

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

BOGOTÁ VIRTUAL Y DISTANCIA

ESPECIALIZACIÓN EN GERENCIA DE PROYECTOS

UNAS FALLAS QUE OCASIONARON EL COLAPSO DEL SPACE Y LA
AUSENCIA DE INTERVENTORÍA.

Modalidad: Monografía

Autore(s)

LELIS CAÑÓN CIFUENTES

JOSE ALDEMAR MENDEZ SUÁREZ

Director

LUIS ALBERTO CÁRDENAS OTAYA

PROFESOR RECTORÍA VIRTUAL

BOGOTÁ, COLOMBIA

AGOSTO, 2024

Agradecimientos

*A la Corporación Universitaria Minuto de Dios, por fomentar nuestro crecimiento personal
y profesional.*

*A los docentes de la especialización en gerencia de proyectos, por su arduo trabajo y
orientación en este proyecto de vida.*

A nuestro docente de la opción de grado, por su trabajo incansable día a día.

Resumen

En el presente documento revisaremos las causas más importantes en diseño y construcción que generaron la tragedia del edificio Space en Medellín en el año 2013 y la relevancia del correcto ejercicio de la interventoría y de las entidades estatales que hacen parte del proceso para el acompañamiento en las dos etapas mencionadas, además de revisar otras experiencias para nuestro país donde usamos como ejemplos El Caso Reficar, El puente del Chirajara e Hidro Ituango para luego determinar para el caso de nuestro país describimos las funciones que ejerce la interventoría para los contratos de construcción y como este se define y selecciona este rol.

Como resultado de la revisión bibliográfica y los informes entregados en torno a la tragedia del Space y la serie de inconsistencias en los procesos, y se puntualiza los elementos técnicos y físicos que propiciaron el colapso de la edificación en torno al informe elaborado por la Uniandes y con la revisión del conjunto de elementos investigados se definen los errores de construcción e interventoría además de la implicación de la curaduría.

Índice

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN	6
Objetivos	8
Objetivo general	8
Objetivos específicos	8
Antecedentes	8
Caso Reficar	10
Puente Chirajara	12
Caso Hidroitungo	15
Capítulo 2. Evaluación	18
Aproximación al concepto de interventoría	18
Etapas de la interventoría y definición de interventor	18
Tipos de interventoría. Interventoría de proyectos:	19
Interventoría de construcción:	19
Leyes referentes a la interventoría en Colombia.	21
Capítulo 3. Resultados	24
Capítulo 4. Conclusiones	33
Referencias	35

Lista de figuras

Figura 1 Colapsó el puente Chirajara.....	13
Figura 2 Casa de máquinas de Hidroituango.....	16
Figura 3 Vista en planta, edificio Space.....	25
Figura 4 Vista en planta, del plano de losas.....	27
Figura 5 Relleno de mortero nivelación losas.....	28
Figura 6 Vista transversal del diseño de columnas.....	30
Figura 7 Registro de asentamientos en ejes críticos.....	31
Figura 8 Localización del Caisson exploratorio y del las perforaciones S3 y S5.....	31

Capítulo 1. INTRODUCCIÓN

La interventoría no es obligatoria para entidades privadas, pero tal vez la actividad de esta en algunas obras en Colombia hubiera prevenido algunas tragedias. Una de ellas y tal vez la más nombrada fue el edificio Space en Medellín. El 12 de octubre se produjo el colapso de la torre 6, del conjunto residencial Space Ubicado en la comuna 14 de la ciudad de Medellín, que cobró la vida de 12 personas, esta tragedia fue tan fuerte que, desde la presidencia de la república, y el ministerio de vivienda se impulsó la ley 1796 de 2016, (Ley Anti Space) (González Acosta et al., 2019). Este suceso según estudio realizado por Universidad de los andes (2014) dio como conclusión fallos en la cimentación de la edificación asociado a fallas constructivas y de diseño. Este aspecto generó asentamientos diferenciales que sumado a las fallas constructivas del edificio dieron pie para el colapso de la misma. Los daños en la estructura se vieron reflejados desde sus inicios de acuerdo a informe Universidad de los Andes (2014) en su etapa constructiva, se notifica que en las losas de entrepiso se debieron hacer nivelaciones en sus losas con sobrepisos de gran espesor, esto generando más peso a la estructura, por ende, más riesgo en la cimentación. También es de importancia resaltar que no solo fue el colapso de la torre seis y las pérdidas humanas ya mencionadas, adicionalmente se debe tener en cuenta que se realizó la demolición de cinco torres más las cuales ponían en riesgo la vida de más personas, no obstante el colapso de esta torre más la demolición de las restantes generó problemas económicos a aquellas familias quienes habían adquirido uno de los apartamentos, según Vanesa Romero (2019) luego de que 200 personas quedaron sin vivienda, más de seis años después aproximadamente 27 personas esperan que alguien les responda por el dinero invertido sin tener respuesta alguna.

Es importante que entendamos que el hecho de que el contratista no acate las recomendaciones hechas por parte de la interventoría puede llevar a un mal manejo de los recursos, atrasos en los tiempos de entrega, y una baja calidad de la construcción (Bernhard, 2017). Según Bernhar (2017) varios analistas concluyen que algunas de las fallas que se presentaron en diferentes escenarios en Colombia se hubieran podido evitar al contar con mejores interventores. Además de ser de vital importancia que de parte de las entidades gubernamentales de control para los aspectos de licenciamiento y construcción habitacional garanticen la revisión y solicitud de requisitos normativos que permitan mitigar los hechos mencionados anteriormente y se garantice la preservación de las vidas y economía de las personas y grupos de interés, si bien las autoridades competentes no pueden ejercer ni obligar a los constructores privados de vivienda a que se cuente con interventoría en este documento se evidencia que la ausencia de la misma propicia errores en diseños y construcción en otros proyectos construcción diferentes al objeto de esta monografía y los cuales generaron pérdidas económicas y de vidas.

Objetivos

Objetivo general

Exponer las causas relevantes desde el diseño y construcción, que dieron origen al colapso de la torre 6 del conjunto residencial Space en Medellín.

Objetivos específicos

1. Identificar las fallas principales que se presentaron en el diseño de la cimentación, pilotes y columnas de la torre 6 del conjunto residencial Space.
2. Identificar las fallas principales que se presentaron en la ejecución de la cimentación, pilotes y columnas de la estructura.
3. Establecer las consecuencias principales de la ausencia de la interventoría en el caso específico.

Antecedentes

El campo de la ingeniería civil abarca diversas áreas de trabajo como diseño, construcción, interventoría y administración. En mención de estas, es importante tener el conocimiento en interventoría de obra el cual tiene como objetivo dar seguimiento y cumplimiento al contrato de obra, en temas técnicos, administrativos, financieros, contables, ambientales y jurídicos de obras públicas o privadas, conformados por personas naturales o jurídicas (Universidad industrial de Santander, 2021)

La interventoría en obras civiles es vital para el control de los recursos que se

asignan a un proyecto de obra civil, en calidad de materiales, inspección de equipos. Es esencial verificar que las empresas estén legalmente constituidas y que cuenten con las especificaciones técnicas para el manejo de la obra. El interventor debe conocer adicionalmente los estudios previos. El estudio previo según Presidencia de Colombia (2002) es el documento donde se consagra la necesidad que se debe satisfacer, las especificaciones técnicas que debe cumplir el ente contratado, la justificación técnica y económica del valor estimado del contrato, las condiciones del contrato a celebrar (objeto, plazo y lugar de ejecución), análisis de riesgos durante la ejecución y los riesgos que deben ser amparados por el contratista.

Cabe resaltar que aunque lo apropiado para un proyecto sería que el ente de interventor estuviese inmerso en el proceso desde el planteamiento del mismo, muchas veces no sucede, y en algunos casos las fallas de la interventoría se presentan por desconocimiento de documentos o procedimientos realizados en etapas anteriores, o aún más grave la obra nunca cuenta con la participación de la interventoría, en este caso el contratista sería juez, que daría pie a inconsistencias si este no cuenta con el conocimiento técnico requerido. (Chamorro et al, 2022).

Las entidades estatales tienen la obligación de asegurar el cumplimiento del objeto contractual de los contratos que celebren, para lo cual tendrán la dirección general y la responsabilidad de ejercer el control y vigilancia de la ejecución del contrato (Congreso de Colombia,1993). Como manifestación de este deber se encuentran las figuras de la interventoría.

El caso a tratar en la presente monografía es el colapso de la torre 6 del conjunto residencial Space en Medellín, que fue la puerta a la creación de la ley 1796 de 2016 en la que se hace un enfoque en el incremento de la seguridad de las edificaciones, y el fortalecimiento de la función que ejercen los curadores urbanos. Con esta ley se espera que los diseñadores estructurales y constructores respeten las normas, entre ellas la NSR 10, adicionalmente, se entienda la importancia de la supervisión técnica e interventoría que garantizan el cumplimiento de las especificaciones técnicas de un proyecto (Congreso de Colombia, 2016).

Caso Reficar.

La refinería de Cartagena Reficar es una refinería de petróleo ubicada en la Costa Norte colombiana, que para el 15 de junio de 2010 firmó 5 contratos con una empresa subsidiaria de Ecopetrol y Chicago Bridge & Iron Company (CB&I) para la ampliación de la refinería (Valencia et al, 2011). El tiempo de entrega se vio dilatado por el incremento en el presupuesto presentado por el contratista CB&I, debido a que realizó su propuesta en el año 2009, cuando solo contaba con el 20% de la ingeniería de detalle. Un error de la interventoría es aceptar la contratación, de un proyecto que no está totalmente estudiado y diseñado de la ingeniería de detalle, teniendo en cuenta que esta permite mostrar todos los detalles que determinan si el proyecto funciona y satisface al cliente (Campero 2013).

CB&I tenía un contrato llamado “llave en mano” que obliga al contratista a entregar finalizado el proyecto y sus siguientes fases (Congreso de la república,1993), es decir que CB&I, era el encargado de los estudios y diseños y adicionalmente de la ejecución del proyecto, lo que le permitió adelantar la ingeniería de detalle simultáneamente con la construcción del mismo.

La ingeniería de detalle finalizó en 2013, fecha en la que se preveía la entrega del proyecto (Valencia et al,2011). Al respecto, Ruiz (2015) el hecho de que el mismo contratista sea quien haga los estudio y diseños y adicionalmente ejecute el proyecto puede ser causa de errores como los que se presentaron en este caso. Según la Contraloría General de la República (2015), el costo de ejecución se incrementó en 4.023 millones de dólares, cuando el valor inicial era de 3.993 millones de dólares. Finalmente, el proyecto fue entregado en febrero de 2016. Garantizada la terminación del proyecto, Reficar interpuso una demanda arbitral, en la que pidió condenar a CB&I a pagar cerca de 3000 millones de dólares por actuar de mala fe y con actitud engañosa presentando una propuesta sin planos definitivos, sin ingeniería terminada y con errores de cálculos en cantidades y costos.

Para contraloría general de la república (2014). Reficar contrato a la firma a Foster Wheeler USA Corporation and Process Consultant, Inc. -FPJVC, firma que estaría encargada del gerenciamiento, supervisión y control de la ingeniería de detalle, que posteriormente se limitó a la aprobación de facturas del contratista CB&I, y como se observó en la auditoría dejaron de lado sus responsabilidades como gestor del contrato, lo que revela las debilidades del control sobre el contrato, ya que las actividades de supervisión e interventoría se suplieron por actividades de administración. Al respecto, le cabe la misma responsabilidad al constructor que al interventor.

Es conveniente explicar que la figura de la interventoría debe estar separada de la supervisión. La firma FPJVC indicó, que cumplió con la gerencia técnica en las etapas previas

y hasta el arranque de la obra, pero según la contraloría el contrato establecía, una garantía de calidad durante todas las etapas y a nivel técnico y administrativo. Desde el inicio del contrato no se contempló la supervisión o interventoría técnica, esta se contrató posterior al inicio de ejecución (Contraloría de la república, 2014).

Entonces, se evidencia inicialmente que la interventoría debe ser contratada en todas las etapas del proyecto. Adicionalmente, el interventor debe hacer un buen ejercicio de sus funciones para garantizar de esta manera al dueño del proyecto que se está cumpliendo con las especificaciones establecidas, la normativa aplicable y las condiciones del contrato. Este lineamiento se debe tener en cuenta especialmente en este tipo de obra donde quién diseña es quién ejecuta la obra, exponiéndose a minimizar procedimientos con el fin de mantener o disminuir los tiempos de entrega.

Puente Chirajara

En la ruta Bogotá - Villavicencio se construyó un proyecto con el fin del mejoramiento socioeconómico de la región y la nación. Este proyecto consta de diversas obras civiles como viaductos, túneles e intersección vial. Una de las obras en desarrollo era el puente Chirajara que colapsó en la última etapa de construcción y que presentó un gran impacto social generado por el incidente estructural (Semana 2021).

Dentro de las investigaciones que se adelantaron para establecer las causas del colapso se encontró que las fallas iniciaron desde el planteamiento del proyecto. Es decir, se presentaron errores en los pliegos de licitación, redacción de estos e incluso copia de otros proyectos sin hacer una revisión, que posteriormente dio lugar a la

afectación de presupuestos que llevó al contratista a trabajar con mano de obra mediana y bajamente calificada. Por otro lado, se encontraba un afán político para entregar el proyecto. (Semana,2018).

Para el año 2020 se contaba con un contrato de transacción suscrito entre las partes cuyo fin es el diseño y construcción del nuevo puente Chirajara a cargo del concesionario que ejecutó el contrato de concesión 444 de 1994. Este contrato se establece como compensación parcial del perjuicio derivado por la no entrega de la estructura en plazo contractual debido al colapso en enero de 2018. Se determinó que a octubre de 2020 no se ha cumplido con el cronograma de ejecución del contrato, debido a que no ha culminado la etapa de diseño, pues la interventoría no ha aprobado los estudios y diseños elaborados por el concesionario. Se presenta una controversia entre estas dos partes, en cuanto al alcance de los estudios y diseños que debía entregar el concesionario para la construcción del nuevo viaducto (Contraloría General de la República, 2020).

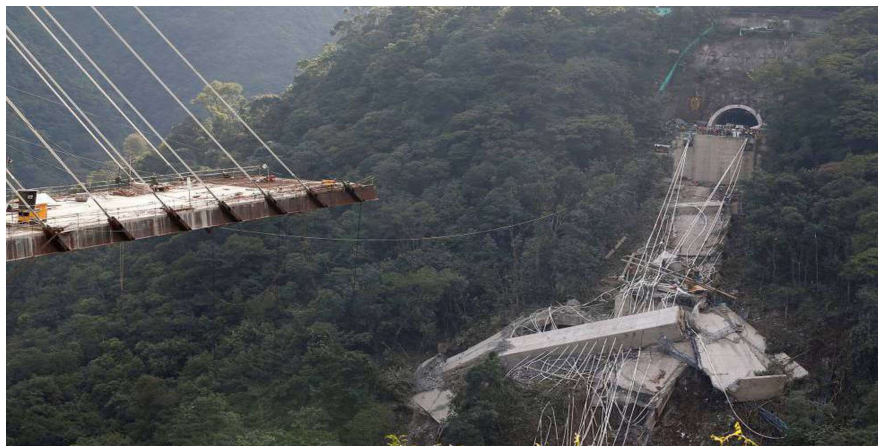


Figura 1. Colapsó el puente Chirajara.

Tomado de periódico El País por (J Saldarriaga,2018).

El plazo para la ejecución de la primera fase de los estudios y diseños fue ampliado por un término de 45 días. Se estableció que el concesionario entregó los estudios y diseños de la primera y segunda fase el 19 de Julio y 26 de Julio de 2019 respectivamente. La interventoría realizó la revisión comunicando las observaciones referentes a cada componente revisado. El concesionario envió respuesta a las respectivas observaciones hechas por la interventoría, sin embargo, fueron objetadas nuevamente puesto que según la interventoría las observaciones no fueron subsanadas en su totalidad (Contraloría General de la República,2020).

La diferencia entre las partes radica en el criterio de la interventoría para evaluar el alcance y especificaciones técnicas de la elaboración de los estudios del nuevo viaducto corresponde a la norma colombiana de diseño de puentes LFRD CCP-14 de 2014. Mientras el concesionario se rige por la norma vigente para la fecha de celebración del contrato de concesión, es decir el Código Colombiano de Diseño Sísmico de Puentes de 1995. Según el informe de la contraloría en el contrato de transacción no se indicaron las especificaciones técnicas ni la normatividad que se debían aplicar para la elaboración de los estudios y diseños (Contraloría General de la República,2020).

En este caso se muestra la importancia de las especificaciones técnicas incluidas en el contrato. Adicionalmente es de resaltar que el interventor está cumpliendo con sus funciones al no aprobar los diseños con una normativa no actualizada y que puede incidir en fallas en la etapa de construcción (Procuraduría General de la Nación 2010).

Caso Hidroituango

Las obras del proyecto se localizaron en ambas márgenes del río Cauca, entre las desembocaduras del río San Alberto y el río Ituango. Este se ubica al Norte del departamento de Antioquia. El proyecto aprovecha un caudal de 1.000m³/s, comprende una presa de enrocado, con núcleo de tierra con una altura de 225 m y una capacidad de 20 millones m³. Así mismo, se cuenta con obras para descargas de fondo e intermedia y un vertedero en canal abierto para evacuación de crecientes. Las obras de la central, localizadas en el macizo rocoso de la margen derecha comprenden la caverna principal de la casa de máquinas, donde se alojan ocho unidades de 300 MW (Torres Caballero, 2014).

El proyecto de Hidroituango es propiedad de la Hidroeléctrica Ituango S.A., en donde a través de un esquema de remuneración y regulado por la comisión de energía y gas (CREG) adquirió un compromiso de entregar su generación al sistema interconectado nacional, desde diciembre del 2018 a noviembre del 2038. Se estima que la principal falla en la presa fue la toma de decisiones erróneas al implementar el plan de aceleración, el cual consistió en realizar un tercer túnel para el desvío del agua. Situación que según expertos tendría un gran riesgo, por las condiciones del terreno, a lo que se sugirió recuperar tiempo en otra etapa constructiva de la presa (Betancur, 2021).



Figura 2. Casa de máquinas de Hidroituango.

Tomado de: (Universidad de los andes 2019)

Según informes de interventoría la construcción del tercer túnel de evacuación se ejecutó sin la licencia requerida, puesto que fue otorgada en el 2016 mientras la obra dio inicio en el 2014. De igual manera la interventoría informó a la Contraloría General de la República que en su contrato indica que no tiene participación sobre diseños de la obra asegurando que la decisión había sido tomada por la empresa contratante y que ellos daban el seguimiento constructivo en cuanto a sus funciones respecta. Así contradijo la versión dada por EPM, quienes aseguran tener la aprobación de interventoría y además los estudios requeridos para realizar la actividad de obra planteada.

No obstante en el comunicado por parte de la Contraloría general de la República informa su desacuerdo con la interventoría ya que ellos debieron dar el seguimiento y garantizará el cumplimiento de las leyes y normativas como lo indica la ley 1474 en el artículo 82, de este mismo modo aseguró que el ANLA no realizó las investigaciones

necesarias para dar la aprobación al proyecto puesto que no evaluó ni considero todos los riesgos e impacto que el proyecto generaba en los sectores económicos, sociales y ambientales, donde claramente menciona la incompetencia por parte de la entidad, a su vez menciona también que los estudios realizados por EPM no cumplían con los hallazgos recolectados en la ejecución de obra, aclarando que si se hubiese realizado un buen estudio hubiera dado pie a un mejoramiento en los diseños requeridos para la construcción de la obra (Contraloría general de la república, 2018).

Es claro que la función del interventor es crucial en cualquier proyecto, en donde este debe velar por el cumplimiento de la normativa y las condiciones a las cuales esté sujeto al contrato y verificar el cumplimiento de los requisitos del mismo. Así mismo es importante que el interventor pueda tener acceso y ser parte de etapas como lo son de estudios previos al proyecto y diseños en aras de garantizar una buena calidad de los procesos. No obstante, el interventor debe garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes e informar irregularidades presentes dentro de los acuerdos o especificación de los proyectos salvaguardando la vida humana y el bien ajeno.

Capítulo 2. Evaluación

Aproximación al concepto de interventoría.

Es una supervisión, coordinación, vigilancia, acompañamiento, negociación y control ejercido por una persona natural o jurídica a los diferentes aspectos que se contemple el desarrollo del contrato (Sánchez, 2007).

Dentro de las funciones técnicas de la interventoría se encuentran la verificación y el control permanente del cumplimiento de las normas de calidad y especificaciones técnicas del contrato, la aprobación de las condiciones técnicas para iniciar y desarrollar un contrato, exigir al contratista el personal requerido para la ejecución del contrato y que cumpla con las condiciones pactadas en el mismo, controlar el avance de contrato con base en el cronograma y recomendar ajustes de ser necesario, exigir al contratista la corrección de obra o reposición de elementos que no cumplan con el requerimiento técnico, solicitar al contratista pruebas de laboratorio que sean necesarias para verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas, suministrar al contratista todos los detalles y especificaciones técnicas requeridas para el desarrollo del contrato, entre otras (Rodríguez y Quintero, 2014).

Etapas de la interventoría y definición de interventor

La interventoría debe ser prestada por una persona natural o jurídica que tenga la capacidad de ejercer el control durante la ejecución de un proyecto de construcción. Es el representante del dueño del proyecto que está presente durante todas las etapas del mismo. Estas son; planos, etapa previa, ejecución y liquidación (Ministerio de obras

públicas y transporte,1989). El interventor vela por la calidad de la obra verificando su ejecución con lo estipulado en el contrato, los reglamentos aplicables y los diseños y especificaciones del proyecto. Puede ser un mediador entre las partes, pero no un asesor del constructor a quien debe supervisar (Vallejo,2007).

La interventoría tiene que ver no sólo con las obras sino en general con los proyectos, y que en el país ha venido ejerciendo desde hace más de cincuenta años, tanto para los proyectos de orden público como de orden privado, sin importar si se trata de obra edilicia o civil. Aunque en algunas leyes se habla de interventoría, y en forma incipiente tratan de establecer pequeños parámetros, no hay una reglamentación clara y precisa que trate en realidad sobre todos los aspectos fundamentales que tienen que ver con esta labor tan importante en Colombia (Sánchez, 2010).

Tipos de interventoría. Interventoría de proyectos:

En este caso el interventor es el encargado de revisar los estudios, los planos y diseños garantizando que se cumpla con el requerimiento del cliente, con la disponibilidad de recursos y estén completos para la ejecución de la obra. Si el interventor requiere una revisión adicional por parte de especialistas este costo lo asumirá el propietario. También vigilará el cumplimiento de las actividades previas, control de pólizas, contratos técnicos y de ingeniería (Ministerio de obras públicas y transporte,1989).

Interventoría de construcción:

En esta etapa la interventoría está comprendida por una interventoría técnica, donde el interventor vigila el desarrollo correcto de los planos y la normativa de calidad. El interventor está en la capacidad de pedir al constructor ensayos que evidencien la calidad de los materiales, de los que el interventor debe dejar constancia escrita. De ser necesaria una modificación en el proyecto esta será escalada con el diseñador, quien emitirá los planos y especificaciones (Ministerio de obras públicas y transporte.,1989). Por otro lado, se encuentra la interventoría administrativa, donde el interventor es el encargado de chequear el avance de la obra, determinando de esta manera el cumplimiento en el programa. Adicionalmente es quien autoriza al contratante la entrega de dinero al constructor vigilando que el fin del dinero sea el predispuesto (Ministerio de obras públicas y transporte,1989).

La interventoría de obras como actividad profesional surge en Colombia en la década de los cincuenta, en el siglo anterior, cuando en el país, se empieza a construir grandes obras de ingeniería, específicamente por las entidades estatales, donde desempeñan las funciones de control, supervisión y vigilancia. No era fácil para los funcionarios técnicos de las diferentes entidades, y es donde empiezan a aparecer firmas que se dedican a esta labor, complementando así el trabajo de estos funcionarios, y haciendo de manera más ágil la labor de supervisión técnica de la obra (Bedoya, 2011).

Con la aparición de la interventoría en el ámbito nacional, empezaron a surgir leyes y decretos que la mencionan y la establecen dentro del contexto nacional. Si se ve a profundidad, es una reglamentación incipiente, y es por esa falta de reglamentación y estudio profundo de la interventoría en donde se ve la necesidad de empezar a

investigar con detenimiento esta labor. La interventoría surge como una actividad específica, requerida para poder obtener una mejor calidad en la construcción, y como garantía de estabilidad en las obras que se ejecutan (Bedoya, 2011).

Leyes referentes a la interventoría en Colombia.

Están dirigidas en su mayoría a la contratación pública y se conoce su mención en el decreto 150 de 1976 donde se define que en todo contrato se detallan las funciones del interventor, dentro de su alcance se encuentra exigir al constructor la información que se considere con el fin de hacer seguimiento al proyecto, adicionalmente acceder a la contabilidad, el interventor puede ser una persona natural o jurídica con experiencia que esté debida acreditada, indica que la persona que ejerza la interventoría debe ser ingeniero o arquitecto con mínimo 3 años de experiencia en construcción o actividades afines (Presidencia de Colombia,1976).

En el decreto 222 de 1983 se precisa que el servicio de interventoría se puede prestar mediante un contrato de consultoría, donde la interventoría sería el contratista, adicionalmente especifica que la interventoría no podrá contratarse con el autor del proyecto o diseños correspondientes, se hará de esta manera solo si la complejidad técnica del proyecto lo amerita, tampoco podrá ser contratada con una persona cuyo diseño no se hubiera aprobado ni quien hubiese quedado en segundo lugar en la licitación pública o privada que precedió la obra (Presidencia de Colombia,1983).

En el artículo 123 del mismo decreto se muestra que el interventor está expuesto a ser sancionado penalmente y a responder civilmente por los perjuicios originados en

el mal desempeño de sus funciones, esto no exime al contratista de asumir su responsabilidad por el mismo hecho (Presidencia de Colombia,1983).

En orden cronológico se encuentra la ley 80 de 1993 y señala que si el contrato fue celebrado como consecuencia de licitación o concurso público la interventoría debe ser contratada con una persona independiente de la entidad contratante y del contratista, expresa también lo estipulado en el artículo 122 del decreto 222 de 1983, adicionando que la obligación del interventor es dar órdenes o sugerencias por escrito que deben estar enmarcadas dentro de los términos del respectivo contrato (Congreso de Colombia,1993). Finalmente, la ley 1150 de 2007 en su artículo 23 no exime al contratista de sus responsabilidades en la etapa precontractual y contractual por el hecho de delegar sus deberes de control y vigilancia (Congreso de Colombia, 2007).

La interventoría en las obras públicas o privadas en Colombia son importantes, porque es la encargada de hacer seguimientos a toda la obra desde su inicio hasta la entrega final. Se debe cumplir la normativa vigente que aplique de acuerdo sea el caso a intervenir, una buena interventoría ayuda a no omitir pasos en la parte técnica y a cumplir los compromisos de acuerdo a lo estipulado en el contrato.

Se llevó a cabo la búsqueda bibliográfica: Búsqueda de información relacionada con las causas del colapso del edificio Space en repositorios de diferentes universidades, dónde se ha tomado este caso como referencia para trabajos de grado, basados en la normativa colombiana y el estudio realizado por la universidad de los Andes en el año 2014, también consultado para la elaboración de la presente monografía.

Se hizo el reconocimiento de fallas constructivas: Lectura y análisis detenido sobre las fallas más significativas en diseño y construcción del edificio, siendo éstas, una pila de cimentación y diferentes columnas.

Se definió la importancia de la interventoría en obras civiles: Con base en la consulta de la normativa colombiana se rescatan las diferentes definiciones de interventor e interventoría, ente que se encuentra presente tanto en el sector público como privado, haciendo notar la importancia de su buena actuación durante todas las etapas que abarca un proyecto civil.

Capítulo 3. Resultados

El colapso del edificio Space es sin duda la representación de una serie de inconsistencias durante todo su proceso, tanto en la etapa de diseño, cómo la de ejecución. En la etapa de diseño se debe presentar una gran atención pues en ésta se concentra la planeación del desarrollo de la obra. Para la creación de un diseño se tienen en cuenta las cargas vivas y muertas mayoradas que va a recibir la edificación. Está mayoración hace referencia a un factor de seguridad con un valor correspondiente para cada tipo de carga, con el fin de obtener un diseño que falle solo sobre dichas cargas aumentadas. También se considera un factor de reducción en la resistencia de los materiales, previendo una calidad menor, pero que no comprometa a la estructura (Benítez Álvarez, 2021).

El edificio fue construido en concreto reforzado y según los registros encontrados fue diseñado bajo la NSR 98, empleando un sistema de pórticos resistentes a momentos, con un concreto de 21 Mpa en elementos estructurales y uno de 32 Mpa para las columnas base (Yamit et al., 2018 *como lo cita* Benítez, 2021).

Benítez (2021) dice que la fundación se basó en vigas de amarre de 0.40m x 0.40m y pilotes con punta de campana, vaciados en sitio con un diámetro de 1.2m. Las campanas aumentaban en la punta de 1.9m a 3.0m, fundidas en concreto reforzado hasta una profundidad de 4.0 m de ahí en adelante se vació concreto ciclópeo.

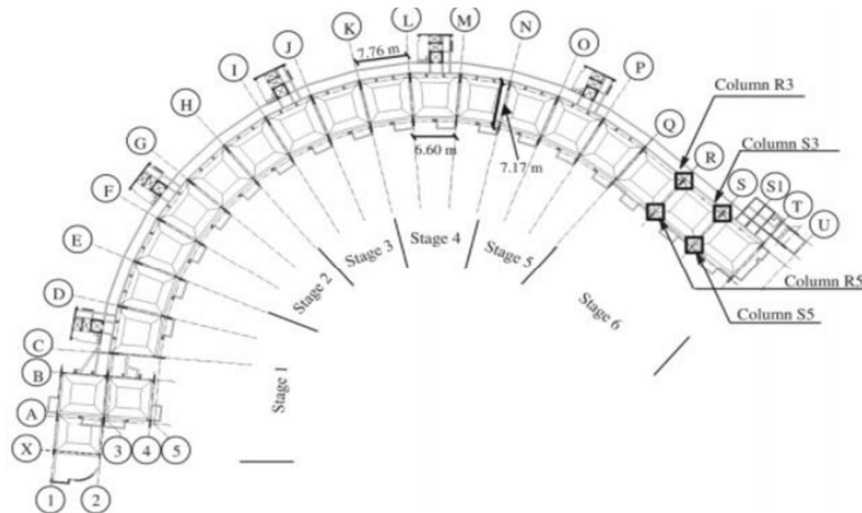


Figura 3. Vista en planta, edificio Space.

Tomado de (Yamin et al, 2018)

Aprobación de planos, diseños y memorias de cálculo.

En el periodo comprendido entre 2006 y 2007 la arquitecta Eliney Ester Francis Llanos ejercía el cargo de curadora urbana segunda de Medellín quien aprobó la licencia de urbanización y construcción para el proyecto en mención. Posteriormente Carlos Alberto Ruiz quien también fue curador segundo expidió entre el año 2008 y 2013 un total de 9 resoluciones que permitieron el licenciamiento y dieron vía libre a la modificación de las etapas iniciales de la construcción, lo mismo que las torres 6A y 6B con las que culmina el proyecto (Tribunal superior de Medellín 2017).

Debido a que la revisión de los cálculos matemáticos de los planos estructurales de un proyecto de construcción por los que se solicite licencia ante las curadurías se debe realizar por ingenieros y no por arquitectos profesión que tienen los curadores se decidió exigir al solicitante de la licencia contratar y pagar una revisoría externa (Tribunal superior de Medellín 2017). Teniendo en cuenta lo anterior se contrató a

Edgar Mauricio Ardila Vélez en calidad de revisor estructural del proyecto quien sería el encargado de aprobar el cumplimiento de la normas sismo resistente colombiana en los diseños propuestos por Jorge de Jesús Aristizábal (Coral et al, 2017).

Como indicó la Procuraduría General de la Nación, (2017) la curaduría no verificó la relación laboral que existía entre el diseñador estructural y el revisor externo, esto dio pie al incumplimiento de las normas de sismo resistencia encaminadas a proteger las vidas humanas y el patrimonio del dueño del proyecto. Lo anterior es evidencia del incumplimiento por parte del estado quien en este caso ejerce la función de vigilancia y de control referente a la construcción de viviendas, se debió dejar constancia en actas de las visitas técnicas durante el proceso constructivo (Arango et al 2016).

Grietas y fisuras En losas N°4 y N°5.

Según los registros encontrados en el “concepto técnico en relación a las causas más probables del colapso del edificio Space” Informe final, fase III, La primera detección de grandes deflexiones en losas se dio el 21 de Mayo de 2012, en la losa N° 4, se evidencio un agrietamiento en el centro de ésta, pero el asentamiento no se incrementó. En la semana del 13 de agosto de 2012 se hace seguimiento a la aparición de una grieta en la columna T5, que se encuentra entre los niveles 5 y 19. También se observa un incremento en la deflexión de la losa N°4. En la siguiente semana se evidenció agrietamiento en los muros de mampostería entre las columnas R y S ubicadas en el eje 3, continuó la deflexión en la losa N°4 que para ese momento también se presentaba en la losa N°3.

Para Ramos (2002) uno de los factores que puede causar deflexiones en una losa es la exposición a carga estructural temprana, pues se debe garantizar el tiempo de curado del concreto para que alcance la resistencia requerida. Se observa el informe de la universidad, pero en los documentos no aparece la interventoría, que aparentemente no existió, ni tampoco las acciones de seguimiento de la curaduría ni de planeación municipal.

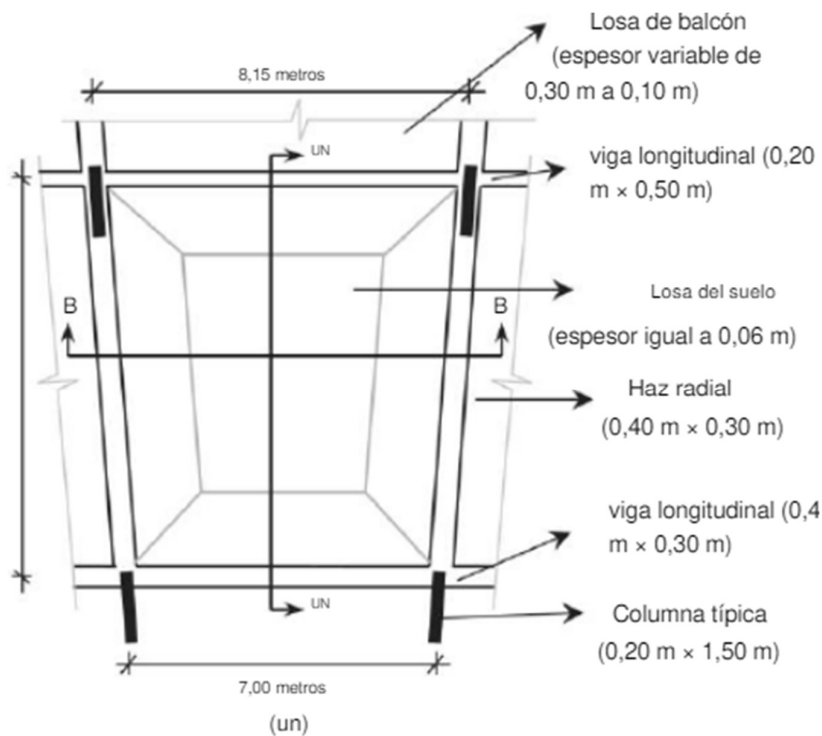


Figura 4. Vista en planta, del plano de losas

Tomado de (Yamin et al, 2018).

Como indica Benítez, (2021) el edificio Space contó con losas de sección variable en dos direcciones, reforzadas con vigas en los extremos de los tableros, de espesores variables teniendo un espesor de 6 cm según el diseño inicial durante el desarrollo de los primeros niveles. Debido a las deflexiones presentadas el constructor decide

aumentar el espesor de las losas a partir del sexto nivel, aumentando a 10 cm en el centro y 30 cm en el perímetro. Allí no se especifica si esta decisión del constructor tuvo el visto bueno del diseñador y de la curaduría.

No se evidencia en documentos oficiales, entrevistas, condenas o artículos de periódico la participación de la interventoría en esta obra, por lo que se deduce que no estuvo presente. Si la construcción hubiera contado con la presencia de un interventor que implementará la norma sismo resistente y demás aplicables en ese momento, probablemente no hubiera aprobado el incremento del espesor de la losa, debido a que como indican varios expertos se estaba generando una carga adicional. Esto teniendo en cuenta que el edificio no fue capaz de soportar la su carga propia, con la que fue diseñado inicialmente (Benitez,2021).

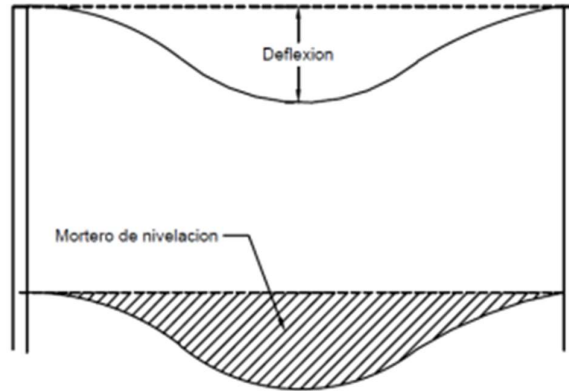


Figura 5. Relleno de mortero de nivelación en losas

Tomado de (Benitez, 2021)

Según el tipo de losa y edificación, siguiendo la NSR 98 la deflexión permisible de una losa con espesor de 8 cm en su claro largo que soporta elementos no estructurales es de 1,7 cm, mientras que las registradas en la torre 6 fueron hasta de 20 cm. La solución adoptada por la constructora CDO para corregir las deflexiones que fue aplicar

mortero de nivelación generó cargas adicionales y un incremento en la deflexión de la losa como evidentemente también lo fue el aumento de esfuerzo de las columnas y cimentación. (Benitez,2021).

Falla de la columna S3.

Para Uniandes, (2014) primeras evidencias de grietas y fisuras debidas a los asentamientos se dieron el 21 de enero de 2013, evidenciando grietas sobre los muros y enchapes de las duchas, sobre los ejes R, S y T. En la semana del 25 de febrero de 2013 se detectó el desprendimiento del concreto ubicado sobre la arista superior de la columna R3 del piso 5.

El problema más grande de los asentamientos causados en la torre 6 fue que la columna R3 sobrepasó por más de 50mm a la columna S3 causando asentamientos diferenciales. Estos asentamientos incrementaron la carga vertical en la columna S3 y causaron su falla por compresión. La falla de esta columna causó una redistribución de cargas que llevó a una condición crítica a la columna R5 y S5.

Para Yamin et al (2018) la principal causa del colapso fue la falta de capacidad estructural de las columnas para soportar cargas de gravedad. Se determinó que la capacidad axial proporcionada por las columnas de la etapa 6 era aproximadamente el 40% de la capacidad de carga especificada por la NSR-10. Yamin et al (2018) indica que la sobrecarga provocada por la nivelación con mortero de las losas y el asentamiento de la pila R3 provocó la falla de la columna.

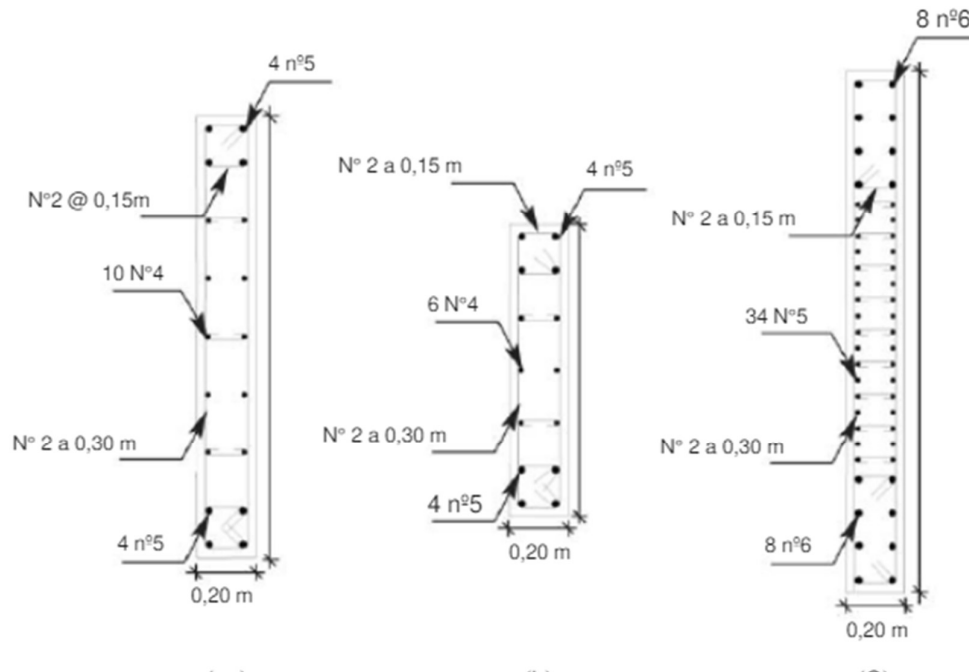


Figura 6. Vista transversal del diseño de columnas

Tomada de: (Yamin et al, 2018).

Yamin et al (2018) concluye que la falta de capacidad de las columnas está relacionada con la deficiencia en el dimensionamiento y detalles de refuerzo. Como se observa en la figura las columnas estaban diseñadas con flejes número 2, cuando la NSR-10, especifica que los flejes para elementos sometidos a compresión deben tener un diámetro mínimo N°3 o 10 mm, para un refuerzo longitudinal hasta el diámetro N° 10, para este caso en el diseño se evidencia una varilla N°5. Adicionalmente con referencia al espaciamiento la NSR-10 menciona que no puede ser mayor a 16 veces su diámetro, evidenciando en el diseño que los flejes son N°2 y se encuentran cada 15 cm no se estaría cumpliendo con lo requerido. pues el espaciamiento entre ellos debería ser de 10,24 cm aproximadamente.

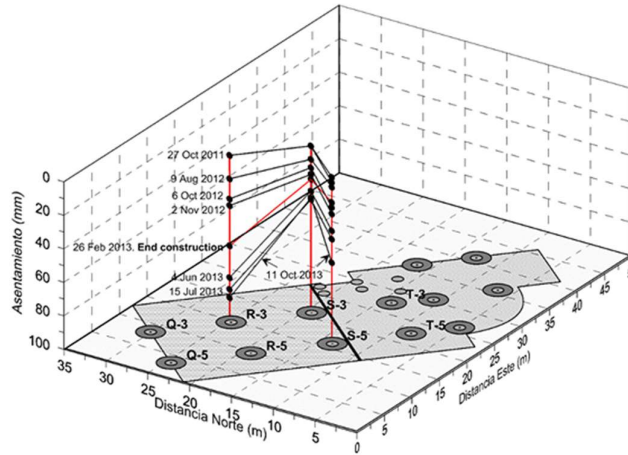


Figura 7. Registro de asentamientos en ejes críticos.

Tomado de la Universidad de los Andes (2014).

Según Yamin et al (2018), la profundidad de la pila propuesta con base al estudio de suelos era de 20 m, con un ensanchamiento en la punta de 3 m.

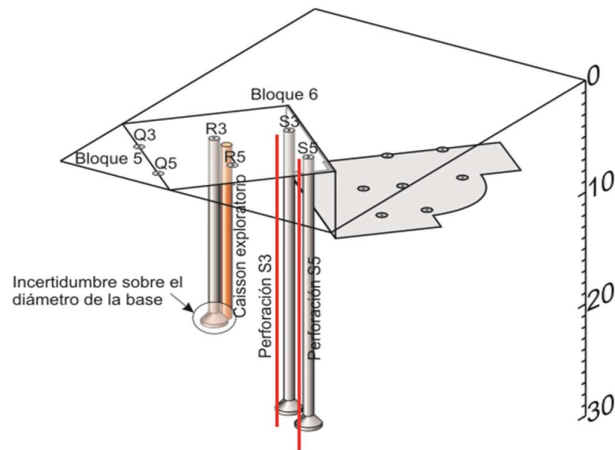


Figura 8. Localización del Caisson exploratorio y de las perforaciones S3 y S5.

Tomada de: Universidad de los Andes (2014).

Para el 18 de Agosto de 2013, según el estudio realizado por Uniandes (2014) Se llevaba a cabo la perforación para pila nueva en el eje R3 de forma axial a la viga para

equiparar la carga actual de la viga y mejorar la estabilidad del terreno. Se diseñó con un diámetro 1.60m y una altura aprox. 18 m. A la fecha se realizaban trabajos de construcción de pilas muletas de refuerzo en cimentación por problemas de asentamientos reportados que están por encima de los valores admisibles establecidos por la norma vigente.

Capítulo 4. Conclusiones

Dentro de las conclusiones expuestas en el informe generado por Uniandes (2014), se encuentra que el excesivo asentamiento presentado en la pila R3 en conjunto con el presentado en el pilar S5 genero asentamiento diferenciales entre los pilares R3, S3 y S5 que tuvieron repercusión en la distribución de cargas en las columnas ubicadas estos pilares. Este error se atribuye a la falta de comunicación entre el constructor y el contratista encargado del estudio de suelos, razón por la que se vuelve importante la presencia de la interventoría ya que de esta depende el cumplimiento de las especificaciones técnicas de un proyecto.

Se pudo identificar que durante el proceso de aprobación de licencias la curaduría segunda de Medellín no cumplió con sus funciones, porque no verificó todos los requisitos que debía cumplir legalmente el revisor externo contratado para aprobar los planos realizados por el diseñador con quien adicionalmente tenía una relación laboral.

Muchas de las fallas estructurales en los proyectos se deben a fallas en la interventoría o ausencia de la misma, pues no es suficiente con su presencia, el interventor debe cumplir con ciertos requisitos que lo hacen idóneo para ejercer las funciones que conlleva esta responsabilidad. El desconocimiento de normas técnicas y leyes puedan llevar al interventor a recurrir en errores que lleguen a afectar no solamente la integridad de la construcción, si no la vida de las personas y adicionalmente su vida profesional.

La ley colombiana no exige la contratación de la interventoría en los contratos de capital privado, pero como se evidencio en el caso del edificio Space faltó esta figura, ya que, aunque la curaduría falló con sus funciones tampoco tiene la potestad de ejercer las funciones de un interventor, quien pudo emitir un juicio respecto a los diseños presentados, al tiempo que informar al especialista en suelos las condiciones que se estaban presentando en las excavaciones para la cimentación.

Referencias.

Arango Bergara, B. T. Jaramillo Estrada, J. F. y Lambraño Quintero, P. A. (2016). *Situaciones que evidencian que a través de las relaciones contractuales, se originan obligaciones extracontractuales a cargo del estado* [Trabajo de grado, Institución Universitaria de Envigado]. Repositorio institucional IUE.

http://bibliotecadigital.iue.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12717/1208/iue_re_p_pre_der_arango_2016_relaciones%20contractuales_art.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Atahuaman Ricaldi, S. M. (2021). *Implementación de un Procedimiento de Ingeniería de Detalle para Reducir Tiempos de Entrega de Planos de Fabricación en la Empresa Metalmecánica MQ Metalúrgica S.A.C* [Trabajo de grado, Universidad tecnológica de Perú]. Repositorio institucional UTP.

https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/4812/S.Atahuaman_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bedoya Becerra L, (2011), *Definición de Interventor*. [Trabajo de grado, Universidad Católica de Pereira] Repositorio institucional Universidad Católica de Pereira

<https://repositorio.ucp.edu.co>

Benitez Alvarez, D.M (2021). *Análisis de sobreesfuerzos en colapso de edificaciones de concreto reforzado* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia Medellín]. Repositorio

institucional Universidad de Antioquia. <https://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Betancur Toro M.H, Velez Caballero O.J, Rincon Roriguez J.J, Gomez Rueda M.S,
Rincon Martinez W. (2021). *Fallos en gerencia de proyectos*. [Trabajo de
grado, Universidad Pontifica Bolivariana]. Repositorio Institucional Universidad
Pontifica Bolivariana. <https://repository.upb.edu.co>

Campero. M.(2013).Rol de los principios de administración de proyectos en el manejo de
contratos de obras civiles, 28(1), 81-94.

Caracol Radio Medellín.. (2017, 18 de abril).Cancelan matrícula profesional a ingenieros que
diseñaron el edificio Space. Caracol Radio.
https://caracol.com.co/emisora/2017/04/18/medellin/1492534423_732265.html

Chamorro, E. G., Perez, D. D. y Serrano, M. F. (2022). *Rol del interventor en la gestión de
proyectos de infraestructura pública: estudio del caso Valle del Cauca Colombia . Ciencia
Ergo-sum. 29 (1), 1-17.*

Contraloría General de la República, (2014). Informe de auditoría, refinería de
Cartagena.https://www.reficar.com.co/Repositorio/02_GobiernoCorp/00_Biblioteca/04_TransparenciaInfo/Indice/07%20Informe%20Final%20Vigencia%202014.pdf

Contraloría General de la República, (2015). En USD 4.023 millones se incrementaron costos de
ejecución de la Refinería de Cartagena, indican cálculos de la Contraloría.
<https://www.contraloria.gov.co/es/w/en-usd-4.023-millones-se-incrementaron->

costos-de-ejecuci%C3%B3n-de-la-refiner%C3%ADa-de-cartagena-indican-
c%C3%A1lculos-de-la-contralor%C3%ADa

Coral Collazos, J. D., Camacho Perez, C. E., & Torres R., B. A. (2019). Caso edificio Space. *Tekhné*, 16(2), 51–60. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tekhne/article/view/14519>

Decreto 150 de 1976 [con fuerza de ley]. Por el cual se dictan normas para la celebración por parte de la nación y sus entidades descentralizadas. 27 de enero de 1976. D.O. No. 34492. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1708308>

Decreto 2090 de 1989 [con fuerza de ley]. Por el cual se aprueba el reglamento de honorarios para los trabajos de arquitectura. 13 de septiembre de 1989. D.O. No. 38.979. <https://www.funcionpublica.gov.co>

Decreto 22 de 1983 [con fuerza de ley] Por el cual se expiden normas sobre contratos de la Nación y sus entidades descentralizadas y se dictan otras disposiciones. 9 de febrero de 1983. D.O. No. 36189. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1049915>

Decreto 2170 de 2002 [con fuerza de ley]. Por el cual se reglamenta la ley 80 de 1993, se modifica el decreto 855 de 1994 y se dictan otras disposiciones en aplicación de la Ley 527 de 1999. D.O. No. 44952. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=5798>

Gomez Cuello, A. J. (2019). *Diseño reducido de un modelo de la construcción de la etapa 6 del edificio Space en Medellín para pruebas en centrífuga* [Trabajo de grado, Universidad de Los Andes]. Repositorio institucional UNIANDES.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/44005/u826921.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Gonzales, D. E., Idarraga, G. P. y Meneses Agudelo, G. Y. (2019). Estado y Gremio Constructor: cadena de responsabilidad frente a fallas en el proceso de construcción. UNACiencia, 12 (24), 04-11. <https://doi.org/10.35997/runacv12n23a1>.

Ley 80 de 1993. Por la cual se expide el Estatuto General de Contratación de la Administración Pública. 28 de octubre de 1993. D.O. No. 41094.

<https://corponor.gov.co/images/corponor/normatividad/LEYES/Ley%2080%20de%201993.pdf>

Ley 400 de 1997. Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. 25 de agosto de 1997. D.O. No. 43113.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=336>

Ley 1150 de 2007. Por medio de la cual se introducen medidas para la eficiencia y la transparencia en la Ley 80 de 1993 y se dictan otras disposiciones generales sobre la contratación con recursos públicos. 16 de Julio de 2007. D.O. No. 46691.

https://canaltrece.com.co/uploads/file_uploads/L1150007.pdf

Ley 400 de 1997. Por la cual se adoptan normas sobre construcciones sismo resistentes. 25 de agosto de 1997. D.O. No. 43113.

<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=336>

Ley 1796 de 2016. Por la cual se establecen medidas enfocadas a la protección del comprador de vivienda, el incremento de la seguridad de las edificaciones y el fortalecimiento de la Función Pública que ejercen los curadores urbanos, se asignan unas funciones a la Superintendencia de Notariado y Registro y se dictan otras disposiciones. D.O. N° 49933. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78234>

Márquez Montejó J.D, Barbosa Quintero E.Y & Afanador García N.(2018) Consideraciones técnicas para la interventoría técnica de procesos constructivos de proyectos de edificaciones de concreto reforzado. *Revista Ingenio*, vol. 15(1), 44-50, 2018.

<https://doi.org/10.22463/2011642X.3131>

Procuraduría General de la Nación. (2017). Confirmada destitución del Curador Urbano Nro. 2 de Medellín por caso Space. Procuraduría General de la Nación.

<https://www.procuraduria.gov.co/portal/destitucion-curador-medellinspace.news#:~:text=2%20de%20Medell%C3%ADn%20por%20caso%20Space,Fuente%3A%20PGN&text=Carlos%20Alberto%20Ruiz%20Arango%20no,profesional%20que%20revis%C3%B3%20los%20dise%C3%B1os>

Procuraduría General de la Nación (2010). Recomendaciones para la elaboración de estudios previos. Procuraduría.

<https://www.procuraduria.gov.co/portal/media/file/Cartillaprocuraduriaestudiosprevios.pdf>

Restrepo Isaza D.(2016). *Ejercicio del control de la actividad constructora en Medellín el caso Space*. [Trabajo de grado, Universidad Eafit]. Repositorio institucional Eafit.
https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/11826/Diego_RestrepoIsaza_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Revista Semana. (2018, 01 de enero). ¡No más Chirajaras! Estos son los errores que no hay que repetir. Revista Semana. <https://www.semana.com/edicion-impres/pais/articulo/problemas-con-la-estructuracion-de-proyectos-de-infraestructura/254810/>

Revista Semana. (2021, 04 de diciembre). Luis Carlos Sarmiento Angulo habla por primera vez de la tragedia del puente Chirajara. Revista Semana.
<https://www.semana.com/nacion/articulo/luis-carlos-sarmiento-angulo-dio-detalles-sobre-lo-ocurrido-tras-el-desplome-del-puente-chirajara/202135/>

Rodriguez, Y. Quintero, C. (2014). Manual de procesos y procedimientos. Veeduría Distrital.
http://veeduriadistrital.gov.co/sites/default/files/manual_intervencion_interventoria.pdf

Romero Escudero E. A. (2019). *Análisis crítico del papel de la interventoría en la contratación pública como herramienta de la política anticorrupción en Colombia* [Trabajo de grado, Universidad de los Andes]. Repositorio institucional UNIANDES.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/flexpaper/handle/1992/48504/u833799.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=2>

Ruiz Lopez J.(2015). *Ventajas y riesgos del contrato de llave en mano como figura contractual atípica en el derecho colombiano*. [Trabajo de grado,Institución Universitaria de Envigado]. Repositorio institucional IUE.

http://bibliotecadigital.iue.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12717/1555/1/iue_rep_pre_der_ruiz_2015_ventajas_art.pdf

Sánchez Henoa J.C ,(2010), *Definición de Interventoría*. [Trabajo de grado, Universidad Nacional de Colombia] Repositorio institucional Universidad Nacional de Colombia

<https://repositorio.unal.edu.co>

Sarmiento Bolivar, L.M. (2016). *Corrupción en Colombia caso la refinería de Cartagena* [Trabajo de grado, Universidad Militar Nueva Granada]. Repositorio institucional Unimilitar.

<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/14830/SarmientoBolivarLinaMaria2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tribunal Superior de Medellín. (2017). Sala Penal.Sala Penal, tribunal de Medellín.

<https://salapenaltribunalmedellin.com/images/pdf/providenciaspenal/012/05001600000201400179.pdf>

Universidad de los Andes (2014). Concepto técnico en relación a las causas más probables del colapso del edificio Space. Alcaldía de Medellín.

https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PI

andeDesarrollo_0_15/Noticias/Shared%20Content/Documentos/2014/Uniandes_Informe-Final-Fase3-SPACE-Resumen.pdf

Universidad Industrial de Santander (2008), *Manual de supervisión e Interventoría*. [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander] Repositorio institucional Universidad Industrial de Santander.
<https://www.uis.edu.co/intranet/calidad/documentos/contratacion/Manuales/MCO.01.pdf>

Valencia, G. Millan, J. Sanchez, A. Caballero, C. Riveros, H. Ricardo, J. Segovia, R. Velez, L. (2021). El caso Reficar. <https://img.lalr.co/cms/2021/04/26144245/La-Verdad-Caso-Reficar.pdf>

Vallejo, F. (2007). Responsabilidad profesional en construcción de obras. *Derecho del estado*. (20), 97-119.

Vidal Tovar, C., Fuentes Sallago, J., Molina Pineda, G., & Angulo Blanquicett, G. (2018). La interventoría como estrategia gerencial de la ejecución de proyectos en el sector público en Colombia. *Revista Espacios*, 23-35.

Yamin, L. E. Correal, J. F. Reyes, J. C. Ramírez, F. Rin, R. Hurtado, A. L. Dorado, J. F. (2018). Colapso repentino del espacio de 27 pisos Edificio en Medellín, Colombia. studocu. <https://www.studocu.com/co/document/universidad-cooperativa-de-colombia/dinamica-estructural/edificio-space-articulo/25486281>