

## Valoración de edificios dañados, una alternativa para disminuir los RCD, 3 casos de estudio

VLADIMIR CASAS FÉLIX<sup>1</sup>, ISRAEL EDUARDO MIRANDA TORRES<sup>2</sup>, TAMY GABRIELA RIOS SOTO<sup>3</sup>, JESÚS FERNANDO GARCÍA ARVIZU<sup>4</sup>

### RESUMEN

**La industria constructora sigue superada por muchas en la disminución de la huella de carbono y otros impactos ambientales. Aunque los constructores buscan mitigar residuos plásticos introduciéndolos a muros, en la construcción se consumen materiales altamente contaminantes. Además, se generan también residuos de construcción y demolición (RCD), que son de los más invasivos y por ello foco de alerta en la Unión Europea y en México, donde ya se cuantifican. La solución para los RCD deberá ser integral por el enorme volumen. Algunas universidades han buscado integrarlos como pétreos de concretos hidráulicos y asfálticos, mientras que otras han promovido el concepto de Durabilidad del Concreto, para evitar las demoliciones. Sin embargo, existe también otra alternativa: rescatar los edificios al hacer una nueva valoración. Aquí se exponen 3 casos de edificios en el país que, teniendo la amenaza de demolición, fueron rescatados o reciclados, y como valor agregado, libraron al planeta de toneladas de RCD.**

**Palabras clave:** Consumismo, Concreto, Durabilidad, Demolición, Regeneración

<sup>1</sup>Doctor en Educación Superior, Centro de Investigación y Educación Superior, Hermosillo, Sonora, México, [vladimir.casas@unison.mx](mailto:vladimir.casas@unison.mx), Orcid <https://orcid.org/0000-0002-3200-1169>.

<sup>2</sup>Maestro en Ingeniería Urbana, Departamento de Ingeniería Civil y Minas, Universidad de Sonora, Hermosillo, Sonora, México, [israeleduardo.miranda@unison.mx](mailto:israeleduardo.miranda@unison.mx), Orcid <https://orcid.org/0000-0003-3745-7365>.

<sup>3</sup>Doctor en Educación Superior, Centro de Investigación y Educación Superior, Hermosillo, Sonora, México, [tamy.rios@unison.mx](mailto:tamy.rios@unison.mx), Orcid <https://orcid.org/0009-0004-1055-352X>.

<sup>4</sup>Doctor en Construcción, Universidad Politécnica de Madrid, España, [fernando.garcia@unison.mx](mailto:fernando.garcia@unison.mx), Orcid <https://orcid.org/0000-0001-6543-7017>.

**Autor de Correspondencia:** Vladimir Casas Félix, [vladimir.casas@unison.mx](mailto:vladimir.casas@unison.mx)

**Recibido:** 02 / 09 / 2023

**Aceptado:** 05 / 04 / 2024

**Publicado:** a rellenar por la revista

### Cómo citar este artículo:

Casas Felix, V., Miranda Torres, I. E., Rios Soto, T. G., & García Arvizu, J. F. (2024). Valoración de edificios dañados, una alternativa para disminuir los RCD, 3 casos de estudio. EPISTEMUS, 18(36). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v18i36.318>

## Valuation of Damaged Buildings, an Alternative to Reduce CDW, 3 Case Studies

### ABSTRACT

*The construction industry continues to outpace many in decreasing carbon footprint and other environmental impacts. Although builders seek to mitigate plastic waste by introducing it into walls, highly polluting materials are consumed in construction. In addition, construction and demolition waste (CDW) is also generated, which is one of the most invasive and therefore a focus of alert in the European Union and Mexico, where it is already quantified. Some universities have sought to integrate them as hydraulic and asphalt concrete stones, while others have promoted the concept of Concrete Durability, avoiding demolitions. However, there is also another alternative: to rescue the buildings by doing a new valuation. Here are 3 case studies of buildings in the country, which having the threat of demolition were rescued or recycled, and as an added value, freed the planet of tons of CDW.*

**Key words:** Consumerism, Concrete, Durability, Demolition, Regeneration





## Introducción

“Sin popote está bien”, señalan las divulgadas campañas que buscan crear conciencia de los daños que la industria del plástico le ha hecho al planeta. Esto ha generado controversia entre profesionistas de la construcción, especialmente los que participan activamente en estas campañas lo que se muestra en el auge los tabiques de materiales fabricados con los desechos plásticos en los muros, como es el caso de los ladrillos de plástico reciclado, y también los muros de PET (polietileno tereftalato). Es importante señalar que, aunque sea poco divulgado, la industria de la construcción impacta el medio ambiente. Los participantes en la proyección y construcción de edificaciones son los depredadores más agresivos del planeta azul, ya que, sumado a la obstrucción de ríos, el relleno a vasos reguladores, el colapso de taludes la tala de bosques, también fabrican, utilizan y desechan el concreto. Este material es una de las principales fuentes generadoras de dióxido de carbono, y representa del 7 al 8% de las emisiones globales [1].

Lo producido durante la industria del plástico es lo mismo que se produce de concreto, pero en tan solo dos años. Según La Federación Interamericana del Cemento (FICEM), se pretende la meta de cero emisiones de CO<sub>2</sub>, es decir, reducir los 110 millones de toneladas de dióxido de carbono registradas en 2020, a cero para el año 2050 [2]. Este enorme desafío debe incluir acciones integrales para lograrlo, en todas las etapas del proceso de construcción con concreto. Además, debe cambiarse a una economía circular en el uso de este material, producción-consumo-gestión, en vez del modelo lineal de explotar recursos, elaborar un producto, utilizarlo y desecharlo [2]. El uso del concreto continúa aumentando cada día, conforme la nueva recomposición de los mercados económicos del mundo; economías emergentes como China se



desarrollan y aumentan la demanda de edificios para todo tipo de actividades, donde las sociedades urbanas pasan la mayor parte de su vida.

Para el 2030 se estima que se anexará 1.2 millones de kilómetros cuadrados de nuevas superficies construidas en el mundo, debido a que el consumo del suelo urbano supera el crecimiento de la población en un 50% [2]. Esto se traduce en una enorme cantidad de metros cúbicos de concreto para satisfacer esta demanda.

## **MARCO TEÓRICO**

### **La industria cementera y su conciencia ambiental**

La demanda excesiva de concretos ordinarios y otros cada vez más especiales, como los concretos de alta resistencia, ocasiona que las cementeras aumenten su producción y con ello su emisión de partículas y CO<sub>2</sub> al medio ambiente. Muchas empresas adoptaron una actitud responsable al cambiar sus hornos por unos de mayor eficiencia, e incluso quemaron en ellos sustancias tóxicas y desechos de metales y pesticidas; de esta manera, los eliminan con el mismo consumo de energía con que se fabrica el Clinker de cemento, que requiere temperaturas superiores a los 2000°C. Asimismo, algunas empresas han invertido en biomasa como fuente de energía. A pesar de estos esfuerzos, el aumento de la demanda del cemento ha ocasionado que no se alcance a percibir alguna mitigación de sus efectos en el medio ambiente.

Sin embargo, el consumo de energía no es el único problema: la industria cementera también expulsa partículas de polvo; gases, como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido y dióxido de carbono; cloruros fluoruros compuestos orgánicos tóxicos, y metales pesados. Estos ocasionan también daños importantes en el medio ambiente.





La preocupación de las naciones por el calentamiento global y sus efectos nocivos al planeta promovieron los procedimientos de cálculo de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). De esta manera, se generaron propuestas de metodología para su seguimiento y mitigación. Los esfuerzos son desde varios frentes, como el ISO 14064-2 y los estudios a la industria cementera, para concluir si hay reducción o aumento en las emisiones de los GEI [3].

Sin embargo, existen algunos que son poco optimistas, como Dimitri Papalexopoulos, director del Cemento Titan, quien comenta: “No importa lo que se haga, la producción de cemento siempre libera dióxido de carbono. No se puede cambiar el proceso químico, así que no se logran cortes espectaculares en las emisiones”. Estos comentarios resultan preocupantes, sabiendo que las reacciones químicas para producir el Clinker generan casi el 5% del CO<sub>2</sub> en el mundo [3].

A pesar de ello, los esfuerzos que se hacen para cuantificar, proponer metodologías de contención de emisiones de CO<sub>2</sub> y evaluarlas son importantes. Contabilizarlas es el inicio para reducir las. Incluso la contaminante industria cementera está incluida en el Protocolo de Kioto (PK), lo cual la obliga, según el ámbito de la Directiva 2003/87/CE, a controlar sus emisiones de dióxido de carbono. Existen también algunos países que no han entrado al protocolo de Kioto, pero empiezan a interesarse por medir y controlar las emisiones de GEI [4].

El esfuerzo de la industria cementera muchas veces proviene del incentivo de evitar sanciones por la excesiva contaminación que genera la industria del cemento o por los beneficios del famoso “mercado de carbono”, como le llaman a la propuesta del Protocolo de Kioto de compraventa de emisiones de carbono [5]. Asimismo, otro factor que puede ser un incentivo es que la implementación de un sistema de cogeneración para los hornos de las plantas cementeras,



además de mejorar las condiciones ambientales, reduce los costos de producción y puede mejorar la calidad del producto [6].

### **Los RCD y los países que los están mitigando**

Debido al enorme consumo de concreto en la industria de la construcción y creciente demanda de edificaciones, se generan de forma abundante residuos de construcción y demolición (RCD). Conforme avanza la edad de las construcciones, los RCD crecen en gran medida; además, se deben añadir los fenómenos naturales que causan desastres, como sismos, tornados o tsunamis, que afectan edificaciones y deben repararse o demolerse.

Al percatarse de la inmensidad de escombros de concreto, los gobiernos han intervenido con normas sobre el destino y reutilización de estos RCD. La Unión Europea (UE) lleva la delantera con países como Alemania e Inglaterra, que reglamentaron para el reciclaje de estos residuos de concreto. En China y en EE. UU., Brasil, Chile y México, ya existe preocupación por regular estos desechos; asimismo, en otras partes de Sudamérica se han estudiado alternativas y acciones sostenibles para la infraestructura vial [17]

Los RCD representan entre el 30 y 40% del total de los residuos generados a nivel mundial [7]. Del 2003 al 2013, China generó 2.36 billones de toneladas; 97% es por demoliciones y solo 3% es por construcciones. EE. UU. en tan solo el año 2018 generó 188.8 millones de toneladas de RCD en la construcción de edificios y 275.3 en carreteras y puentes [7]. En cambio, todavía existen muchos países que no tienen contabilizada la generación de los RCD; aunado a esto, existe mucha construcción informal que está fuera de la medición.

La UE planeaba que para el año 2020, el 70% de los RCD serían reciclados, establecido en la Directiva 2008/98/CE. Sin embargo, la tasa media de recuperación es de 46%, lo que está muy





por debajo de la meta [8]. Si no hay una medición constante y actualizada, puede convertirse en una de esas normas ambientales que jamás se evalúan y por lo tanto no prosperan.

### **México respecto a los RCD y sus normas**

Desde agosto del 2013, en México se obliga a los constructores a reutilizar, reciclar y disponer de forma correcta de estos desechos con la NOM-161-SEMARNAT-2011. También cuenta con la norma NADF-007-RNAT-2013 que se refiere a los RCD en la Ciudad de México. En el estado de Sonora, el H. Ayuntamiento de Hermosillo ya incluyó el artículo 7 en el Reglamento de Construcción, en el que se especifica sobre el transporte y lugar de depósito de los materiales y escombros desechados de las obras. Este fue publicado en el Boletín Oficial 3 de septiembre 2018, pero solo se ocupa del transporte y depósito, no de la reutilización de este material. Este problema ambiental del vertido incontrolado de RCD es tan grande en la Ciudad de México, que se generan aproximadamente 7 mil toneladas diarias según Santillán [9], y existen varios rellenos autorizados para depositar los RCD, que ya se han clausurado debido a su saturación.

Es imposible frenar la industria de la construcción para evitar los RCD que afectan las ciudades del país. Esta industria es primordial para las naciones, dado que genera empleos y activa la economía, las grandes obras, la infraestructura carretera, la vivienda, etcétera, lo que se traduce en riqueza y bienestar social. La industria de la construcción está vinculada al entorno económico y financiero de las naciones, ya que utiliza insumos de otras industrias como el cemento, el acero, la cal, los pétreos, aluminio y muchos más, y beneficia a más de 63 de las 79 ramas de la actividad productiva. Es la sexta rama económica en generación de riqueza (Contribución al PIB) y es la cuarta rama económica en generación de empleo directo, según la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) [10].



La preocupación por la acumulación de los RCD genera esfuerzos para disminuirla en algunos grupos del gremio de la construcción. En México, la CMIC ha implementado acciones como “Recopilación de información sobre la cantidad y tipos de residuos, así como las prácticas de los constructores en el manejo de los RCD. Realiza campañas de concientización” [10]. La CMIC usa un algoritmo que relaciona la superficie construida con un volumen de generación de RCD por unidad, con lo cual pronostica la cantidad de RCD que se producen al día. Según un estudio hecho en el 2011, se estimó una generación de 9.2 millones de toneladas en el año 2018, es decir, un aproximado de 25,000 ton/día [10]. Según la CMIC, se recicla solamente un 3% de los RCD producidos y se reusa el 1%.

#### **Instituciones e investigadores que buscan utilizar los RCD**

A su vez, el problema de la saturación de rellenos con los residuos de la construcción ha inquietado a los investigadores de distintas universidades del país, quienes buscan reutilizar los RCD para frenar los vertederos. En la UNAM, un grupo coordinado por la doctora Ávalos Rendón, ha estudiado propuestas para reutilizar estos residuos [9]. Separan manualmente elementos adheridos al concreto, como madera, cristal, acero y otros, y luego se trituran con diferente granulometría. También se investiga la fabricación de asfaltos utilizando los RCD, conforme la norma AASHTO T283; se concluye que los asfaltos destinados a carpetas asfálticas en carreteras son viables. Otro estudio reciente en la UNAM concluye que al elaborar concretos con RCD como agregados, no se alcanza la resistencia buscada; pero al combinar el agregado grueso como RCD y el agregado fino con arenas naturales, sí funciona [11]. Sin embargo, en la integración de los residuos se requiere un proceso de trituración de los RCD, lo que obliga a un consumo de energía y emisión de partículas del cual aún no se ha determinado la huella de carbono.





En la UNISON, el doctor Israel Miranda Pasos ha usado los RCD de concreto para elaborar morteros y concretos que sustituyan los agregados, así como su uso en bases y subbases para vialidades. En el caso de concretos y morteros, se obtuvieron buenos resultados que se han dado a conocer en pláticas en el Colegio de Ingenieros de Sonora (CICS) para informar al gremio sobre la relevancia de reutilizar los RCD.

### **Durabilidad en el concreto**

Recientemente se introdujeron normas y recomendaciones sobre los procesos de elaboración, transporte y vaciado del concreto, conglomeradas en el concepto de “durabilidad del concreto”. Este concepto se trató porque se creía que solo bastaba una proporción correcta de ingredientes para obtener concretos de resistencia adecuada, y se desdeñaba la durabilidad para alcanzar su vida útil. Actualmente, todos los constructores deberían sumarse al esfuerzo de disminuir los RCD, y de darle más atención al concepto de durabilidad del concreto para evitar las demoliciones de edificios en su vida joven. En la búsqueda de mejorar la durabilidad de las edificaciones, las instituciones internacionales sugieren normativas cuyo fin es el buen desempeño de los edificios, tanto en la vida útil para la cual fueron diseñadas, como en su vida residual con el mantenimiento adecuado.

Algunas de las razones que dieron origen a apostar por la durabilidad son el deterioro prematuro de muchas construcciones, obras modernas y más complejas, nuevas técnicas y sistemas constructivos, velocidad de la construcción, exigencia de periodos de retornos mínimos cada vez mayores, uso masivo de sistemas preesforzados con falla tipo frágil y escasos márgenes de factores de seguridad. Aunque las razones no incluían el impacto ambiental de un edificio en proceso de demolición, puede ser un efecto colateral útil a este fin y una nueva valoración.



Además, ya surgen investigaciones que tratan la durabilidad de concretos que se elaboran utilizando los RCD como sustitución de hasta un 20% de los áridos naturales, por los reciclados. También se evalúa cuánto afecta la resistencia del concreto por la permeabilidad, porosidad y adherencia, para aportar por dos vertientes a la preservación del medio ambiente [12].

### **Calidad en la edificación**

Si se logran evitar las demoliciones generadas por edificios que no cumplen con las exigencias del servicio, se reducirán los RCD. Es decir, así como la industria cementera produce el Clinker con nuevos hornos, y con ello disminuye la huella de carbono, la industria de la construcción debe unirse al reto, mejorando la técnica y asumiendo el edificio como un producto final de un complejo proceso industrial. Existen 86 artículos entre el 2015 y el 2021 que buscan la calidad en la ejecución plena de la obra ayudando al ingeniero civil con inteligencia artificial [13] y con ello mejora rendimientos y velocidad.

En los contratos las partes que construyen los edificios y los compradores establecen tiempos de garantía en las distintas áreas, materiales e instalaciones de los inmuebles. Las aseguradoras estiman un 10% del valor de la construcción en las reparaciones en la vida joven de los edificios y son consecuencia de la mala calidad con que se fabricó [14]. Si se tomaran en cuenta las normas que buscan durabilidad en la construcción como la RCDF-2004 (Cap. 4), ACI 318-02, ACI 201-2R, NMX-403-ONNCCE-2007, ASTM entre otras, o las que buscan proteger el patrimonio de la gente y las naciones, el beneficio sería innegable para la vida misma. La amenaza de los RCD está sobre los edificios clausurados por daños en su vida de servicio.

### **Rescate de edificios**





En lo anterior es posible involucrar a grupos de especialistas en el rescate de estructuras que estén activos en la industria, ya que es común cuando son dañados por un sismo o un huracán, sobre todo en este país. También encontramos trabajos bien documentados del rescate y restauración en edificios con valor histórico, para los que se destinan recursos por parte de las autoridades y gobiernos. Sin embargo, pocas veces se escucha del rescate de edificios que presentan algún daño estructural estando dentro del período de su vida útil, sin que hubiera sucedido algún desastre natural.

Esta especialización profesional implica evaluar la patología que presenta un edificio, diagnosticarlo y prescribir una estrategia de reestructuración (terapia) a la que deberá ser sometido para regresarlo a una buena condición de servicio, para la cual fue proyectado. El perito patólogo-estructurista es un profesionalista cuya experiencia le permite reflexionar en los síntomas que se presentan en las construcciones. Verificará con la ayuda de pruebas invasivas y no invasivas, estudios de laboratorios de materiales y geotecnia, hasta construir un diagnóstico y generar la metodología adecuada para rescatar con seguridad los inmuebles [13], [14]. Es posible que este especialista no sea consciente de que aparte de reparar un edificio, libra a su comunidad y al planeta de almacenar más RCD.

Por supuesto que el proceso descrito es delicado, lento e implica también costo; por eso muchos dicen que es mejor demolerlo y construir otro; pero ante un paciente con una enfermedad grave, ¿podría un profesionalista de la salud rendirse y sugerir concebir a otro ser humano, porque tratar su padecimiento resulta lento y costoso? Bajo esta perspectiva, se exponen a continuación 3 casos documentados, acontecidos en el país, en los que un especialista logra evitar demoliciones de edificios.



### **Caso uno, edificio de la telefónica Telmex, año 1950.**

Existe un ejemplo impresionante que sucedió en Guadalajara en el año de 1950. El Gobernador Jesús González Gallo tomó la decisión de demoler varios edificios para ampliar la calle Juárez; buscaba convertirla en una gran avenida y unirla con la avenida Vallarta. Para ello, llevó a cabo la expropiación de los edificios y posteriormente los demolió en pleno centro histórico.

Pero en este caso, aunque se logró crecer la avenida Juárez, quedó un edificio de la telefónica Telmex en la mitad de esta y obstaculizando el tráfico vehicular. Los propietarios habían obtenido un amparo, porque para no cortar el servicio telefónico, tendrían que construir una nueva sede, comprar un nuevo equipo de comunicación y luego conectar los cables, lo cual es costoso y tardado. El ingeniero civil Jorge Matute Remus [15], en ese momento rector de la Universidad de Guadalajara, estudió las opciones y concluyó que sería sencillo y más económico mover el edificio y mantener las actividades dentro durante el proceso de traslado, comparado con construir una nueva central telefónica y trasladar allá al personal. También es increíble que logró convencer a las autoridades. Entonces, se dispuso a hacerlo.

### **METODOLOGÍA**

Del 24 al 28 de octubre de 1950 trasladó el edificio de Teléfonos de México 12 metros y luego lo giró, para alinearlos con la Avenida Juárez. 1700 toneladas de concreto y mampostería fueron desplazadas con gatos mecánicos y el personal permaneció dentro del edificio sin dejar de laborar, e incluso con la familia del ingeniero dentro, esto con el fin de dar seguridad a los trabajadores de la telefónica de que sus vidas no estaban en riesgo. El Sr. Rafael Sánchez Alonso



decidió documentar el movimiento tomando fotografías cada día, desde el mismo lugar y a la misma hora, por eso se cuenta con imágenes.



**Figura 1. Edificio Telmex. Fuente [15]**



**Figura 2. Edificio Telmex. Fuente [15]**



**Figura 3. Edificio Telmex. Fuente [15]**



**Figura 4. Edificio Telmex. Fuente [15]**



**Figura 1. Edificio Telmex. Fuente [15]**





**Figura 2. Edificio Telmex. Fuente [15]**



**Figura 7. Edificio Telmex. Fuente [15]**



**Figura 8. Sistema de rieles, Edificio Telmex. Fuente [15]**

De no ser por la capacidad del Ing. Matute Remus y su determinación, las 1700 toneladas de concreto y mampostería que representaba el edificio Telmex, hoy estarían formando parte de uno de los rellenos clausurados del país. Por cierto, ¡la variable decisiva en este caso fue la económica!

**Caso dos, oftalmología del Hospital General del Estado, año 2011.**

En Hermosillo, Sonora en el año 2011, el edificio de oftalmología del Hospital General del Estado estaba siendo evaluado para demolerlo o rescatarlo. Los médicos que laboraban ahí decidieron





evacuarlo, debido al crujido que emanaba. Se construyó en 1977 de dos niveles de concreto reforzado y muros de carga; el uso era de dormitorio de médicos internos. El 2006 fue intervenido para ser actualizado, colocando instalaciones no contempladas originalmente, como voz, datos y ductos para aire acondicionado. En esa misma fecha se dio el cambio de uso del edificio, de dormitorios a servicios de oftalmología en el primer nivel y área administrativa en el segundo nivel. Hasta antes de esa intervención, el edificio presentaba un correcto desempeño estructural, pero a los 44 años, después de 5 años de la intervención, presentaba grietas en muros, en recubrimientos cerámicos, movimiento de zoclo en el segundo nivel. El departamento de conservación del Hospital General del Estado resanaba las grietas con yesos y morteros y volvía a colocar los zoclos en su lugar.

#### Metodología realizada para su evaluación

##### 1.-Inspección del inmueble

Eran evidentes las grietas en el yeso de los muros y en el mortero, así como las del recubrimiento cerámico, separación del zoclo del nivel de piso y crujidos.





**Figura 3. Recubrimientos cerámicos en los baños del segundo nivel. Fuente, archivo personal (2012).**





**Figura 4. Zoclos desfasados y resanados en el entrapiso del segundo nivel. Fuente, archivo personal (2012).**



**Figura 5. Muro agrietado, ya resanado. Fuente, archivo personal (2012)**

Para el año 2011, se encontraba rodeado por edificaciones: una dedicada a enfermos en etapa terminal; otra, el albergue Luz Valencia; y el nuevo Pabellón de Seguridad del Hospital General del Estado. Esto sería relevante para la decisión final: ¿cómo podría demolerse sin evacuar los edificios que lo rodeaban?

**Inspección profunda del edificio, destapando plafones y zonas cerradas.**

En la inspección profunda al inmueble, se descubrieron en zonas ocultas traveses dañados y rotos para atravesar instalaciones de aire acondicionado, voz y datos y eléctricas, aunado al cambio de uso del edificio.



**Figura 6. Concreto destruido en trabe cargadora de entrepiso para dar paso a ducto de instalaciones eléctricas. Fuente, archivo personal (2012)**



**Figura 7. Concreto y acero de refuerzo de trabe principal de entrepiso totalmente destruidos. Fuente, archivo personal (2012)**





Después del hallazgo, el apuntalamiento fue con elementos de acero resistente debido al riesgo inminente.

Sólo se tenían dos opciones para el edificio de oftalmología del Hospital General del estado:

1. Elevar lentamente el entrepiso del edificio con gatos hidráulicos hasta alcanzar la altura original. y colocar marcos de acero estructural totalmente nuevos, incluyendo su cimiento para sostener el edificio en su posición correcta.
2. Demoler el edificio y edificarse uno nuevo.

### **Remediación**

#### **Proceso de reparación y reforzamiento del edificio**

Para este caso en estudio, una demolición sería la peor forma de enfrentar el problema, debido a los otros edificios que lo rodeaban, la contaminación y riesgo del proceso. Se decidió rescatarlo y lentamente, con ayuda de dispositivos mecánicos, se empezó a elevar la losa de entrepiso hasta llevarla a su posición de origen. Ahora debería permanecer allí nuevamente para mantener erguido el edificio de oftalmología.

El levantamiento debía ser simultáneo además de lento, lo que ocupó a muchos obreros en el proceso, trabajando coordinadamente.





**Figura 8. Proceso de apuntalamiento y elevación lenta de entepiso, Fuente, archivo personal (2012)**

Debido a la inaccesibilidad hacia el edificio rodeado ya de otros inmuebles en plenas funciones, las vigas metálicas que reforzarían la losa de entepiso del edificio tuvieron que ser introducidas a través de pequeñas aperturas en los muros.



**Figura 9. Inserción y montaje de viga metálica para reestructuración. Fuente, archivo personal (2012)**



Durante ese proceso se elaboraron zapatas aisladas en los lugares precalculados para colocar las columnas de los marcos estructurales, mismos que serían el nuevo refuerzo estructural del edificio.



**Figura 10. Relleno de mortero expansivo y acabados anticorrosivos. Fuente, archivo personal (2012)**

Una vez que las vigas penetraron y se conectaron a las columnas de acero, entonces el trabajo estaba concluido. Se pudo desapuntalar la losa y dejarla reposar tranquilamente sobre los marcos de acero estructural. Una característica de que el trabajo estaba concluido se pudo apreciar en el segundo nivel, en el que los muros que presentaban las grietas se cerraron y expulsaron los resanes que se les habían colocado con el fin de ocultarlas.



**Figura 11. Expulsión de rellenos en grietas por recuperación de deformaciones. Fuente, archivo personal (2012)**

En este momento, existen muchos edificios que están siendo evaluados y necesitan se tomen decisiones de gran trascendencia. Muchos de ellos están destinados a diversas actividades, incluyendo la vivienda, donde se desarrolla la célula de la sociedad Demolerlo o deslizarlo; demolerlo o levantarlo. ¿Se recuperan o se convierten en más RCD?, sólo porque es más fácil, rápido y menos riesgoso.

**Caso tres, el edificio Banca Cremi es rescatado en el año 2019.**

El edificio de Hermosillo, Sonora, conocido como Banca Cremi fue construido en el año de 1977 por el arquitecto Enrique Flores López. Sufrió un incendio en el año de 1999, cuando era utilizado por la casa de Estéreo 100; fue evacuado y quedó abandonado. Una vez más, surge la toma de decisión: se demuele y se construye otro en su lugar, o se refuerza estructuralmente para continuar con su vida de servicio.

El edificio ya contaba con un diagnóstico de demolición. Sin embargo, existía el riesgo para el edificio contiguo, conocido como la Casa Uruchurtu, que perteneció a Manuel Uruchurtu el



“caballero del Titanic” y su familia la donó al gobierno del Estado de Sonora, en 1985. Actualmente, es la sede de la Sociedad Sonorense de Historia. Derribar la Banca Cremi sin dañar la casona antigua de adobe es inconcebible.

En el año 2019, se empieza su regeneración y hoy ya está restaurado.



**Figura 18. Edificio Banca Cremi. Fuente, archivo personal (2012)**



**Figura 19. Proceso de recuperación de edificio Banca Cremi. Fuente, archivo personal (2012).**

## METODOLOGÍA

La reestructuración del edificio se generó en su interior con endoestructura y a la par en su exterior con una exoestructura metálica. Al igual que todos estos casos, existen muchos más donde el

edificio tiene un letrero de cancelado prohibido el paso, y se está a punto de verlos convertidos en RCD.



**Figura 20. Edificio Banca Cremi rescatado pertenece a Work. Fuente, archivo personal (2022)**



**Figura 21. El edificio ya terminado. Fuente, archivo personal (2022)**

## Conclusión

A grandes problemas, soluciones interdisciplinarias. Es necesario que todos los actores que se involucran en alguna medida con los RCD como son: la industria de la construcción como principal generadora, la industria cementera con sus emisiones y consumo de energía, el gobierno y sus



normativas, las universidades e institutos de investigación, las organizaciones no gubernamentales con la contabilización de los residuos y la propagación de los planes para su manejo participen en su mitigación de manera activa.

Asimismo, los que investigan la durabilidad del concreto para que las edificaciones puedan alcanzar la vida útil de diseño, e incluso agregar vida residual, los propietarios de las edificaciones con el mantenimiento y los especialistas en patología de los edificios para regenerar edificios deben hacerse responsables. ¿Cuándo y cuánto podrá exigir México un porcentaje de reúso de los RCD?

### **Una nueva valoración**

En este trabajo se presenta una visión para la valoración de los edificios que están diagnosticados con demolición. Es decir, un reenfoque sobre la decisión del futuro de un edificio, no solo por su costo de construcción o demolición en valor monetario o de tiempo, sino también en función de la huella ambiental causada. El esfuerzo y proceso delicado de regenerarlos puede ser una aportación más tangible del profesionalista de la construcción contra los daños que se ocasionan cuando la tendencia de los RCD sigue en aumento.

Para cerrar, presentamos una última reflexión. Existen compañías admirables con mucha experiencia y capacidad para demoler grandes estructuras en las manchas urbanas; su fama traspasa fronteras. Tal es el caso de una empresa que ha demolido miles de edificios en algunos continentes, librando todo tipo de riesgos al dosificar el uso de explosivos en sus demoliciones controladas: la Controlled Demolition Inc. En su portafolio se encuentran el condominio Champlain Towers South, el edificio Federal Alfred P. Murrah y el World Trade Center, después del ataque del 11 de septiembre [16]. En su vasto ejercicio, puede destacarse el de la cúpula de concreto

más grande del mundo, con un espacio libre de 660 pies; se logró controlar la vibración que generaron las 125,000 toneladas de escombros de concreto al caer. En la figura 22 se muestra el instante de la demolición del Kingdome de Seattle EE. UU.; una demolición exitosa, según algunos, que tan sólo duró unos segundos, pero los RCD durarán por mucho tiempo más.



**Figura 12. Demolición del Seattle Kingdome. Fuente [16].**

## Referencias

- [1] L. M. Jaimes. “Emisiones de dióxido de carbono relacionadas con las operaciones unitarias de la industria de la construcción”, *trabajo de grado*, Univ. Coop. Colombia, 2022.
- [2] J. M. Mendoza, J.H. Díaz, “Economía circular en la industria latinoamericana del cemento y concreto: una solución sostenible de diseño, durabilidad, materiales y procesos”, *Revista ALCOPANT*, vol.13, num. 3, 2023, DOI: <https://doi.org/10.21041/ra.v13i3.697>.





[3] M. C. Martínez, L. E. Campos, y J. Castillo, “Metodologías para el cálculo de emisiones de gases de efecto invernadero: descripción del proyecto de control en una industria productora de cemento”. *Revista Tecnología en Marcha*, vol.34, n.3, pp.177-188. 2021

[4] N. Herrero. "Análisis de la estructura fiscal medioambiental de la unión europea y países ajenos al protocolo de Kioto", trabajo de fin de grado, Univ. Rey Juan Carlos, 2023

[5] L. Rodríguez. “Protocolo de Kyoto: Debate sobre ambiente y desarrollo en las discusiones sobre Cambio Climático”. *Gestión y Ambiente*, vol. 10, nº 2, pp. 119-128, May. 2007.

[6] A. Tahuiton, A. Muciño y C. A. Guillén. “Desempeño mecánico de concretos con agregados RCD, por método ACI y por volumen”, *Academia XXII*, vol. 13, nº 26, pp. 181-195, Dic. 2022. DOI: <https://doi.org/10.22201/fa.2007252Xp.2022.26.84153>

[7] N. Méndez. “Barreras y medidas para la valorización de algunos Residuos de la Construcción y Demolición (RCD) en Costa Rica”, trabajo de fin de grado, Tec. Costa Rica, 2021 [online]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/13765> (acceso: 9 de octubre de 2023)

[8] G. Wolff, “Protocolo de la UE para la gestión de residuos de construcción y demolición”, *Comisión Europea DG Medio Ambiente*, 2017, [online]. Disponible en: <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/26455/attachments/3/translations/en/renditions/native>. [acceso 9-Oct-2023]

[9] M. L. Santillán, “Nuevos Concretos a partir de Residuos de la Construcción”, *Ciencia UNAM-DGDC*, MEXICO D.F., 2019, [online]. Disponible en: <https://ciencia.unam.mx/leer/841/nuevos-concretos-a-partir-de-residuos-de-la-construccion> [acceso 9-Oct-2023]

[10] CMIC, “Plan de manejo de residuos de la construcción y la demolición”, *Camara Mexicana de la Industria de la Construcción*, pp. 7-16, [online]. Disponible en:



<https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PM%20RCD%20Completo.pdf> (acceso 9-Oct-2023)

[11] A. F. Robledo, “Estudio de factibilidad técnico-económica del uso de un sistema de cogeneración para la recuperación de calor en una planta cementera en Colombia”, trabajo de fin de máster, Inst. Tec. Met., Facultad de Ingenierías, Medellín-Colombia. 2019.

[12] F. E. Ceballos, B. Baque y E. G. Villavicencio. “Simulación computacional de criterio de durabilidad de hormigones fabricados con residuos de la construcción y demolición por clasificación de sólidos”. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 14, nº 1, pp. 212-220, Ene. 2021.

[13] M. E. de Almeida *et al.*, “Patologías en hormigón armado en elementos de proyectos estructurales”, *Revista Brasileña de Desarrollo*, vol. 8, n.º 6, pp. 43522-43539. May. 2022. DOI:10.34117/bjdv8n6-067

[14] F. López, V. Rodríguez, J. Santacruz, I. Torreño, y P. Ubeda, 2004, “Manual de Patología de la Construcción”, *Universidad Politécnica de Madrid*, Tomo I, 8, 2004, [online]. Disponible en: [https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as\\_sdt=0%2C5&q=manual+de+patologia+de+la+edificaci%C3%B3n+tomo1%2C+lopez%2C+rodriguez%2C+santacruz&btnG=\(acceso 9-Oct-2023\)](https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=manual+de+patologia+de+la+edificaci%C3%B3n+tomo1%2C+lopez%2C+rodriguez%2C+santacruz&btnG=(acceso+9-Oct-2023))

[15] J.C. Nuñez, “Jorge Matute Remus y la Reubicación del Edificio de Telmex en Guadalajara. Una Hazaña de Ingeniería en 1950”, *Economicón*, 2010, [online]. Disponible en: <https://economicon.mx/2010/10/24/reubicacion-del-edificio-de-telmex-en-guadalajara-la-hazana-del-ingeniero-jorge-matute-remus-de-1950/> (acceso 9-Oct-2023)

<https://www.cmic.org.mx/comisiones/Sectoriales/medioambiente/Flayer/PMRCDCompleto.pdf>



[16] Martínez Andrés R., “La compañía contratada para derribar el edificio dañado de Surfside es conocido por la implosión de Seattle Kingdome”, *The New York Times*, 4 de Julio de 2021, [online].

Disponible: <https://www.nytimes.com/2021/07/04/us/controlled-demolition-seattle-kingdome.html?smid=url-share> (acceso 9-Oct-2023)

[17] A. L. Ruiz Robles, “Prácticas sostenibles en infraestructura vial”, 2017, [online]. Disponible:

<http://hdl.handle.net/1992/61717>

**Cómo citar este artículo:**

Casas Felix, V., Miranda Torres, I. E., Rios Soto, T. G., & García Arvizu, J. F. (2024). Valoración de edificios dañados, una alternativa para disminuir los RCD, 3 casos de estudio. *EPISTEMUS*, 18(36). <https://doi.org/10.36790/epistemus.v18i36.318>

