



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“PATOLOGÍAS EN SISTEMAS ESTRUCTURALES DE EDIFICACIONES URBANAS”: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE 2009 Y 2019.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autor:

Edwin Alonso Chayguaque Espinoza

Asesor:

Mg. Ing. Alberto Rubén Vásquez Díaz

Trujillo - Perú

2020

DEDICATORIA

A mis padres por haberme brindado una buena educación, quien soy ahora es gracias a ellos; mis logros son de ellos. Así también a mis familiares que siempre se han preocupado por mi persona y me han brindado todo su apoyo en los momentos difíciles.

Muchas gracias familia

AGRADECIMIENTO

Agradecer, a Dios, por darme la buena salud en estos tiempos en que las cosas están difíciles; por su ayuda espiritual cuando las cosas están saliendo mal, gracias por ayudarme a levantarme cada vez más fuerte. Así también agradecer a mi familia, a mis amigos cercanos que siempre estuvieron ahí, dándome ánimos en cada paso que doy. A todos mis docentes por la enseñanza brindada durante mi formación académica y a mis compañeros de universidad que me apoyaron para siempre mirar hacia adelante

INDICE

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	13
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	25
REFERENCIAS.....	27

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Matriz de registro de artículos</i>	13
Tabla 2 <i>Tipo de contenido</i>	15
Tabla 3 <i>Año de publicación</i>	16
Tabla 4 <i>Características de los estudios</i>	16
Tabla 5 <i>Matriz de características de los estudios</i>	17
Tabla 6 <i>Aportes a influencia de los profesionales</i>	19
Tabla 7 <i>Aportes a Métodos tecnológicos para el estudio patológico</i>	20
Tabla 8 <i>Aportes a Importancia de estudio patológico</i>	21
Tabla 9 <i>Aportes a Síntomas comunes en edificación</i>	21
Tabla 10 <i>Aportes a Consideraciones de diseño</i>	22

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Categorías de estudio	18
--	-----------

RESUMEN

Las diversas edificaciones urbanas existentes hoy en día se ven afectadas por diversos factores que influyen en su rápido deterioro, por lo que es necesario saber el estado de nuestras edificaciones y para ello es fundamental conocer cómo se realizan y que tan fácil o difíciles son estos estudios patológicos. En esta revisión sistemática se tiene como objetivo identificar los distintos protocolos de estudios de patologías en sistemas estructurales ya existentes y analizar si es apropiado para un correcto estudio. Para ello se ha recurrido a diversas fuentes académicas (Dialnet, Redalyc, Refseel, Researchgate, Scielo, entre otras) para la extracción de documentos confiables publicados en los últimos 10 años (2009-2019), teniendo en cuenta que deben presentar una estructura IMRD, y contar con instrumentos de medición. Se seleccionaron 20 artículos y se dividieron en 5 categorías: Influencia de los profesionales, Métodos tecnológicos para el estudio patológico, consideraciones de diseño, Importancia del estudio patológico y Síntomas comunes en edificaciones. Cada uno de ellos refleja el contexto global del problema. Finalmente se logró revisar distintas metodologías de estudios patológicos realizados en la última década, y así también garantizar el buen funcionamiento con resultados reales, que pueden ser muy útil para una correcta evaluación patológica.

PALABRAS CLAVES: patologías estructurales, edificaciones, sistemas estructurales).

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En Sudamérica y en muchos lugares del mundo la mayoría de las edificaciones presentan fallas antes de cumplir su periodo de vida útil, cuando la Ingeniería tiene como objetivo evitarlas. Los daños estructurales aun y cuando de ninguna manera son deseables, siguen siendo una de las fuentes de aprendizajes más ilustrativas y útiles para los especialistas en el tema. (Alzate 2017). Muchas personas, dueños de alguna edificación, tienden a verse en duda si es que su estructura aún puede funcionar con algunas fallas que se aprecian a simple vista, siendo esta la consecuencia de que los conlleva a normalmente demoler su edificación, cuando se puede hacer un estudio patológico de todo el sistema estructural y posteriormente resanarlos para un mejor funcionamiento de toda la estructura.

En diversas estructuras, observamos diversas fallas que no tienen absolutamente nada que ver con el transcurrir de algún sismo, las cuales se pueden estudiar, encontrar su origen y posteriormente resanarlas; dichos estudios son llamadas patologías estructurales.

Alzate (2017), afirma que la vulnerabilidad de las estructuras suele manifestar a través de patologías de las edificaciones que casi siempre ocasionan daños, desde pequeños daños hasta grandes deformaciones que pueden repercutir en el colapso de la estructura o al menos de una parte de ella. Así también define como Patología Estructural, al estudio del comportamiento de las estructuras cuando presentan evidencias de fallas, buscando detectar sus causas y proponer acciones correctivas o su demolición. Es importante saber que en ingeniería hay una rama que estudia las patologías, como estas se presentan, cada una de sus causas y orígenes de daños que puedan manifestarse en cada uno de los elementos estructurales

de una edificación, es decir, nos da un diagnóstico completo de todo el problema que se presenta.

En toda edificación se cuenta con uno o diversos sistemas estructurales que nos asegura la estabilidad y buen soporte de nuestra construcción. Dichos sistemas son la base fundamental de toda construcción pues buscan darle una estabilidad a la estructura y con ello satisfacer y darle arreglo al problema presentado. Fula & Carrillo (2017) manifiestan que los sistemas estructurales son aquellos que lo conforman varios miembros, lo cual tienen un fin que es darle estabilidad a la edificación y soportar todas las cargas que actúan sobre ellas, asegurando la función estático-resistente de la construcción. Además, las clasifica en: Estructuras de acero, hormigón armado y madera.

De acuerdo con (Gaviria & Restrepo, 2017), los errores más habituales que provocan patologías son la evaluación por separado de cada uno de los estudios preliminares como topográfica, mecánica de suelos, cimentaciones, estática, entre otros.

En ingeniería civil, los sistemas estructurales son el pilar de toda edificación, por ello es importante que el diseño estructural sea elaborado de forma correcta, teniendo en cuenta los diversos factores que puedan ser la causa de una falla. Así mismo, durante la ejecución, se debe asegurar que los profesionales y trabajadores en general cumplan con lo establecido en el expediente técnico. para evitar que la edificación presente deficiencias a futuro lo que conllevaría a realizar un estudio patológico.

Las frecuentes fallas que presentan la mayoría de los edificios y que no han sido causadas por un movimiento sísmico, conllevan a una constante preocupación a sus dueños, pues no están seguros si su estructura ha sido diseñada adecuadamente, y a la vez si su ejecución

se dio de una manera probablemente adecuada. Es ahí donde buscan saber sus orígenes y se pone en discusión él ¿Cómo puedo evaluar patologías de columnas, vigas y muros en sistemas estructurales de edificaciones urbanas?, es por ello por lo que se tiene como objetivo identificar los distintos protocolos y/o metodologías para estudios de patologías en Sistemas estructurales, y así mismo, analizar si es apropiado o no para un correcto estudio.

De acuerdo con los estudios ya elaborados en los últimos 10 años, es necesario que evaluemos que tan expuestos al daño están sometidos los sistemas estructurales, considerando que existen diversos factores que de alguna u otra manera afectan a las edificaciones.

Si no hacemos una evaluación patológica a tiempo de alguna estructura que presente ciertas fallas que no hayan sido causadas por un movimiento sísmico, nuestro sistema estructural puede sufrir una falla más considerable. Por ello, la importancia del estudio patológico, ya que muchas veces es mejor y a la vez más económico resanar de manera adecuada las deficiencias presentadas.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Para tener una mejor referencia de estudios ya realizados en base al tema Patologías en sistemas estructurales de edificaciones urbanas, se ha tomado en consideración hacer la revisión sistemática en el intervalo de años (2009-2019), ya que conforme transcurren los años, la información, estudios, y/o otras investigaciones, se van actualizando. Así mismo se ha tenido en cuenta buscar artículos escritos en cualquier idioma a fin de analizar estudios realizados en otros países tanto fuera como dentro de nuestro continente América del Sur, ya que mayormente en estados europeos es donde se realizan investigaciones con un alto grado de confiabilidad y además los medios tecnológicos están más desarrollados, lo que quiere decir que su contenido es de alta calidad y por ello es conveniente tenerlos en cuenta para el estudio.

Se aprovechó, y se hizo uso de la Biblioteca Virtual de Universidad Privada del norte, partiendo la búsqueda con las variables establecidas para esta investigación, teniendo en cuenta que debería priorizar seleccionar artículos científicos, de revista o tesis. Así también se realizó la búsqueda en otras plataformas como Scielo, Dialnet en la cual se encontró el mayor porcentaje de artículos, Redalyc, asimismo Google Académico, Researchgate, entre otros. Al final de toda la búsqueda se logró encontrar 36 artículos y 10 tesis de los cuales se seleccionaron solo 20 artículos y 1 tesis para la revisión.

Para la búsqueda se utilizaron palabras o frases partiendo de las variables del tema y del rubro, como: patologías en sistemas estructurales, patologías en edificaciones urbanas; así mismo se utilizaron sinónimos de las variables: Estudio de daños estructurales, daños en edificaciones urbanas, estudio de fallas en edificaciones; también se buscaron patologías en

relación a los distintos materiales: Estudio de patología en estructuras de acero, Estudio de patología en estructuras de concreto, Estudio de patologías en estructuras de madera, etc.

Gran parte de artículos y tesis han sido descartados. Para dicho descarte se tuvo en cuenta el contenido que presente, aquellos que tienen un bajo porcentaje de relación con las variables, como aquellos que no presentan la estructura IMRD, así también los artículos que no cuentan con un instrumento de medición, pues se cree conveniente que todos los documentos estén en condiciones de brindarnos una buena información para un estudio adecuado.

Se tuvo en cuenta de preferencia artículos que estén comprendidos entre los años 2009 y 2019 extraídos de fuentes confiables. Dentro de ellos deben tener un contenido netamente enfocados en mi tema central, contando con una estructura IMRD y buenas discusiones de sus resultados. Así también se ha tenido en cuenta que ciertos artículos tengan diferentes instrumentos de medición para poder aprovecharlos y a la vez ver su comportamiento entre ellos.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Tabla 1

Matriz de registro de artículos.

Nº	BASE DE DATOS	Autor / Autores	Año	Título de artículo de investigación
1	Scielo	Tadeu, N, y Lenz, A.	2011	Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales
2	Dialnet	Ramírez, D., Darío, I. y Quiroga, J.	2010	Detección de daños en estructuras utilizando la técnica de optimización PSO
3	Scielo	Barrera, R., Gómez, I. y Quiroga, J.	2014	Detección de daños en estructuras: estudio comparativo entre los algoritmos de optimización AGs y PSO
4	Dialnet	Valbuena, S., García, C. y Granados, M.	2017	Metodología para el monitoreo estructural y patológico de viviendas afectadas por deslizamientos
5	Dialnet	Ortiz, R.	2019	Utilización de técnicas no destructivas en la evaluación del estado de conservación de la Torre del Reloj de Iquique. Monumento Histórico Nacional de Chile
6	Dialnet	Riveros, C., García, E. y Rivero, J.	2013	Estudio comparativo de las técnicas de colocación de sensores para la detección de daños estructurales.
7	Dialnet	Villalba, J. y Elías, J.	2014	Evaluar el rendimiento de un algoritmo de evolución diferencial en la detección de daños estructurales variando la función objetivo

8	Researchgate	Pérez, J., Ibarra, J. y Abud, M.	2009	Caracterización de fallas estructurales no sísmicas en vivienda social. Un caso de vinculación universidad industria.
9	Google Académico	Jonathan, A. y Hernández, P.	2014	Errores constructivos que generan patologías tempranas en el sistema industrializado Outinord - proyecto Belverde etapa I
10	Redalyc	Lima, H., Ribeiro, R., Palhares, R. y Melo, G.	2019	Análisis de manifestaciones patológicas del concreto en viaductos urbanos
11	Redalyc	Guzmán, M., Maldonado, N., Castro, G. y Buss, D.	2010	Evaluación de un sistema de refuerzo estructural para un edificio: Un caso de estudio
12	Redalyc	Mazer, W., Silva, L., Lucas, E. y Santos, F.	2017	Evaluación de manifestaciones patológicas en edificios en función de la orientación geográfica
13	Researchgate	Villacreses, C., Miele, Y., Alcívar, S. y Pinargote, Y.	2018	Patologías estructurales de los sistemas de losas de entrepiso
14	Redalyc	Herrera, E., Martínez, R. y García, J.	2016	Metodología para el diagnóstico y restauración de edificaciones
15	Refseel	Rodríguez, B., Vasconcelos, R., Nascimento, F., De Almeida, D., Christoforo, A. y Rocco, F.	2017	Estudio de grietas en caso de edificios en la ciudad de Sinop - Brasil
16	Redalyc	Rodes, M., Vidaud, I., Calderin, F. y Álvarez, E.	2018	Vulnerabilidad inducida en edificios de viviendas con muros de carga y tecnologías de encofrados Forsa

17	Redalyc	Herrera, E., Martínez, R. y García, J.	2016	El proceso metodológico en el estudio de la patología de la construcción
18	Redalyc	Vivar, Z. y Portero, A.	2016	Intervención constructiva en viviendas del Centro Histórico de Puerto Padre
19	Redalyc	González, M., Beira, E., Álvarez, O. y Quiala, E.	2014	Metodología para el proceso de modelación de la relación capilaridad-deterioro en edificaciones
20	Dialnet	Pachón, J., González, O. y Sánchez, H.	2016	Detección de daños en una armadura unidimensional por medio del algoritmo de optimización de la luciérnaga y elementos finitos.

Nota: Esta matriz nos muestra los artículos ya seleccionados de acuerdo con los criterios de inclusión.

En esta tabla podemos observar nuestra matriz de registro de artículos, la cual para llegar a ella primero se tuvo que hacer una búsqueda, imponiendo diversos criterios, teniendo como el más principal el rango de años (últimos 10 años), De todas las fuentes académicas de donde se ha extraído información, Redalyc fue quien más aportó a esta revisión sistemática.

Características que se han encontrado en los artículos:

Tabla 2

Tipo de documento.

Tipo de documento	F	%
Artículos científicos	20	100
TOTAL	20	100

Nota: Se muestra que todos los artículos obtenidos el 100% son artículos científicos.

Tabla 3

Año de Publicación.

Año de publicación	F	%
2009	1	5
2010	2	10
2011	1	5
2013	1	5
2014	4	20
2016	4	20
2017	3	15
2018	2	10
2019	2	10
TOTAL	20	100

Nota: Gran parte de los artículos han sido publicado en los últimos 5 años.

Tabla 4

Características de los estudios.

Revista de Publicación del artículo	F	%
Innovaciones	20	100
TOTAL	20	100

Nota: El 100% de los artículos están en el rubro innovaciones.

Tabla 5

Matriz de características de los estudios.

Tipo de documento	F		Año de publicación	F		Revista de Publicación del artículo	F	
		%			%			%
Artículos científicos	20	100	2009	1	5	Innovaciones	20	100
			2010	2	10			
			2011	1	5			
			2013	1	5			
			2014	4	20			
			2016	4	20			
			2017	3	15			
			2018	2	10			
			2019	2	10			
TOTAL	20	100	TOTAL	20	100	TOTAL	20	100

Nota: Se seleccionaron solo 20 artículos científicos dentro de los últimos 10 años (2009-2019).

Todos los artículos encontrados, fueron sometidos a criterios de inclusión y descarte, quedando seleccionados un total de 20. En los años 2014 y 2016, fue donde se tiene el mayor porcentaje de artículos publicados, con un 20% cada uno, del total. Así mismo todos estos artículos presentaban algo nuevo, conforme han pasado los años muestran innovaciones.



Figura 1: En relación con el tema de estudio, y a los artículos encontrados, se analizó y se clasificaron en cinco categorías como podemos observar en la figura.

Tabla 6

Aportes a Influencia de los profesiones.

CATEGORÍA	APORTES
Influencia de los profesionales	La duración de una estructura no solo depende de un correcto diseño, sino también de un adecuado mantenimiento estructural. (Tadeu y Lenz, 2011)
	Algunas de las causas más importantes que provocan un deficiente comportamiento en las construcciones se relacionan con un inapropiado diseño de la estructura en todas sus etapas, desde que se comienza hasta que se culmina. (Pérez, Ibarra y Abud, 2009)
	La supervisión es muy importante para evitar riesgos de aparición de patologías que afectan directamente al comportamiento estructural y el presupuesto de una construcción. (Hernández, 2014)
	Toda reparación o refuerzo de algún elemento estructural, debe ser elaborado y supervisado por profesionales especializados en conjunto con empresas con una buena capacidad técnica. (Lima, Ribeiro, Palhares y Meio, 2019)
	La humedad y agentes atmosféricos deben ser muy estudiados en cualquier construcción por especialistas ya sean ingeniero o arquitectos, para poder obtener unos mejores resultados y evitar todo tipo de patologías y especial de las ya antes mencionadas. (Herrera, Martínez y García, 2016)

Nota: En esta tabla se presentan cinco aportes a la presente categoría.

Tabla 7

Aportes a Métodos tecnológicos para el estudio patológico.

CATEGORÍA	APORTES
Métodos tecnológicos para el estudio patológico	<p>Los tiempos de procesamiento dependen del tipo de estructura analizada y de la posición inicial de las partículas. En la medida en que el número de elementos aumenta, el tiempo de procesamiento se puede tornar prohibitivo por las metodologías. (Ramírez, Darío y Quiroga, 2010)</p> <p>Existen sistemas que son susceptibles de ser escogidos en tareas de monitoreo estructural, un estudio de desempeño previo es necesario para evaluar cual se desempeña mejor. (Barrera, Gómez y Quiroga, 2014)</p> <p>Los métodos EI y GD demuestran un bajo rendimiento, mientras que los métodos ES y DM tienen mayores tasas de éxito. (Riveros, García y Rivero, 2013)</p> <p>Los operadores DE provienen de la literatura científica relevante, con parámetros adaptativos basados en la evolución de aquellos parámetros que pertenecen al mejor individuo en la actualidad. (Villalba y Laier, 2014)</p> <p>El algoritmo evalúa la respuesta dinámica del modelo de prueba y la compara con la base de datos para determinar la magnitud y localización de daño. (Pachón, Gonzáles y Sánchez, 2016)</p>

Nota: En esta tabla se presentan cinco aportes a la presente categoría.

Tabla 8

Aportes a Importancia de estudio patológico.

CATEGORÍA	APORTES
Importancia de estudio patológico	<p>La vinculación de los refuerzos a la estructura indica una rapidez considerable en la rehabilitación de la estructura. (Guzmán, Maldonado, Castro y Buss,2010)</p> <p>No es necesario tener un presupuesto para corregir la mayoría de las patologías. Sólo se requieren buenas técnicas adecuadas por el personal de fundición. (Villacreses, Miele, Alcivar y Pinargote,2018)</p>

Nota: En esta tabla se presentan cinco aportes a la presente categoría.

Tabla 9

Aportes a Síntomas comunes en edificación.

CATEGORÍA	APORTES
Síntomas comunes en edificaciones	<p>Las características de los edificios, como el tipo de estructura y número de pisos influyen en la observación de grietas. Así también la mala calidad de mano de obra en detalles constructivo es otra de las causantes. (Rodríguez, Vasconcelos, Nacimiento, Henrique, Christoforo y Rocco, 2017)</p> <p>Los agentes de biodeterioro son algunas de las causantes de los elementos afectados de una torre de muchos años de antigüedad. (Ortiz, 2019)</p>

La correcta localización de síntomas en los elementos estructurales ya sea de forma directa o indirecta permitirá evaluar de manera eficiente posibilitando la eliminación o descarte de otras causas. (Herrera, Martínez y García, 2016)

Las cubiertas de las viviendas se ven afectadas en un grado mayor, conllevan a realizar reparaciones de los elementos para que se pueda reforzar. (Vivar y Portero, 2016)

Las patologías nos permiten identificar ciertos escenarios de peligros, vulnerabilidad y deterioro por efecto de humedad, para cualquiera que sea la condición ambiental. (Gonzales, Beira, Álvarez y Quiala, 2014)

Nota: En esta tabla se presentan cinco aportes a la presente categoría.

Tabla 10

Aportes a Consideraciones de diseño.

CATEGORÍA	APORTES
Consideraciones de diseño	<p>Es importante señalar que, en el diseño de metodologías para la caracterización y evaluación de viviendas, debe reconocerse la existencia de una serie de prácticas constructivas que difieren en muchos aspectos de las construcciones formales. (Valbuena, García y Granados, 2017)</p> <p>El diseño estructural y el proceso de ejecución cobran igual nivel de importancia, sobre la base de que la aparición de las patologías en edificaciones ya sea de forma inmediata a su ejecución o años posteriores, siempre es debido a la actuación de uno o varios factores. (Rodes, Vidaud, Calderin y Álvarez, 2018)</p>

Es necesario considerar también los factores ambientales como incidencia solar, variaciones de temperatura y direcciones predominantes de vientos y lluvias para establecer correlaciones entre dirección geográfica y manifestaciones patológicas. (Mazer, Silva, Lucas y Santos, 2017)

Nota: En esta tabla se presentan cinco aportes a la presente categoría.

En la primera categoría “Influencia de los profesionales” podemos dar cuenta de cuán importante es que una construcción sea diseñada, ejecutada y supervisada por profesionales calificados, porque muchas veces las patologías parte desde ya desde el diseño, y claro está que durante la ejecución es cuando más errores se pueden presentar, entonces, la constante y correcta supervisión de un especialista hará que disminuya el porcentaje de errores en la construcción y así evitar que la estructura falle de manera más considerable.

En la segunda categoría “Métodos tecnológicos para el estudio patológico” aporta un tema de vital importancia hoy en día, ya que con toda la tecnología que se maneja, se pueden realizar estudios con diversos sistemas de optimización, uso de la acústica, campos magnéticos, el ultrasonido entre otros, que emplean instrumentos nuevos, siendo estos muy provechosos para un estudio patológico.

La categoría “Importancia de estudios patológicos” nos brinda quizás el aporte más importante. Como sabemos las edificaciones son hoy en día vulnerables a su deterioro, ya sea por eso, por el transcurso de los años, por algún evento sísmico o la mala práctica constructiva. Por lo que es necesario evaluar su estado con el fin de encontrar sus fallas, y poderles dar una solución inmediata sin practicar alguna técnica destructiva.

La cuarta categoría “Síntomas comunes en edificaciones” es el reflejo de lo que se presente mayormente en las edificaciones. Desde la cimentación donde se puede presentar la

humedad, corrosión del acero, alcalinidad; en las columnas, vigas, losas y muros de albañilería donde se presentan grietas (lo más común), malos acabados, en el mismo concreto, que son producidos por el mal diseño de mezcla o por el uso de materiales de baja calidad, los cuales contienen propiedades bajas, son los síntomas más comunes que se han presentado en las edificaciones en los últimos 10 años.

La última categoría “Consideraciones para diseño y ejecución”, los investigadores han determinado que las patologías que se presentan tienen origen desde el diseño. Las no consideraciones de factores ambientales, variaciones de temperatura, cargas de viento, incluso el estado del suelo son la causa de la aparición de patologías en las edificaciones. Entonces es de vital importancia tenerlos en cuenta, todo lo que se encuentra a nuestro alrededor influye en nuestra construcción, si no se previene, se corre el riesgo de que la estructura pueda tener una falla incluso más considerable. También es muy importante mencionar la buena práctica constructiva, si tenemos un buen diseño y no unos buenos ejecutores veremos las consecuencias a futuro.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

En la presente revisión sistemática se ha logrado revisar distintos tipos de estudios de patologías, en diferentes países en el transcurso de los últimos 10 años. Se pudo verificar que ya se han elaborado distintos protocolos para este estudio, siendo muy beneficioso para los futuros estudios a realizar.

En el transcurso de la búsqueda, se vio en la necesidad de aplicar criterios para la inclusión o descarte de artículos o tesis ya existentes. En un primer momento se encontraron 35 artículos científicos y 10 tesis, todos colgados en plataformas virtuales muy confiables. Luego de ellos se procedió a aplicar los criterios ya mencionados y se seleccionaron de preferencia artículos, con un total de 20, para la elaboración de este documento. Para posteriormente evaluarlos y clasificarlos esta vez por categorías, teniendo como resultado 5 categorías: Influencia de los profesionales, Métodos tecnológicos para el estudio patológico, Criterios para diseño, Importancia de estudio patológico y Síntomas comunes en edificaciones.

Todo este estudio no hubiera sido posible si no existieran documentos realizados por otros autores en años anteriores, debido a esto su vital importancia pues ya teniendo una base o un antecedente, nos puede servir para aplicarlo en algún hecho similar, y también para poder mejorar o ampliar la información ya existente sin quitarle créditos a la cadena de investigadores que vienen aportando para actualizar año tras año un estudio.

Se presentaron ciertas limitaciones al momento de la búsqueda, debido a que muchos documentos tienen un acceso restringido, en otros documentos se encontraba información valiosa pero no cumplían con los criterios de inclusión.

Se recomienda siempre extraer documentos de fuentes académicas confiables para garantizar la calidad de estudio, así también, analizar firmemente que dichos artículos que vamos encontrando estén relacionados directamente con nuestro tema y poder así sacar provecho de ello.

REFERENCIAS

- Alzate, A. (2017), *Identificación de patologías estructurales en edificaciones indispensables del Municipio de Santa Rosa de Cabal*, Universidad Libre Seleccional Pereira, Colombia.
- Barrera, R., & Quiroga, J. (2014). *Detección de daños en estructuras: estudio comparativo entre los algoritmos de optimización AGs y PSO*. Recuperado el 9 de mayo de 2020, de https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000100004
- Carrillo, J. & Fula, J. (2017). *Demostración y modelado del impacto ocasionado por el factor de redundancia estructural en momentos donde se ocasionen sismos*. Recuperado el 1 de mayo de 2020, de Universidad Católica de Colombia Sitio web: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14542/1/TRABAJO%20DE%20GRADO%20FINAL.pdf>
- Gaviria A. & Restrepo D. (2017), *Análisis de patologías estructurales en la Institución Educativa Luis Carlos Gonzáles Mejía de educación básica primaria y secundaria del barrio Gamma del Municipio Pereira*, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
- Gonzales, M., Beira, E., Álvarez, O., & Quiala, E. (2014). *Metodología para el proceso de modelación de la relación capilaridad-deterioro en edificaciones*. Retrieved 9 May 2020, from <https://www.redalyc.org/jatsRepo/3768/376846860006/index.html>

Guzmán, M., Maldonado, N., Castro, G., & Buss, D. (2010). *Evaluación de un sistema de refuerzo estructural para un edificio: Un caso de estudio*. Retrieved 9 May 2020, from <https://www.redalyc.org/pdf/4276/427639584001.pdf>

Hernández, J. (2014). *Errores constructivos que generan patologías tempranas en el sistema industrializado Outinord - proyecto Belverde etapa I*. Retrieved 2 May 2020, from [http://file:///C:/Users/user/Downloads/8952-Texto%20del%20art%C3%ADculo-41473-1-10-20150620%20\(5\).pdf](http://file:///C:/Users/user/Downloads/8952-Texto%20del%20art%C3%ADculo-41473-1-10-20150620%20(5).pdf)

Herrera, E., Martínez, R., & García, J. (2016). *El proceso metodológico en el estudio de la patología de la construcción*. Retrieved 1 May 2020, from <https://www.redalyc.org/pdf/310/31048482051.pdf>

Herrera, E., Martínez, R., & García, J. (2016). *Metodología para el diagnóstico y restauración de edificaciones*. Retrieved 1 May 2020, from <https://edoc.pub/articulo-cientifico-patologia-de-estructuras-pdf-free.html>

Lima, H., Riveiro, R., & Melo, G. (2019). *Análisis de manifestaciones patológicas del concreto en viaductos urbanos*. Retrieved 1 May 2020, from <https://www.redalyc.org/jatsRepo/4276/427657986015/suppl3.pdf>

Mazer, W., Silva, L., Lucas, E., & Santos, F. (2017). *Evaluación de manifestaciones patológicas en edificios en función de la orientación geográfica*. Retrieved 1 May 2020, from <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427646713001>

Ortiz, R. (2019). *Utilización de técnicas no destructivas en la evaluación del estado de conservación de la Torre del Reloj de Iquique. Monumento Histórico Nacional de*

- Chile*. Retrieved 1 May 2020, from <http://file:///C:/Users/user/Downloads/0718-915X-rconst-18-02-00238.en.es.pdf>
- Pachón, J., Gonzales, O., & Sánchez, H. (2016). *Detección de daños en una armadura unidimensional por medio del algoritmo de optimización de la luciérnaga y elementos finitos*. Retrieved 1 May 2020, from [file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-DeteccionDeDanosEnUnaArmaduraUnidimensionalPorMedi-6680907%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-DeteccionDeDanosEnUnaArmaduraUnidimensionalPorMedi-6680907%20(2).pdf)
- Pérez, J., Ibarra, J., & Abud, M. (2009). *Caracterización de fallas estructurales no sísmicas en vivienda social. Un caso de vinculación universidad industria*. Retrieved 1 May 2020, from https://www.researchgate.net/publication/256702802_Caracterizacion_de_fallas_estruct
[ct](https://www.researchgate.net/publication/256702802_Caracterizacion_de_fallas_estruct)
- Ramírez, D., & Quiroga, J. (2010). *Detección de daños en estructuras utilizando la técnica de optimización PSO*. Retrieved 1 May 2020, from [http://file:///C:/Users/user/Downloads/1446-4522-1-PB%20\(1\).pdf](http://file:///C:/Users/user/Downloads/1446-4522-1-PB%20(1).pdf)
- Riveros, C., García, E., & Rivero, J. (2013). *Estudio comparativo de las técnicas de colocación de sensores para la detección de daños estructurales*. Retrieved 1 May 2020, from [http://file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-AComparativeStudyOfSensorPlacementTechniquesForStr-5598906%20\(1\).en.es.pdf](http://file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-AComparativeStudyOfSensorPlacementTechniquesForStr-5598906%20(1).en.es.pdf)
- Rodes, M., Vidaud, I., Calderin, F. & Álvarez, E. (2018). *Vulnerabilidad inducida en edificios de viviendas con muros de carga y tecnologías de encofrados Forsa*. Retrieved 1 May 2020, from <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1813/181358468006/html/index.html>

- Rodríguez, B., Vasconcelos, R., Nascimento, F., Enrique, D., Christoforo, A., & Rocco, F. (2017). *Estudio de grietas en caso de edificios en la ciudad de Sinop - Brasil*. Retrieved 2 May 2020, from <http://article.sapub.org/10.5923.j.ijme.20170706.01.html>
- Tadeu, N., & Lenz, A. (2011). *Identificación y análisis de patologías en puentes de carreteras urbanas y rurales*. Retrieved 1 May 2020, from <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ric/v26n1/art01.pdf>
- Valbuena, S., García, C., & Granados, M. (2017). *Metodología para el monitoreo estructural y patológico de viviendas afectadas por deslizamientos*. Retrieved 1 May 2020, from [http://file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-MetodologiaParaElMonitoreoEstructuralYPatologicoDe-6371479%20\(1\).pdf](http://file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-MetodologiaParaElMonitoreoEstructuralYPatologicoDe-6371479%20(1).pdf)
- Villacreses, C., Mieles, Y., Alcivar, S., & Pinargote, Y. (2018). *Patologías estructurales de los sistemas de losas de entepiso*. Retrieved 1 May 2020, from https://www.researchgate.net/publication/329828855_PATOLOGIAS_ESTRUCTURALES_DE_LAS_LOSAS_DE_HORMIGON_ARMADO
- Villalba, J., & Laier, J. (2014). *Evaluar el rendimiento de un algoritmo de evolución diferencial en la detección de daños estructurales variando la función objetivo*. Retrieved 1 May 2020, from [http://file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-AssessingThePerformanceOfADifferentialEvolutionAlg-6239099%20\(1\).en.es.pdf](http://file:///C:/Users/user/Downloads/Dialnet-AssessingThePerformanceOfADifferentialEvolutionAlg-6239099%20(1).en.es.pdf)
- Vivar, Z., & Portero, A. (2016). *Intervención constructiva en viviendas del Centro Histórico de Puerto Padre*. Retrieved 1 May 2020, from <https://www.redalyc.org/pdf/1276/127619745006.pdf>