



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA CON  
SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN PARA LA UNIVERSIDAD  
TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ**

Proyecto de Titulación presentado previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Industrial

**Autores:**

Yasaca Sivinta Jenny Alexandra

Yugsi Viracocha Douglas Alexis

**Tutor Académico:**

Ing. MSc. Santiago Olovacha

**LATACUNGA – ECUADOR**

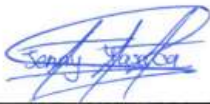
**ABRIL – AGOSTO 2025**

## DECLARACIÓN DE AUDITORIA

Nosotros, **Yasaca Sivinta Jenny Alexandra**, con número de cédula 0550298475, y **Yugsi Viracocha Douglas Alexis**, con número de cédula 0550186621, declaramos ser autores del presente proyecto tecnológico: **“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA CON SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ.”**, siendo el Ing. MSc. Santiago Olovacha, tutor del presente trabajo tecnológico; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto del 2025



---

Yasaca Sivinta Jenny Alexandra

C.C. 055029847-5



---

Yugsi Viracocha Douglas Alexis

C.C. 055018662-1

## **AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN**

En calidad de Tutor del Trabajo Tecnológico sobre el título: **“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA CON SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ.”**, de Yasaca Sivinta Jenny Alexandra, y Yugsi Viracocha Douglas Alexis, de la carrera de Ingeniería Industrial, considero que dicho Informe de Proyecto de Investigación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Consejo Directivo de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, agosto 2025.



---

Ing. Wilson Santiago Olovacha Toapanta MSc.  
C.C. 1804302238  
TUTOR

## APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Proyecto Tecnológico de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, el o los postulantes: Yasaca Sivinta Jenny Alexandra, y Yugsi Viracocha Douglas Alexis, con el título de Proyecto de titulación:

**“ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA CON SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAMPUS LA MATRIZ”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Atentamente,

Latacunga, agosto del 2025.

Para constancia firman:



Ing. Edison Patricio Salazar Cueva MSc.  
C.C. 0501843171  
**LECTOR 1 (PRESIDENTE)**



Ing. Josue Jonnatan Constante Armas MSc.  
C.C. 0502034564  
**LECTOR 2 (MIEMBRO)**



Ing. Angel Marcelo Tello Condor MSc.  
C.C. 0501518559  
**LECTOR 3 (MIEMBRO)**

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas las personas que han formado parte de este camino. Agradezco infinitamente a Dios por su guía constante, sabiduría y fortaleza durante cada etapa de este proceso. También quiero reconocer el apoyo incondicional de mi familia y seres queridos, quienes siempre estuvieron presentes con amor y motivación. Agradezco especialmente a aquellos que me brindaron consejos valiosos y aliento en los momentos difíciles.*

*Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi compañero de tesis Alexis, por su invaluable colaboración, paciencia y compromiso a lo largo de todo este proceso. Su esfuerzo, dedicación y espíritu de trabajo en equipo fueron fundamentales para llevar a cabo este proyecto. Agradezco no solo su aporte académico, sino también el apoyo mutuo y la perseverancia que demostramos juntos. Sin duda, esta experiencia ha sido enriquecedora gracias a su colaboración.*

*Sin su apoyo, este logro no habría sido posible. Gracias a todos por hacer este viaje significativo y lleno de aprendizajes.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero agradecer a todas las personas que fueron parte de este camino, de esta etapa formativa que hoy concluye con la obtención del título de Ingeniero Industrial. Cada uno, desde su lugar, aportó con palabras, enseñanzas, apoyo o compañía, dejando una huella en este proceso.*

*En primer lugar, agradezco profundamente a Jenny, por compartir este proyecto académico junto a mí. Gracias por tu amistad, compañerismo y por el compromiso que mostraste en cada paso. Tu confianza en mí y el trabajo conjunto fueron pilares fundamentales para culminar esta etapa con éxito.*

*Extiendo también mi agradecimiento a todos los docentes que me acompañaron a lo largo de la carrera. Gracias por su vocación, por su paciencia y por la dedicación con la que compartieron sus conocimientos. Cada clase, cada corrección y cada consejo han contribuido significativamente a mi crecimiento académico y personal.*

*Finalmente, agradezco a mi familia y seres queridos, cuyo apoyo emocional ha sido clave en todo este proceso. Su fe en mí me impulsó a no rendirme, incluso en los momentos más duros.*

*Gracias a todos por ser parte de este capítulo tan importante en mi vida.*

## **DEDICATORIA**

*Dedico este trabajo principalmente a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría para seguir en este proceso sosteniéndome en los momentos más difíciles y por todas las bendiciones necesarias para cumplir con cada etapa.*

*Con todo mi amor a mi madre María Dolores Sivinta que ha sido mi ejemplo para seguir adelante y no rendirme por recordarme lo fuerte y valiente que soy, por ser el pilar fundamental en guiar mis pasos para cumplir mis metas con ayuda de sus consejos y apoyo incondicional en el transcurso de mi carrera. Pero sobre todo por enseñarme a ser una persona humilde y agradecida con todas las personas por inculcarme buenos valores. Este logro es fruto y reflejo de la gran madre y mujer que es.*

*A la memoria de mi padre Juan Yasaca que, aunque ya no estes físicamente sé que desde el cielo me cuida y que su presencia me acompaño en cada paso que di. Te llevo siempre en mi pensamiento, en mi corazón y en mis sueños. Tengo pocos recuerdos, pero los guardo con mucho amor mi querido ángel. A mi querido hijo Eithan Yasaca por ser mi motor y motivo para seguir adelante, agradezco inmensamente a Dios que hayas sido parte de esta etapa, aunque el camino no fue fácil tu llegada alegro mi vida y me inspiro a cumplir una nueva meta, por enseñarme el amor de una madre y lo valiosa que es la vida. Quiero que sepas que todo esto lo hice pensando en ti, en darte un ejemplo de lucha, esfuerzo y amor. Gracias por tus sonrisas que alumbraban en mis días grises por tus abrazos cálidos que me reconfortaban “LO LOGRAMOS MI PEQUEÑO”*

*Para mi familia y hermanos por estar siempre pendiente de mí y ser mi ejemplo a seguir. Gracias por demostrarme que unidos siempre podemos lograr todo lo que nos proponemos, especialmente a mi hermana Sonia Analuisa por nunca dejarme sola y acompañarme en todo proceso por cuidarme con mucho amor.*

*A mi compañero de vida Brayan, por apoyarme incondicionalmente y siempre decirme lo orgulloso que estaba de mí, por estar siempre dándome*

*ánimos, por recordarme cada día lo fuerte que soy  
y que puedo cumplir todo lo que me proponga con  
sus palabras de amor.*

*Con todo mi corazón les dedico este logro*

*Yasaca Sivinta Jenny Alexandra*

## **DEDICATORIA**

*Dedicó esta tesis a mi madre y padre, quienes, con su sacrificio, esfuerzo y amor incondicional, me brindaron las oportunidades para lograr mis metas.*

*A mi madre, por sus consejos, por su apoyo y fortaleza. A mi padre, por enseñarme que con disciplina y compromiso que podría alcanzar todo lo que me proponga.*

*A mi hermano, que siempre ha estado cuando más lo necesite, cuando sentía que todo se me derrumbaba o no me sentía capaz el siempre estuvo alentándome y recordándome que los sueños con perseverancia si se alcanzan.*

*A mis sobrinos que con su alegría y sonrisas hacían que los días sean mejores. Por inspirarme a seguir esforzándome y ser mi inspiración para seguir día a día.*

*A mi compañera de vida, Liz por estar a mi lado en cada paso de este camino. Gracias por tu amor, tu paciencia y tu fe en mí. Tu apoyo ha sido esencial en este proceso, y tu presencia me dio la fuerza que necesitaba cuando más lo necesite. Esta meta también es tuya.*

*Yugsi Viracocha Douglas Alexis*

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

**TEMA:** “ELABORACIÓN DE UN PLAN DE EMERGENCIA CON SIMULACIÓN DE EVACUACIÓN PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI CAPUS LA MATRIZ.”

### **Autores:**

Yasaca Sivinta Jenny Alexandra

Yugsi Viracocha Douglas Alexis

## **RESUMEN**

La Universidad Técnica de Cotopaxi, campus La Matriz, se encuentra expuesta a diferentes riesgos tanto naturales como antrópicos debido a su ubicación y alta concentración de habitantes, Para abordar este problema, la presente investigación plantea la elaboración de un plan de emergencia con simulación de evacuación, basado en las diferentes normativas nacionales e internacionales, que dan lugar al fortalecimiento de la preparación institucional ante los eventos críticos, además, se fomenta una cultura preventiva.

La investigación adopta un enfoque mixto, enlazando técnicas e instrumentos cualitativos y cuantitativos que permiten el diagnóstico de vulnerabilidades, diseño técnico de rutas de escape y verificación operativa mediante la simulación del mismo. Dentro de las herramientas empleadas en este trabajo fueron el método de Diamante para evaluar las vulnerabilidades institucionales y el método MESERI para el análisis de riesgo de incendio en las diferentes áreas del campus. Conjuntamente, se realizó los planos de evacuación en AutoCAD que dieron lugar a los escenarios de emergencia en FlexSim, donde se pudo analizar los tiempos de salida y comportamiento humano, puntos de congestión y cobertura de evacuación.

Los resultados evidenciaron la vulnerabilidad organizacional media y un riesgo de incendio aceptable, que avala la aplicación de medidas correctivas y el rediseño de rutas y señalética. El modelo simulado en el software ya mencionado optimiza los flujos y demuestra que la respuesta ante las diferentes amenazas destaca la importancia de capacitaciones, mantenimiento, pruebas técnicas y coordinación.

Finalmente, este plan se solidifica como una herramienta estratégica para salvaguardar la integridad de la comunidad universitaria, garantizando la continuidad operativa y fortalecer la gestión de riesgos como un pilar transversal en los entornos educativos.

**Palabras claves:** Evacuación, FlexSim, Gestión de riesgos, MESERI, vulnerabilidad

# TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

## FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

### TOPIC:

#### Authors:

Yasaca Sivinta Jenny Alexandra

Yugsi Viracocha Douglas Alexis

### ABSTRACT

The Technical University of Cotopaxi, La Matriz campus, is exposed to various natural and anthropogenic risks due to its location and high population density. To address this problem, this research proposes the development of an emergency plan with evacuation simulation, based on various national and international regulations, which will strengthen institutional preparedness for critical events and promote a culture of prevention. The research adopts a mixed approach, combining qualitative and quantitative techniques and instruments that enable the diagnosis of vulnerabilities, the technical design of escape routes, and operational verification through simulation. Among the tools used in this work were the Diamond method for assessing institutional vulnerabilities and the MESERI method for fire risk analysis in different areas of the campus. In addition, evacuation plans were drawn up in AutoCAD, which led to emergency scenarios in FlexSim, where exit times and human behavior, congestion points, and evacuation coverage could be analyzed. The results showed moderate organizational vulnerability and an acceptable fire risk, which supports the implementation of corrective measures and the redesign of routes and signage. The model simulated in the aforementioned software optimizes flows and demonstrates that the response to different threats highlights the importance of training, maintenance, technical testing, and coordination. Finally, this plan is solidified as a strategic tool to safeguard the integrity of the university community, ensuring operational continuity and strengthening risk management as a cross-cutting pillar in educational environments.

**Keywords:** Evacuation, FlexSim, Risk management, MESERI, Vulnerability

## INDICE

DECLARACIÓN DE AUDITORIA .....	¡Error! Marcador no definido.
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN .....	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN .....	X
ABSTRACT.....	XII
1. INFORMACIÓN GENERAL .....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. Situación Problemática .....	3
2.2. Formulación del problema.....	3
2.3. Objeto y Campo de estudio .....	3
2.3.1. Objeto de Investigación.....	3
2.3.2. Campo de acción .....	3
2.4. Beneficiarios.....	3
2.4.1. Beneficiarios directos .....	4
2.4.2. Beneficiarios Indirectos.....	4
2.5. Justificación.....	4
2.6. Objetivos.....	5
2.6.1. Objetivo General.....	5
2.6.2. Objetivos Específicos .....	5
2.7. Sistema de Tareas .....	6
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
3.1. Antecedentes.....	7
3.2. Marco Referencial .....	8
3.2.1. Gestión de Riesgos .....	8
3.2.2. Plan de emergencia.....	10
3.2.3. Evacuación y Ejercicios Simulados.....	11
3.2.4. Peligro.....	13
3.2.5. Riesgo .....	13
3.2.6. Amenaza .....	13
3.2.7. Vulnerabilidad .....	14
3.2.8. Siniestro .....	14
3.2.9. Accidentes Mayores .....	15
3.2.10. Prevención.....	15

3.2.11.	Protección .....	15
3.2.12.	Evacuación y Ejercicios Simulados .....	16
3.3.	Metodología del diamante: Análisis de vulnerabilidad .....	18
3.4.	Método Simplificado de Evaluación del Riesgo de Incendio: MESERI.....	21
3.5.1.	La Constitución De La Republica Del Ecuador .....	24
3.5.2.	Código del Trabajo .....	24
3.5.3.	Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios .....	26
3.5.4.	Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo D.E. 255.....	27
3.5.5.	Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo - Resolución CD N.º 513 (2016).....	28
3.5.6.	Norma Nte Inen-Iso 3864 - Símbolos Gráficos, Colores de Seguridad y Señales de Seguridad .....	29
3.5.7.	Acuerdo 052 – Cg (2014): Normas de Control Interno en Gestión de Riesgos .	30
3.5.8.	Reglamento de Seguridad e Higiene de la Universidad Técnica de Cotopaxi. (Resolución Del Honorable Consejo Universitario, Adoptada En La Sesión Ordinaria Del 12 De enero Del 2022 / Resolución De Aprobación Mdt-Rhs2022187015).....	30
3.6.	Simulación.....	31
3.7.	Situación actual de la Universidad Técnica de Cotopaxi .....	31
3.8.	Último Simulacro de emergencia .....	31
4.	Metodología.....	32
4.1.	Enfoque de Investigación .....	32
4.2.	Tipo de Investigación .....	32
4.3.	Diseño de Investigación.....	32
4.4.	Técnicas e Instrumentos .....	33
4.4.1.	Situación Actual de la Universidad Técnica de Cotopaxi .....	33
4.4.2.	Análisis de Vulnerabilidad.....	33
4.4.3.	Análisis de riesgos de fuego .....	38
5.	Análisis de Resultados.....	38
5.1.	Análisis de Vulnerabilidad.....	38
5.2.	Análisis de Riesgo de incendio.....	41
5.2.1.	Justificación del Uso del método MESERI en el Campus San Felipe .....	41
5.2.2.	Hallazgos por categoría de espacios .....	41
5.3.	Rutas de evacuación y salidas de emergencia .....	44
5.4.	Simulación de Evacuación.....	44
5.4.1.	Procedimiento del uso de FlexSim .....	44

5.4.2.	Tiempos de evacuación.....	45
5.4.3.	Identificación de cuellos de botella .....	45
5.4.4.	Comportamiento de los agentes simulados .....	45
5.5.	Eficiencia del plan propuesto .....	45
6.	Conclusiones y Recomendaciones.....	45
6.1.	Conclusiones.....	45
6.2.	Recomendaciones .....	46
7.	Bibliografía.....	46
ANEXO 1	.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO 2	.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO 3	.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO 4	.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO 5	.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Ciclo de la gestión de riesgos. [4] .....	8
Figura 2	Fórmula del riesgo. [9].....	10
Figura 3	Componentes de un plan de emergencia. [11].....	11
Figura 4	Comportamiento de multitudes en evacuaciones. [27] .....	17
Figura 5	Organigrama de brigadas de emergencias [28] .....	17
Figura 6	Diamante de riesgo .....	20
Figura 7	Matriz de análisis de vulnerabilidad [33].....	21
Figura 8	Pirámide de Kelsen.....	24

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Campos de Ciencia y Tecnología UNESCO [1] .....	1
Tabla 2	Actividades y técnicas a realizar .....	6
Tabla 3	Probabilidad de ocurrencia [33].....	19
Tabla 4	Elementos y aspectos vulnerables [33] .....	19
Tabla 5	Criterio de evaluación [33] .....	19
Tabla 6	Calificación [33] .....	19
Tabla 7	Interpretación a la vulnerabilidad [33].....	20
Tabla 8	Interpretación del nivel de riesgo.....	20
Tabla 9	Nivel de riesgo .....	22
Tabla 10	Análisis de vulnerabilidad - Personas .....	34
Tabla 11	Análisis de vulnerabilidad – Recursos .....	36
Tabla 12	Análisis de vulnerabilidad - Sistemas y Procesos.....	37
Tabla 13	Matriz de Análisis de vulnerabilidad .....	40
Tabla 14	Riesgo de Incendio Bloque Antiguo .....	42

Tabla 15 Riesgo de Incendio Bloque B .....	43
Tabla 16 Riesgo de incendio Bloque A.....	43

## 1. INFORMACIÓN GENERAL

**Tema del proyecto: Elaboración de un plan de emergencia con simulación de evacuación para la universidad técnica de Cotopaxi campus la matriz**

**Modalidad de Titulación:** Proyecto de Investigación

**Carrera:** Ingeniería Industrial

**Equipo de Trabajo:** NA.

**Tutor:** Ing. Santiago Olovacha

**Autores:**

- Srta. Jenny Alexandra Yasaca Sivinta
- Sr. Douglas Alexis Yugsi Viracocha

**Área de Conocimiento:**

*Tabla 1 Campos de Ciencia y Tecnología UNESCO [1]*

10 Servicios	103 Servicios de Seguridad	1032 Protección de las personas y la propiedad
--------------	----------------------------	--

**Línea de investigación:**

**Tecnología industrial, gestión de la producción, riesgos de seguridad laboral.**

Los proyectos de investigación que se enmarquen en esta línea tendrán como objetivos desarrollar tecnologías y herramientas informáticas de apoyo a la incorporación de planes y programas de desarrollo, así como también a la evaluación y prevención de riesgos.

**Sub líneas de investigación de la Carrera:**

**Calidad, diseño de procesos productivos e Ingeniería de métodos.**

Tecnología industrial gestión de la producción riesgos de seguridad laboral.

## 2. INTRODUCCIÓN

La Secretaría de Gestión de Riesgos (SGR) establece la responsabilidad del Estado es de proteger a las personas, las colectividades y la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen natural o antrópico mediante la prevención ante el riesgo, por esta razón el Ministerio de Educación decide llevar a cabo un proceso de construcción de una política pública que pretende fortalecer la gestión de riesgos en el Sistema Educativo, con el objetivo de mejorar las capacidades de todos los actores de la comunidad educativa [2].

La Universidad Técnica de Cotopaxi, como institución de educación superior, alberga a una gran cantidad de estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes en sus diferentes instalaciones. En este contexto, la seguridad de las personas frente a situaciones de emergencia como incendios, sismos u otros eventos peligrosos se convierte en una prioridad. Sin embargo, actualmente se evidencia la falta de señalización adecuada y actualizada de las rutas de evacuación. En varias áreas de la universidad, lo que representa un riesgo para la integridad física de quienes transitan diariamente por el campus la matriz.

En la actualidad, la gestión del riesgo se ha convertido en una prioridad para todo tipo de instituciones, y las universidades no son la excepción. Espacios como el campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi concentran diariamente una gran cantidad de personas como estudiantes, docentes, personal administrativo y visitantes, lo que incrementa significativamente el nivel de exposición frente a posibles emergencias como incendios, sismos o cualquier otro evento inesperado. Frente a esta realidad, no basta únicamente con reaccionar; es necesario anticiparse a los riesgos mediante planos estructurados que permitan una respuesta rápida, organizada y segura.

A pesar de que existen normativas nacionales e internacionales que exigen la implementación de planes de emergencia, en muchos casos estos documentos quedan como simples formalidades que no se aplican de manera práctica. Cabe recalcar lo fundamental que un plan de emergencia que cumpla con los requisitos normativos además debe abarcar todas las características del campus La Matriz, más que todo se plantee las pruebas necesarias y den paso a un evalúo del mismo y para ello también es importante las simulaciones ya que dan lugar a tomar decisiones antes de hacer los simulacros como un programa de planificación.

Este estudio inicia de la necesidad de establecer y garantizar el bienestar de la comunidad universitaria y de la infraestructura de la misma. Al fijar las rutas de evacuación y que estas

estén visibles para las personas que frecuentan las instalaciones tienden a crear conciencia fomenta una cultura de prevención y respuesta ante las amenazas existentes. Además, la simulación mediante un software ayuda a definir los puntos vulnerables especialmente áreas que existe concurrencia de personal y estudiantes, fortaleciendo las mismas de forma continua.

En este punto, la presente investigación propone la elaboración de un plan de emergencia con simulación de evacuación para la Universidad Técnica de Cotopaxi, campus La Matriz, como un pilar para garantizar el bienestar de la población y optimizar el proceso de respuesta ante situaciones de riesgo o peligro.

## **2.1.Situación Problemática**

Actualmente, el campus La Matriz no cuenta con un plan de emergencia y contingencia actualizado, ni con softwares que permitan una simulación de evacuación que den lugar a la preparación adecuada para dar respuesta efectiva ante cualquier evento de emergencia, además, la baja planificación y práctica puede tener una desorganización total de la institución ante las diferentes eventualidades. Para abordar esta problemática se propone la elaboración de un plan de emergencia con simulación que permita la mejora continua del mismo y brinde una respuesta efectiva.

## **2.2.Formulación del problema**

¿Cómo mejorar la respuesta, organización y seguridad de la comunidad universitaria ante situaciones de riesgos dentro de la institución de educación superior mediante la implementación de un plan de emergencia con simulación de evacuación?

## **2.3.Objeto y Campo de estudio**

### **2.3.1. Objeto de Investigación**

Plan de emergencia con simulación de evacuación para la Universidad Técnica de Cotopaxi

### **2.3.2. Campo de acción**

3310. - Tecnología Industrial

## **2.4.Beneficiarios**

En el presente trabajo de investigación se da a conocer a las partes interesadas la interacción de un sistema de gestión de riesgos por lo que se detalla el funcionamiento de los beneficiarios:

#### **2.4.1. Beneficiarios directos**

- Estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)
- Docentes y personal administrativo
- Personal de Seguridad Física
- Visitantes que acuden a eventos o actividades dentro del campus

#### **2.4.2. Beneficiarios Indirectos**

- Familia de los estudiantes y trabajadores
- Comunidad educativa general
- Organismos de socorro (Cuerpo de Bomberos, Cruz Roja, Policía Nacional)

### **2.5. Justificación**

El presente trabajo investigativo proviene de la necesidad de mantener la seguridad de la comunidad universitaria y los espacios institucionales del campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Desde un punto de vista personal como estudiante y visitante de la universidad se ha podido observar algunas anomalías en el sistema de gestión de riesgos como la ausencia de señalización, rutas de evacuación en las diferentes áreas del campus.

Desde el punto académico, esta investigación permite aplicar los conocimientos tanto teóricos como prácticos que se han obtenido en el transcurso de la carrera, por otro lado, se puede aplicar los temas que abordan la seguridad industrial, prevención y mitigación de riesgo y gestiones de emergencias, además del uso de softwares de simulación tridimensional que permite realizar escenarios de evacuación. Por ello, se puede brindar una solución mediante la identificación de riesgos y peligro antrópicos, por otro lado, la elaboración de las rutas de evacuación plasmados en planos permite la realización de panoramas mediante el software FlexSim que actúa como una herramienta esencial para visualizar de manera clara el recorrido de las mismas con la finalidad de conocer las salidas de emergencia de una forma organizada, segura y estratégica.

En el ámbito social y laboral, este proyecto influye en el proceso de concientizar a los estudiantes, trabajadores y visitantes con el fin de mejorar la prevención junto con la seguridad dentro de las instalaciones universitaria, reforzando las actividades de la comunidad de la misma en contexto de la seguridad integral.

Esta investigación simboliza de forma significativa en la problemática, mediante la utilización de recursos prácticos bajo normativas actualizadas tanto nacionales como internacionales para mejorar la respuesta ante los riesgos identificados en la institución. También, se establece medidas de control para así tener una contribución palpable y sostenibles en la comunidad universitaria.

## **2.6.Objetivos**

### **2.6.1. Objetivo General**

Proponer un plan de emergencia con simulación de rutas de evacuación en el campus la matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, basándose en la metodología de gestión y reducción de riesgos en las instituciones de educación superior mejorando la respuesta de estudiantes docentes y trabajadores ante situaciones de emergencia.

### **2.6.2. Objetivos Específicos**

- Analizar los riesgos y vulnerabilidades presentes en el campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el fin de identificar situaciones de emergencia prioritarias y determinar las necesidades de actuación.
- Elaborar un plan de emergencia institucional con vías de evacuación y puntos seguros, conforme a las normas nacionales e internacionales, mejorando la comprensión y respuesta ante posibles emergencias.
- Simular distintos escenarios de emergencia con un software de simulación para validar la efectividad del plan y promover una cultura de prevención en la comunidad universitaria

## 2.7.Sistema de Tareas

Tabla 2 Actividades y técnicas a realizar

Objetivo específico	Actividad	Resultado esperado	Técnicas, medios o instrumentos
Analizar los riesgos y vulnerabilidades presentes en el campus La Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con el fin de identificar situaciones de emergencia prioritarias y determinar las necesidades de actuación	Revisión documental y normativa de emergencias Realizar visitas al campo de estudio Identificación de peligros y riesgos Evaluación de los peligros y riesgos	Diagnostico actualizado de actividades Matriz de riesgos Informe técnico con los principales peligros, riesgos y falencias identificadas	Lista de verificación Guía de observación Cámara fotográfica Hojas de cálculo para la matriz
Elaborar un plan de emergencia institucional con vías de evacuación y puntos seguros, conforme a las normas nacionales e internacionales, mejorando la comprensión y respuesta ante posibles emergencias.	Elaborar croquis en base a los bloques Aplicar criterios normativos al diseño Diseño digital de rutas de evacuación en AutoCAD	Planos técnicos de rutas de evacuación listos para su implementación Versión impresa y digital	Inspección en sitio Mapas o croquis existentes Análisis grafico Anexo 3 Señalética Computadora con software AutoCAD
Simular distintos escenarios de emergencia con un software de simulación para validar la efectividad del plan y promover una cultura de prevención en la comunidad universitaria.	Diseño e importación del modelo de las rutas de evacuación. Creación de posibles escenarios de emergencia Ejecución y análisis de los resultados obtenidos con la simulación	Informe de simulación de evacuación Planos optimizados y con calidad de visualización	Simulación computacional de evacuación Análisis de comportamiento humano ante emergencias Software específico de simulación Planos digitales de AutoCAD

**Elaborado por:** Los autores

### **3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1. Antecedentes**

Para poder realizar un plan de emergencia con la simulación de evacuación en la Universidad Técnica de Cotopaxi campus La Matriz, se inicia con una investigación minuciosa de fuentes bibliográficas, que corresponden a la aplicación de diferentes técnicas y directrices que ayudan con esta investigación.

El Autor Erazo Segovia Joseph (2019), en su trabajo de grado de “Elaboración del plan de emergencia y contingencia como guía de acción ante accidentes mayores en el edificio central administrativo de la Universidad Técnica del Norte”; afirma que un plan de emergencia y contingencia contempla todas las amenazas de cada accidente mayor de acuerdo a su zona geográfica garantizando la seguridad y bienestar de la comunidad universitaria, invitados, bienes y medio ambiente.

Carlos Santamaría (2019) en su trabajo de “Plan de emergencia para desastres o amenazas colectivas”, afirma que la respuesta debe ser inmediata ante los peligros que pueden aparecer y que la mejor forma de hacerle frente es aplicando las diferentes etapas del plan de riesgo y coordinando con las personas a cargo del mismo.

El estudio realizado por Bryan Carrión (2024), en su “Propuesta de un plan de emergencia y contingencia en un condominio ubicado en la ciudad de Jipijapa”, Evidencia la necesidad de contar con un plan de emergencia y contingencia para brindar una respuesta inmediata ante los diferentes riesgos que se pueda presentar, durante esta investigación los métodos que fueron apropiados fueron el diamante que es un análisis de vulnerabilidad y el Meseri que permite la evaluación de riesgos contra incendios que permitieron el desarrollo del plan de emergencia.

Henry Jhonny Fierro (2019), en su trabajo de titulación con el tema “Estructuración del plan de emergencia y contingencia para la facultad de ingeniería en ciencias aplicadas en la Universidad Técnica del Norte para minimizar posibles riesgos mayores”, evidencia que se logró estructurar el plan integral adaptado a las condiciones específicas de las instalaciones de la facultad, permitiendo minimizar los riesgos mayores que se los pudo identificar aplicando las metodologías reconocidas para la evaluación de riesgos.

## 3.2. Marco Referencial

### 3.2.1. Gestión de Riesgos

La gestión de riesgos engloba el procedimiento de determinar, evaluar, indagar y posteriormente gestionar los posibles riesgos o amenazas, de tal forma que las acciones se enfoquen a atenuar las amenazas naturales o antrópicas. [3]



Figura 1 Ciclo de la gestión de riesgos. [4]

#### 3.2.1.1. Fases del proceso de Gestión de Riesgos

- **Identificación del riesgo:** esta etapa permite determinar los posibles riesgos amenazantes.
- **Análisis del riesgo:** luego de identificados los riesgos eminentes, se diagnostica cuál de estos pueden llegar a tener lugar y como afectarían dentro de la empresa.
- **Evaluación o valoración:** los riesgos más probables requieren identificar cuáles son de atención inmediata.
- **Control** en esta fase se gestiona las acciones para evadir, reducir o desviar los riesgos identificados.
- **Monitoreo:** el proceso de gestión de riesgos, requiere ser vigilado constantemente, en tal razón es necesario observaciones continuas de su correcto desenvolvimiento.
- **Comunicación:** conforme a todo lo realizado se debe mantener informado a todo el personal implicado a fin de que estén relacionados con todo el proceso. [5]

### 3.2.1.2. Tipos de proceso de Gestión de Riesgos

El proceso de gestión de riesgos identifica 3 planes enfocados a preservar la seguridad de la población, los mismos que conllevan métodos y argumentos adecuados para la respectiva aplicación.

- **Plan Familiar de Emergencias:** Son actividades planeadas por una familia en el cual todos sus miembros participan y se proyectan a responder de forma adecuada frente a un peligro, aquí se debe señalar roles de cada miembro, rutas de evacuación, suministros de emergencia, contactos de emergencia.
- **Plan Comunitario de Emergencia, Mapas de Riesgos y Recursos:** Este tipo de planes requieren la participación de los integrantes de un barrio o localidad, quienes al igual que en el anterior plan deberán identificar cuáles son sus posibles amenazas, vulnerabilidades, así como determinar un mapa y los recursos con que se debe contar para enfrentar el suceso.
- **Plan de Gestión de Riesgos Institucional:** Este tipo de planificación tiene un contexto más complementario, el cual radica desde la planificación, la gestión, control y restablecimiento de actividades dentro de una organización.

A participación efectiva y activa de los integrantes de la institución ya que de ellos depende que con la ejecución de este plan se mitiguen los efectos a desarrollarse dentro de riesgo identificado. [6]

### 3.2.1.3. Tipos de Riesgo

Los riesgos pueden presentarse de diferente índole:

#### 1. Según su origen

- **Riesgos internos:** dentro de este grupo tenemos los de origen humano, tecnológicos, ergonómicos.
- **Riesgos externos:** sobre estos riesgos la institución tiene poco o nada de control, sin embargo, sus efectos pueden ser relevantes y pueden ser de tipo económico, político, legales, ambientales.

#### 2. Según su naturaleza:

- **Riesgo financiero:** son riesgos de tipo externo que pueden afectar la solvencia y rentabilidad de una empresa.

- **Riesgo operativo:** son daños que pueden ser producidos por una persona, falla de sistemas o eventos externos.
- **Riesgo estratégico:** Estos tienen que ver con acciones o estrategias erradas y que influyen en el normal desenvolvimiento de la entidad.
- **Riesgo legal o de cumplimiento:** radica en las consecuencias de incumplir con leyes o reglamentos.
- **Riesgo tecnológico:** este tipo puede suceder al uso de tecnologías, las cuales producen fallo en su funcionamiento.
- **Riesgo reputacional:** en este riesgo la empresa sufre un daño en su imagen y por ende podría afectarse su credibilidad.
- **Riesgo ambiental:** en este riesgo incluye amenazas de parte del medio ambiente, las cuales impiden el normal desarrollo de las actividades institucionales. [7]

#### 3.2.1.4. Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo

El riesgo se define como la posibilidad de que un evento adverso suceda, afectando de forma negativa a una localidad, el riesgo guarda relación entre las vulnerabilidades y las constantes amenazas, así tenemos que la Universidad Técnica de Cotopaxi se encuentra en una zona con riesgos ambientales, tal es el caso de erupciones volcánicas y otros eventos de la naturaleza [8].



Figura 2 Fórmula del riesgo. [9]

#### 3.2.2. Plan de emergencia

El Plan de emergencia institucional es el proceso a través del cual las empresas actúan y responden de forma óptima ante situaciones adversas, este proceso considera aspectos como: rutas de evacuación, lugar de encuentro, puntos seguros, funciones de cada miembro de la institución. [10]



*Figura 3 Componentes de un plan de emergencia. [11]*

### 3.2.3. Evacuación y Ejercicios Simulados

#### 3.2.3.1. Evacuación

Es la acción de llevar de un lugar en peligro a otro más seguro, a todo el personal que se encuentra ante a una emergencia, su correcta aplicación obedecerá a la gestión con la que se desarrolle este proceso, es decir si se lo hace de forma clara y acertada.

#### 3.2.3.2. Simulación y Simulacro

A simulación implica recrear o dramatizar las posibles conductas de las personas que intervienen en una emergencia, en tanto que en el simulacro se advierte los posibles escenarios y situaciones que podrían presentarse dentro de un proceso de emergencia.

### **3.2.3.3. Modelos y Enfoques Aplicables**

Los modelos y enfoques representan actitudes de personas, así también afirman respuestas asertivas al momento de producirse una emergencia, para lo cual se debe estimar factores como adaptabilidad, tiempo de traslados.

### **3.2.3.4. Brigadas de Emergencia**

Son grupos de personas preparadas para colaborar y actuar de forma efectiva en caso de una emergencia, están capacitados por organismos externos como la Cruz Roja, cada persona formará parte de una brigada y tendrá funciones específicas dentro del proceso.

### **3.2.3.5. Señalización y Equipamiento**

La señalética es primordial dentro de los procesos de evacuación ya que la misma asegura un traslado rápido y oportuno del personal, dicha señalización debe cumplir con especificaciones técnicas establecidas para prevención accidentes y riesgos.

### **3.2.3.6. Diagnóstico de Riesgos en el Campus**

Este permite identificar los riesgos latentes, zonas con altos índice de vulnerabilidad, puntos críticos, tomar como base instrumentos que expongan las fortalezas, amenazas y también enfocarse en la respectiva matriz de riesgos institucional.

### **3.2.3.7. Herramientas Tecnológicas**

Conforme a la vanguardia la utilización de herramientas tecnológicas debe ir de la mano, es así que se puede realizar simulacros virtuales en tiempo real, de esta forma se reducen recursos humanos y materiales.

### **3.2.3.8. Psicología de la Emergencia**

En este punto se analiza los posibles comportamientos de los integrantes que intervienen dentro del proceso de emergencia, ya que algunos pueden presentar pánico, ansiedad, episodios traumáticos.

### **3.2.3.9. Inclusión y Accesibilidad**

El plan y proceso de emergencia debe considerar a todos los miembros de la institución, es decir incluir a personas con discapacidades, adultos mayores, mujeres en período de gestación y las vías de acceso deben estar aptas para estas personas.

### **3.2.3.10. Evaluación y Mejora Continua**

Este aspecto es imprescindible ya que el mismo permite que el proceso se desarrolle de forma eficiente y en el tiempo preciso y está sujeto a constantes revisiones y actualizaciones si fuera necesario. [12]

### **3.2.4. Peligro**

Es el proceso en la cual hay un daño eminente, esta afectación puede ser física o mental en las personas; es decir el peligro constituye una amenaza constante en un ámbito laboral, la cual debe reconocerse con el objeto de evitar accidentes ocupacionales. [13]

### **3.2.5. Riesgo**

Dentro del área de prevención de riesgos laborales, la palabra Riesgo se refiere a la posibilidad de que un peligro debidamente identificado suceda ocasionando daño a la parte física de una persona o un bien, así como en la parte mental de un empleado

Debemos acotar que esta posibilidad la podemos medir y examinar, de esta forma podremos dividir los riesgos de acuerdo al nivel de frecuencia y severidad, las mismas que permitirán adoptar estrategias de prevención de forma efectiva. [14]

### **3.2.6. Amenaza**

La amenaza se la puede definir como cualquier circunstancia exterior producida natural o humanamente, con el objetivo de causar un efecto negativo en una población numerosa, de tal forma que se afecta recursos humanos, materiales, así también se puede dañar la operatividad y desenvolvimiento de la infraestructura y demás servicios básicos

Así debemos señalar que las amenazas aumentan la vulnerabilidad de que un siniestro tenga lugar, específicamente si no se ha logrado mantener un estudio de probables afectaciones de una forma continua.

### **3.2.6.1. Tipos de amenazas**

- **Amenaza natural:**

Las amenazas de origen natural están relacionadas con eventos ocasionados por procesos biológicos, ambientales, hidrológicos, geológicos, las mismas que dan lugar a: huracanes, incendios, inundaciones, terremotos, por citar algunos.

- **Amenazas socio-naturales:**

Son acciones producto de la negativa intervención humana y de procesos naturales, esto tiene lugar cuando el ser humano adopta estrategias contraproducentes, como lo es la deforestación, la construcción de viviendas y edificios sin realiza estudios previos de factibilidad, esto da origen a deslizamientos y otros desastres.

- **Amenazas antrópicas:**

Son acciones que involucran directamente a la actividad humana y su afectación en el medio natural, estos pueden ser incendios, explosiones, derrames químicos, contaminación; estas consecuencias pueden ser producto de la inoperancia en la gestión del riesgo. [12]

### **3.2.7. Vulnerabilidad**

Se refiere a la susceptibilidad de una persona, un sistema, comunidad ante los efectos que puede causar una amenaza, los factores que pueden influir son de tipo económico, estructurales, escaso conocimiento en riesgos externos.

Así identificamos a la vulnerabilidad como el nivel de debilidad y su baja adaptabilidad al enfrentar una amenaza específica, dando lugar a un restringido proceso de restablecimiento. [15]

### **3.2.8. Siniestro**

El siniestro se considera un daño de gran consideración, afectando de manera importante en diario vivir de una comunidad, desarrollo territorial, ambiental; su causa puede ser natural,

humana o mixta y que conforme a la manera de responder a un evento adverso tendrán lugar sus consecuencias ya sean considerables o irreparables. [15]

### **3.2.9. Accidentes Mayores**

Los accidentes mayores son eventos que suceden de forma imprevista y que tiene una afectación o daño muy significativo dentro de las actividades de índole laboral, con consecuencias a corto o largo plazo, las mismas que resultan ser producto de fallas en los procedimientos de ejecución. Dichos accidentes pueden manifestarse en incendios, derrames de sustancias, explosiones, advirtiendo una amenaza latente entre los trabajadores, la comunidad y medio en general en el que se presenta el accidente.

Debemos tomar en cuenta que en este tipo de afectaciones estarán involucradas sustancias peligrosas, las mismas que pueden llegar a tener consecuencias graves en el entorno externo al que tuvo origen el accidente, de ahí la importancia de contar con la prevención de riesgos y además de planes de evacuación para llevar a cabo y minimizar los efectos secundarios. [16]

### **3.2.10. Prevención**

Son todas las acciones y estrategias encaminadas a injerir precisamente en los peligros y amenazas detectadas a fin de minimizar o eliminar su impacto, de esta forma estaremos evitando daños sobre las personas o bienes materiales, esto se lo consigue a través de un monitoreo efectivo de los sistemas de riesgo. [17]

### **3.2.11. Protección**

Se conoce como protección al conjunto de mecanismos y medidas direccionadas a reducir y de ser factible eliminar los posibles peligros que pudieran ocurrir, en el proceso de protección de riesgos o peligros las acciones radican en los efectos, posterior a que el proceso adverso ha ocurrido, en contraste con la prevención que actúa antes que evento se dé; bajo este contexto el objetivo implica encontrar las medidas para evitar las afectaciones a los individuos, infraestructuras y todo tipo de bienes materiales .En tal sentido se debe aplicar medios de protección como lo son: sistemas de gestión de riesgos, prendas de protección, mecanismos de contención, señalética, de ahí que es vital los mecanismos en materia de riesgos los mismos que deben ser integrados con el proceso de prevención. [18]

### **3.2.12. Evacuación y Ejercicios Simulados**

#### **3.2.12.1. Evacuación**

La evacuación radica en el traslado controlado de personas desde un área peligroso a una zona segura. Su efectividad depende de la iniciativa, la claridad en la señalización, y la preparación de la colectividad. [19]

#### **3.2.12.2. Simulación y Simulacro**

Las simulaciones permiten presagiar la conducta de los individuos ante una amenaza mediante software, mientras que los simulacros son ejercicios prácticos que preparan a la localidad. [20]

#### **3.2.12.3. Simulación de evacuación con FlexSim**

La tecnología ha ido avanzando de manera significativa, por lo que en la actualidad el uso de softwares para simulaciones de evacuación han sido herramientas de gran ayuda para establecer parámetros de los escenarios tridimensionales de las rutas de emergencia. Además, uno de los programas más usados para ello ha sido FlexSim ya que permite recrear eventos que facilita la identificación de los puntos vulnerables y la toma de decisiones para un análisis minucioso y objetivo en el ámbito educativo [21].

#### **3.2.12.4. Modelos y Enfoques Aplicables**

Helbing y Molnár [22] tienen un modelo donde simulan el traslado de personas en una evacuación, teniendo en cuenta factores como el miedo, la velocidad de desplazamiento y la densidad de ocupación. Además, se aplican metodologías como el Análisis de Riesgo Integral (ARI) propuesto por la OPS (2005).

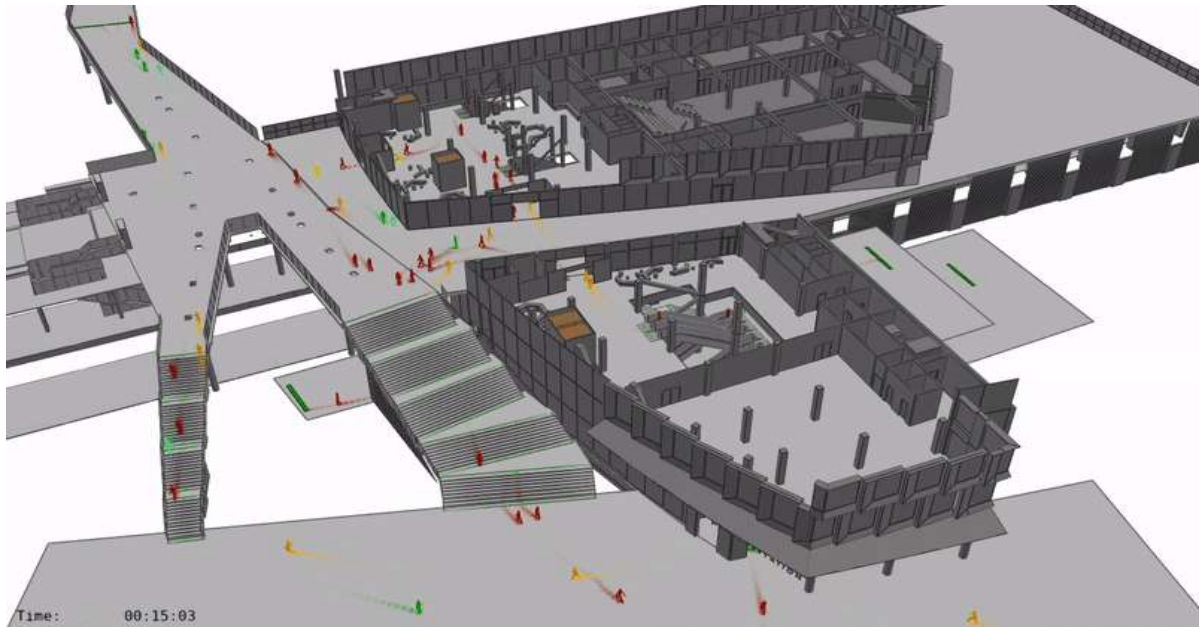


Figura 4 Comportamiento de multitudes en evacuaciones. [27]

### 3.2.12.5. Brigadas de Emergencia

Las brigadas son grupos organizados que apoyan en la respuesta inmediata ante emergencias. Su formación y capacitación es responsabilidad de la institución. Según la Cruz Roja Ecuatoriana (2017), cada brigada debe tener funciones específicas y estar equipada adecuadamente. [28]



Figura 5 Organigrama de brigadas de emergencias [28]

### **3.2.12.6. Señalización y Equipamiento**

Una adecuada señalización dentro de edificios avala que las personas puedan orientarse y evacuar de forma segura. Las señales deben cumplir normas técnicas en cuanto a tamaño, color y claridad. [29]

### **3.2.12.7. Diagnóstico de Riesgos en el Campus**

Realizar un diagnóstico de riesgos permite conocer los sitios críticos dentro de la universidad, como escaleras inadecuadas, zonas de alta concentración o estructuras sensibles. Herramientas como el análisis FODA o la Matriz de Riesgo de la ISO 31000 son útiles en este proceso. [30]

### **Inclusión y Accesibilidad**

La planificación de emergencias debe ser inclusiva, considerando a personas con discapacidad o movimiento reducido. Las rutas deben estar adecuadas, y debe existir personal capacitado para prestar auxilio. [31]

### **3.2.12.8. Evaluación y Mejora Continua**




El plan debe ser un documento dinámico, sometido a revisiones periódicas. Después de cada simulacro realizado, es transcendental evaluar el desempeño, corregir errores y capacitar continuamente al personal. [32]

### **3.3. Metodología del diamante: Análisis de vulnerabilidad**

Es una técnica cualitativa se realiza para evaluar la vulnerabilidad y los riesgos de una entidad con el objetivo de identificar las posibles amenazas existentes dentro del mismo, para el análisis se aplica un cuestionario donde se califica los diferentes aspectos relacionados con la gestión organizacional, la preparación y recursos disponibles que den respuesta ante las diferentes emergencias [33].

El Servicio Nacional de Aprendizaje [33], sustenta que el uso de un análisis por colores permite identificar con mayor precisión zonas que estén expuestas a grandes riesgos y poder tomar acciones sobre ellas. Además, para esta evaluación es importante tomar en cuenta una probabilidad de ocurrencia como se la puede observar en la tabla 3.

Tabla 3 Probabilidad de ocurrencia [33]

Color	Clasificación	Comportamiento
	Posible	Es aquel fenómeno que nunca ha sucedido, puede suceder o es factible porque no existen razones históricas y científicas para decir que esto no sucederá, es decir que no se descarta su ocurrencia.
	Probable	Es aquel fenómeno que ha ocurrido en el lugar o en unas condiciones similares, es decir que existen razones y argumento técnicos científicos para creer que sucederá.
	Inminente	Es aquel fenómeno esperado que tiene alta probabilidad de ocurrir o con información que lo hace evidente o detectable
<p><b>Posible:</b> Nunca ha sucedido – Color verde</p> <p><b>Probable:</b> Ya ha ocurrido – Color amarillo</p> <p><b>Inminente:</b> Evidente, detectable – Color rojo</p>		

Cabe recalcar que para determinar el nivel de riesgo hay que relacionar las diferentes amenazas directas a la empresa.

Una vez identificado las amenazas se toman en cuenta los elementos y aspectos vulnerables como se lo puede ver en la tabla 4.

Tabla 4 Elementos y aspectos vulnerables [33]

1. Personas	2. Recursos	3. Sistemas y Procesos
<ul style="list-style-type: none"> <li>Gestión organizacional</li> <li>Capacitación y entrenamiento</li> <li>Características de seguridad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Suministros</li> <li>Edificaciones</li> <li>Equipos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Servicios públicos</li> <li>Sistemas alternos</li> <li>Recuperación</li> </ul>

Como ultimo paso hay que tomar en cuenta el criterio de evaluación

Tabla 5 Criterio de evaluación [33]

Criterio de respuesta	Interpretación	Calificación
Sí	Cuando existe o tiene un nivel bueno	1
No	Cuando no existe o tiene un nivel deficiente	0
Parcial	Cuando la implementación no está terminada	0,5

La calificación tendrá la siguiente condición:

Tabla 6 Calificación [33]

Calificación	Condición
--------------	-----------

Bueno	0,68 – 1
Regular	0,34 – 0,67
Malo	0 – 0,33

Mientras que la interpretación será la siguiente:

Tabla 7 Interpretación a la vulnerabilidad [33]

Rango	Interpretación	Color
0.0 – 1	Alta	Rojo
1.01 – 2.00	Media	Amarillo
2.01 – 3.00	Baja	Verde

Para el cálculo del riesgo y/o nivel de riesgo se usará la siguiente formula

Ecuación (1) Nivel de Riesgo

$$Riesgo = Amenaza * Vulnerabilidad \quad (1)$$

Diamante de riesgo se clasifica acorde a los elementos y gracias a la distinción de los colores se puede determinar el nivel de riesgo como se puede apreciar en la figura 6.

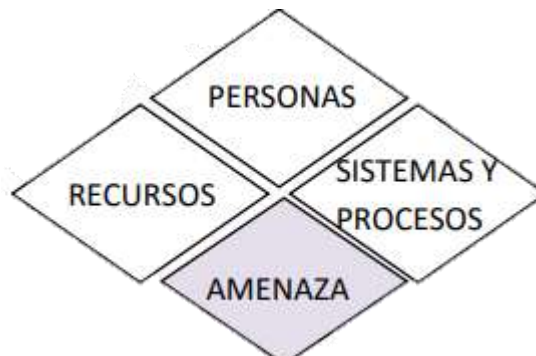




Figura 6 Diamante de riesgo

En la tabla 8 se puede apreciar la interpretación del nivel de riesgo clasificados por los colores del diamante de riesgo.

Tabla 8 Interpretación del nivel de riesgo

Número de rombos	Porcentaje	Nivel de riesgo
3 – 4 rombos rojos 	66% al 100%	Alto

1 – 2 rombos rojos o 3 – 4 amarillos 	40% al 65%	Tolerable
1 – 2 rombos amarillos y los restantes verdes 	0% al 39%	Bajo

Como ejemplo de una matriz del análisis de vulnerabilidad se puede ver en la figura 7

CONSOLIDADO ANALISIS DE RIESGO																			
CENTRO DE ATENCION AL SECTOR AGROPECUARIO SEDE PIEDECUESTA																			
ANALISIS DE AMENAZA		PERSONAS				ANALISIS DE VULNERABILIDAD RECURSOS				SISTEMAS Y PROCESOS				NIVEL DE RIESGO					
AMENAZA	CALIFICACION	COLOR DEL RIESGO	DEFICION ORGANIZACIONAL	CAPACITACION = ENTRENAMIENTO	CONSERVACION DE RECURSOS	TOTAL VULNERABILIDAD DE PERSONAS	COLOR DE RIESGO PERSONAS	MANEJOS	EDIFICACIONES	PLANTAS	TOTAL VULNERABILIDAD DE RECURSOS	COLOR RIESGO DE RECURSOS	SERVICIOS	SISTEMAS AL TORNO	RECUPERACION	TOTAL VULNERABILIDAD DE SISTEMAS Y PROCESOS	COLOR RIESGO SISTEMAS = PROCESOS	RESULTADO DEL MANEJO	INTERVENCIÓN
Movimientos Sísmicos/Terremotos	Probable	Yellow	0.5	0.1	0.2	1.0	Yellow	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	0.5	0.5	0.5	2.0	Green	Yellow	Medio
Incendios	Posible	Green	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	0.5	0.5	0.5	2.0	Green	Green	Bajo
Eventos Atmosféricos	Posible	Green	0.5	0.15	0.2	0.85	Red	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	Yellow	Medio
Explosiones	Posible	Green	0.5	0.15	0.2	0.85	Red	0.5	0.5	0.5	1.5	Red	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	Yellow	Medio
Derrames de Sustancias Químicas	Posible	Green	0.5	0.1	0.2	1.0	Yellow	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	0.5	0.5	0.5	2.0	Green	Yellow	Medio
Fugas de gases	Posible	Green	0.5	0.15	0.2	0.85	Red	0.5	0.5	0.5	1.5	Red	0.5	0.5	0.5	1.5	Green	Yellow	Medio
Atentados Terroristas, Asesinatos, secuestro, bomba	Posible	Green	0.5	0.15	0.2	0.85	Red	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	Yellow	Medio
Hurto	Probable	Red	0.5	0.15	0.2	0.85	Red	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	0.5	0.5	0.5	1.5	Yellow	Yellow	Medio

Figura 7 Matriz de análisis de vulnerabilidad [33]

Gracias a la matriz se puede dar prioridad a las amenazas acorde a la calificación desde la más alta a la más baja y con ellas las medidas de intervención.

### 3.4. Método de MESERI.

Es una herramienta semicuantitativa que permite identificar y evaluar el riesgo de incendio en infraestructura y construcciones industriales. Su principal ventaja radica en la simplicidad y rapidez de aplicación, permitiendo obtener una calificación objetiva del riesgo mediante la asignación de puntuaciones a factores agravantes y protectores.

MESERI se basa en dos bloques de factores

- **Factores generadores o agravantes (X):** elementos que aumentan el riesgo de incendio.
- **Factores reductores o protectores (Y):** medidas que disminuyen o controlan dicho riesgo.

Para su calculo hay que tomar en cuenta las siguiente ecuación

$$R = X - Y \quad (2)$$

$$R = \frac{X}{Y} \quad (3)$$

R: Nivel de riesgo

*Tabla 9 Nivel de riesgo*

Nivel de Riesgo	Escala
Alto	0 – 4
Medio	5 – 7
Bajo	8 – 10

### 3.4.1. Procedimiento

Este método MESERI, permite la evaluación de objetiva y rápida en las áreas con mayor riesgo de incendio para poder actuar y reducir el mismo.

- **Recolección de información:**
  - Fuentes de ignición
  - Materiales combustibles presentes
  - Procesos operativos
  - Condiciones constructivas
  - Sistemas de protección contra incendios
  - Organización de la seguridad

En este punto la observación es uno de los métodos más significativos junto con el conocimiento técnico. Este método se clasifica en los siguientes bloques:

#### **A. Factores generadores o agravantes (X):**

- Altura del edificio
- Superficie del mayor sector de incendio
- Resistencia al fuego de elementos constructivos
- Falsos techos combustibles
- Distancia a bomberos y accesibilidad
- Carga térmica, inflamabilidad, orden y limpieza
- Valor económico por m<sup>2</sup>
- Propagabilidad y destructibilidad

#### **B. Factores reductores o protectores (Y):**

- Extintores portátiles
- Bocas de incendio equipadas (BIE)
- Hidrantes exteriores
- Detectores automáticos
- Rociadores automáticos
- Instalaciones fijas especiales

Se elabora un documento que incluye:

- Observaciones de la inspección
- Puntuaciones asignadas
- Resultado del riesgo
- Recomendaciones técnicas para mitigación

#### **3.5.Fundamentación Legal**

Para la correcta interpretación, la pirámide de Kelsen representa gráficamente la jerarquía normativa de un sistema jurídico, es decir, cómo se organizan y subordinan las leyes y normas en un país. Este enfoque permite asegurar que todo procedimiento o protocolo esté respaldado por niveles normativos válidos y coherentes, facilitando auditorías y simulacros.

Cada nivel tiene una función específica dentro del ordenamiento legal y se puede apreciar en la figura 8.



*Figura 8 Pirámide de Kelsen*

### 3.5.1. La Constitución De La Republica Del Ecuador

Según la **constitución de la República del Ecuador en la Sección tercera, Artículo 326**, numeral 5, este artículo reconoce el derecho fundamental de toda persona a desempeñar sus labores en un ambiente de trabajo adecuado. Esta disposición implica que las condiciones laborales deben garantizar aspectos esenciales como:

- La salud física y mental del trabajador,
- La integridad personal, entendida como la protección frente a riesgos físicos o emocionales,
- La seguridad laboral, que abarca tanto la prevención de accidentes como la protección ante cualquier tipo de amenaza,
- La higiene, relacionada con ambientes limpios y condiciones sanitarias básicas,
- Y, en general, el bienestar del trabajador, que incluye su comodidad, estabilidad emocional y desarrollo dentro del entorno laboral.

Este derecho no solo establece obligaciones para los empleadores, sino también compromete al Estado a regular y vigilar las condiciones laborales en el país, mediante políticas públicas, inspecciones y normativa específica en el marco del Código de Trabajo y otras leyes relacionadas.

### 3.5.2. Código del Trabajo

Según el **código de trabajo en el Artículo 42 – Obligaciones del Empleador (Numeral 2)**, establece que uno de los deberes fundamentales del empleador es instalar fábricas, oficinas, talleres y demás lugares de trabajo cumpliendo con normas de prevención, seguridad e higiene. Esta obligación implica que el empleador debe garantizar:

- Las disposiciones legales y reglamentos de cumplirse
- Los espacios físicos deben ser adecuados para proteger la integridad de los trabajadores.
- El desplazamiento de las personas con discapacidad debe ser seguros.

Esta normativa reduce las situaciones peligrosas y promueve los ambientes seguros, accesibles y adecuados.

El **art. 410 – Condiciones de trabajo sin riesgo**, sustenta que los empleadores son obligados a garantizar las condiciones de trabajo sean más seguras para los trabajadores. Es decir:

- El personal no debe exponerse ante situaciones de riesgo ni a peligros.
- Las instalaciones, equipos, materiales y procedimientos de trabajo deben ser seguros.
- La empresa debe implementar políticas y mecanismos de prevención de riesgos laborales adecuados a su actividad.

Este artículo es clave dentro del marco de protección de los derechos laborales, ya que refuerza la obligación del empleador de cuidar la vida y la salud del trabajador desde una perspectiva preventiva.

Según el **código del trabajo es Obligaciones del Trabajador – Acatamiento de las Medidas de Prevención**. También impone responsabilidades al trabajador en materia de seguridad. Este debe:

- Cumplir con las medidas de prevención, seguridad e higiene establecidas en los reglamentos internos y proporcionadas por el empleador.
- Acatar las instrucciones relacionadas con la protección individual y colectiva en el entorno laboral.

El incumplimiento de estas medidas por parte del trabajador se considera una justa causa para la terminación del contrato de trabajo, según lo estipula el Código. Esto demuestra que la prevención de riesgos es una obligación compartida entre empleadores y trabajadores.

Según el **código del trabajo es Artículo 428 – Reglamentación por parte de la Dirección Regional del Trabajo**: Este artículo dispone que la Dirección Regional del Trabajo tiene la facultad de:

- Dictar reglamentos específicos de prevención de riesgos en función de las características de cada industria.
- Determinar los mecanismos preventivos obligatorios que deben adoptarse en los lugares de trabajo (fábricas, talleres, laboratorios, etc.).

En tanto se dicten estas regulaciones generales o específicas, los empleadores están obligados a aplicar medidas que se consideren necesarias para proteger la salud y seguridad de los trabajadores, aunque no estén formalmente reglamentadas aún. Esto implica un deber de diligencia continua y proactiva por parte del empleador.

Según el **código del trabajo es Artículo 432 – Normas del IESS sobre prevención de riesgos**, establece que, en las empresas que están dentro del régimen del seguro de riesgos del trabajo, deben observarse:

Las normas internas de prevención establecidas por el Código del Trabajo.

Las disposiciones que emita el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS) en materia de riesgos laborales.

Esto refuerza la necesidad de alinear las políticas de prevención de cada empresa con las directrices del IESS, para garantizar que, en caso de un accidente laboral o enfermedad profesional, el IESS pueda responder con la indemnización o cobertura correspondiente.

Por tanto, el empleador debe cumplir de manera rigurosa con estos requerimientos legales y técnicos para no perder la cobertura del seguro de riesgos del trabajo y proteger tanto su responsabilidad legal como el bienestar de sus empleados.

### **3.5.3. Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios**

Según el **Reglamento de Prevención, Mitigación y Protección Contra Incendios**, como su nombre lo indica, establece una serie de disposiciones orientadas a prevenir, reducir y controlar los efectos de los incendios en edificaciones e instalaciones.

Los requisitos técnicos deben regular elementos de las edificaciones como puertas, ventanas, pisos y escalera, además la implementación de los sistemas de detección y alerta, entre ellos se tiene los sensores, detectores de humo, sirenas, etc., con el fin de alertar ante situaciones de incendios. Asimismo, se contempla la implementación de equipos y accesorios de respuesta ante los riesgos presentes [34].

#### **3.5.4. Decreto ejecutivo 255: Reglamento de Seguridad y Salud ocupacional.**

El reglamento de seguridad y salud en el trabajo que establece el decreto ejecutivo 255, brinda estándares legales para establecer planes de emergencia y contingencia en las diferentes instituciones. Por consiguiente, se detalla los artículos más importantes:

##### **Art. 1: Objeto**

Mediante las políticas establecidas en contexto de seguridad y salud, promueve la concientización de prevenir y proteger. Esto es fundamental para implementar los planes de emergencia y contingencia ante emergencias.

##### **Art. 2: Ámbito**

El cumplimiento es obligatorio para instituciones educativas, empresas, fuerzas armadas y trabajadores autónomos, esto permite adaptar los planes de emergencia y contingencia en las mismas.

##### **Art. 27: Funciones del monitor de seguridad e higiene**

El monitor debe:

- Identificar peligros y evaluar riesgos laborales y amenazas naturales
- Capacitar al personal en medidas de prevención
- Reportar incidentes y asesorar al comité paritario

Estas funciones son esenciales para la ejecución y seguimiento de planes de emergencia.

##### **Art. 40: Clasificación de riesgos laborales**

Establece seis tipos de riesgos: físicos, químicos, biológicos, de seguridad, ergonómicos y psicosociales. Esta clasificación permite estructurar el plan según los riesgos presentes en cada área.

## **Art. 44: Riesgos de seguridad**

Define los riesgos locativos, mecánicos y eléctricos como factores que pueden causar daño. Su identificación es clave para establecer protocolos de evacuación y respuesta.

### **Disposición relacionada con el artículo 389 de la Constitución**

El decreto exige que todas las instituciones incorporen la gestión de riesgos de forma transversal en su planificación. Esto incluye la elaboración de planes de emergencia, simulacros y protocolos de actuación ante desastres naturales o antrópicos.

#### **3.5.5. Reglamento del Seguro General de Riesgos del Trabajo - Resolución CD N.º 513 (2016)**

Según la **Resolución CD N.º 513**, que regula el Seguro General de Riesgos del Trabajo en Ecuador, establece un conjunto de principios y disposiciones dirigidos a proteger tanto al trabajador como al empleador, a través de acciones y programas enfocados en la prevención de los riesgos laborales.

##### **3.5.5.1. Artículo 51 – Prevención de Riesgos**

Este artículo subraya que el seguro no solo brinda cobertura en caso de accidentes o enfermedades profesionales, sino que también tiene un carácter preventivo, al contemplar la ejecución de programas específicos para identificar, reducir y evitar los riesgos derivados del entorno laboral. De esta manera, el seguro actúa como un instrumento de protección proactiva, orientado a evitar que ocurran eventos adversos dentro del trabajo.

##### **3.5.5.2. Artículo 53 – Principios de la Acción Preventiva**

El artículo 53 detalla los principios fundamentales sobre los cuales debe basarse la prevención de riesgos en los ambientes laborales. Estos son:

###### **a) Control de riesgos en su origen, en el medio o en el receptor:**

Se establece que el control debe realizarse preferentemente desde la fuente misma del riesgo, antes de que este se propague o afecte a los trabajadores.

###### **b) Planificación de prevención:**

Se debe adoptar las medidas preventivas dentro de las organizaciones para los Las medidas preventivas deben estar integradas a la organización del trabajo, tanto aspectos técnicos como humanos y ambientales.

**c) Identificación, evaluación y control de riesgos:**

Se debe realizar un análisis minucioso de los peligros y riesgos en el contexto laboral para su correcto control y mitigación de los mismos

**d) Protección colectiva individual:**

Establecer la planificación estratégica para brindar soluciones colectivas, antes de implementar las medidas individuales.

**e) Capacitación y formación:**

Los empleados deberán recibir la capacitación e información necesaria sobre los peligros y riesgos presentes en los lugares de trabajo.

**f) Actividades según las capacidades:**

Es importante que las actividades asignadas estén acorde a las capacidades de los operarios y adaptadas a cualquier discapacidad.

**g) Detección de enfermedades profesionales:**

Se debe establecer mecanismos para la identificación temprana de enfermedades ocupacionales, lo cual permite intervenir oportunamente.

**h) Vigilancia de la salud de los trabajadores:**

La salud debe ser monitoreada en función de los factores de riesgo presentes en el ambiente laboral, garantizando así un seguimiento preventivo y sistemático.

**3.5.6. Normativa NTE INEN 3864 – Simbología, colores y señales de seguridad.**

De acuerdo con la Norma Técnica NTE INEN – ISO 3864 impone lineamientos en el uso de colores, señales y símbolos que se adoptan según el riesgo identificado y establece la advertencia e información en las áreas laborales de forma visual que facilitan la comunicación de los mimos.

Esta norma específica de manera precisa el significado de los colores de seguridad (como rojo, verde, azul y amarillo) y su aplicación adecuada en señalización, de acuerdo con el tipo de mensaje o advertencia que se desea transmitir. Por lo tanto, se establece los principios de diseño que se deben seguir para implementar las señales de seguridad garantizando su visibilidad.

### **3.5.7. Normas de control interno de Gestión de Riesgos**

Según el acuerdo 052, sustenta que una gestión eficiente permite la correcta implementación de herramientas de evaluación y análisis para un control efectivo de los riesgos presentes en la organización.

#### **3.5.7.1. Art. 300: Evaluación de riesgos**

Se dispone a implementar las herramientas necesarias para la identificación, evaluación y análisis de riesgos para brindar un control y mitigación efectivo del mismo. Además, garantiza la funcionalidad de la organización basada en los resultados.

### **3.5.8. Reglamento de Seguridad e Higiene de la Universidad Técnica de Cotopaxi. (Resolución Del Honorable Consejo Universitario, Adoptada En La Sesión Ordinaria Del 12 De enero Del 2022 / Resolución De Aprobación Mdt-Rhs2022187015)**

**Art. 59.-** La Universidad planificará y realizará por lo menos un simulacro al año para lo cual establecerá un escenario lo más cercano a la realidad para verificar que las medidas de actuación desarrolladas por los brigadistas y los trabajadores sean eficaces ante un evento adverso peligroso.

**Art. 60.-** Conforme a los resultados obtenidos, se informará a los trabajadores el día y la hora del simulacro hasta llegar a realizarlos sin previo aviso, consiguiendo de esta manera que las medidas de actuación se desarrollen casi de manera automática.

**Art. 62.-** Todos los simulacros que realice la Universidad serán evaluados a través de la observación y con los resultados obtenidos se elaborará el informe final para corregir las debilidades detectadas para luego repetir el ejercicio en un periodo de tiempo no mayor a seis meses.

### **3.6.Simulación**

Para este punto el software a utilizar es el siguiente:

### **3.7. Situación actual de la Universidad Técnica de Cotopaxi**

La Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), se rige como una institución de educación superior fundamental en la región central del Ecuador, con una trayectoria que refleja el compromiso con el desarrollo académico, científico y social. Actualmente, la UTC enfrenta desafíos para asegurar la operatividad de sus funciones teniendo en cuenta que su ubicación geográfica es esencial ya que se mantiene cerca de las actividades volcánicas y sísmicas, lo que manifiesta riesgos naturales junto con riesgos antrópicos.

Este punto sustenta una realidad institucional que ha permitido el inicio de este proyecto, por lo tanto, se puede basar en las diferentes normas y artículos ya mencionados anteriormente para establecer un plan de emergencia y contingencia que se eficaz ante las emergencias que se pueden presentar en un futuro. El PEC manifiesta salvaguardar la integridad universitaria y proteger las edificaciones del mismo. Esta propuesta puede permitir la UTC se organice junto con las brigadas de emergencia brinden la respuesta planificada ante los riesgos dentro de la institución dando lugar, a minimizar los daños e incrementar la recuperación de infraestructura ante cualquier eventualidad, esto permite que Universidad Técnica de Cotopaxi siga con su misión de formar profesionales sin interrupciones y mantener el desarrollo integral de la provincia.

### **3.8.Simulacro**

En julio del 2023 la UTC pudo realizar un “Simulacro en el campus La Matriz”, gracias la unidad de seguridad y salud ocupacional, junto con sus brigadistas para mejorar la respuesta ante las eventualidades lo que se detallará a continuación: [35].

- La ejecución de este Proceso de Simulación se la puede evaluar como Aceptable; sin embargo, se requiere mejorar y enfatizar en los tiempos de evacuación.

- Revisar que los equipos involucrados (sirenas, sistemas contra incendios) en la realización del simulacro se encuentren en óptimas condiciones.

Para este punto se tomo en cuenta durante y después del simulacro los tiempos de evacuación, que fueron favorables para identificar los puntos vulnerables e identificar posibles mejoras en las rutas de evacuación.

La evaluación del desempeño de las brigadas en respuesta ante la emergencia requiere mayor capacitación ya que deben ser claros dentro de las áreas.

Los sistemas de comunicación utilizados fueron asertivos.

El nivel de participación y la actitud de las personas durante este simulacro dio lugar a evaluar la conciencia de los procesos y procedimientos de seguridad.

## **4. Metodología**

### **4.1. Enfoque de Investigación**

El presente trabajo investigativo adopta un enfoque mixto, combinando métodos cuantitativos y cualitativos para obtener resultados con mayor precisión durante este estudio. La parte cuantitativa se sustenta en medidores clave que determinan el rendimiento, mientras que la cualitativa permite interpretar los factores relacionados con la experiencia, percepciones y contexto cultural.

### **4.2. Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es descriptivo y explicativo ya que permiten la resolución del problema desde su práctica dentro de la ingeniería industrial. Además, no solo se puede caracterizar el sistema actual sino se puede proponer mejoras a través del análisis de datos.

### **4.3. Diseño de Investigación**

En este estudio se utilizará un diseño no experimental transversal, puesto que se realizará un análisis de datos en un tiempo determinado sin manipulación de las variables. Además, se incluyen aspectos del estudio de caso para ilustrar el problema en un marco realista.

#### **4.4. Técnicas e Instrumentos**

Para este punto se tomó en cuenta una serie de técnicas e instrumentos que se han desarrollado estratégicamente para conllevar un plan de emergencia y contingencia

##### **4.4.1. Situación Actual de la Universidad Técnica de Cotopaxi**

La Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, es una institución pública que se responsabiliza en la formación de profesionales en diversas áreas. La infraestructura incluye diversos bloques académicos, áreas administrativas, espacios deportivos, zonas verdes , entre otros, que integran una comunidad universitaria extensa y diversa.

Sin embargo, el incremento institucional y compromiso con sus estudiantes en el aspecto educativo, la UTC ha presentado limitaciones en el punto de una buena gestión de riesgos y preparación en situaciones de emergencia. En la actualidad, no cuenta con un Plan de emergencia que incluya protocolos actualizados como en evacuación, señalética, capacitación periódica a los estudiantes y al personal perteneciente al campus, hay que tomar en cuenta que no se han hecho simulaciones mediante softwares especializados para fortalecer la prevención del mismo. Esto representa un riesgo fundamental frente a los eventos como en sismos, incendios, etc. La falta de procedimientos estandarizados que podrían comprometer la seguridad de la comunidad universitaria ante cualquier tipo de eventualidad crítica. Esto evidencia que urge establecer sistemas de gestión de riesgos que den respuestas efectivas ante emergencias, que contemplen recursos humanos, rutas seguras de evacuación, comunicación efectiva junto con herramientas tecnológicas que faciliten la implementación de simulaciones controladas.

##### **4.4.2. Análisis de Vulnerabilidad**

Se procedió con la aplicación de un análisis de vulnerabilidad usando el método diamante que es uno de los más usados para detectar de forma general los riesgos que puede tener una entidad y en el proceso de esta investigación fue la más adecuada y se la puede ver en las siguientes tablas:

#### 4.4.2.1. Personas

Dentro de la Norma del análisis de vulnerabilidad se debe tener en cuenta las personas y se detalla en la tabla 10:

Tabla 10 Análisis de vulnerabilidad - Personas

Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>1. Gestión Organizacional</b>					
¿Existe una política general en Gestión de Riesgo donde se indican lineamientos de la emergencia?	X			1	
¿Existe un esquema organizacional para la respuesta de emergencias con funciones y responsables asignados (Brigadas, sistema comando de incidentes, entre otros) y se mantiene actualizado?	X			1	
¿Promueve activamente la participación de sus trabajadores en un programa de preparación para emergencias?			x	0,5	
¿La estructura organizacional para la respuesta a emergencias garantiza la respuesta a eventos que se puedan presentar tanto en los horarios laborales como en los no laborales?		x		0	
¿Han establecido mecanismos de interacción con su entorno que faciliten dar respuesta apropiada a los eventos que se puedan presentar? (¿Comités de ayuda mutua, Mapa comunitario de riesgos Sistemas de Alertas?)		x		0	
¿Existen instrumentos para hacer la identificación de condiciones inseguras que puedan generar emergencias?	X			1	
¿Existe y se mantiene actualizado todos los componentes del Plan de Emergencias y Contingencias?			x	0,5	
<b>Promedio Características de Gestión organizacional</b>				<b>0,57</b>	
Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>2. Capacitación y Entrenamiento</b>					
¿Se cuenta con un programa de capacitaciones en prevención y respuesta a emergencias?			x	0,5	
¿Todos los miembros de la organización se han capacitado de acuerdo al programa de capacitación en prevención y respuestas a emergencias?	X			1	

¿Se cuenta con un programa de entrenamiento en respuesta a emergencias para todos los miembros de la organización?			x	0,5	
¿Se cuenta con mecanismos de difusión en temas de prevención y respuesta a emergencias?	X			1	
¿Se cuenta con manuales, folletos como material de difusión en temas de prevención y control de emergencias?			x	0,5	
¿Esta divulgado el plan de emergencias y evacuación?		x		0	
¿Se cuenta con manuales, folletos como material de difusión en temas de prevención y control de emergencias?			x	0,5	
<b>Promedio Características de Capacitación y entrenamiento</b>				<b>0,57</b>	
Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>3. Características de seguridad</b>					
¿Se ha identificado y clasificado el personal fijo y flotante en los diferentes horarios laborales y no laborales?	X			1	
¿Se han contemplado acciones específicas teniendo en cuenta la clasificación de la población en la preparación y respuesta a emergencias?	X			1	
¿Se cuenta con elementos de protección personal suficientes y adecuados para el personal de la organización en sus actividades de rutina?	X			1	
¿Se cuenta con elementos de protección personal para la respuesta a emergencias de acuerdo con las amenazas identificadas y las necesidades de su organización?	X			1	
¿Se cuenta con un esquema de seguridad física?		x		0	
<b>Promedio Características de Seguridad</b>				<b>0,8</b>	
<b>Suma Total de Promedios</b>				<b>1,94</b>	

**Elaborado por:** Los autores

#### 4.4.2.2. Recursos

Para los recursos también son de gran importancia ya que este tiende a verificar lo que se tiene disponible en el momento de una emergencia y se puede observar en la tabla 11:

Tabla 11 Análisis de vulnerabilidad – Recursos

Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>1. Suministros</b>					
¿Existen elementos fácilmente combustibles e inflamables?	X			1	
¿Se cuenta con extintores portátiles?	X			1	
¿Se cuenta con camillas, inmovilizadores y equipos para transporte de lesionados suficientes y adecuados?			X	0,5	
¿Se cuenta con botiquines suficiente y adecuadamente dotados?			X	0,5	
¿Existe más de una salida de emergencia?	X			1	
¿Existen rutas de evacuación?	X			1	
¿Se cuenta con parqueaderos?	X			1	
¿Están señalizadas las vías de evacuación y equipos contraincendios?	X			1	
<b>Promedio Características de Suministros</b>				<b>0,88</b>	
Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>2. Edificaciones</b>					
¿El tipo de construcción es sismo resistente?	X			1	
¿Tiene protección física como barreras, diques, puertas y muros contra fuegos?		X		0	
¿Existe más de una salida de emergencia?	X			1	
¿Existe más de una salida y se han diseñado rutas principales y alternas de evacuación?	x			1	
¿Se cuenta con parqueaderos?	X			1	
¿Están señalizadas las vías de evacuación y equipos contraincendios?	X			1	
¿Los vehículos de emergencia de apoyo pueden ingresar con facilidad a la zona definida para la atención de la emergencia?	X			1	
¿Las salidas sin bloqueos y siempre disponibles?	X			1	
¿Se realiza mantenimiento periódico a las instalaciones y/o edificaciones para determinar su estabilidad y 36 incendios, en caso eventos atmosféricos?	X			1	
<b>Promedio Características de Edificaciones</b>				<b>0,89</b>	
Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>3. Equipos</b>					
¿Se cuenta con algún sistema de alarma?	X			1	
¿Se cuenta con sistemas automáticos de detección de incendios?			X	0,5	
¿Se cuenta con sistemas automáticos de control de incendios?			X	0,5	

¿Se cuenta con un sistema de comunicaciones internas?			X	0,5	
¿Se cuenta con una red hidráulica contra incendio dotada de bombas, siamesas y gabinetes?	X			1	
¿Existen hidratantes públicos y/o privados?	X			1	
¿Se cuenta con vehículos propios de la institución que permitan un transporte masivo en caso de emergencia?		X		0	
¿Se cuenta con programa de mantenimiento preventivo para los equipos de emergencia?	X			1	
<b>Promedio Características de Equipos</b>				<b>0,69</b>	
<b>Suma Total de Promedios</b>				<b>2,45</b>	

**Elaborado por:** Los autores

#### 4.4.2.3.Sistemas y Procesos

Para los sistemas y procesos estos tienden a ser importantes en una emergencia ya que depende de ello para actuar de forma rápida y segura. Ver tabla 12.

Tabla 12 Análisis de vulnerabilidad - Sistemas y Procesos

Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>1. Servicios Públicos</b>					
¿Se cuenta con buen suministro de energía?	x			1	
¿Se cuenta con buen suministro de agua?	x			1	
¿Se cuenta con un buen programa de recolección de basura?	x			1	
¿Se cuenta con un buen servicio de radio comunicaciones?			x	0,5	
<b>Promedio Características de Servicios Públicos</b>				<b>0,875</b>	
Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>2. Sistemas Alternos</b>					
¿Se cuenta con un tanque de reserva de agua?	x			1	
¿Se cuenta con planta de emergencia?	x			1	
¿Se cuenta con bombas hidroneumáticas?	x			1	
¿Se cuenta con hidratantes, exteriores?	x			1	
¿Se cuenta con un sistema de iluminación de emergencia?	x			1	
¿Se cuenta con un buen sistema de vigilancia física?	x			1	
¿Se cuenta con un sistema de comunicación diferente al público?			x	0	
<b>Promedio Características de Sistemas Alternos</b>				<b>0,85714286</b>	

Punto a Evaluar	Respuesta			Calificación	Observaciones
	Sí (1)	No (0)	Parcial (0,5)		
<b>3. Recuperación</b>					
¿Se cuenta con algún sistema de seguro para los funcionarios y/o contratistas?	x			1	
¿Se cuenta asegurada la edificación en caso de terremoto, incendio, atentados terroristas, etc.?			x	0,5	
¿Se cuenta con un Sistema alternativo para asegurar los expedientes medio magnético y con alguna compañía aseguradora?	x			1	
¿Se encuentra asegurados los equipos y todos los bienes en general?	x			1	
<b>Promedio Características de Equipos</b>				<b>0,875</b>	
<b>Suma Total de Promedios</b>				<b>2,61</b>	

**Elaborado por:** Los autores

#### **4.4.3. Análisis de riesgos de fuego**

Para el análisis de riesgo de incendio se basó en el método de MESERI, registrando cada área del campus La Matriz perteneciente a la Universidad Técnica de Cotopaxi, ver en el ANEXO 1. Además, hay que tomar énfasis en este método ya que es simplificado que arroja resultados de forma simplificada que contiene un análisis semicuantitativo, esto da lugar que desarrollar las mejoras preventivas o correctivas si ese es el caso.

Para la obtención de un resultado más efectivo se procedió a realizar las correctas inspecciones de los equipos contra incendios que se lo podrá apreciar en el ANEXO 2.

### **5. Análisis de Resultados**

#### **5.1. Análisis de Vulnerabilidad**

En este apartado los resultados evidenciaron tres dimensiones que se los detallará a continuación:

##### **1. Nivel de vulnerabilidad en Personas**

Los datos se encuentran entre 0,571 y 0,8 lo que significa que tiene una vulnerabilidad de media/alta ante incendios y pandemias, esto requiere que se capacite a la comunidad universitaria y al personal perteneciente a la UTC, además hay que realizar simulacros con mayor frecuencia y adaptar los protocolos más actuales.

##### **2. Impacto sobre recursos e infraestructura**

Para este punto se evidenció amenazas como explosiones y erupciones volcánicas que tiene un impacto significativo, además hay que reforzar estructuras, actualización constante de rutas de evacuación y proporcionar los equipos de emergencia.

### **3. Afectación a sistemas y procesos**


Con respecto a la afectación a sistemas y procesos el valor de 2,607 corresponde a explosión, evidenciando que los procesos administrativos y operativos pueden verse afectados significativamente, para ello se recomienda la implementación de un plan de continuidad operativa, además de estrategias de respaldo y digital.

Lo mencionado anteriormente se puede verificar en la matriz de vulnerabilidad que se encuentra en la tabla 13.

Tabla 13 Matriz de Análisis de vulnerabilidad

Amenazas	Calificación	Color	Vulnerabilidad en las personas						Recursos						Sistemas y Procesos						Diamante de riesgo	Interpretación
			Gestión Organizacional	Capacitación y entrenamiento	Características de seguridad	Calificación	Interpretación	Color	Suministros	Edificaciones	Equipos	Calificación	Interpretación	Color	Servicios públicos	Sistemas alternos	Recuperación	Calificación	Interpretación	Color		
Sismo/Terremoto	Probable	◆	0,57	0,57	0,80	1,94	Media	◆	0,88	0,89	0,69	2,45	Baja	◆	0,88	0,86	0,88	2,61	Media	◆		Media
Inundaciones	Posible	◆	0,57	0,57	0,80	1,94	Media	◆	0,88	0,89	0,69	2,45	Baja	◆	0,88	0,86	0,88	2,61	Media	◆		Baja
Erupciones volcánicas	Probable	◆	0,57	0,57	0,80	1,94	Media	◆	0,88	0,89	0,69	2,45	Baja	◆	0,88	0,86	0,88	2,61	Media	◆		Media
Incendios	Posible	◆	0,57	0,57	0,80	1,94	Media	◆	0,88	0,89	0,69	2,45	Baja	◆	0,88	0,86	0,88	2,61	Media	◆		Baja
Explosiones	Posible	◆	0,57	0,57	0,80	1,94	Media	◆	0,88	0,89	0,69	2,45	Baja	◆	0,88	0,86	0,88	2,61	Media	◆		Baja
Amenazas de bomba	Posible	◆	0,57	0,57	0,80	1,94	Media	◆	0,88	0,89	0,69	2,45	Baja	◆	0,88	0,86	0,88	2,61	Media	◆		Baja
Robos/Asaltos	Probable	◆	0,57	0,57	0,80	1,94	Media	◆	0,88	0,89	0,69	2,45	Baja	◆	0,88	0,86	0,88	2,61	Media	◆		Media
Pandemias/Epidemias	Probable	◆	0,57	0,57	0,80	1,94	Media	◆	0,88	0,89	0,69	2,45	Baja	◆	0,88	0,86	0,88	2,61	Media	◆		Media

Elaborado por: Los autores

	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ	CÓDIGO: N/A
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	REVISIÓN: 01 FECHA:

## 5.2. Análisis de Riesgo de incendio

Los resultados arrojados gracias al método MESERI que se desarrolló con el fin de analizar el riesgo de incendio en las instalaciones de la UTC, mediante la evaluación se pudo verificar las variables técnicas, operativas y físicas. Además, la aplicación de este método fue aplicada bajo los principios de gestión de riesgos, normativas y criterios de prevención (ISO 45001, NFPA, Reglamento interno UTC).

Las tablas realizadas en cada área presentan valores entre 5,14 y 6,45, lo que significa según el método de MESERI es “Aceptable” y se encuentra en un riesgo moderado, lo que se recomienda mejorar si es posible.

### 5.2.1. Justificación del uso del método MESERI en el Campus San Felipe

La evaluación de riesgo de incendio bajo el método MESERI en las instalaciones del campus, se usó por ser una herramienta simplificada y semicuantitativa reconocida en la gestión de riesgos y seguridad institucional, ya que fusiona criterios de estructura, operativos y preventivos. permitiendo:


- La evaluación en las áreas con diferente ocupación basado en el mismo criterio.
- Ayuda con la priorización de riesgo facilitando adoptar medidas de prevención.
- Los resultados obtenidos ayudan a un diagnóstico objetivo y verificable con sustento normativo.
- Se integra con otros análisis, como la matriz de vulnerabilidad y simulaciones de evacuación para realizar planificaciones en multi amenazas.

### 5.2.2. Hallazgos por categoría de espacios

#### 1. Áreas administrativas y académicas

Los valores arrojados para este punto oscilan entre 6,07 y 6,45 lo que representa una alta ocupación, existencia de documentación, equipos eléctricos/electrónicos y mobiliario amplio la capacidad calorífica, significa que requiere la implementación de mejoras y control.

#### 2. Áreas técnicas y operativas

	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ	CÓDIGO: N/A
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	REVISIÓN: 01
		FECHA:

Los resultados se encuentran entre 5,64 y 6,34, lo que significa que presentan fuentes de combustión inicial relevante, lo que podría estar parcialmente bajo control

### 3. Áreas comunes y de alto tránsito

Los valores entre 5,95 y 6,26, dan relevancia a la naturaleza abierta o la distribución física es probable la evacuación lo que sugiere constante evaluación en señalética y rutas de escape.

### 4. Espacios de archivo y almacenamiento

En este punto los resultados presentan valores bajos, lo que significa que contiene disminución de carga térmica o la infraestructura es adecuada

Estos resultados se pueden apreciar en las tablas 14, 15 y 16.

*Tabla 14 Riesgo de Incendio Bloque Antiguo*

<b>Evaluación de Riesgo de Incendio Bloque Antiguo</b>		
<b>Áreas de Estudio</b>	<b>Valor de Riesgo</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>
Bienestar Estudiantil	5,83	Aceptable
Sala de Docentes Diseño gráfico	6,1	Aceptable
Laboratorios 1 y 2	5,72	Aceptable
Laboratorios 3 y 4	5,6	Aceptable
Vicerrectorado	6,34	Aceptable
Administración Vicerrectorado	6,34	Aceptable
Dirección Financiera	6,07	Aceptable
Control de bienes y bodega	5,64	Aceptable
Centro de Salud tipo A	6,26	Aceptable
Imprenta	5,25	Aceptable
Dirección de medico ocupacional	6,34	Aceptable
Secretaría Académica	6,41	Aceptable
Dirección de investigación	6,07	Aceptable
Compras Públicas	5,72	Aceptable
Radio	6,03	Aceptable
Planificación Física	6,14	Aceptable
Talento humano	6,03	Aceptable
Archivador de TH	5,25	Aceptable
Sala de profesores	6,22	Aceptable

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ</b>	<b>CÓDIGO: N/A</b>
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>REVISIÓN: 01</b> <b>FECHA:</b>

Dirección Administrativa	6,3	Aceptable
TIC	6,26	Aceptable
Aulas Bloque antiguo	6,18	Aceptable

**Elaborado por:** Los autores

*Tabla 15 Riesgo de Incendio Bloque B*

<b>Evaluación de Riesgo de Incendio Bloque B</b>		
<b>Áreas de Estudio</b>	<b>Valor de Riesgo</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>
Sala, docentes 4	6,26	Aceptable
Sala, docentes 3	6,26	Aceptable
Dirección de Carrera	6,26	Aceptable
Sala, docentes	6,26	Aceptable
Alianzas Estratégicas	6,26	Aceptable
Archivos CIYA	5,14	Aceptable
Secretaría CIYA	6,34	Aceptable
Administración de laboratorios 1 y 2	6,07	Aceptable
FEUE	6,34	Aceptable
Dirección de gestión estudiantil	6,34	Aceptable
Asociación de docentes	6,34	Aceptable
Vinculación con la sociedad	6,26	Aceptable
Aulas Bloque B	6,07	Aceptable

**Elaborado por:** Los autores

*Tabla 16 Riesgo de incendio Bloque A*

<b>Evaluación de Riesgo de Incendio Bloque A</b>		
<b>Áreas de Estudio</b>	<b>Valor de Riesgo</b>	<b>Nivel de Riesgo</b>
Secretaría de Idiomas	6,26	Aceptable
Bloque de idiomas Sala 8	6,07	Aceptable
Secretaría financiera	5,87	Aceptable
Secretaría Posgrados	6,18	Aceptable
Posgrado sala de docentes CAYE	6,34	Aceptable
Sala 1 y 2 Posgrado	6,07	Aceptable
Cafetería	5,95	Aceptable
Dirección Posgrados	6,26	Aceptable
Sala docentes	6,45	Aceptable
Dirección de idiomas	6,41	Aceptable
Sala 1, 2, 3, 4, 5, 6	6,26	Aceptable
Posgrados coordinación	6,34	Aceptable
Bloque PB	5,76	Aceptable

	<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ</b>	<b>CÓDIGO: N/A</b>
			<b>REVISIÓN: 01</b>
		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI</b>	<b>FECHA:</b>

Patio de comidas	6,18	Aceptable
Bloque A, Piso Cafetería	5,95	Aceptable
Piso 4 Mercadotécnica CAYE	6,18	Aceptable
Piso 3 Dirección de carrera	6,18	Aceptable
Piso 2 Centro de computo	5,95	Aceptable
Planta baja	6,34	Aceptable
Vicerectorado Administrativo	6,26	Aceptable
FCHE	6,26	Aceptable
Biblioteca	6,34	Aceptable
Secretaría	6,1	Aceptable
Rectorado	6,34	Aceptable
Dirección Financiera	6,26	Aceptable

**Elaborado por:** Los autores

### 5.3. Rutas de evacuación y salidas de emergencia

Gracias a estos resultados se puede realizar modificaciones o mantener las mismas en la señalética y planos de riesgos que permitan una evacuación de forma controlada como se lo podrá observar en el ANEXO 3.

### 5.4. Simulación de Evacuación

La simulación fue realizada bajo el software FlexSim, ya que permite representar las rutas de escape, edificaciones y puntos de encuentro con la ayuda de los planos ya mencionados permitiendo un escenario de comportamiento dinámico ante emergencias.

Por consiguiente, se detalla los hallazgos:

#### 5.4.1. Procedimiento del uso de FlexSim

- 1. Modelo base en entorno tridimensional:** Representa el flujo simulado con los objetos de estudio
- 2. Definición de entidades y parámetros de entrada:** Configuración de cada objeto.
- 3. Diseño de rutas y conexión de estaciones:** Se observa las rutas operativas entre estaciones mediante enlaces y lógica de transporte.
- 4. Asignación de tiempos en el proceso:** Se configura la duración del proceso
- 5. Implementación de lógica entre eventos y prioridades:** Configuración de condiciones entre objetos y escenarios

	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ	CÓDIGO: N/A
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	REVISIÓN: 01 FECHA:

**6. Monitoreo en tiempo real de simulación:** Se observan las interacciones de los objetos y escenarios.

#### **5.4.2. Resultados y análisis de indicadores**

Para este punto se podrá verificar en el ANEXO 4.

#### **5.4.3. Tiempos de evacuación**

Se registra un tiempo entre 2:30 a 3 min desde la reproducción de las alarmas hasta los puntos de encuentro. Además, se evidencia las áreas con mayor carga poblacional lo que significa que debe optimizar los flujos de salida

#### **5.4.4. Identificación de cuellos de botella**

La mayor congestión se evidencio en escaleras, pasillos y salidas laterales, este comportamiento ayuda evaluar con más detalles las rutas de escape y mejorar las mismas con señalética.

#### **5.4.5. Comportamiento de los agentes simulados**

Dentro de la simulación se incluyó indicadores como velocidad de los desplazamientos de los objetos de estudio, además, puede decir que la capacitación es un pilar para que la evacuación sea más rápida y segura.

#### **5.5.Eficiencia del plan propuesto**

El plan de evacuación y contingencia se pudo alcanzar una cobertura del 95%, es decir que se logró considerar mejorar los tiempos de salida desde las áreas con mayor riesgo. Además, se lo podrá observar en el ANEXO 5

### **6. Conclusiones y Recomendaciones**

#### **6.1.Conclusiones**

	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ	CÓDIGO: N/A
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	REVISIÓN: 01
		FECHA:


- Uno de los puntos más importantes es la aplicación de las normativas, visitas a las áreas de estudio, inspección de las rutas de escape y análisis de la documentación disponible lo que permitió la evaluación de los peligros y riesgos que se han presentado en las instalaciones y entorno universitario. Cabe recalcar que fue fundamental para la estructuración de la matriz de vulnerabilidad y evaluación del nivel de riesgo de incendio que dio apertura al plan de emergencia y contingencia
- Gracias a los planos arquitectónicos que ayudaron a la elaboración de los planos en el software AutoCAD, se pudo documentar y analizar las rutas seguras para la evacuación bajo los criterios normativos, además, esta herramienta es efectiva para que la comunidad universitaria pueda estar al tanto de como actuar ante una emergencia y fortalece la seguridad organizacional y capacidad de respuesta ante los mismo.
- La modelación en el software FlexSim se pudo verificar los puntos vulnerables en las rutas de evacuación tomando en cuenta las variables humanas, infraestructura y operativa. Este resultado proporcionó información valiosa para la toma de decisiones efectiva en la mejora continua en la gestión de riesgos

## 6.2.Recomendaciones


- Aplicación de inspecciones continuas sustentadas en las normativas vigentes como el decreto ejecutivo 255 y normas como la 5133.
- Documentar y digitalizar mediante softwares técnicos. Además, la validación de las rutas mediante la simulación de flujo peatonal.
- Implementación de softwares de modelos tridimensionales que permitan crear escenarios de evacuaciones ante diferentes amenazas que ayuden a determinar mejoras en los mismos.

## 7. Bibliografía


- [1] M. C. Perissé, «Nomenclatura Internacional de la UNESCO para los campos de Ciencia y Tecnología,» CyTA, 14 enero 2021. [En línea]. Available: [https://cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/taxo\\_unesco/taxo\\_unesco\\_es.htm#:~:text=CyTA%20%7C%20Nomenclatura%20Internacional%20de%20la%20UNESCO%20para%20los%20campos%20de%20Ciencia%20y%20Tecnolog%C3%ADa.&text=Nomenclatura%20Internacional%20de%20la%20UNE](https://cyta.com.ar/biblioteca/bddoc/bdlibros/taxo_unesco/taxo_unesco_es.htm#:~:text=CyTA%20%7C%20Nomenclatura%20Internacional%20de%20la%20UNESCO%20para%20los%20campos%20de%20Ciencia%20y%20Tecnolog%C3%ADa.&text=Nomenclatura%20Internacional%20de%20la%20UNE.). [Último acceso: 15 mayo 2025].

	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ	CÓDIGO: N/A
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	REVISIÓN: 01 FECHA:

- [2] Ministerio de Educación, «Metodología para la elaboración del Plan Institucional para la reducción de riesgos,» Quito, 2018.
- [3] O. D. Cardona Arboleda, «repositorio.gestiondelriesgo.gov.co,» 09 2001. [En línea]. Available: [https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/19751/HolisticaRiesgoSismicoBogota\(Cardona\\_2001\).pdf;jsessionid=9938663E1C63C99F6A4270B3F492FAD5?sequence=1](https://repositorio.gestiondelriesgo.gov.co:8443/bitstream/handle/20.500.11762/19751/HolisticaRiesgoSismicoBogota(Cardona_2001).pdf;jsessionid=9938663E1C63C99F6A4270B3F492FAD5?sequence=1). [Último acceso: 20 abril 2025].
- [4] United Nations, «un-spider.org,» [En línea]. Available: <https://www.un-spider.org/es/riesgos-y-desastres>. [Último acceso: 20 abril 2025].
- [5] International Organization for Standardization, «ISO 31000:2018 – Risk management – Guidelines,» ISO, Ginebra, 2018.
- [6] Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias del Ecuador, «Guía de Gestión de Riesgos para la Comunidad,» SNGRE, Quito, 2020.
- [7] Adecco Institute, «adeccoinstitute.es,» 8 mayo 2024. [En línea]. Available: <https://www.adeccoinstitute.es/empleo-y-relaciones-laborales/tipos-de-riesgos-empresariales/>. [Último acceso: 20 abril 2025].
- [8] B. Wisner, P. Blaikie, T. Cannon y I. Davis, At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disasters, Londres: Routledge, 2004.
- [9] GAFILAT, «Guía dirigida al sector de APNFD para la construcción de una matriz de riesgos en prevención del lavado de activos y financiamiento al terrorismo (LA/FT),» GAFILAT, Buenos Aires, 2022.
- [10] Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), «gestionderiesgos.gob.ec,» 2019. [En línea]. Available: <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/07/SNGRE-053-2019.pdf>. [Último acceso: 20 abril 2025].
- [11] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, «Gobierno del Perú,» 8 diciembre 2022. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/informes-publicaciones>. [Último acceso: 21 abril 2025].
- [12] Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias (SNGRE), «Guía para la elaboración de planes de emergencia institucional,» Gobierno del Ecuador, Quito, 2020.
- [13] British Standards Institution (BSI), OHSAS 18001:2007 - Occupational Health and Safety Management Systems – Requirements, Londres: BSI, 2007.
- [14] C. Díaz, Prevención de Riesgos Laborales: Fundamentos y Aplicaciones, Madrid: Editorial Díaz de Santos, 2012.
- [15] SNGRE, «Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres / Manual de gestión de riesgos,» Naciones Unidas (UNDRR) / SNGRE, Quito (SNGRE), 2020.

	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ	CÓDIGO: N/A
		REVISIÓN: 01
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	FECHA:

- [16] Ministerio del Ambiente, «Gestión de sustancias químicas peligrosas en el trabajo / Manual para la prevención de accidentes mayores.» Ministerio del Ambiente, Quito, 2020.
- [17] Ministerio de Trabajo, «ISO 45001:2018. / Manual de Prevención de Riesgos Laborales,» Ministerio de Trabajo, Quito, 2020.
- [18] SNGRE, «ISO 45001:2018/ Manual Técnico de Gestión de Riesgos,» SNGRE, Quito, 2019.
- [19] Ministerio de Educación del Ecuador, «Guía para la Gestión del Riesgo en Instituciones Educativas,» Ministerio de Educación, Quito, 2016.
- [20] R. Rodríguez, Gestión del riesgo y planificación de emergencias, Bogotá: Ediciones Universidad Nacional, 2018.
- [21] Y. E. Anacona Mopan y J. A. Segura Dorado, «Fundamentos de simulación con FlexSim,» UNICOMFACAUCA, 12 junio 2023. [En línea]. Available: <https://selloeditorial.unicomfauca.edu.co/Publicaciones/catalog/view/17/25/88>. [Último acceso: 29 mayo 2025].
- [22] M. A. Díaz Martínez, R. Zárate Cruz y R. V. Román Salinas, «Simulación FlexSim, una nueva alternativa para la ingeniería hacia la toma de decisiones en la operación de un sistema de múltiple estaciones de prueba,» *Científica*, vol. 22, n° 2, pp. 97-104, 2018.
- [23] H. V. Morales Villegas, K. D. Gavilanes Gómez, J. A. Díaz Vásquez, R. S. Chicaiza Guerrero y E. M. Ortiz Pérez, «Impacto de la simulación en FlexSim para rediseñar procesos industriales: Mejora de velocidad y simplificación operativa en sistemas automáticos,» *Ciencia Latina: Revista Multidisciplinar*, vol. 8, n° 6, pp. 3388-3404, 2024.
- [24] M. E. Echeverría Yáñez y L. F. Villacís Buenaño, «Diseño, simulación y optimización de un proceso industrial discreto e híbrido en el área de fabricación y ensamblaje,» Quito, 2015.
- [25] A. Vega Anzules, «Construcción de modelos de simulación en FlexSim que implementen herramientas Lean Manufacturing en una línea de ensamblaje,» Valladolid, 2021.
- [26] Organización Panamericana de la Salud, Manual para la evaluación del riesgo: Análisis de Riesgo Integral (ARI), Washington, D.C.: OPS, 2005.
- [27] . V. Montjoy, «archdaily,» 30 octubre 2022. [En línea]. Available: <https://www.archdaily.mx/mx/991069/software-de-simulacion-de-peatones-para-el-diseno-centrado-en-el-ser-humano>. [Último acceso: 21 abril 2025].
- [28] Cruz Roja Ecuatoriana, Guía para la organización de brigadas de emergencia, Quito: Cruz Roja Ecuatoriana, 2017.
- [29] Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), «Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 439,» INEN, Quito, 2017.

	PLAN DE EMERGENCIA Y EVACUACIÓN DEL CAMPUS LA MATRIZ	CÓDIGO: N/A
		REVISIÓN: 01
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI	FECHA:

- [30] ISO, «ISO 31000:2018 – Risk Management – Guidelines,» International Organization for Standardization, Ginebra, 2018.
- [31] Organización de las Naciones Unidas, «Guía para la inclusión de las personas con discapacidad en la gestión del riesgo de desastres,» ONU, Nueva York, 2015.
- [32] Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, «Guía para la elaboración de planes de emergencia institucionales,» SNGRE, Quito, 2019.
- [33] Servicio Nacional de Aprendizaje, «Metodología diamante Análisis de vulnerabilidad,» Bogotá, 2015.
- [34] Ministerio de inclusión económica y social, «Reglamanto de prevención, mitigación y protección contra incendios,» Quito, 2009.
- [35] M. Bustos, «PROYECTO SIMULACRO UTC CAMPUS LA MATRIZ,» Latacunga, 2023.
- [36] J. A. Erazo Segovia, «Universidad Técnica del Norte,» 08 abril 2019. [En línea]. Available:  
<https://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9370/2/04%20IND%20159%20TRABAJO%20GRADO.pdf>. [Último acceso: 19 abril 2025].
- [37] C. Santamaría, «Plan de emergencia para desastres o amenazas colectivas,» Instituto Tecnológico Superior Quito Metropolitano, Quito, 2019.
- [38] B. F. Carrión Hermida, «Propuesta de un plan de emergencia y contingencia en un condominio ubicado en la ciudad de Jipijapa,» Guayaquil, 2024.
- [39] H. J. Fierro Angamarca, «Estructuración del plan de emergencia y contingencia para la facultad de ingeniería ciencias aplicadas en la Universidad Técnica del Norte para minimizar posibles riesgos mayores,» Ibarra, 2019.