

# ANEXO I

## Datos de cada edificio

### 1 Edificio Nuevo León



Figura 1 Fotos de edificio Nuevo León tomadas de la página de USGS y Novedades (1984)

En la figura 1 se observa el edificio habitacional Nuevo León en el cual el comportamiento de falla por volteo dejó pocos espacios para que los sobrevivientes se resguarden en una de las alas, además

sería difícil para alguien que quedara atrapado en esta parte del edificio salir pues no hay muchos caminos de entrada o salida. En el ala del otro lado hay mucho más espacios y la gente incluso pudiera salir por sí misma.

El edificio Nuevo León de 15 pisos tenía una estructura de marcos de concreto con diafragma. Su modo de colapso fue volteo pues era una estructura muy esbelta y, además, presentaba una inclinación antes de que ocurriera el sismo. Distintas versiones de los ocupantes encontradas en Dela garza (1984) indican que el edificio estaba desplomándose, por ello es que, cuando ocurrió el sismo, el edificio estaba en plena reparación ya que se le trataba de introducir un sistema de pilotes de control en cuya labor llevaba ya más de año y medio. Además, las cimentaciones a base de cascarones estaban llenas de agua, con lo cual se restituían los pesos de tierra que el diseño original había economizado.

De hecho algunas versiones de parte de residentes recolectadas en Del Garza (1984) hablan de que el único edificio que no fallo (el del Sur) era un edificio al cual se le había dado mantenimiento y extraído el agua de los cascarones. No todos los edificios del conjunto cayeron. En la figura 1 la fotografía a) muestra uno de los edificios del conjunto que fue muy dañado por el sismo en sus columnas. En total colapsaron 2 edificios y el otro fue demolido. Para el sismo de México 1985 se tienen distintos valores de PGA pero para efectos de este trabajo se considera el medido en el centro SCOPE que fue de aproximadamente 200 gals, en este caso se tuvo las estadísticas: 1200 ocupantes aproximadamente que eran las personas que vivían en el edificio, aunque no se tiene un dato exacto de cuanta gente había al momento del sismo de acuerdo con Marin (1985) 468 murieron y se tiene un estimado de los primeros días de 800 atrapados. Con estos números se tienen unos factores  $F_1=0.67$ , y  $F_2=0.59$ .

## 2 Dormitorio del Hospital General



Figura 2 Hospital General tomado del diario Novedades (1984)

Durante el sismo de México 1984, el cual se produjo a las 7:19 a.m. En el caso del Hospital General se derrumbaron dos de los edificios que componían el complejo. Uno de Estos Edificios fue el dormitorio para residentes el cual estaba constituido de 8 pisos 7 de los cuales servían como dormitorios. En dicha construcción 76 de 76 ocupantes fueron atrapados 40 fueron rescatados con vida y 36 murieron, esto es de acuerdo a Organización Panamericana de la Salud PAHO (1986) sin embargo otro estudio de Cisero *et al.*, (1986) indica otros números 86 ocupantes y 86 atrapados, 40

sobrevivientes y 46 muertos con lo cual se obtienen otros factores. Para efectos del presente trabajo se han usado los número proporcionados por el estudio de Cisero *et al.*, (1986) debido a que también sacamos de este trabajo los números correspondientes a las víctimas de la unidad de Ginecología y Obstetricia.

Con estos datos tenemos que un 53% de los ocupantes murieron y se hace notar que el factor  $F_2$  fue del 100 % el cual es un factor muy alto si lo comparamos con otros edificios. Es posible que este factor sea inferior en la realidad pues cabe la posibilidad que otras personas salieron inmediatamente del edificio pero, puesto que no se tienen más datos, estos números serán tomados por buenos. Posiblemente este valor tan grande en el factor de atrapados  $F_1$  se deba a que este edificio era un Dormitorio y a la hora en que ocurrió el sismo los residentes se estaban preparando para iniciar su día, así que estaban aun dormidos o adormilados pues hay que tomar en cuenta que muchos residentes suelen trabajar de noche cuando rolan turnos o hacen guardia por lo que es posible que algunos durmieran durante el día. Respecto al sistema estructural este edificio estaba hecho de muros y losas planas de concreto. Al fallar quedó una losa sobre otra como tipo dominó. El sistema estructural posiblemente sea de losa plana o marcos de concreto con diafragma.

### 3 Unidad de Ginecología y Obstetricia del Hospital General



Figura 3 Hospital General unidad de Ginecología y Obstetricia

Durante el sismo de México 1984, el cual se produjo a las 7:19 a.m. En el caso del Hospital General se derrumbaron dos de los edificios que componían el complejo. Uno de Estos Edificios fue la unidad de Ginecología y Obstetricia de 6 pisos. En este edificio se presentaron 385 ocupantes ,338 atrapados, 249 muertos con lo cual se obtiene un  $F_1$  de 88%,  $F_2$  de 74y  $F_1 \times F_2$  de 65% estos numero son tomados de acuerdo con la fuente, Cisero *et al.*, (1986) que consiste en un estudio sobre las características de las heridas que sufrió la gente muerta en el edificio y además. El factor de fatalidad resulta ser bastante alto en este caso posiblemente por el hecho de que la falla que se presentó fue por losas planas que caen una sobre otra como tipo dominó, en la figura 3 se puede observar una fotografía del edificio. Este tipo de falla es la más mortal, además de eso de la gente que fue atrapada muchos fueron niños que, a diferencia de los adultos, no pueden intentar salir por sí mismos y pacientes que recientemente habían dado a luz y, posiblemente su resistencia física no es la misma que la de una persona en otras condiciones.

## 4 Hospital Juárez



*Figura.4 Hospital Juárez página de la Western, Washington University (2010)*

Durante el sismo de 1985 en México este hospital de acuerdo con Zeballos (1993) tuvo las siguientes estadísticas 950 ocupantes ,740 atrapados, 179 rescatados con vida dando así unos factores  $F1= 78\%$ ,  $F2= 76\%$  y  $F1XF2=59\%$  este edificio de 12 pisos, de acuerdo a los reportes de la página de geología de la Western Washington University, tuvo una falla en las juntas entre columnas y través en todos los niveles del edificio por lo que, en este edificio de marcos de concreto con diafragma, los pisos cayeron uno sobre otro en un modo de colapso de apilamiento. Se ha observado que este tipo de falla es una de las más mortales. Los reportes del instituto de ingeniería indican que el edificio estaba conformado por marcos en dos direcciones. En general fallaron las columnas, pero en algunos casos fue la conexión trabe columna.

## 5 Ministerio de planificación



Figura 5 Se ve el interior del edificio de ministerio de planeación después de colapsado el edificio, en b) una imagen que muestra al mismo edificio de planeación cuyas columnas no tenían el adecuado refuerzo Raymond et al., (1987)

Este edificio cayó en El Salvador en el sismo de 1986. De acuerdo al reporte de Durkin *et al.*, (1987) había 60 personas en este edificio al momento del sismo, 36 personas sufrieron heridas leves o no sufrieron ninguna herida así que, para efectos de este trabajo asumiremos que esas personas salieron del edificio en tanto las demás fueron atrapadas atrapados. De las otras 24 se reporta que 12 murieron y 12 personas más fueron rescatadas por los equipos eso no da un factor  $F_1=20\%$ ,  $F_2=60\%$  y  $F_1XF_2=33\%$  este edificio de 5 pisos falló por piso débil. Durante este sismo se tuvo una aceleración de 0.7g, de acuerdo también a Durkin *et al.*, (1987). Esta aceleración es una aceleración muy alta debido a que el epicentro se encontraba muy cerca de la ciudad sin embargo fue un temblor de poca duración. El edificio del ministerio de panificación era un edificio de cinco pisos cuya falla fue por piso débil. De acuerdo con Raymond *et al.*, (1987) su sistema estructural era marcos de concreto con diafragma y probablemente lo que fallo fueron sus columnas. Posiblemente la falla se presente porque las 4 columnas que sostenían el edificio no estaban suficientemente reforzadas o las conexiones viga-columna no estaban bien hechas.

## 6 Edificio Rubén Darío



Figura 6 Edificio Rubén Darío durante el sismo de El Salvador en 1986) EERI *et al.*, (1987)

En la figura 6 se muestran dos fotografías del edificio Rubén Darío con 500 ocupantes número que es estimado por Olson *et al.*, (1987): también son solo números estimados, 300 atrapados y 235 muertos según Durkin *et al.*, (1987) Sin embargo Durkin presenta como dato 65 rescatados con vida los cuales eran números de unos días después del temblor. Además los 300 atrapados son igualmente, un estimado así que 235 muertos se obtienen de la respectiva resta. Olson *et al.*, (1987) sin embargo presenta un estimado de 300 muertos mínimo y enumera los rescatados. Sumando las cantidades que presenta dan 70 rescatados: aproximadamente 3 docenas, luego 33 personas y 1 más ( $36+33+1=70$ ). Por lo tanto la contradicción esta en decir si 300 es el número de atrapados o de muertos. En cuanto a los rescatados hay poca diferencia. Como no hay forma de saber qué cantidades son las más acercadas a la realidad. Se tomaron como buenos las siguientes cantidades: 500 atrapados, 365 atrapados, 300 muertos. Por supuesto, si alguien quisiera continuar con este trabajo puede que llegue a mostrar un criterio distinto sobre estos números.

Si comparamos los 300 muertos de este edificio con los 12 que tuvo el hotel Gran salvador y el ministerio de planificación se observa una gran diferencia aun y cuando cayeron en el mismo sismo, posiblemente sea por la forma en que fallaron: En tanto El hotel y el ministerio fallaron por piso débil. Y su comportamiento fue de apilamiento parcial este edificio primero colapso, también por piso débil, pero al caer el primer piso el impacto hizo que, en los pisos superiores, las losas cayeran una sobre otra dando como resultado un comportamiento tipo apilamiento. De hecho los sótanos prácticamente no sufrieron ningún daño mientras todos los pisos colapsaron. En este caso se tuvo un valor del 60% de  $F_1$ ; 78% para  $F_2$  y  $F_1XF_2$  de 47%.

Este tipo de fallas suelen ser espectaculares y, como ocasionan más muertes en un solo lugar, son, con frecuencia, los casos que más cubre la prensa por lo que, en el presente trabajo, son de los que más se ha obtenido información. En el caso del sismo del salvador se tienen varias medidas de PGA siendo la más alta de 0.7g. Según Raymond *et al.*, (1987), que también nos dice que el edificio en cuestión era de marcos de concreto con diafragma. Al respecto hay que decir que este edificio había sido dañado por un sismo previo pero solo se reparó la fachada y no se hizo ninguna reparación a nivel estructural obviamente, tampoco se desalojó el edificio aún y cuando los técnicos habían

dictaminado que el edificio debía desalojarse. Edificios en mal estado que colapsan es algo que se ha encontrado en varios de los casos recopilados para este trabajo.

## 7 Sede de la ONU



a) Antes

b) después

Figura 7 Sede de la ONU sismo de Haití Nueva York AFP (2010)

En la figura 7 se muestra una fotografía del antes y el después del edificio sede de la ONU que se derrumbó durante el sismo de Haití 2010 que sucedió a las 16:53. Desafortunadamente para este sismo no se cuenta con medidas de PGA. Hubo 216, atrapados y 101 muertos de 246 ocupantes. Observamos nuevamente que los edificios en los cuales los entrepisos fallan son las que más gente atraparán y matarán, aunque es un edificio relativamente bajo se tiene un F1 de 47% de atrapados muertos. Estas cifras fueron tomadas de las noticias de La prensa gráfica (2010), que es una noticia de la que se obtuvo la cantidad de atrapados, pues la noticia hablaba de 146 desaparecidos y 70 muertos con lo cual se indaga que hubo 216 personas atrapadas esto porque también la misma noticia dice que el jueves había 180 desaparecidos y 61 muertos, del universal 2010 se sabe que no habían rescatado gente hasta el miércoles, por lo que se deduce que 61 muertos y 180 desaparecidos que se tenían el jueves era una cifra de ocupantes totales de 241 y una cantidad preliminar de víctimas mortales de 79. De acuerdo con Associated Press, (2010) donde ya se tenían cantidades totales de muertos en el edificio, el total de muertos fue 101. Esta vez con cifras oficiales de la ONU.

No se encontró ningún informe de la forma en que falló el edificio. Por la fotografía, se indaga que las losas del último piso cayeron sobre el más bajo, probablemente por penetración en losas o por columnas débiles. También es posible que una irregularidad en la altura causara una rigidez menor en los pisos que fallaron tendríamos, entonces, un efecto de piso débil en donde se presentó la falla. También se ve que, en el ala izquierda del edificio que las columnas circulares se desprendieron de las traveses o de la losa plana en las uniones. Sin embargo esa falla no se presentó en todo el edificio. El edificio era de 4 pisos de acuerdo con las noticias.

## 8 Edificio de departamentos en Thessaloniki

Este edificio de marcos de concreto con diafragmas se derrumbó durante el sismo de Thessaloniki. En 1978. En el reporte de Ioanis et al., (1978) se menciona este edificio de 8 niveles el cual colapso

matando 37 personas y sobreviviendo 3 en Salonika. Desafortunadamente no se tienen datos del total de las personas que se encontraban en el edificio al momento del sismo ni de la forma en que falló el edificio. Así mismo en la búsqueda de información que se realizó en este trabajo no se encontró fotografía de este edificio por lo tanto solo se tiene el factor de fatalidad  $F_2$  que en este caso tiene un valor de 93%.

## 9 Hotel Costa Real



*Figura 8 Hotel Costa Real Colima*

Durante el sismo de Colima México 1995 a las 9:35 hrs este edificio falló. De acuerdo con la fuente El universal (2003) había 12 turistas y 8 empleados alojadas al momento del sismo, de esos ocupantes 11 murieron y 3 fueron rescatados con vida por lo que se puede concluir que 14 quedaron atrapadas. Así que el valor de los factores sería:  $F_1=70\%$ ,  $F_2=79\%$  y  $F_1 \times F_2=55\%$  De acuerdo con la noticia, el edificio era de 7 pisos. No dice el sistema estructural del edificio. Tampoco se encontró un estudio que indicara la razón por la que la estructura se desmoronó. Por las fotografías podemos indagar que era un edificio de losas planas quizás con columnas de concreto. Aunque no se tiene un reporte más en forma de cómo o porque falló el edificio. Tampoco se cuenta con un valor de PGA representativo de la zona cuando sucedió el sismo. Sus factores son muy parecidos a otros edificios que fallaron por losas planas y, comparado con los edificios anteriores parecen variar poco. Podemos observar que el  $F_1$  es más bajo que en otros edificios que fallaron por losas planas, sin embargo esto se puede explicar porque en otros edificios que hemos visto con un  $F_1$  más alto el sismo fue durante la noche o en una hora tal que los ocupantes estaban durmiendo. Otra posible razón es que, de acuerdo con la noticia al momento del sismo la gente se encontraba en los pisos bajos de la estructura. En este caso el sismo se presentó a la 9:35 de la mañana, una hora en que, por lo general, la gente ya está despierta.



## 10 Alto Rio de la Concepción



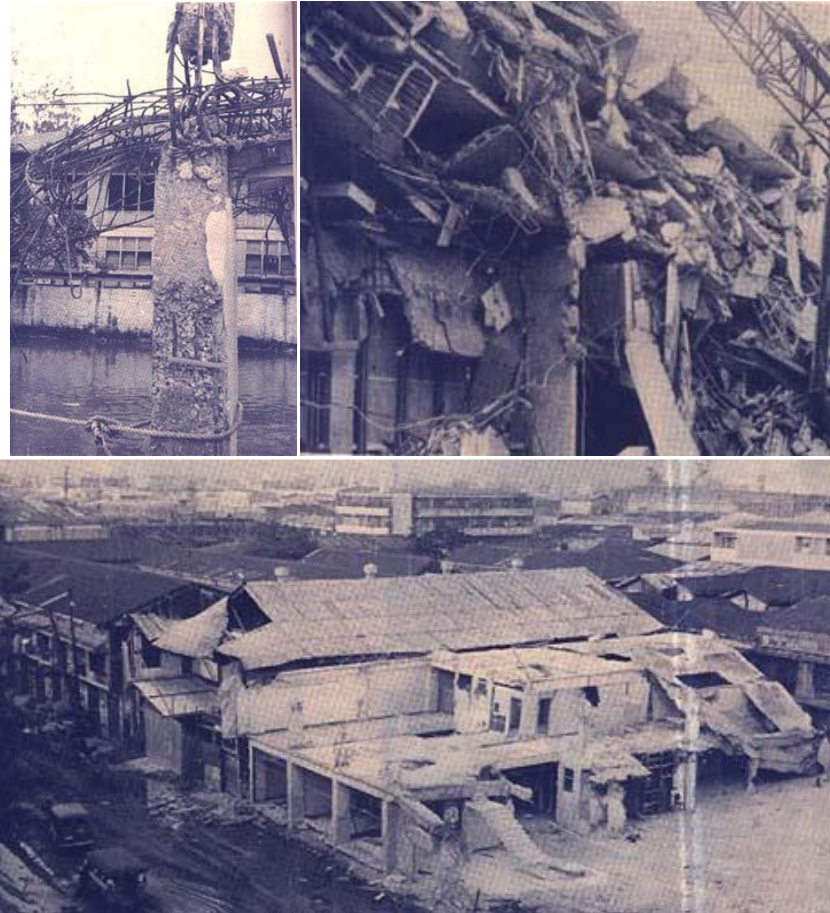
Figura 9 Edificio en Alto Rio de la Concepción El mostrador (2010)

Este edificio de 14 pisos falló durante el sismo de Chile de 2010 a las 3:32 de la mañana por lo que sus ocupantes estaban dormidos. En otros edificios se ha visto que el porcentaje de  $F_1$  se incrementa cuando los derrumbes se dan durante la noche en edificios donde la gente duerme. En la fig. 9 Se muestra un edificio derrumbado donde había aproximadamente 100 ocupantes, aunque este dato no es definitivo pues era el estimado de ocupantes que manejaban los periódicos en los primeros días después del sismo, se reporta que 7 personas murieron. En tanto, 79 sobrevivieron 52 salieron por sus propios medios entre los escombros, 27 fueron rescatados por los equipos de emergencia, Todo esto de acuerdo a datos de El mostrador (2010).

En este caso observamos que la falla fue en los cimientos, quizás el suelo o la mala cimentación. Al momento de escribir este texto se estaba iniciando una investigación al respecto de las fallas de este edificio. Algo muy importante es la gran cantidad de espacios que permiten a las personas sobrevivir y salir incluso por sus propios medios. La mortandad es sumamente baja, solo el 8% aproximadamente murió mientras el 40 % de la gente fue atrapada entre el edificio. Con ello se observa que en edificios que al fallar dejan muchos espacios huecos el factor  $F_2$  disminuye considerablemente. En este caso el sistema estructural era marcos de concreto, pero se hace hincapié en la gran cantidad de muros de mampostería que tenía el edificio porque, al partirse, estos muros aportaron resistencia suficiente para que las losas no colapsaran sobre los residentes.

Esta falla por volteo en donde falla la cimentación es parecida a la que tuvo el edificio Nuevo León en México 1985 sin embargo, como se observa, al quebrarse el edificio muchos más elementos estructurales permanecen unidos, a diferencia del Nuevo León donde en una de las alas podía verse una losa sobre otra en tanto en este caso particular las losas no se derrumbaron sobre los pisos inferiores. Este caso en especial resulta extraño entre los otros encontrados debido a sus bajos factores y al hecho de que, en general, edificios de esas características no fallan o al fallar permiten a la gente salir.

## 11 Torre Ruby



c)

Figura 10 Fotos de Ruby Towers en Luzón Filipinas (1990) de la página de internet del "Philippine Institute of Volcanology and Seismology"

Este fue uno de los edificios colapsados emblemáticos del terremoto de Luzón, Filipinas. Durante el sismo de Luzón Filipinas en 1990 a las 16:28 este conjunto habitacional falló con las estadísticas obtenidas de el artículo de Esplanado (2009) que es artículo de un diario: 800 ocupantes (un estimado), 585 atrapados 243 rescatados con vida, 342 muertos que dan un factor de atrapados  $F1=73\%$ , un factor de fatalidad  $F2=58\%$  y un factor  $F1 \times F2=43\%$ , aunque el reporte del "Philippine Institute of Volcanology and Seismology" tiene números más bajos Esplanado (2009) es una noticia muy posterior al sismo. Se asume que cuando se hizo el reporte del Instituto las labores de rescate aún continuaban y por lo tanto no se contaba con el número total de muertos, además de que, por la noticia de Esplanado (2009) se sabe que algunos de los que fueron sacados con vida murieron en el hospital por sus heridas, es por eso que se están tomando por buenas las cifras de la noticia.

Desafortunadamente no se encontró ningún documento que nos hable como o porque falló la Torre Ruby, aunque de las fotos se puede pensar que se trató de una falla en las losas y que el edificio era de marcos de concreto reforzado con diafragmas.

## 12 Fábrica y escuela en Armenia

Estos dos edificios se mencionan en el trabajo de Noji *et al.*, (1988) que es un trabajo más amplio sobre muertes por colapso durante el sismo de Armenia 1988. Los menciona por ser en los que mayor mortandad hubo en ese sismo. Estos dos edificios eran de marcos de concreto pre colados, desafortunadamente el análisis que presenta es sobre todos los edificios que fallaron y no presenta más datos de los edificios de manera particular, al no tener el nombre de los mismos no se encontró otra referencia sobre estos edificios en otra fuente ni tampoco fotografías, así mismo tampoco se tiene un reporte de cómo fallaron estructuralmente estas construcciones

El primer edificio era una fábrica que tenía 212 ocupantes, de los cuales murieron 205 lo cual significa que  $F_1XF_2= 96.7\%$  y la segunda una escuela donde había 302 ocupantes de los que murieron 285 lo cual significa que  $F_1XF_2= 94.4\%$  de acuerdo con los factores que hemos manejado en este trabajo

Una posible explicación a este alto valor en  $F_2$  es que cuando sucedió este sismo el país en cuestión estaba en un momento de gran tensión social y también sucedió en época invernal lo cual pudo haber acabado rápidamente con la vida de las víctimas

## 13 Dormitorio en Turquía

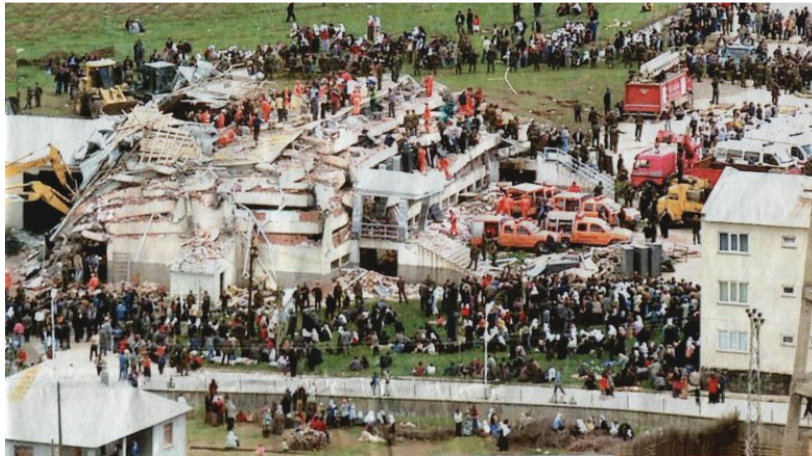


Figura 11 Fotos de escuela derrumbada en Celtiksuyu, tomado de la página de Kandilli Observatory and Earthquake Research Institute el 27de mayo de 2010

Este Dormitorio de 4 pisos que se derrumbó en Celtiksuyu, durante un sismo en Turquía en 2003 que sucedió a las 3:27 de la mañana. Hora en que los estudiantes dormían Según las noticias de el siglo de Torreón (2003) el director de la escuela dijo que habían 198 ocupantes. Aparentemente se trataba de estudiantes de secundaria. Haciendo sumas entre los que se habían rescatados y lo que aún estaban adentro de las ruinas se obtiene un total de 150 atrapados. Sin embargo, el total de muertos se encontró casi al final del reportaje de el Mexicano (2009) en una noticia que hablaba sobre otro sismo mencionaba este caso como una reseña. Por el tiempo de publicación se supone que ya se sabía el número total de víctimas del derrumbe que fueron 83, con ello se indaga que los otros 67 atrapados fueron rescatados con vida por lo que los factores quedarían  $F_1=81\%$ ,  $F_2= 52\%$   $F_1XF_2=42\%$ . Desafortunadamente no se cuenta con reportes de como falló la estructura, pero las fotografías existentes nos muestran que muy probablemente la estructura era de marcos de concreto

con diafragmas, y falló en las columnas o la losa cayendo estas últimas teniendo un comportamiento de falla tipo apilamiento.

## 14 Los edificios de Chi-Chi 1999

Durante la búsqueda de información se encontró el reportaje Chen (1999) el cuál contiene una tabla sobre personas rescatadas y muertas hasta siete días después del sismo de Chi-Chi 1999 que sucedió a la 1:47 a.m. Esta tabla contiene datos de personas muertas y atrapadas en varios edificios de diferentes localidades, de acuerdo a cifras del departamento de bomberos.

De otros casos se ha visto que es raro que una persona sobreviva más de 7 días entre las ruinas, aunque es algo que puede suceder, de hecho ha sucedido, sin embargo al no contar con otros datos o noticias posteriores para este caso asumimos la cantidad de gente rescatada a los siete días como la cantidad total de rescatados. Ello puede implicar un error en los números pero, de existir, se considerara ese error en términos porcentuales como mínimo. En el caso del número de muertos este, por lo general, cambia porque cuando se entra con maquinaria pesada a remover escombros, frecuentemente se encuentran más víctimas. Sin embargo hay otro error intrínseco: al ser determinado el número de rescatados por el departamento de bomberos se ignora a la gente que pudo haber sido rescatada por civiles o, incluso por otros supervivientes. Lo que también se ha dado en otros terremotos. De existir este número, no se cuenta con él. Y podría afectar el valor de  $F_2$  obtenido a la baja.

Se encontró el estudio de Yong Ming *et al.*, (2002) el cuál contiene datos de muchos de los mismos edificios además de el PGA de la estación con acelerógrafos más cercana a ellos. Se completaron datos de muertos y rescatados con vida con estos dos artículos. El número de atrapados se tomo como el número de muertos más el número de rescatados con vida con lo que se pudo determinar el  $F_2$  para 12 edificios. Sin embargo no se sabía que sistema estructural tenían los edificios en cuestión, y tampoco se encontraron fotografías de estos edificios. Este dato se encontró para 4 edificios de concreto en el estudio Naeim *et al.*, (2000). Por los factores que tienen se sospecha que los otros 8 edificios pudieran ser también de concreto, sin embargo es un dato que no tenemos manera de dar como cierto o como falso.

Los edificios que contenían estos estudios pero, de los cuales, no se encontraron más datos fueron:

Taipei City, Sungshan District: Tunghsing building  
 Taipei County, Hsinchuang: The Doctor's Home  
 Taipei County, Hsinchuang: Lungko apartments  
 Taichung County, Fengyuan: Hsiangyang Yungchao building  
 Taichung County, Fengyuan: Hsinkao building  
 Taichung County, Tali: Taichung Dynasty building  
 Changhua County, Yuanlin: Lungpang building  
 Yunlin County, Touliu: Chungshan Kuopao building

De estos edificios se tienen datos de atrapados y muertos, así como PGA de la región.

Los otros 4 edificios de los que se encontró más información en Naeim *et al.*, (2000) son los que a continuación se describen

## 15 Tungshih Dynasty building



Figura 12 Fotografías del Tung shih Dynasty building Naeim *et al.*, (2000).

Uno de los edificios de Chichi de los que si tenemos datos de su tipo estructural es el Tungshih Dynasty building.

Este edificio de 13 pisos y 4 niveles de estacionamiento (3 sótanos y la planta baja) falló por piso débil teniendo como resultado un comportamiento de falla tipo apilamiento parcial, de acuerdo con el reporte de Naeim *et al.*, (2000). En la fotografía a) de la figura 12 se nota que estas columnas tenían muy poco refuerzo transversal por lo que fallaron por un inadecuado confinamiento en el primer piso. También se puede ver el uso de muy poco acero transversal en otras partes del edificio. Esta construcción estaba conformada con marcos de concreto colado en sitio.

Uno de los problemas más comunes durante el sismo de Chi-Chi es el uso de paneles de concreto en los lados que son considerados elementos no estructurales en los diseños. Estos elementos de cualquier forma aportan rigidez al edificio y provocan una excentricidad en planta que hace que ciertas alas del edificio sean menos rígidas que otras. Con 15 muertos y 16 rescatados con vida tiene un F2 de 48% aunque se trata de un edificio con un F2 bastante alto se puede indagar que muchos

ocupantes de los pisos superiores pudieron salir fácilmente. No se tiene el dato de la aceleración más cercana a este edificio.

## 16 Golden Paris building



Figura 13 El Golden Paris Building Naeim et al., (2000)

De acuerdo con Yong Ming *et al.*, (2002) este edificio residencial de 12 pisos y varios niveles de estacionamiento estuvo sometido a un PGA vertical de 234 gals, en dirección N-S de 313 gals y E-O de 484 gals. Hubo 92 atrapados: 4 rescatados con vida y 88 muertos lo cual da un  $F2= 96\%$ . El lugar era un hotel así que se indaga que la gente dormía al momento del sismo.

Este edificio en particular presentaba muchos defectos de otros edificios altos: pobres detalles, pobre calidad del concreto e inadecuado refuerzo lateral con fachadas de paneles de concreto que son considerados como elementos no estructurales.

Este edificio formaba parte de un complejo con una cimentación y diseño común. Compartía un patio con otros edificios del complejo.

De acuerdo a los residentes el colapso empezó en un ala que daba al patio común. Comenzó a inclinarse bajo un efecto similar al que ocurrió en el complejo del Dynasty. En un lado del edificio los muros de contención de la cimentación perimetral y la fachada aportaron una rigidez que el lado contrario no tenía porque daba al patio común del complejo en el cual, no había fachada de concreto y tampoco muro de contención en el sótano. El edificio se inclinó sobre el lado del patio dándose como resultado lo observado en la fotografía. De esta manera podemos decir que el edificio se volteó aunque en esta ocasión vemos que el mecanismo por el que se volteó fue muy diferente al del edificio nuevo León y el Alto Río de Concepción. Sin embargo es posible que mucha gente haya sido rescatada por civiles por lo que este factor en especial no se ha graficado en las gráficas de volteo en “V” correspondientes

## 17 Taichung Miracle building



Figura 14 Fotografías de Taichung Miracle building Naeim *et al.*, (2000).

A este edificio de 11 pisos corresponde un PGA de 231 en vertical, 313 en dirección N-S y 489 en E-O de acuerdo con Yong Ming *et al.*, (2002), con 22 muertos de 23 atrapados tiene un  $F_2=96\%$  el cual es bastante alto, también hecho de marcos de concreto. Según Naeim *et al.*, (2000) la falla se inicio en la planta baja, posiblemente también afectado por los paneles “no estructurales” y, posiblemente, se derrumbo por piso débil. Después de eso los dos primeros pisos cayeron en un efecto tipo dominó y después de aproximadamente una hora las otras tres plantas también cayeron de la misma manera. Ello sugiere que solamente hubo atrapados en las primeras tres plantas. La fotografía de la figura 14 nos estaría mostrando el quinto piso. Aunque Naeim *et al.*, (2000) no lo dice Quizá el motivo de tener un  $F_2$  tan alto es que la gente que quedo atrapada en un principio y tenía posibilidades de ser rescatada murió al ser aplastada por segunda vez al derrumbarse las últimas tres plantas. Otra posible explicación es que muchas veces son otros sobrevivientes los que rescatan al mayor número de personas y, en el caso de este edificio y los otros del sismo de Chi-Chi, los datos que tenemos son de los bomberos, por lo cual sería posible que el numero de rescatados fuera otro en realidad.

## 18 Taichung New World Center



Figura 15 Fotografías de Taichung New World Center Naeim *et al.*, (2000) se muestra la sección donde se ve que el lado que no falló y qué lado sí falló, e se muestra el colapso del segundo piso sobre el primero y en c) un detalle de una columna

Varias de las alas de este edificio de 12 pisos de marcos de concreto colado in situ con diafragmas sufrieron varios daños no estructurales y estructurales, solo un ala de este edificio falló, en la figura 15 a) se puede observar la zona de transición entre las zonas que no fallaron y las que sí lo hicieron quedando una parte de las trabes inclinadas. En la foto b) puede verse como el segundo piso está prácticamente a nivel del suelo y en la foto c) un detalle de las columnas que fallaron. Según el reporte de Naeim *et al.*, (2000). El problema se dio porque las fachadas exteriores con frecuencia no se consideran elementos estructurales por lo que en el primer piso estas fueron retiradas en el ala que daba a la calle para establecer tiendas y comercios al menudeo causando que la diferencia de rigideces provocara una torsión que, a su vez hizo que el ala donde se retiraron los paneles de concreto se comportara como piso débil. El comportamiento de falla fue de volteo. Con un muerto y dos rescatados con vida que hacen tres atrapados. Se puede argumentar que por fallar de esta manera el edificio tuvo un factor  $F_1$  muy bajo pues aunque no se tiene el número de muertos totales un edificio de doce pisos debe tener muchísimos más ocupantes que solo tres.



## 19 Hotel Montana



Figura 16 El antes y el después del Hotel Montana Noticias Observa.com (2010)

De acuerdo a las noticias de Tu Chaco (2010) y Momento 24 (2010) en este edificio que se derrumbó durante el sismo de Haití 2010 a las 16:53 habían 300 personas, aunque este es un número estimado, quedando atrapadas 200, rescatadas 145 y murieron 155 con lo cual  $F_1=66.67\%$   $F_2=78\%$  y  $F_1 \times F_2 = 52\%$  Aun no se tienen reportes estructurales al momento de escribir esto, pero por las fotografías se observa modo de colapso tipo apilamiento, probablemente por losas planas o falla en columnas. Puede tratarse de marcos de concreto con diafragma.

## 20 Northridge Meadows Appartaments



Figura 17 Edificio Meadows después del sismo de Northridge 1994 baumhedlundlaw (2010)

Este edificio cayó durante el sismo de Northridge que sucedió a la 1:24 de la mañana por lo que los ocupantes estarían dormidos. Hubo 43 atrapados, 16 muertos lo cual nos da un  $F_2=37\%$  que es bastante más bajo que para edificios de concreto pero más alto que para edificios de mampostería este edificio era un edificio de madera, aunque en este caso no se tienen datos concretos de otros edificios de madera en particular. En general los edificios de madera tienen factores muy bajos. Cabe hacer notar que, en general, los edificios de madera no son muy altos por lo que brindan a sus ocupantes la posibilidad de escapar rápidamente. No se encontraron datos más exactos de la forma

en que falló este edificio. Los datos fueron tomados de la recopilación de Spence *et al.*, (2009) y algunos datos técnicos de baumhedlundlaw (2010).

## 21 Catedral de San Clemente

El sismo de Pisco en 2007 sucedió a las 18:40 hora en que en este edificio celebraban misa. De acuerdo con EERI *et al.*, (2007) en esta estructura 160 personas murieron al derrumbarse el techo, solo sobrevivió el cura que se encontraba bajo la cúpula. Sin embargo estos datos no parecían ser corroborados por la prensa. Una semana después del sismo se publicó la noticia en La Jornada (2007) donde se nos habla de 15 personas rescatadas en total y 180 cuerpos rescatados cuando finalmente se decidió ya no buscar más. Finalmente una crónica de Niño (2007) sugiere que los ocupantes andaban en 300 y que la iglesia estaba llena cuando sucedió el sismo con lo cual  $F_1=65\%$   $F_2=92\%$  y  $F_1 \times F_2=60\%$  tomándose como buenos los datos de 180 muertos, 15 rescatados y 300 ocupantes. Al respecto hay que decir que estas no son estructuras típicas de mampostería, ya que las estructuras de mampostería, por lo general, no matan tanta gente como esta iglesia, en este caso se observó que el temblor sucedió durante una celebración religiosa lo cual también pone este caso como algo atípico pues generalmente un edificio no concentra tanta gente en un espacio relativamente tan pequeño como una iglesia durante una misa. En general las estructuras de mampostería no son tan mortales. En este caso el techo era muy pesado al igual que las columnas que lo sostenían, la cúpula había sido reforzada antes del sismo por lo que el cura, que se encontraba oficiando misa debajo de la misma fue el primero en ser rescatado.

Otra cosa importante que podemos encontrar al leer la crónica de Niño (2007) es que es muy posible que mucha gente se ahogara por el polvo de la construcción al caer, y es que, al parecer la iglesia era de adobe lo que sugiere que estructuras de adobe son más mortales que otras estructuras de mampostería debido a la gran cantidad de polvo que expiden, sin embargo no es algo definitivo y no se encontraron otras estructuras de adobe con información tal que pudiese negar o afirmar tal cosa.

Desafortunadamente no se cuentan con fotografías de la iglesia en cuestión. En general los edificios de mampostería e comportan más como el siguiente caso.

## 22 Escuela Iovene



Figura 18 Restos de Escuela Iovene (EERI et al., 2002)

Esta escuela de educación primaria se derrumbó por el sismo en Italia que sucedió en 2002 a las 16:08 por lo que los alumnos estaban en clase. Para este caso se encontraron algunos datos en EERI *et al.*, (2002) que fueron completados con datos de The Independent (2002) en la cual también se menciona que los ocupantes eran niños y niñas mayores de 6 años. Para esta construcción de 2 niveles se tienen los números: 91 ocupantes 62 atrapados, 30 muertos con lo que  $F_1 \times F_2 = 32.97\%$  porque  $F_1 = 68\%$  y  $F_2 = 48\%$ . Desafortunadamente se tiene solo esta foto y EERI no ahonda más en cómo era o cómo falló la estructura, solo enfatiza que la escuela tenía unos muros de mampostería muy débiles y una losa muy pesada para la misma por la foto y lo escrito en EERI *et al.*, (2002) sabemos que era una escuela de mampostería reforzada con losas rígidas de concreto.

## 23 Catedral de Puerto Príncipe



Figura 19 Catedral de Puerto Príncipe SIC (2010).

Esta construcción de adobe cayó por el sismo de Haití 2010 que sucedió a las 16:53. En este caso no se tienen datos definitivos, pero se estima que, al momento del sismo había aproximadamente 226

ocupantes quedando atrapados 186 personas. Sobrevivieron 158 y murieron 26 esto con las cifras de sic (2010) que son datos de la iglesia, ello nos deja con un factor de  $F1=88.5\%$ ,  $F2=13.5\%$  y  $F1XF2$  de  $11.5\%$  el cual es más típico de las estructuras de mampostería. A diferencia del caso anterior en esta iglesia no se encontraban en misa y los 226 ocupantes eran, en su mayoría, seminaristas, no se hallaban todos concentrados en un solo lugar no obstante que ambas construcciones fallaron en forma muy parecida y estaban hechos de materiales parecidos. Sus factores difieren mucho, aunque en número absolutos la cantidad de los ocupantes no eran muy menores que en San Clemente. Estas personas se encontraban distribuidos en un área mucho mayor pues esta catedral era una construcción grande. Este factor se parece mucho al determinado por Noji *et al.*, (1998) de  $12.77\%$  para estructuras de mampostería. Lo que sugiere estos dos casos es que en lugares donde la gente se aglutina por alguna razón los factores  $F1$  y  $F2$  tienden a incrementarse.

## **24 Casa del estudiante**

Durante el sismo de L'Aquila este edificio se derrumbo solo en una de sus alas durante la noche por lo que, aunque muchos resultaron atrapados en realidad no hubo muchos muertos, según Globedia (2009) las cifras son: 158 ocupantes, 126 quedarían atrapados al derrumbarse el ala donde estaba la salida, de los que fueron aplastados 2 fueron rescatados con vida y 8 muertos con lo que  $F1=80\%$ ,  $F2=6.33\%$  y  $F1XF2=5\%$  Desafortunadamente solo se cuenta con el testimonio de la noticia, que dice que una sola ala cayó, y no se encontraron fotos ni una reseña estructural. Así mismo se sabe que era un dormitorio de estudiantes por lo que se sabe que la mayoría de sus ocupantes eran jóvenes de entre 18 y 25 años. Aparentemente una de las alas cayó aunque es posible que solo en uno o dos pisos, aunque en un principio se creyera que muchos de los estudiantes habían muerto, pues en las primeras noticias se manejaba que casi todos los atrapados habían muerto. También en la noticia dice que el edificio era de mampostería reforzada no trae fotografías del colapso por lo que solo se cuenta con lo que dice el diario

## 25 Secundaria SMK de Nigeri



a)



b)

Figura 20 Secundaria SMK de Nigeri EERI et al., (2009).

Esta escuela se derrumbó durante el sismo de Luzón Filipinas en 2009 a las 17:46 por lo que los alumnos estaban en clase. En esta secundaria se encontraron los datos: 200 ocupantes, 7 atrapados, 5 rescatados y 2 muertos con lo que el 4% fue atrapado 29% es el factor F2 y murió el 1% del total de ocupantes Esta información fue sacada de EERI *et al.*, (2009). Aparentemente solo se derrumbó la parte de las escaleras de este largo edificio. Una posible explicación a esto es porque al fallar la estructura esta solo se desmoronó parcialmente. Sin embargo también la casa del estudiante cayó de esa manera y el factor de atrapados fue de 80%. Por lo cual se buscó otra explicación lógica. Durante la búsqueda se vio que esta escuela estaba ocupada por alumnos en edad secundaria. Además de que su cubierta es ligera. En casi todas las demás estructuras de mampostería y concreto se encontró que las cubiertas eran losas de concreto, sin embargo en este caso era de tejas lo que sugiere que el hecho de que exista un techo de tejas influye, pues en muchos casos los muertos parecen ser producidos al caerse los pesados techos y en 1 caso de esta escuela y la escuela Santa Catalina que también estaba hecha con cubierta ligera. Fueron las paredes las que mataron a la gente.

## 26 Escuela Santa Catalina

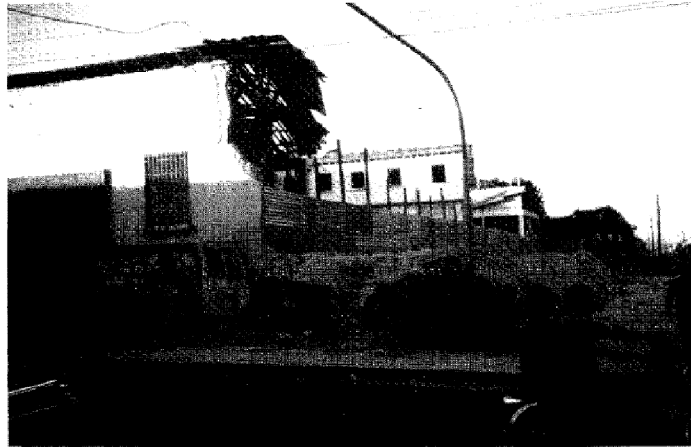


Figura 21 Escuela Santa Catalina EERI et al., (1987).

Escuela desde primaria hasta secundaria se derrumbo el segundo piso. Era una escuela de 2 pisos de mampostería reforzada y techo de madera con tejas. Las paredes del segundo piso colapsaron sobre las estudiantes, así que, a diferencia de otros edificios donde las muertes fueron causadas al caer la losa, en este caso el que ocasiono las muertes fue la pared. En un principio se daba como buena la noticia de 30 muertos y 20 rescatados con vida que daba el reporte preliminar de EERI et al., (1986), y el de Durkin *et al.*, (1987) sin embargo noticias de mucho tiempo después Laínez (2007) nos hablan de 42 muertos por lo que se corrige ese número, el número de rescatados no fue corroborado ni cambiado de lo que se escribió en el reporte de EERI por lo que permaneció intacto, la suma de muertos y rescatados se tomo como la cantidad de atrapados. Esta noticia también nos dice que la escuela era un instituto para niñas y que, aunque se daba clases a niñas de hasta 15 años. En el lugar donde se derrumbo estaban las niñas de primaria Aunque las noticias dicen que el edificio era de Adobe al menos la parte que fallo (el muro) era de ladrillos de acuerdo con EERI et al., (1987) al no conocerse el número de ocupantes se tiene solo el factor F2 el cual vale 68% en este caso. Llama la tención que en la noticia de Laínez (2007) dice que la escuela era de adobe, pero de acuerdo con EERI *et al.*, (1987) era de ladrillos.

## 27 Torre de la Iglesia Chapinero

Durante un sismo en Colombia en el año 1917 esta parte de la iglesia cayo matando a 6 mujeres e hiriendo a 12 personas más, para efectos del presente trabajos se tomo como 12+6 como el número de personas atrapadas por el colapso. Se sabe que el edificio en cuestión era un Claustro por lo que se deduce que la población afectada eran mujeres adultas y, quizás, ancianas. Además, de acuerdo con la fuente, el edificio era de adobe. Desafortunadamente no se cuenta con ninguna fotografía de la Iglesia ni con el número de ocupantes, obviamente por la época tampoco hay reportes estructurales del edificio en cuestión. Sobresale el hecho de que al momento del sismo había más gente en otra zona de la Iglesia, pero solo la torre cayó. .

## 28 Edificio de planificación



Figura 22 Edificio de planificación EERI et al., (2009).

De acuerdo con EERI *et al.*, (2009) Este edificio de tres pisos aparentemente había sido levemente dañado por el sismo de 2007 en Sumatra, sin embargo no se realizó ningún dictamen estructural y, desde luego, no se le dio mantenimiento a los daños que había sufrido. Después se derrumbó por piso débil durante el sismo de 2009. Afortunadamente solo se derrumbó el primer piso y, aparentemente, no había ocupantes en el mismo. El edificio falló debido a que las columnas no tenían suficiente acero, las columnas colapsaron cayendo el edificio sobre su primer piso. En este caso los sobrevivientes dicen que habían aproximadamente 80 ocupantes pero, al intentar escapar desde el segundo piso 2 de ellos murieron con lo cual el factor de fatalidad es quizás el más bajo de todos los edificios con solo 2.5%. Esto se puede explicar porque en el primer piso no había ocupantes y las dos únicas víctimas murieron durante el desalojo del edificio. De otra forma es muy posible que hubiese habido muchas más víctimas

## 29 Edificio de Bruselas 8

Durante el sismo de México de 1985 este edificio se derrumbó. Este edificio se encontraba en lo que son las calles de Liverpool y Bruselas en la colonia Juárez del Distrito Federal. De acuerdo al testimonio de un sobreviviente que fue compilado en el artículo de De la Garza (1985) Se sabe que el edificio era de departamentos y que a esa hora la mayoría de sus habitantes aún dormían o se estaban levantando, que había aproximadamente 50 ocupantes quedando todos atrapados y aparentemente murieron entre 8 y 10 personas. Se sabe que en este edificio murieron Frederick Véanmelo, dramaturgo Belga radicado en México, Rodrigo Gonzales, músico de rock, y Manuel Altamira, periodista del diario “La Jornada”. Se sabe que el edificio era de departamentos y que a esa hora la mayoría de sus habitantes aún dormían o se estaban levantando.

## Edificios de los que no se pudieron determinar factores de atrapados ni fatalidad

Durante la búsqueda de datos con frecuencia se encontraron datos de muertos en edificios pero no se encontraron datos de gente atrapada o de los ocupantes, también hubo algunos casos donde se tuvo una cantidad inicial de atrapados pero no se disponen de noticias posteriores que pudieran determinar números definitivos o creíbles. Aunque se incluyeron en la tabla 2.2 como números de muertos mínimos aquí se enlistan a continuación dichos edificios.

### 30 Edificio de Supe leche



Figura 23 Edificio de Supe leche antes y después

Durante el sismo de México de 1985 este edificio cayó. Era un edificio de departamentos en la parte de arriba y un negocio en el primer piso. De acuerdo con un testimonio de uno de los ocupantes sacado de De la Garza et al., (1985) en el edificio vivían aproximadamente 500 personas que, sumados a los clientes de la supe leche podrían ser un estimado del número de ocupantes. De los reportes internos del instituto de ingeniería se sabe que su dirección era Lázaro Cárdenas esquina con Victoria esquina N-Poniente. Estaba hecha de Columnas y traveses de acero unidas por remaches formando marcos en dos direcciones y losa de concreto. Aunque el reporte solo dice que fue un colapso total por las fotos se deduce que fue un apilamiento. También se puede pensar que tenía una altura de 5 pisos. Aunque esto solo lo podemos deducir de la foto.

### Edificios con número de muertos de la ciudad de México

El artículo de Reinos *et al.*, (2010) tiene una relación de edificios con la cantidad de muertos que fueron llevados de ellos a la Morgue. Los datos son de la secretaria de salud. Estos edificios fueron rastreados y, en muchos casos se completó la información que se tenía de los mismos, sin embargo no todos pudieron ser encontrados y solo se tiene una referencia a su dirección y la cantidad de muertos reportada por los servicios de salud. Los edificios cuyos datos no fueron ampliados fueron:

- Edificio en Eje Lázaro Cárdenas con 44 muertos
- Edificio de la Calle de Querétaro # 179 con 37 muertos
- Edificio de calle Eligio Anaconda # 19 con 33 muertos



Edificio de la calle Héroes #214 con 29 muertos

Edificio de calle Mitla con 27 muertos

De otros edificios se encontró más información que se muestra a continuación

### 31 Multifamiliar Juárez.

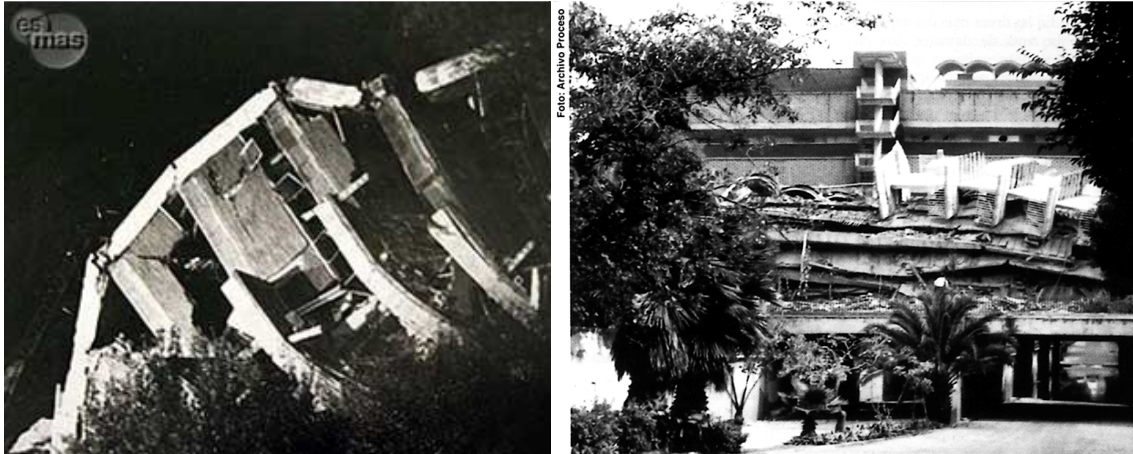


Figura 24 Multifamiliar Juárez tomadas de la página [www.esmas.com.mx](http://www.esmas.com.mx) y de archivos de la revista Proceso

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985 De Reinoso *et al.*, (2010) se sabe que en este Multifamiliar hubo 205 muertos en total. Desafortunadamente no se tiene el número de ocupantes o de rescatados ni atrapados. De los reportes internos del instituto de ingeniería se sabe que la dirección era calle Orizaba y calle Antonio M. Anza. El sistema estructural era a base de marcos de concreto y muros de mampostería, el sistema de piso era a base de losa de concreto. En el edificio “A” de 14 pisos se presentó desprendimiento y colapso de la mitad del edificio, también se sabe que la estructura presentaba daños previos al sismo. La otra mitad de la estructura presentó fallas en algunos marcos por volteo y grietas importantes en las columnas. Del edificio “B” que tenía 14 niveles. Solo se menciona que hubo colapso total del edificio. Del edificio “C-4” que tenía 7 niveles dice que estaba desplantado sobre un paso a desnivel, tenía la planta baja abierta sin muros. Colapso total debido probablemente a falla en las columnas y a daños previos. Cabe mencionar que este edificio era muy parecido a los conjuntos de Tlatelolco que también fueron muy afectados por el sismo, sin embargo no todos los edificios del conjunto Tlatelolco y Juárez cayeron, aunque la mayoría quedaron muy dañados. Lo que llama la atención es que no todos sufrieron los mismos daños aun y cuando eran edificios muy parecidos, diseñados por las mismas personas y también construidos prácticamente por los mismos constructores. El sitio donde se desplantaron y, sobre todo el hecho de no haber tenido un mantenimiento adecuado parecen ser factores que influyeron notablemente en el colapso de estas estructuras.

### 32 CONALEP de Humboldt.



Figura 25 CONALEP de Humboldt. Tomado de Novedades (1985)

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985 Este edificio de 4 niveles según Reinoso *et al.*, (2010) hubo 119 muertos. Se sabe que al momento del sismo la escuela ya estaba en clases y este modo de falla tiende a matar mucha gente pero no se cuenta con datos de ocupantes o atrapados. Por las fotos se deduce se derrumbo en un apilamiento De los reportes del Instituto de Ingeniería se sabe que estaba ubicado en Av. Iturbide detrás del edificio de la secretaría de Gobernación, cerca de avenida Juárez. Estaba formado de columnas y traveses de concreto formando marcos

### 33 Hotel Principado

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985. De acuerdo a los reportes internos del Instituto de ingeniería de la UNAM este edificio de 8 pisos estaba ubicado en José María Iglesias No 55. Estaba estructurado por columnas de concreto y losa reticular aligerada con bloques huecos de concreto. Cimentación parcialmente compensada y de pilotes de fricción. Tenía dos tragaluzes que prácticamente dividían el edificio. El reporte dice que colapso totalmente. Según Reinos *et al.*, (2010) en este hotel hubo 118 muertos y gracias al artículo de Marín (1985) se sabe que tenía un 60% de ocupación. La ocupación se refiere al número de cuartos que tenían rentados, no toma en cuenta cuantos empleados había ni cuantos clientes eran por cuarto, pero puede servir para estimar la cantidad de ocupantes. No se encontró fotografía del edificio ni otra noticia que pudiera brindar más información al respecto

### 34 Hotel Regis centro.

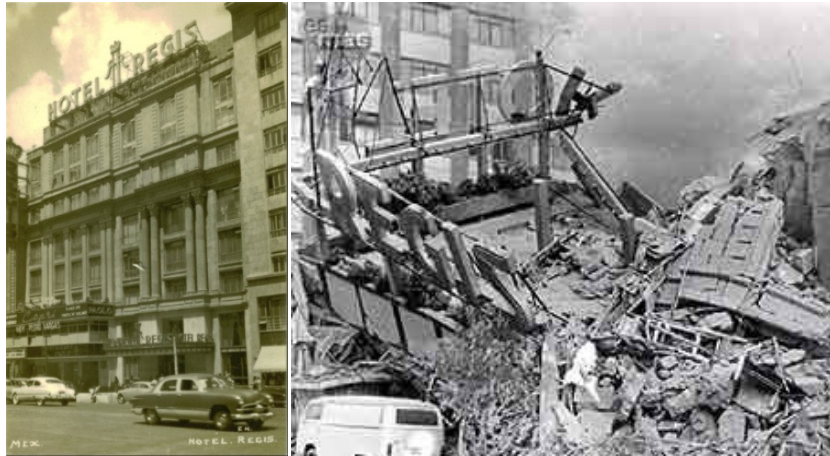


Figura 26 Hotel Regis tomado de ovaciones (1985)

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985. Este emblemático hotel de la ciudad de México era de 6 pisos en el cuerpo “A” y de 8 pisos en los cuerpo “B” y “C” Estaba hecho de Estructuras mixtas de concreto y acero, predominantemente acero. El sistema de piso a base de losas de concreto. El cuerpo A y B se derrumbaron totalmente, el cuerpo C se incendio. Según Reinoso et al., (2010) En este edificio murieron 74 personas. Del reportaje de Marin (1985) se sabe que tenía un porcentaje de ocupación era del 50% al momento del sismo y que tenía 350 cuartos.

### 35 Paraguay 36.

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985. De Reinoso *et al.*, (2010) se sabe que hubo 50 muertos en este edificio. De los reportes del instituto de ingeniería se sabe que el edificio era de 6 pisos, estaba hecho de columnas circulares con capitel y losa plana, funcionaban como taller de manufactura de ropa y zapatos. Los zunchos en las columnas estaban interrumpidos. Aparentemente hubo un cambio de uso de tal manera que había sido diseñado como vivienda por lo que la sobrecarga excesiva del edificio provoco mayores fuerzas en él que pudieron contribuir significativamente al colapso. A pesar de los capiteles se produjo falla por punzonamiento en la losa. Lo que daría por resultado un comportamiento de falla tipo apilamiento. No se encontró fotografía del edificio ni más noticias.

### 36 Av. Universidad 13

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985. El edificio era de 8 pisos y estaba ubicado en Av. Universidad 13 esquina con Casas Grandes. Su sistema estructural estaba conformado a base de columnas de concreto y losas planas de concreto aligeradas con muros de relleno de mampostería de bloque. El colapso fue completo, probablemente debido a falla en la conexión losa-columna. Además se observaron los efectos P-Delta y daños a las construcciones adyacentes. De Reinos *et al.*, se sabe que hubo 50 muertos Pero no se cuenta con fotos u otras noticias.

### **37 Ahorro Postal 14**

Este edificio falló durante el sismo de México en 1985. Según los reportes internos del Instituto de Ingeniería de la UNAM este edificio era de 6 pisos, estaba conformado de marcos de concreto armado, losa plana aligerada, columnas de sección transversal circular. Apéndices ubicados en el centro. Se observó como problemas losa de poco peralte y columnas de sección reducida. Solo se sabe que fue colapso total, por lo que quizás su comportamiento sea de tipo apilamiento y de Reinoso *et al.*, (2010) se tiene un número de 44 muertos

### **38 Orizaba 174**

Este edificio falló durante el sismo de México en 1985. Por los reportes internos del Instituto de Ingeniería de la UNAM se sabe que este edificio de 5 pisos se hallaba en la calle de Orizaba No 174 esquina con la calle San Luis Potosí estaba hecho a base de marcos de concreto con un sistema de piso de losa plana. Falló por punzonamiento y se sabe por Reinoso *et al.*, que hubo 33 muertos. No se cuentan con fotografías de este edificio ni otros reportes

### **39 Liverpool 24**

Este edificio falló durante el sismo de México en 1985. En este edificio de nueve niveles hubo 34 víctimas fatales según Reinoso *et al.*, (2010). Por otra parte, según los reportes internos del instituto de ingeniería se encontraba en las esquinas de las calles de Liverpool y Berlín su sistema estructural era a base de columnas y losa plana de concreto con muros de mampostería que tenían diagonales que confinaban el muro, cimentación de zapatas corridas. A pesar de las diagonales falló por articulación plástica en las columnas. Aparentemente ya había sido dañado en sismos previos y presentaba un pequeño desplome. Cabe mencionar que este edificio se encontraba a una cuadra del edificio de Bruselas No 8 que también hacía esquina con Liverpool por lo que durante esta búsqueda se llegó a sospechar que se trataba del mismo edificio, puesto que cuando se hicieron estos reportes se cubrió la colonia Juárez y no se tiene otro registro de Bruselas 8 ni de ningún otro edificio en la calle de Berlín.

### **40 Chilpancingo 116**

Este edificio falló durante el sismo de México en 1985. Edificio de 6 niveles que colapso totalmente cuya ubicación era en Chilpancingo 116. Según los reportes del Instituto de Ingeniería de la UNAM su sistema estructural era a base de marcos de concreto o losa reticular. Aparentemente había elementos prefabricados. Hay otros dos edificios iguales al lado que quedaron en pie, aunque tuvieron hundimientos notables, Según Reinoso *et al.*, (2010) hubo un total de 35 muertos

### **41 Hotel Romano**

Este edificio falló durante el sismo de México en 1985. Por el reportaje de Marin (1985) se sabe que este edificio tenía 20 habitaciones y su ocupación era del 100 %. De acuerdo a Reinoso *et al.*, (2010) aquí hubo 30 muertos, Por los reportes internos del instituto de ingeniería de la UNAM sabemos que era de 6 pisos y se encontraba en Iturbide esquina con artículo 123. Estaba hecho de columnas

de concreto y losa reticular aligerada. El muro de colindancia provoco torsión. Sin embargo el colapso no fue solo en un piso sino que fue total. Aunque

## 42 Insurgentes Sur 189

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985. Por los reportes del instituto de ingeniería de la UNAM se sabe que este edificio era de 8 pisos. Su dirección es Insurgentes Sur 189 muy posiblemente esquina con Uruapan, Su sistema estructural estaba hecho a base de columnas de sección circular y losa apoyada en traveses Colapso total del edificio, no se pudo observar modo de falla, pero de Reinoso *et al.*, se sabe que 29 personas murieron al colapsar el edificio

## 43 Hotel de Carlo



Figura 27 Hotel de Carlo tomado de Western Washington University (1985)

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985. Según los datos presentados en el reportaje de Marin (1985) este edificio tenía 50% de ocupación a la fecha del sismo. Y según los reportes del Instituto de Ingeniería de la UNAM se encontraba en Plaza de la república. Estaba conformado por columnas de concreto de sección circular y losa plana aligerada. Colapsaron de los niveles 6 y 7 comprometiendo la seguridad del resto de la estructura. El colapso se debió al choque con los dos edificios vecinos, el 6o piso coincide en altura con el edificio vecino de la izquierda, el comportamiento de falla sería apilamiento parcial, aunque, en este caso la causa no es piso débil sino golpeteo. Desafortunadamente no se encontró más información acerca de los muertos o los atrapados

## 44 Fábricas de Costura de San Antonio Abad.



Figura 28 Edificio de San Antonio Abad Foto de Juan Carlos Rangel (1985).

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985. Según diferentes noticias de Notimex (2005) se sabe que en este edificio murieron aproximadamente 300 costureras. Además, por las noticias de Ovaciones (1985), y testimonios de De la Garza (1985) se sabe que este edificio originalmente era de 11 pisos, pero varios pisos se derrumbaron uno sobre otro. Su dirección era San Antonio Abad 151, Col. Obrera, esquina con Manuel José Othon cerca de la esquina del metro San Antonio abad. No se cuenta con información de cómo falló, sin embargo se sabe que estas fábricas estaban en edificios originalmente destinados a vivienda por lo que es muy posible que estuviera sometido a una sobrecarga.

## 45 Atlas 23



Figura 29 Edificio Atlas.

Este edificio fallo durante el sismo de México en 1985. De acuerdo a los reportes internos del Instituto de Ingeniería de la UNAM Este edificio de 8 pisos estaba ubicado en Lázaro Cárdenas #21 esquina con Independencia esquina sur poniente, Estaba hecho con columnas y marcos de acero formando marcos en dos direcciones con diagonales de acero para el lado más corto, losas de concreto, posiblemente pilotes de madera. Se observó que colapsaron los tres pisos superiores. El

edificio tenía daños de sismos previos. Del reportaje del diario unmasuno se sabe que en este edificio vivían 100 familias aproximadamente que rentaban en este edificio de acuerdo con el portero. No se sabe cuánta gente había al momento del sismo.

## 46 Colegio Cristiano de Luzón



Figura 30 colegio cristiano de Luzón EERI et al., (1990)

Durante el sismo de Luzón Filipinas en 1990 Este colegio de 6 pisos falló cuando se encontraban en clase sus alumnos. La noticia presentado por The New York times (1990) con un número de muertos inicial de los ocupantes. También menciona que fue el único edificio de ese departamento administrativo (Cabanatuan) que falló. Este dato fue importante porque en el reporte de CDC (1990) se dice que en el único edificio que fallo en esta ciudad se presentaron 274 atrapados, 120 rescatados con vida y 154 muertos. Se asumió que se trataba de el colegio cristiano de Luzón y, puesto que el reporte fue generado varios días después del sismo, se asume estos datos como los definitivos con lo que se tiene un factor de fatalidad  $F_2=0.56$ . No se encontró más información respecto a este edificio.

## 47 Edificios de Baguio

En el artículo de The New York Times (1990) se mencionaron otros edificios que cayeron en la comunidad de Baguio de estos se tienen los datos de muertos de otros 2 edificios, estos son el Hotel Hyatt Terraces Plaza con 50 muertos. Aparentemente en este edificio solo se derrumbo la terraza y el Mercado de Baguio con 10 muertos. Este edificio era de un solo piso. No se encontró más información de estos edificios.

## 48 Gran Hotel San Salvador

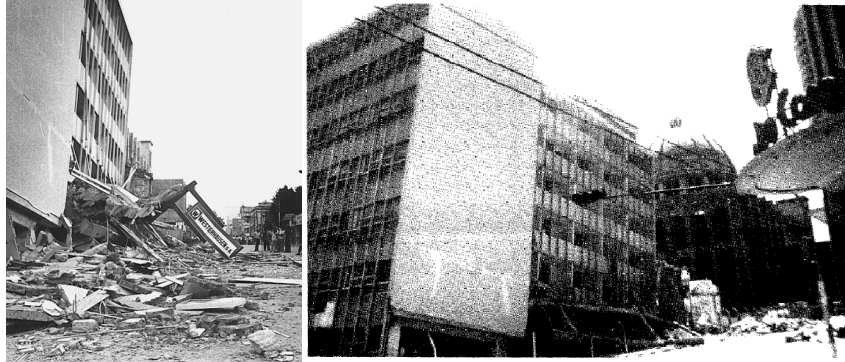


Figura 31 Hotel gran salvador durante el sismo de 1986 Wikipedia (2010) y Raymond et al., (1987)

En la figura 6 se muestra el edificio del Gran hotel san salvador en el cual murieron 12 personas De acuerdo al reporte de Durkin *et al.*, (1987). En el caso del sismo del salvador se tienen varias medidas de PGA siendo la más alta de 0.7g. Según Raymond *et al.*, (1987), que también nos dice que el edificio en cuestión era de marcos de concreto con diafragma y paredes de mampostería no reforzada. Este edificio de 7 pisos fallo por piso débil. Esto provoco un colapso tipo apilamiento parcial en los dos primeros niveles. Quedando inclinado sobre el lado que falló como se puede ver en las fotografías. Aparentemente el edificio aun no estaba lleno cuando el sismo ocurrió.

## 49 Procuraduría de justicia de Colima

Este edificio se menciona en el mismo artículo de periódico del que se sacaron los datos de muertos y atrapados del hotel Costa Real, El universal (2003), Ambos cayeron durante el sismo de Colima, México en 1995. Se sabe que hubieron 8 muertos en el edificio de la Procuraduría de justicia de Colima. No se encontró más información al respecto.

## 50 Hospital de Petionville

Este edificio cayó durante el sismo de Haití 2010. En la comunidad de Petionville. De acuerdo con las noticias de cibernsolidaridad (2010) este edificio se derrumbo con 60 ocupantes. No se encontraron datos de fechas posteriores que pudieran dar un número de muertos ni un reporte estructural. El edificio era de 5 plantas.

## 51 Escuela STBA Prayoga Language College building



Figura 32 Fotografías de la escuela de Lenguas de Prayoga EERI et al., (2009)



Esta escuela de 4 niveles colapso durante el sismo de Sumatra 2009 según el reporte de EERI un grupo de 15 estudiantes se encontraba en el lugar y 13 murieron. Se asume que no eran todos los que estaban en el lugar y también puede asumirse que hubo más muertos, por ello es que los números son solo números de muertos y atrapados mínimos. Esta escuela estaba conformada por dos edificios con juntas de expansión, uno de esos edificios se vino abajo. Por la foto se deduce un modo de colapso tipo apilamiento. Aunque el reporte de EERI nos habla sobre la cantidad de muertos trae poca información sobre la manera en que falló.

## **52 Academia Lama**

Este edificio cayó durante el sismo de Padang 2009 el 30 de septiembre a las 17:16 hora local. En este edificio de 3 pisos según testimonios de los supervivientes había 60 personas pero 30 lograron salir quedando 30 atrapadas. Los ocupantes eran niños de entre 6 y 12 años. Desafortunadamente no se cuenta con un número de muertos ni fotografías pero se puede obtener un factor de atrapados  $F_1$  de 50%. Estos datos fueron sacados del periódico El Siglo de Torreón (2009)