



DEFICIENCIAS EN LA INTERVENTORIA Y SUS CONSECUENCIAS EN EL PUENTE CHIRAJARA

HELEN SARAY CÁRDENAS ALARCÓN

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Cundinamarca

Sede Zipaquirá (Cundinamarca)

Programa Ingeniería Civil

24 junio de 2022

DEFICIENCIAS EN LA INTERVENTORIA Y SUS CONSECUENCIAS EN EL PUENTE CHIRAJARA

HELEN SARAY CÁRDENAS ALARCÓN

Monografía presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Asesor

NÉSTOR RAFAEL PERICO GRANADOS

Ingeniero civil

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Cundinamarca

Sede Zipaquirá (Cundinamarca)

Programa Ingeniería Civil

24 junio de 2022

Contenido

Resumen	4
Introducción.....	7
1 OTRAS OBRAS DE LA INGENIERIA QUE APORTAN A LA DISCUSIÓN	10
1.1 EDIFICIO PORTAL DE BLASS DE LEZO II EN CARTAGENA.....	10
1.2 EDIFICIO SPACE EN MEDELLIN	12
1.3 EDIFICIO BABILONIA EN ITAGUI	15
UNOS CONCEPTOS PARA EL MARCO TEORICO	18
2 OBJETIVO GENERAL.....	23
3 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	23
4 METODOLOGIA	23
5 PUENTE CHIRAJARA	24
6 CONCLUSIONES.....	31
Referencias.....	34

Resumen

En Colombia se han presentado diferentes colapsos de estructuras, especialmente por mal manejo en las obras, como diseños defectuosos, materiales de baja calidad en la construcción e interventorías inefectivas o inexistentes, tanto en diseños como en la construcción, entre otras. Casos específicos que se pueden encontrar son el puente de Chirajara, en el cual la pila B colapsó por mal diseño y por procesos constructivos, de acuerdo con los conceptos de (Fiscalía, 2019). El Edificio Blas de Lezo II en Cartagena cuya construcción no tuvo licencia legal, dado que la que se presentó era falsa, con materiales de baja calidad, interventoría inexistente, incumplimiento con los diseños y se estaban construyendo cerca de tres pisos más cuando colapsó la edificación. Estas afirmaciones las plantea Liliana Madariaga (2019). Igualmente, el edificio Babilonia en Itagüí fue una construcción elaborada con materiales de baja calidad, no se construyó según el diseño, no cumplía con las normas sísmo resistentes en Colombia y tuvo que ser demolido pues ponía en riesgo la vida de los propietarios y la eficacia de estructuras vecinas el Tiempo (2019a). El edificio Space en Medellín tuvo errores en el diseño además de fallas estructurales por falta de resistencia en una columna, era un edificio que no cumplía con las resistencias mínimas para soportar un sismo, su diseñador realizó la coordinación de la obra e hizo caso omiso a las advertencias de otros especialistas sobre la seguridad de la construcción.

El Chirajara fue diseñado principalmente por Héctor Urrego quien un año después retomó el diseño teniendo en cuenta que Traeco (empresa mexicana) decidió renunciar a la constructora. Coviandes, la empresa encargada de la construcción de este puente demandó a la Agencia Nacional de Infraestructura, ANI, por falta de compra en terrenos donde se construyó. Se encontró que, aunque al final se pronunció la interventoría, aparentemente durante el proceso de diseños no se conoce su actuación y en la construcción permitió que se hicieran las modificaciones sin consultar

al diseñador original. Entonces, la interventoría tiene una alta responsabilidad, sin que por ello se exima de los primeros responsables que son los diseñadores y los constructores. En los tres edificios mencionados: Space, Babilonia y Blas de Lezo no existió interventoría y aunque aparentemente no pierde recursos el Estado si existe daño ambiental, pérdidas económicas y lo que es más importante fallecimiento de personas. Por estas razones se propone mayor rigurosidad en las labores de la interventoría en contratos públicos y exigencia de este control en las edificaciones privadas cuando superen los dos pisos de altura.

Palabras clave: Construcción, Diseños, Interventoría, Puentes, Procuraduría

Abstrac: In Colombia there have been different collapses of structures, especially due to poor management in the works, such as defective designs, low-quality materials in construction and ineffective or non-existent inspections, both in designs and in construction, among others. Specific cases that can be found are the Chirajara bridge, in which pile B collapsed due to poor design and construction processes, according to the concepts of (Fiscalía, 2019). The Blas de Lezo II Building in Cartagena whose construction did not have a legal license, since the one that was presented was false, with low quality materials, non-existent auditing, non-compliance with the designs and about three more floors were being built when the building collapsed. These statements are raised by Liliana Madariaga (2019). Likewise, the Babilonia building in Itagüí was a construction made with low-quality materials, it was not built according to the design, it did not meet the earthquake-resistant standards in Colombia, and it had to be demolished because it put the lives of the owners and the efficiency at risk. of neighboring structures el Tiempo (2019a). The Space building in Medellín had errors in the design in addition to structural failures due to lack of resistance in a column, it was a building that did not meet the minimum resistance to withstand an earthquake, its designer coordinated the work and ignored the warnings of other specialists on construction safety.

The Chirajara was mainly designed by Héctor Urrego who took up the design a year later, taking into account that Traeco (a Mexican company) decided to resign from the construction company. Coviandes, the company in charge of the construction of this bridge sued the National Infrastructure Agency, ANI, for lack of purchase of land where it was built. It was found that, although in the end the auditing was pronounced, apparently during the design process its performance was not known and during the construction it allowed modifications to be made without consulting the original designer. Then, the auditing has a high responsibility, without exempting itself from those primarily responsible, who are the designers and builders. In the three buildings mentioned: Space, Babilonia and Blas de Lezo there was no intervention and although apparently the State does not lose resources if there is environmental damage, economic losses and what is more important, death of people. For these reasons, greater rigor is proposed in the tasks of auditing public contracts and the requirement of this control in private buildings when they exceed two stories in height.

Keywords: Construction, Designs, Supervision, Bridges, Attorney

Introducción

La interventoría tiene como objeto verificar y controlar los procesos técnicos y administrativos en una construcción, es decir, es aquella que va a orientar la forma en la que la obra pueda proceder sin ningún problema. Según Carrascal y Herrera (2012), la importancia de la interventoría es alta puesto que ésta interviene no solo en la ejecución de una obra sino también en un contrato. Sin embargo, esta no tiene libre albedrío pues la rigen leyes y decretos que aportan al desarrollo de un buen ambiente donde se demuestre su finalidad y objetivo.

Carrascal y Herrera (2012) también precisan sobre un proceso fundamental en el que participa la interventoría y que se trata de la celebración de contratos con el Estado. En ellos también se verifica si estos se llevan a cabo con todos los parámetros para la buena calidad de la terminación de las obras y con las cantidades de materiales establecidas.

Las obras civiles son importantes dado que estas ayudan en el desarrollo de un sector poblacional y contribuyen al desarrollo humano. Este proceso favorece también al crecimiento económico y permite diferentes aportes ingenieriles. Sin embargo, el hacer construcciones está regulado para que estas sean seguras y hasta donde sea posible bonitas. Para Perico-Granados et al., (2021) se espera que sean eficientes y cumplan con su propósito. Entonces, se crearon distintos tipos de control como las interventorías, que bien como su nombre lo indica, intervienen en estas regulaciones. Ellas aportan a los ingenieros diseñadores y a los constructores diferentes puntos de vista para mejorar la eficiencia y la seguridad de las obras.

Se han visto casos en los que la interventoría no cumplió sus funciones o no estuvo presente. De acuerdo con lo anterior se ha podido demostrar que en obras carentes de interventoría sufren colapsos o pérdidas de algún tipo. En los eventos en que no hay un ente que vigile y/o controle los procesos que se llevan a cabo en estas se tienen muchas más probabilidades que los proyectos tengan dificultades. Esta labor la debe ejercer el Estado a través de las curadurías o planeación municipal con inspectores

que vigilen los diseños, las construcciones y la legalidad de las licencias de construcción. Cabe resaltar que por estas deficiencias se generan mayores acciones de corrupción, con problemas tales como la falta de estudios que aporten a la decisión sobre la viabilidad de cualquier tipo de obra o la disminución en la calidad de los materiales.

Entre los múltiples ejemplos de obras que han colapsado, especialmente de puentes en Colombia se encuentran:

El Puente Samaná, localizado a 72 Km de Puerto Triunfo y 150 Km de Medellín, vía Bogotá, sobre el río Samaná, en el departamento de Antioquia. Su colapso se presentó en la noche del 2 al 3 de octubre de 1993 (Cusba, 2011). De acuerdo con este autor (2011) el informe generado por la universidad nacional en ese año expresó que hubo un fallo constructivo en las prelosas con los apoyos metálicos. La estructura colapso porque no soporto la carga que causaron dos camiones de remolque.

Colapso del Puente Caño Maizaro, localizado en la carretera Bogotá –Villavicencio, que se presentó el 2 de Octubre de 1997 cuando estaba en construcción. En el momento en que se lanzó una estructura metálica de 42 m de longitud se dio la falla que causó su caída (Cusba, 2011). Este puente estaba diseñado para convertirse en una estructura mixta, es decir, una mezcla de concreto reforzado y otra metálica en iguales proporciones. Sin embargo, debido a plastificación prematura del concreto la estructura fallo a los 38 metros.

El Puente vehicular Chirajara en la ruta a Villavicencio, que en su proceso de construcción colapsó la pila B de este. Existe la controversia entre los constructores (Coviandes) y el diseñador, con formulación de culpas mutuas. En falla de otras estructuras como los edificios se pueden citar el colapso del Edificio Blas de lezo II en Cartagena. Éste colapsa por deficiencias en el diseño, calidad y cantidad de materiales y se estableció que su licencia de construcción era falsa. Según la Universidad de Los Andes (2014) el Edificio Space colapsó por deficiencias en los diseños y mala calidad en los materiales. Según la

Alcaldía de Itagüi (2019b) El edificio Babilonia en Itagüí fue demolido luego de que se demostrara su pronto colapso por falta de control constructivo y seguimiento del diseño.

1 OTRAS OBRAS DE LA INGENIERIA QUE APORTAN A LA DISCUSIÓN

Se relacionan y describen brevemente unas edificaciones que permiten visualizar unos problemas que se presentan en diseños y en la construcción de ellas. Al respecto, aparentemente no existió la acción de la interventoría y queda en duda la labor de las curadurías que participaron, dado que no hay evidencias de que su labor haya impedido que esos daños a las personas y a la infraestructura se llevara a cabo. Sin embargo, en nada disminuye la responsabilidad de quienes diseñaron, administraron los procesos, obtuvieron las licencias y ejecutaron los proyectos.

1.1 EDIFICIO PORTAL DE BLAS DE LEZO II EN CARTAGENA

Fotografía 1. Proceso de construcción, edificio terminado y colapsado.



Imagen tomada de: La libertad URL: <https://diariolalibertad.com/sitio/2022/05/03/en-cartagena-inicia-juicio-oral-en-contra-de-los-quiros-por-construcciones-ilegales/>

El edificio Portales de Blas de Lezo II colapsó el 27 de abril del 2017, con un saldo de 22 personas fallecidas y 21 personas heridas. Se estableció que la construcción de éste se hizo de forma fraudulenta, dado que las licencias supuestamente emitidas eran falsas. Además, los constructores no cumplieron con los mínimos requisitos técnicos de ley para que pudieran ser habitados. (Madariaga, 2019). En la

fotografía 1 podemos visualizar la construcción de este además de la venta de los apartamentos, el edificio ya terminado y al final lo que quedo de este.

Según Liliana Madariaga (2019) la primera falla que se presentó en la construcción fue que se montaron más plantas de las previstas. Es decir que en el diseño inicial se habían definido construir cuatro plantas, pero los constructores por su propia iniciativa decidieron construir siete. Esto aportó sobrecarga a la falta de agarre que tuvo la cimentación. Igualmente, no se hizo un desagüe que desviara las aguas pluviales hacia un lugar diferente que no fuera la cimentación. Entonces, faltaron acciones de una potencial interventoría de diseño y otra en el proceso de construcción y no se hicieron las inspecciones de la Curaduría correspondiente para evitar estos daños a las personas, a la sociedad y al ambiente.

De acuerdo con Madariaga (2019) obreros y propietarios del edificio se dieron cuenta del fallo en las plantas tres y cuatro, dado que se presentaron agrietamientos fuertes, impropios de una construcción nueva. Sin embargo, el ingeniero residente hizo caso omiso de estas apreciaciones y además generó comentarios denigrantes.

Liliana Madariaga (2019) expresa que se llevó a cabo un estudio patológico por parte de la universidad de Cartagena y en este establecieron que la calidad de los materiales eran bajos, sus columnas no tenían la sección mínima requerida y no cumplían con los valores de sismo resistencia exigidos por la norma en Colombia. Al respecto, se observa que a veces priman los intereses económicos por encima del bienestar social y ambiental, con responsabilidad de los dueños de edificaciones y por la falta de seguimiento de funcionarios públicos.

En esta construcción se denota la falta de control que realizan las autoridades como curadurías y planeación, puesto que se estaba ejecutando una edificación con licencia falsa, materiales pobres y sin estudios completos. Cabe resaltar que no se conoce que existiera labor de interventoría ni control o supervisión de curaduría, es decir, no hubo supervisión de ningún tipo.

La Fiscalía (2017) capturó a tres personas involucradas en el colapso: Wilfran Quiroz Ruiz constructor y dueño del proyecto, Luis David Quiroz Camelo Ingeniero residente del edificio y Luis Eduardo Agresor Torres maestro de obra. En este aspecto, cabe resaltar que no hay documentos que demuestren que existió interventoría y hubiera estado presente.

De acuerdo con la Fiscalía (2017) expresó que, en el trascurso de la audiencia, varias personas se han acercado al complejo judicial Benkos Bihojó y aseguraron haber sido estafadas en otros proyectos urbanísticos que Wilfran Quiroz Ruiz desarrolló en Cartagena. La Fiscalía les sigue el curso a estos testimonios y los anexó a la investigación. Se espera que los denunciante aporten la documentación que soporten los hechos mencionados.

1.2 EDIFICIO SPACE EN MEDELLIN

El edificio Space en Medellín consistía en la construcción en 6 etapas de manera escalonada. La primera etapa contaba con 11 pisos y la última etapa tenía 23 niveles y 4 sótanos, cabe resaltar que esta construcción era en forma circular (Benítez, 2021). La torre 6 del edificio Space colapsó el 12 de octubre del 2013, con un saldo trágico de 12 personas fallecidas: once de ellas estaban trabajando en la reparación de una columna ya fisurada y el dueño de uno de los apartamentos, quien no quiso evacuar la edificación el día anterior, con base en una orden de desalojo, promovida por gestión del riesgo (Benítez, 2021).

La universidad de los Andes (2014) expresa que la torre falló en los pisos 4 y 5, puesto que colapsó una columna. Sin embargo, dice el informe técnico que no solo en esos pisos había grietas, la mayoría de las columnas de la edificación tenían grietas entre los 3 a 4 mm aproximadamente. El mismo informe establece sobre muchas acciones que evitaron cumplir las normas sismo resistentes en columnas, vigas, placas y muros. Igualmente, en los estudios de suelos se observó la presencia de aguas subterráneas que no fueron tenidas en cuenta para evitar sus daños en los procesos constructivos. En este proceso aparecen que unos pilotes no se construyeron de forma apropiada.

Entonces, se reitera que existieron fallas en los diseños, no existió interventoría para ese proceso y tampoco existió interventoría para la construcción. Al respecto, con un costo aproximado de quinientos mil millones de pesos del valor final de la edificación, incrementado por los costos de la interventoría, subiría a quinientos veinte mil millones de pesos. Siempre es mejor invertir el cuatro por ciento en valor de interventoría y quedan las obras bien construidas, se evitan pérdidas humanas y materiales.

La Fiscalía (2018c) capturó a tres personas involucradas en la caída del edificio: Pablo Villegas Mesa representante legal de la constructora LeridaCDO S.A, María Cecilia Posada Grisales ingeniera directora de obras y Jesús Aristizábal Ochoa ingeniero estructuralista y coordinador del diseño de la construcción. A ellos ya se les juzgó y fueron condenados a diferentes penas.

De la misma manera, la Fiscalía (2018c) comprobó que las pruebas obtenidas revelaron que el diseño del proyecto no tuvo en cuenta las normas de sismo resistencia expedidas en 1998 y 2002. El edificio colapsó sin que existiera sismos, ni remociones en masa de forma cercana. Esto lleva a concluir que, si se hubiera dado un sismo, el edificio no hubiese resistido, dice la Fiscalía con base en el informe de los peritos. De la misma manera, la Fiscalía (2018c) identificó un cálculo erróneo en materia de soporte del peso, dado que se planearon 22 pisos y fueron construidos 26 (Fiscalía, 2018c)

En el mismo sentido la Fiscalía (2018c) demostró que el desplome de la edificación tiene mucho que ver con la corrupción, puesto que hubo más de 6000 errores incluso en etapas como el diseño y el cálculo. No hay evidencia que la Curaduría se hubiera pronunciado antes de aprobar los diseños y tampoco se menciona el papel que tuvo la interventoría, dado que aparentemente no existió.



Fotografía 1. Implosión de la estructura del edificio.

Imagen tomada de: El país URL: <https://www.elpais.com.co/colombia/hoy-definiran-condenas-por-el-desplome-del-space-en-medellin-que-dejo-12-muertos.html>

Según Carol Morales (2020), Jorge Aristizábal unos días antes del desplome del edificio dijo que era completamente segura y estable. Sin embargo, varios especialistas ya habían demostrado que esto no era cierto y por lo tanto podía colapsar la edificación, como en efecto sucedió. Aunque propietarios llamaran a la gestión de riesgos de desastres por agrietamientos y ruidos extraños, lo que hizo el diseñador de la constructora fue enviar trabajadores a hacer reparaciones menores, sin realizar estudios de diagnóstico para establecer si justificaba exponer a más personas en esas reparaciones. La universidad de los Andes decidió implosionar la torre 5 pues su estudio demostraba que esta colapsaría como se muestra en la fotografía 1 (Morales, 2020).

Jorge Aristizábal no solo cumplió con su rol de diseñador, sino que también se comprometió en la coordinación de la obra. Siempre es mejor que una persona diferente lleve a cabo la ejecución cuando participó en los diseños y de esta manera se tiene otro punto de vista para mejorar los procesos. Con esta decisión del diseñador se plasmaron los errores del diseño en la construcción. Se debe resaltar que no hubo interventor en ningún momento que revisara los procesos de diseño y constructivos.

1.3 EDIFICIO BABILONIA EN ITAGUI

Fotografía 1. Edificio Babilonia en Itagüí completamente terminado.



Imagen tomada de: El colombiano URL: <https://www.elcolombiano.com/antioquia/edificio-babilonia-en-itagui-orden-de-demolicion-XE9622981>

El edificio Babilonia está ubicado en Itagüí, en donde se construyó una estructura con una altura de 13 pisos como se puede visualizar en la fotografía 1. Sin embargo, cuando se iba a entregar la edificación se denotaron inconsistencias en su estructura puesto que se estaban haciendo reparaciones cuando la obra ya debía ser entregada. Los materiales eran de mala calidad y no cumplían con las resistencias mínimas (El tiempo, 2019b).

La constructora que desarrolló el proyecto del edificio Babilonia fue Ruiz Sánchez & Asociados quienes deben pagar a los residentes. Igualmente, no existen documentos

que muestren la acción de la interventoría y que aparentemente no existió. Igualmente, no se observó en las indagaciones que hubiera existido la supervisión por parte de la curaduría. No se menciona en ningún momento el diseñador del edificio Babilonia como tampoco su interventoría o inspecciones realizadas por curadurías para velar el proceso constructivo dando paso a fallas y finalmente la demolición de este.

De acuerdo con el Tiempo (2019a) el equipo de arquitectos e ingenieros que estuvieron estudiando el proceso para el derribamiento, del piso 6 al 14, del 100 por ciento de los planos aprobados por las autoridades, la constructora solo habría seguido el 27 por ciento de los mismos. Del piso 1 al 6 el seguimiento de los planos se redujo al 20 por ciento. Una vez se llevaron a cabo las revisiones pertinentes se demostró que el edificio cumplía en total con menos del 27 % del diseño licitado. Además, se demostró que las dimensiones de las columnas no eran las correctas y esto podía ocasionar un colapso dejando víctimas (El tiempo, 2019b). Entonces, se observa de parte del constructor una gran irresponsabilidad frente a las consecuencias por no hacer las obras de forma correcta, a la vez que se ve la falta de inspección por parte de unas curadurías.

Igualmente, El Tiempo (2019b) expresa que otro de los problemas es que en el costado Sur se encontró una viga que no tiene continuidad hasta el otro extremo de la losa. A ello se suma que falta un tramo de viga de amarre en forma de L y que hubo mal uso de los concretos y aceros, así como mala calidad de los materiales, con una capacidad de resistencia mucho más baja que la requerida en el diseño.

Una vez ejecutados los estudios se tomó la decisión de demoler el edificio de manera controlada y teniendo especial cuidado con las estructuras aledañas. La empresa encargada de este proceso fue JOLA S.A.S, quien ya había llevado a cabo este tipo de trabajos con desarrollos por etapas para no generar daños en su entorno (El tiempo, 2019c).

Para la Alcaldía de Itagüí, (2019a) fue necesario llevar a cabo procesos de reparación en losas puesto que presentaban torsión y podían provocar el colapso de la estructura, para desarrollar la demolición de forma controlada. De esta manera se evitan daños irreparables a estructuras aledañas, por lo tanto, la alcaldía decidió invertir en refuerzos estructurales que permitieran el paso a la demolición sin ninguna complicación.

De acuerdo con la Alcaldía de Itagüí, (2019b) para dar inicio a la demolición se creó una comisión de topógrafos quienes inspeccionarían las etapas y los daños que esta podía hacerle al terreno. También se tuvieron en cuenta los cambios que presentara el terreno en edificios colindantes puesto que en las implosiones estos podían sufrir daños. De esta manera, concluyó una edificación que hubiera podido tener un mejor destino si los diseños fueran los correctos, hubiera tenido una interventoría efectiva, unos constructores comprometidos y totalmente responsables, junto con una interventoría en este proceso. Se adiciona que la labor de las curadurías es esencial durante todo el proceso.

UNOS CONCEPTOS PARA EL MARCO TEORICO

Constructora: “Entidad integrada por el capital y el trabajo como factores de producción y dedicada a actividades industriales mercantiles o prestación de servicios generalmente con fines lucrativos y con la consiguiente responsabilidad.” (Areses, 2007, p 2)

Curador urbano: El curador urbano es un particular encargado de estudiar, tramitar y expedir licencias de parcelación, urbanismo, construcción o demolición. Igualmente, aprueba loteos, a petición del interesado en adelantar proyectos de parcelación, urbanización, edificación, demolición o de loteo o subdivisión de predios. Estos procesos deben corresponder a las áreas de su jurisdicción, en las zonas o áreas del municipio o distrito que la administración municipal o distrital le haya determinado (Minvivienda, 2021)

Diseño: “El diseño constructivo puede entenderse como un propósito material que involucra al hombre y su contexto, a través de procesos ideológicos y ambientales con la representación y la materialización de objetos concretos a través de procesos técnico constructivos, es decir, la producción de hechos arquitectónicos.” (Contreras, 2016, p 3). Igualmente, se dice que es el conjunto de planteamientos y acciones necesarias para llevar a cabo y hacer realidad una idea, en este caso de una obra. Para Monroy et al., (2014) y Perico-Granados, Garza-Puentes et al., (2022) es importante tener presente la interacción suelo cimiento para hacer mejor los diseños y evitar posibles sitios de remociones en masa.

Edificaciones: Es una estructura independiente, compuesta por una o más habitaciones y otros espacios, cubierta por un techo, encerrada por muros exteriores o divisorios que se extienden desde los cimientos hasta el techo y puede estar destinada a diferentes usos: residencial, comercial, educacional, industrial. “Es una construcción cuyo uso primordial es la habitación u ocupación por seres humanos” (Ley 400 de 1997, p 3)

Estribos: “Estructura que soporta el extremo de un tramo de puente y proporciona apoyo lateral para el material de relleno sobre cual descansa el camino inmediatamente adyacente al puente.”

(Chambi, 2015, p 1)

“Se conoce con el nombre de estribo a aquella parte de la subestructura de un puente situada en los extremos del mismo, usada con el doble propósito de transferir las cargas de un tramo de la superestructura al terreno, y el de soportar el empuje lateral del terraplén situado en su parte posterior. Los estribos son, por lo tanto, una combinación de pila y muro de retención” (Chambi, 2015, p 1)

“Son los soportes del puente, que se encuentran en los extremos del claro a veces; generalmente, tienen función adicional de actuar como muros de retención” (Aquino & Hernández, 2004, p. 35)

Impacto ambiental: “El impacto ambiental es la alteración del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada. En términos simples el impacto ambiental es la modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.” (GRN, 2018, pp. 1-2). Igualmente es cualquier alteración en el medio ambiente, que puede ser beneficiosa o desfavorable, producida por el desarrollo de un proyecto, obra u otra actividad (Secretaría distrital de planeación, p. 15), (Enshassi, et al., 2014). Para Vera-Guarnizo et al., (2020a) y Vera-Guarnizo et al., (2020b) las consecuencias de las acciones de hoy en los impactos ambientales las vivirán las generaciones futuras y los desplazados por diferentes razones.

Interventoría: Consiste en el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la Entidad Estatal, cuando el seguimiento del contrato suponga conocimiento especializado en la materia, o cuando la complejidad o la extensión del mismo lo justifiquen (Aguilar, 2016). Igualmente, “Es el profesional, ingeniero civil o arquitecto, que representa al propietario durante la construcción de la edificación, bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se adelante de acuerdo con todas las reglamentaciones

correspondientes, siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores.” (Ley 400 de 1997, p 3)

Interventoría de diseño: “La interventoría de estudios y diseños tiene como función supervisar, guiar, apoyar los trabajos y velar porque el consultor cumpla con los objetivos fijados en el contrato de Consultoría, por lo que no podrá actuar como un segundo consultor o diseñador. La interventoría de estudios y diseños deberá ser desarrollada por un grupo de ingenieros consultores de reconocida experiencia que tengan la capacidad técnica de cumplir las funciones de supervisión indicadas, por lo que no requiere de un grupo de profesionales y equipos igual al del consultor de estudios y diseños.” (INVIAS, 2019, p 106)

Licencia de construcción: “Es la autorización previa para la construcción de edificaciones, áreas de circulación y zonas comunales en uno o varios predios, de acuerdo a las normas previstas en el Plan de Ordenamiento Territorial. En las licencias de construcción se establecen de manera específica los usos, edificabilidad, volumetría, accesibilidad y demás aspectos técnicos aprobados para la respectiva edificación.” (Secretaría distrital de planeación, p 16)

“De acuerdo al decreto 1469 de 2010 se define como “la autorización previa para desarrollar edificaciones, áreas de circulación y zonas comunales en uno o varios predios, de conformidad con lo previsto en el Plan de Ordenamiento Territorial, los instrumentos que lo desarrollen y complementen, los Planes Especiales de Manejo y Protección de Bienes de Interés Cultural, y demás normatividad que regule la materia. En las licencias de construcción se concretarán de manera específica los usos, edificabilidad, volumetría, accesibilidad y demás aspectos técnicos aprobados para la respectiva edificación”.” (DANE, 2014, p 13)

Planeación: “Mediante la planeación del proyecto se determina el curso de acción para que un proyecto cumpla sus etapas y satisfaga de manera acertada los objetivos de calidad, costos, tiempo y rendimiento técnico.” (Porrás & Díaz, 2015, p 26). También es “Es el conjunto de autoridades, instancias,

actores, procesos e instrumentos de planeación y gestión, de organismos y modalidades de ejecución, administración y control; así como de procedimientos de seguimiento y evaluación, información y formación, que interactúan de manera articulada, integral y coordinada en el tiempo y en diferentes escalas, para el logro de contextos decisionales, institucionales y de participación que profundicen la democracia y promuevan el desarrollo equitativo en el marco de la misión institucional del Municipio.....” (Alcaldía de Medellín, 2017, p 6)

Puentes: “Los puentes vehiculares son aquellos que permiten agilizar la movilidad vial, mejorar la circulación en sectores muy concurridos. Los diseños varían de acuerdo a su función y la naturaleza del terreno.” (Ibarguen, et. al., 2015, p 16). “Los puentes convencionales son aquellos en los cuales la energía aportada por el sismo es transferida de los elementos que soportan las cargas directamente, luego a las vigas, estribos, columnas, cimentaciones, y finalmente por el propio suelo. Aquellos con tecnología sismo resistente disponen de elementos adicionales para la disipación de la energía sísmica, y pueden ser de control pasivo, activo, semiactivo, o híbrido.” (Ibarguen, et. al., 2015, p 22). La construcción de puentes vehiculares aporta en la comunicación entre ciudades que estén alejadas y su comunicación sea de trayectos largos (DNP, 2016)

Puentes atirantados: “Puente en el cual el tablero está suspendido de uno o varios pilones centrales mediante cables de acero. Trabajan principalmente a tracción. Este sistema de puente es utilizado en el viaducto Cesar Gaviria Trujillo, el cual une las ciudades de Pereira y Dosquebradas del departamento de Risaralda.” (Ibarguen, et. al., 2015, p 20)

Pila de un puente: “En un sentido clásico del término, se podría entender una pila como un puente cuyos estribos son, por una parte el propio tablero y por otra el macizo rocoso de soporte, y el obstáculo a salvar sería el suelo (que es un fluido) que aquí haría las veces del aire en el puente convencional” (Soria, 2017, p 39).

“Son un tipo de subestructura utilizadas para soportar puentes en las cuales cada columna de la pila se extiende por debajo de la superficie del suelo como un pilote o un caisson, cuando las pilas están compuestas por dos o más columnas, estas están unidas en la parte superior por una viga cabezal sobre la cual se apoya la superestructura del puente.” (Córdoba, 2016, p 8) y (Mendoza, 2018).

“Son los soportes intermedios de la superestructura de un puente, cuando este posee más de un claro al sobrepasar longitudes posibles de cumplir con un solo tramo” (Aquino & Hernández, 2004, p 35)

Proyecto: Consiste en una propuesta para desarrollar un estudio, un diseño, una interventoría, consultoría o estudio de impacto ambiental. Incluye los estudios de prefactibilidad y los de factibilidad. Para autores como García-Puentes et al., (2019), Avella-Forero et al., (2021). Perico-Granados et al., (2020) y Perico-Granados, Tovar-Torres, et al., (2021) está compuesto por varias etapas que el diseñador debe seguir para que la propuesta tenga éxito. De acuerdo con García-Puentes y Aristizábal-Ocampo (2020)

Sostenibilidad ambiental: Es parte central para la sustentabilidad del planeta que exista sostenibilidad ambiental, social y económica. Según López et al., (2019) y Pérez-Rodríguez (2020) las obras de ingeniería deben cumplir una función social y sostenible para las comunidades y para sus entornos. De acuerdo con Perico-Granados, Arévalo-Algarra, et al., (2021), Perico-Granados, Tovar-Torres, et al., (2022) y Perico-Granados, Tuay-Sigua (2022) el proceso inicia desde las aulas para una formación en sostenibilidad ambiental y los estudiantes vean la realidad de este problema.

Supervisión: “La supervisión de las obras forma parte de las funciones administrativas de la Dirección y del Control e implica revisar que el trabajo sea realizado de acuerdo a lo establecido en planos y especificaciones constructivas para contribuir a que se cumplan los objetivos del proyecto.” (Solís, 2004, p 59). Igualmente, la supervisión consiste en el seguimiento técnico, administrativo, financiero, contable, y jurídico que, sobre el cumplimiento del objeto del contrato, es ejercida por la misma entidad estatal cuando no requieren conocimientos especializados. Para la supervisión, la

entidad estatal podrá contratar personal de apoyo, a través de los contratos de prestación de servicios que sean requeridos y puede hacer seguimiento a las actividades de la interventoría y a las del constructor.

2 OBJETIVO GENERAL

- Establecer unas responsabilidades de las interventorías en los estudios, en los diseños y en la construcción del puente del Chirajara.

3 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Establecer las responsabilidades de la interventoría en los estudios y en los diseños del puente Chirajara.
- Establecer las responsabilidades de la interventoría en la construcción del puente Chirajara.

4 METODOLOGIA

El método trabajado es el cuantitativo y se ayuda de los métodos descriptivo y explicativo. Hugo Cerda (2011) expresa en su libro “los elementos de la investigación” que la investigación científica debe ser metódica, es decir, debe ser ordenada y sistemática teniendo como base trabajos científicos que apoyan los conocimientos buscados de una manera razonable y lógica.

Las investigaciones científicas realizadas deben ser útiles y predictivas para aportar ideas abiertas donde se puedan determinar diferentes conjeturas sobre un mismo tema (Cerda 2011). Es cuantitativa porque se fundamenta en datos, cifras y estadísticas. Es descriptiva y explicativa porque como se deriva de su nombre describe los procesos y explica acciones y comportamientos.

La metodología se hizo con la búsqueda de bibliografía en repositorios, bases de datos y se privilegiaron las bases de datos indexadas. Se buscó igualmente en las entidades oficiales. También se hizo investigación en diferentes bases de datos como Google académico y Scielo, sitios en los que se

encontraron diferentes documentos como tesis, monografías y artículos que aportaron para un buen complemento en la monografía. Una vez teniendo los documentos se habló con el ingeniero Néstor Perico quien tomo la tutoría para guiar la redacción y complementar si era necesario.

5 PUENTE CHIRAJARA

Fotografía 1. Momentos en que el puente colapsa.



Imagen tomada del periódico el tiempo URL:

<https://www.eltiempo.com/justicia/investigacion/fiscalia-dice-que-hubo-errores-en-los-disenos-del-puente-chirajara-314508>

El puente de Chirajara se construyó como un paso más corto para unir dos poblaciones en menor tiempo. Sin embargo, este presentó fallas en la pila B haciendo que colapsara dejando así muertes a su paso. El ingeniero encargado de crear el diseño del puente fue Héctor Urrego, quien resaltó en una entrevista con El Colombiano (2020) que el diseño final con el cual se había construido el puente no fue bien elaborado, puesto que se lo pidieron cuando la obra ya había iniciado. Sin embargo, Coviandes por su parte dice que el diseñador tuvo la culpa pues accedió a realizar el diseño sobre la marcha. Cabe resaltar que en las indagaciones hechas no se encontraron registros importantes sobre las

acciones de la interventoría del diseño y de la interventoría de la construcción, como si hubiera estado ausente.

El diseñador Héctor Urrego, como lo dice El Colombiano (2020), expresa que el punto más fuerte en el diseño era la pila que colapso, es decir según sus cálculos esta pila estaba diseñada para soportar sismos y por tanto no debía colapsar. Sin embargo, el puente tuvo este desenlace como se observa en la fotografía 1. Expresa que Coviandes al ganar la licitación decide hablar con la empresa Tradeco quienes decidieron cambiar sus diseños puesto que no estaban de acuerdo con el original. Un año después lo llamaron para que con base en lo que dejó Tradeco él trabajara mientras la pila B ya estaba siendo fundida (El Colombiano, 2020).

Coviandes no informó en ningún momento que Tradeco (empresa mexicana contratada para el nuevo diseño) no aprobó los estudios geológicos y geotécnicos. Entonces, decidieron no continuar con el diseño ni construcción del puente de esta manera y llamaron a Héctor Urrego, quien aceptó (El Colombiano, 2020).

Se debe resaltar que no hay evidencia encontrada que Héctor Urrego hubiera avisado a las autoridades del Estado su reintegro e inconformismo con lo exigido por Coviandes. Entonces, aparentemente se sometió y adquirió la responsabilidad con respecto a la reformulación de los diseños de la pila B. Es necesario precisar que no se ha encontrado evidencia que el diseñador original (Héctor Urrego) hubiera estado presente durante la construcción del puente, diferente al episodio anterior. Igualmente, se reitera que no se observan documentos en los que la interventoría de la construcción se hubiera pronunciado frente a los cambios de los diseños originales, especialmente para evitar este procedimiento y sin consultar al diseñador original. Entonces, se colige que con estas irregularidades presentadas en los procesos constructivos y en su diseño pudieron contribuir al colapso del puente.

Una vez se presentó el colapso se decidió contratar los estudios con empresas internacionales como Mexpresa originaria de México, quien mostró que el colapso de este puente fue por fallos de

diseño puesto que encontraron fallas en estructuras de anclaje, cimentación, losa, entre otros ocasionando la debilidad de la estructura (Sociedad colombiana de Ingenieros, 2018a).

Después de la caída del puente la interventoría presentó informes en los que expresó inconformidades con respecto a la estructura de las torres del puente durante su construcción. De esta manera, dio a entender que la negligencia fue por parte de la constructora. Sin embargo, la constructora expresó que no había sido falla de ella si no que todo estaba mal desde el inicio, es decir, desde el diseño (ANI, 2018b).

El impacto que generó esta construcción y posterior colapso abarcó diferentes temas. En lo ambiental con la gran cantidad de materiales perdidos, que quedan como residuos de construcción y demolición, y que luego se requiere volver a extraer de canteras, con toda la contaminación que estos procesos generan. Igualmente, produjo desconfianza hacia los ingenieros de Colombia, puesto que se crea recelo y disminuye la credibilidad en la profesión. Sin embargo, unas repercusiones que tuvieron las empresas involucradas fueron las indemnizaciones hacia las familias afectadas.

De otro lado, según la Sociedad colombiana de ingeniería (2018b), se le otorgó al puente Chirajara, por 480 metros construidos, el premio nacional de ingeniería 2010, por su innovación puesto que demostró la construcción, de puentes de esta categoría, atirantados, elaborados en zonas montañosas. Este aspecto creó mayor incertidumbre en los ingenieros, especialmente durante todo su proceso hasta el colapso.

El informe suministrado por ANI (2018a, p. 6) explica sobre la interventoría que “El objeto del presente Contrato es regular los términos y condiciones bajo los cuales el Interventor se obliga a ejecutar para la Agencia la Interventoría integral del Contrato de Concesión, que incluye pero no se limita a la Interventoría técnica, financiera, contable, jurídica, medioambiental, socio-predial, administrativa, de seguros, operativa y de mantenimiento del Contrato de Concesión No. 0444 de 1994 y demás documentos que lo modifiquen, adicionen o complementen para la Concesión de la vía Bogotá

– Villavicencio, Concesionaria Vial de los Andes – Coviandes S.A, así como regular los términos y condiciones bajo los cuales la Agencia pagará al Interventor de forma mensual la contraprestación ofrecida por el Interventor y aceptada por la Agencia durante el Concurso de Méritos Abierto consistente en una suma global fija.”

Sin embargo, con base en el informe suministrado por el ANI (2018a, p. 7) se observó que no existen profesionales especialistas enfocados a la creación de puentes como ingenieros, geólogos, topógrafos, geotecnistas, estructuralistas con énfasis en puentes, entre otros, que ayudaran con la supervisión y a la contribución como ayuda a la interventoría. No se ha encontrado evidencia que los que hicieron la labor de la interventoría revisaran si las cantidades y las calidades de materiales fueron las adecuadas y sobre la materia quienes fungieron como interventores, qué posturas adoptaron frente a las posibles ineficiencias en los procesos.

Fotografía 2. Momentos después del colapso del puente.



Imagen tomada de la revista semana URL: <https://www.semana.com/nacion/articulo/tras-el-colapso-del- puente-chirajara-arranco-la-construccion-del-sustituto/202124/>

En la página de Coviandes (2018) expresa que el colapso de la pila B se debe a una deficiencia en la capacidad del tabique y de la losa cabezal, dado que según ellos así estaba en el diseño. Entonces, con

estudios realizados por Coviandes se ha determinado que la pila C (la cual aún sigue en pie como se muestra en la fotografía 2) ha demostrado agrietamientos y fallas al igual que la pila B antes de su colapso. También, da a entender que la falla no fue por materiales de baja calidad, pues se les realizaron estudios y estos arrojaron resultados favorables. Sin embargo, estos ensayos no están abiertos al público para ser comprobados.

Después del colapso del puente la ANI (2018a) buscó ayuda profesional para determinar las causas, entre estos estaban Santiago Pujol quien es ingeniero civil graduado de la universidad nacional, Michael Kreger quien es ingeniero especialista en estructuras de hormigón armado y terremotos, Arturo Schultz Ingeniero civil, además de docente de este campo en Estados Unidos y en el American concrete institute (ACI). Ellos son una organización que entre sus acciones se dedica a la revisión del cumplimiento de las normas y hace recomendaciones sobre el hormigón reforzado (ANI, 2018a).

De otro lado, el fiscal 13 del Meta con ayuda del laboratorio Concrelab fueron los encargados de revisar y tomar muestras para posteriores estudios. Luego la universidad de Cataluña en España decidió estudiar la estructura y con esto determinar su comportamiento y por qué este se desplomó. Para este proceso contaron con expertos en ingeniería sísmica y dinámica estructural, geotécnicos y tuvieron el aporte de laboratorios dotados de todo lo necesario para cumplir con los estudios. Igualmente, contaron con los materiales usados para la construcción de la pila B y su terreno para las revisiones necesarias (Fiscalía, 2018a).

Fotografía 3. Resultado del colapso del puente.



Imagen tomada de vanguardia URL: <https://www.vanguardia.com/colombia/segun-un-tribunal-el-puente-chirajara-no-se-cayo-por-error-de-diseno-XI2082213>

La fiscalía dispuso de peritos para llevar a cabo los estudios y desarrollar inspecciones de la pila colapsada. En total fueron 21 funcionarios divididos en varios grupos: tres encargados de tomar imágenes por cámara fotográfica para modelar en tercera dimensión, cuatro personas capacitadas para manejar drones y determinar de una mejor manera lo sucedido, dos peritos especialistas en georadar, dos fotógrafos, dos personas especialistas en salud y seguridad en el trabajo, un ingeniero perito informático, cinco ingenieros civiles y tres investigadores de apoyo (Fiscalía, 2018a).

Se hicieron en total 15 inspecciones, además de numerosos estudios para determinar la causa del colapso. Cabe resaltar que para estas inspecciones tuvieron presentes empresas constructoras, auditores, contratistas relacionados con la construcción y la administración de riesgos laborales (ARL). Así se obtuvo importante información sobre los diseños de la obra, presupuestos, cronogramas y el personal encargado (Fiscalía, 2018a).

Para la toma de muestras del suelo, materiales como concreto, aceros, entre otros, la fiscalía contrató dos empresas nacionales reconocidas. Estas fueron Concrelab y CI Ambiental, las cuales con ayuda de técnicos lograron tomar muestras para los estudios pertinentes (Fiscalía,2018b). Cabe resaltar que la toma de muestras no fue sencilla puesto que era una zona montañosa y la pila colapsada estaba en la zona más baja de la montaña como lo muestra la fotografía 3.

La universidad Politécnica de Cataluña expresó que el puente colapso debido a errores de diseño y construcción, es decir, se generó un conjunto de errores que inicio desde la etapa de diseño. Gracias a esta aclaración la fiscalía continua con la investigación analizando más de 17 mil documentos técnicos teniendo en cuenta el diseño, la construcción y la interventoría del puente (Fiscalía, 2019). Entonces, con este dictamen se puede colegir que además de los errores de diseño y de construcción hizo falta la revisión e inspección de los interventores de diseño y de la ejecución del puente.

Se celebró un laudo arbitral el 3 de mayo del 2018, dado que Coviandes demandó a la Agencia Nacional de Infraestructura. Entre sus pretensiones expresa que: “Que se declare que la AGENCIA NACIONAL DE INFRAESTRUCTURA incumplió su obligación contenida en el numeral 3.3. de la cláusula tercera del OTROSÍ MODIFICATORIO DEL ESQUEMA DE ADQUISICIÓN DE PREDIOS suscrito por LAS PARTES, consistente en: 3.3. Convocar directamente o por intermedio de la INTERVENTORÍA, los comités de gestión predial que se requieran, en los que se efectuará el seguimiento de la gestión con base en la revisión del plano predial y las sábanas de seguimiento, verificará el avance y se adelantará el estudio de casos excepcionales en los que EL CONCESIONARIO requiera apoyo del INCO”. Aparece la demanda como fuera de contexto, cuando en realidad lo importante era resolver el problema del puente.

Finalmente, no se encontraron documentos en los que se observe las acciones de la Procuraduría, entidad que debe hacer seguimiento a las actividades de los funcionarios de las entidades del Estado que tiene responsabilidades sobre la materia.

6 CONCLUSIONES

- En la mayor parte de las construcciones no se tienen interventorías o el ingeniero residente es el mismo interventor. No se diferencia de ninguna manera el interventor del diseño al interventor de la construcción. Entonces, para la seguridad de las obras es necesario que quien diseña debe ser diferente al que construye y el interventor de los diseños sea diferente al interventor de la construcción.
- La procuraduría y curaduría no está cumpliendo con el propósito con el cual se crearon, es decir, no están generando regulaciones a las licencias de construcción ni a las obras que están en marcha.
- No se observaron acciones de seguimiento por parte de la interventoría en la fase de diseño, específicamente para hacer cumplir las normas sismorresistentes y las que corresponden a este tipo de puentes. Al respecto, es inexplicable la conducta de Coviandes para hacer cambiar los diseños por una firma diferente y sin el consentimiento de la ANI.
- No se observan documentos en los que la interventoría de la construcción se hubiera pronunciado frente a los cambios de los diseños originales, especialmente para evitar este procedimiento y sin consultar al diseñador original. Entonces, se colige que con estas irregularidades presentadas en los procesos constructivos y en su diseño pudieron contribuir al colapso del puente Chirajara.
- Después de la caída del puente la interventoría presentó informes en los que expresó inconformidades con respecto a la estructura de las torres del puente durante su construcción. De esta manera, dio a entender que la negligencia fue por parte de la constructora. Sin embargo, la constructora expresó que no había sido falla de ella si no que todo estaba mal desde el inicio, es decir, desde el diseño. Sin embargo, la interventoría no precisa las acciones por ella presentadas durante la fase de

construcción. Entonces, hizo falta trabajo de la interventoría y capacidad para detener los procesos constructivos, en los que no estaban de acuerdo en esta fase

- El impacto que generó esta construcción y posterior colapso produjo consecuencias en lo ambiental con la gran cantidad de materiales perdidos, que quedan como residuos de construcción y demolición y que deben reponerse de canteras, con la contaminación consecuente. Sin embargo, las más graves son las pérdidas humanas, aunque a sus deudos se les den indemnizaciones.

- Al puente se le otorgó, por su diseño de 480 metros, el premio nacional de ingeniería 2010, por su innovación en puentes de esta categoría, atirantados, para zonas montañosas. Este aspecto creó mayor incertidumbre en los ingenieros después del colapso.

- Se observó que no existieron profesionales especialistas en la interventoría enfocados a la creación de puentes como ingenieros, geólogos, topógrafos, geotecnistas, estructuralistas con énfasis en puentes, entre otros, que ayudaran con la supervisión y las acciones de la interventoría. No se ha encontrado evidencia que los que hicieron la labor de la interventoría revisaran si las cantidades y las calidades de materiales fueron las adecuadas y sobre la materia quienes fungieron como interventores que posturas adoptaron frente a las posibles ineficiencias en los procesos. Entonces, además de los errores de diseño y de construcción hizo falta la revisión e inspección de los interventores de diseño y de la ejecución del puente.

- En las edificaciones estudiadas se ven unos problemas que se presentan en diseños y en la construcción de ellas. Al respecto, aparentemente no existió la acción de la interventoría y queda en duda la labor de las curadurías que participaron, dado que no hay evidencias de que su labor haya impedido que esos daños a las personas y a la infraestructura se llevara a cabo. Sin embargo, en nada disminuye la responsabilidad de quienes diseñaron, administraron los procesos, obtuvieron las licencias y ejecutaron los proyectos. Al respecto, es necesario promover una ley que exija la obligatoriedad de la

interventoría en los diseños y en la construcción de edificaciones privadas superiores a dos o tres pisos, en las que se corren más riesgos

- Entonces, faltaron acciones de una potencial interventoría de diseño y otra en el proceso de construcción y no se hicieron las inspecciones de la Curaduría correspondiente para evitar estos daños a las personas, a la sociedad y al ambiente.
- Al respecto, se observa que a veces priman los intereses económicos por encima del bienestar social y ambiental, con responsabilidad de los dueños de edificaciones y por la falta de seguimiento de funcionarios públicos.
- Siempre es mejor invertir el cuatro por ciento en valor de interventoría y quedan las obras bien construidas y se evitan pérdidas humanas y materiales.
- Es necesario aclarar que la interventoría es importante en todas las etapas de la obra no solo en los contratos y la construcción sino también en el diseño, es fundamental que se implemente una interventoría para todas las obras privadas desde dos pisos en adelante y que se obligue a tener una interventoría diferente en todo tipo de obras para su correcta ejecución.

Referencias

Agencia nacional de infraestructura. (2018a). EXPERTOS DEL INSTITUTO AMERICANO DE CONCRETO EVALÚAN PARTES DE ESTRUCTURA COLAPSADA EN CHIRAJARA. En:
<https://www.ani.gov.co/expertos-del-instituto-americano-de-concreto-evaluan-partes-de-estructura-colapsada-en-chirajara>

Agencia nacional de infraestructura, ANI. (2018b). Informe de seguimiento a las funciones públicas de supervisión y de interventoría asociadas al proyecto de concesión carretera Bogotá – Villavicencio. En:
https://www.ani.gov.co/sites/default/files/pei_59_auditoria_tecnica_proyecto_carretero_bogota_-_villavicencio_0.pdf

Aguilar, N. (2016). ¿EN QUÉ CONSISTE EL CONTRATO DE INTERVENTORÍA? En:
[https://colombiacompra.gov.co/content/en-que-consiste-el-contrato-de-interventoria#:~:text=La interventoría es el seguimiento, en determinados contratos%2C\(ii\)](https://colombiacompra.gov.co/content/en-que-consiste-el-contrato-de-interventoria#:~:text=La interventoría es el seguimiento, en determinados contratos%2C(ii))

Alcaldía de Itagüí. (2019a). Solo 27% de construcción del edificio Babilonia es igual a los planos originales. En: https://www.itagui.gov.co/sitio/ver_noticia/solo-el-20-de-constuccion-de-edificio-babilonia-es-igual-a-los-planos-originales

Alcaldía de Itagüí. (2019b). Inicia demolición del edificio Babilonia en Itagüí. En:
https://www.itagui.gov.co/sitio/ver_noticia/inicia-demolicion-del-edificio-babilonia-en-itagui

Alcaldía de Medellín. (2017). Sistema Municipal de Planeación Acuerdo 028 de 2017. En:
<https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/PlaneacionMunicipal/Publicaciones/2018/Shared Content/Documentos/Acuerdo 028 de 2017 Sistema Municipal de Planeación.pdf>

Areses, J. (2007). LA EMPRESA CONSTRUCTORA. En:
<https://static.eoi.es/savia/documents/componente45999.pdf>

Aquino, D., y Hernández, R. (2004). Manual de construcción de puentes en concreto. En:
http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2076/1/Manual_de_construcci%C3%B3n_de_puentes_de_concreto.pdf

Avella-Forero, H., Perico-Granados, N., Acosta-Castellanos, P., Queiruga-Dios, A., y Arévalo-Algarra, H. (2021). Desarrollo de Competencias Aplicando el Método de Proyectos. Aplicación en Ingeniería Ambiental. En: Gude Prego, JJ, de la Puerta, JG, García Bringas, P., Quintián, H., Corchado, E. (eds) 14th International Conference on Computational Intelligence in Security for Information Systems and 12th International Conference on European Transnational Educational (CISIS 2021 e ICEUTE 2021). CISIS - ICEUTE 2021. Avances en Sistemas Inteligentes y Computación, vol 1400. Springer, Cham.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-87872-6_37

Benítez, D. (2021). Análisis de sobreesfuerzos en colapso de edificaciones de concreto reforzado. En:
http://repositorio.udea.edu.co/bitstream/10495/20214/4/BenitezDiego_2021_AnalisisSobreesfuerzosEdificaciones.pdf

Carrascal, D., & Herrera, C. (2012). INTERVENTORÍA DE OBRA UNA HERRAMIENTA CLAVE EN LOS PROCESOS DE CONTRATACIÓN [UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR]. En:
<https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0063115.pdf>

Cerda, H. (2011). Los elementos de la investigación. En:
<https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=adUqEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT9&dq=hugo+cerda+elementos+de+investigaci%C3%B3n+cientifica&ots=EZRNEUopF1&sig=9kk0gtPRxQZOvfVVVyLQg4OIhal#v=onepage&q=hugo%20cerda%20elementos%20de%20investigaci%C3%B3n%20cientifica&f=false>

Chambi, E. (2015). Estribos de Un Puente. <https://es.scribd.com/document/264974636/Estribos-de-Un-Puente>

Córdoba, L. (2016). ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO INELÁSTICO DE PILAS-PILOTE DE DOS COLUMNAS PARA PUENTES EN LADERA [Universidad de los Andes]. En:

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/15955/u728648.pdf?sequence=1>

Contreras, M. (2016). Diseño constructivo Editorial Universidad Católica de Colombia. En:
<https://publicaciones.ucatolica.edu.co/gpd-diseno-constructivo.html>

Coviandes. (2018). Informe de investigación determina que el colapso de la torre B del puente Chirajara obedeció a error de diseño. En: <https://www.coviandes.com/noticias/informe-de-investigacion-determina-que-el-colapso-de-la-torre-b-del-puente-chirajara>

Cusba, D. (2011). Estudio de las causas y soluciones estructurales del colapso total o parcial de los puentes vehiculares de Colombia desde 1986 al 2011, y la evaluación de las consecuencias del derrumbamiento de uno de ellos. En:
<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7494/tesis600.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

DANE. (2014). Glosario Licencias Construcción. En:
<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/licencias-de-construccion/glosario-licencias-construccion>

Departamento Nacional de planeación (DNP). (2016). Construcción de puentes vehiculares. En:
https://proyectostipo.dnp.gov.co/index.php?option=com_k2&view=item&layout=item&id=124&Itemid=206

El Colombiano. (2020). “El Chirajara no lo diseñé en una servilleta”: Héctor Urrego. En:
<https://www.elcolombiano.com/colombia/hector-urrego-el-puente-chirajara-no-lo-disene-en-una-servilleta-FD13323565>

El Tiempo. (2019a). Las dudas que quedaron tras demolición de edificio Babilonia de Itagüí. En: <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/edificio-babilonia-de-itaguei-fue-demolido-y-propietarios-esperan-respuestas-420258>

El Tiempo. (2019b). Grave falla: construcción de edificio en Itagüí no se apegó a planos. En: <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/edificio-babilonia-de-itaguei-no-fue-construido-con-base-en-disenos-386852>

El Tiempo. (2019c). Comenzó el proceso de demolición del edificio Babilonia, de Itagüí. En: <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/comenzo-el-proceso-de-demolicion-del-edificio-babilonia-de-itaguei-361076>

Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 29(3), 234-254. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>

Fiscalía general de la nación. (2017). Fiscalía imputa a tres capturados por desplome de edificio en Cartagena. En: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/noticias/fiscalia-imputa-a-tres-capturados-por-desplome-de-edificio-en-cartagena/>

Fiscalía general de la nación. (2018a). Avanza investigación del puente Chirajara. En: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/seccionales/avanza-investigacion-del-puente-chirajara/>

Fiscalía general de la nación. (2018b). Expertos nacionales e internacionales dictaminarán sobre la investigación del puente Chirajara, en la vía al Llano. En: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/seccionales/expertos-nacionales-e-internacionales-dictaminaran-sobre-la-investigacion-del-puente-chirajara-en-la-via-al-llano/>

Fiscalía general de la nación. (2018c). En firme sentencia contra directivos de LERIDA CDO por desplome del edificio Space. En: <https://www.fiscalia.gov.co/colombia/seccionales/en-firme-sentencia-contra-directivos-de-lerida-cdo-por-desplome-del-edificio-space/>

Fiscalía general de la nación. (2019). Errores de diseño y de construcción, principal línea investigativa de la Fiscalía por colapso de puente Chirajara. En:
<https://www.fiscalia.gov.co/colombia/noticias/errores-de-diseno-y-de-construccion-principal-linea-investigativa-de-la-fiscalia-por-colapso-de-puente-chirajara/>

García Puentes, Constanza Dorey, Montaña Santana, Jheyson Fernando, & Pérez Rodríguez, Cesar Arturo. (2019). Aprendizaje basado en proyectos para el desarrollo comunitario, una experiencia en la formación de Ingenieros Civiles. *Conrado*, 15(68), 130-134. Epub 02 de septiembre de 2019. Recuperado en 22 de marzo de 2022, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000300130&lng=es&tlng=es.

García Puentes, C. D., & Aristizábal Ocampo, M. (2020). Metodología del diseño centrado en el humano en la vivienda rural: Caso Vereda Calamaco- San Pablo de Borbur Colombia. *Centro Sur*, 4(3), 32–47. <https://doi.org/10.37955/cs.v4i3.88>

GRN. Impacto Ambiental. En: <https://www.grn.cl/impacto-ambiental.html>

Ibarguen, A; Molina, L; Guevara, V & Henao, Y. (2015). MANUAL PARA EL ANÁLISIS Y DISEÑO DE PUENTES PARA UNA VIA TERCIARIA. En:
<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/17142/MANUAL%20PARA%20EL%20ANALISIS.pdf?sequence=1>

Instituto nacional de vías – INVIAS. (2019). Manual de servicios de consultoría para estudios y diseños, interventoría de estudios y diseños y gerencia de proyectos en INVIAS. En:
<https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/3240-manual-de-servicios-de-consultoria-para-el-invias/file>.

Ley 400 de 1997. En:
https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma_pdf.php?i=336

López, J., Bedoya, C., & Jiménez, J. (2019). Chirajara: impacto social, económico y ambiental. En: <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/199/192>

Madariaga, L. (2019). ESTUDIO DE CASO DESPLOME EDIFICIO PORTALES DE BLAS DE LEZO II [Universidad Católica de Manizales]. En: [https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/2475/1/Liliana del Carmén Madariaga.pdf](https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/2475/1/Liliana%20del%20Carmén%20Madariaga.pdf)

Minvivienda. (2021). Glosario. En: <https://www.minvivienda.gov.co/atencion-la-ciudadania/glosario?page=1>

Mendoza, A. (2018). Simuladores para estudio en aulas de las deformaciones elásticas en cerchas en estructura metálica, Revista Perspectivas, En: <http://revistas.uniminuto.edu/index.php/Pers/issue/view/173>

Monroy Gutierrez, J., Cruz Hernández, R., Torres, C. (2014). MODELO NO LINEAL PARA ANÁLISIS DE LA INTERACCIÓN SUELOCIMIENTO, Revista Colombianas de Tecnologías de Avanzada, V 1 N 23, en: <https://doi.org/10.24054/16927257.v23.n23.2014.2332>

Morales, C. (2020). Gerencia de Proyectos y Construcción de Vivienda. En: https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/38039/MoralesLozanoCaroIValentina2020_Ensayo.pdf?sequence=2&isAllowed=y

PÉREZ RODRÍGUEZ, C. A. (2020). Comunidades Sostenibles: Fomentando La Conservación Del Ambiente Desde El Semillero Gestión Del Recurso Hídrico. PDR, 5(17), 13–25. Recuperado a partir de <https://revistas.uniminuto.edu/index.php/Pers/article/view/2130>

Perico-Granados, N., Galarza, E., Diaz-Ochoa, M., Arévalo-Algarra, H., Perico-Martínez, N. (2020). GUÍA PRÁCTICA DE INVESTIGACIÓN EN INGENIERÍA: Apoyo a la formación de docentes y estudiantes. Uniminuto. En: https://repository.uniminuto.edu/jspui/bitstream/10656/10822/1/Libro_Gu%C3%ADa%20practica%20de%20investigaci%C3%B3n%20en%20ingenier%C3%ADa_2020.pdf

Perico-Granados, N., Tovar-Torres, C., Reyes, C., Perico-Martínez, C. (2021). Formación de docentes y transformaciones desde la ingeniería. Uniminuto. En:
https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/11822/1/Libro_Formaci%3%b3n%20de%20docentes%20y%20transformaciones%20desde%20la%20ingenier%3%ada_2021.pdf

Perico-Granados, N., Arévalo-Algarra, H., Reyes, C., Perico-Martínez, C., Vera-Guarnizo, M., Monroy, J., (2021). Sitios de inundaciones causados por los ríos Jordán y La Vega, Tunja, Tecnura
[https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/issue/view/1060DOI:](https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/issue/view/1060DOI)
<https://doi.org/10.14483/22487638.15248>

Perico-Granados, N, Tovar-Torres, C., Reyes, C., Vera-Guarnizo, M., (2022). Método de proyectos para construir conocimiento en experticia, comunicación y pensamiento crítico, sobre el ambiente, Publicaciones, 52 (3), 291–303. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v52i3.22275>

Perico-Granados, N., Tuay-Sigua, R., Blanco-Portela, N. (2022). La educación para el desarrollo sostenible en la formación de ingenieros, en: La educación, las ciencias sociales y la interculturalidad. Una mirada desde la formación posdoctoral. En:
<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/43596/libro%20educaci%C3%B3n,%20las%20ciencias%20sociales.pdf?sequence=1>

Perico-Granados, N., Garza-Puentes, J., Tovar-Torres, C., González-Díaz, L. (2022). Análisis de la recordación del concepto de remoción en masas en graduados de ingeniería civil. Un estudio de caso de Educación para el Desarrollo Sostenible. Corporación universitaria Minuto de Dios-UNIMINUTO. Editorial Grupo Compás. En: II Congreso internacional de Responsabilidad Social, Innovaciones y retos emergentes para el cuidado del planeta 2021, pp 27-53.

Porras, D, & Díaz, E. (2014). La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación (proyecto torres de la 26-bogotá). En:
<https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2951/4/LA%20PLANEACI%C3%93N%20Y%20EJECU>

CI%C3%93N%20DE%20LAS%20OBRAS%20DE%20CONSTRUCCI%C3%93N%20DENTRO%20DE%20LAS%20BUENAS%20PR%C3%81CTICAS%20DE%20LA%20ADMIN.pdf

Secretaria distrital de planeación. Plan de ordenamiento territorial. En:

http://www.sdp.gov.co/sites/default/files/glosario_pot.pdf

Sociedad Colombiana de ingenieros, SCI. (2018a). Las posibles causas del desplome del puente de Chirajara. En: <https://sci.org.co/las-posibles-causas-del-desplome-del-puente-de-chirajara/>

Sociedad Colombiana de ingenieros. (2018b). SCI aclara versión sobre el Premio Nacional de Ingeniería otorgado en el año 2010. En: <https://sci.org.co/sci-aclara-version-sobre-el-premio-nacional-de-ingenieria-otorgado-en-el-ano-2010/>

Solís, R. (2004). La supervisión de obra. En:

<https://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen8/lasupervision.pdf>

Soria, D. (2017). Diseño formal de puentes y de sus pilas un reto filosófico, artístico e ingenieril.

En: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108906/4>. TFC. Documento 4.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Universidad de los Andes. (2014). Informe final - fase III concepto técnico en relación a las causas más probables del colapso del edificio Space. En: https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_15/Noticias/Shared%20Content/Documentos/2014/Uniandes_Informe-Final-Fase3-SPACE-Resumen.pdf

Vera Guarnizo, M., Monroy Gutiérrez, J., Perico Granados, N. (2020a). Problemática de las instituciones educativas públicas del municipio de Girardot-Cundinamarca: un análisis desde la Educación Superior, Sinergias educativas, V5 n 1,

Vera Guarnizo, M., Monroy Gutiérrez, J., Perico Granados, N. (2020b). Crisis Migratoria Determinante para Evaluar el Desarrollo, Centrosur, V 4 N 1.