

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

Deisy Yolanda Chávez Ramírez

Lelis Cañón Cifuentes

José Albeiro Rodríguez Casa

Danna Elizabeth Suárez Beltrán

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Cundinamarca

Sede Zipaquirá (Cundinamarca)

Programa Ingeniería Civil

Mayo de 2022

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

Deisy Yolanda Chávez Ramírez

Lelis Cañón Cifuentes

José Albeiro Rodríguez Casa

Danna Elizabeth Suárez Beltrán

Monografía presentada 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

Mayo de 2022

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestros padres quienes nos apoyaron para llegar hasta esta instancia de nuestros estudios.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los docentes que estuvieron presentes en nuestro proceso de formación desde que iniciamos nuestra carrera, especialmente a nuestro asesor, Ing. Néstor perico, también, a nuestras familias que nos apoyaron y a nuestros compañeros por ser parte de este aprendizaje.

Contenido

UNAS FALLAS QUE OCASIONARON EL COLAPSO DEL SPACE Y LA AUSENCIA DE INTERVENTORÍA.	1
INTRODUCCIÓN	1
Mención de casos donde estuvo ausente o no se ejerció de manera adecuada la interventoría en las diferentes etapas del proyecto.	2
Caso Reficar.	2
Puente Chirajara	4
Caso Hidroitungo	6
MARCO TEÓRICO	8
Aproximación al concepto de interventoría.	8
Etapas de la interventoría y definición de interventor	9
Tipos de interventoría. <i>Interventoría de proyectos</i>	9
<i>Interventoría de construcción</i>	10
Leyes referentes a la interventoría en Colombia.	10
OBJETIVOS	12
Objetivo general	12
Objetivos específicos	12
PROBLEMA	12
Metodología	13
Desarrollo y discusión	14
Aprobación de planos, diseños y memorias de cálculo.	15
Grietas y fisuras En losas N°4 y N°5.	16
Falla de la columna S3.	18
Falla estructural en la cimentación	20
Conclusiones	24
Glosario	25
Referencias.	26

Lista de Figuras

Figura 1	Colapsó el puente Chirajara.	6
Figura 2	Casa de máquinas de Hidroituango.	8
Figura 3	Vista en planta, edificio Space.	16
Figura 4	Vista en planta, del plano de losas	18
Figura 5	Relleno de mortero de nivelación en losas	19
Figura 6	Vista transversal del diseño de columnas	20
Figura 7	Registro de asentamientos en ejes críticos	21
Figura 8	Plano estructural de las pilas usadas en la torre 6 edificio Space.	22
Figura 9	Dimensiones de la pila R3	23
Figura 10	Localización del Caisson exploratorio y de las perforaciones S3 y S5.	24

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

RESUMEN

El campo de la ingeniería civil abarca diversas áreas de trabajo como diseño, construcción, interventoría y administración, entre otras. 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, 2008).

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 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).

Palabras clave: Interventoría, Edificio Space, ingeniería de detalle, estudios y diseños, curaduría, corrupción, sector privado.

ABSTRACT

The field of civil engineering covers various areas of work such as design, construction, auditing and administration, among others. In mentioning these, it is important to have the knowledge in work auditing which aims to monitor and comply with the work contract, in technical, administrative, financial, accounting, environmental and legal issues of public or private works, formed by natural or legal persons. (Universidad industrial de Santander, 2008).

The supervision of civil works is vital for the control of the resources assigned to a civil works project, in terms of quality of materials and inspection of equipment. It is essential to verify that the companies are legally constituted and that they have the technical specifications for the management of the work. The auditor must also be familiar with the preliminary studies. The preliminary study is the document that sets forth the need to be met, the technical specifications to be met by the contracted entity, the technical and economic justification of the estimated value of the contract, the conditions of the contract to be entered into (object, purpose, scope and duration of the contract, etc.), and the technical and economic justification of the contract, conditions of the contract to be entered into (object, term and place of performance), risk analysis during performance and the risks to be covered by the contractor.

It is worth noting that, although it would be appropriate for a project to have the controlling entity involved in the process from the beginning, this often does not happen, and in some cases the failures of the controlling entity are due to lack of knowledge of documents or procedures carried out in previous stages, or even more serious, the work

never has the participation of the controlling entity, in which case the contractor would be the judge, which would give rise to inconsistencies if he does not have the required technical knowledge (Chamorro et al., 2022).

Key words: supervision, Space Building, detailed engineering, studies and designs, curatorship, corruption, private sector.

INTRODUCCIÓN

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.

En la presente monografía se estudia 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).

El análisis ayuda a ver que en unos casos los ingenieros centran su atención en los aspectos meramente técnicos y en otros se desvían de sus propósitos por privilegiar las utilidades económicas. Al respecto, Vera-Guarnizo et al., (2020a), Vera-Guarnizo et al., (2020b), Perico-Granados, Tuay-Sigua et al., (2022) y Perico-Granados, Garza-Puentes et al., (2022) plantean que los profesionales de la ingeniería que fungen como docentes tienen el deber de desarrollar competencias para un desarrollo técnico y sostenible y paralelamente promover un desarrollo social, que incluye a las poblaciones vulnerables y migrantes.

Mención de casos donde estuvo ausente o no se ejerció de manera adecuada la interventoría en las diferentes etapas del proyecto.

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, 2021). 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. Es importante porque 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, 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, 2021). 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. 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. Son errores que se presentan por los contratos llave en mano.

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 técnica 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). Es un error permitir el inicio de una

obra sin que la interventoría actúe paralelamente, dado que se pueden presentar inconvenientes por ese motivo.

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. Lamentablemente con este procedimiento se cometen errores que luego a veces terminan con consecuencia trágicas.

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). Para la fiscalía general de la Nación (2018a) dadas las circunstancias que se presentaron fue necesario de manera inmediata abrir un proceso de investigación penal para establecer las causas del siniestro.

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). Igualmente, de acuerdo con la Fiscalía general de la Nación (2019) las investigaciones se centraron en los posibles errores cometidos en los diseños y en los que se llevaron a cabo en la construcción.

Se hicieron contratos con expertos nacionales y otros extranjeros para establecer las verdaderas causas del colapso de la torre B del puente, a partir de la controversia que se presentó en las inculpaciones entre el diseñador y Coviandes que la fue la firma constructora (Fiscalía general de la Nación, 2018b). 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).

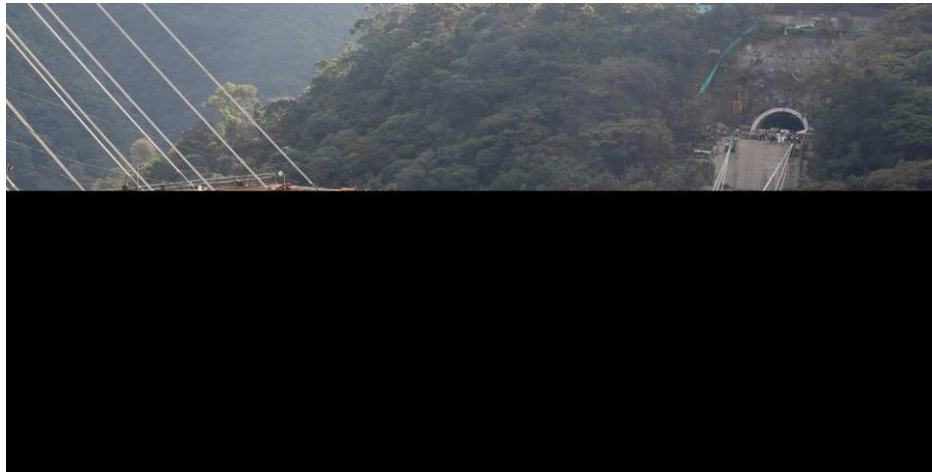


Figura 1. Colapsó el puente Chirajara.

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 objetados 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 y Awal, 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. Esta situación, según expertos tendría un gran riesgo, por las condiciones del terreno, aunque no se tenían estudios detallados de los sitios por los iban a pasar los nuevos túneles. Entonces, se decidió incrementar el proceso de construcción para recuperar el tiempo en otra etapa constructiva de la presa (Betancur et al., 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. (Contraloría General de la República, 2018)

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. De la misma manera, 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 Constitución Política de Colombia, las leyes, los códigos, normativa y las condiciones a las cuales esté sujeto al contrato y verificar el cumplimiento de los requisitos que se contrataron. Sin embargo, es mucho más importante que el interventor revise los proyectos desde las primeras etapas, como lo son de estudios previos al proyecto y diseños, para garantizar que se cumplan todas las disposiciones legales. De esta manera se puede garantizar una buena calidad de los procesos. No obstante, el interventor debe garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes en todo el proceso de construcción e informar irregularidades presentes dentro de los acuerdos o especificación de los proyectos, salvaguardando la vida humana y el bien ajeno. Así como deben ser diferentes quienes diseñan a quienes construyen una obra, también deben ser diferentes los interventores de los diseños y los interventores de la construcción.

MARCO TEÓRICO

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, 2010). 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, estudios, diseños, 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).

Para García-Puentes et al., (2019), García-Puentes y Aristizábal, (2020), Perico-Granados, et al., (2020), Avella-Forero et al., (2021) y Perico-Granados, Tovar-Torres et al., (2021) los proyectos son propicios para construir conocimiento en las universidades, con alta formación en competencias humanas y profesionales. Son los sitios apropiados para formar en valores en los procesos prácticos. En los proyectos es esencial aplicar todas las normas, pero es clave que el diseñador tenga presente la interacción del suelo con la cimentación que se diseña, como en los casos que se ocupa de este estudio (Monroy-Gutiérrez et al., 2014).

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 del cambio climático se necesitan, de acuerdo con Pérez-Rodríguez (2020), Perico-Granados, Arévalo-Algarra et al., (2021), Perico-Granados, Tovar-Torres, et al., (2022), la formación en competencias para que los ingenieros construyan obras con sostenibilidad ambiental, como un esfuerzo para que exista un mundo sustentable. Esta es la labor de los constructores y de los interventores de forma conjunta a partir del calentamiento global.

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). Sin embargo, se requieren más estudios e investigaciones que impulsen una mejor normatividad, una mayor educación y estructuración en principios y en valores, desde la universidad, para que las labores de los interventores se desarrollen de forma apropiada.

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 quién 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. Este aspecto 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.

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.

PROBLEMA

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 edificación.

Los daños en la estructura se vieron reflejados desde sus inicios, de acuerdo al informe de la 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. Este procedimiento incrementó el peso a la estructura y 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 se generó problemas económicos a aquellas familias quienes habían adquirido los apartamentos. Según Romero, (2019) luego de que 200 personas quedaron sin vivienda, 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 (Vallejo, 2017). Según Vallejo (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.

Metodología

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. Re revisó 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.

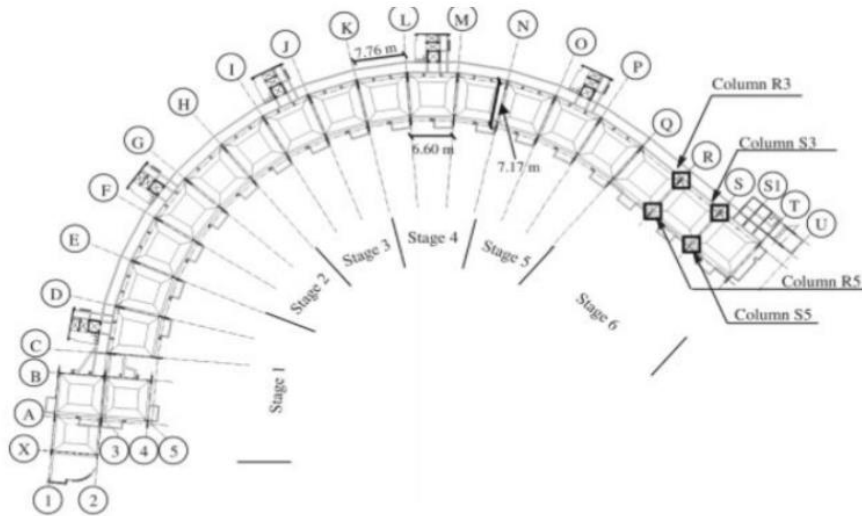
Se definió la importancia de la interventoría en obras civiles: Con base en la consulta de la normativa colombiana se rescatan las diferentes definiciones de interventor e interventoría, ente que se encuentra presente tanto en el sector público como privado, haciendo notar la importancia de su buena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

Desarrollo y discusión

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. No se entiende el complemento de concreto ciclópeo en una estructura que debe

tener tanta exigencia y dado que no existía interventoría no hubo quien revisara este procedimiento.



*Figura 4. 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 las normas sismo resistente colombiana en los diseños propuestos por Jorge de Jesús Aristizábal (Coral et al, 2019).

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 evidenció 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 (Uniandes,2014)

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 investigados no aparece la interventoría, que aparentemente no existió, ni tampoco las acciones de seguimiento de la curaduría ni de planeación municipal. De ninguna entidad aparecen propuestas de corrección o control y seguimiento.

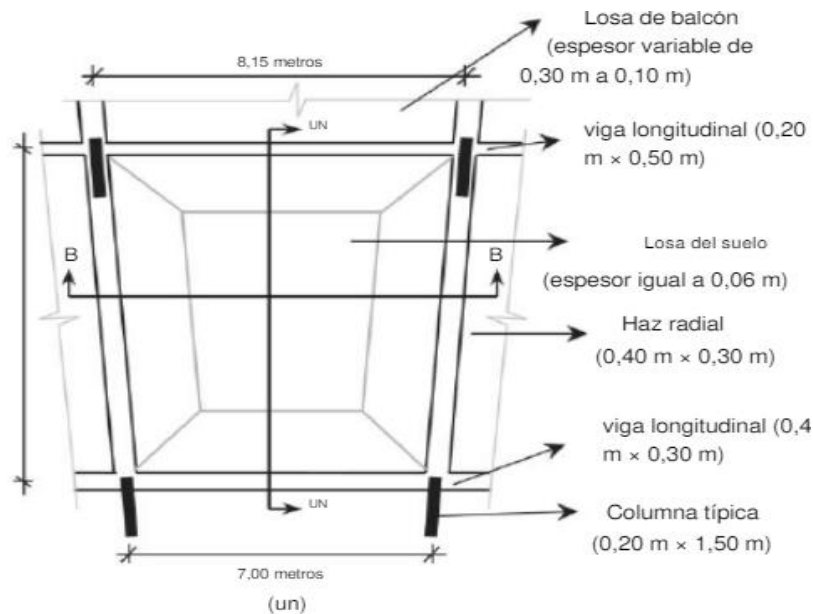


Figura 5. Vista en planta, del plano de losas

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.

Se reitera que 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 hiciera cumplir las normas especialmente las 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).

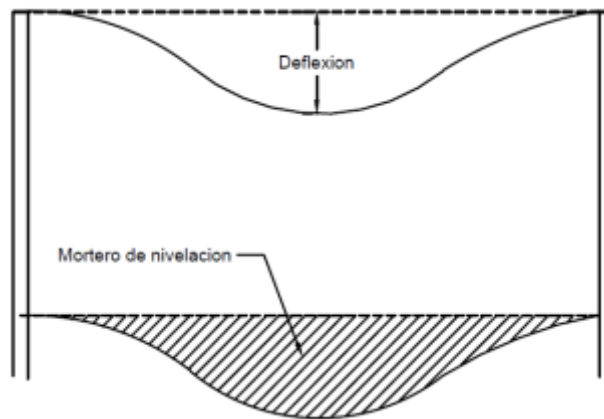


Figura 6. Relleno de mortero de nivelación en losas

Tomado de (Benítez, 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. Estos elementos produjeron 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) las 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. (Uniandes,2014)



Figura 7. Fallo de columnas

Tomada de: (Uniades,2014)

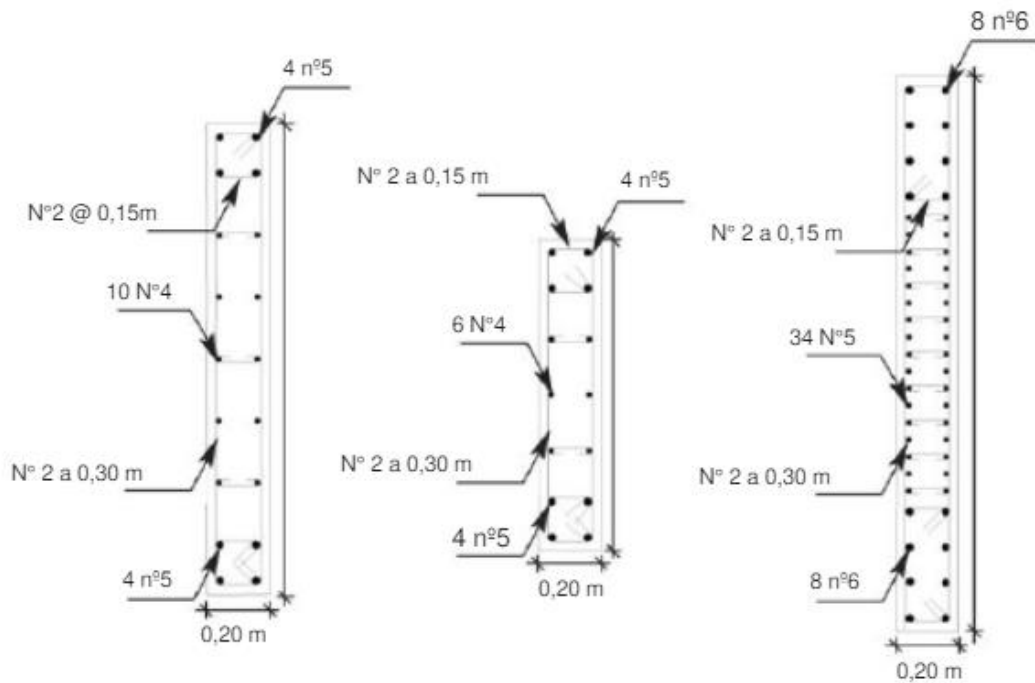


Figura 7. Vista transversal del diseño de columnas

Tomada de: (Yamin et al, 2018).

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. 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. Al respecto, 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. Se evidencia que los detalles definidos para el diseño de las columnas no cumplieron con la norma sismo resistente, acción que se hubiera evitado si el dueño del proyecto hubiera contemplado la contratación de la interventoría en este caso específicamente para la revisión y/o aprobación de planos y diseños y otra interventoría para la construcción.

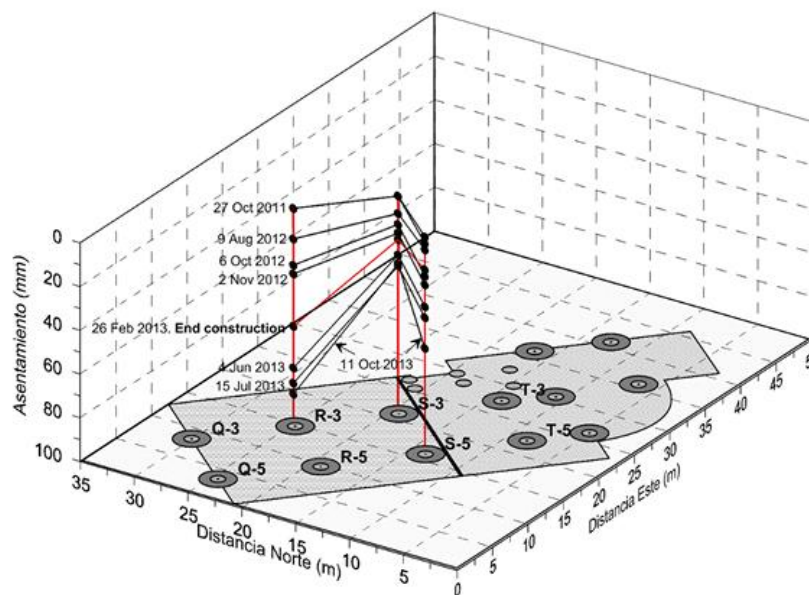


Figura 8. Registro de asentamientos en ejes críticos.

Tomado de la Universidad de los Andes (2014).

Falla estructural en la cimentación

El estudio de suelos y fundaciones realizado por Vieco Queiroz (2015) como se cita en (Arango et al, 2016) manifestó que el sector de estudio corresponde a suelos residuales muy maduros y preconsolidados superficialmente a suelos residuales saprolitos, reportando el nivel freático a profundidades entre los 10m y 12m bajo el terreno natural. Vieco recomienda para la cimentación pilas de longitud variable entre 15 m y 18 m bajo el nivel de excavación tomando como referencia la cota de 1706.5 msnm, definiendo una base campana en las pilas con diámetro de 3m. Debe garantizar que la base quedara en contacto con el estrato 3 del suelo correspondiente a arenas y limos de roca parcialmente meteorizada. Para el rango de cargas entre 350 ton y 1000 ton se calcularon asentamientos teóricos variables entre 2.5 cm y 4.5 cm siendo admisibles según la NSR-10 (Vieco, 2015 como se cita en Arango et al, 2016).

Desde el punto de vista estructural la cimentación se unía a la superestructura del edificio como se muestra en la figura 9. Aquí se observa que el diámetro de la pila es menor que mayor dimensión de la columna, esto afecta la capacidad por flexión que pueda tener la columna a la hora de que un sismo ejerza fuerzas horizontales en la edificación. El plano del detalle de refuerzo de las pilas se puede observar en la figura 9, tuvo 11 barras longitudinales N°6 extendidas 4m en profundidad, estribos N°3 espaciados cada 300 mm, vaciado en concreto hasta los 4m, y posterior con concreto ciclópeo (Benitez,2021). La Norma Sismo Resistente, (2010) contempla pilotes de concreto, madera y metálicos, pero no hace referencia a pilotes en concreto ciclópeo. Precisando especial atención a los pilotes en concreto reforzado puntualizando los traslapos en el acero longitudinal. También indica que el estudio geotécnico debe definir si requiere perforación previa para facilitar la hincada o minimizar el desplazamiento de suelos blandos.

Para pilas con ampliación de base campana la Norma Sismo Resistente, (2010) indica que “la perforación de la misma se debe hacer verticalmente los primeros 20 centímetros para después formar con la horizontal un ángulo no menor a 60 centímetros, el peralte de la campana en el fondo será de por lo menos 20 cm o lo indicado en los planos estructurales” (Norma Sismo Resistente,2010). En general no recomienda construir campanas bajo aguas o lodos, a menos que se garantice que el concreto colocado en esta zona donde se desarrolla la capacidad de carga, ofrezca la durabilidad y sanidad requerida para el desempeño estructural durante su vida útil, todo esto justificado mediante pruebas de integridad (Norma Sismo Resistente,2010).

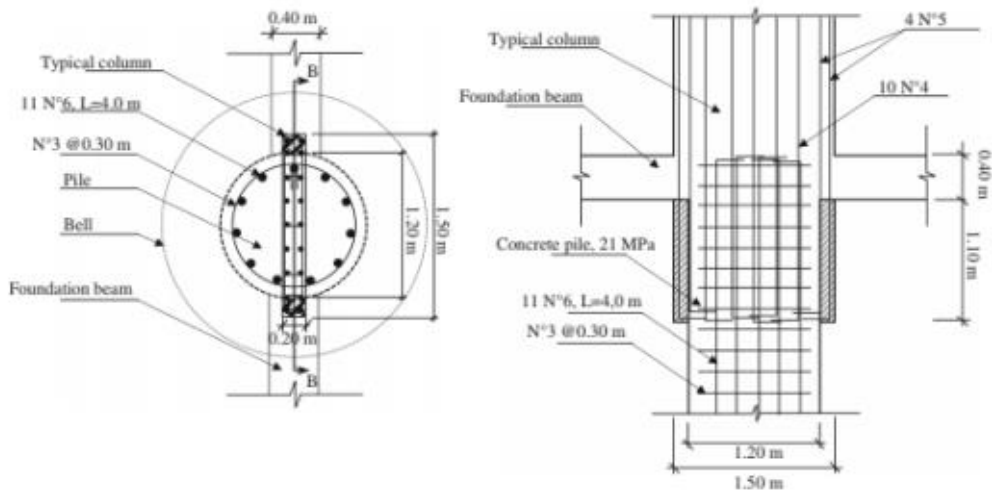


Figura 9. Plano estructural de las pilas usadas en la torre 6 edificio Space.

Tomado de: (Yamin et al, 2018).

En un documento enviado por Vieco ingeniería de suelos el 23 de agosto de 2013, a la entonces directora de obra del Space, Vieco afirma que la base de la pila R3 fue construida con un diámetro inferior al indicado por el diseño estructural, también advierte que no se consultó al ingeniero de suelos las consecuencias de vaciar esta pila en una superficie con características diferentes a las propuestas en los estudios geotécnicos. También asegura que la base fue construida con un diámetro de 2m cuando el diseño estructural exige 3m. Información confirmada con el diseño estructural establecido por Jorge Aristizábal (Ortiz, 2013).

En el documento Vieco sugiere una profundidad de 21 m para la pila R3, que en su construcción sólo alcanzó 16.3m, como se puede observar en la figura 6, encontrándose dentro del rango indicado inicialmente. Vieco indicó que estos 21 m equivalen a la profundidad sugerida por su empresa si la constructora hubiera consultado su opinión ante la presencia de agua y suelos arenosos e inestables hallados durante la excavación (Ortiz, 2013).

María Cecilia Posada directora de obra reconoce que no hubo comunicación con el ingeniero de suelos para analizar las condiciones del terreno, indicando que en la pila R3 tenían problemas normales que se presentan en un proyecto y como constructor se tomó la decisión de vaciarla, basados en que se encontraba entre el rango que permite el estudio de suelos. Una situación diferente se presentó para la construcción de las pilas vecinas a la R3

donde el constructor si consultó a Vieco, este es el caso de la pila S3 donde se excavó hasta una profundidad de 25m, debido a que no se encontraron condiciones de suelo óptimas (Ortiz, 2013).

Uniandes, (2014) expuso las causas de los grandes asentamientos y para hacer la inspección se elaboró un cajón de cimentación exploratorio al lado de la pila R3 y hallaron que esta pila no contó con la profundidad de diseño ni tuvo el ensanchamiento Pie de campana en su punta como se indicó anteriormente como se evidencia en la siguiente tabla.

GEOMETRIA PILAS DE CIMENTACION		
Identificacion Pilar	Logitud Fuste (m)	Diametro en la Base (m)
R3	17.4	1.2

Figura 10. Dimensiones de la pila R3.
Tomada de: 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.

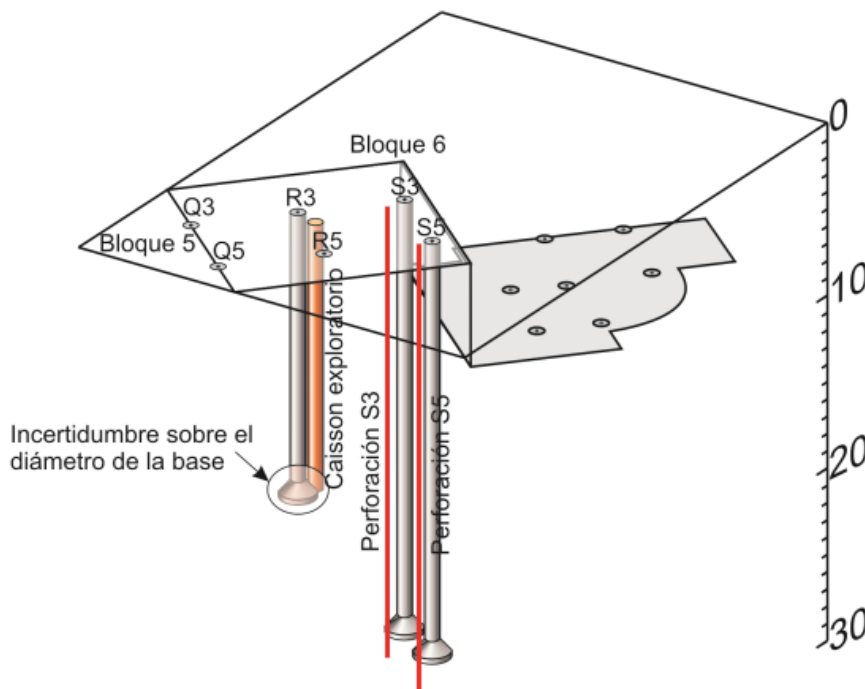


Figura 11. Localización del Caisson exploratorio y de las perforaciones S3 y S5.

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. Entonces, es evidente que en el proceso se cometieron errores en los diseños y en la construcción de la edificación, realmente graves. Si hubiera existido una interventoría para verificar los diseños en el cumplimiento de las normas sismorresistentes y otra para la construcción probablemente no colapsaría la edificación, no se hubieran demolido las otras cinco torres, no habrían existido las pérdidas humanas y tampoco las económicas.

CONCLUSIONES

Dentro de las conclusiones expuestas se encuentra que el excesivo asentamiento presentado en la pila R3 en conjunto con el presentado en el pilar S5 género 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.

Las pilas de cimentación se diseñaron con un diámetro menor a la dimensión de la columna que iba a estar apoyada sobre estas, las columnas estaban diseñadas con flejes número 2 y un espaciamiento de 15 cm entre flejes, incumpliendo completamente la NSR-10 y causando una vulnerabilidad en la estructura. Entonces, existieron errores de diseño y de construcción y faltó interventoría para hacer cumplir las normas en todo el proceso.

GLOSARIO

Edilicia: El término edilicia y su masculino edilicio son empleados en nuestro idioma a la hora de tener que referirse a todo aquello propio o vinculado a los edificios y también a la construcción de los mismos.

Persona jurídica: es una organización o institución formada por varias personas físicas y que posee personalidad jurídica, es decir, tiene capacidad independiente de la de sus miembros para ser titular de obligaciones y derechos.

Persona natural: es todo ser humano o individuo que hace u obtiene la capacidad legal en la sociedad sin importar edad, sexo o religión, susceptible de tener derechos y deberes jurídicos, así como de figurar como término subjetivo en una relación jurídica.

Oferente: calidad que adquiere quien ha presentado oferta o propuesta en un proceso de licitación o concurso adelantado por la administración.

Contratación pública: es aquella que se da cuando las entidades públicas contratan personas jurídicas o naturales del sector público o privado para cumplir con algunas de sus obligaciones.

Contrato de consultoría: Son contratos de consultoría los que celebran las entidades estatales referidos a los estudios necesarios para la ejecución de proyectos de inversión, estudios de diagnóstico, prefactibilidad o factibilidad para programas o proyectos específicos, así como a las asesorías técnicas de coordinación, control y supervisión.

Contratista: es la persona natural o jurídica que se obliga mediante contrato para ejecutar una obra a cambio de un precio pactado en un tiempo determinado.

REFERENCIAS

- Andrés Camilo Jiménez. (2019) Hidroituango un fracaso desde la gestión. (Proyecto de grado, Universidad de los Andes, facultad de ingeniería. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/45020/u830392.pdf?sequence=1
- 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_rep_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
- 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
- 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>
- Benítez Álvarez, 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, Vélez Caballero O.J, Rincón Rodríguez J.J, Gómez Rueda M.S, Rincón Martínez W. (2021). *Fallos en gerencia de proyectos*. [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional Universidad Pontificia 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., Pérez, 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.
- Congreso de la República. (1993). 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>
- Congreso de la República (2016). 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>
- 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>

Contraloría General de la República, (2018). Gestión de las autoridades ambientales en el proceso de licenciamiento proyecto hidroeléctrico Ituango Masd-ANLA. Corantioquia-Corpouraba, con corte a mayo del 2018. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.contraloria.gov.co/documents/20125/317855/Informe+Auditoria+ITUANGO.pdf

Contraloría General de la República, (2020). Informe de auditoría de cumplimiento-concesión Villavicencio Yopal, Concesión Transversal del Sisga, convenio administrativo 1113 de 2016, Puente atirantado Chirajara. <https://www.contraloria.gov.co/documents/20125/318260/034+Informe+Auditoria+Cumplimiento+ANLA+Via+al+Llano+a+julio+2019+ls.pdf>

Coral Collazos, J. D., Camacho Pérez, C. E., & Torres R., B. A. (2019). Caso edificio Space. *Tekhnê*, 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>

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-contradirectivos-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.
<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&tIng=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>
- Gómez 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 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.funcionpublichcroituangoa.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=336>
- Torres, M.A. Caballero, H., Awad, G.(2014) Hidroeléctricas y desarrollo local ¿mito a realidad? Caso de estudio Hidroituango. <https://revistas.unal.edu.co>
- 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>
- Monroy Gutiérrez, 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>
- Ortiz, J.D. (2013,19 de diciembre). Dos inconsistencias de CDO en la construcción de edificio Space. *Periódico el Colombiano*.
https://www.elcolombiano.com/historico/dos_inconsistencias_de_cdo_en_la_construccion_del_edificio_space-MAEC_274877
- 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%3b%3n%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://doi.org/10.14483/22487638.15248](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.

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>

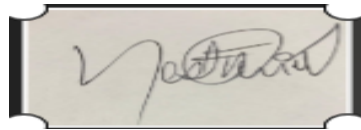
Procuraduría General de la Nación (2010). Recomendaciones para la elaboración de estudios previos. Procuraduría.

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

- Ramos Rugel, M. (2002). *Análisis técnico y económico de losas entre piso*. [Trabajo de grado, Universidad de Piura]. Repositorio institucional PIRHUA.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1423/ICI_087.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- 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_Restrepolsaza_2017.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Rodríguez, 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 Henao 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 Bolívar, L.M. (2016). *Corrupción en Colombia caso la refinera 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>
- Semana. (2018, 01 de enero). ¡No más Chirajaras! Estos son los errores que no hay que repetir. Revista Semana. <https://www.semana.com/edicion-impresa/pais/articulo/problemas-con-la-estructuracion-de-proyectos-de-infraestructura/254810/>

- 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/>
- 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/PlandeDesarrollo_0_15/Noticias/Shared%20Content/Documentos/2014/Uniandes_Infoirme-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. Millán, J. Sánchez, A. Caballero, C. Riveros, H. Ricardo, J. Segovia, R. Vélez, 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.
- 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.
- 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>



Asesor.

Ingeniero Néstor Rafael Perico Granados