

## **Análisis cualitativo de riesgos técnicos en la construcción de viviendas rurales en lugares aislados de las cabeceras municipales**

Qualitative analysis of technical risks in the construction of rural houses in places isolated from the municipal capitals

MSc. Pedro Nel Angarita-Uscategui<sup>1</sup>, MSc. Leandro Ovallos-Manosalva<sup>2</sup>, MSc Milton Mena- Serna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Grupo de investigación GIGMA, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7260-9523>, Email: [pnangarita@ufpso.edu.co](mailto:pnangarita@ufpso.edu.co)

<sup>2</sup>Grupo de investigación GIGMA, Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Colombia, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1034-0637>, Email: [lovallosm@ufpso.edu.co](mailto:lovallosm@ufpso.edu.co)

<sup>3</sup>Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7377-2787>, Email: [mpenas@udistrital.edu.co](mailto:mpenas@udistrital.edu.co)

Cómo citar: P. N. Angarita-Uscategui, L. Ovallos-Manosalva y M. Mena-Serna, "Análisis cualitativo de riesgos técnicos en la construcción de viviendas rurales en lugares aislados de las cabeceras municipales", *Revista Ingenio*, vol. 21, n°1, pp. 54-59, 2024, doi: <https://doi.org/10.22463/2011642X.4052>

Fecha de recibido: 18 de abril de 2023

Fecha aprobación: 27 de septiembre de 2023

### **RESUMEN**

#### **Palabras claves:**

Impacto, probabilidad, riesgo, severidad.

Esta investigación contempló el análisis de los riesgos técnicos en proyectos de viviendas rurales desarrollados por 25 empresas constructoras de la región de Ocaña y zonas aledañas en sitios fuera del casco urbano, se aplicó la metodología del PMI (Project Management Institute) a través de su guía de fundamentos PMBOK el cual propone un estándar para la gestión de riesgos que contempla: identificar, analizar, planificar respuesta y monitorear los riesgos; dentro de los procesos mencionados se identificaron seis categorías de riesgo en las etapas que integran los procesos de planeación y ejecución de este tipo de proyectos; los riesgos de mayor severidad corresponden a: complejidad del proyecto, malos procesos en la gestión de la línea base, aumento de los costos en los recursos empleados. En general los riesgos se deben en gran parte a la carencia de información en cuanto al nivel de definición del proyecto por lo cual se propuso un plan de acciones que ayuden a disminuir su ocurrencia.

### **ABSTRACT**

#### **Keywords:**

Impact, probability, risk, severity.

This research contemplated the analysis of technical risks in rural housing projects developed by 25 construction companies in the region in sites outside the urban area, the PMI (Project Management Institute) methodology was applied through its PMBOK fundamentals guide, which proposes a standard for risk management which contemplates: identifying, analyzing, planning a response and monitoring risks; Within the aforementioned processes, 6 risk categories were identified in the processes that make up the planning and execution processes of this type of project; The most serious risks in this type of project correspond to: project complexity, bad processes in the management of the baseline, increased costs in the resources used, due in large part to the lack of information regarding the level of definition. of the project, an action plan was proposed to help reduce its occurrence in this type of project.

## **1. Introducción**

De acuerdo con la política de vivienda rural a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, en Colombia, 2,3 millones de hogares rurales se encuentran en déficit de vivienda [1]; el cual es cercano al 100%, en varios departamentos del país; seis de cada diez campesinos no cuentan con ella y las condiciones logísticas de acceso son más complejas, por lo que, la vivienda rural se vuelve en un gran desafío para el estado colombiano. A esto se suma que muchas de las empresas de construcción en el desarrollo de proyectos de vivienda de interés social en sitios remotos, en especial áreas rurales, enfrentan muchos riesgos en los diferentes procesos que integran este tipo de proyectos; en los que se cuentan: legales, administrativos, constructivos,

comerciales, operativos, financieros [2], regulatorios, fuerza mayor asegurable, fuerza mayor no asegurable, estudios, diseños, ambientales y técnicos; este último es uno de los más predominantes en las empresas que desarrollan los proyectos.

Existen metodologías creadas por instituciones a nivel internacional y nacional que aseguran la gestión de las mismas, entre las que se cuenta: PMI (Project Management Institute) [3], IRM (Intitute of Risk Management) [4], PRINCE (PROjects IN Controlled Environments) [5], Norma ISO 31000 [6], MGA (Metodología General Ajustada) [7]; que generan procesos y procedimientos para su identificación, análisis y tratamiento. Esta investigación contempló el

#### **Autor para correspondencia**

Correo electrónico: [pnangarita@ufpso.edu.co](mailto:pnangarita@ufpso.edu.co) (Pedro Nel Angarita Uscategui)

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña  
Artículo bajo la licencia CC BY-NC (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/deed.es>)



análisis cualitativo de los riesgos técnicos en proyectos de viviendas rurales; dicho análisis prioriza los riesgos para el desarrollo de acciones posteriores, evaluando y combinando la probabilidad de ocurrencia y el impacto en este tipo de proyectos.

Los resultados de la investigación muestran la identificación, análisis y planificación de respuesta de los riesgos técnicos de los proyectos abordados; se analizaron 25 empresas constructoras de la región que desarrollan proyectos de esta categoría o tienen relación con estas obras, y se evidenció que los riesgos se presentan mayormente en los procesos de planeación y ejecución; en el proceso de planeación se identificaron cuatro categorías las cuales corresponden a: complejidad, documentación incompleta, modificación en los diseños y malos procesos de la gestión, mientras que en el proceso de ejecución se identificaron 6 categorías de riesgos los cuales corresponden a: calidad del trabajo, grupos al margen de la ley, aumentos de los costos en los recursos empleados, mayores cantidades de obra, condiciones técnicas distintas a las especificaciones técnicas y problemas en la calidad de los materiales; esta información fue recopilada a través de la EDR (Estructura de Desglose de Riesgos) para el análisis de datos, categorización, evaluación y tratamiento de los mismos.

Las conclusiones del estudio mostraron en el análisis evaluativo de los riesgos, que en los procesos de planeación los riesgos con mayor severidad correspondían a la complejidad de los proyectos y a los malos procesos en la gestión de la línea base, esto como consecuencia de la geografía donde se desarrollaban y la poca información en cuanto a la gestión del alcance del mismo, el cual corresponde al nivel de detalle para planificar el proyecto, impactando de manera negativa en la línea base del mismo [8]. En la etapa de ejecución, el riesgo que tenía mayor severidad de acuerdo con el estudio, corresponde al aumento de los costos de los recursos empleados debido al impacto negativo de la mala elaboración de línea base.

## 2. Materiales y métodos

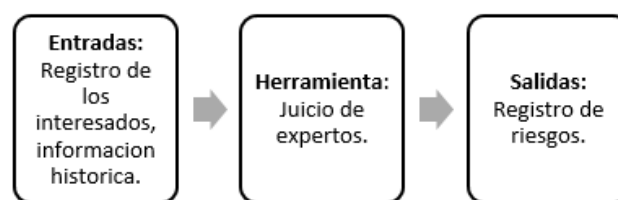
La metodología empleada en esta investigación corresponde a la del PMI a través de la guía de fundamentos para la dirección de proyectos PMBOK, el cual propone un estándar para la planificación de la gestión de riesgos [9]; los procesos identificados se especifican en la figura 1.



**Figura 1.** Procesos aplicados mediante el estándar de gestión de riesgos a través del PMBOK

### 2.1 Identificación de riesgos

La etapa de identificación de riesgos se desarrolla a través de la recopilación de información con fuentes primarias mediante encuestas, entrevistas y reuniones en la que se contó con 25 empresas constructoras de la región, dichas empresas desarrollan proyectos edificatorios en los que se cuentan: viviendas unifamiliares, bifamiliares y multifamiliares en diferentes sitios de la región; dentro de estos proyectos se encuentran las edificaciones ejecutadas fuera del casco urbano, otras fuentes consultadas corresponden a fuentes secundarias en las que se cuentan: artículos, ponencias, entre otros. Los procedimientos utilizados en esta etapa se describen en la figura 2.

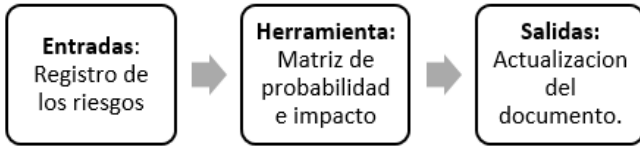


**Figura 2.** Procedimientos aplicados a la identificación de riesgos en las empresas de estudio

Con las entrevistas realizadas a profundidad a profesionales expertos en esta área y que tuvieron una experiencia en este tipo de proyectos, se pudo desarrollar un registro de riesgos; dicha información se compiló en la EDR (Estructura de Desglose de Riesgos) [10]. En esta estructura se realiza una categorización por capítulos y subcapítulos de los riesgos identificados.

### 2.2 Análisis cualitativo de los riesgos

El análisis cualitativo corresponde a la etapa de estudio de los riesgos identificados para ser priorizados, esta etapa contempla unos procedimientos los cuales se describen en la figura 3.

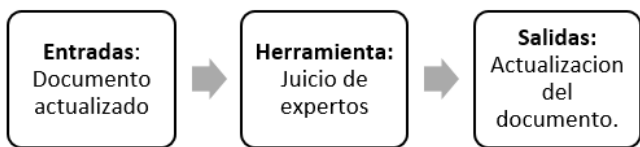


**Figura 3.** Procedimientos aplicados en el análisis cualitativo de los riesgos identificados en las empresas de estudio

De acuerdo con la figura anterior luego de obtener el registro de riesgos, se realiza un análisis de los riesgos identificados y posteriormente se desarrollan otros análisis o acciones posteriores, donde el propósito fundamental fue analizar los datos recopilados mediante la evaluación; esto con el fin de ser categorizados posteriormente [11]. Luego se le asigna una cuantificación numérica, para tomar decisiones en dicho análisis, se evalúa y combinan la probabilidad de ocurrencia y el impacto de los riesgos presentes para obtener una categorización de los mismos; se evalúan en la matriz de probabilidad e impacto para actualizar el documento de salida de riesgos analizados.

### 2.3 Planificar la respuesta a los riesgos

En esta etapa se desarrollaron las acciones de respuesta a los riesgos priorizados, aquí se acuerdan acciones para tratar el riesgo, las cuales corresponden de acuerdo al PMBOK a: escalar, transferir, mitigar, evitar o aceptar los riesgos evaluados [12]. Los procedimientos empleados para el desarrollo de esta etapa se describen en la figura 4.

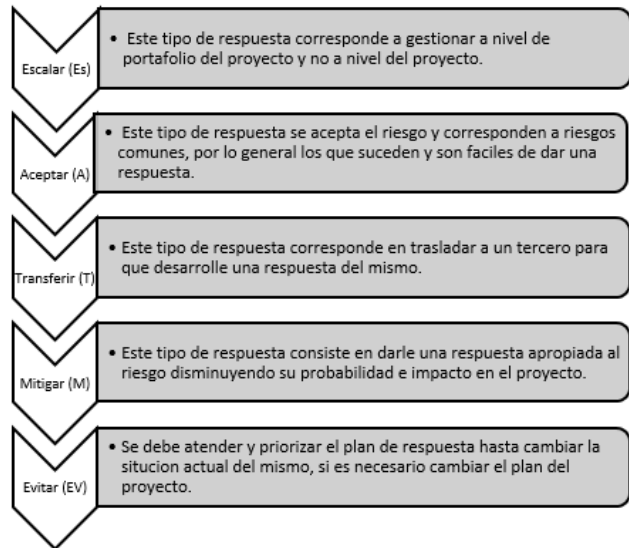


**Figura 4.** Procedimientos aplicados en la planificación de respuesta de los riesgos registrados en las empresas de estudio

Conforme a estos procedimientos el documento se renueva la información para desarrollar acciones concretas y enfrentar los riesgos presentes en el proyecto; se deben actualizar a medida que se realiza seguimiento y control a los mismos.

### 2.4 Plan de acciones de los riesgos

Son las acciones que se deberán implementar por parte de las empresas constructoras, con el fin de disminuir los riesgos presentes en estos procesos; tanto de planificación como de ejecución en los proyectos que a futuro realicen estas empresas y otras [13]. Para tener una apreciación más certera de las acciones se da una breve descripción de los mismos en la figura 5, por lo tanto:



**Figura 5.** Plan de respuesta de los riesgos identificados en las empresas de estudio

## 3. Resultados y discusión

A continuación, se presentan los resultados y discusiones de acuerdo con los materiales y métodos propuestos, desarrollando los pasos indicados en la investigación:

### 3.1 Identificación de riesgos

Los riesgos identificados correspondientes a la etapa de planeación y ejecución en el desarrollo de los proyectos se pueden ver en la Tabla 1.

**Tabla 1.** EDR (Estructura de Desglose de Riesgos) para los riesgos identificados de mayor relevancia en proyectos rurales en sitios remotos.

EDR	Descripción
R.1	Riesgos técnicos en la construcción de viviendas rurales aislados de las cabeceras municipales
<i>R.1.1</i>	<i>Riesgos en el proceso de planificación</i>
R.1.1.1	Complejidad del proyecto
R.1.1.2	Documentación incompleta
R.1.1.3	Modificaciones en los diseños
R.1.1.4	Malos procesos en la gestión de la línea base
<i>R.1.2</i>	<i>Riesgos en el proceso de ejecución</i>
R.1.2.1	Calidad del trabajo defectuosa
R.1.2.2	Grupos al margen de la ley
R.1.2.3	Aumento de los costos en los recursos empleados
R.1.2.4	Mayores cantidades de obra
R.1.2.5	Condiciones técnicas distintas a las especificaciones técnicas.
R.1.2.6	Problemas de la calidad de los materiales

En la tabla anterior se presentan los riesgos identificados, los cuales corresponden a riesgos en el proceso de planificación y ejecución en este tipo de proyectos; estos corresponden a los de mayor probabilidad e impacto. En el primer proceso el cual se refiere a la planificación, se identificaron cuatro riesgos como los más relevantes y en el proceso de ejecución seis; se presentaron muchos riesgos más, que se agruparon en estos diez riesgos por su similitud y fuera más fácil los análisis posteriores.

### 3.2 Análisis cualitativo de los riesgos

Este proceso fue desarrollado a través de la matriz de probabilidad e impacto de los riesgos identificados [14], tomando el juicio de los expertos de las diferentes empresas a las que se les desarrollo el estudio; para ello se realizaron los procedimientos que se describen a continuación:

*3.2.1 Escalonamiento de la matriz de riesgo de acuerdo con el mapa de calor:* Para esta actividad se tomaron 3 categorías: alto, medio y bajo, con sus respectivos valores de acuerdo a la tabla 2.

**Tabla 2.** Valor escalar para evaluación de la matriz probabilidad por impacto

Escales	Valor del producto de la matriz probabilidad por impacto
Alto	6 - 9
Medio	3 - 5
Bajo	1 - 2

*3.2.2 Evaluación de la matriz de probabilidad e impacto de acuerdo al mapa de calor:* Se desarrolló el producto del impacto por la probabilidad de la matriz de acuerdo al mapa de calor de la tabla 2, esta se puede ver en la tabla 3.

**Tabla 3.** Análisis cualitativo de la matriz de probabilidad e impacto de acuerdo al mapa de calor de la tabla 2.

Análisis cualitativo				
Impacto	3	2	1	
	3	3	6	9
2	2	4	6	
1	1	2	3	
	1	2	3	
	Probabilidad			

De acuerdo a la tabla 3, se obtiene la calificación de riesgos que se muestra en la tabla 4.

**Tabla 4.** Ponderación de los riesgos de acuerdo a su probabilidad e impacto.

EDR	Probabilidad	Impacto	Severidad
R.1.1.1	3	3	9
R.1.1.2	1	2	2
R.1.1.3	2	2	4
R.1.1.4	3	2	6
R.1.2.1	2	1	2
R.1.2.2	3	1	3
R.1.2.3	3	2	6
R.1.2.4	3	1	3
R.1.2.5	1	1	1
R.1.2.6	1	1	1

A partir de la tabla 3 y considerando la ponderación de la tabla 4, se organizan los riesgos en la escala de valores, que se mostrados en la tabla 5.

**Tabla 5.** Escala de riesgos de acuerdo a la escala de valoración de la Tabla 2.

EDR	Escala
R.1.1.1	Alto
R.1.1.4	Alto
R.1.2.3	Alto
R.1.1.3	Medio
R.1.2.2	Medio
R.1.2.4	Medio
R.1.2.5	Bajo
R.1.2.6	Bajo
R.1.1.2	Bajo
R.1.2.1	Bajo

De acuerdo con la evaluación realizada por expertos en el desarrollo de este tipo de proyectos, se puede concluir que los riesgos altos corresponden a: complejidad del proyecto, malos procesos en la gestión de la línea base y aumento de los costos en los recursos empleados. Los riesgos medios hacen referencia a: Modificaciones en los diseños, grupos al margen de la ley y mayores cantidades de obra; y los riesgos bajos a: Condiciones técnicas distintas a las especificaciones técnicas, problemas de la calidad de los materiales, documentación incompleta, calidad del trabajo defectuosa.

### 3.3 Planificar la respuesta a los riesgos

Como resultado del análisis cualitativo [16], se desarrolla el plan para dar respuesta a los riesgos de mayor severidad en los proyectos rurales ejecutados en sitios remotos, de acuerdo con el juicio de expertos y tomando la siguiente nomenclatura para desarrollar el plan [15].

- Aceptar (A)
- Escalar (ES)

- Transferir (T)
- Mitigar (M)
- Evitar (EV)

Considerando las acciones anteriores, se desarrolla el plan descrito en la tabla 6 para las empresas constructoras que desarrollan los proyectos con las características especificadas para la investigación.

**Tabla 6.** Planificación de respuesta de los riesgos de mayor severidad en las empresas constructoras en los proyectos de vivienda en sitios rurales.

Categoría	EDR	A	ES	T	M	EV
Planeación	R.1.1.1				X	
Planeación	R.1.1.4			X		
Ejecución	R.1.2.3				X	
Planeación	R.1.1.3					X
Ejecución	R.1.2.2				X	
Ejecución	R.1.2.4				X	

De acuerdo con la tabla anterior, desarrollada por el juicio de expertos la mayoría de estos riesgos deben ser mitigados[18], es decir, se debe dar una respuesta apropiada para disminuir su probabilidad e impacto en estos proyectos. El riesgo (R.1.1.1) modificaciones en los diseños, es un riesgo que debe ser evitado por las empresas que desarrollan este tipo de proyectos a través de una buena planificación de los mismos, antes de la ejecución del proyecto.

### 3.4 Plan de acciones a los riesgos

Este ítem corresponde al plan de acción y recomendaciones de expertos que las empresas deben implementar para desarrollar los proyectos; esto se realiza de acuerdo con las causas identificadas en cada riesgo. Como se puede ver en la tabla 7 solo se asumieron las de riesgo alto para la investigación.

**Tabla 7.** Plan de acción de los riesgos de mayor severidad en las empresas constructoras en los proyectos de vivienda en sitios rurales.

Riesgo	Causa	Acción de mejora
R.1.1.1	Difícil zona de acceso al proyecto	Mejorar las condiciones viales de las zonas verdes a partir de la inversión pública.
	Condiciones contractuales diferentes a las contratadas	Mejorar los procesos de planeación en los proyectos de obra pública, con diseños más acorde a la realidad del proyecto y planificación adecuada de la línea base a través de estimaciones detalladas de los costos, rendimientos de obra en la zona, programaciones colaborativas, etc.
	Carencia de mano de obra calificada	Entrenamiento de la mano de obra no calificada de la zona donde se desarrollan estos proyectos, a través de instructores técnicos, ingenieros, etc.
	Falta de calidad en los procesos	Desarrollar planes de aseguramiento de calidad en estas viviendas acorde a las condiciones del proyecto.
	Carencia en la definición del	Tener más información a la mano en cuanto a nivel de definición del proyecto, claridad de

	proyecto, carencia de objetivo claro y una EDT deficiente.	planos, información del sitio de las obras, localidades, etc.
R.1.1.4	Baja estimación de costos en los ítems del proyecto.	Mejorar los estimados, ampliar un equipo de trabajo que desarrolle un trabajo colaborativo, implementar metodologías para estimar buenas prácticas en los costos como lo son los de la AACE.(Asociación Americana Para El Avance De Los Costos)
	Mala definición del cronograma.	Estimar duraciones a partir de estimaciones probabilísticas, mejorar la secuenciación de actividades usando técnicas como el PDM (Diagrama de precedencias) y trabajar con rendimientos más adecuados y que se adapten a los proyectos y no a supuestos.
R.1.2.3	Sobrecostos de las actividades en la ejecución	Que la empresa encargada del proyecto mantenga unos costos de contingencia para este tipo riesgo donde halla compromiso tanto la entidad ejecutante como el contratista.

De acuerdo con la anterior tabla se describen las acciones de mejora recomendadas por los expertos en el tratamiento de este tipo de proyectos[19]. Cabe recordar que son acciones que pueden ser mejoradas por las empresas en busca del éxito de estos proyectos.

## 4. Conclusiones

Con el desarrollo de la investigación se llegan a las siguientes conclusiones:

- Los riesgos de mayor severidad de los proyectos desarrollados por las distintas empresas constructoras, corresponden a: complejidad del proyecto, malos procesos en la gestión de la línea base, aumento de los costos en los recursos empleados y se debe en gran parte a la carencia de información en cuanto a nivel de definición del proyecto. La carencia de información para la planificación es evidente, pues un alto porcentaje de las empresas improvisan a la hora de realizar este tipo de proyectos, como se pudo constatar.
- Se debe aumentar el esfuerzo de trabajo en estos proyectos, lo cual requiere un mayor compromiso por parte del equipo que se integra para planificar el proyecto y mayor compromiso por parte de los ejecutantes que terminan delegando a mano de obra no calificada, reduciendo notablemente la calidad de los mismos.
- Es importante tener un presupuesto de contingencia por parte de las empresas contratantes que permitan solventar los costos de los riesgos en los proyectos de esta categoría.

## 5. Agradecimientos

Los autores dan los agradecimientos al grupo de investigación en Geotecnia, Construcción y Medio Ambiente GIGMA,

por brindar los espacios necesarios para el desarrollo de este tipo de investigación.

## 6. Referencias

- [1] Guardiola Lince, C., y Velandia Rayo, D. A. La estructura administrativa y de gestión público-privada en la promoción de vivienda rural en Colombia: Análisis de actores en el periodo 2014-2018. *Dearq*, pp. 28, pp. 60-71, 2020
- [2] Bellon Higuera, G. S. Análisis de riesgos bajo los lineamientos del PMI, para la construcción de viviendas de interés social. Caso de estudio: Urbanización San Pablo, Etapa II Soracá-Boyacá (Bachelor's thesis), Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá – Colombia, 2022
- [3] Poston, R. S., y Richardson, S. M. Designing an academic project management program: A collaboration between a university and a PMI chapter, *Journal of Information Systems Education*, vol. 22, n°1, pp. 55-72, 2012
- [4] Coleman, T. (2011). A practical guide to risk management. CFA Institute Research Foundation M2011-2.
- [5] Marsh, D. Project management and PRINCE. *Health Informatics*, vol. 2, n° 1, pp. 21-27, 1996, doi: <https://doi.org/10.1177/146045829600200104>
- [6] de Almeida Ferreira, B. A., de Almeida, J. D. O. R., Leão, P. R. C., & Silva, N. P. G. Gestão de Riscos em Projetos: Uma Análise Comparativa da Norma ISO 31000 e o Guia PMBOK®, 2012. *Revista de Gestão e Projetos*, vol. 4, n° 3, pp. 46-72, 2013, doi: <https://doi.org/10.5585/gep.v4i3.173>
- [7] Berardinelli Roldan, E. E. Diseño metodológico para la implementación y manejo de la metodología general ajustada del DNP (MGA) en el marco de la formulación, evaluación y seguimiento de proyectos de inversión pública y mixta con recursos del SGP Y SGR, Universidad Militar Nueva Granada, 2015
- [8] Gómez, M. V. Línea de Balance aplicada a proyectos de Construcción. *Revista Digital Apuntes de Investigación* ISSN, 2248, 7875, 2013
- [9] Hamburger Rivera, H. J., & Puerta Rodriguez, I. C. Plan de gestión de riesgos constructivos en edificaciones institucionales bajo los lineamientos del PMI caso estudio: mega colegio de la Institución Educativa Normal Superior Montes de María en el municipio de San Juan Nepumoceno (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena), 2014
- [10] Roberts, P. (2000). Guía de gestión de proyectos. Obtener beneficios perdurables a través de cambios efectivos. Barcelona: Gestión.
- [11] Bazzani, C. L., y Trejos, E. A. C. Análisis de riesgo en proyectos de inversión un caso de estudio. *Scientia et Technica*, vol. XIV, n° 38, pp. 309-314, 2008
- [13] Cabeza Ramírez, H. D. Plan de respuesta al riesgo en proyectos de construcción del sector industrial, siguiendo la Teoría de gestión de riesgos, caso de estudio: cámaras frigoríficas, Trabajo de grado de maestría, 2016
- [14] J. A. Vallejo-Borda, “Comparación de procesos de evacuación en edificaciones residenciales multifamiliares”, *Rev. Ingenio*, vol. 17, n.º 1, pp. 49–55, ene. 2020. Doi: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2379>.
- [15] P. Basnak, R. Giesen-Encina, y J. C. Muñoz-Abogabir, “Criterios para planificar transporte masivo en ciudades intermedias de Colombia: ¿Cómo complementar y mejorar la política actual?”, *Rev. Ingenio*, vol. 18, n.º 1, pp. 1–9, ene. 2021. Doi: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2663>
- [16] Bastidas-Garzón, A. E., y Capador-González, D. E. Análisis cualitativo de riesgos en proyectos de vivienda unifamiliar, Trabajo de grado para especialización, Universidad Católica de Colombia, 2017
- [17] Quispe Bellido, W. (2018). Estudio de técnicas y herramientas para la gestión de riesgos en proyectos de construcción en la etapa de ejecución basado en la metodología PMI-PMBOK 5° ED 2015.
- [18] Criado-Rodríguez, D. M., Pacheco-Vergel, W. A., y Afanador-García, N. “Vulnerabilidad sísmica de centros poblados: estudio de caso”, *Revista Ingenio*, vol. 17, n° 1, pp. 43-48, 2020. Doi: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2441>
- [19] Gómez-Galván, M., Gallardo-Amaya, R., y Macgregor-Torrado, A. A. “Pavimentación con asfalto natural “MAPIA”. Estudio de caso: Proyecto mejoramiento de la vía El Diviso–Torcoroma del municipio de San Martin, Cesar”, *Revista Ingenio*, vol. 16, n° 1, pp. 10-15, 2019. Doi: <https://doi.org/10.22463/2011642X.2334>