

**ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE  
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN EL MUNICIPIO DE SANTA  
ROSA DE CABAL DEPARTAMENTO DE RISARALDA**



**CRISTIAN LEONARDO CONTADOR ALONSO  
1300900**

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTA DE INGENIERÍA  
PROGRAMA GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS  
BOGOTÁ D.C.  
2014**

# ANÁLISIS DE RIESGOS PARA LA PLANEACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA MULTIFAMILIAR EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE CABAL DEPARTAMENTO DE RISARALDA

## RISK ANALYSIS FOR CONSTRUCTION PROJECTS PLANNING MULTI HOUSING IN THE MUNICIPALITY OF SANTA ROSA DE CABAL DEPARTMENT RISARALDA

Cristian Leonardo, Contador Alonso  
Ingeniero Civil, Coordinador de Proyectos RM INGENIEROS S.A.S, Bogotá,  
Colombia,  
[lcontador@rmingenieros.com.co](mailto:lcontador@rmingenieros.com.co)

### RESUMEN

La construcción es una de las actividades más propensas a los riesgos, en el cual la gran mayoría de compañías no existe una adecuada gestión de las diferentes amenazas que pueden afectar la ejecución de los proyectos. Como consecuencia de ello, se presentan sobrecostos, tiempos incumplidos y estándares de calidad reducidos, lo que se resume básicamente en afectaciones a los objetivos trazados inicialmente, pérdidas y disminución de las utilidades.

La necesidad de una adecuada evaluación de riesgos y la incidencia que ello refleja en la realización, tiene por objeto la metodología de la gestión del riesgo, el cual en la actualidad es poco implementada. El presente artículo presenta los lineamientos básicos para el análisis de riesgos en construcción de vivienda en el Municipio de Santa Rosa de Cabal para la compañía RM INGENIEROS S.A.S., con el propósito que se conozcan las variables que puedan afectar el proyecto que futuramente se va a desarrollar, ello a consecuencia que la compañía no presenta experiencia en este tipo de proyectos dado que no es su línea de negocios y a la fecha no se enfoca en las obras civiles.

Se identificaron las actividades a realizar en el proyecto, y a partir de ello se realizó un análisis de los riesgos presentes. Se identificaron 12 riesgos de los cuales 3 de ellos se encuentran en categoría inaceptable, por lo cual, estos deberán proporcionar especial atención dado que pueden incidir con su vulnerabilidad y en un aumento del precio de venta del m<sup>2</sup> de construcción.

**Palabras clave:** Análisis de riesgo, gestión de riesgo, construcción, metodología.

## ABSTRACT

Construction is one of activities with more tendency to risks, area in which most companies do not have an adequate management from different threats which could affect project execution. As a consequence, they run in overcharges, unfulfilled periods of time and reduced quality standards, which is a basic summary to those encumber objectives initially planned, losses and diminishing of profits.

The need of an adequate evaluation risks and its incidence reflected In the carry outs, has as end, risk management, which at actual times is very little implemented. Present article presents basic guidelines for risk analysis in housing construction in Santa Rosa de Cabal Municipal city for the company RM INGENIEROS S.A.S, in order to let know different variables which could affect project which in going to be done in future, taking into consideration that the company do not presents experience in this type projects, as that is not in their business line and up to this date, it is not focused in civil works.

Activities to do in this project were identified and beginning from that, an analysis was made for actual risks. 12 risks were identified of which 3 are in unacceptable category, being a reason to take special attention to them, because they could affect in its vulnerability and increase of sell price for m2 of construction.

**Keywords:** risk analysis, risk management, construction methodology.

## INTRODUCCIÓN

El Municipio de Santa Rosa de Cabal se identifica por ser una zona de excursión donde se encuentran atractivos naturales, arquitectónicos y religiosos, los cuales ocasionan que este sea un lugar de descanso al igual que de aventura. Adicionalmente, dada su ubicación geográfica, su clima y la hospitalidad de su población, hacen de este un sitio cautivador para disfrutar; además en los últimos años el Municipio se está posicionando como una ciudad turística, lo que la hace interesante como una zona de desarrollo.

Teniendo en cuenta las características de este Municipio como centro de inversión, actualmente los proyectos que se ejecutan, buscan fortalecer la renovación urbanística que se está dando en Santa Rosa de Cabal a través de una construcción moderna, en los cuales se destaca la vivienda multifamiliar como unifamiliar para los estratos 4 y 5, que con la ampliación de la infraestructura vial ha permitido un desarrollo amplio en el sector de la construcción, dado que las excelentes vías de comunicación hacen que el enlace vial con la ciudad de Pereira se haya reducido a solo 15 minutos en vehículo.

Sumado a lo anterior, el Municipio tiene la ventaja comparativa de estar en un lugar equidistante a los aeropuertos Matecaña y del Café. Aspecto que favorece la demanda de vivienda de la cual se destaca que sus costos son inferiores

comparativamente con propuestas similares desarrollados en Pereira o Dosquebradas; todo ello ha permitido que este municipio se constituya en un sector ideal para planear y desarrollar proyectos de vivienda

Hoy en día, el avance de este tipo de construcciones, es visto como un objeto de negocio rentable para compañías que realizan este tipo de actividades, sin embargo, se requiere de experiencia específica que le permitan conocer las diferentes variables que se involucran dentro de la ejecución del mismo y que no afecten el normal desarrollo, como por ejemplo: definir las necesidades a cubrir, objetivos a alcanzar, disponibilidad de recursos, relaciones laborales e impactos sociales.

La compañía **RM INGENIEROS S.A.S**, en búsqueda del crecimiento normal de una empresa desea desarrollar una nueva línea de negocio relacionada con proyectos de vivienda multifamiliar en el Municipio de Santa Rosa; al respecto se tiene claro que por no tener experiencia en este tipo de proyectos debe efectuar un análisis de riesgo muy detallado y preciso a fin de no tener inconvenientes a la hora de ejecutar el proyecto; se destaca que la experiencia o línea de negocios de la compañía se ha enfocado en temas de consultoría e interventoría con poca experiencia en proyectos de construcción de vivienda.

No obstante la falta de experiencia de la compañía en esta etapa de la elaboración de los proyectos basta recordar que uno de los planes y estrategias de la estructuración del Plan Nacional de Desarrollo: “Prosperidad para todos” 2010-2014 presentada por la Presidencia de la República de Colombia, a través de su equipo de Gobierno, busca beneficiar a la ciudadanía en general y así disminuir brechas de desigualdad que siempre han existido. Por ello, de acuerdo con el eje de crecimiento del municipio y las necesidades que se esperan suplir con este tipo de ejecución, todas estas requieren estar enfocadas hacia un crecimiento integral con el cual se suplan requisitos esenciales como salud, educación, trabajo y vivienda, para así obtener un nivel de vida adecuado, por lo cual es ineludible un soporte o sustento que sea base para todas las actividades que realizan diariamente, y es la necesidad de vivienda u hogar, el cual se ha definido como un derecho humano fundamental establecido en la Declaración Universal de los Derechos Humanos en 1948 (Naciones Unidas).

Dentro de las políticas gubernamentales formuladas por la Presidencia de la República, suplir las necesidades básicas en el país, es prioritario, en ello la actividad edificadora tiene un impacto directo y significativo en el crecimiento de la economía, la inversión y el empleo, dado que la construcción de viviendas presenta un papel importante en el desarrollo de la economía, y así el sector se transformó en una fuente importante de trabajo según las estadísticas entregadas por el DANE en enero de 2014, en el cual se evidenció un incremento del 8% en la actividad del sector que se traduce en 103.000 nuevas vacantes directas en todo el país (Cámara Colombiana de la Infraestructura - CAMACOL, 2014).

Es importante resaltar que este dinamismo en el sector de la construcción, era previsible, las estadísticas de Coordinada Urbana – Sistema de Información de la

Cámara Colombiana de la Construcción (Camara Colombiana de la Infraestructura, 2013) demuestran que durante el 2013 se vendieron 147.995 viviendas en 13 regiones del país, lo anterior evidencia la necesidad de incentivar la inversión con el fin de fortalecer el sector con la oferta de proyectos amplios, variados e incluyentes, de esta forma la así la actividad constructora siga consolidándose como uno de los sectores con mayor importancia para el desarrollo de la economía, puesto que favorece significativamente como valor agregado a la producción nacional.

Por lo anterior, y teniendo como precedente la importancia de este tipo de proyectos, realizar un análisis de riesgo para la planeación de proyectos de construcción de vivienda en el Municipio es inherente. Por tal razón, el identificar y detectar todos los posibles riesgos que pudieran surgir en el ciclo de vida del proyecto, específicamente aquellos que no son medibles pero que pueden ser priorizados utilizando herramientas como el análisis DOFA (Debilidades, Fortalezas, Oportunidades y Amenazas), como por ejemplo confianza de tecnología no aprobada, interrupción de fondos, problemas laborales y factores climáticos, es de vital importancia teniendo como precedente que esta línea de negocio aún no ha sido implementada en la compañía.

## **1. TIPOS DE RIESGOS Y CONCEPTOS BÁSICOS DE LA EVALUACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS**

El riesgo se define como “la posibilidad de sufrir un daño o pérdida” (Project Management Institute, 1998), el cual tiende a convertirse en un desastre en el que algo o alguien sufren dicho perjuicio. Está eventualidad obedece a que los riesgos de cierto modo son desconocidos, es decir, son identificables pero variables según su impacto dado que su ocurrencia se encuentra sujeta a factores que hacen de ellos clasificarlos en (3) tipos de categorías (Eliseo Gómez-Senent Martínez, 2000) dentro de las cuales encontramos los riesgos del proyecto que son aquellos que se enfocan en aspectos de recursos, tamaño, planificación y personal, los riesgos técnicos que obedecen a especificaciones técnicas y diseño, y

los riesgos del negocio que corresponde a problemas del entorno.

De acuerdo con su incidencia, y según el tipo de escenario, el evaluar los riesgos al momento de la planeación de proyectos es esencial con el fin de desarrollar un adecuado proceso de identificación, evaluación y gestión a fin de evitar potenciales adversidades nacidas de la no atención adecuada al riesgo en un proyecto y evitar potenciales adversidades que involucren la no ejecución del mismo.

En la elaboración de proyectos ingenieriles, este escepticismo sobre el impacto que generan los riesgos en los costos, tiempos de construcción y en la calidad de los proyectos, son trascendentes, toda vez que algunos de ellos inciden directamente en el ciclo de vida del proyecto, específicamente en el proceso de ejecución, es decir, desde la perspectiva operacional, los cuales no son fáciles de predecir o identificar, por

lo tanto, es necesario realizar una adecuada evaluación desde la planeación.

Dentro de las causas u orígenes de riesgo que inciden dentro del desarrollo de un proyecto, específicamente en construcción, se pueden tipificar (6) seis tipos de eventos, que son: naturales (Terremotos, incendios, huracanes etc.), sicosociales - laborales (Robo, Accidentes laborales, incendio de material y equipos etc.), causas financieras (Fondos, inflación, cambios de precios en materias primas, disponibilidad de fondos etc.), entorno (Licencias, permisos, legislación, etc.), diseño (Diseño incompletos, deficientes, etc.) y operacionales (Huelgas, falta de programación realista, productividad, etc.).

Estos tipos de eventos obedecen en su gran mayoría a sucesos aislados, que inminentemente, aunque sean ajenos o no al proyecto, si no se estiman adecuadamente, afectaran de manera negativa y directa en el proceso de ejecución del proyecto, que en algunas oportunidades pueden atenderse y reducir su impacto según la severidad del mismo pero en algunas otras no.

Es ineludible el evaluar cada uno de estos eventos para poder determinar posibles soluciones ante dichos hechos, de manera que se aprovechen las oportunidades y se respondan las amenazas, para que justamente se mitigue la incidencia, y en caso de no eliminar la causa de dicha amenaza, es inevitable asumir las consecuencias del riesgo por no desarrollar una adecuada evaluación de los mismos sin importar que medidas implementar cuando el avance es significativo.

Para los proyectos de construcción, el no evaluar los riesgos que se pueden presentar en su realización origina innumerables sucesos, los cuales incurren directamente y afectan la ejecución, que se traduce en incumplimiento, sobrecostos, fechas de entrega atrasadas, incumplimiento de calidad y exigencias técnicas, entre otras, las cuales en el desarrollo de construcciones de vivienda o cualquier tipo de edificación puede involucrar en pérdidas económicas.

Dentro del ciclo de vida del proyecto, la incidencia del riesgo en sus diferentes fases es determinante, como se puede evidenciar en el figura 1, la incidencia del riesgo es mayor en las fases iniciales, es decir, en la planeación, por lo tanto, el conocer o estimar previamente las posibles afectaciones que se puedan presentar, permiten que la probabilidad de éxito del proyecto sea mayor. La Figura 1 es un gráfico que relaciona el efecto del riesgo con las diferentes etapas del proyecto, y a su vez el efecto sobre la posibilidad de llevar a buen término el proyecto.

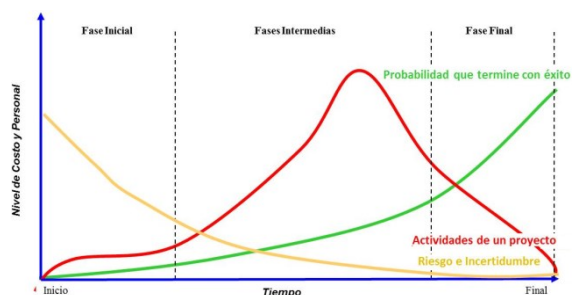


Figura 1: Incidencia del riesgo en la ejecución de un proyecto.

Fuente: Gómez, 2000.

Por lo anterior, el estimar adecuadamente los riesgos desde la planeación de los proyectos es eficiente para una adecuada

realización, teniendo en cuenta que si no es considerado, como se observa en la Figura No. 2, el nivel de mayor actividad en la fase de los proyectos es en la ejecución, por lo tanto, es cuando más notorio se hace los diferentes sucesos que traducen en incumplimiento.



Figura 2: Nivel de actividad de los procesos en el tiempo.

Fuente: Gómez, 2000.

Desde una traza general, la concepción del riesgo a lo largo de las diferentes etapas, evidencia que para una adecuada ejecución, reside siempre de alguna manera en los procesos de ejecución, la cual es quien se ve afectada con frecuencia en las obras civiles, y ello obedece esencialmente a una inapropiada planeación desde la concepción del proyecto.

El objetivo de la planeación no es más que una adecuada gestión del riesgo, la cual tiene como objeto ayudar a prever todas las variables y controlar el riesgo.

Para analizar el riesgo y poder estimar los impactos que pueden desarrollarse para tomar las acciones preventivas y no correctivas, existe un enfoque contenido en 5 pasos

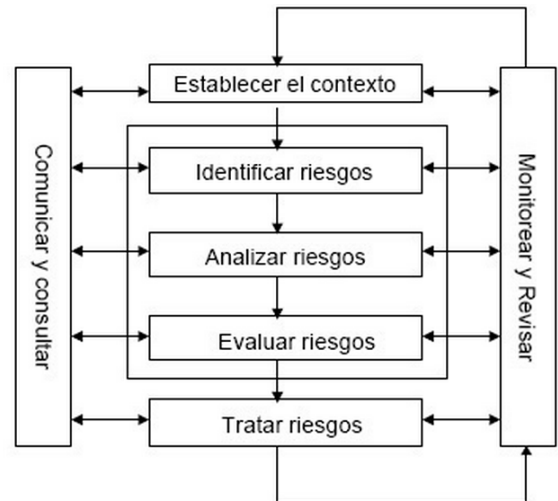


Figura 3: Ciclo de administración del riesgo.

Fuente: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), 2011.

El objetivo en la identificación del riesgo busca detectar y conocer todas las posibles amenazas que se pueden presentar a lo largo del ciclo de vida del proyecto, en el cual deben involucrarse a todos los participantes que pueden afectar o afectarse y que permitan un proceso de identificación idóneo y adecuado.

Aquellos que no son medibles pueden ser priorizados implementando herramientas de análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas), en actividades como confianza de tecnología no aprobada, interrupción de fondos, problemas laborales y factores climáticos.

Dentro de algunas otras herramientas desarrolladas para la identificación del riesgo se encuentra la revisión documental (Tormenta de ideas (Brainstorming, técnica Delphi y la entrevista de riesgo), lista de verificación, análisis de supuestos, y técnicas de diagramación (Diagramas de Causa-Efecto o Diagrama de Kaoru

Ishikawa, diagramas de Flujo de Procesos y diagramas de Influencia).

Adicional a los procesos de identificación del riesgo, es necesario realizar técnicas tanto cuantitativas como cualitativas, las cuales evalúen subjetivamente como numéricamente cada uno de los impactos que pueden generarse.

Las evaluaciones cualitativas buscan clasificar y ordenar de acuerdo a su severidad, para así evaluarlos en una escala de acuerdo a su impacto y probabilidad, para ello se implementan herramientas de impacto y probabilidad del riesgo y matriz de clasificación del riesgo.

En cuanto a las evaluaciones cuantitativas analizan numéricamente la probabilidad de cada riesgo y su consecuencia en la ejecución del proyecto, los cuales son evaluados a través de herramientas de simulación como Montecarlo y análisis de situaciones.

En la Figura 4 se evidencia cada una de las variables con las cuales se pueden medir el riesgo, así como su método de evaluación.

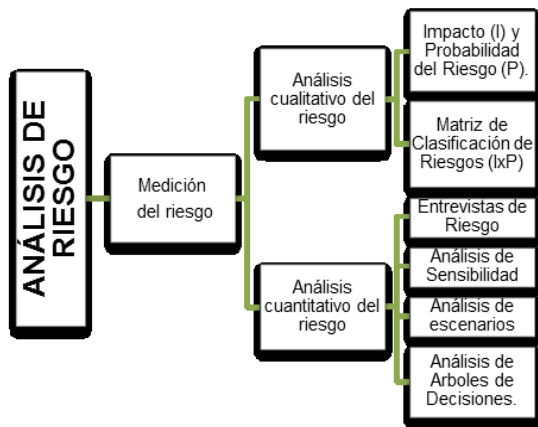


Figura 4: Técnicas de análisis de riesgo. Fuente: Elaboración propia, 2014

Acá algunos otros métodos de identificación de riesgos establecidos por la ISO 31010 – Gestión de riesgos. Técnicas de valoración de riesgos.

Tabla 1: Métodos de identificación de riesgos.

MÉTODO
What-If. ¿Qué pasa si...?
Checklist. Listas de verificación
Tormenta de ideas
HAZOP Análisis de riesgo y operabilidad
Modo de fallas y efectos (FMEA)
Análisis de árbol de fallas (FTA)
Análisis del árbol de sucesos (ETA)
LOPA Análisis de capas de protección
BTA Análisis de corbatín
Técnica Delphi
Análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC)
Análisis de causas principales

Fuente: Elaboración propia, 2014

Teniendo en cuenta los métodos para el análisis de riesgo, es indispensable estimar el modo con el cual se responda en un proyecto de construcción ante dichas eventualidades, para lo cual encontramos las siguientes técnicas de respuesta ante el riesgo.

La primera de ellas es el evitamiento, la cual consiste en cambiar el Plan del Proyecto para eliminar el riesgo para proteger los objetivos del Proyecto.

Consiguientemente encontramos la transferencia, la cual busca trasladar las consecuencias de un riesgo a un tercero junto con la responsabilidad de la respuesta al riesgo. Es un



sobrecosto como tomar Seguros, garantías y garantes.

Posteriormente tenemos la mitigación, la cual busca reducir la probabilidad y/o consecuencias de un evento de riesgo adverso, a un nivel aceptable. Incluye un sobrecosto por mitigación.

Por último, está la aceptación, la cual implica no cambiar el Plan del proyecto original pero sí efectuar un Plan de contingencia por si el riesgo ocurriera.

## 2. EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS EN CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA

La evaluación del riesgo para la construcción de viviendas de uso residencial, puede ser abordada siguiendo la forma metodológica presentada anteriormente, teniendo en cuenta los cinco (5) pasos de análisis del riesgo descritos en la Figura No. 3. Los aspectos a tratar en cada de ellas se presentan de forma esquemática a continuación.

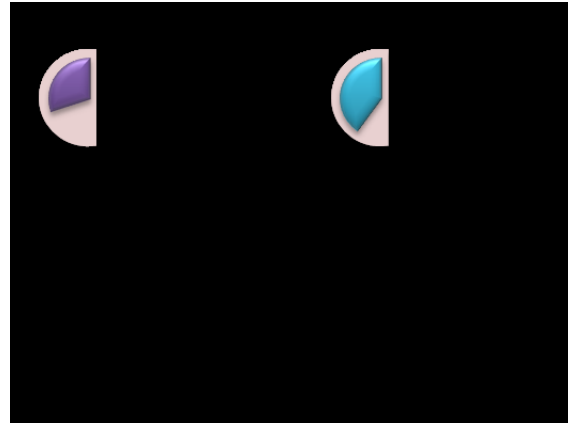


Figura 5: Pasos para la evaluación de los riesgos en construcciones de vivienda.

Fuente: Elaboración propia, 2014

En relación a la primera etapa, establecer el contexto, obedece al análisis de variables que influenciaran directamente al proyecto, como lo son: su ambiente cultural, político, legal, reglamentario, financiero, etc., con las cuales permitan definir algunas características del contexto que pudiesen originar algún tipo de riesgo.

El conocer como por ejemplo la actividad económica principal del Municipio, ayuda a determinar de qué forma se encuentra concentrada la actividad de comercio, que para el caso en particular de Santa Rosa de Cabal, las actividades más representativas de acuerdo con la Cámara de Comercio infiere que de

4580 establecimientos registrados, el 51% los componen empresas dedicadas al comercio y reparaciones, y en segundo lugar con un 12% la dinámica del Municipio se concentra en los aspectos gastronómicos y de alojamientos.

Tabla 2: Actividades más representativas del Municipio de Santa Rosa de Cabal.

ACTIVIDAD	CANT	%
Agricultura, ganadería y caza	51	1,11 %
Silvicultura, extracción de madera	3	0,07 %
Pesca	4	0,09 %
Explotación de minas y canteras	1	0,02 %
Extracción de minerales no metálicos	2	0,04 %
Elaboración de productos alimenticios y de bebidas	215	4,69 %
Fabricación de productos textiles	32	0,70 %
Fabricación de prendas de vestir	68	1,48 %
Fabricación calzado, artículos de cuero	31	0,68 %
Transformación, fabricación productos de madera	49	1,07 %
Edición, impresión y reproducción de grabaciones	18	0,39 %
Productos refinados del petróleo	2	0,04 %
Fabricación de sustancias y productos químicos	20	0,44 %
Fabricación productos de caucho	11	0,24 %
Fabricación productos minerales no metálicos	20	0,44 %
Fabricación productos metalúrgicos	66	1,44 %
Fabricación, reparación maquinaria y equipo	16	0,35 %
Fabricación de muebles, manufacturas	101	2,21 %
Suministro gas, energía	4	0,09 %
Construcción	36	0,79 %
Comercio al por mayor, por	172	3,76 %

menor vehículos, repuestos		%
Comercio al por mayor	417	9,10 %
Comercio al por menor	1747	38,14 %
Hoteles y restaurantes	555	12,12 %
Transporte, almacenamiento, comunicaciones	7	0,15 %
Actividades complementarias al transporte (depósitos)	30	0,66 %
Correo y telecomunicaciones	108	2,36 %
Intermediación financiera, actividades inmobiliarias	52	1,14 %
Alquiler maquinaria y equipo	17	0,37 %
Informática, investigación y desarrollo	18	0,39 %
Otras actividades empresariales	98	2,14 %
Administración pública y defensa	2	0,04 %
Educación	13	0,28 %
Servicios sociales y de salud	34	0,74 %
Otras actividades culturales, sociales, personales	395	8,62 %
Otras actividades de servicios	165	3,60 %
<b>TOTAL</b>	<b>4580</b>	<b>100,0 0%</b>

Fuente: Cámara de Comercio Santa rosa de Cabal, 2011

Por lo anterior, se puede establecer que la construcción no es una fuente de desarrollo ni empleo dentro del Municipio, dado que esta actividad solo representa el 0,79%, lo cual para la realización del proyecto, la mano de obra calificada será un elemento de análisis, dado que para la ejecución de actividades específicas durante la construcción, implicará el traslado de personal de ciudades cercanas que comprenderá un costo adicional a tener en cuenta en la planeación del mismo.

Dentro de la valoración del riesgo el identificar, analizar y evaluar, permite deducir como tratar cada uno de ellos, existen multitudes de técnicas que permiten la identificación y cuantificación de posibles accidentes e incidentes, tal como se puede verse en la Figura No. 4 - Técnicas de análisis de riesgo.

Con base al tipo de propósito u objeto que involucra la construcción de vivienda, el identificar las fuentes de riesgo, áreas de impacto y eventos que puedan surgir a lo largo de su ejecución, es necesario realizar una lista exhaustiva de los riesgos que con base a ellos se puedan crear, aumentar, prevenir, degradar, acelerar o retrasar el logro de los objetivos, es necesario identificar los escenarios posibles que muestren que las consecuencias podrían presentarse.

Para el análisis e identificación de los diversos factores de riesgo fueron divididos en endógenos (factores propios e inherentes a las misma obra) y exógenos (originados por causas externas y no tienen que ver con las obras, pero pueden generar problemas e impactos muy significativos). Estos factores se agrupan en natural, técnico y antrópico.

En la Tabla 3, 4 y 5 se presentan los escenarios de riesgos identificados.

Tabla 3: Localización de escenarios de riesgos - Almacén.

AMENAZA	ORIGEN - DESCRIPCIÓN
INCENDIO	Almacenamiento de aceites, aditivos químicos, grasas, repuestos, soldaduras.
ROBO	Robo de materiales por terceros, fácil control de acceso.

Fuente: Elaboración propia, 2014

Tabla 4: Localización de escenarios de riesgos - Campamento / Administración.

AMENAZA	ORIGEN - DESCRIPCIÓN
INCENDIO	Equipos eléctricos, acumulación de papel, por corto circuito, presencia de fumadores.

Fuente: Elaboración propia, 2014

Tabla 5: Localización de escenarios de riesgos - Zona de obra.

TIPO DE RIESGO	ORIGEN - DESCRIPCIÓN
INCENDIO	Fallas técnicas en el proceso, deficiente mantenimiento
INUNDACIÓN	En época lluviosa, daño posible al material almacenado y maquinas.
DERRAME	Fallas en el procedimiento de descargue del combustible (ACPM, gasolina)
MOVIMIENTOS TELÚRICOS	Movimientos naturales de las capas tectónicas.
TORMENTAS ELÉCTRICAS	Caídas de descargas eléctricas atmosféricas.
VENTISCAS	Fuertes vientos - caída de altura de personal, colapso de andamios.
INCENDIO	Fallas técnicas en el proceso, deficiente mantenimiento
INUNDACIÓN	En época lluviosa, daño posible al material almacenado y maquinas.
DERRAME	Fallas en el procedimiento de descargue del combustible (ACPM, gasolina)
MOVIMIENTOS TELÚRICOS	Movimientos naturales de las capas tectónicas.
TORMENTAS ELÉCTRICAS	Caídas de descargas eléctricas atmosféricas.

TIPO DE RIESGO	ORIGEN - DESCRIPCIÓN
VENTISCAS	Fuertes vientos – caída de altura de personal, colapso de andamios.
DAÑOS A TUBERÍAS	Gas natural, teléfono o energía eléctrica, cuando se realizan excavaciones.
ACCIDENTE LABORAL	Deficiente identificación, evaluación y control de riesgos laborales.
ACCIDENTE DE TRÁNSITO	Deficiente señalización, irresponsabilidad de los conductores.
TECNOLÓGICO	Planos incompletos, falta de planos de detalles, especificaciones técnicas deficientes y presupuesto deficiente.
ORGANIZACIONAL	Costos no previstos por mayor carga de trabajo de personal, personal sin experiencia, demandas laborales, mayor control en la calidad de trabajos de subcontratistas y control de proveedores.
PERMISOS	Falta de permisos municipales oportunos.

Fuente: Elaboración propia, 2014

Para realizar la priorización de los riesgos, según el inventario de amenazas identificadas para el proyecto, se utiliza la probabilidad de ocurrencia. En la Tabla 6, se presenta la calificación dada como resultado a la probabilidad de ocurrencia que tiene la amenaza analizada.

En la Tabla 7 Calificación de la gravedad de las consecuencias, se indica la gravedad de las consecuencias que se pueden presentar cuando se presenta una amenaza.

Tabla 6: Probabilidad de ocurrencia.

PROBABILIDAD	REFERENCIA	PUNTOS
Imposible	Muy difícil que ocurra	1
Improbable	Muy baja probabilidad.	2
Remoto	Limitada posibilidad de ocurrencia.	3
Ocasional	Ha ocurrido pocas veces.	4
Moderado	Ha ocurrido varias veces.	5
Frecuente	Alta posibilidad de ocurrencia.	6

Fuente: Elaboración propia, 2014

Tabla 7: Calificación de la gravedad de las consecuencias.

GRAVEDAD	REFERENCIA	PUNTOS
Insignificante	Las consecuencias no afectan el funcionamiento del sistema. Pérdidas o daños despreciables.	1
Marginal	Las consecuencias afectan en forma leve al sistema. Pérdidas o daños moderados.	2
Crítica	Las consecuencias afectan parcialmente al sistema en forma grave. Pérdidas o daños considerables.	3
Catastrófica	Las consecuencias podrían afectar en forma total al sistema. Pérdidas o daños de gran magnitud.	4

Fuente: Elaboración propia, 2014

Teniendo en cuenta la probabilidad y la calificación de la gravedad de las consecuencias, se debe establecer el índice de vulnerabilidad el cual es el producto de la probabilidad por la gravedad de las consecuencias para

cada uno de los escenarios de riesgo, es decir,  $IV = P \times G$ .

Se obtiene el promedio del índice de vulnerabilidad para cada tipo de amenaza (Técnicas o Tecnológicas, del Entorno y Naturales); se suman los índices obtenidos por cada amenaza y se divide su resultado por el número de riesgos reportados, así se obtiene el índice general de vulnerabilidad.

Se define el índice de vulnerabilidad con los siguientes criterios:

**Nivel aceptable:** Índice de vulnerabilidad entre 0 y 7.

**Nivel Tolerable:** Índice de vulnerabilidad entre 8 y 15.

**Nivel Inaceptable:** Índice de vulnerabilidad entre 16 y 20.

En la Tabla 7 se presenta el análisis de vulnerabilidad del proyecto de acuerdo con los escenarios de riesgo identificados.

Tabla 8: Análisis de vulnerabilidad del proyecto – Probabilidad de ocurrencia.

Tipo de riesgo	Lugar	Probabilidad de ocurrencia	Puntaje
Incendio	Zona de obra	Ocasional	4
Derrame		Frecuente	6
Inundación		Ocasional	4
Movimientos telúricos		Improbable	2
Tormentas eléctricas		Remoto	3
Accidente laboral		Frecuente	6
Daños a tuberías		Frecuente	6
Accidente de tránsito		Moderado	5

Robo	Almacén	Moderado	5
Incendio		Moderado	5
Incendio	Oficinas	Ocasional	4
Tecnológico		Ocasional	4
Organizacional		Frecuente	6
Permisos		Ocasional	4

Fuente: Elaboración propia, 2014

Tabla 9: Análisis de vulnerabilidad del proyecto - Gravedad de las consecuencias.

Tipo de riesgo	Lugar	Gravedad de las consecuencias	Puntaje	
Incendio	Zona de obra	Critica	3	
Derrame		Insignificante	1	
Inundación		Marginal	3	
Movimientos telúricos		Catastrófica	4	
Tormentas eléctricas		Critica	3	
Accidente laboral		Critica	3	
Daños a tuberías		Critica	3	
Accidente de tránsito		Critica	3	
Robo		Almacén	Critica	3
Incendio			Critica	3
Incendio	Oficinas	Critica	3	
Tecnológico		Critica	3	
Organizacional		Critica	3	
Permisos		Critica	3	

Fuente: Elaboración propia, 2014

Tabla 10: Análisis de vulnerabilidad del proyecto – Índice de vulnerabilidad.

Tipo de riesgo	Lugar	Índice de vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Incendio	Zona de obra	12	Tolerable
Derrame		6	Aceptable
Inundación		12	Tolerable
Movimientos telúricos		8	Tolerable
Tormentas eléctricas		9	Tolerable
Accidente laboral		18	Inaceptable
Daños a tuberías		18	Inaceptable
Accidente de tránsito		15	Tolerable
Robo	Almacén	15	Tolerable
Incendio	Almacén	15	Tolerable
Incendio	Oficinas	12	Tolerable
Tecnológico		12	Tolerable
Organizacional		18	Inaceptable

Tipo de riesgo	Lugar	Índice de vulnerabilidad	Nivel de riesgo
Permisos		12	Tolerable

Fuente: Elaboración propia, 2014

Como producto de la evaluación del riesgo, las opciones que se pueden incluir para el tratamiento, podrían enfocarse en evitar iniciar o continuar con la actividad que lo generó, que para el caso del proyecto evaluado, el riesgo organizacional junto con los accidentes laborales y los daños a tuberías es uno de los que presenta mayor nivel de riesgo, los cuales deben enfocarse en evitar la contratación de personal no calificado, que en la zona de ejecución del proyecto será un aspecto a tener en cuenta dado que la actividad económica del mismo podría generar el desarrollo de este tipo de amenaza.

En la tabla 11 se puede apreciar la matriz en la que se presenta cada una de los riesgos según su probabilidad y gravedad.

Tabla 11: Matriz de valoración de riesgos.

			Nivel Aceptable	Nivel Tolerable	Nivel Inaceptable
PROBABILIDAD	Imposible 1				
	Improbable 2				
	Remoto 3			Tormentas eléctricas	
	Ocasional 4			Incendio, inundación, tecnológico, permisos	
	Moderado 5			Incendio, robo, accidente de tráfico	
	Frecuente 6			Accidente Laboral. Daños a tuberías	Organizacional
		Insignificante 1	Marginal 2	Crítica 3	Catastrófica 4
<b>GRAVEDAD</b>					

Fuente: Elaboración propia, 2014

Se encontró que las diversas amenazas de riesgo pueden ser controlados o se puede mitigar su efecto estableciendo un buen Programa de Salud Ocupacional, el cual busque mantener los indicadores de accidentalidad en la obra al mínimo, para lo cual se deberá cumplir con el cronograma de capacitación propuesta para el proyecto, así mismo, se deberá realizar inspecciones continuas a los sitios de trabajo y/o maquinaria en el que se puedan presentar los incendios, adicionalmente capacitar continuamente a los trabajadores sobre los procedimientos técnicos y de seguridad al operar maquinaria y/o equipos, y por último, implementar y divulgar el Plan de Contingencia.

De acuerdo con la incidencia del riesgo en el tiempo, costo y calidad del proyecto la Tabla 12 permite conocer el hecho que podría tener cada una de ellas según el análisis de la vulnerabilidad del proyecto.

De allí se infiere que el tomar las medidas y decisiones respecto a la disminución de la probabilidad de ocurrencia de la amenaza, puede incurrir notablemente en el proyecto, en no generar un sobrecosto, así como atrasos adicionales al plazo inicialmente definido como la calidad del producto entregado.



Tabla 12: Impactos cualitativos de un evento de riesgo.

ESCALA	TIEMPO	COSTO	CALIDAD DE DESEMPEÑO	IMPACTO
Muy alta	Retraso mayor 20%	Sobrecosto >15%	Inservible	20
Alta	Retraso del 10 al 20%	Sobrecosto del 10 al 15%	Degradación mayor	19-16
Media	Retraso menor 10%	Sobrecosto del 5 al 10%	Degradación media.	15-12
Baja	Elimina holguras totales	Sobrecosto del 2.5 al 5%	Degradación pequeña.	11-8
Muy baja	Elimina holguras libres	Sobrecosto < 2.5%	Degradación pequeña.	7-4
Imperceptible	No hay efecto	No hay efecto	No hay efecto	3-0

Fuente: Elaboración propia, 2014

Por último para la ejecución y adecuado desempeño del proyecto, el monitoreo y revisión deben comprender todos los aspectos del proceso para la gestión del riesgo, con el fin que dichos controles sean eficaces y eficientes en el proceso de planeación y ejecución, adicionalmente es importante obtener información adicional de proyectos similares que permitan mejorar la valoración de riesgos, para así analizar y aprender lecciones de eventos, cambios o tendencias que en el contexto interno como externo puedan exigir la revisión de los tratamientos del riesgo y las prioridades de posibles eventos emergentes.

Estos controles deben tener la trazabilidad respecto a las actividades de la gestión del riesgo, para lo cual en el seguimiento del proyecto se debe generar registros que deben tener presente las necesidades de la compañía respecto a un aprendizaje continuo, en cuanto a necesidades reglamentarias, operativas y legales.

### 3. CONCLUSIONES

Con esta identificación para el caso en estudio, el análisis de riesgo permitió evidenciar que la tolerancia de acuerdo con el impacto sobre sus objetivos esenciales que son costos, tiempo y calidad, y de acuerdo a su probabilidad de ocurrencia, permitió asignar un nivel de prioridad de respuesta así como las recomendaciones a tener en cuenta para la mitigación de los mismos.

Se identificaron 12 riesgos de los cuales 3 de ellos se encuentran en categoría inaceptable, por lo cual estos riesgos son los que deberán prestárseles especial atención dado que pueden incidir con la vulnerabilidad del proyecto y en un aumento del precio de venta del m<sup>2</sup> de construcción.

Este análisis y técnicas de la gestión riesgos son poco usadas. En la mayoría de situaciones los contratistas, consultores perciben el riesgo basado en su experiencia y criterio, adicionalmente la eliminación y la transferencia del riesgo se remiten a un subcontratista especializado en el tema, sin embargo en su gran mayoría estas prácticas con llevan a problemas



como baja productividad, deficiente calidad y demoras en los proyectos.

A lo largo del documento se ha dejado presente la necesidad de una adecuada evaluación de riesgos y la incidencia que puede ello reflejar en el proyecto. Frente a esta circunstancia son pocas las compañías que se toman la necesidad de realizar un adecuado análisis de las variables que inciden en el proyecto, y pese a que la actividad edificadora en Colombia está en auge, son pocas las compañías que se toman el trabajo de realizar dichas investigaciones, por ello en algunos casos se evidencian problemas no solo técnicos sino legales que inciden específicamente y es en el cliente y en la imagen de la compañía.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cámara Colombiana de la Infraestructura - CAMACOL. (31 de Enero de 2014). *Cámara Colombiana de la Infraestructura - CAMACOL*. Obtenido de Cámara Colombiana de la Infraestructura - CAMACOL: <http://camacol.co/noticias/hay-103000-nuevos-puestos-de-trabajo-en-el-sector-de-la-construccion>
- [2] Cámara Colombiana de la Infraestructura. (Diciembre de 2013). *Cámara Colombiana de la Infraestructura - CAMACOL*. Obtenido de Cámara Colombiana de la Infraestructura - CAMACOL: <http://camacol.co/sites/default/fil>
- [3] CÁMARA DE COMERCIO DE SANTA ROSA DE CABAL. (2011). *Base de datos negocios matriculados 2011*. Santa Rosa de Cabal.
- [4] Eliseo Gómez-Senent Martínez, Á. T. (2000). *Cuadernos de ingeniería de proyectos III: dirección, gestión y organización de proyectos*. Valencia: Ed. Univ. Politéc. Valencia.
- [5] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2009). NTC-IEC-ISO 31010. *GESTIÓN DE RIESGOS. TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS. GESTIÓN DE RIESGOS. TÉCNICAS DE VALORACIÓN DE RIESGOS*. Colombia.
- [6] Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (16 de 02 de 2011). NTC-ISO 31000. *GESTIÓN DEL RIESGO. PRINCIPIOS Y DIRECTRICES*. Bogotá D.C., Colombia.
- [7] Naciones Unidas. (s.f.). *Naciones Unidas*. Obtenido de Naciones Unidas: <http://www.un.org/es/documents/udhr/>

es/secciones\_internas/Informe%20Econ%C3%B3mico%20Diciembre%202013%20-%20No%20%2054.pdf

[8] Project Management Institute.  
(1998). Project Management  
Institute -PMI. *Guía de los  
Fundamentos de la Dirección de  
Proyectos.*