



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**Proceso para realizar demolición de un
edificio con daños estructurales y con
inminente riesgo de colapso después de
un sismo**

INFORME DE ACTIVIDADES PROFESIONALES

Que para obtener el título de

Ingeniero Civil

P R E S E N T A

Carlos Alberto Hernández Medel

ASESOR DE INFORME

Ing. Marcos Trejo Hernández



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



AGRADECIMIENTOS

A Dios

Por darme más de una oportunidad para vivir y lograr escalar otro peldaño en mi camino.

A mis padres Félix y Teresa

Por creer en mí, darme amor y la motivación para lograr mis metas.

A mi esposa Andrea.

Por su apoyo y su compañía para lograr esta meta tan importante para mí.

A mis hermanos de sangre y de vida: Roberto, Sergio, Ángel, Miguel Mateos, Miguel Hernández y Josué Garduño

Por compartir su conocimiento de vida y acompañarme en este trayecto.

A mis amigos, compañeros de trabajo y colaboradores

Que fueron muy importantes para lograr este reto en mi vida profesional.



Contenido

Introducción.....	6
I. Antecedentes.....	8
II. Problemática de la demolición	12
II.1 Identificación del daño estructural.....	12
II.2 Evaluación de los riesgos inherentes a la demolición	18
II.3 Proposición del método para realizar la demolición	21
II.4 Colocación de niveles de control en inmuebles aledaños	22
III. Proceso de Demolición.....	23
III.1 Actividades previas a la demolición.....	23
III.2 Aseguramiento de los elementos estructurales dañados	30
III.3 Demolición	31
III.4 Verificación del proceso de demolición	33
III.5 Monitoreo de los inmuebles aledaños	42
III.6 Estrategias aprendidas para controlar riesgos	43
IV. Propuesta de protocolo para una demolición	45
IV.1 Preliminares (visitas al inmueble)	45
IV.2 Proceso de demolición.....	46
IV.3 Entrega del predio.....	47
V. Conclusiones	49



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Tabla 1 Propuesta de caracterización de daño	10
Ilustración 1 Anillo de fuego	8
Ilustración 2 Ubicación de Placas Tectónicas en México	9
Ilustración 3 Mapa de intensidad y daños causados por el sismo del 19S.....	11
Ilustración 4 Daños en fachadas y estructura.....	13
Ilustración 5 Toma aérea de los 3 inmuebles	14
Ilustración 6 Toma aérea de los 3 inmuebles	14
Ilustración 7 Daño por aplastamiento en columnas.....	15
Ilustración 8 Separación entre inmuebles	16
Ilustración 9 Daño por cortante entre inmuebles	16
Ilustración 10 Daño por aplastamiento en columnas en el 35% de las columnas .	17
Ilustración 11 Daño por cortante con desplazamiento y colapso del inmueble	17
Ilustración 12 Estructura colapsada	19
Ilustración 13 Estructura colapsada con elementos inestables	19
Ilustración 14 Pertenencias de propietarios dentro del inmueble	20
Ilustración 15 Daño causado por drenaje colapsado después del 19s.....	20
Ilustración 16 Instalaciones afectadas por el colapso de estructura.....	21
Ilustración 17 Diagrama del método de demolición.....	22
Ilustración 18 Visita y croquis de identificación de accesos	23
Ilustración 19 Identificación de interferencias y tanques de gas.....	24
Ilustración 20 Daños presentados en la fachada y estructura	25
<i>Ilustración 21 Ejemplo de notas informativas con evaluación de los riesgos</i>	<i>26</i>
Ilustración 22 Ejemplo de reporte fotográfico de la inspección ocular	26
<i>Ilustración 23 Ejemplo de apuntalamientos realizados.....</i>	<i>27</i>
<i>Ilustración 24 Propuesta de confinamiento tapial perimetral</i>	<i>28</i>
<i>Ilustración 25 Primeras protecciones a inmuebles aledaños.....</i>	<i>29</i>



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



<i>Ilustración 26 Primeras medidas de seguridad implementadas</i>	<i>29</i>
<i>Ilustración 27 Primeras Propuesta de etapas para la demolición.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 28 Colocación de niveles de control.....</i>	<i>30</i>
<i>Ilustración 29 Ejemplos de aseguramiento de elementos</i>	<i>31</i>
<i>Ilustración 30 Ejemplo de demolición de losas.....</i>	<i>32</i>
<i>Ilustración 31 Ejemplo de demolición de losas.....</i>	<i>33</i>
<i>Ilustración 32 Confinamiento del área a utilizar durante la demolición.....</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 32 Ejemplo de instalaciones no detectadas previamente.</i>	<i>34</i>
<i>Ilustración 34 Ejemplo de reubicaciones y cortes de instalaciones.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 35 Ejemplo de Verificación de niveles de control.....</i>	<i>35</i>
<i>Ilustración 36 Ejemplo de refuerzo mal colocado o inseguro.</i>	<i>36</i>
<i>Ilustración 37 Ejemplo de modificación en al apuntalamiento.....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 38 Retiro de tanques estacionarios.....</i>	<i>37</i>
<i>Ilustración 39 Seccionamiento y retiro de elementos.....</i>	<i>38</i>
<i>Ilustración 40 Demolición manual y vaciado de material a niveles inferiores</i>	<i>39</i>
<i>Ilustración 41 Demolición sobre banco de material con producto de los trabajos .</i>	<i>40</i>
<i>Ilustración 42 Ejemplo de primeras líneas de vida y sujeción ocupadas.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 43 Platicas de seguridad.....</i>	<i>41</i>
<i>Ilustración 44 Gráfica de monitoreo en inmuebles cercanos.....</i>	<i>42</i>
<i>Ilustración 45 Monitoreo vertical de inmueble</i>	<i>44</i>
<i>Ilustración 46 Ejemplos de predios entregados.....</i>	<i>47</i>



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Introducción

En la época reciente la capital del país sufrió severos daños por los movimientos telúricos de gran magnitud para preciso en los años 1911, 1912 1957, 1985 y 2017. A pesar de esto, no se tiene un registro de cómo se realizaron las demoliciones posteriormente a los eventos sísmicos que dejaron miles de muertos en la capital.

Si bien existen las Normas Oficiales Mexicanas que establecen y regulan técnicamente medidas que aseguren la calidad, sanidad y armonización de los productos y servicios que se consumen en México.

Por otro lado, se cuentan con Normas en materia de Prevención y Promoción de la Salud que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas.

Entre las que se utilizan en la mayor parte del ramo de la construcción se tienen las siguientes:

- NOM-033-STPS-2015 Condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados.
- NOM-009-STPS-2011 Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.
- NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo de los centros de trabajo.
- NOM-027-STPS-2008 Actividades de soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene.
- NOM-031-STPS-2011 Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

Adicionalmente existen las normas internacionales que se enlistan a continuación:

- Norma ISO 45001: Esta norma establece los requisitos para los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, con el objetivo de proporcionar lugares de trabajo seguros y saludables.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



- Norma OHSAS 18001: Aunque ha sido reemplazada por la norma ISO 45001, la OHSAS 18001 era una norma reconocida a nivel internacional.
- Normativa de la OIT (Organización Internacional del Trabajo): La OIT establece estándares internacionales en materia de seguridad y salud en el trabajo a través de convenios y recomendaciones, que los países miembros se comprometen.

Normativas específicas de cada país pueden variar, pero es importante tener en cuenta que se debe consultar a expertos en el campo y revisar las normativas específicas que apliquen en el país.

No obstante que se cuentan con Normas Nacionales que regulan la mayoría de los aspectos de la seguridad durante los procesos de construcción, no se tiene un registro pormenorizado del proceso que se vive para realizar demoliciones de inmuebles después de un sismo de gran magnitud y que haya provocado un gran daño en las estructuras.

Por lo anterior el presente documento muestra el proceso de demolición de edificios con daños estructurales por el sismo del 19 de septiembre de 2017 (19S). Dando como resultado un esquema descriptivo proponiendo un protocolo para la realización de una demolición con características complejas de estabilidad estructural no contempladas en ningún reglamento, ley o norma vigente en nuestro país y con base en la experiencia obtenida durante la demolición de varios inmuebles después del 19S.



I. Antecedentes

A lo largo de la historia de nuestro país, tiene un extenso listado de terremotos registrados al menos desde la época prehispánica gracias a códices que se ha podido deducir algunos de ellos sin tener la certeza de su intensidad.

México está situado en una de las regiones sísmicamente más activas del mundo, enclavada en el área conocida como el Cinturón de Fuego, que es una zona que tienen mayor actividad sísmica en el planeta.

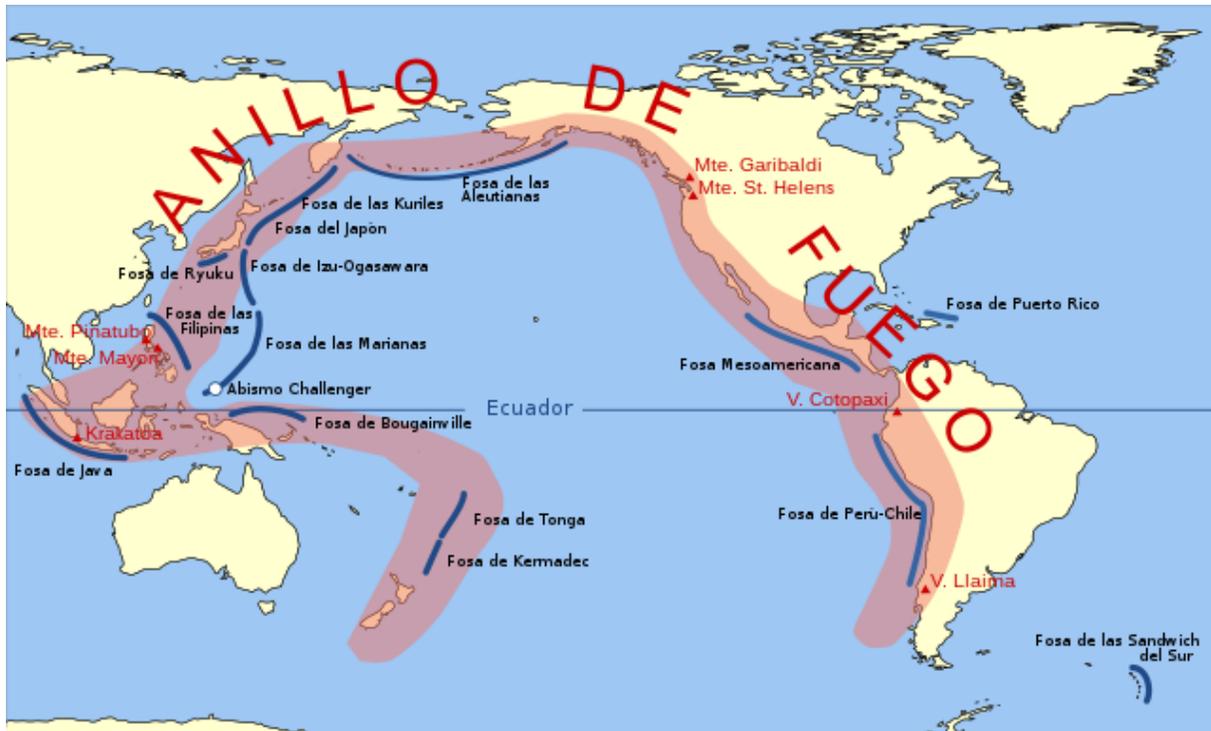


Ilustración 1 Anillo de fuego

Fuente *Crónica de seis siglos de sismos en México*
Lecciones aprendidas Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros

La alta sismicidad en el México es debido principalmente a la interacción entre las placas de Norteamérica, la de Cocos, la del Pacífico, la de Rivera y la del Caribe, así como a fallas locales.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



*Ilustración 2 Ubicación de Placas Tectónicas en México
Fuente Crónica de seis siglos de sismos en México
Lecciones aprendidas Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros*

Los sismos ocurridos en septiembre del 2017 evidenciaron la fragilidad y vulnerabilidad de nuestra capital, esto hizo emerger la debilidad que ya estaba presente y que aparentemente no era un tema central para el aparato gubernamental. Como parte de las lecciones, los sismos han dejado como aprendizaje que los edificios más vulnerables a prestar daños y los que impactan socialmente con mayor fuerza, son los destinados a vivienda. Esto se observa en el significativo porcentaje de vivienda dañada tanto multifamiliar como unifamiliar que en algunos casos siguen sin poder habitarse.

Después de un sismo de gran magnitud, algunos inmuebles presentan diferentes tipos de daño como grietas, fracturas, compresión en elementos, pandeo y pérdida de recubrimiento en las columnas y vigas. Adicionalmente se puede presentar fallas en las conexiones y vigas, así como daños en muros de concreto armado.

Por otro lado, se ha registrado en algunos edificios deslizamiento en la base del inmueble, hundimiento en el suelo y por consecuencia en pisos.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



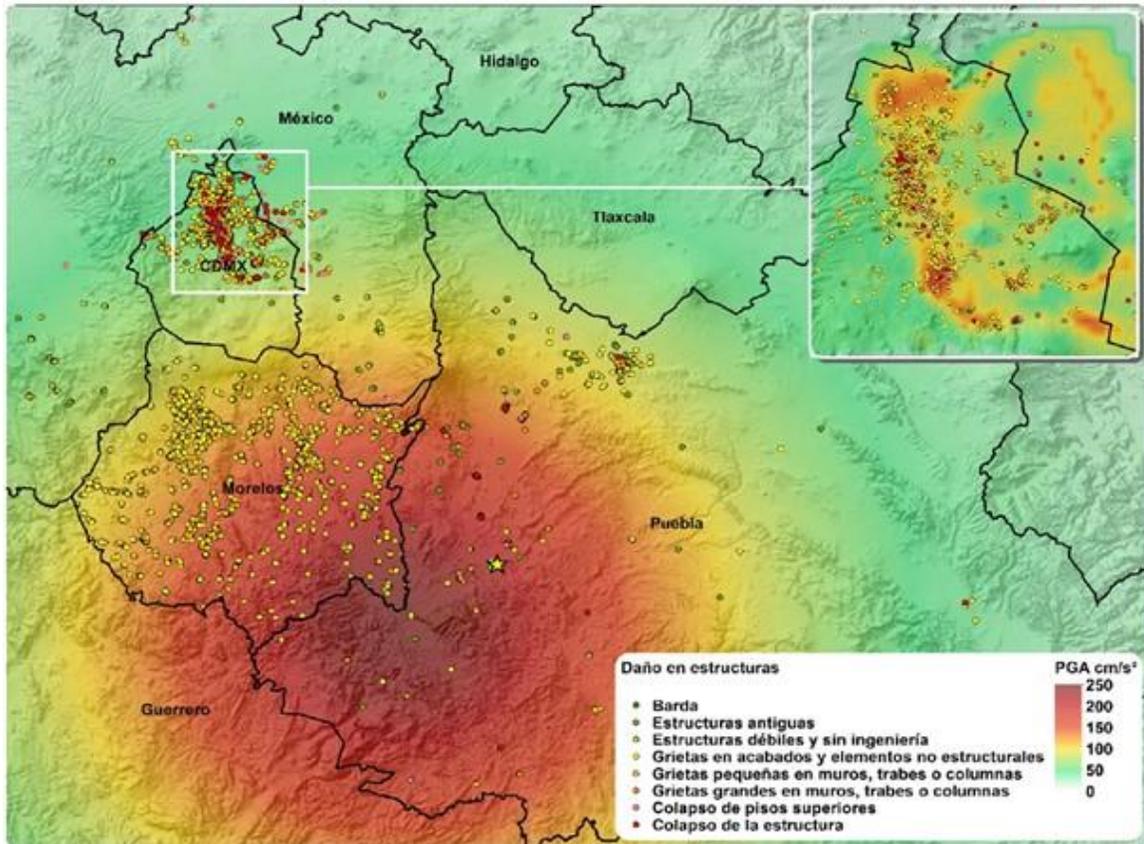
Posterior al 19 de septiembre de 2017, se realizó búsqueda y registro de los daños ocasionados por el sismo consultando bases de datos, reportes, periódicos, medios electrónicos, visitas de campo y redes sociales. De la que se propuso una clasificación de daños presentados en inmuebles de la Ciudad de México, Estado de México y Puebla como se muestra en la siguiente tabla. ¹

Caracterización de daño	Estructuras con Ingeniería	Descripción	Simbología
Daño de bardas	x	Daño en bardas perimetrales o de colindancia en donde la falla es por movimiento del plano	
Estructuras antiguas	x	Estructuras históricas (iglesias, conventos) construidas antes del siglo XX	
Estructuras débiles	x	Estructuras hechas de materiales pobres en resistencia tales como adobe o mampostería sin confinar, o estructuras sin ingeniería de mala calidad	
Grietas en acabados y elementos no estructurales	✓	Estructuras con ingeniería que presentan daños menores en muros no estructurales, acabados, recubrimientos, instalaciones y vidrios que no afectan la integridad de la estructura	
Grietas pequeñas en Muros trabes o columnas	✓	Además de los daños descritos en el punto anterior, se observan grietas en elementos estructurales que evidencian daño estructural	
Grietas Importantes en muros trabes o columnas	✓	Además de los daños descritos en el punto anterior, se observan grietas mayores en elementos estructurales, así como deformaciones importantes y exposición del acero de refuerzo. Este daño compromete la estabilidad de la estructura.	
Colapso de pisos superiores	✓	Colapso parcial de una parte superior de la estructura	
Colapso	✓	La estructura colapsó en su totalidad, incluye aquí el caso de colapso de la planta baja	

Tabla 1 Propuesta de caracterización de daño
Fuente Revista de Ingeniería Sísmica No. 101, 1935 (2019)

El daño en la Ciudad de México causado por sismo del 19S se debió a su cercanía con el epicentro por lo que la violencia con la que se sintió el movimiento en el suelo fue por el tipo de suelo principalmente y por el periodo de resonancia cercano a 1 segundo conforme a lo indicado en la revista Ciencia UNAM emitida el 28-09-2017.

¹ Revista de Ingeniería Sísmica No. 101, 19-35 (2019)



*Ilustración 3 Mapa de intensidad y daños causados por el sismo del 19S
Fuente Revista de Ingeniería Sísmica No. 101, 1935 (2019)*

Como se puede observar en la ilustración anterior para la Ciudad de México hubo daños estructurales considerables, así como colapso parcial y total de inmuebles. Lo anterior se debió principalmente a las condiciones estructurales que tenían los inmuebles.

Derivado de la severidad de los daños el Gobierno de la Ciudad tuvo la necesidad de realizar la demolición de los edificios, casas y cualquier inmueble que estuviera catalogado con inminente riesgo de colapso.

Por lo que el Gobierno solicitó apoyos a empresas para apoyar en la tarea de demoler los inmuebles dañados y así poder salvaguardar la vida y el patrimonio de muchas familias que tenían sus viviendas cerca de algún inmueble dañado.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



No obstante que la Ciudad de México hay registros de grandes daños por sismos y que está en una zona altamente sísmica no se ha realizado un registro del proceso de la demolición con las características que se mencionan en este documento.

II. Problemática de la demolición

Los procesos de demolición por su propia naturaleza requieren un estudio detallado tanto del edificio como del entorno, así como de los distintos aspectos de la seguridad, herramientas disponibles las cuales alcanzan una importancia paralela a la del proceso edificatorio. Sin embargo, para una demolición con daño estructural con riesgo inminente de colapso, el derribo debe ser eficaz en el menor tiempo posible preponderando salvaguardar en primer lugar la vida de los trabajadores, así como las personas que viven en las edificaciones aledañas del inmueble a demoler.

II.1 Identificación del daño estructural

Como parte fundamental de este documento se integra como contexto la situación que se vivió después del último sismo de gran magnitud y daño registrado en la Ciudad de México el 19 de septiembre de 2017 (19s).

Durante los primeros días posteriores al sismo del 19s el Gobierno busco apoyo en las distintas Universidades, Cámaras Empresariales y Empresas particulares que trabajan en el área de la construcción, con la finalidad de identificar de manera inmediata daños visibles que pusieran en riesgo la población en general. De manera paralela se ubicaron los inmuebles con daños en fachadas y muros interiores sin poder evaluar de manera certera si la estructura estaba comprometida. Sin embargo, hubo inmuebles que su estructura falló y por consecuencia hubo colapsos totales, parciales, deslizamientos e inclinación de su estructura, mismas que a continuación se presenta un registro de las más relevantes de acuerdo a mi experiencia en las tareas de supervisión de las demoliciones.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



En la siguiente ilustración se muestra los daños en fachada y estructura que ocasiono el sismo 19s en un inmueble ubicado en la zona sur de la Ciudad de México.



*Ilustración 4 Daños en fachadas y estructura
Fuente propia*

Como dato particular, en el predio existían 3 inmuebles con la misma geometría y aparentemente mismas condiciones estructurales, sin embargo, el inmueble colindante con la calle y el edificio del fondo no tuvieron daños visibles en su estructura, pero el edificio del medio colapso en el nivel 1 (ilustración 5), lo que provocó daños en inmuebles aledaños ilustración 6.



Ilustración 5 Toma aérea de los 3 inmuebles
Fuente Google earth



Ilustración 6 Toma aérea de los 3 inmuebles
Fuente Propia

Otro tipo de daño grave que se encontró en la zona sur de la ciudad fue el de aplastamiento en columnas, desprendimiento de concreto y exposición del acero de refuerzo.



*Ilustración 7 Daño por aplastamiento en columnas
Fuente propia*

Por otra parte, en la zona centro de la ciudad se registraron daños en la cimentación y se reflejó en la separación de hasta 1.80 m entre los inmuebles (ilustración 8). El conjunto habitacional estaba formado por 2 edificios y se unían por la escalera principal.



*Ilustración 8 Separación entre inmuebles
Fuente propia*

En la zona norte se también se observaron daños estructurales en casas habitación que comprometían la seguridad de los habitantes.



*Ilustración 9 Daño por cortante entre inmuebles
Fuente propia*

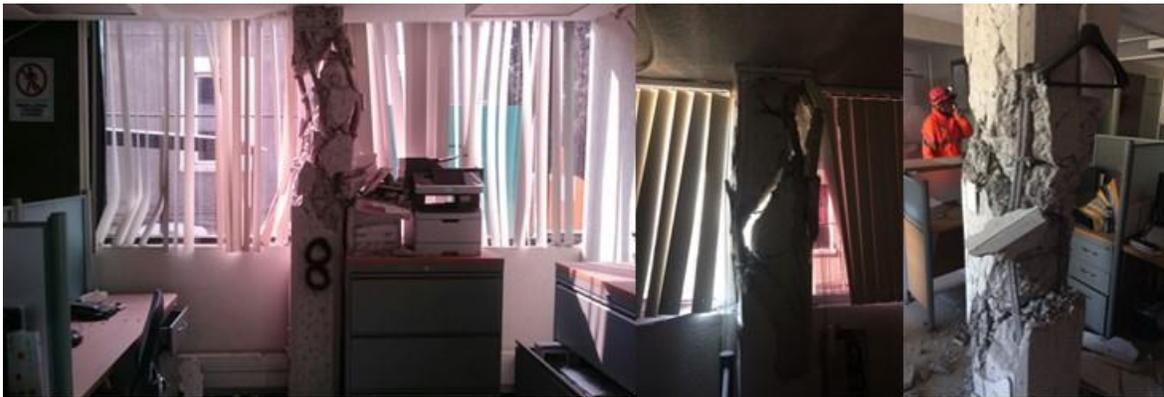
No obstante lo antes descrito, hubo dos inmuebles que a mi parecer fueron de los que presentaron daños visibles e impactantes. Uno fue en la colonia Roma Norte y



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



el otro en la colonia Narvarte Poniente. El primer inmueble presentó daño por aplastamiento en el 35% de sus columnas en los pisos 2 y 3 (ilustración 10). El segundo inmueble presente daño por cortante en las columnas de planta baja lo que provocó un desplazamiento de la estructura hacia el norte de más de 0.80 m, así como un daño por colapso en la zona posterior del inmueble (ilustración 11).



*Ilustración 10 Daño por aplastamiento en columnas en el 35% de las columnas
Fuente propia*



*Ilustración 11 Daño por cortante con desplazamiento y colapso del inmueble
Fuente propia*

Una vez que el caos ocasionado por la emergencia, el gobierno y diversas instituciones iniciaron una campaña de revisión detallada de los inmuebles que los propietarios reportaron con daños tanto en elementos divisorios como en la



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



estructura, de esta revisión existieron diferentes diagnósticos uno de ellos fue “estructura con alto riesgo de colapso”.

De las estructuras que se establecieron con alto riesgo de colapso se encontró que tuvieron daños por: cortante, compresión (aplastamiento), flexo compresión tanto en columnas, trabes y muros de carga desde el primer hasta el tercer nivel de los inmuebles con más de 5 niveles. Con este diagnóstico se pudo priorizar cuales debían demolerse de manera inmediata de acuerdo con el daño presentado en la estructura, sin embargo, una vez que se determinó la prioridad para realizar las demoliciones se tuvieron varias problemáticas a solucionar, como se menciona en los siguientes capítulos.

II.2 Evaluación de los riesgos inherentes a la demolición

Derivado de la situación que se vivió en los primeros días posterior al sismo del 19S y de contar con un análisis preliminar de los daños en los distintos inmuebles, se tuvo la necesidad de identificar y evaluar los riesgos inherentes previos y durante la demolición. A continuación, se describen los riesgos con mayor frecuencia en los inmuebles.

Se tuvieron estructuras colapsadas en su totalidad y otras colapsadas con elementos de sostenimiento provisional inestables, además de los elementos propios de la estructura nos encontramos con la situación que el inmueble colapsado daño otras propiedades, instalaciones de gas, eléctricas, telefónicas y sanitarias, por otro lado, los inmuebles contaban con las pertenencias de los propietarios, lo cual dificultó poder identificar de manera rápida “puntos seguros” así como rutas de evacuación adecuada.

A continuación, se muestran imágenes ejemplificando lo anterior



Ilustración 12 Estructura colapsada
Fuente propia



Ilustración 13 Estructura colapsada con elementos inestables
Fuente propia



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Cada inmueble en el que participe en la demolición tuvo características diferentes y particulares en cuanto al daño que presentó, así como en el tratamiento que se tuvo que hacer para demolerlo.



*Ilustración 14 Pertenencias de propietarios dentro del inmueble
Fuente propia*



*Ilustración 15 Daño causado por drenaje colapsado después del 19s
Fuente propia*



*Ilustración 16 Instalaciones afectadas por el colapso de estructura
Fuente propia*

Como se observó en las ilustraciones anteriores la diversidad que existió en las condiciones de cada inmueble fue completamente heterogénea por lo que me di a la tarea de registrar los riesgos que se tuvieron en cada inmueble, resultado lo más comunes los siguientes:

- Colapso total de la estructura
- Descarga eléctrica a los trabajadores por líneas eléctricas con energía
- Explosión por instalación de gas
- Hundimientos repentinos por líneas de agua y drenaje dañado.

II.3 Proposición del método para realizar la demolición

Tomando como base la observación, el registro de los daños que se tuvieron en las estructuras, así como de los riesgos que existieron al realizar las primeras demoliciones. Lo que conllevó en realizar las demoliciones más seguras y ágiles en los meses siguientes.

Este método consistió en llevar a cabo los siguientes pasos generales



- ❖ Evaluación de los daños en la estructura
- ❖ Evaluación de riesgos dentro de la estructura y entorno
- ❖ Proposición del proceso para la demolición
- ❖ Mejora en la evaluación de los daños, riesgos y procesos de demolición.



*Ilustración 17 Diagrama del método de demolición
Fuente propia*

II.4 Colocación de niveles de control en inmuebles aledaños

Una vez que se definen los posibles riesgos para realizar la demolición hubo la necesidad de tomar medidas de control para identificar, monitorear las estructuras y los inmuebles cercanos con la intención de monitorear el comportamiento de estos durante el proceso de demolición.



III. Proceso de Demolición

En este capítulo se describen de manera detallada las actividades involucradas en el proceso de la demolición después del sismo 19S

III.1 Actividades previas a la demolición

Debido a que durante los primeros días después del 19S, las primeras actividades no fueron realizadas de una manera cuidadosa y secuencial, puesto que durante esos días se priorizaron posibles rescates, así como evitar colapsos no controlados, no se tuvo la oportunidad de registrar estas actividades, sin embargo, con el pasar de los meses escribí un registro de dichas actividades con las notas e informes que se generaron.

Estas actividades se encaminaron a evaluar, identificar y planear la demolición a continuación se enlistan y se describen dichas actividades:

1. Visita para conocer el sitio de los trabajos

En la visita se conocía físicamente el lugar del inmueble, identificando, Alcaldía, colonia, calle, número, así como los posibles accesos para realizar los trabajos.



Ilustración 18 Visita y croquis de identificación de accesos
Fuente propia



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



2. Identificación y ubicación de las interferencias inducidas (red de cable, telefonía, agua, luz, drenaje, tanques de gas, líneas de gas natural)

Para esta actividad se trató de ubicar las interferencias que pudiesen existir, tanto aéreas, subterráneas y dentro del inmueble esto con la finalidad de cerrar, bloquear o en su caso llamar a los dueños de las instalaciones para mover, proteger o eliminar en su caso la instalación.



*Ilustración 19 Identificación de interferencias y tanques de gas
Fuente propia*

3. Recorrido dentro del inmueble para identificar los daños estructurales

En lo que respecta al recorrido que se realizaron dentro del inmueble se identificaron los daños “visibles” en la estructura, esto nos permitió evaluar los riesgos e iniciar con la propuesta de reforzamiento y en su caso la estrategia para realizar la demolición.



*Ilustración 20 Daños presentados en la fachada y estructura
Fuente propia*

4. Evaluación de riesgos

Una vez realizado el recorrido tanto en el exterior como en el interior del inmueble, así como la revisión de las zonas aledañas se trataron de evaluar los riesgos inherentes permitiendo con esto poder mitigar un posible colapso. Lo anterior se plasmó en notas informativas, como las que se muestran a continuación.

Inspección ocular realizada al inmueble

Derivado del sismo ocurrido el 16 de febrero del 2018 a las 17:39 hrs. Se realizó inspección ocular en el inmueble con personal de la DGCOT, Supervisión, Empresa encargada de la demolición y Corresponsable en Seguridad Estructural, encontrando lo siguiente:

- La estructura (columnas y trabes) del inmueble no presento daños visibles en ninguno de los pisos que conforman el inmueble.
- En la parte interna de los departamentos se observo daño en los muros divisorios, sin embargo esto no pone en riesgo la estabilidad el edificio.
- Los pasos generados realizados en las escaleras presentaron afectaciones por el movimiento.
- Se realizó monitoreo topográfico del inmueble, el cual reflejo movimiento en ambos cuerpos (se anexa croquis)

Debido a lo observado se tomó como medida de seguridad reparar los pasos en las escaleras.

Concluida la revisión ocular el Corresponsable de Seguridad Estructural dio las siguientes recomendaciones:

- Retirar peso del cuerpo norte a la brevedad.
- Retirar el escombros acumulado en losas para disminuir peso.
- Realizar monitoreo topográfico diario.

Sin embargo el edificio no presenta daños en su estructura.

Se requiere mejorar el rendimiento en la demolición a fin de evitar posibles riesgos.

Las recomendaciones se harán llegar por escrito por parte del Corresponsable de Seguridad Estructural.

17 de febrero de 2018

*Ilustración 21 Ejemplo de notas informativas con evaluación de los riesgos
Fuente propia*

Reporte fotográfico Inspección ocular



Afectaciones en la escalera



Afectaciones en la escalera (pasos)



Afectación en muro divisorio

17 de febrero de 2018

*Ilustración 22 Ejemplo de reporte fotográfico de la inspección ocular
Fuente propia*

5. Propuesta de reforzamiento en caso de ser necesario

En algunos inmuebles por las condiciones de la estructura hubo la necesidad de proponer y colocar un reforzamiento en la estructura con el fin de evitar un deslizamiento pues se percibía que el inmueble dañado se “recargó” en la estructura aledaña. Es importante precisar que por las características que presentaban los daños se utilizaron criterios basados en lo observado sin poder realizar estudios profundos.

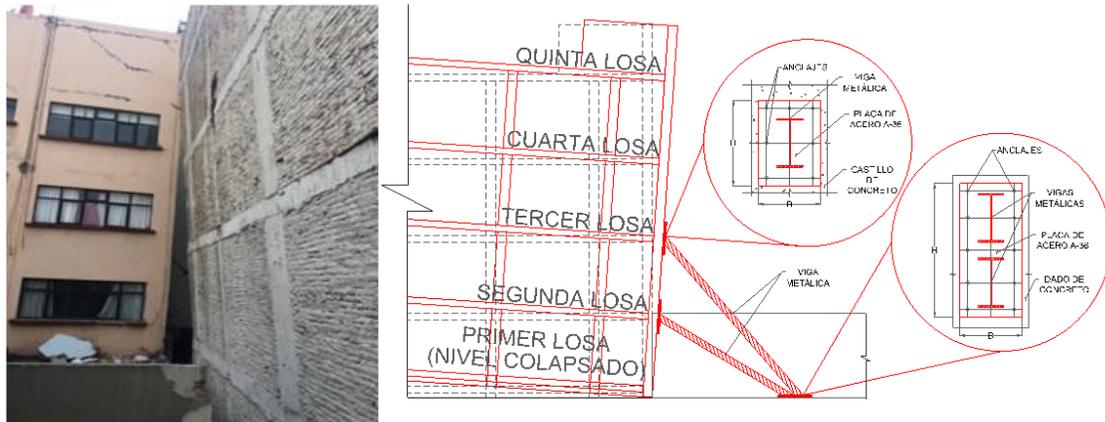


Ilustración 23 Ejemplo de apuntalamientos realizados
Fuente propia

6. Determinación de estrategia de demolición

Una vez realizada la visita al inmueble, así como la inspección visual, evaluación de riesgos y así como la valoración inicial si se requiere un reforzamiento a la estructura, se procedió a proponer y definir cuál sería la estrategia para demoler.

De lo anterior se consideraron los siguientes puntos:

- Colocación de tapias para confinar el área que se ocuparía para los accesos
- Colocación de protección a inmuebles aledaños
- Plantear las medidas de seguridad para los trabajadores durante el proceso de demolición, estableciendo horarios de trabajo.
- Proponer el tipo de herramienta a utilizar
- Establecer un centro de operaciones en la zona confinada
- Proponer en su caso si se requiere utilizar grúa para realizar movimientos verticales



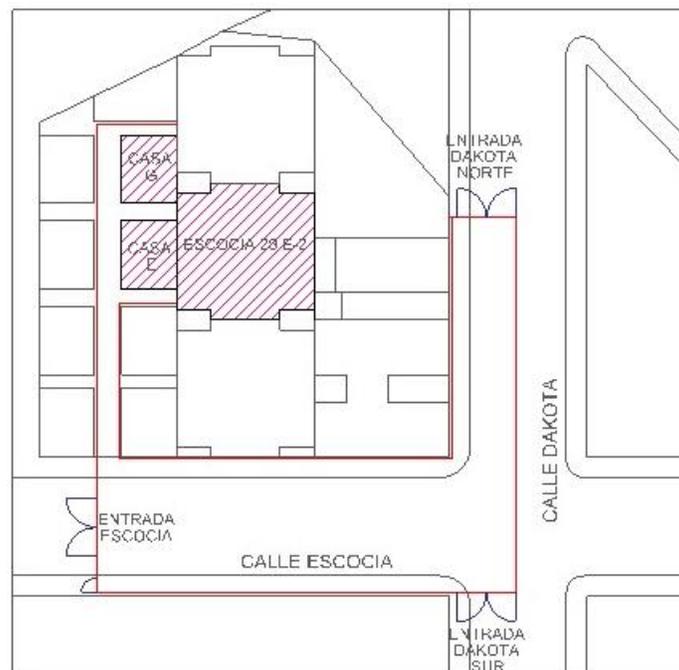
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



- En su caso colocar apuntalamiento metálico a la estructura
- Proponer las etapas en las que se llevaría la demolición
- Logística de retiro del material producto de la demolición.

De los puntos mencionados anteriormente en un inicio se priorizaron 3 que fueron la colocación de protección a inmuebles aledaños, plantear medidas de seguridad para los trabajadores y las etapas y manera de realizar la demolición, sin menoscabo en importancia a las demás ya que la prioridad fue “bajar” el inmueble lo más seguro y rápido posible cuidando la integridad de los trabajadores y personas que aún ocupaban inmuebles contiguos.

Por otra parte, con el tiempo se implementó realizar levantamientos notariados de los inmuebles con cercanía inmediata al edificio dañado debido a que en más de una ocasión los dueños de estos inmuebles pedían reparación de supuestos daños por la demolición.



*Ilustración 24 Propuesta de confinamiento tapial perimetral
Fuente Propia*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



*Ilustración 25 Primeras protecciones a inmuebles aledaños
Fuente Propia*



*Ilustración 26 Primeras medidas de seguridad implementadas
Fuente propia*

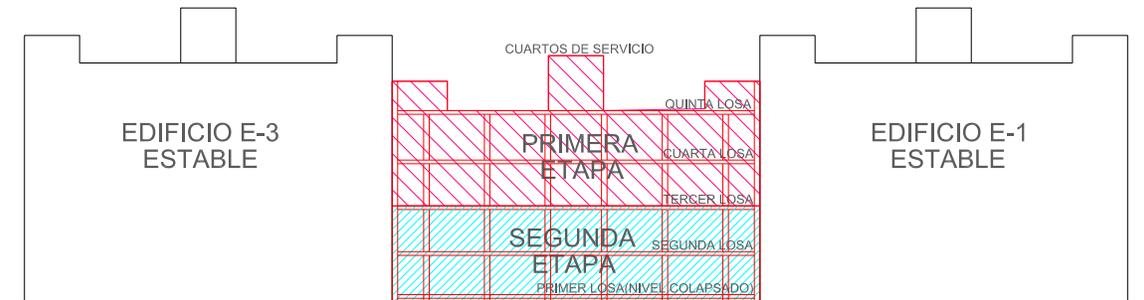
Como se puede observar en las imágenes anteriores, no se contaban con los elementos necesarios para llevar un proceso de demolición de acuerdo con la norma, por lo que se utilizaron las herramientas que se tuvieron en el momento.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Una vez que se tuvieron evaluados la mayoría de los riesgos, después de la visita y recorrido al lugar se realizaron algunas propuestas gráficas de cómo llevar a cabo la demolición del inmueble como se ejemplifica en la siguiente ilustración, permitiendo llevar un seguimiento al proceso.



*Ilustración 27 Primeras Propuesta de etapas para la demolición
Fuente Propia*

7. Colocación de niveles de control

Durante el proceso de la primera demolición en la que estuve presente se acercaron los dueños de la casa contigua a comentar que durante los trabajos sentían movimientos en el inmueble. Por tal motivo se tomó la precaución de colocar niveles de control (palomas) con el fin de monitorear posibles movimientos.



*Ilustración 28 Colocación de niveles de control
Fuente Propia*

III.2 Aseguramiento de los elementos estructurales dañados



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Como se ha mencionado, en algunos inmuebles hubo la necesidad de asegurar los elementos que aparentaban más daños. Esta tarea se realizó con los materiales que se tuvieron disponibles en el momento por lo que fueron variados desde colocación de polines, piezas de IPR hasta pies derechos entramados de barrotes y polines.

Es importante destacar que no necesariamente los elementos colocados fueron los más adecuados estructuralmente, sin embargo, en el momento dieron sensación de seguridad a los trabajadores y supervisores para iniciar con los trabajos de demolición.



*Ilustración 29 Ejemplos de aseguramiento de elementos
Fuente Propia*

III.3 Demolición



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Al comenzar con el proceso de demolición en los primeros inmuebles y tomando en cuenta que estaban catalogados con alto riesgo de colapso los trabajos se iniciaron a mano con herramienta que no generará vibraciones que pudieran por en riesgo la “poca estabilidad” que tenían los inmuebles.

El proceso en los niveles superiores consistió en realizar las siguientes actividades:

- Demolición de losas, descubrir traveses y elementos estructurales
- Corte de acero de refuerzo
- Seccionar los elementos estructurales
- Retiro de secciones de losa y de elementos estructurales
- Acopio del material producto de la demolición
- Demolición de los elementos estructurales a nivel de calle
- Retiro del material producto de la demolición
- Limpieza del predio para su entrega



*Ilustración 30 Ejemplo de demolición de losas
Fuente Propia*



*Ilustración 31 Ejemplo de demolición de losas
Fuente Propia*

No obstante que esta manera de realizar la demolición fue “segura” se llevó un tiempo considerable tomando en cuenta la dimensión del inmueble, condiciones de estabilidad y altura. Considerando siempre en “minimizar” el riesgo que se sentía pues estaba latente el miedo de una posible replica de magnitud similar al sismo.

Conforme pasaron las semanas el miedo fue disminuyendo lentamente, y se fue ganando confianza, además hubo oportunidad de realizar varias visitas a los inmuebles que estaban considerados como próximos a demoler, esto dio oportunidad de mejorar la planificación para tratar de hacer las demoliciones más seguras y en menor tiempo pues cada día que pasaba era un día de riesgo.

III.4 Verificación del proceso de demolición

Es oportuno mencionar que en un principio las verificaciones al proceso de demolición se hicieron de manera visual, con restricciones de movilidad en el inmueble y sin experiencia, prácticamente cuidando que cada golpe que se daba en la estructura no generará vibraciones y/o movimientos. Dicho lo anterior y una vez establecido el proceso de demolición, la verificación fue evolucionando de tal manera que no hubo accidentados y/o lesionados.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



En la revisión del confinamiento del área a ocupar para la demolición se verificó que el espacio fuese suficiente para ingresar y resguardar el equipo, maquinaria y almacén. Procurando que el espacio requerido fuera lo menos invasivo a los vecinos pero que nos permitiera realizar las maniobras con las menos restricciones posibles.



*Ilustración 32 Confinamiento del área a utilizar durante la demolición.
Fuente Propia*

En la verificación de las instalaciones existentes, se hicieron revisiones minuciosas tanto dentro del inmueble como en sus alrededores. Esto fue de gran utilidad ya que se encontraron instalaciones, sobre todo eléctricas, que no estaban a la vista y que no se identificaron previamente.



*Ilustración 33 Ejemplo de instalaciones no detectadas previamente.
Fuente Propia*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



En el momento que se detectaron estas y otras instalaciones se contactó a las empresas encargadas del suministro de energía y/o servicio para que realizaran los cortes y reubicaciones correspondientes.



*Ilustración 34 Ejemplo de reubicaciones y cortes de instalaciones.
Fuente Propia*

Como siguiente actividad se verificó minuciosamente los niveles de control colocados tanto en el inmueble, así como en la vecindad de este. Llevando un registro de las lecturas en cada punto.



*Ilustración 35 Ejemplo de Verificación de niveles de control.
Fuente Propia*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Posteriormente, se verificó el aseguramiento de los elementos dañados, en esta actividad se priorizó que los elementos de reforzamiento colocados tuvieran las condiciones mínimas necesarias para realizar la demolición. Esto implicó revisar que los elementos estuvieran correctamente colocados además que no generarán un riesgo adicional.

La mala colocación o inseguridad consistió en que el refuerzo con puntales de madera no tuviera elementos horizontales que permitieran una distribución uniforme sobre la superficie. En otros casos se mezcló refuerzo horizontal con elementos combinados de madera y acero (pies derechos), esta combinación provocó que al tener elementos con diferente resistencia se tuviera un efecto de punción en el muro por las vibraciones provocadas por la demolición y resultó en la caída del reforzamiento horizontal, afortunadamente fue detectado y se pudo corregir sin consecuencias. En las siguientes ilustraciones se muestran ejemplos de elementos con refuerzo mal colocado e inseguro



*Ilustración 36 Ejemplo de refuerzo mal colocado o inseguro.
Fuente Propia*

Como parte de la verificación en su momento se pidió corregir los apuntalamientos o refuerzos de tal modo que se pudiera distribuir de mejor manera los esfuerzos en los elementos dañados.



*Ilustración 37 Ejemplo de modificación en el apuntalamiento.
Fuente Propia*

Una vez revisando que todo fuera “seguro” se continuó con el retiro de instalaciones peligrosas como tanques estacionarios de gas y cualquier elemento que representará un riesgo y pudiera interferir con la demolición por lo que, en algunos casos se retiraron los bienes muebles previo a la demolición.



*Ilustración 38 Retiro de tanques estacionarios.
Fuente Propia*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Teniendo los pasos preliminares concluidos, el proceso propio de demolición se vigiló que la demolición de las losas, elementos estructurales (trabes, columnas) se hiciera de la forma más segura posible y conforme a las recomendaciones propuestas, situación que nunca estuvo exenta de un alto riesgo para todos los involucrados.

El proceso de demolición se realizó en dos secuencias; 1) para los niveles superiores se realizó el seccionamiento de losas trabes y columnas de manera manual y su retiro a nivel de calle mediante grúas para su posterior demolición total a nivel de piso.



*Ilustración 39 Seccionamiento y retiro de elementos.
Fuente Propia*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



Al realizar la demolición de los niveles superiores se provocó que el centro de gravedad de los edificios bajara y en consecuencia el riesgo de colapso “disminuyera”. Teniendo esta condición de “mayor estabilidad” se inició con la secuencia siguiente en los niveles inferiores.

Lo anterior consistió en realizar demoliciones manuales o con herramienta eléctrica y neumática en losas de todas las habitaciones de tal manera que se tuvieran huecos en los niveles restantes de modo que se pudiera arrojar el escombro, hacia niveles inferiores, obtenido de la demolición de cualquier elemento que estuviera en el interior del inmueble.



*Ilustración 40 Demolición manual y vaciado de material a niveles inferiores
Fuente Propia*



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



En ocasiones también se realizaron demoliciones con maquinaria en la que se utilizó como plataforma el material arrojado a nivel de piso, por lo que se realizó más ágilmente la actividad.



*Ilustración 41 Demolición sobre banco de material con producto de los trabajos
Fuente Propia*

Como he comentado el proceso de demolición fue dinámico, siempre buscando la mejor manera de realizar el trabajo y controlando los riesgos durante su ejecución.

Sin menos cabo de lo antes expuesto, una parte crucial fue el cuidado al personal que realizó de manera física estos trabajos. Al ser una demolición de estructuras dañadas y con la necesidad de demoler en el menor tiempo posible por el riesgo que representaba a los vecinos e inmuebles aledaños no se tuvo la oportunidad de seguir al pie de la letra las NOM STPS que se utilizan en una demolición sin las características que hemos comentado.

No obstante que las NOM STPS, no fueron aplicadas a cabalidad debido a las condiciones de los diferentes edificios demolidos y por la necesidad de realizar el trabajo en el menor tiempo posible, se verificó que el personal tuviera los menores riesgos durante la jornada laboral, y en caso de que se detectará un “riesgo inminente” en su forma de realizar el trabajo de manera inmediata se paraba la actividad y se buscaba corregir esta situación. Derivado de lo anterior conforme fue pasando el tiempo se solicitó a las empresas ejecutoras de la demolición contratará personal que se encargará específicamente al área de seguridad en cada inmueble.



*Ilustración 42 Ejemplo de primeras líneas de vida y sujeción ocupadas
Fuente Propia*

Otro punto que ayudó a la buena realización de la demolición fue la implementación de pláticas iniciales en donde se le hacía conciencia al personal sobre las condiciones del inmueble y el riesgo que esto implicaba. Por otro lado, se implementaron platicas rutinarias en las que se fomentó la cultura de seguridad, estar siempre alerta durante los trabajos, inducir en los deberes y responsabilidades en el horario laboral y la importancia de un registro veraz antes de iniciar las labores.



*Ilustración 43 Platicas de seguridad
Fuente Propia*

Como resultado de la vigilancia, seguimiento, control y mejora del proceso de demolición no hubo trabajadores lesionados en los inmuebles que tuvo participación. En cuanto a los daños a los inmuebles aledaños, únicamente se registraron 2 incidentes, uno por vibraciones al momento de demoler con maquinaria y el otro fue por un pedazo de material que quedó atrapado entre la pared del inmueble demolido y el inmueble contiguo que no fue detectado y al momento de realizar la demolición se incrusto en el inmueble sin daño.



III.5 Monitoreo de los inmuebles aledaños

Conforme fue pasando el tiempo y el avance en la demolición se fue acelerando, se fue analizando los datos de nivelación en las primeras demoliciones y me percate que existían variaciones mínimas. Sin embargo, vecinos cercanos al inmueble en demolición nos reportaron vibraciones y movimientos en sus viviendas. Por tal motivo se amplió el radio mayor de alcance del monitoreo hasta 70 m de radio tomando como centro la parte media del inmueble. A continuación, se muestran los resultados obtenidos del monitoreo en la cercanía de un inmueble.

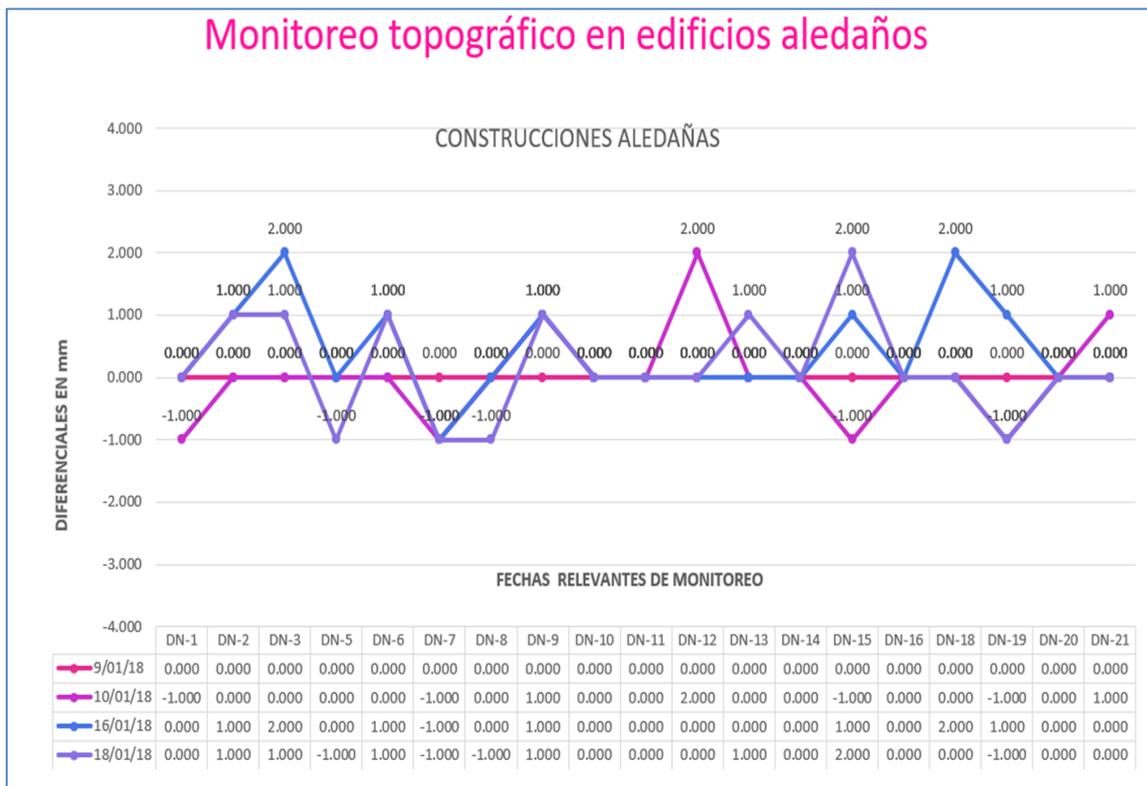


Ilustración 44 Gráfica de monitoreo en inmuebles cercanos Fuente Propia

Como se puede observar en la ilustración anterior, el movimiento registrado fue mínimo. Esta información sirvió para comentar a los vecinos que no existió movimiento que pusiera en riesgo su vivienda.



III.6 Estrategias aprendidas para controlar riesgos

Durante el tiempo que estuve presente en las demoliciones observe detalladamente los procesos y me percate de algunas acciones que se hicieron rutinarias, pero no se aplicaron en un inicio por lo que me permitió proponer algunas estrategias que dieron como resultado una mejora en el control, mitigación, prevención y mejora en el tiempo de realización de la demolición. A continuación, enlisto y explico.

- Levantamientos notariados de las condiciones en los inmuebles inmediatos cercanos

Esta acción permitió tomar decisiones más asertivas en cuanto al procedimiento de demolición pues se conoció las afectaciones a los inmuebles cercanos.

- Realización de calas en las losas para determinar su tipo

El realizar calas se pudo identificar qué tipo de losa tenía cada inmueble, esto permitió elegir un proceso de demolición más eficaz.

- Control topográfico vertical a edificios de más de 5 niveles

El hacer una demolición en un inmueble de más de 5 niveles y con los daños estructurales reportados, siempre fue tema de cuidado y alerta constante. Por tal motivo se implementó un seguimiento a un posible desplome durante la primera etapa de demolición. Este control permitió ir evaluando el procedimiento de demolición así mismo sirvió para proponer mejorar el proceso utilizado e ir disminuyendo el tiempo y por consecuencia el riesgo.



IV. Propuesta de protocolo para una demolición

Como resultado de la experiencia por mi participación en las demoliciones realizadas después del 19S, propongo de manera resumida y gráfica un protocolo de inicio y seguimiento para la demolición de un inmueble con alto riesgo de colapso.

IV.1 Preliminares (visitas al inmueble)

Primera visita

- Se debe realizar por parte de los auxiliares del Gobierno Corresponsables de Seguridad Estructural y/o especialistas en materia estructural en conjunto con el Instituto para la Seguridad de las Construcciones en la Ciudad de México (ISC) con la finalidad de identificar el grado del daño y determinar si tiene o no alto riesgo de colapso. Al mismo tiempo se identificará y levantará las interferencias inducidas ya sea por infraestructura o por materia ambiental, Corte de energía y de servicios que cuente el inmueble

Segunda visita:

- Deberá ser con la empresa propuesta para demoler debiendo asistir un Corresponsable en Seguridad Estructural o un especialista en demolición para corroborar y en su caso identificar nuevos riesgos que se tienen dentro del inmueble, esta información servirá para iniciar, en su caso, el planteamiento del reforzamiento y el proceso de demolición a realizar.

Tercera visita

- En esta visita se debe realizar levantamiento con Notario Público para dar constancia de las condiciones del inmueble que se demolerá, así como todas las viviendas que pudiesen salir afectadas por la demolición.

Cuarta visita



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



- En esta visita se deben realizar calas en las losas para identificar su tipo, estimar la cantidad de acero y la posible problemática que se tendrá al demoler.

IV.2 Proceso de demolición

Presentar el planteamiento de reforzamiento y plan de demolición el cual deberá contener lo siguiente:

- Establecer la manera de medir los trabajos
- Área por confinar con tapiales identificando los accesos
- Colocación de protección a inmuebles aledaños
- Descripción de las medidas de seguridad y anclaje para las líneas de vida que utilizarán los trabajadores durante el proceso de demolición, estableciendo horarios de trabajo.
- Tipo de herramienta a utilizar.
- Lugar designado para el centro de operaciones en la zona confinada
- Proponer en su caso si se requiere utilizar grúa para realizar movimientos verticales.
- En su caso apuntalamiento o reforzamiento a la estructura.
- Etapas que tendrá la demolición.
- Protección por utilizar en el inmueble para evitar la salida de proyectiles por la demolición.
- Para edificios de más de 5 niveles, proponer monitoreo vertical y horizontal describiendo el proceso y tiempo en que se realizará el monitoreo.
- Procedimiento de separación del material producto de demolición.
- Logística de retiro del material producto de la demolición.
- Planteamiento de las condiciones de entrega del predio.
- Registro de las lecciones aprendidas.

Además de lo anterior durante el proceso de demolición es necesario tomar nota de la mayor cantidad de eventos posibles que ocurran durante los trabajos.



Como parte de la propuesta de protocolo se plantea la siguiente línea de ejecución y seguimiento del proceso con el fin de dejar un registro puntual después del evento.



IV.3 Entrega del predio

Dado el sistema constructivo que tuvo que inmueble y que en su momento no se tuvo claro las condiciones para entregar el predio después de terminar la demolición por lo que hubo variación en las condiciones de entrega del predio. Todos los predios se entregaron limpios de escombros, sin embargo, hubo ocasiones que demolió hasta el primer sótano, otras ocasiones los dueños pidieron se dejaran algunas columnas y otros se entregaron con el terreno al nivel de banqueta.



*Ilustración 46 Ejemplos de predios entregados
Fuente Propia*

Ante las diversas peticiones que hicieron los dueños para la entrega de sus predios al concluir las demoliciones, realice un censo del cual se desprende la siguiente propuesta:



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



- Para el caso de inmuebles con sótano no demoler la losa que este a nivel de calle
- En ningún caso se deberá demoler la losa de fondo
- Para el caso de inmuebles sin sótano se deberá entregar sin escombros y limpios, con las banquetas y registros a nivel de piso reparados.
- Todos los inmuebles deberán estar confinados con tapiales.
- La entrega se debe realizar ante notario público con todos los interesados presentes



V. Conclusiones

Como se ha podido observar en este documento los procesos de demolición no se pudieron llevar en estricto apego a la normatividad dadas las condiciones del inmueble, así como las sociales que se derivaron por el 19S.

Aunque nuestro país y ciudad tienen una larga historia con sismos con consecuencias peligrosas no encontré registros puntuales de las actividades de demolición realizadas anteriormente por los sismos anteriores.

Sin embargo, al estar colaborando en el control de varias demoliciones pude tomar registro y notas de algunos eventos importantes esto me sirvieron para proponer el protocolo antes descrito.

No existen protocolos que puedan eliminar riesgos, sin embargo, como experiencia vivida durante las demoliciones, el estar siempre atento a lo que sucede en el entorno e ir registrando los sucesos, tanto en la memoria como en papel, se tuvieron trabajos con cero incidentes por lo que se evitaron daños adicionales, tanto materiales como humanos. Todo lo anterior sin olvidar que tuve el apoyo del personal que me acompaña.

Otra de las situaciones que se tuvieron después del 19S fue que en ninguno de los inmuebles en los que participe durante la demolición contó con algún tipo de seguro, situación que en algunos casos retraso el proceso de demolición ya que el gobierno estuvo. Por lo que es indispensable fomentar la cultura de contar con seguro para los inmuebles situación que podría mitigar el gasto del gobierno en casos de desastre por sismos o cualquier otro fenómeno natural. Tenemos como ejemplo la situación por el atentado en el World Trade Center (WTC) el 11 de septiembre de 2001 en donde los reclamos a los seguros, derivado de los ataques ascendió a US\$9,300 millones

Tomando como antecedente las situaciones de los sismos anteriores, es indispensable incluir en la Ley de Obras Públicas, así como en las NOM que



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



intervengan, un apartado en el que pueda garantizar que, de los trabajos derivados de un evento natural de magnitudes catastróficas, los recursos sean utilizados de manera adecuada y que no estén a la interpretación y especulación con criterios completamente ajenos a una realidad que no está normada o cuando menos visualizada en la Ley.

Es importante incluir en las leyes y normas la posibilidad de hacer una demolición con inminente riesgo de colapso.

Es importante implementar una base de datos por alcaldía en la que se tenga un registro de los planos estructurales de los inmuebles y que esta base a su vez la tenga el Instituto para la Seguridad de las Construcciones de la Ciudad de México debido a que cuando se hicieron las demoliciones no se contó con información

El participar en las demoliciones de los edificios después del 19S dejó un acervo fotográfico de 22,000 imágenes.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



VI.- BIBLIOGRAFIA

Artículos

Crónica de seis siglos de sismos en México; Lecciones aprendidas, Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros.

Revista de Ingeniería Sísmica

Los efectos múltiples de los sismos de septiembre de 2017; Análisis e interpretaciones de los alumnos de Estudios Urbanos, El Colegio de México

Norma Oficial Mexicana

NOM-033-STPS-2015 Condiciones de seguridad para realizar trabajos en espacios confinados.

NOM-009-STPS-2011 Condiciones de seguridad para realizar trabajos en altura.

NOM-017-STPS-2008 Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo de los centros de trabajo.

NOM-027-STPS-2008 Actividades de soldadura y corte-Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-031-STPS-2011 Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo.

Normas Internacionales

Norma ISO 45001

Normativa de la OIT (Organización Internacional del Trabajo)

Artículos Periodísticos

<https://arquine.com/dos-sismos-32-anos-de-diferencia/>

<https://mxcity.mx/2019/09/los-sismos-impresionantes-han-ocurrido-en-mexico/>

<https://cnnespanol.cnn.com/2021/09/10/20-anos-de-los-atentados-terroristas-del-11-de-septiembre-en-estados-unidos/>

<https://www.eluniversal.com.mx/metropoli/cdmx/los-tres-sismos-que-mas-impactaron-la-ciudad-de-mexico/>

<https://www.forbes.com.mx/los-8-sismos-mas-catastroficos-en-la-historia-de-mexico/>

<http://www2.ssn.unam.mx:8080/estadisticas/>