

Índice general

| | |
|---|------|
| Índice general | I |
| Índice de figuras | III |
| Índice de tablas | V |
| Resumen | VI |
| Introducción | VII |
| Importancia | VII |
| Objetivos | VII |
| Metodología | VII |
| Alcances | VIII |
| | |
| Capítulo 1 | |
| Métodos existentes para la estimación de víctimas asociadas a daños en edificios durante sismos | 1 |
| 1.1. Estado de arte | 1 |
| 1.2. Víctimas en función de colapsos | 3 |
| 1.3. Modelo de supervivencia para planeación de rescate | 6 |
| 1.4. Otros estudios relevantes | 12 |
| 1.5. Modelo al que se enfoca este trabajo | 17 |
| | |
| Capítulo 2 | |
| Información recopilada de atrapados y fatalidad asociados a características de los colapsos | 20 |
| 2.1. Información recopilada de muertos, heridos y características de los sismos asociados | 20 |
| 2.2. Modo de colapso | 22 |
| 2.2.1. Definición de modo de colapso | 22 |
| 2.2.2. Modo de colapso tipo apilamiento | 22 |
| 2.2.3. Modo de colapso por volteo | 25 |
| 2.3. Información de víctimas y características de los edificios recopilada por caso | 28 |
| | |
| Capítulo 3 | |
| Búsqueda de correlaciones de factores de atrapados y fatalidad con características de los colapsos | 31 |
| 3.1. Observaciones según el número de pisos. | 31 |
| 3.2. Observaciones según el tipo de estructura | 32 |
| 3.2.1. Edificios de concreto. | 32 |
| 3.2.2. Edificios de mampostería | 38 |
| 3.3. Observaciones según el uso de la estructura | 43 |
| 3.4. Factores propuestos | 47 |

| | |
|---|-----|
| Capítulo 4 | |
| Relación de pérdidas económicas con nivel de daño y víctimas | 50 |
| 4.1 Recopilación de datos de pérdidas para el cálculo de factor de colapso | 50 |
| 4.2 Descripción de estimación de pérdidas RSMex | 51 |
| 4.3 Comparación de datos de pérdidas sistema vs aseguradoras | 53 |
| 4.4 Clasificación de nivel de daños | 54 |
| 4.4.1 Clasificación de nivel de daño acorde a agencia federal de administración de desastres (FEMA) | 54 |
| 4.4.2 Propuesta de clasificación de nivel de daño acorde a información recopilada | 55 |
| 4.5 Cálculo de factor de colapso | 57 |
| 4.5.1 Comparación de nivel de daño criterio FEMA versus pérdida recopilada de aseguradoras | 57 |
| 4.5.2 Comparación de nivel de daño criterio propuesto versus pérdida recopilada de aseguradoras | 58 |
| 4.6 Correlación con el factor de pérdidas con factor de colapso | 59 |
| 4.6.1 Discusión | 61 |
| | |
| Conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones | 62 |
| | |
| Referencias | 66 |
| | |
| Anexo 1 | 71 |
| | |
| Anexo 2 | 104 |

Índice de figuras

Capítulo 1

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.1 Distribución víctimas por terremotos Coburn et al (1992)</i> | 3 |
| <i>Figura 1.2 Valores de M_{3b} de Coburn et al (1992)</i> | 4 |
| <i>Figura. 1.3 Porcentajes de ocupantes totales estimada de acuerdo a la hora del día Coburn et al., (1992)</i> | 5 |
| <i>Figura 1.4 Función de desvanecimiento según Sakai et al (1991), según las heridas que sufrió la víctima sobrevivirá más tiempo o menos</i> | 6 |
| <i>Figura 1.5 Función de desvanecimiento según Sakai et al (1991) en diferentes casos y bajo distintas circunstancias</i> | 7 |
| <i>Figura 1.6 Gráficas de la función transición de Sakai et al (1992) en el primer caso se tiene una transición constante y en el segundo una que disminuye con el tiempo</i> | 8 |
| <i>Figura 1.7 Función de transición según Sakai et al (1992)</i> | 19 |
| <i>Figura 1.8 Densidad de distribución de FTmax según Sakai et al (1992)</i> | 10 |
| <i>Figura 1.9. Densidad de distribución de heridas según Sakai et al (1992)</i> | 11 |
| <i>Figura 1.10 Densidad de distribución de FT según Sakai et al (1992)</i> | 11 |

Capítulo 2

| | |
|---|----|
| <i>Figura. 2.1 Proceso que produce un modo de colapso tipo apilamiento.</i> | 22 |
| <i>Figura. 2.2 Colapso tipo apilamiento</i> | 23 |
| <i>Figura 2.3 Falla que típicamente produce apilamiento parcial</i> | 24 |
| <i>Figura 2.4 Apilamiento parcial</i> | 25 |
| <i>Figura 2.5- Un proceso que resulta en modo de colapso tipo volteo</i> | 26 |
| <i>Figura 2.6 Edificio Nuevo León la jornada (2010) foto de archivo.</i> | 26 |
| <i>Figura 2.7- Un modo de colapso de inclinación en "V"</i> | 27 |
| <i>Figura 2.8 Modo de colapso inclinación en "V"</i> | 28 |

Capítulo 3

| | |
|--|----|
| <i>Figura 3.1 Factores de atrapados y mortalidad contra No de pisos</i> | 32 |
| <i>Figura 3.2 Factor de atrapados excluyendo tres casos</i> | 33 |
| <i>Figura 3.3 Valores de F1 y F2 para diferentes edificios de concreto</i> | 34 |
| <i>Figura 3.4 Gráficas de factor de atrapados y fatalidad contra número de pisos para el caso de edificios que colapsaron tipo apilamiento</i> | 35 |
| <i>Figura 3.5 Gráficas para el caso de edificios que colapsaron por apilamiento parcial, inclinación o inclinación en V</i> | 37 |
| <i>Figura 3.6 factor de atrapados para mampostería</i> | 41 |
| <i>Figura 3.7 Factores contra el numero de gente atrapada y por las edades que tenían los ocupantes</i> | 43 |
| <i>Figura 3.8 Relación de atrapados entre ocupantes respecto al número de pisos por uso</i> | 45 |
| <i>Figura 3.9. Relación de muertos entre atapados respecto al número de pisos por uso</i> | 46 |

Capítulo 4

| | |
|--|----|
| <i>Figura 4.1 Pérdidas estimadas de por RSMEX contra pérdidas registradas por aseguradoras</i> | 54 |
| <i>Figura 4.2 Nivel de daño FEMA VS. porcentaje de pérdidas de los datos obtenidos de las aseguradoras</i> | 57 |
| <i>Figura 4.3 Nivel de daño propuesta VS porcentaje de pérdidas de los datos obtenidos de las aseguradoras</i> | 58 |
| <i>Figura 4.4 Distribución de probabilidad según datos recabados</i> | 60 |

Anexo 1

| | |
|--|----|
| <i>Figura 1 Fotos de edificio Nuevo León tomadas de la página de USG en 2010 y de Novedades (1984)</i> | 75 |
| <i>Figura 2 Centro Médico tomado de Novedades (1984)</i> | 76 |
| <i>Figura 3 Centro Médico unidad de Ginecología y Obstetricia</i> | 77 |
| <i>Figura 4 Hospital Juárez página de la Western, Washington University</i> | 78 |
| <i>Figura 5 Se ve el interior del edificio de ministerio de planeación después de colapsado el edificio, abajo una imagen que muestra al mismo edificio de planeación cuyas columnas no tenían el adecuado refuerzo Raymond et al (1987)</i> | 79 |
| <i>Figura 6 Edificio Rubén Darío durante el sismo de el salvador en 1986 EERI et al (1987)</i> | 80 |
| <i>Figura 7 Sede de la ONU sismo de Haití, Nueva York AFP (2010)</i> | 81 |
| <i>Figura 8 Hotel Costa Real Colima</i> | 82 |
| <i>Figura 9 Edificio en Alto Rio de la Concepción caso muy sonado en el sismo de Chile 2010 El mostrador (2010)</i> | 83 |
| <i>Figura 10 Foto de Ruby Towers en Luzón Filipinas (1990) de la página de internet del "Philippine Institute of Vulcanology and Seismology"</i> | 84 |
| <i>Figura 11 Fotos de escuela derrumbada en Celtiksuyu, tomado de la página de Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute</i> | 85 |

| | |
|---|-----|
| <i>Figura 12 Fotos de Tungshih Dynasty building Naeim et al (2000).</i> | 87 |
| <i>Figura 13 El Golden Paris Building Naeim et al (2000)</i> | 88 |
| <i>Figura 14 Fotografías de Taichung Miracle building Naeim et al (2000).</i> | 89 |
| <i>Figura 15 Fotografías de Taichung New World Center Naeim et al (2000)</i> | 90 |
| <i>Figura A-16 El antes y el después del Hotel Montana Noticias Observa.com (2010)</i> | 91 |
| <i>Figura 17 Edificio Meadows después del sismo de Northridge 1994</i> | 91 |
| <i>Figura 18 Restos de Escuela Iovene (EERI et al., 2002)</i> | 93 |
| <i>Figura 19 Catedral de Puerto Príncipe SIC (2010)</i> | 93 |
| <i>Figura 20 Secundaria SMK de Nigéri EERI et al (2009)</i> | 95 |
| <i>Figura 21 Escuela Santa Catalina EERI et al (1987)</i> | 96 |
| <i>Figura 22 Edificio de planificación EERI et al (2009)</i> | 97 |
| <i>Figura 23 Edificio de Super leche antes y después</i> | 98 |
| <i>Figura-24 Multifamiliar Juárez tomadas de la página www.esmas.com.mx y de archivos de la revista Proceso</i> | 99 |
| <i>Figura 25 CONALEP de Humboldt. Tomado de Novedades (1985)</i> | 100 |
| <i>Figura 26 Hotel Regis tomado de ovaciones (1985)</i> | 101 |
| <i>Figura 27 Hotel de Carlo tomado de Western Washington University (1985)</i> | 103 |
| <i>Figura 28 Edificio de San Antonio Abad Foto de Juan Carlos Rangel (1985)</i> | 104 |
| <i>Figura 29 Edificio Atlas.</i> | 104 |
| <i>Figura 30 Colegio cristiano de Luzon EERI et al (1990)</i> | 105 |
| <i>Figura 30 Hotel gran salvador durante el sismo de 1986 Wikipedia (2010) y Raymond et al (1987)</i> | 106 |
| <i>Figura 31 Fotografías de la escuela de Lenguas de Prayoga EERI et al (2009)</i> | 106 |

Índice de tablas

Capítulo 1

| | |
|---|----|
| <i>Tabla 1.1 Enfoques que abordan la estimación de pérdida de vidas</i> | 2 |
| <i>Tabla 1.2 Porcentajes de personas atrapadas Coburn et al., (1992)</i> | 5 |
| <i>Tabla 1.3 Porcentaje de personas heridas y su distribución según Coburn et al., (1992)</i> | 5 |
| <i>Tabla 1.4 Valores de μ dependiendo del tipo de heridas sufridas por las víctimas copia fiel de Sakai et al (1992)</i> | 12 |
| <i>Tabla 1.5 Traumas presentados por víctimas del sismo de Atenas Papadopoulos et al (2004). Los números en paréntesis son porcentajes</i> | 13 |
| <i>Tabla 1.6 muertos y heridos por el sismo de Armenia 1998 RMenia et al (1997)</i> | 14 |
| <i>Tabla 1.7 Datos de muertos y ocupantes presentado por K. Noji et al (1998)</i> | 15 |
| <i>Tabla 1.8 Muertos en distintas localidades durante el sismo de Armenia et al (1997)</i> | 16 |
| <i>Tabla 1.9 Heridos durante el sismo de Northridge. Peek –Asa et al (1998) para el caso de Northridge</i> | 16 |
| <i>Tabla 1.10 muertos durante el sismo de ChiChi Yun Yien et al (2002)</i> | 17 |
| <i>Tabla 1.11 Distribución en porcentaje de la población que se ubica en cada edificio dependiendo de la hora del día tomada de Reinoso et (2010)</i> | 18 |

Capítulo 2

| | |
|---|----|
| <i>Tabla 2.1 Datos por sismo recabado</i> | 21 |
| <i>Tabla 2.2 Datos recabados por edificio</i> | 30 |

Capítulo 3

| | |
|---|----|
| <i>Tabla. 3.1 Edificios representados en gráficos en figura 3.2</i> | 36 |
| <i>Tabla 3.2 edificios de los gráficos de la figura 3.3</i> | 38 |
| <i>Tabla 3.3 Tabla de valores de edificios de mampostería</i> | 40 |
| <i>Tabla. 3.4 Breve descripción de los casos de edificios de mampostería.</i> | 42 |
| <i>Tabla 3.5 Factor propuesto por usos</i> | 44 |
| <i>Tabla 3.6 Factores de acuerdo al uso de la estructura</i> | 46 |
| <i>Tabla 3.7 Factores de atrapados y fatalidad</i> | 47 |
| <i>Tabla 3.8 Valores del factor F_2 de acuerdo al uso</i> | 49 |

Capítulo 4

| | |
|---|----|
| <i>Tabla 4.1 Relación de sismos para los que se recabaron datos de pérdidas económicas</i> | 51 |
| <i>Tabla 4.2 Niveles de daño de acuerdo a porcentaje de daño sufrido</i> | 55 |
| <i>Tabla 4.3 Niveles de daño de acuerdo a la seguridad estructural</i> | 55 |
| <i>Tabla 4.4 Criterio de asignación de nivel de daño estructural de acuerdo a las fallas presentadas que podrían provocar lesiones en las personas.</i> | 56 |
| <i>Tabla. 4.5 Cantidad de edificios por nivel de daño</i> | 58 |
| <i>Tabla 4.6 Nivel de daño relacionada con su porcentaje de pérdida</i> | 59 |

Anexo II

| | |
|--|-----|
| <i>Tabla 1 claves de uso de edificios</i> | 110 |
| <i>Tabla 2.- Base de datos de pérdidas por sismos.</i> | 114 |