un listado de profesionales y estudiantes, que hayan recibido anteriormente una capacitación, para integrar las comisiones de inspecciones de daños postsísmicos, a fin, que cuando ocurra la emergencia se tenga la información inmediata para la conformación de las comisiones.
- ❖ A fin de facilitar el proceso de inspección de daños, se recomienda realizar un proceso sistematizado digital, el cual luego de ingresar la información, devuelva la clasificación de habitabilidad, y que además, asigne el color de bandera, según la clasificación de habitabilidad, mostrando en un mapa digital con acceso público, para que las

autoridades y personas en general puedan conocer las zonas con mayor afectación

- ❖ En caso que las inspecciones se realicen con el formato en papel, se recomienda que posteriormente se digitalice la información con el objetivo de evitar la pérdida o distorsión de la información.

---

## *REFERENCIAS*

---

- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2001). *Manual de construcción, evaluación y rehabilitación sismo resistente de viviendas de mampostería*. Colombia.
- Bommer, J., Salazar, W., & Samayoa, R. (1998). *Riesgo sísmico en la Region Metropolitana de San Salvador*.
- Bonett Díaz, R. L. (2003). *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada*. Universitat politécnica de Catalunya, Barcelona, España.
- Carreño Tibaduiza, M. L. (2006). *Técnicas innovadoras para la evaluación del riesgo sísmico y su gestión en centros urbanos: Acciones ex ante y ex post*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Carreño Tibaduiza, M. L., Cardona, O. D., & Barbat, A. H. (2005). *Evaluación "ex-post" del estado de daño en edificios afectados por un terremoto*.
- CEPAL. (1986). *El terremoto de 1986 en San Salvador: daños, repercusiones y ayuda requerida*.
- CEPAL. (2001). *El terremoto del 13 de enero de 2001 en El Salvador. Impacto socioeconómico y ambiental*.
- Choto Nova, C. A. (2008). *Evaluación de las aceleraciones pico efectivas del espectro de diseño sísmico de la NTDS-94 a partir de espectros de*

*respuesta generados con datos registrados en El Salvador durante los sismos de 1982, 1986 y 2001.* Universidad de El Salvador.

Giner Robles, J. L., Pérez López, R., Martínez Díaz, J. J., Rodríguez Pascua, M. Á., & González Casado, J. (2008). *Modelo cinemático actual de la Placa Caribe con la confluencia con la Placa Norteamericana y la Placa de Cocos.* Madrid, España.

Granados Mejía, E. A., & Lemus Hernández, M. A. (2003). *Evaluación de daños típicos de edificaciones en el Área Metropolitana de San Salvador ante los sismos ocurridos en 1986 y 2001.* Universidad de El Salvador.

Hurtado, E. (2014). *Fichas de lesiones típicas de daños por terremotos en inmuebles.* Chile.

Marshall, W., & Nelson, H. (1995). *Estructuras.* México DF: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

McCormac, J. C., & Csernak, S. F. (2012). *Diseño de estructuras de acero.* Mexico: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Mena Hernández, U. (2002). *Evaluación del riesgo sísmico en zonas urbanas.* Universitat Politècnica de Catalunya, España.

- Ministerio de Construcción del Japón. (2001). *Norma para la Evaluación del nivel de daño por Sismo en Estructuras y Guía Técnica de Rehabilitación*. México.
- Moisa, A. M., & Romano, L. E. (1995). El terremoto de 1986 en San Salvador: Analisis de la respuesta. *Desastres y Sociedad*, 15.
- Muñoz M., H. A. (2001). *Evaluación y diagnóstico de las estructuras en concreto*. Bogotá D.C.
- Musson, R. M. (2009). *New Manual of Seismological Observatory Practice*. Potsdam: Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ.
- Najarro Galvez, C. V. (2008). *Metodología para la evaluación de daños en edificios post-sismo*. Universidad de El Salvador .
- Pérez Valcárcel, J. B. (1994). *Patología de estructuras de hormigón armado*. España.
- Ugalde, A. (2009). *Terremotos: Cuando la Tierra tiembla*. Madrid: CSIC.
- UNDAC. (2010). *Evaluación de la Capacidad Nacional para la Respuesta a Emergencias*. El Salvador.
- Vásquez Martínez, A., & Díaz López, O. J. (2011). Daño en sistemas estructurales de varios niveles. Aguascalientes.

---

# *ANEXOS*

---

---

# *ANEXO 1*

---

## *“Formulario de Evaluación Única”*

*Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos (ASIA),*

*El Salvador.*

Guía Técnica para la Inspección de Edificaciones despues de un Sismo				
<b>Formulario Número:</b> _____				
<b>Inspección de la Edificación:</b>			<b>Clasificación de Habitabilidad:</b>	
Exterior e interior	No se pudo entrar		Verde	Amarillo
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>1.0- Identificación de la Edificación:</b>				
Nombre del Edificio: _____				
Dirección: _____				
ciudad: _____		Municipio: _____	Departamento: _____	
Persona de Contacto: _____				
Coordenadas: _____				
1.1- Uso Predominante:	1 Residencial	<input type="checkbox"/>	7 Industrial	<input type="checkbox"/>
	2 Comercial	<input type="checkbox"/>	8 Gubernamental	<input type="checkbox"/>
	3 Educacional	<input type="checkbox"/>	9 Estacionamiento	<input type="checkbox"/>
	4 Salud	<input type="checkbox"/>	10 Bodega	<input type="checkbox"/>
	5 Hotel	<input type="checkbox"/>	11 Entretenimiento	<input type="checkbox"/>
	6 Oficinas	<input type="checkbox"/>	12 Otros: _____	
1.2- Número de Niveles: _____				
Sótanos:	Si	<input type="checkbox"/>	Número: _____	No <input type="checkbox"/>
1.3- Dimensiones aproximadas de la Edificación: Frente: _____ (mt) Fondo _____ (mt)				
<b>2.0- Descripción de la Estructura</b>				
<b>Sistema Estructural</b>				
Concreto Reforzado:	Marcos	Paredes Estructurales	Sistema Dual	Prefabricados
	2.01 <input type="checkbox"/>	2.02 <input type="checkbox"/>	2.03 <input type="checkbox"/>	2.04 <input type="checkbox"/>
Mampostería:	Confinada	Reforzada	No reforzada	Mixto
Bloque concreto	2.05 <input type="checkbox"/>	2.06 <input type="checkbox"/>	2.07 <input type="checkbox"/>	2.08 <input type="checkbox"/>
	Confinada	Reforzada	No reforzada	Mixto
Ladrillo de barro	2.09 <input type="checkbox"/>	2.10 <input type="checkbox"/>	2.11 <input type="checkbox"/>	2.12 <input type="checkbox"/>
Acero:	Marcos Arriostrados	Marcos No Arriostrados	Marcos Industriales	
	2.12 <input type="checkbox"/>	2.13 <input type="checkbox"/>	2.14 <input type="checkbox"/>	
Adobe:	Paredes	Bahareque	Paredes	
	2.15 <input type="checkbox"/>		2.16 <input type="checkbox"/>	
Madera:	Marcos			
	2.17 <input type="checkbox"/>			
Marco de concreto	combinado con paredes de mamposteria			
	2.18 <input type="checkbox"/>			
Tapiales:	Adobe	Mampostería de barro reforzado	Bloque reforzado	
	2.19 <input type="checkbox"/>	2.20 <input type="checkbox"/>	2.21 <input type="checkbox"/>	
Otro Sistema:	_____			

**Año de Construcción:**  
 Antes de 1966     Entre 1966 -1974     Entre 1975 -1986     Entre 1986-2001   
 Después de 2001

**Sistema de Entrepiso:**  
 Concreto:    Losa densa     Losa nervada 1 dirección     Losa nervada 2 direcciones   
 Acero:        Metal Deck   
 Otro: \_\_\_\_\_

---

**3.0 Evaluación del Estado de la Edificación**

**3.1 Estado General de la Edificación**  
 Revisar la edificación en forma global para las condiciones señaladas a continuación y hacer las aclaraciones necesarias en la sección de comentarios:

<p>1. Existe Colapso:</p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Parcial <input type="checkbox"/></p> <p>Total <input type="checkbox"/></p>	<p>2. Desviación o inclinación de la edificación o de algún entpiso:</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>No se pudo determinar <input type="checkbox"/></p>	<p>3. Falla o Asentamiento de la cimentacion:</p> <p>Si <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>No <input type="checkbox"/></p>
--	--	--

**3.2 Daños en elementos Arquitectónicos**

<p>4. Muros de fachadas</p> <p>Ninguno <input type="checkbox"/></p> <p>Leve <input type="checkbox"/></p> <p>Moderado <input type="checkbox"/></p> <p>Fuerte <input type="checkbox"/></p> <p>Severo <input type="checkbox"/></p>	<p>5. Muros divisorios o particiones</p> <p>Ninguno <input type="checkbox"/></p> <p>Leve <input type="checkbox"/></p> <p>Moderado <input type="checkbox"/></p> <p>Fuerte <input type="checkbox"/></p> <p>Severo <input type="checkbox"/></p>	<p>6. Cielos rasos y luminarias</p> <p>Ninguno <input type="checkbox"/></p> <p>Leve <input type="checkbox"/></p> <p>Moderado <input type="checkbox"/></p> <p>Fuerte <input type="checkbox"/></p> <p>Severo <input type="checkbox"/></p>
<p>7. Cubierta</p> <p>Ninguno <input type="checkbox"/></p> <p>Leve <input type="checkbox"/></p> <p>Moderado <input type="checkbox"/></p> <p>Fuerte <input type="checkbox"/></p> <p>Severo <input type="checkbox"/></p>	<p>8. Escaleras</p> <p>Ninguno <input type="checkbox"/></p> <p>Leve <input type="checkbox"/></p> <p>Moderado <input type="checkbox"/></p> <p>Fuerte <input type="checkbox"/></p> <p>Severo <input type="checkbox"/></p>	

9. Instalaciones:

	Acueducto:	Alcantarillado:	Energía	Gas:	10. Tanques Elevados
Ninguno	<input type="checkbox"/>				
Leve	<input type="checkbox"/>				
Moderado	<input type="checkbox"/>				
Fuerte	<input type="checkbox"/>				
Severo	<input type="checkbox"/>				

**Problemas Geotécnicos**

<p>11. Falla en Talud o movimientos en masa</p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Puntual <input type="checkbox"/></p> <p>General <input type="checkbox"/></p>	<p>12. Asentamiento o Licuación</p> <p>No <input type="checkbox"/></p> <p>Puntual <input type="checkbox"/></p> <p>General <input type="checkbox"/></p>
--	--

Daños en Elementos Estructurales en el piso de mayor afectación					
Indique el nivel de entrepiso con el mayor daño: _____					
Indique el porcentaje de los elementos afectados según su grado de daño:					
	1 Ninguno	2. Leve	3.Moderado	4. Fuerte	5. Severo
13. Muros Mampostería	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
14. columnas o muros cortantes	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
15. Vigas	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
16. Nudos o puntos de conexión	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
17. Entrepisos	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Porcentaje de Daños Global de la Edificación					
Estimar el porcentaje de área afectada con relación al área total construida de la Edificación:					
	<b>Rango:</b>	<b>%</b>	<b>Clasificación Global del daño</b>		
	0%		Ninguno		
	0 - 10%		Leve		
	10 - 30%		Moderado		
	30 - 60%		Fuerte		
	60 - 100%		Severo		
	100%		Colapso Total		
Clasificación Global del daño y habitabilidad de la edificación					
	1 Ninguno	Habitable (Verde)			
	2 Leve	Habitable (Verde)			
	3 Moderado	Uso Restringido (Amarillo)			
	4 Fuerte	No habitable (Anaranjado)			
	5 Severo	Peligro de colapso (Rojo)			
Indique la clasificación del daño según la presente evaluación <input type="text"/>					
Existe una clasificación Previa? Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Cuál? _____					

Recomendaciones y medidas de Seguridad			
Se necesita visita especializada por aspectos:			
Estructurales: _____	Geotécnicos: _____	Servicios Públicos: _____	
<b>Medidas de Seguridad:</b>			
Restringir paso de peatones	<input type="checkbox"/>		
Evacuar parcialmente la Edificación	<input type="checkbox"/>		
Evacuar totalmente la Edificación	<input type="checkbox"/>		
Restringir tráfico Vehicular	<input type="checkbox"/>		
Apuntalar	<input type="checkbox"/>		
Demoler Elementos en peligro de caer	<input type="checkbox"/>		
Evacuar Edificaciones vecinas	<input type="checkbox"/>		
Desconectar 1. Energía 2. Gas 3. Agua	<input type="checkbox"/>		
Especifique lugares de la edificación que requieran la aplicación de las medidas de seguridad:			
<b>Recomendaciones</b>			
Se recomienda intervención de:			
Protección Civil	<input type="checkbox"/>		
Policía-Ejército	<input type="checkbox"/>		
Policia de Tránsito	<input type="checkbox"/>		
Bomberos-Entidades de rescate	<input type="checkbox"/>		
<b>Comentarios:</b>			
Ampliar la evaluación con observaciones que ayuden a darle claridad al formulario.			
Indicar los elementos donde los daños fueron más importantes. Amplie recomendaciones.			
Condiciones Pre-Existentes			
Calidad de la Construcción:	Posición de la Edificación en la manzana	Configuración en planta:	Configuración en Altura:
Buena <input type="checkbox"/>	Esquina <input type="checkbox"/>	Buena <input type="checkbox"/>	Buena <input type="checkbox"/>
Regular <input type="checkbox"/>	Intermedia <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>	Regular <input type="checkbox"/>
Mala <input type="checkbox"/>	Libre por un costado <input type="checkbox"/>	Mala <input type="checkbox"/>	Mala <input type="checkbox"/>
	Libre por dos costados <input type="checkbox"/>		
Configuración Estructural:	Hay indicios de daños por Sismos anteriores?	Hubo reparación?	
Buena <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	Si <input type="checkbox"/>	
Regular <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	No <input type="checkbox"/>	
Mala <input type="checkbox"/>			
<b>Efectos en los ocupantes</b>			
Hubo muertos o heridos:	Número de Fallecidos: <input type="text"/>	Número de Heridos: <input type="text"/>	
Si <input type="checkbox"/>			
No <input type="checkbox"/>			
No se sabe <input type="checkbox"/>			



---

## *ANEXO 2*

---

### *“Formulario Único de Inspección”*

*Cámara Salvadoreña de la Industria de la Construcción*

*(CASALCO),*

*El Salvador.*

## FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

Formulario No. \_\_\_\_\_

### Identificación de la Edificación

Nombre del Edificio: \_\_\_\_\_  
 Dirección: \_\_\_\_\_  
 Ciudad: \_\_\_\_\_ Municipio: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_  
 Persona de Contacto: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

### Descripción de la Edificación

Presentar esquema de la edificación al final de la página 4, indicando la dirección Norte (Use brújula).

Ubicación de la edificación en la manzana:

Esquina       Entre dos Edificaciones       Libre o Aislada

Época de construcción:

Antes de 1966       1966-1974       1975-1986       Después de 1986

Número de niveles sobre el terreno: \_\_\_\_\_

Sótanos:       Si       No       Número: \_\_\_\_\_       Desconocido

Uso:

Casa de habitación       Apartamento       Comercio       Oficina  
 Industria       Estadio o similar       Estacionamiento       Hotel  
 Bodega       Salud       Educación       Histórico  
 Recreativo       Gubernamental       Servicio Emergencia       Comunicaciones  
 Otro: \_\_\_\_\_

### Sistema Estructural

Material	Sistema Estructural					
Concreto	Marcos		Muros Estructurales		Sistema Dual	
	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>
Acero	Marcos Arriostrados		Marcos No Arriostrados		Marcos Industriales	
	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>
Mampostería	Confinada		Con Refuerzo Interior		No Reforzada (Adobe o Bahareque)	
	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>	Dir. N-S <input type="radio"/>	Dir. E-O <input type="radio"/>

Marcos de Concreto combinados con Paredes Mampostería       Marcos de Acero combinados con Paredes Mampostería  
 Marcos Industriales       Otro Sistema: \_\_\_\_\_

### Sistema de Entrepiso

Concreto:       Losa densa       Losa nervada en una dirección       Losa nervada en dos direcciones  
 Acero:       Metal deck  
 Otro:       \_\_\_\_\_

### FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

#### Sistema de Cubierta (Techo)

Lámina     Teja     Losa     Estructura especial     Otro: \_\_\_\_\_

#### Regularidad de la Estructura

**En Planta:**     Regular                     Medio regular                     Irregular  
**En Altura:**     Regular                     Medio regular                     Irregular

#### Daños y Reparaciones Previos

Daños en sismos anteriores     Sí     Año \_\_\_\_\_     No     No se sabe

Reparaciones realizadas en el pasado por sismo     Sí     Año \_\_\_\_\_     No     No se sabe

#### Instrucciones

Revisar la edificación para las condiciones señaladas abajo. Con un **Sí** a cualesquiera de las preguntas 1a 6, marcar la edificación como **Insegura**. (Color Rojo). Con un **Sí** a las preguntas 7 ú 8 marcar **Área Insegura** y recomendar colocar barreras alrededor de la zona de peligro. Si en esta evaluación existen dudas se debe marcar la edificación como **Cuidado**. (Color Amarillo).

Criterios	Sí	No	Existen Dudas	
1. Colapso total o parcial	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	}
2. Inclinación notoria de la edificación o de algún entrepiso o giro notorio de algún entrepiso (torsión).	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
3. Edificación separada de su cimentación o falla de esta	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
4. Daños importantes (severos o fuertes) en miembros estructurales (columnas, vigas, uniones viga-columna y paredes estructurales)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
5. Daño severo en paredes no estructurales, escaleras, cubo de ascensores, cielos falsos, etc.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
6. Grandes grietas en el suelo, movimiento masivo del suelo, hundimientos en la proximidades de la edificación o falla de muros de retención próximos a la edificación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	
7. Pretilos, balcones u otros elementos en peligro de caer	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	}
8. Presencia de otro tipo de riesgo (derrames tóxicos, peligro de contaminación, líneas de energía caídas, roturas de tuberías de agua potable y servidas, etc.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	

#### Tipo de Inspección

##### Inspección de la edificación

Exterior solamente     Completa interior y exterior     Parcial

##### No se realizó la inspección porque:

No se permitió     Desocupada     Colapso     Demolida     Otro motivo

### FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

#### Recomendaciones de Urgencia

- No entrar       Entrar solo con permiso       Evacuar la edificación  
 Hay áreas inseguras. Colocar barreras en las siguientes áreas: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Hay que apuntalar o remover elemento por el peligro que representa en las siguientes áreas: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 Cubrir con plástico las grietas en el suelo       Reparar las tuberías rotas en la edificación

#### Riesgos Globales

##### Riesgos Estabilidad Global (Criterios 1, 2 y 3)

- Bajo       Bajo después de tomar medidas       Alto       Muy alto

##### Riesgos Geotécnicos (Criterios 3 y 6)

- Bajo       Bajo después de tomar medidas       Alto       Muy alto

##### Riesgo Estructural (Criterio 4)

- Bajo       Bajo después de tomar medidas       Alto       Muy alto

##### Riesgo de Elementos No Estructurales (Criterio 5 y 7)

- Bajo       Bajo después de tomar medidas       Alto       Muy alto

#### Clasificación de la Habitabilidad

- Habitable (Verde)        
 Cuidado (Amarillo)        
 Insegura (Rojo)

#### Recomendaciones

- Evacuar la edificación  
 No se requiere de una revisión futura  
 Es necesario una revisita por aspectos:  Estructurales     Geotécnicos     Otro: \_\_\_\_\_  
 En caso de roturas de tuberías del sistema de agua potable y alcantarillado reportar a ANDA  
 En caso de caída de líneas eléctricas reportar a CAESS  
 Se requiere de un Estudio de Ingeniería a ser presentado en:  OPAMSS       VMVDU  
 Posible demolición (La CER deberá comunicar al propietario del inmueble)

**FORMULARIO ÚNICO DE INSPECCIÓN RÁPIDA**

Dirección de Protección Civil – Vice Ministerio de Vivienda y Desarrollo Urbano – OPAMSS – CASALCO

**Comentarios**

Explicar los motivos principales de la clasificación: \_\_\_\_\_

---



---



---



---

**Inspectores (indicar profesión y jefe de brigada -JB-)**

1. \_\_\_\_\_ CER No. \_\_\_\_\_  
 2. \_\_\_\_\_ CER No. \_\_\_\_\_  
 3. \_\_\_\_\_ CER No. \_\_\_\_\_

Fecha de inspección: \_\_\_\_\_ Hora de inspección: \_\_\_\_\_  a.m.  p.m.

Persona que recibe el formulario en CER: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Anotar en que archivo se guardo la información de la evaluación: \_\_\_\_\_

Nota: Anexar un mínimo de 3 fotos. Anotar en que archivo se guardaron las fotos: \_\_\_\_\_

Para uso oficial Código: \_\_\_\_\_ Sello



---

## ***ANEXO 3***

---

*“Formulario único para inspección de edificaciones después de un sismo.”*

*Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica (AIS),*

*Colombia.*

<p>LOCALIDAD <input type="text"/> NOMBRE DEL BARRIO <input type="text"/></p> <p>BARRIO <input type="text"/> MANZANA <input type="text"/> PREDIO <input type="text"/> CONSTRUCCION <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;">IDENTIFICACION CATASTRAL</p>	<p>Fomulario Número <input type="text"/></p> <p style="text-align: center;"><b>Inspección de la edificación</b>      <b>Clasificación de habitabilidad</b></p> <p>Exterior e interior <input type="radio"/> No se pudo entrar <input type="radio"/> Verde <input type="radio"/> Amarillo <input type="radio"/> Naranja <input type="radio"/> Rojo <input type="radio"/></p>																																																															
<p style="text-align: center;"><b>IDENTIFICACION DE LA EDIFICACION</b></p> <p>Dirección: Carrera <input type="text"/> Calle <input type="text"/> Transv <input type="text"/> Diag <input type="text"/></p> <p>Avda <input type="text"/> Otro: <input type="text"/> Número <input type="text"/></p> <p>Nombre de la Edificación: <input type="text"/></p> <p>Uso predominante:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td>1. Residencial</td> <td>2. Comercial</td> <td>3. Educativo</td> <td>De la edificación <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>4. Salud</td> <td>5. Hoteleiro</td> <td>6. Oficinas</td> <td>De la Planta Baja <input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>7. Industrial</td> <td>8. Institucional</td> <td>9. Bodegas</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10. Estacionamientos</td> <td>11. Otros</td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>Número de pisos: Niveles sobre el terreno <input type="text"/> Sótanos <input type="text"/> Total <input type="text"/></p> <p>Dimensiones aproximadas de la edificación: Frente (m) <input type="text"/> Fondo (m) <input type="text"/></p>	1. Residencial	2. Comercial	3. Educativo	De la edificación <input type="checkbox"/>	4. Salud	5. Hoteleiro	6. Oficinas	De la Planta Baja <input type="checkbox"/>	7. Industrial	8. Institucional	9. Bodegas		10. Estacionamientos	11. Otros			<p style="text-align: center;"><b>DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA</b></p> <p><b>Sistema Estructural</b></p> <p>Concreto          Reforzado: 11 Pórtico de concreto      12 Muros estructurales      13 Sistemas duales      14 Prefabricados          Mampostería: 21 Mampostería confinada      22 Mampostería reforzada      23 Mampostería no reforzada          Acero: 31 Pórticos arriostrados      32 Pórticos no arriostrados          Madera: 41 Pórticos y paneles en madera      42 Pórticos en madera y paneles en otros materiales          Bahareque o tapia: 51 Muros en bahareque      52 Muros en tapia          50 Mixta      60 Otros</p> <p>Sistema Estructural <input type="text"/></p> <p><b>Tipo de Entrepiso</b></p> <p>Concreto Reforzado: 11 Placa maciza      12 Placa aligerada      13 Reticular celularo          Acero: 21 Lámina colaborante (steel deck)      22 Vigas      23 Cerchas          Madera: 31 Vigas      32 Mixta          Tipo de entrespis: 40 Otros</p> <p><b>Año de construcción</b></p> <p>1. Antes de 1930      2. 1930 a 1984          3. 1985 a 1997      4. A partir de 1998</p>																																															
1. Residencial	2. Comercial	3. Educativo	De la edificación <input type="checkbox"/>																																																													
4. Salud	5. Hoteleiro	6. Oficinas	De la Planta Baja <input type="checkbox"/>																																																													
7. Industrial	8. Institucional	9. Bodegas																																																														
10. Estacionamientos	11. Otros																																																															
<p style="text-align: center;"><b>ESTADO DE LA EDIFICACION</b></p> <p><b>Estado General de la Edificación</b></p> <p>Revisar la edificación en forma global para las condiciones señaladas a continuación y hacer las aclaraciones necesarias en la sección de comentarios:</p> <p>1. Existe colapso: 1. No 2. Parcial 3. Total <input type="checkbox"/></p> <p>2. Desviación o inclinación de la edificación o de algún entrespis: 1. Si 2. No 3. No se pudo determinar <input type="checkbox"/></p> <p>3. Falla o asentamiento de la cimentación: 1. Si 2. No 3. No se pudo determinar <input type="checkbox"/></p> <p><b>Daños en Elementos Arquitectónicos</b></p> <p>Indique el grado de daño de los elementos</p> <p>4. Muros de fachadas o antepechos: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo <input type="checkbox"/></p> <p>5. Muros divisorios o particiones: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo <input type="checkbox"/></p> <p>6. Cielo rasos y luminarias: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo <input type="checkbox"/></p> <p>7. Cubierta: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo <input type="checkbox"/></p> <p>8. Escaleras: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo <input type="checkbox"/></p> <p>9. Instalaciones: Acueducto <input type="radio"/> Alcantarillado <input type="radio"/> Energía <input type="radio"/> Gas <input type="radio"/></p> <p>10. Tanques elevados: 1. Ninguno 2. Leve 3. Moderado 4. Fuerte 5. Severo <input type="checkbox"/></p> <p><b>Problemas Geotécnicos</b></p> <p>11. Falla en talud o movimientos en masa: 1. No 2. Puntual 3. General <input type="checkbox"/></p> <p>12. Asentamiento, subsidencia o licuación: 1. No 2. Puntual 3. General <input type="checkbox"/></p>	<p><b>Daños en Elementos Estructurales en el piso de mayor afectación</b></p> <p>Indique el nivel de entrespis con el mayor daño <input type="text"/></p> <p>Indique el porcentaje de los elementos afectados según su grado de daño</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td></td> <td>1. Ninguno</td> <td>2. Leve</td> <td>3. Moderado</td> <td>4. Fuerte</td> <td>5. Severo</td> </tr> <tr> <td>13. Columnas o muros portantes</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>14. Vigas</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>15. Nudos o puntos de conexión</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>16. Entrepisos</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </table> <p><b>Porcentaje de Daños Global de la Edificación</b></p> <p>Estimar el porcentaje del área afectada con relación al área total construida de la edificación:</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td>Rango</td> <td>%</td> <td>Clasificación Global del daño</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Ninguno</td> </tr> <tr> <td>0 - 10%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Leve</td> </tr> <tr> <td>10 - 30%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Moderado</td> </tr> <tr> <td>30 - 60%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Fuerte</td> </tr> <tr> <td>60 - 100%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Severo</td> </tr> <tr> <td>100%</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Colapso total</td> </tr> </table> <p><b>Clasificación global del daño y habitabilidad de la edificación</b></p> <table style="width:100%;"> <tr> <td>Clasificación Global del daño</td> <td>Clasificación de habitabilidad (color)</td> </tr> <tr> <td>1. Ninguno .....</td> <td>Habitable (verde)</td> </tr> <tr> <td>2. Leve .....</td> <td>Habitable (verde)</td> </tr> <tr> <td>3. Moderado .....</td> <td>Uso restringido (amarillo)</td> </tr> <tr> <td>4. Fuerte .....</td> <td>No habitable (naranja)</td> </tr> <tr> <td>5. Severo .....</td> <td>Peligro de colapso (rojo)</td> </tr> </table> <p>Indique la clasificación del daño según la presente evaluación <input type="text"/></p> <p>Existe una clasificación previa? 1. Si 2. No <input type="checkbox"/> ¿Cuál? <input type="text"/></p>		1. Ninguno	2. Leve	3. Moderado	4. Fuerte	5. Severo	13. Columnas o muros portantes	<input type="checkbox"/>	14. Vigas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	15. Nudos o puntos de conexión	<input type="checkbox"/>	16. Entrepisos	<input type="checkbox"/>	Rango	%	Clasificación Global del daño	0%	<input type="checkbox"/>	Ninguno	0 - 10%	<input type="checkbox"/>	Leve	10 - 30%	<input type="checkbox"/>	Moderado	30 - 60%	<input type="checkbox"/>	Fuerte	60 - 100%	<input type="checkbox"/>	Severo	100%	<input type="checkbox"/>	Colapso total	Clasificación Global del daño	Clasificación de habitabilidad (color)	1. Ninguno .....	Habitable (verde)	2. Leve .....	Habitable (verde)	3. Moderado .....	Uso restringido (amarillo)	4. Fuerte .....	No habitable (naranja)	5. Severo .....	Peligro de colapso (rojo)												
	1. Ninguno	2. Leve	3. Moderado	4. Fuerte	5. Severo																																																											
13. Columnas o muros portantes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
14. Vigas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
15. Nudos o puntos de conexión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
16. Entrepisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																											
Rango	%	Clasificación Global del daño																																																														
0%	<input type="checkbox"/>	Ninguno																																																														
0 - 10%	<input type="checkbox"/>	Leve																																																														
10 - 30%	<input type="checkbox"/>	Moderado																																																														
30 - 60%	<input type="checkbox"/>	Fuerte																																																														
60 - 100%	<input type="checkbox"/>	Severo																																																														
100%	<input type="checkbox"/>	Colapso total																																																														
Clasificación Global del daño	Clasificación de habitabilidad (color)																																																															
1. Ninguno .....	Habitable (verde)																																																															
2. Leve .....	Habitable (verde)																																																															
3. Moderado .....	Uso restringido (amarillo)																																																															
4. Fuerte .....	No habitable (naranja)																																																															
5. Severo .....	Peligro de colapso (rojo)																																																															



---

## ***ANEXO 4***

---

*“Ficha de evaluación de daños para  
inspección rápida de edificios públicos”*

*Dirección de Arquitectura-MOP, Chile.*



## FICHA DE EVALUACION DE DAÑOS PARA INSPECCION RAPIDA DE EDIFICIOS PUBLICOS

Versión 2 | Abril 2014

SUBDPTO. INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN  
DIVISIÓN EDIFICACIÓN PÚBLICA.  
DIRECCION DE ARQUITECTURA | MOP

### 1. ALCANCE

La ficha de inspección rápida es un documento adaptado y actualizado de la versión japonesa, con el fin de evaluar un inmueble para la seguridad de las personas tanto al interior como en las inmediaciones, orientado fuertemente a su desempeño frente a réplicas desde el punto de vista de la seguridad de uso del mismo. Debe ser usada por profesionales del área de la Construcción.

### 2. IDENTIFICACIÓN DEL INSPECTOR

Nº Serie: \_\_\_\_\_ Fecha de Inspección: \_\_\_\_\_ Hora de Inspección: \_\_\_\_\_

Nombre del Evaluador: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

Institución a la que pertenece: \_\_\_\_\_ Profesión: \_\_\_\_\_

### 3. IDENTIFICACIÓN DEL INMUEBLE

Región: \_\_\_\_\_ Provincia: \_\_\_\_\_ Comuna: \_\_\_\_\_ Localidad: \_\_\_\_\_

Nombre del Edificio: \_\_\_\_\_ Dirección (O coord. UTM) \_\_\_\_\_

Sector: \_\_\_\_\_ Uso o Tipo de Edificio: \_\_\_\_\_

Ho: Hospital; MI: Ministerio; CA: Cárcel; CC: Centro Cultural; ES: Estadio; GI: Gimnasio; IG: Iglesia; MU: Municipio; IN: Intendencia; GO: Gobernación; SE: Seremi; FI: Fiscalía; DE: Defensoría; PO: Posta; CO: Consultorio; ESC: Escuela; LI: Liceo; JI: Jardín Infantil; SC: Sala Cuna; RE: Reten; TE: Tenencia; COM: Comisaría; PRE: Prefectura; EP: Edificio Público; O: Otros (Indicar Tipo)

Nº de pisos \_\_\_\_\_ Nº de subterráneos \_\_\_\_\_ Superficie \_\_\_\_\_ x \_\_\_\_\_ = \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

### 4. SISTEMA ESTRUCTURAL. Marque con X o un ticket en el círculo correspondiente

<input type="radio"/> Hormigón Armado	<input type="radio"/> Albañilería		<input type="radio"/> Acero		<input type="radio"/> Madera
Estructura	Estructura	Tipo de Bloques	Estructura	Uniones	Estructura
<input type="radio"/> Marcos	<input type="radio"/> Simple	<input type="radio"/> Fiscal	<input type="radio"/> Marcos Arriostrados	<input type="radio"/> Soldadas	<input type="radio"/> Marcos de Madera
<input type="radio"/> Muros	<input type="radio"/> Confinada	<input type="radio"/> Cerámico	<input type="radio"/> Marcos Rígidos	<input type="radio"/> Apernadas	<input type="radio"/> Muros de Madera
<input type="radio"/> Mixtos	<input type="radio"/> Armada	<input type="radio"/> Hormigón		<input type="radio"/> Mixto	<input type="radio"/> Quincha
	<input type="radio"/> Contrafuerte	<input type="radio"/> Adobe			
		<input type="radio"/> Piedra			
		<input type="radio"/> Otro			

### 5. INSPECCIÓN GENERAL. Método de Inspección del inmueble.

Inspección sólo exterior  Inspección exterior y visual interior, indicar pisos \_\_\_\_\_

#### INSPECCIÓN 1. Inspección General de todo el Inmueble.

Aquí se juzga el daño a primera vista normalmente del exterior. Si el inmueble es obviamente inseguro por el daño observado, marque la alternativa apropiada, sátese las inspecciones 2 y 3, clasifique la edificación como INSEGURA en el resumen final.

CATEGORÍA	A	B	C
a) Colapso Total o Parcial	<input type="radio"/> No	-----	<input type="radio"/> Si
b) Daño producto de Edificaciones Adyacentes o Falla del Suelo Colindante	<input type="radio"/> No	<input type="radio"/> Incierto	<input type="radio"/> Si
c) Asentamiento del Edificio debido a Falla del Suelo	<input type="radio"/> < 0,2 m	<input type="radio"/> Entre 0,2 y 1,0 m	<input type="radio"/> > 1,0 m
d) Inclinación del Edificio completo o una parte debido a Asentamiento Diferencial	<input type="radio"/> < 1/60 rad	<input type="radio"/> Entre 1/60 y 1/30 rad (aparentemente inclinado)	<input type="radio"/> > 1/30 rad (fácil de notar)

## 6. INSPECCIÓN ESPECÍFICA.

### INSPECCIÓN 2. Peligro de Daño a Edificaciones adyacentes, Terreno colindante y Segmentos estructurales.

- A. Inspeccionar el piso más seriamente dañado, hacer un dibujo de la planta, contar las columnas y muros dañados y llenar la tabla que sigue.
- B. Si no se encuentra daño serio en los muros o en las columnas, pero si en algunas vigas y/o uniones vigas-columnas, arriba o debajo de la columna (o muro), tomar en cuenta el daño como de la columna (o muro).

**Memoria de Cálculo de Daño Estructural.** Contabilice el daño por rango y tipo de elemento estructural.

ELEMENTOS	RANGO DE DAÑO					Total Elementos Revisados
	Ninguno (I)	Leve (II)	Moderado (III)	Fuerte (IV)	Severo (V)	
Columnas						
Muros						
Vigas						
Uniones o Nudos						
Uniones Soldadas						
Uniones Apernadas						
Losas						
Entrepiso de Madera						
Techumbre						
<b>TOTAL RANGO</b>						

### Daño Estructural

CATEGORÍA	A	B	C
<b>Daño a las Columnas</b>			
e1) Porcentaje de Daño IV o V	<input type="radio"/> < 1/100 (1%)	<input type="radio"/> 1/100-1/10 (1% -10%)	<input type="radio"/> > 1/10 (10%)
e2) Razón del Daño III	<input type="radio"/> < 1/8 (12.5%)	<input type="radio"/> 1/8 -1/4 (12.5% - 25%)	<input type="radio"/> > 1/4 (25%)
<b>Daño de Muros Estructurales</b>			
e3) Porcentaje de Daño IV o V	<input type="radio"/> < 1/100 (1%)	<input type="radio"/> 1/100-1/10 (1% -10%)	<input type="radio"/> > 1/10 (10%)
e4) Razón del Daño III	<input type="radio"/> < 1/8 (12.5%)	<input type="radio"/> 1/8 -1/4 (12.5% - 25%)	<input type="radio"/> > 1/4 (25%)
<b>Seguridad Estructural</b>	<input type="radio"/> INSPECCIONADO (Sólo A)	<input type="radio"/> INGRESO LIMITADO (B ≥ 1 y C = 0)	<input type="radio"/> INSEGURO (B ≥ 2 o C ≥ 1)

### INSPECCIÓN 3. Peligros de elementos que puedan caer y/o volcarse

#### Daños No Estructurales.

CATEGORÍA	A	B	C
f) Marco y vidrio de ventana	<input type="radio"/> Sin o poco daño	<input type="radio"/> Deformación visible y/o grietas	<input type="radio"/> Peligro de caída
g) Terminaciones Exteriores	<input type="radio"/> Sin daños	<input type="radio"/> Grietas leves	<input type="radio"/> Grietas significativas
h) Terminaciones Interiores	<input type="radio"/> Sin daños	<input type="radio"/> Grietas leves	<input type="radio"/> Grietas significativas
i) Cielos Falsos	<input type="radio"/> Sin daños	<input type="radio"/> Se observa daño	<input type="radio"/> Peligro de Caída
j) Ductos de Ventilación	<input type="radio"/> Sin daños	<input type="radio"/> Se observa daño	<input type="radio"/> Peligro de Caída
k) Escaleras	<input type="radio"/> Sin o poco daño	<input type="radio"/> Gran cantidad de grietas pero las barras de refuerzo están ancladas	<input type="radio"/> Inclínación / separación de los elementos con que se conecta, barras de anclaje separadas del elemento
l) Muros no estructurales con marco	<input type="radio"/> Sin o poco daño	<input type="radio"/> Se observan grietas sin deformación fuera del plano	<input type="radio"/> Grietas extensas interconectadas, o deformación fuera del plano

m) Muros no estructurales sin marco	<input type="radio"/> Sin daños	<input type="radio"/> Grietas leves	<input type="radio"/> Grietas de corte
n) Estanques, Antenas, Balcones, Letreros, Maquinaria, etc.	<input type="radio"/> Sin inclinación	<input type="radio"/> Un poco inclinado	<input type="radio"/> Peligro de caída
o) Cubierta de Techo	<input type="radio"/> Sin daño	<input type="radio"/> Algún daño observado pero no hay peligro de caída de objetos	<input type="radio"/> Inclinación, deformación o separación perceptible del piso superior
p) Lampistería	<input type="radio"/> Sin daño	<input type="radio"/> Algún daño observado pero no hay peligro de caída de objetos	<input type="radio"/> Peligro de caída
q1) Bienes Muebles 1 _____	<input type="radio"/> Sin inclinación	<input type="radio"/> Un poco inclinado	<input type="radio"/> Peligro de caída
q2) Bienes Muebles 2 _____	<input type="radio"/> Sin inclinación	<input type="radio"/> Un poco inclinado	<input type="radio"/> Peligro de caída
q3) Bienes Muebles 3 _____	<input type="radio"/> Sin inclinación	<input type="radio"/> Un poco inclinado	<input type="radio"/> Peligro de caída
r) Otro(s) Peligros(s)	<input type="radio"/> Sin daños	<input type="radio"/> Se observa daño	<input type="radio"/> Peligro para la vida
<b>Seguridad No Estructural</b>	<input type="radio"/> INSPECCIONADO (Sólo A)	<input type="radio"/> INGRESO LIMITADO ( $B \geq 1$ y $C = 0$ )	<input type="radio"/> INSEGURO ( $B \geq 2$ o $C \geq 1$ )

**Bienes Muebles (Patrimonio) considera:** Ar. Archivos, Al: Altar, P: Púlpito, AT: Arco Toral, C: Confesionario, I: Imágenes, B: Butacas o Asientos, In: Incensario, R: Retablos, IM. Instrumentos Musicales, OA. Obra de Arte (cuadros, esculturas, entre otros), V: Vitrinas, O: Otros (Indicar Tipo). Máximo tres tipos a declarar en caso de ser menos muebles las otras filas no se consideran.

Suma Total	A =	B =	C =
------------	-----	-----	-----

## 7. RESUMEN

**EVALUACIÓN FINAL DEL EDIFICIO.** Juicio de Seguridad del Inmueble

<input type="radio"/> INSPECCIONADO (Sólo A)	<input type="radio"/> INGRESO LIMITADO ( $B \geq 1$ y $C = 0$ )	<input type="radio"/> INSEGURO ( $B \geq 2$ o $C \geq 1$ )
--	---	--

## 8. RECOMENDACIONES INICIALES

ACCION RECOMENDADA	DETALLAR CON COORDENADAS LUGAR(ES) ESPECIFICO(S)	ESTIMACIÓN VISUAL DEL AREA DE INTERVENCIÓN
<input type="radio"/> Apuntalar		
<input type="radio"/> Alzaprimar		
<input type="radio"/> Remover Objetos Peligrosos		
<input type="radio"/> Acordonar		
<input type="radio"/> Protección de Fachada de Lluvia o Intemperie		
<input type="radio"/> Otras		

## 9. CROQUIS PLANTA CON ELEMENTOS ESTRUCTURALES RESISTENTES.

---

## *ANEXO 5*

---

### *“Formato de captura de datos para la evaluación estructural”*

*Centro Nacional de Prevención de Desastres*

*(CENAPRED), México.*

# FORMATO DE CAPTURA DE DATOS PARA EVALUACIÓN ESTRUCTURAL

Febrero-2011

Fecha:  Hora:  Duración visita:  Clave:

Nombre del evaluador:   Ingeniero o arquitecto  Estudiante Ing/Arq.

## INFORMACIÓN GENERAL DEL INMUEBLE

Nombre del inmueble: \_\_\_\_\_

Nombre del edificio/cuerpo/área: \_\_\_\_\_  
*(usar un formato por cada edificio/cuerpo/área)*      Coordenadas: ( \_\_\_\_\_ N, \_\_\_\_\_ O, \_\_\_\_\_ msnm)

Calle y número: \_\_\_\_\_

Colonia/Barrio: \_\_\_\_\_      Código postal: \_\_\_\_\_

Localidad *(pueblo/ciudad)*: \_\_\_\_\_

Delegación/Municipio: \_\_\_\_\_      Estado: \_\_\_\_\_

Referencias: \_\_\_\_\_  
*(entre calles "A" y "B", un sitio notable, etc.)*

Persona contactada/propietario: \_\_\_\_\_      Cargo o función: \_\_\_\_\_

Teléfono: +( \_\_\_\_\_ )      Fax: \_\_\_\_\_      Correo electrónico: \_\_\_\_\_

## USO *(Anotar % de área para cada uso, debe sumar 100%)*

<b>1- Habitacional</b> <input type="checkbox"/> Vivienda Multifamiliar  <input type="checkbox"/> Hotel <input type="checkbox"/> Dormitorio	<b>3- Educativo</b> <input type="checkbox"/> Preescolar <input type="checkbox"/> Primaria <input type="checkbox"/> Secundaria Superior <input type="checkbox"/> Biblioteca <input type="checkbox"/> Museo	<b>5- Reunión</b> <input type="checkbox"/> Centro social <input type="checkbox"/> Templo religioso <input type="checkbox"/> Gimnasio <input type="checkbox"/> Salón baile/juego <input type="checkbox"/> Cine/Teatro/Auditorio <input type="checkbox"/> Estadio	<b>7- Comunicaciones y transportes</b> <input type="checkbox"/> Terminal de pasajeros <input type="checkbox"/> Terminal de carga <input type="checkbox"/> Estacionamiento <input type="checkbox"/> Aeropuerto/Puerto <input type="checkbox"/> Correo / Telégrafo / Teléfono <input type="checkbox"/> Radio / Televisión <input type="checkbox"/> Antena transmisora	<b>Estructura GRUPO:</b> <input type="radio"/> A <input type="radio"/> B1 <input type="radio"/> B2 <input type="radio"/> C
<b>2- Oficinas / Comercio</b> <input type="checkbox"/> Oficinas <input type="checkbox"/> Tienda <input type="checkbox"/> Mercado <input type="checkbox"/> Restaurante	<b>4- Salud / Social</b> <input type="checkbox"/> Hospital <input type="checkbox"/> Clínica <input type="checkbox"/> Asilo <input type="checkbox"/> Estancia infantil	<b>6- Industrial</b> <input type="checkbox"/> Fábrica <input type="checkbox"/> Taller <input type="checkbox"/> Bodega <input type="checkbox"/> Generac. eléctrica <input type="checkbox"/> De combustibles	Otro <input type="checkbox"/> _____	

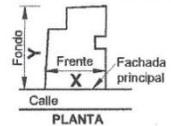
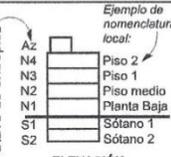
**Ocupación:**  Habitada/en uso  Abandonada/desocupada  Desalojada por daños      Número de ocupantes o capacidad de personas: \_\_\_\_\_

## TERRENO Y CIMENTACIÓN

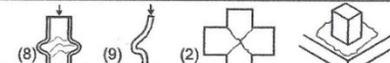
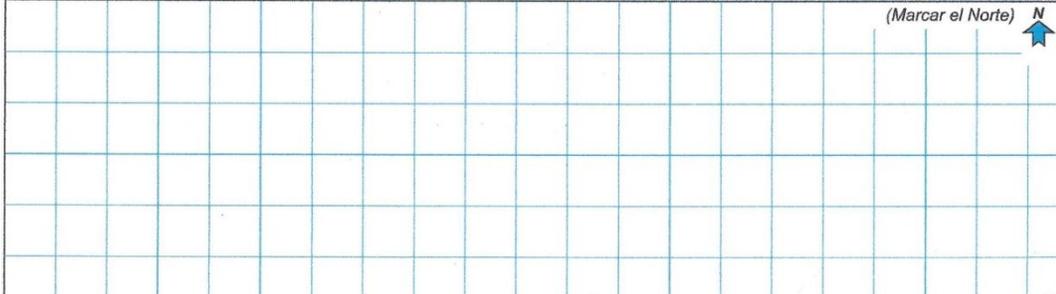
<b>Topografía</b> <input type="checkbox"/> Planicie <input type="checkbox"/> Ladera de cerro <input type="checkbox"/> Rivera río/lago <input type="checkbox"/> Fondo de valle <input type="checkbox"/> Depósitos lacustres <input type="checkbox"/> Costa	<b>Tipo suelo</b> <input type="checkbox"/> Arcilla muy blanda <input type="checkbox"/> Limos o arcillas <input type="checkbox"/> Granular suelto <input type="checkbox"/> Granular compacto <input type="checkbox"/> Roca	<b>SUELO</b> <input type="radio"/> Blando <input type="radio"/> Transición <input type="radio"/> Firme	<b>Cim. Superficial</b> <input type="checkbox"/> Zapatas aisladas <input type="checkbox"/> Zapatas corridas <input type="checkbox"/> Cimiento de piedra <input type="checkbox"/> Losa <input type="checkbox"/> Cajón	<b>Cimentación Profunda</b> <input type="checkbox"/> Pilotes / pilas <input type="checkbox"/> Otro
---	--	---	---	--

Nivel freático: \_\_\_\_\_ m      Pendiente del terreno: \_\_\_\_\_ %      Distancia a río / lago / mar: \_\_\_\_\_ m

## CARACTERÍSTICAS DE LA ESTRUCTURA

No. de niveles, n = _____      Año de construcción: _____ No. de sótanos: _____      Año rehabilitación: _____ <input type="checkbox"/> Apéndices en azotea <i>(escaleras / elevador / cuarto azotea)</i> <input type="checkbox"/> Mezanine <i>(losa intermedia que no cubre toda la planta)</i> <input type="checkbox"/> Piso a media altura <i>(de los entrepisos tipo)</i> <input type="checkbox"/> Escalera externa <input type="checkbox"/> Semisótano <i>(primer sótano a medio nivel de calle)</i>	Área del terreno: _____ m <sup>2</sup> Recarga acuíferos: _____ % Área de la planta tipo: _____ m <sup>2</sup>	 <p><b>PLANTA</b></p>
<b>Instalaciones</b> <input type="checkbox"/> Elevador <input type="checkbox"/> Eléctrica <input type="checkbox"/> Agua potable <input type="checkbox"/> Alcantarillado <input type="checkbox"/> Gas <input type="checkbox"/> Otra: _____	<b>Dimensiones Generales:</b> X = Frente: _____ m Y = Fondo: _____ m Altura Planta baja: _____ m Altura entrepisos: _____ m No. cajones estacionamiento: _____ No. elevadores: _____ No. escaleras independientes: _____	 <p><b>ELEVACIÓN</b></p> <p><i>Ejemplo de nomenclatura local:</i></p>

VULNERABILIDAD																																																																																																																																					
Posición en manzana: <input type="checkbox"/> Esquina <input type="checkbox"/> Medio <input type="checkbox"/> Aislado																																																																																																																																					
<b>Irregularidad en planta</b> <input type="checkbox"/> Asimétrico (efectos de torsión) <input type="checkbox"/> Aberturas en planta > 20 % (área o longitud) <input type="checkbox"/> Longitud entrantes/salientes > 20 % <input type="checkbox"/> En "L" u otra geometría irregular	<b>Irregularidad en elevación</b> <input type="checkbox"/> Planta baja flexible <input type="checkbox"/> Marcos o muros no llegan a la cimentación <input type="checkbox"/> Columnas cortas <input type="checkbox"/> Reducción de la planta en pisos superiores <input type="checkbox"/> Apoyos a diferente nivel (laderas) <input type="checkbox"/> Sistemas de entrapiso inclinados <input type="checkbox"/> Grandes masas en pisos superiores <input type="checkbox"/> Arreglo irregular de ventanas en fachada																																																																																																																																				
<b>Otras fuentes de vulnerabilidad</b> <input type="checkbox"/> Conexión excéntrica trabe-columna <input type="checkbox"/> Péndulo invertido/una sola hilera de columnas <input type="checkbox"/> Un elemento resiste más del 35% del sismo <input type="checkbox"/> Columna débil-viga fuerte	<b>Edificio vecino crítico</b> No. de pisos: _____ Separación: _____ cm Uso no.: _____ : _____ <input type="checkbox"/> Marcos <input type="checkbox"/> Sin daño <input type="checkbox"/> Muros <input type="checkbox"/> Daño medio <input type="checkbox"/> Otro <input type="checkbox"/> Daño severo <input type="checkbox"/> Pisos a diferente altura																																																																																																																																				
SISTEMA ESTRUCTURAL																																																																																																																																					
<b>Material en muros</b> <input type="checkbox"/> Concreto reforzado <input type="checkbox"/> Concreto prefabricado <input type="checkbox"/> Tabicón de concreto (macizo) <input type="checkbox"/> Bloque de concreto (20x40 cm) <input type="checkbox"/> Ladrillo de barro macizo <input type="checkbox"/> Tabique de arcilla hueco <input type="checkbox"/> Paneles con capa de mortero <input type="checkbox"/> Madera <input type="checkbox"/> Piedra <input type="checkbox"/> Adobe <input type="checkbox"/> Bahareque (ramas/lodo) <input type="checkbox"/> Material precario (débil: lámina/cartón/desecho) <input type="checkbox"/> Otro: _____	<b>Sección de elementos predominantes</b> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: left; font-size: small;">Forma</th> <th style="font-size: x-small;">Rectangular</th> <th style="font-size: x-small;">Circular</th> <th style="font-size: x-small;">Tubo circular</th> <th style="font-size: x-small;">Secc H / I</th> <th style="font-size: x-small;">Cajón</th> <th style="font-size: x-small;">Secc L</th> <th style="font-size: x-small;">Armadura</th> <th style="font-size: x-small;">Material</th> <th style="font-size: x-small;">Concreto</th> <th style="font-size: x-small;">Acero</th> <th style="font-size: x-small;">Prefabricado</th> <th style="font-size: x-small;">Madera</th> <th style="font-size: x-small;">Sección</th> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Columnas</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Trabes Principales</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Trabes Secundarias</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> <tr> <td style="font-size: x-small;">Diagonales</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> <td>_____</td> </tr> </table> <div style="font-size: x-small; margin-top: 5px;">                 Ejemplo: <math>b \times h</math>    <math>\varnothing = D</math>    <math>d</math>    <math>h</math>    <math>b</math>    <math>t</math>    <math>2L \ b \times t</math> </div>	Forma	Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Material	Concreto	Acero	Prefabricado	Madera	Sección	Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____	Trabes Principales	<input type="checkbox"/>	_____	Trabes Secundarias	<input type="checkbox"/>	_____	Diagonales	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																															
Forma	Rectangular	Circular	Tubo circular	Secc H / I	Cajón	Secc L	Armadura	Material	Concreto	Acero	Prefabricado	Madera	Sección																																																																																																																								
Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																								
Trabes Principales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																								
Trabes Secundarias	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																								
Diagonales	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____																																																																																																																								
<b>Refuerzo en la mampostería</b> <input type="checkbox"/> Sin refuerzo <input type="checkbox"/> Mampostería confinada <input type="checkbox"/> Mampostería mal confinada (sin refuerzo en puertas/ventanas) <input type="checkbox"/> Con refuerzo interior <input type="checkbox"/> Otro: _____																																																																																																																																					
<b>ESTRUCTURA PRINCIPAL VERTICAL</b> <table style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="2">Planta Baja</th> <th colspan="2">Niveles Tipo</th> <th rowspan="2">Sótano</th> <th rowspan="2">Apéndice</th> <th rowspan="2">Cubos (escaleras / elevador)</th> </tr> <tr> <th>X</th> <th>Y</th> <th>X</th> <th>Y</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Marcos</b></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acero</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Concreto</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Conc. prefabricado</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cols. y losa plana</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Madera</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Contrav.</b></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Acero</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Concreto</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cubre varios pisos</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Cables</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"><b>Muros</b></td> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">De carga mampostería</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Diafragma mampost.</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">De concreto con vigas de acoplamiento:</td> <td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td><td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: x-small;">Marcos en el entrepiso representativo                  Número de marcos paralelos: a X: _____ a Y: _____                  Claro promedio: X = _____ m Y = _____ m                  Número total de columnas: _____ (en todo el entrepiso)                  No. crujeas con contraviento: en X: _____ en Y: _____                  No. crujeas con muro diafragma: en X: _____ en Y: _____</p> <p style="font-size: x-small;">Muros en el entrepiso representativo                  Suma de longitudes de muros y espesor (t):                  De concreto: <math>\Sigma Lx =</math> _____ m, <math>\Sigma Ly =</math> _____ m, <math>t =</math> _____ cm                  De mampostería: <math>\Sigma Lx =</math> _____ m, <math>\Sigma Ly =</math> _____ m, <math>t =</math> _____ cm</p>		Planta Baja		Niveles Tipo		Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)	X	Y	X	Y	<b>Marcos</b>								Acero	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>	Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>	Madera	<input type="checkbox"/>	<b>Contrav.</b>								Acero	<input type="checkbox"/>	Concreto	<input type="checkbox"/>	Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>	Cables	<input type="checkbox"/>	<b>Muros</b>								De carga mampostería	<input type="checkbox"/>	Diafragma mampost.	<input type="checkbox"/>	De concreto con vigas de acoplamiento:	<input type="checkbox"/>	<b>SISTEMA DE PISO / TECHO</b> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <b>Sistema de piso</b>  <input type="checkbox"/> Losa apoyada en trabes  <input type="checkbox"/> Losa plana (sin trabes)  <input type="checkbox"/> Vigas y piso de madera  <input type="checkbox"/> Vigas y enladrillado (bóveda catalana)  <input type="checkbox"/> Vigas, largueros y cubierta  <input type="checkbox"/> Armaduras y cubierta  <input type="checkbox"/> Armaduras 3D  <input type="checkbox"/> Arcos de mampostería                  Distancia a ejes de:                  Trabes secundarias: _____ cm                  Vigas, viguetas o nervaduras: _____ cm                  Largueros: _____ cm             </div> <div style="width: 45%;"> <b>Losa de concreto</b>  <input type="checkbox"/> Maciza  <input type="checkbox"/> Aligerada (reticular)  <input type="checkbox"/> Prefabricada de concreto  <input type="checkbox"/> Viguetas y bovedilla  <input type="checkbox"/> Lámina acanalada con capa de concreto (Losa-acero)                  Espesor total: _____ cm                  Capa compresión: _____ cm             </div> </div> <div style="margin-top: 5px;"> <b>Armaduras</b>  <input type="checkbox"/> De acero <input type="checkbox"/> De madera  <input type="checkbox"/> Peralte variable                  Claro: _____ m, Peralte: _____ m                  Separación armaduras: _____ m                  Sección cuerdas: _____                  Secc. diagonales: _____             </div> <div style="margin-top: 5px;"> <b>Cubierta de techo</b>  <input type="checkbox"/> Igual a sistema de piso  <input type="checkbox"/> Lámina metálica  <input type="checkbox"/> Lámina de asbesto/plástico  <input type="checkbox"/> Cartón o desecho  <input type="checkbox"/> Paneles  <input type="checkbox"/> Madera  <input type="checkbox"/> Paja  <input type="checkbox"/> Teja                  Tipo de anclaje y separación: _____             </div> <div style="margin-top: 5px;"> <b>Forma de la cubierta</b>  <input type="checkbox"/> Techo plano horizontal  <input type="checkbox"/> Inclinado pendiente: _____ %  <input type="checkbox"/> Bóveda cilíndrica <math>\varnothing =</math> _____ m  <input type="checkbox"/> Cúpula <math>\varnothing =</math> _____ m             </div>																																																																								
		Planta Baja		Niveles Tipo					Sótano	Apéndice	Cubos (escaleras / elevador)																																																																																																																										
	X	Y	X	Y																																																																																																																																	
<b>Marcos</b>																																																																																																																																					
Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
Conc. prefabricado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
Cols. y losa plana	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
Madera	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<b>Contrav.</b>																																																																																																																																					
Acero	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
Concreto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
Cubre varios pisos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
Cables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<b>Muros</b>																																																																																																																																					
De carga mampostería	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
Diafragma mampost.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
De concreto con vigas de acoplamiento:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																																																																																																														
<b>Planos:</b> <input type="checkbox"/> Arquitectónico <input type="checkbox"/> Estructural <input type="checkbox"/> Memoria de cálculo <input type="checkbox"/> Autoconstrucción (sin cálculo) Especificar: _____																																																																																																																																					
REHABILITACIÓN																																																																																																																																					
<table style="width:100%; border-collapse: collapse; font-size: x-small;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Tipo</th> <th colspan="2">Técnicas empleadas</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/> Arquitectónicas</td> <td><input type="checkbox"/> Recimentación</td> <td><input type="checkbox"/> Adición de muros concreto</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Reparación estruct.</td> <td><input type="checkbox"/> Encamisado concreto</td> <td><input type="checkbox"/> Adición muros mampostería</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Refuerzo</td> <td><input type="checkbox"/> Encamisado acero</td> <td><input type="checkbox"/> Contrafuertes externos</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Reestructuración</td> <td><input type="checkbox"/> Muros: malla y mortero</td> <td><input type="checkbox"/> Fibra carbono / sintéticos</td> </tr> <tr> <td></td> <td><input type="checkbox"/> Contravento</td> <td><input type="checkbox"/> Otro</td> </tr> </tbody> </table>	Tipo	Técnicas empleadas		<input type="checkbox"/> Arquitectónicas	<input type="checkbox"/> Recimentación	<input type="checkbox"/> Adición de muros concreto	<input type="checkbox"/> Reparación estruct.	<input type="checkbox"/> Encamisado concreto	<input type="checkbox"/> Adición muros mampostería	<input type="checkbox"/> Refuerzo	<input type="checkbox"/> Encamisado acero	<input type="checkbox"/> Contrafuertes externos	<input type="checkbox"/> Reestructuración	<input type="checkbox"/> Muros: malla y mortero	<input type="checkbox"/> Fibra carbono / sintéticos		<input type="checkbox"/> Contravento	<input type="checkbox"/> Otro	Descripción breve: _____ <div style="border: 1px solid black; height: 100px; width: 100%;"></div>																																																																																																																		
Tipo	Técnicas empleadas																																																																																																																																				
<input type="checkbox"/> Arquitectónicas	<input type="checkbox"/> Recimentación	<input type="checkbox"/> Adición de muros concreto																																																																																																																																			
<input type="checkbox"/> Reparación estruct.	<input type="checkbox"/> Encamisado concreto	<input type="checkbox"/> Adición muros mampostería																																																																																																																																			
<input type="checkbox"/> Refuerzo	<input type="checkbox"/> Encamisado acero	<input type="checkbox"/> Contrafuertes externos																																																																																																																																			
<input type="checkbox"/> Reestructuración	<input type="checkbox"/> Muros: malla y mortero	<input type="checkbox"/> Fibra carbono / sintéticos																																																																																																																																			
	<input type="checkbox"/> Contravento	<input type="checkbox"/> Otro																																																																																																																																			

EVALUACIÓN DE DAÑOS																																															
<b>Problemas geotécnicos</b> <input type="checkbox"/> Grietas en el terreno circundante <input type="checkbox"/> Hundimientos diferenciales <input type="checkbox"/> Deslizamiento de ladera <input type="checkbox"/> Socavación o Erosión		<input type="checkbox"/> Licuación de arenas <input type="checkbox"/> Hundimiento (-) o emersión (+) general = _____ cm <input type="checkbox"/> Inclinación del edificio: _____ %		<b>Estructura</b> <input type="checkbox"/> Colapso total		<b>Colapso parcial</b> <input type="checkbox"/> Techo <input type="checkbox"/> Planta baja <input type="checkbox"/> Piso intermedio <input type="checkbox"/> Sección del edificio _____ % <input type="checkbox"/> Choque con edificio vecino																																									
Daños máximos observables <span style="float: right;">(Anotar la clave de entrepiso (N1, N2, ..., S1...))</span>																																															
<b>Tipo de daño y características</b> 1- Colapso / daño generalizado 2- Grietas inclinadas (por cortante) 3- Grietas normales al eje (por flexión) 4- Aplastamiento conr. y barras expuestas 5- Fractura refuerzo longitudinal 6- Fractura refuerzo transversal o estribos 7- Pandeo de barras a compresión 8- Pandeo de placas 9- Pandeo global o inestabilidad 10- Falla de soldadura 11- Falla de conectores (tornillos/remaches) 12- Corrosión del acero Armado del elemento (de concreto) Distancia entre estribos / atiesadores Sección del elemento Ejemplos de datos que se pueden recabar:	<b>Columnas</b>	<b>Trabes</b>	<b>Muros</b> mampostería      de concreto		<b>Contraviento</b>	<b>Conexiones</b>																																									
																																															
	_____ mm _____ mm	_____ mm _____ mm	_____ mm _____ mm	_____ mm _____ mm	_____ mm _____ mm	_____ mm _____ mm																																									
	_____ cm _____ cm	_____ cm _____ cm	_____ cm _____ cm	_____ cm _____ cm	_____ cm _____ cm	_____ cm _____ cm																																									
Ejemplos de datos que se pueden recabar: $b \times h / \emptyset$ $b \times h / d \times br, tr$ $t, h \times bc$ $t$ $b \times h / d \times br, tr$ $b \times h$																																															
																																															
<b>Sistema de piso / techo</b> <input type="checkbox"/> Colapso Grietas: <input type="checkbox"/> alrededor de columnas al centro del claro <input type="checkbox"/> sobre las trabes <input type="checkbox"/> en las esquinas del tablero anchura máxima: _____ mm	<b>Porcentaje de elementos dañados en el entrepiso crítico</b> <table style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">Grave</td> <td style="text-align: center;">Medio</td> <td style="text-align: center;">Clave de entrepiso</td> </tr> <tr> <td>Columnas</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Trabes</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muros concreto X</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muros concreto Y</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muros mampostería X</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Muros mampostería Y</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Contravientos</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td>Conexiones</td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> <td style="text-align: center;"><input type="checkbox"/></td> </tr> </table>				Grave	Medio	Clave de entrepiso	Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Trabes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros concreto X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros concreto Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros mampostería X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Muros mampostería Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Contravientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Conexiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="width: 50%;">Daño grave</th> <th style="width: 50%;">Medio</th> </tr> <tr> <td>                     Colapso                      Grietas por cortante &gt; 2 mm                      Grietas por flexión &gt; 5 mm                      Pandeo general                      Pandeo de placas                      Pandeo o fractura del refuerzo                 </td> <td>                     &gt; 1 mm                      &gt; 2 mm                 </td> </tr> <tr> <td>                     Grietas por cortante &gt; 5 mm                      G. inclinada en castillo &gt; 1 mm                 </td> <td>                     &gt; 2 mm                      ---                 </td> </tr> </table>		Daño grave	Medio	Colapso Grietas por cortante > 2 mm Grietas por flexión > 5 mm Pandeo general Pandeo de placas Pandeo o fractura del refuerzo	> 1 mm > 2 mm	Grietas por cortante > 5 mm G. inclinada en castillo > 1 mm	> 2 mm ---
	Grave	Medio	Clave de entrepiso																																												
Columnas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																												
Trabes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																												
Muros concreto X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																												
Muros concreto Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																												
Muros mampostería X	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																												
Muros mampostería Y	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																												
Contravientos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																												
Conexiones	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>																																												
Daño grave	Medio																																														
Colapso Grietas por cortante > 2 mm Grietas por flexión > 5 mm Pandeo general Pandeo de placas Pandeo o fractura del refuerzo	> 1 mm > 2 mm																																														
Grietas por cortante > 5 mm G. inclinada en castillo > 1 mm	> 2 mm ---																																														
DAÑOS EN OTROS ELEMENTOS																																															
<b>Exteriores</b> <input type="checkbox"/> Vidrios <input type="checkbox"/> Torres de anuncios <input type="checkbox"/> Acabados <input type="checkbox"/> Fachadas <input type="checkbox"/> Balcones		<b>Interiores</b> <input type="checkbox"/> Pretiles <input type="checkbox"/> Tanques elevados <input type="checkbox"/> Bardas <input type="checkbox"/> Otros: _____		<input type="checkbox"/> Muros divisorios o particiones <input type="checkbox"/> Cielos rasos/plafones <input type="checkbox"/> Lámparas <input type="checkbox"/> Escaleras <input type="checkbox"/> Elevadores <input type="checkbox"/> Instalaciones (Gas, Eléctrica, etc.) <input type="checkbox"/> Derrámes tóxicos																																											
CROQUIS DEL INMUEBLE																																															
(Marcar el Norte) 																																															
																																															



---

## ANEXO 6

---

*“Formulario nivel 1 de detección de  
daño y viabilidad para los edificios en  
emergencia postsísmica”*

*Dipartimento della Protezione Civile, Italia.*



Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile

CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE  
PROVINCE AUTONOME



**SCHEDA DI 1° LIVELLO DI RILEVAMENTO DANNO, PRONTO INTERVENTO E AGIBILITÀ  
PER EDIFICI ORDINARI NELL'EMERGENZA POST-SISMICA**

(AeDES 06/2008)

Codice Richiesta

SEZIONE 1 Identificazione edificio		IDENTIFICATIVO SOPRALLUOGO	
Provincia:	_____	Squadra	_____
Comune:	_____	Scheda n.	_____
Frazione/Località: (denominazione Istat)	_____	Data	_____
1 <input type="radio"/> via	_____	IDENTIFICATIVO EDIFICIO	
2 <input type="radio"/> corso	_____ Num. Civico _____	Istat Reg.	Istat Prov.
3 <input type="radio"/> vicolo	_____	Istat Comune	N° aggregato
4 <input type="radio"/> piazza	_____	N° edificio	
5 <input type="radio"/> altro	(Indicare: contrada, località, traversa, salita, etc.)	Cod. di Località Istat _____ Tipo carta _____	
Coordinate geografiche (ED50 - UTM fuso 32-33)	E _____ Fuso N _____	Sez. di censimento Istat _____ N° carta _____	
Denominazione edificio o proprietario	_____	Dati Catastali Foglio _____ Allegato _____	
		Particelle _____	
		Posizione edificio 1 <input type="radio"/> Isolato 2 <input type="radio"/> Interno 3 <input type="radio"/> D'estremità 4 <input type="radio"/> D'angolo	
		Codice Uso _____	

Fotocopia dell'aggregato strutturale con identificazione dell'edificio

SEZIONE 2 Descrizione edificio							
N° Piani totali con interrati	Dati metrici		Età	Uso - esposizione			
	Altezza media di piano [m]	Superficie media di piano [m <sup>2</sup> ]		Uso	N° unità d'uso	Utilizzazione	Occupanti
<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 9	1 <input type="radio"/> ≤ 2.50	A <input type="radio"/> ≤ 50 I <input type="radio"/> 400 ÷ 500	1 <input type="checkbox"/> ≤ 1919	A <input type="checkbox"/> Abitativo	_____	A <input type="radio"/> > 65%	100 10 1 0 0 0
<input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 10	2 <input type="radio"/> 2.50÷3.50	B <input type="radio"/> 50 ÷ 70 L <input type="radio"/> 500 ÷ 650	2 <input type="checkbox"/> 19 ÷ 45	B <input type="checkbox"/> Produttivo	_____	B <input type="radio"/> 30÷65%	1 1 1 2 2 2
<input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 11	3 <input type="radio"/> 3.50÷5.0	C <input type="radio"/> 70 ÷ 100 M <input type="radio"/> 650 ÷ 900	3 <input type="checkbox"/> 46 ÷ 61	C <input type="checkbox"/> Commercio	_____	C <input type="radio"/> < 30%	3 3 3 4 4 4
<input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 12	4 <input type="radio"/> > 5.0	D <input type="radio"/> 100 ÷ 130 N <input type="radio"/> 900 ÷ 1200	4 <input type="checkbox"/> 62 ÷ 71	D <input type="checkbox"/> Uffici	_____	D <input type="radio"/> Non utilizz.	5 5 5 6 6 6
<input type="radio"/> 5 <input type="radio"/> >12		E <input type="radio"/> 130 ÷ 170 O <input type="radio"/> 1200 ÷ 1600	5 <input type="checkbox"/> 72 ÷ 81	E <input type="checkbox"/> Serv. Pub.	_____	E <input type="radio"/> In costruz.	7 7 7 8 8 8
<input type="radio"/> 6	Piani interrati	F <input type="radio"/> 170 ÷ 230 P <input type="radio"/> 1600 ÷ 2200	6 <input type="checkbox"/> 82 ÷ 91	F <input type="checkbox"/> Deposito	_____	F <input type="radio"/> Non finito	9 9 9 0 0 0
<input type="radio"/> 7	A <input type="radio"/> 0 C <input type="radio"/> 2	G <input type="radio"/> 230 ÷ 300 Q <input type="radio"/> 2200 ÷ 3000	7 <input type="checkbox"/> 92 ÷ 01	G <input type="checkbox"/> Strategico	_____	G <input type="radio"/> Abbandon.	
<input type="radio"/> 8	B <input type="radio"/> 1 D <input type="radio"/> ≥3	H <input type="radio"/> 300÷ 400 R <input type="radio"/> > 3000	8 <input type="checkbox"/> ≥ 2002	H <input type="checkbox"/> Turis-ricet.	_____		
				Proprietà A <input type="radio"/> Pubblica B <input type="radio"/> Privata			

Istat Provincia	Istat Comune	Rilevatore	N° scheda	Date
-----------------	--------------	------------	-----------	------

**SEZIONE 3 Tipologia** (multiscelta; per gli edifici in muratura indicare al massimo 2 tipi di combinazioni strutture verticali-solai)

Strutture verticali	Strutture orizzontali	Strutture in muratura								Altre strutture			
		Non identificate		A tessitura irregolare e di cattiva qualità (Pietrame non squadrato, ciottoli...)		A tessitura regolare e di buona qualità (Blocchi, mattoni, pietra squadrata...)		Piastri isolati	Mista	Rinforzata	Telai in c.a.	Pareti in c. a.	Telai in acciaio
		Senza catene o cordoli	Con catene o cordoli	Senza catene o cordoli	Con catene o cordoli	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				<input type="checkbox"/>		
A	B	C	D	F	F	G	H	REGOLARITA'	Non regolare A	Regolare B			
1 Non identificato	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	SI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2 Volte senza catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	G1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3 Volte con catene	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4 Travi con soletta <b>deformabile</b> (travi in legno con semplice tavolato, travi e volte...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NO	G2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
5 Travi con soletta <b>semirigida</b> (travi in legno con doppio tavolato, travi e tavelloni...)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
6 Travi con soletta <b>rigida</b> (solai di c.a., travi ben collegate a solette di c.a....)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	G3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

REGOLARITA'	Non regolare A	Regolare B
1 Forma pianta ed elevazione	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Disposizione tamponature	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

**Copertura**

1  Spingente pesante  
 2  Non spingente pesante  
 3  Spingente leggera  
 4  Non spingente leggera

**SEZIONE 4 Danni ad ELEMENTI STRUTTURALI e provvedimenti di pronto intervento (P.I.) eseguiti**

Livello estensione	DANNO <sup>(1)</sup>										PROVEDIMENTI DI P.I. ESEGUITI						
	D4-D5 Gravissimo			D2-D3 Medio grave			D1 Leggero			Nullo	Nessuno	Demolizioni	Caratteristiche oo franti	Riparazione	Puntelli	Trasenne e protezione passaggi	
	> 2/3 A	1/3 - 2/3 B	< 1/3 C	> 2/3 A	1/3 - 2/3 B	< 1/3 C	> 2/3 A	1/3 - 2/3 B	< 1/3 C								
Componente strutturale - Danno preesistente	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	A	B	C	D	E	F	
1 Strutture verticali	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
2 Solai	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
3 Scale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
4 Copertura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
5 Tamponature-tramezzi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										
6 Danno preesistente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>										

(1) - Di ogni livello di danno indicare l'estensione solo se esso è presente. Se l'oggetto indicato nella riga non è danneggiato compilare **Nullo**.

**SEZIONE 5 Danni ad ELEMENTI NON STRUTTURALI e provvedimenti di pronto intervento eseguiti**

Tipo di danno	PRESENZA DANNO	PROVEDIMENTI DI P.I. ESEGUITI					
		Nessuno	Rimozione	Puntelli	Riparazione	Divieto di accesso	Trasenne e protezione passaggi
	A	B	C	D	E	F	G
1 Distacco intonaci, rivestimenti, controsoffitti...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Caduta tegole, cornicioni...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3 Caduta cornicioni, parapetti...	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4 Caduta altri oggetti interni o esterni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5 Danno alla rete idrica, fognaria o termoidraulica	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6 Danno alla rete elettrica o del gas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**SEZIONE 6 Pericolo ESTERNO indotto da altre costruzioni e provvedimenti di p.i. eseguiti**

Causa potenziale	PERICOLO SU			PROVVEDIM. DI P.I. ESEGUITI	
	Edificio	Via d'accesso	Via interne	Divieto di accesso	Trasenne e protez. passaggi
	A	B	C	D	E
1 Crolli o caduta da altre costruzioni	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2 Rettura di reti di distribuzione	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**SEZIONE 7 Terreno e fondazioni**

MORFOLOGIA DEL SITO	DISSESTI (in atto o tombili): <input type="checkbox"/> Versanti incombenti <input type="checkbox"/> Terreno di fondazione			
1 <input type="radio"/> Cresta 2 <input type="radio"/> Pendio forte 3 <input type="radio"/> Pendio leggero 4 <input type="radio"/> Pianura	A <input type="radio"/> Assorti	B <input type="radio"/> Generati dal sisma	C <input type="radio"/> Acuiti dal sisma	D <input type="radio"/> Preesistenti



---

## *ANEXO 7*

---

*“Ficha de determinación de la  
vulnerabilidad de la vivienda en caso de  
sismo”*

*Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Perú.*

Ficha N° 0166028

Pag. 1 de 3

**DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA PARA CASOS DE SISMO**

**FICHA DE VERIFICACION**

**A. UBICACION GEOGRAFICA DE LA VIVIENDA**

**1. UBICACION GEOGRAFICA**

1. DEPARTAMENTO

2. PROVINCIA

3. DISTRITO

**2. UBICACION CENSAL**

1. ZONA

2. MANZANA

3. LOTE

**3. FECHA Y HORA**

DIA    MES    AÑO

HORA    MINUTOS

**4. DIRECCION DE LA VIVIENDA**

TIPO DE VIA:    1  AVENIDA    2  CALLE    3  JIRON    4  PASAJE    5  CARRETERA    6  OTRO

NOMBRE DE LA VIA

N° DE LA PUERTA    INTERIOR    PISO    MANZANA    LOTE    KM

NOMBRE DE LA URBANIZACION / ASENTAMIENTO HUMANO / ASOCIACION DE VIVIENDA / OTROS

REFERENCIA

**5. APELLIDOS Y NOMBRES DEL JEFE(A) DE HOGAR O ENTREVISTADO(A)**

APELLIDO PATERNO    APELLIDO MATERNO

NOMBRES

6. DNI

**B. INFORMACION DEL INMUEBLE POR OBSERVACION DIRECTA**

**1. DESDE EL EXTERIOR SE PUEDE OBSERVAR QUE:**

1  Ante colapso, por el predominante deterioro, **SI** compromete al área colindante

2  Ante colapso, por el predominante deterioro, **NO** compromete al área colindante

3  No muestra precariedad

4  No fue posible observar el estado general de la vivienda

**2. LA VIVIENDA SE ENCUENTRA**

1  Habitada

2  No habitada

3  Habitada, pero sin ocupantes

4  Rechaza la verificación

Cuando la pregunta 2 tenga cualquiera de las siguientes respuestas: Vivienda 2 **NO habitada**, 3 **Habitada pero sin ocupantes**, ó 4 **Rechaza la verificación**, deberá pasar al campo N° 6 de la sección "C" y CONCLUIR LA VERIFICACION

**C. CARACTERISTICAS DEL TIPO DE VIVIENDA**

**1. CUENTA CON PUERTA INDEPENDIENTE**

1  **SI**, cuenta con puerta de calle

2  **NO**, es parte de un complejo multifamiliar

**2. FORMA PARTE DE UN COMPLEJO**

1  Multifamiliar horizontal

2  Multifamiliar vertical

3  No aplica

**3. TOTAL DE OCUPANTES (Cantidad de personas)**

1 De la vivienda    2 Del complejo multifamiliar

**4. CANTIDAD DE PISOS DE LA VIVIENDA**

1 Cantidad de niveles superiores (Incluido el 1er piso)

2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)

3  No aplica, por ser área común de la vivienda multifamiliar

**5. CANTIDAD DE PISOS DEL COMPLEJO MULTIFAMILIAR**

1 Cantidad de niveles superiores (Incluido el 1er piso)

2 Cantidad de niveles inferiores (sótanos)

3  No aplica por ser vivienda unifamiliar

**6. FACTORES CRITICOS PARA LA DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD "MUY ALTO" O "ALTO"**

1  El terreno se encuentra en un terreno inapropiado para edificar

2  Encontrarse el inmueble en una ubicación expuesta a derrumbes y/o deslizamientos

3  Otro:

4  No aplica

De ser necesario, se deberá especificar los factores y tener en consideración esta información para la evaluación de las edificaciones colindantes.

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud;

Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas tareas deberán ser asistidos por profesionales de la materia;

Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

FV-0124H6C1-2010.05.07

866

Mayor información en [www.indeci.gob.pe](http://www.indeci.gob.pe)

ESCRIBA CON LETRA MAYUSCULA IMPRINTA. NO ACENTUE LAS PALABRAS. CORRIJA CON CUIDADO. MARQUE ASI

A

B

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

U

V

W

X

Y

Z

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9



Ficha N° 0166028

Pág. 2 de 3

**D. CARACTERÍSTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

**1. MATERIAL PREDOMINANTE DE LA EDIFICACION**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> Adobe		6 <input type="checkbox"/> Adobe reforzado		9 <input type="checkbox"/> Albañilería confinada		11 <input type="checkbox"/> Concreto armado	
2 <input type="checkbox"/> Quincha		7 <input type="checkbox"/> Albañilería		10 <input type="checkbox"/> Otros:		12 <input type="checkbox"/> Acero	
3 <input type="checkbox"/> Mampostería	4	8 <input type="checkbox"/> Otros:	3			13 <input type="checkbox"/> Otros:	1
4 <input type="checkbox"/> Madera							
5 <input type="checkbox"/> Otros:							

**2. LA EDIFICACION CONTO CON LA PARTICIPACION DE INGENIERO CIVIL EN EL DISEÑO Y/O CONSTRUCCION**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> No	4	2 <input type="checkbox"/> Solo construcción	3	3 <input type="checkbox"/> Solo diseño	3	4 <input type="checkbox"/> SI, totalmente	1

**3. ANTIGUEDAD DE LA EDIFICACION**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> De 50 años a más	4	2 <input type="checkbox"/> De 20 a 49 años	3	3 <input type="checkbox"/> De 3 a 19 años	2	4 <input type="checkbox"/> De 0 a 2 años	1

**4. TIPO DE SUELO**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> Rellenos		4 <input type="checkbox"/> Depósito de suelos finos	3	6 <input type="checkbox"/> Granular fino y arcilloso	2	7 <input type="checkbox"/> Suelos rocosos	1
2 <input type="checkbox"/> Depósitos marinos	4	5 <input type="checkbox"/> Arena de gran espesor					
3 <input type="checkbox"/> Pantanosos, turba							

**5. TOPOGRAFIA DEL TERRENO DE LA VIVIENDA**

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="checkbox"/> Mayor a 45%	4	2 <input type="checkbox"/> Entre 45% a 20%	3	3 <input type="checkbox"/> Entre 20% a 10%	2	4 <input type="checkbox"/> Hasta 10%	1

**6. TOPOGRAFIA DEL TERRENO COLINDANTE A LA VIVIENDA Y/O EN AREA DE INFLUENCIA**

Pendiente muy pronunciada	Valor	Pendiente pronunciada	Valor	Pendiente moderada	Valor	Pendiente plana o ligera	Valor
1 <input type="checkbox"/> Mayor a 45%	4	2 <input type="checkbox"/> Entre 45% a 20%	3	3 <input type="checkbox"/> Entre 20% a 10%	2	4 <input type="checkbox"/> Hasta 10%	1

**7. CONFIGURACION GEOMETRICA EN PLANTA**

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> Irregular	4	2 <input type="checkbox"/> Regular	1

**8. CONFIGURACION GEOMETRICA EN ELEVACION**

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> Irregular	4	2 <input type="checkbox"/> Regular	1

**9. JUNTAS DE DILATACION SISMICA SON ACORDE A LA ESTRUCTURA**

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> No / No existen	4	2 <input type="checkbox"/> SI / No requiere	1

**10. EXISTE CONCENTRACION DE MASAS EN NIVEL...**

Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> Superior	4	2 <input type="checkbox"/> inferior / No existe	1

**11. EN LOS PRINCIPALES ELEMENTOS ESTRUCTURALES SE OBSERVA**

11.1 No existen / son precarios	Valor	11.2 Deterioro y/o humedad	Valor	11.3 Regular estado	Valor	11.4 Buen estado	Valor
1 <input type="checkbox"/> Cimiento							
2 <input type="checkbox"/> Columnas		2 <input type="checkbox"/> Columnas		2 <input type="checkbox"/> Columnas		2 <input type="checkbox"/> Columnas	
3 <input type="checkbox"/> Muros portantes	4	3 <input type="checkbox"/> Muros portantes	3	3 <input type="checkbox"/> Muros portantes	2	3 <input type="checkbox"/> Muros portantes	1
4 <input type="checkbox"/> Vigas		4 <input type="checkbox"/> Vigas		4 <input type="checkbox"/> Vigas		4 <input type="checkbox"/> Vigas	
5 <input type="checkbox"/> Techos		5 <input type="checkbox"/> Techos		5 <input type="checkbox"/> Techos		5 <input type="checkbox"/> Techos	

**12. OTROS FACTORES QUE INCIDEN EN LA VULNERABILIDAD POR...**

Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor	Características	Valor
1 <input type="checkbox"/> Humedad		4 <input type="checkbox"/> Debilitamiento por modificaciones	4	6 <input type="checkbox"/> Densidad de muros inadecuada	4	8 <input type="checkbox"/> No aplica	0
2 <input type="checkbox"/> Cargas laterales	4	5 <input type="checkbox"/> Debilitamiento por sobrecarga		7 <input type="checkbox"/> Otros:			
3 <input type="checkbox"/> Colapso elementos del entorno							

**E. DETERMINACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

**E.1. SUMATORIA DE LOS VALORES DE LA SECCION "D" CARACTERISTICAS DE LA CONSTRUCCION DE LA VIVIENDA**

$\sum$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	=	TOTAL
--------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	---	-------

Llevar los valores más críticos de cada uno de los campos de la Sección "D"

**E.2. CALIFICACION DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD DE LA VIVIENDA**

Nivel de Vulnerabilidad	Rango del Valor	Características del Nivel de Vulnerabilidad	Calificación Según E.1.
MUY ALTO	Mayor a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	<input type="checkbox"/>
ALTO	Entre 18 a 24	En las condiciones actuales NO es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación, requiere cambios drásticos en la estructura.	<input type="checkbox"/>
MODERADO	Entre 15 a 17	Requiere reforzamiento en potencial Zona de Seguridad Interna.	<input type="checkbox"/>
BAJO	Hasta 14	En las condiciones actuales SI es posible acceder a una Zona de Seguridad dentro de la edificación.	<input type="checkbox"/>

La Vulnerabilidad será determinada considerando la posibilidad de ocurrencia de un sismo de gran magnitud;

Las labores de reforzamiento recomendadas son de responsabilidad del jefe(a) de hogar. Para estas labores deberán ser asistidos por profesionales de la materia; Las consultas podrán ser absueltas en la Oficina de Defensa Civil de la Municipalidad de su jurisdicción.

AV-1979/INDECIV-2010-05-97

61432

Mayor información en [www.indeciv.gob.pe](http://www.indeciv.gob.pe)



---

## **ANEXO 8**

---

*“Informe Preliminar de Daños en  
Inmueble, Evaluación de emergencia,  
Primer nivel de evaluación”*

*MOP-ASIA-FESIARA, El Salvador.*

# INFORME PRELIMINAR DE DAÑOS EN INMUEBLES

010

COMISIÓN EVALUADORA DE DAÑOS MOP / ASIA / FESIARA

## EVALUACION DE EMERGENCIA PRIMER NIVEL DE EVALUACION

Fecha del evento: 13 de Enero de 2001.

Registro No. \_\_\_\_\_

Fecha de la inspección: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_ am \_\_\_\_ pm. Inspeccionado por GRUPO No. \_\_\_\_\_

### 1. Identificación del inmueble

Nombre del inmueble: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Dueño o responsable: \_\_\_\_\_

Teléfonos de contacto: \_\_\_\_\_

Año de construcción (estimado): \_\_\_\_\_

#### USO PRINCIPAL

- Casa     Templo     Comercial     Gubernamental  
 Hospital     P. de Salud     Oficinas     Histórico  
 Hotel     Gimnasio     Industrial     Escuela  
 Servicios de Emergencia     Otro \_\_\_\_\_

### 2. Descripción del Inmueble.

SI ESTA COMPUESTO POR VARIOS MODULOS O CUERPOS, LLENAR UN FORMULARIO PARA CADA UNO. No. de módulos \_\_\_\_\_

Nombre del módulo inspeccionado: \_\_\_\_\_

Area construida estimada: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

No. de pisos superestructura: \_\_\_\_\_ sótano: \_\_\_\_\_

Pent House \_\_\_\_\_

#### TIPO DE CONSTRUCCIÓN

- Concreto armado     Acero     Ladrillo hueco de concreto  
 Bahareque     Adobe     Ladrillo sólido de barro  
 Madera     Otro \_\_\_\_\_

#### FORMA DE LA ESTRUCTURA EN PLANTA

 Regular Irregular

#### FORMA DE LA ESTRUCTURA EN ELEVACIÓN

 Regular Irregular

#### SISTEMA ESTRUCTURAL PRINCIPAL

- Marcos de concreto     Marcos de acero  
 Muros de concreto     Muros de mampostería  
 Otros \_\_\_\_\_

#### SISTEMA ESTRUCTURAL DEL TECHO

- Concreto     Acero     Madera     Otro \_\_\_\_\_

#### CALIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN

- Buena     Promedio     Pobre

#### EVIDENCIA DE REPARACIONES

(terremotos anteriores, defectos constructivos, etc.)

- No     Sí     No se sabe

#### MATERIAL DE LA CUBIERTA

- Lámina metálica     Lámina fibro-cemento o similar     Teja  
 Concreto     Otros \_\_\_\_\_

#### COMENTARIOS ADICIONALES

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

#### ESTADO DEL INMUEBLE

- Bueno     Deteriorado

Nota: Por favor escribir con bolígrafo o pluma.



	No hay	Pequeños	Moderados	Graves	Severos	Comentarios
<b>Daños no estructurales</b>						
Paredes de fachada	--	--	--	--	--	_____
Paredes laterales, culatas	--	--	--	--	--	_____
Paredes interiores (de relleno)	--	--	--	--	--	_____
Otras divisiones	--	--	--	--	--	_____
Desprendimiento del cielo falso	--	--	--	--	--	_____
Desprendimiento de luminarias	--	--	--	--	--	_____
Daños en cubierta de techo	--	--	--	--	--	_____
Elevadores	--	--	--	--	--	_____
Otros _____	--	--	--	--	--	_____
<b>Daños instalaciones interiores</b>						
Instalación de agua potable	--	--	--	--	--	_____
Instalación drenaje aguas negras	--	--	--	--	--	_____
Instalación eléctrica	--	--	--	--	--	_____
Instalación de teléfono	--	--	--	--	--	_____
Otros _____	--	--	--	--	--	_____
<b>Comentarios generales</b> _____						

#### 5. Evaluación de los daños totales del inmueble.

PORCENTAJE	O CALIFICATIVO	EVALUACION	EXTERIOR	INTERIOR
Ninguno	No hay	Seguro		
0 - 10%	Pequeño	Seguro		
10 - 30%	Moderado	Precaución		
30% - 60%	Grave	Inseguro		
60% - 100%	Severo	Inseguro		
100%	Total	Inservible.		

#### Estimación de los costos de reparación o reconstrucción (en colones):

Menos de 5,000      De 5 a 50 mil  
 De 50 a 100 mil      De 100 mil a 250 mil  
 De 250 mil a 500 mil      De 500 mil a 1 millón  
 De 1 a 3 millones      De 3 a 5 millones  
 De 5 a 10 millones      De 10 a 25 millones  
 Otro estimado \_\_\_\_\_

Esquema

## 6. Juicio final sobre el uso o no del inmueble

Marcar las opciones de la matriz (x,y) de acuerdo a las evaluaciones efectuadas, y luego extrapolar el resultado para la calificación final.

Por ejemplo: Si la evaluación exterior se marca en  Seguro y la evaluación interior se marca en  Precaución, el resultado al extrapolar es que el inmueble es Utilizable con precaución.

		EVALUACIÓN EXTERIOR (Daños estructurales, no-estructurales, geotécnicos, instalaciones, etc.)		
		<input type="checkbox"/> Seguro	<input type="checkbox"/> Precaución	<input type="checkbox"/> Inseguro
EVALUACIÓN INTERIOR (Daños estructurales, no-estructurales, geotécnicos, instalaciones, etc.)	<input type="checkbox"/> Seguro	Utilizable	Utilizable con precaución	Entrada prohibida
	<input type="checkbox"/> Precaución	Utilizable con precaución	Utilizable con precaución	Entrada prohibida
	<input type="checkbox"/> Inseguro	Entrada parcialmente prohibida	Entrada parcialmente prohibida	Entrada prohibida

### CALIFICACIÓN FINAL DE LA HABITABILIDAD

Utilizable o *habitable*

Utilizable o habitable con precaución

COMENTARIOS A CALIFICACIÓN DE Utilizable con precaución:

Entrada parcialmente prohibida

Entrada prohibida

COMENTARIOS A CALIFICACIÓN DE Entrada parcialmente prohibida:

Possibilidad de uso como albergue a personas afectadas:

Utilizable

No Utilizable

## 7. Calificación final de la estructura principal

### **BANDERA VERDE**

Sin daños visibles en elementos estructurales. Posibles fisuras en repellos de paredes, losas y en elementos estructurales. Pocos daños a la construcción. No presenta reducción en su capacidad sismo resistente.

### **BANDERA AMARILLA**

Fisuras diagonales y de otro tipo en paredes. Fisuras grandes en elementos estructurales. Disminución de su capacidad sismo resistente. Puede repararse sin necesidad de refuerzo.

### **BANDERA ANARANJADA**

Grietas grandes con trituración del material de las paredes. Grietas grandes con pequeñas dislocaciones en elementos estructurales. Fracturas. Disminución de resistencias y rigideces de los elementos. Muy disminuida su capacidad sismo resistente. Necesitan ser reparadas y reforzadas.

### **BANDERA ROJA**

Elementos estructurales y uniones muy dañados, dislocados y repetitivos. Colapsos, ruina parcial o total. Posible demolición luego de una evaluación más detallada.

**8. Medidas posteriores**

Marque la casilla apropiada si cree que se necesitan medidas complementarias o posteriores a esta evaluación.

Se recomienda la evaluación de un especialista: (reinspección)  Estructural  Geotécnico  Otro \_\_\_\_\_  
 Recomendaciones para medidas urgentes:  No hay  Eliminación del peligro local  
 Protección de la construcción del colapso  
 Protección de las calles o construcciones vecinas  
 Demolición urgente

Acordonar en torno a las siguientes áreas: \_\_\_\_\_

Otras recomendaciones: \_\_\_\_\_

**COMENTARIOS**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Nombres de los técnicos de la inspección**

**firmas**

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Nombre del propietario o responsable**

**firma**

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Favor entregar el siguiente aviso al propietario o responsable del inmueble.

**INSPECCIONADO**

Fecha de la inspección: \_\_\_\_\_ Hora: \_\_\_\_ am \_\_\_\_ pm.

Inspeccionado por GRUPO \_\_\_\_\_.

NOMBRE DEL INMUEBLE: \_\_\_\_\_

Como resultado de la INSPECCIÓN DE EMERGENCIA realizada, ponemos en su conocimiento que este inmueble ha sido inspeccionado. Se le invita pasar a recoger el informe oficial en los \_\_\_\_ días siguientes en ASIA (Asociación Salvadoreña de Ingenieros y Arquitectos), Av. Napoleón Viera Altamirano 632, Colonia Escalón. Tels. 263 3773 / 2633947 / 263 3967 Telefax. 263 3905 / 263 3932. E-mail: asianet@insatelsa.com

COMITÉ DE EVALUACIÓN DE DAÑOS MOP / ASIA / FESIARA

NOMBRE, FIRMA Y SELLO DE LA PERSONA RESPONSABLE DEL CENTRO EDUCATIVO

---

## *ANEXO 9*

---

*“Formulario propuesto de captura de  
datos”.*



**IV. Inspección externa.**

Existe colapso:

- Total       Parcial       No

*(si existe colapso total no realizar inspección interna y clasificar el edificio bandera roja/ si existe colapso parcial realizar la inspección interna con precaución)*

**Índice de condiciones exteriores y del suelo** \_\_\_\_\_ **A + B + C =**

1. Inclínación del edificio o piso: \_\_\_\_\_  **A**
- Sin inclinación      0
- Visiblemente inclinado      1
2. Falla de la cimentación: \_\_\_\_\_  **B**
- Sí      1
- No      0
3. Problemas geotécnicos en el entorno: \_\_\_\_\_  **C**
- Sin problemas geotécnicos      0
- Inestabilidad de talud cercano/ Grietas, 1  
asentamiento o licuación de suelo cercano.

**V. Inspección interna.**

*La inspección interna se debe realizar en el piso con mayor nivel de daño*

Nº de piso con mayor daño:

**Índice de daño estructural** \_\_\_\_\_ **D o E o F**

**Evaluación en estructura vertical portante:**

Grados de daño	Sin daño	Daños leves		Σ	Daños importantes			Σ	Σ
		G1	G2		G3	G4	G5		
% de elementos dañados									
Columnas/Paredes									= 100%
Nudos/Conexiones									= 100%

Si G3 + G4 + G5 ≥ 50 % para C/P o N/C \_\_\_\_\_  **D**

Marcos	Paredes	ID*	ID**
G3 en C/P ≥ 50 % o G3 + G4 en N/C ≥ 50 %	G3 en Paredes ≥ 50 %	3	2
G3 + G4 en C/P ≥ 50 % o G5 en N/C ≥ 50 %	G3 + G4 en Paredes ≥ 50 %	4	3
G5 en C/P > 50 %	G5 en Paredes > 50 %	5	4

*\* para pisos inferiores/ \*\*para pisos superiores.  
Cuando G3 + G4 + G5 ≥ 50 % no es necesario continuar la inspección de elementos estructurales.*

Si G3 + G4 + G5 < 50 % para C/P o N/C

**Evaluación en estructura colectora de carga**

Grados de daño	Sin daño	Daños leves		Σ	Daños importantes			Σ	Σ
		G1	G2		G3	G4	G5		
% de elementos dañados									
Vigas									= 100%
Losas									= 100%

Si G3 + G4 + G5 ≥ 50 % para Vigas o Losas \_\_\_\_\_  **E**

Marcos	Paredes	ID
G3 en Vigas ≥ 50 % o G3 + G4 en Losas ≥ 50 %	G3 en Losas ≥ 50 %	2
G3 + G4 en Vigas ≥ 50 % o G5 en Losas ≥ 50 %	G3 + G4 en Losas ≥ 50 %	3
G5 en Vigas > 50 %	G5 en Losas > 50 %	4

Si G3 + G4 + G5 < 50 % para Vigas o Losas \_\_\_\_\_  **F**

Marcos	Paredes	ID
Sin daño ≥ 50 %		0
G1 en Vigas ≥ 50 % o G2 en Losas ≥ 50 %	G1 + G2 en Losas ≥ 50 %	1
G2 en Vigas ≥ 50 %	G2 en Losas ≥ 50 %	2

**Índice de daño no estructural** GoH

Grados de daño	Sin daño	Daños leves			Daños importantes			Σ	Σ
		G1	G2	Σ	G3	G4	G5		
% de elementos dañados									
Paredes fachada									= 100%
Paredes divisorias									= 100%
Escaleras									= 100%
Cielos rasos									= 100%
luminarias									= 100%
Cubierta									= 100%
Instalaciones									= 100%
Soporte de tanque									= 100%

		ID
G3 + G4 + G5 < 50 % para paredes divisorias, de fachada, escaleras, cielos rasos, luminarias, cubierta, instalaciones o soporte.		1
G3 + G4 + G5 ≥ 50 % para paredes divisorias, de fachada, escaleras, cielos rasos, luminarias, cubierta, instalaciones o soporte.		2

G   
H

---

**VI. Daños en el edificio: Índice de daño (ID)**

Índice de daño no estructural	Índice de daño estructural				
	≤ 1	2	3	4	5
≤ 1	1	2	3	4	5
2	2	3	4	5	5

---

**VII. Estado del edificio: Clasificación de habitabilidad.**

Índice de daño de condiciones externas y del suelo	Índice de daño				
	1	2	3	4	5
≤ 1	●	▲	▲	■	■
2	▲	▲	■	■	■
3	▲	■	■	■	■

BANDERA	DESCRIPCIÓN
●	Los daños en los elementos estructurales son mínimos por lo que la capacidad original para resistir cargas no presenta disminución significativa. No representa peligro para las personas y pueden ser utilizadas inmediatamente o luego de realizar reparaciones.
▲	Se han encontrado daños estructurales y no estructurales que representan riesgos para que la edificación pueda ser habitada. La entrada a la edificación es permitida solamente con fines de emergencia y únicamente bajo su propio riesgo. No se permite su uso, por lo que deberán ser evacuadas inmediatamente y no podrán ser utilizadas antes de su reparación y/o reforzamiento determinada por medio de una inspección detallada.
■	La edificación se encuentra seriamente dañada e insegura para ser habitada. Su capacidad para resistir cargas es baja y existe el riesgo de un posible colapso ante réplicas del sismo principal. La entrada al inmueble está prohibida. El ingreso a la edificación no es permitida debido a su inseguridad, excepto por las autoridades.

---

**VIII. Recomendaciones.**

Se recomienda una evaluación detallada de:

Problemas geotécnicos                       Daños estructurales

Se recomienda intervención de:

Protección Civil.                       Policía de tránsito.  
 PNC-Ejército.                       Bomberos/entidades de rescate.

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Recomendaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Esquema en planta. Croquis de ubicación.

Esquema en elevación: Vista frontal. Esquema en elevación: Vista lateral.

**Información de los inspectores e inspección:**

Evaluador: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_  
 Teléfono/correo: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 Auxiliar: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_  
 Teléfono/correo: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 Auxiliar: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_  
 Teléfono/correo: \_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 Fecha: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_  
 Hora de inicio: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_ (Formato 24 horas) Duración: \_\_\_\_\_ : \_\_\_\_\_

Supervisor que recibió: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_  
 Coordinador que recibió: \_\_\_\_\_ F. \_\_\_\_\_

---

*ANEXO 10*

---

*“Rótulos de advertencia propuestos”*



