



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y AMBIENTALES

Trabajo de Fin de Carrera Titulado:

“Vulnerabilidad de las áreas boscosas de la parroquia checa a incendios forestales por causas antropogénicas”

Realizado por:

Hernán Felipe Moreno Vega

Director del proyecto:

Ing. Mónica Delgado MSc.

como requisito para la obtención del título de:

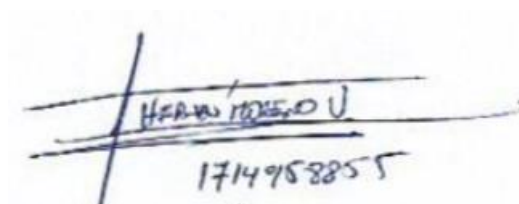
Máster en Gestión Ambiental

Quito, 22 de Agosto de 2018

DECLARACION JURAMENTADA

Yo, Hernán Felipe Moreno Vega, con cédula de identidad 1714958855, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

A handwritten signature and identification number. The signature is written in black ink and appears to be 'HERNAN MORENO V'. Below the signature, the identification number '1714958855' is written. The text is enclosed within a rectangular border that is partially completed by a vertical line on the left side.

FIRMA Y CÉDULA

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**“VULNERABILIDAD DE LAS ÁREAS BOSCOSAS DE LA PARROQUIA CHECA A
INCENDIOS FORESTALES POR CAUSAS ANTROPOGÉNICAS”**

Realizado por:

HERNÁN FELIPE MORENO VEGA

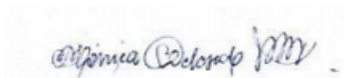
como Requisito para la Obtención del Título de:

MASTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

ha sido dirigido por la profesora

MÓNICA DELGADO

quien considera que constituye un trabajo original de su autor

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Mónica Delgado" followed by a stylized monogram.

FIRMA

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

MSc. Katty Coral

MSc. Walberto Gallegos

Después de revisar el trabajo presentado,
lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador



FIRMA



FIRMA

Quito, 22 de Agosto del 2018

DEDICATORIA

*Le dedico este trabajo en principio a Dios, por darme la
oportunidad de existir y en especial a mi esposa e hijo,
a quienes amo inmensamente.*

Hernán Moreno

AGRADECIMIENTO

Agradezco a las autoridades de la Universidad Internacional SEK por darme la oportunidad de formar parte de tan prestigiosa casa de estudios, contribuyendo a mi formación profesional.

Y a mi tutora académica por brindarme el acompañamiento, dedicación y apoyo durante el desarrollo de la investigación.

Hernán Moreno

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACION JURAMENTADA	ii
DECLARATORIA.....	iii
LOS PROFESORES INFORMANTES	iv
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes	4
Objetivos	8
Hipótesis.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS	9
Cálculo de Índices de riesgo de incendios	9
Cálculo del Índice de frecuencia de incendio.....	10

Índice de gravedad de incendios	11
Índice de causalidad de incendios	11
Método de los Factores Ponderados.....	12
Resultados:	13
Área de estudio.....	13
Método de factores ponderados.....	19
Frecuencia de incendios	21
Índice de Gravedad.....	22
DISCUSIÓN.....	25
CONCLUSIONES	27
RECOMENDACIONES	29
FUENTES CONSULTADAS	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidad de eventos presentados y hectáreas de cobertura vegetal quemada al 15/08/2016.....	4
Tabla 2. Clasificación del índice de frecuencia de incendios.....	11
Tabla 3. Eventos incendiarios en la Parroquia Checa en el año 2018.....	17
Tabla 4. Eventos incendiarios en la Parroquia Nayón en el año 2018	17
Tabla 5. Estratos de los Incendios	18
Tabla 6. Aplicación del método por ponderación por puntos	20
Tabla 7. Índice de frecuencia de incendios en Parroquia Checa	21
Tabla 8. Índice de frecuencia de incendios en Parroquia Nayón	22
Tabla 9. Índice gravedad de incendios en Parroquia Checa.....	22
Tabla 10. Índice gravedad de incendios en Parroquia Nayón	23

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Triángulo y Tetraedro del Fuego	2
Figura 2. Mapa Fluvial de la Parroquia Checa.....	14
Figura 3. Ubicación de la zona de Estudio.....	14
Figura 4. Levantamiento de las Zonas Agrícolas Checa.....	15
Figura 5. Visión general del sistema montañoso Checa	16
Figura 6. Distribución geográfica del índice de Frecuencia de Incendios para Checa.	21
Figura 7. Distribución geográfica del índice de Causalidad para Checa.	24

“Vulnerabilidad de las áreas boscosas de la parroquia checa a incendios forestales por causas antropogénicas”

“Vulnerability of forested areas of the Czech parish to forest fires due to anthropogenic causes”

Hernán Moreno¹ & Mónica Delgado²

¹Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. Email: felipe_1984@outlook.es

²Universidad Internacional SEK, Facultad de Ciencias Naturales y Ambientales, Quito, Ecuador. Email: monica.delgado@uisek.edu.ec

Autor de correspondencia: MSc. Mónica Delgado, monica.delgado@uisek.edu.ec

Título corto: Vulnerabilidad a incendios forestales Checa

Running title: Vulnerability to Czech forest fires

RESUMEN

El estudio de la vulnerabilidad de la zona boscosa de la Parroquia Checa, ubicada en el Distrito Metropolitano de Quito, obedece a la necesidad de determinar qué tan propensas están ciertas zonas del territorio nacional a sufrir eventos catastróficos de orden natural por influencias de la actividad humana. La vulnerabilidad está asociada directamente al riesgo, que es un valor estadístico de estudio. El conocimiento de las variables que pueden aportar el nivel de vulnerabilidad que posee la región pasa por el análisis del historial climático de la región, así como las condiciones naturales de la zona, el registro estadístico de eventos extraordinarios en Checa y cuántos de esos eventos se han originado por la acción o inacción de la especie humana. Se utilizaron dos métodos con base matemática: factores ponderados y Geo-estadística aplicada al análisis de riesgos (método experimental con fundamentación estadística) como herramientas de procesamiento de datos. Posteriormente se realiza un análisis comparativo de los índices de riesgo (frecuencia, gravedad, causalidad) de la Parroquia Checa con respecto a la Parroquia Nayón, también del DMQ, con características geográficas similares. Como resultado se destaca que la parroquia Checa tiene vulnerabilidad baja a ser afectada por incendios forestales a causa de la acción del hombre, el método entrega distribución geográfica de los índices, proporcionando información importante en cuanto a las regiones de riesgo, mismo que es un importante punto de partida en lo referente a la planificación territorial de la zona.

Palabras Claves: SIG, Ambiente, Modelo de Simulación, Estadísticas Ambientales.

ABSTRACT

The study of the vulnerability of the forest area of the Czech Parish, located in the Metropolitan District of Quito, is due to the need to determine how prone certain areas of the national territory are to suffer catastrophic events of a natural order due to influences of human activity. Vulnerability is directly associated with risk, which is a statistical study value. The knowledge of the variables that can contribute the level of vulnerability that the region possesses goes through the analysis of the climatic history of the region, as well as the natural conditions of the area, the statistical record of extraordinary events in Checa and how many of those events are have originated by the action or inaction of the human species. Two mathematical-based methods were used: weighted factors and Geo-statistics applied to risk analysis (experimental method with statistical basis) as data processing tools. Subsequently, a comparative analysis of the risk indexes (frequency, seriousness, causality) of the Czech Parish is made with respect to the Nayón Parish, also of the DMQ, with similar geographical characteristics. As a result, it is emphasized that the Czech parish has low vulnerability to be affected by forest fires because of the action of man, the method provides geographical distribution of the indices, providing important information regarding the risk regions, which is an important starting point in relation to the territorial planning of the area.

Key words: environment, forest fires, ecotourism, variables, vulnerability, vegetation, fire, risk.

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales, constituyen una de las principales causas del deterioro ambiental (Castillo, Pedernera, & Pena, 2003; Pico Coronel, 2018). Tradicionalmente el fuego ha sido utilizado para cambiar el uso del suelo de aptitud forestal a suelo de aptitud agrícola (Pablo Pablo & Hernández Santana, 2016); el uso del fuego en la actividad agrícola y ganadera constituye en un factor de cambio de la cobertura vegetal (Castillo et al., 2003).

La ocurrencia periódica de incendios forestales constituye un elemento de cambio de las condiciones naturales del DMQ (Molina & Vasquez, 2017), afectando no solo a los ecosistemas naturales, sino también a los ecosistemas adyacentes (plantaciones forestales, agricultura, zonas urbanas, transporte, redes de líneas eléctricas, etc.) y a la sociedad en diferentes ámbitos: vida y salud humanas, bienestar, empleo, actividades económicas y sociales, etc. (Estacio & Narváez, 2012).

“El triángulo del fuego” identifica, los componentes necesarios e indispensable para que se origine la reacción de combustión, que representa el punto de partida del fuego (Albornoz, Chereau, & Araya, 2016, p.9), sin embargo, la reacción de combustión es finita y ésta ocurre hasta que se agota el combustible, por tanto para hablar de incendio (lo cual requiere de unas características particulares) se debe considerar un cuarto elemento, que es la reacción en cadena(Albornoz, Chereau, & Araya, 2016), ya que, bajo las condiciones óptimas, el fuego se extiende con una velocidad sustancialmente alta por medio de una reacción en cadena (Vellozas, Púa, Mello, & Cardozo, 2010), que puede potenciarse o ir en detrimento(Molina & Vasquez, 2017), dependiendo de las condiciones naturales o las acciones de los cuerpos de salvamento y mitigación de riesgos (Vellozas et al., 2010).

Si se añade el factor relativo a la reacción en cadena en el triángulo del fuego se obtiene el tetraedro (Linares, 2015), de acuerdo a lo reflejado en la Figura 1., es necesario que se encuentren presentes los tres lados del triángulo para que un combustible comience a consumirse por acción del fuego (Linares, 2015); (Domínguez, 2013), siendo el combustible el elemento fundamental de la combustión (Domínguez, 2013), el comburente el agente oxidante (García, 2001), la energía de activación puede ser proporcionada por una chispa, una fuente de calor, una corriente eléctrica, radiación solar, entre otros (García, 2001).

Figura 1. Triángulo y Tetraedro del Fuego



Fuente: Blanco (2014)

La reacción en cadena de la combustión desprende calor que es transmitido al combustible realimentándolo y continuando la combustión. Al incluir la reacción en cadena en el esquema del triángulo del fuego se obtiene el tetraedro (Atencio, 2017).

Básicamente el tetraedro del fuego indica que todos los lados de la figura geométrica son necesarios para que la combustión se mantenga (y con ello el fuego) pues al eliminar cualquiera de los lados el fuego se extingue (Cárcamo, 2007).

Si las condiciones son las adecuadas, un incendio forestal se inicia casi en cualquier parte y en cualquier instante (Játiva Yépez, 2013b), no obstante, el grado de propagación del incendio (Játiva Yépez, 2013a), está íntimamente determinado por el tipo de fuego que se presenta (Pérez, Ibarra, De La Riva, Echeverría, & Montorio, 2007), la magnitud de los daños causados al ambiente, sobrevivencia de la biomasa subterránea y de los bancos de

semillas(Játiva Yépez, 2013a; Pérez et al., 2007), los antecedentes estudiados y que son fisiológicos, taxonómicos y de uso de los ecosistemas dañados, de la influencia de ciertos condicionantes ambientales posteriores al incendio, como de las posibles estrategias de recuperación diseñadas por el hombre (Molina & Vasquez, 2017).

Es de hacer notar que las emisiones generadas por la combustión, producto de un incendio forestal, como los GEI entre otros, incrementan la contaminación ambiental, desmejorando la calidad del aire y contribuyendo al calentamiento global, causa primigenia del cambio climático.

La permanencia de las especies vegetales después del evento incendiario está determinado por la capacidad de las plantas para regenerarse mediante dos formas, a saber: el crecimiento de nuevos brotes (especies con rebrotes) y la plantación a partir de semilleros o de semillas procedentes de formaciones vegetales adyacentes, especies con semilla (Jaksic & Fariña, 2015).

En algunos casos, los grandes incendios forestales y la ocurrencia temporal de estos, pueden producir la desaparición de las poblaciones locales (especies endémicas) (Guajala & Fabricio, 2016), la pérdida de recursos genéticos y ponen en riesgo las inversiones dedicadas a la conservación de la naturaleza, cuando afectan a las áreas protegidas y bosques protectores (Jaksic & Fariña, 2015).

La vulnerabilidad es una variable asociada al valor estadístico de incidencia llamado riesgo y que denota cuán propenso está un territorio a la iniciación, propagación y alimentación de un fuego (Ulloa, 2011).

Este estudio está orientado a la generación de resoluciones concretas sobre la situación natural de un territorio importante para la ciudad de Quito por la ubicación, la reserva natural y el potencial agroalimentario que representa.

Antecedentes

En Ecuador, desde el año 2012, los eventos incendiarios en diferentes zonas del país han consumido aproximadamente 100.110,31 hectárea (ha), siendo hasta el 20 de julio de 2017 la cifra oficial, actualizada y sobre la cual se deben hacer estudios, ahora bien, según la Secretaría de Gestión de Riesgos (2017), que en ese tiempo registró 2.712 eventos, ha determinado que dos, tres o doce horas de incendio demandan años de recuperación, los costos más importantes no están representados en el aspecto financiero, sino en las afectaciones a la naturaleza (Distrito Metropolitano de Quito, 2012).

En la Tabla 1, se demuestra el número de eventos registrados en el país, así como la cobertura de vegetación con afectaciones, aunado a la cantidad de personas heridas, según la Provincia.

Tabla 1. Cantidad de eventos presentados y hectáreas de cobertura vegetal quemada al 15/08/2016

Provincia	Cantidad de eventos	*ha. Cobertura vegetal quemada	Personas heridas
Azuay	24	542,76	
Cañar	6	69	
Carchi	7	130	
Chimborazo	9	163	
Cotopaxi	2	50	
El Oro	12	144,50	
Esmeraldas	3	70	
Galápagos	1	18	
Guayas	6	35	
Imbabura	19	458	
Loja	18	334	
Los Ríos	1	7	
Manabí	4	47	
Pichincha	8	530	2
Santa Elena	3	37	
Sucumbíos	2	22	
Tungurahua	7	187,50	
Total	132	2.844,76	2

ELABORADO POR: Hernán Moreno, FUENTE: Secretaría de Gestión de Riesgos (2016)

Pichincha, registra lesiones por eventos fuera de control (D'Ercole, Hardy, & Robert, 2009; Galindo, 2005). De los ocho (08) incendios forestales ocurridos en Pichincha durante el año 2016, sólo dos ocurrieron en la Parroquia Checa (d'Ercole & Metzger, 2004), no se consumieron más que hierbas secas y pajonales en un área que no superó las 3,2 ha.

Ahora bien, durante el año 2017, en la República del Ecuador los eventos incendiarios (INF) mayores o iguales a dos hectáreas han constituido la pérdida de 13.403,78 hectáreas de capa vegetal, por lo cual las redes de alerta se ha ido incrementando (Proaño, Romero, & Terán, 2018). Se cuenta con 968 eventos registrados (de Quito, 2012; León Ramos, 2018), realizando que las provincias que reportan mayor número de estos acontecimientos son: Guayas, Loja, Santa Elena, Manabí y Azuay, mientras las zonas con grandes devastaciones corresponden a Pichincha, Loja, Azuay, Imbabura, Chimborazo y Santa Elena (León Ramos, 2018; Trajano, 2008).

Como bien se conoce, los incendios forestales traen consigo consecuencias desde distintas aristas (Salinero, 2004), entre ellas, daños económicos, humanos, o naturales (Valenzuela & Bueno, 2012).

Se vuelve importante gestionar áreas geográficas definidas como espacios de protección (Podwojewski, 1999), y en el caso de Ecuador la Constitución ordena al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), con el fin de proteger las áreas que albergan riqueza biológica, paisajística y turística importante para el país (Anchaluisa & Suárez, 2013)

Para el 2012 el Distrito Metropolitano de Quito, calculaba aproximadamente 722 hectómetros cuadrado (hm²) de bosque seco, de las cuales se perdieron por incendios forestales un número alrededor de 16,47 hm² que representa el 2,28% de este ecosistema en particular, el diario El Universo, D. E. (2018), acota que las pérdidas por incendios en Quito llegan a USD 9, 5 millones (*Diario El Universo, 2018*).

La infraestructura, localización de especies vegetales, disposición del sitio y ordenamiento territorial determinan el tipo de incendio que es probable de ocurrir (d'Ercole & Metzger, 2004).

No está documentado por ningún organismo (oficial o privado) un inventario siquiera básico respecto los árboles o cualquier tipo de vegetación en zonas del distrito metropolitano de la ciudad capital o por fuera del núcleo urbanizado de San Francisco de Quito. No obstante, se puede deducir que, algunos datos genéricos sobre la biósfera partiendo de registros efectuados por la Dirección Municipal de Planificación, que incluyen las parroquias integradas del Distrito Metropolitano, que suelen tener características rurales (Fundación Natura - CLIRSEN - IMQ, 1987).

Un dato aún más importante de cara a la población vegetal del conglomerado urbano es que el 96% de suelo en la zona periurbana no está urbanizado, del cual sólo 150.130 hectáreas (59% del total) están catalogadas como terrenos sin protección alguna y se encuentra cubierto por algún tipo de vegetación (Metzger & Bermúdez, 1996)

De estas zonas, la masa forestal natural (esto es, áreas sin variables antropogénicas que incidan en el ecosistema) es la más frecuente (32% de la superficie total, 54% de las zonas con vegetación). Además, sólo el 9% del área total, lo cual se traduce en 23.105 hectáreas presentan varios tipos de cubierta natural de la biosfera (tipo de suelo) que impide cualquier tipo de cubierta vegetal (por ejemplo, cuerpos de agua, rocas, etc.)(Anchaluisa & Suárez, 2013).

Adicionalmente de estos valores, se asume que una extensión considerable de las más de 70.000 hectáreas de zonas bajo algún régimen de protección también se han caracterizado por algún tipo de masa forestal, al menos en las regiones de bajo relieve (baja altitud) y media (D'Ercole et al., 2009). No existen datos actuales y los que están detallados, resultan algo antiguos sobre las 30.025 hectáreas del bosque y vegetación protegidas y que son colindantes al núcleo urbano ciudadano.

Las formas de producción extensivas e invasivas, originaron modificaciones al ecosistema, sobre todo en la última mitad del siglo XX causando pérdidas permanentes de especímenes de flora y fauna (Bartolotta, 2015), acompañada de la ampliación de las zonas agrícolas, la proliferación de la industria maderera no sostenible, la expansión urbana por el crecimiento demográfico, han reducido de forma drástica la extensión de los bosques naturales autóctonos en la nación (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2018)

Los suelos son de origen volcánico, aunque en las áreas periféricas se han identificados suelos y pseudo arenosos de textura fina, los suelos tienen una retención de humedad extremadamente alta y, sin embargo, no se consideran aptos para el desarrollo agrícola.

Checa se encuentra localizada entre los 2400 y 3100 metros de altura sobre el nivel del mar (msnm), sobre un valle templado, con sistemas de periodicidad de lluvias irregular que, principalmente ocurren de la siguiente manera(Bastidas, 2016):

- El principal periodo lluvioso se da entre septiembre y noviembre.
- Entre diciembre y abril se producen lluvias menos pronunciadas.
- El periodo seco ocurre entre mayo y agosto.

No existe un promedio significativo de precipitación, 960 mm anuales, las montañas del este y oeste protegen la ciudad de las zonas de convergencia que se suceden en el Pacífico y en el Amazonas(Bastidas, 2016). La temperatura promedio no supera los 16° C. La vegetación predominante es la *estepa espinosa montano bajo, bosque en* transición hacia el húmedo montano bajo y bosque húmedo donde la vegetación es escasa, predominando el matorral y pastizales (*Actualizacion del Plan de Ordenamiento Territorial de la parroquia de Checa*, 2015).

Se debe tener en cuenta que las condiciones climáticas y la escasez de vegetación de gran follaje no son del todo impedimento para que desate un incendio forestal, en promedio los

climas fríos albergan vegetaciones y suelos secos. Lo que si suele ocurrir es la lentitud del desarrollo del siniestro incendiario.

Objetivos

En el presente estudio se determinó la incidencia de las variables antropogénicas sobre los incendios forestales acaecidos en las zonas boscosas de la Parroquia Checa del Distrito Metropolitano de Quito a través de la caracterización de las zonas y las causales, con el fin de determinar la vulnerabilidad de la región a sufrir este tipo de eventos, para lo cual se establecieron como objetivos específicos:

- Caracterizar las propiedades morfológicas por medio de estudios realizados sobre las zonas boscosas dentro de la Parroquia Checa del Distrito Metropolitano de Quito.
- Identificar las principales causales de incendios forestales en la región a través de los registros oficiales de estos sucesos.
- Determinar la vulnerabilidad de la zona a incendios forestales por la acción del hombre.

Hipótesis

Las áreas boscosas ubicadas en la Parroquia Checa son vulnerables a incendios forestales por causas antropogénicas

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación documental parte de una búsqueda de fuentes secundarias, con la cual se da cuenta de las características geográficas del escenario natural que representa la Parroquia Checa.

Analíticamente se establecen variables naturales (normalmente geográficas) y antropogénicas (demográficas y humanas) para determinar la vulnerabilidad de una zona determinada a sufrir incendios, para lo cual se caracteriza la zona de estudio.

Generar un valor cuantitativo para estimar la vulnerabilidad de las zonas boscosas de la Parroquia Checa del Distrito Metropolitano de Quito, se puede realizar mediante la determinación las causas principales de incendios forestales en la región, recolección histórica de eventos producidos en la zona históricamente, calcular el nivel de gravedad de los incendios producidos en la Parroquia Checa con respecto a la Parroquia de Nayón con los cuadros entregados por la Secretaría Nacional de Riesgos, e interpretación de indicadores de acción antropogénica del cuerpo de bomberos.

Cálculo de Índices de riesgo de incendios

Debido a que no hay métodos específicos y estandarizados para la estimación del riesgo de incendio para la zona, se calculó mediante el Método de la Comunidad Valenciana modificado para la zona de estudio a partir de los datos de caracterización geográfica.

El método es aplicable a cualquier tipo de incendio, incluso aquellos que se encuentran en la categoría de conatos, el método no tiene limitaciones en cuanto al área de estudio o especificidades naturales del área afectada o estudiada y permite determinar de similar característica, los índices de frecuencia media anual de incendios forestales en diversos

territorios (Alanis-Rodríguez, et al 2011), y permite calcular para cualquier espacio geográfico el índice de causalidad, que refleja la zona (Lasanta, 2000), así como el índice de gravedad del siniestro.

La modificación refiere a características meteorológicas, de vegetación y topografía propias para la zona de estudio, ya que el método base para el estudio corresponde a la Comunidad Valenciana (2018), -Reino de España-, diseñado para una zona costera del hemisferio norte.

Cálculo del Índice de frecuencia de incendio

A criterio de Alanis-Rodríguez et al. (2011), refleja la frecuencia promedio al año de ocurrencia de incendios en un entorno geográfico definido:

Así,

$$Fi = \frac{1}{a} \sum_{1}^n ni$$

Ecuación 1. Fórmula de cálculo para índice de frecuencia de incendio

Donde:

Fi, es la frecuencia de incendios

a, número de años (u otro período de tiempo) de la serie de datos utilizada

ni, número de incendios de cada año (u otro periodo de tiempo). Referidos a un consumo igual o superior a 10 ha

Los procesamientos de estos datos se comparan con los diferentes rangos y permiten el mapeo del riesgo, como se muestra en la Tabla 2.

Tabla 2. Clasificación del índice de frecuencia de incendios

Valor	Rango
Extremo	> 6
Grave	4 - 5,99
Alto	2 - 3,99
Moderado	0,5 - 1,99
Bajo	0,2 - 0,49
Muy bajo	< 0,2

ELABORADO POR: Hernán Moreno, **FUENTE:** Comunidad Valenciana, 2018

Este índice, da cuenta de cuan expuesta está un área determinada a sufrir incendios forestales. Cuanto más elevado es el mismo hay mayores probabilidades de que en la zona se genere un incendio y que el mismo sea violento, con alta velocidad de propagación. Mientras más alto es el índice, mayor cantidad de incendios se generan en esa área determinada.

Índice de gravedad de incendios

$$Ig = \frac{1}{a} \frac{SFQi}{SFT} \times 100$$

Ecuación 2. Fórmula de cálculo para índice de gravedad de incendio

Donde,

Ig, es el índice de gravedad

SFQi, Superficie forestal quemada (Arbolada o no arbolada)

SFT, es la superficie total

Este índice también se distribuye en rangos, a cada rango se le asigna un indicador para los análisis correspondientes, y da cuenta de la violencia de los incendios generados en esa área. Este índice es independiente de la frecuencia de incendios, lo cual quiere decir que una zona de poca frecuencia de eventos incendiarios puede tener un alto índice de gravedad.

Índice de causalidad de incendios

$$Ci = \frac{1}{a} \sum \frac{ncnic}{nc}$$

Ecuación 3. Fórmula de cálculo para índice de casualidad de incendio

Donde;

Ci, es la causalidad de los incendios acaecidos.

C, es el coeficiente de peligrosidad

nc, representa el número de causas que originan el incendio

ni, es el número de incendios ocurridos en cada año

nic, número de incendios de cada año por cada causados

De la misma forma, este indicador demuestra que un incendio en una zona determinada posee mayor probabilidad de ser grave, para el ecosistema, el hábitat y los seres humanos. La intersección de los tres índices hace posible la configuración del mapa de riesgo correspondiente, de ser posible.

Método de los Factores Ponderados

Usando el método de factores ponderados se analizan de forma cuantitativa las características cualitativas de un fenómeno. En este caso concreto, se le otorga una cifra a la variable “vulnerabilidad” analizando, algunos factores que ya se han analizado y que influyen de manera directa en la generación de eventos incendiarios en las áreas boscosas, no sólo de la Ciudad de Quito, sino de casi cualquier otra zona en el mundo. Aun cuando pueden ser muchos factores los determinantes, al menos en el caso no sólo de Checa, sino del Distrito Metropolitano de Quito son:

- **Acción del hombre:** las mismas pueden generarse por la actividad turística, de investigación, comercial y/o negligencia. Así como también, nunca se descarta la preintencionada.
- **Causas Naturales:** Tendencia a ser un área receptora de relámpagos y radiación solar directa, con cercanía a cráteres o rendijas volcánicas activas.
- **Condiciones Geográficas:** Suelos secos, vegetación de gran follaje, poca humedad, abundancia de vientos, pendientes pronunciadas.

Se le asigna una ponderación (valoración según lo registrado estadística y documentalmente) y se le asigna una puntuación entre 1 y 5 siendo uno (01) la menor probabilidad de que ocurra un evento (menor riesgo) y cinco (05) la máxima probabilidad de que inicie un incendio en la zona ya delimitada (máximo riesgo).

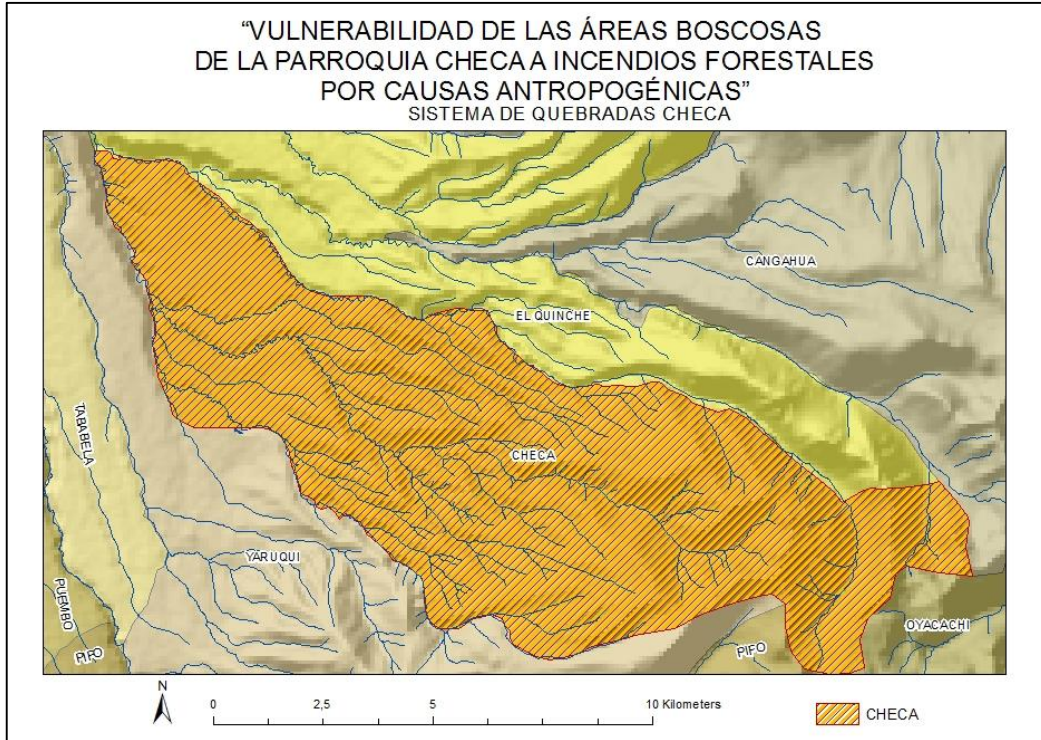
Aritméricamente se construye una matriz donde se cotejan los factores con la ponderación asignada y la puntuación otorgada. Horizontalmente se multiplican y verticalmente se suman, para obtener el valor que será objeto de análisis.

Resultados:

Área de estudio

La Parroquia Checa pertenece al Distrito Metropolitano de Quito, siendo una parroquia rural que se encuentra ubicada al este de la capital ecuatoriana en la Provincia de Pichincha. Mediante un recorrido a la zona, se pudo observar que la misma se caracteriza por la escasez de vegetación, pero por ser rica en follaje, con un relieve accidentado y suelos húmedos, producto de la variedad de quebradas que circundan la región, tal como se refleja en la Figura 2.

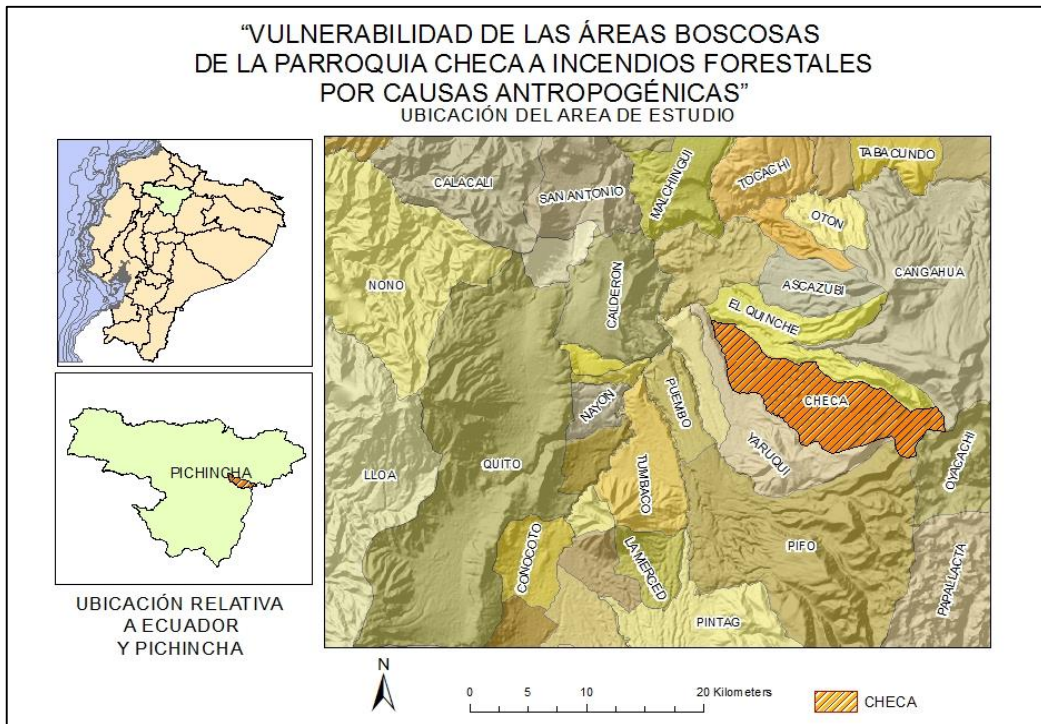
Figura 2. Mapa Fluvial de la Parroquia Checa



ELABORADO POR: Hernán Moreno, bajo la orientación de MSc. Mónica Delgado

Respecto a su ubicación, con respecto a la provincia de Pichincha y Ecuador, se lo puede ver en la Figura 3.

Figura 3. Ubicación de la zona de Estudio

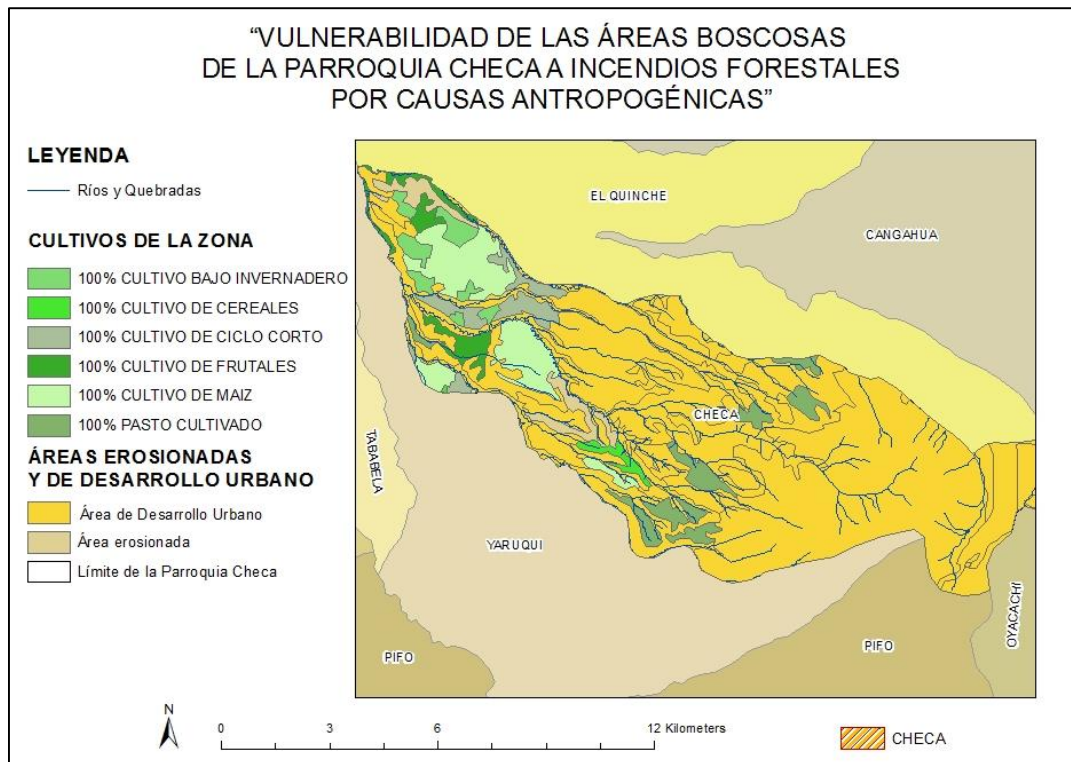


ELABORADO POR: Hernán Moreno, bajo la orientación de MSc. Mónica Delgado

En esta figura se evidencia, entre otras cosas, que Checa es una Parroquia fronteriza con otra provincia, ubicada al extremo este del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ).

En la figura 4 se puede observar el levantamiento agrícola realizado en sitio, considerada para los cuerpos de bomberos del DMQ con alto riesgo de incendios.

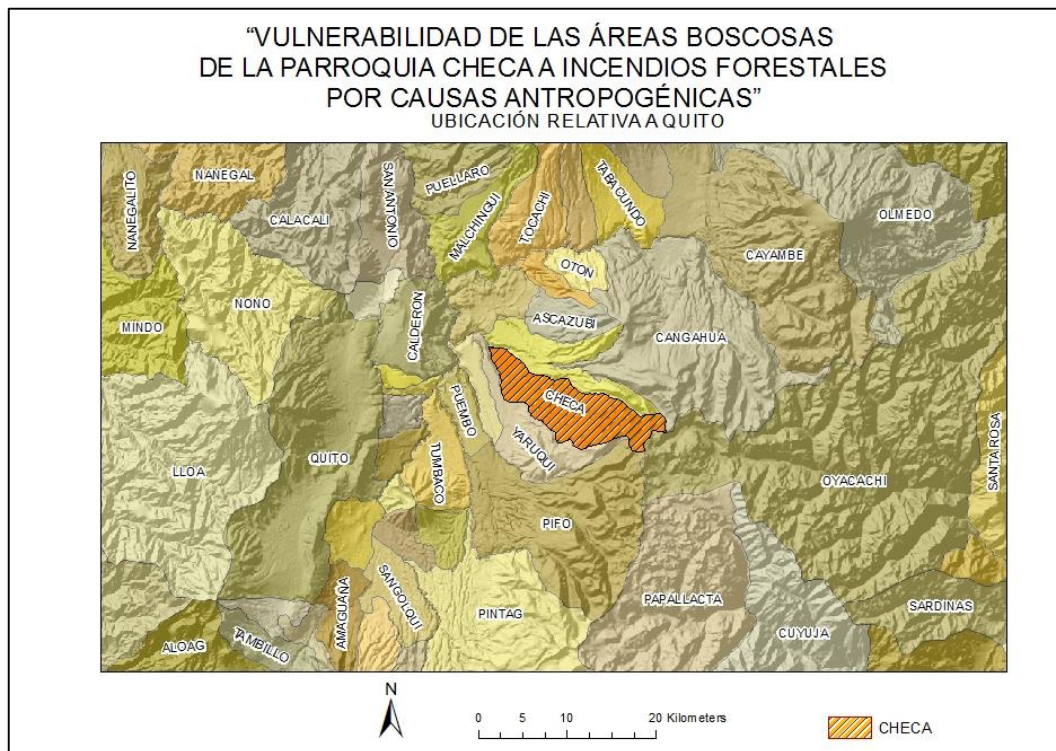
Figura 4. Levantamiento de las Zonas Agrícolas Checa



ELABORADO POR: Hernán Moreno, bajo la orientación de MSc. Mónica Delgado

En la Parroquia Checa, existe un área marcadamente rural, y erosionada que se caracteriza principalmente por tener áreas de bosques nativos. La zona es eminentemente montañosa, como se observa en la figura 5 ya que el DMQ (Distrito Metropolitano de Quito) está asentado en la parte de los Andes ecuatorianos.

Figura 5. Visión general del sistema montañoso Checa



ELABORADO POR: Hernán Moreno, bajo la orientación de MSc. Mónica Delgado

Mediante informe del Cuerpo de Bomberos de Quito, sector Checa, se puede inferir que el atenuante más significativo de la zona originaria del método es que los veranos son severos, con temperaturas extremas y ausencias de vientos, que es la época del año donde más eventos incendiarios se presentan. Es necesario recordar que la presencia de viento es un aliciente para la propagación de un incendio, dispersión de las emisiones, entre otras.

En Pichincha, en el período entre 2010 y 2017 Checa no ha tenido eventos incendiarios de gran envergadura (La envergadura de los incendios se mide de acuerdo al número de hectáreas consumidas en el mismo).

Según el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito, (2018) Checa alberga una zona vulnerable como el Cerro de Puntas que es colindante con la reserva natural Cayambe.

Se realizó una comparación de la zona de estudio con la parroquia de Nayón, en virtud que la misma pertenece al Distrito Metropolitano de la ciudad de Quito, se encuentra ubicada a

20 minutos aproximadamente al este de la capital (al igual que Checa); tiene condiciones similares de morfología, y régimen pluviométrico (Moncayo, 2016), en las tablas 3 y 4, se puede observar que la Parroquia Checa ha sido la que menos afectación a sufrido con respecto al área consumida en un incendio forestal, con respecto a Nayón.

En los registros de los siete primeros meses del 2018, los incendios se han focalizado en los dos primeros niveles de gravedad y no se han consumido más de 2,5 ha, sin embargo, la comparativa con la Parroquia Nayón indica que la última ha presentado pocos conatos, pero eventos en el nivel III de afectación que ha resultado en una devastación de más de 30 ha.

Tabla 3. Eventos incendiarios en la Parroquia Checa en el año 2018

Mes	Checa 2018								Total	
	Conatos		Nivel I		Nivel II		Nivel III			
	atenciones	ha	atenciones	ha	atenciones	ha	Atenciones	ha	atenciones	ha
Enero	2	0,04							2	0,04
Febrero	1	0,0001			1	10			2	10
Marzo	4	0,09	1	1					5	1,09
Abril	2	0,0025							2	0,0025
Mayo									0	0
Junio	2	0,04							2	0,04
Julio	6	0,25							6	0,25
Totales	17	0,4226	1	1	1	10	0	0	19	11,423

Fuente: Sala de Comando del Cuerpo de Bomberos del DMQ (2018)

Tabla 4. Eventos incendiarios en la Parroquia Nayón en el año 2018

Mes	Checa 2018								Total	
	Conatos		Nivel I		Nivel II		Nivel III			
	atenciones	ha	atenciones	ha	atenciones	ha	atenciones	Ha	atenciones	Ha
Enero										
Febrero										
Marzo										
Abril										
Mayo										
Junio										
Julio	6	0,01					1	31	7	31,01
Totales	6	0,01					1	31	7	31,01

Fuente: Sala de Comando del Cuerpo de Bomberos del DMQ (2018)

El Cuerpo de Bomberos, establece indicadores que ayudan a interpretar mejor estos datos de recolección constante y con los cuales se apoyan los organismos para la toma de decisiones como se puede observar en la tabla 5:

Tabla 5. Estratos de los Incendios

ESTRATOS	
Conatos	< 0,5 ha
Nivel I	0,5 – 2 ha
Nivel II	2,1 – 10 ha
Nivel III	> 10 ha

ELABORADO POR: Hernán Moreno, **FUENTE:** Sala de Comando del Cuerpo de Bomberos del DMQ (2018)

Lo que demuestra que cada sector, aun cuando presente características similares, amerita un análisis propio, a partir de sus datos hidrometeorológicos, poblacionales, y de influencia antrópica, combinados con las tablas de manejo local del cuerpo de bomberos.

Del mismo modo, se acudió a los datos estadísticos publicados por la Secretaría de Gestión de Riesgos respecto a la cantidad de sucesos registrados en la zona de estudio. Progresivamente, se hizo el procesamiento y análisis de la información documental – estadística de los datos obtenidos, así como la aplicación de métodos estadísticos para finalmente comprobar la hipótesis planteada, mediante el cálculo de los índices de riesgo y la metodología de factores ponderados.

Mediante investigación de campo se determinó que los incendios ocurridos (pírricos en comparación con los suscitados en otras zonas del DMQ) han sido por la acción del hombre, las condiciones naturales han impedido la propagación, ya que la zona es abundante en hierba baja y pastizales, suelo húmedo y arenoso y temperaturas frías que mantienen el fuego controlado. La altura coarta la velocidad de propagación por las limitaciones del oxígeno (Tetraedro del fuego) por tanto, el resultado más obvio es que la vulnerabilidad de las áreas

boscosas de la Parroquia Checa en el Distrito Metropolitano de Quito a padecer incendios forestales es baja.

Como resultado del análisis documental, se obtuvo que la zona en general no está biológicamente diseñada para sufrir incendios forestales para la renovación o subsistencia de su ecosistema. Además de ello, los datos estadísticos, han mostrado que Checa, de todo el Distrito Metropolitano de Quito es la zona con menor incidencia de este tipo de siniestros.

Método de factores ponderados

Usando el método de factores ponderados, se tienen las siguientes asignaciones porcentuales por parte del investigador del presente estudio, para establecer el factor de mayor incidencia:

- Los incendios provocados por la acción humana son los más destructivos para la biósfera y la fauna, por cuanto no obedecen a un ciclo natural, sino que ocurren por introducción de un factor exógeno en el lecho natural y por tanto se le asigna 50 % que representa lo perjudicial que resulta.
- Los incendios naturales, como responden a un ciclo vital, un 30 % aun cuando, dependiendo de las condiciones del entorno (ya afectado por la intervención humana y sus distintas actividades), pueden ser destructivos ya que se pierde el control sobre los mismos.
- Las condiciones geográficas son determinantes ya que un clima seco, suelos deshidratados, vegetación abundante, altos vientos y bajo nivel de lluvias favorecen la propagación del fuego. Por tanto, en el caso de Checa sólo un 20 % depende de ello.

Todo ello, reflejado como sigue:

Tabla 6. Aplicación del método por ponderación por puntos

Factores	Ponderación	Puntuación	Subtotal (*)
Acción del hombre (Tala, quema, agricultura extensiva, actividades turísticas, imprudencia)	50 %	1	0,5
Causas Naturales (Cambio climático, relámpagos, radiación solar, cercanía con volcanes)	30 %	2	0,6
Condiciones Geográficas (Altas temperaturas, baja humedad, vientos constantes, pendientes pronunciadas, vegetación de abundante follaje)	20 %	1	0,2
Vulnerabilidad	100 %	Resultado	→ 1,3 **

(*) Esto responde a la operación aritmética “ponderación x puntuación”

(**) Es la sumatoria de la columna Ponderación y Subtotal

ELABORADO POR: Hernán Moreno **FUENTE:** Investigación documental y estadística (2018)

Si (5) es la medida máxima, pues $1,3 < 5$ por tanto, la vulnerabilidad de la zona es baja con respecto al riesgo que supone la afectación por incendios forestales. Este método resulta sumamente eficiente para ser comparado con algún otro, con sustento matemático. El método de factores ponderados es una estrategia basada en asignarle a lo investigado de forma documental un valor matemático y una ponderación (importancia) dentro del tema a estudiar.

Es importante aclarar que los datos suministrados por este método son productos de la investigación y análisis del investigador, en base a lo estudiado con respecto al tema.

Para confirmar este resultado, se recurrió al método de la Comunidad Valenciana modificado para la zona y se estimó la frecuencia media de incendios forestales, para lo cual, los datos son los observados en la tabla 1 y 2 del registro realizado por el Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito (2018):

Frecuencia de incendios

Tabla 7. Índice de frecuencia de incendios en Parroquia Checa

Variables	Datos	Descripción
<i>a</i>	6	Son los meses del 2018 en que se han producido eventos incendiarios. De los 7 meses que han transcurrido, 6 han tenido al menos conato de incendios.
<i>ni</i>	1	En esos 6 meses se han registrado 7 incendios, seis en fase de conato y 1 en el nivel II. Solamente el último alcanzó las 10 ha de superficie devastada.
<i>Es importante destacar que al aplicar este apartado del método se deben sumar los incendios que superen las 10 ha de área consumida en el siniestro</i>		

ELABORADO POR: Hernán Moreno

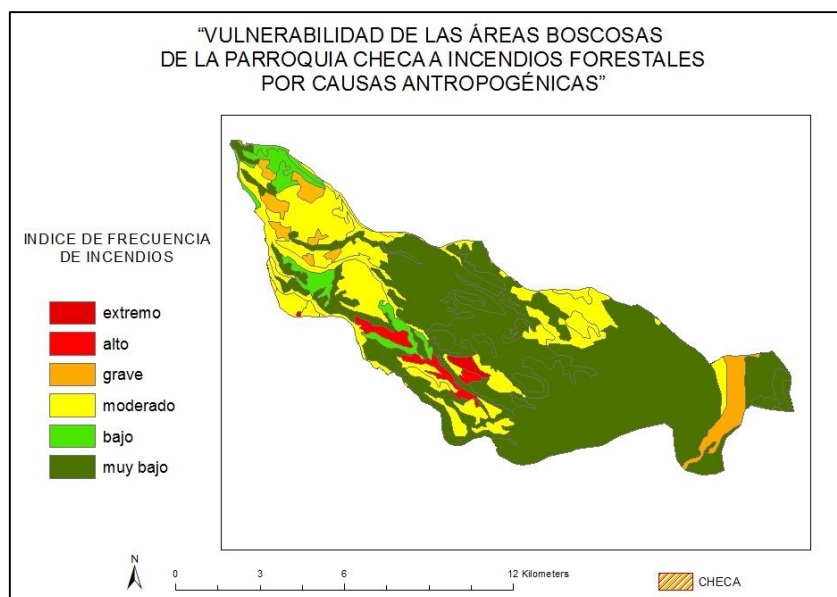
Con lo cual,

$$F = \frac{1}{6}(1);$$

$$F = 0,16$$

En consecuencia, de acuerdo a lo reflejado en la Tabla 7 y el cálculo matemático, la frecuencia media con la que ocurren incendios en la Parroquia Checa, es muy baja en promedio. Se puede observar a detalle en las zonas geográficas la distribución del factor a lo largo de la parroquia.

Figura 6. Distribución geográfica del índice de Frecuencia de Incendios para Checa.



ELABORADO POR: Hernán Moreno, bajo la orientación de MSc. Mónica Delgado

Comparación con el Índice de frecuencia de incendios en la Parroquia Nayón.

Tabla 8. Índice de frecuencia de incendios en Parroquia Nayón

Variables	Datos	Descripción
<i>a</i>	1	Son los meses del 2018 en que se han producido eventos incendiarios. De los 7 meses que han transcurrido, sólo en 1 ha tenido al menos conato de incendios.
<i>ni</i>	2	En ese mes se han registrado 2 incendio, 1 en fase de conato y 1 en el nivel II. Solamente el último alcanzó mas 10 ha de superficie devastada.
<i>Es importante destacar que al aplicar este apartado del método se deben sumar los incendios que superen las 10 ha de área consumida en el siniestro</i>		

ELABORADO POR: Hernán Moreno

En consecuencia:

$$F = \frac{1}{1}(1+1)$$

$$F = 2$$

Según el cálculo con los datos reflejados en la Tabla 8, la frecuencia de eventos incendiarios en la Parroquia Nayón es Alto.

Índice de Gravedad

Tabla 9. Índice gravedad de incendios en Parroquia Checa

Variables	Datos	Descripción
<i>SFQi</i>	10,4226 ha	Es el área consumida en los incendios accedidos en la zona a todos los niveles
<i>SFT</i>	722 ha	El área total de bosques aproximada
<i>El resto de los datos comunes al cálculo de la frecuencia de incendios, permanece igual. Según la secretaría de riesgos, Checa posee un área boscosa cercana a 722 ha</i>		

ELABORADO POR: Hernán Moreno

Para el cálculo del índice de gravedad, se procede como sigue:

$$Ig = \frac{1}{6} \frac{10,4226}{722} \times 100$$

$$Ig = 0,23$$

Esta cifra es significativamente baja porcentualmente hablando. Lo que se traduce en ínfimo el índice de gravedad de los incendios en la zona, según los cálculos realizados con los datos observados en la Tabla 9.

Tabla 10. Índice gravedad de incendios en Parroquia Nayón

Variables	Datos	Descripción
<i>SFQi</i>	31,01 ha	Es el área consumida en los incendios acaecidos en la zona a todos los niveles
<i>SFT</i>	710 ha	El área total de bosques aproximada
<i>El resto de los datos comunes al cálculo de la frecuencia de incendios, permanece igual. Según el documento nayon2012 esta región posee 710 ha de áreas verdes.</i>		

ELABORADO POR: Hernán Moreno

De modo que:

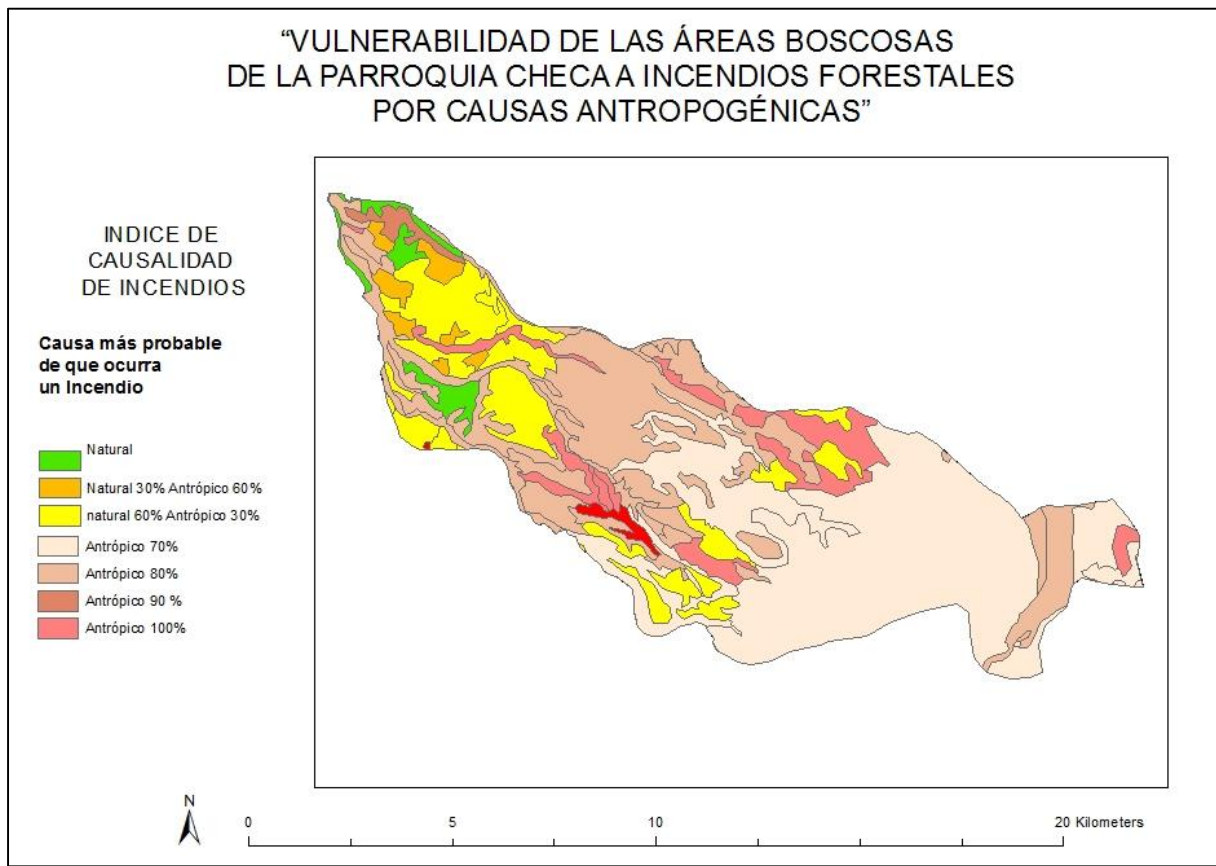
$$Ig = \frac{1}{1} \frac{31,01}{710} \times 100$$

$$Ig = 4,36$$

De acuerdo a los cálculos con los datos demostrados en la Tabla 10, en este apartado Nayón tiene un índice grave respecto a los incendios producidos en su región que Checa. Por tanto, el nivel de vulnerabilidad de ambas Parroquias es antagónico.

Teniendo en cuenta estos resultados y la baja incidencia y devastación. El índice de peligrosidad para Checa tiende a cero, lo cual anula la ecuación correspondiente a la causalidad. No es posible emitir un mapa de riesgo basado en este estudio. La Parroquia Checa es, en general una zona propensa a no albergar incendios forestales y de ocurrir, no son prolongados, violentos o extensivos. En la figura 7 se puede observar el índice de causalidad, es decir la probabilidad de que ocurran incendios, según su origen.

Figura 7. Distribución geográfica del índice de Causalidad para Checa.



ELABORADO POR: Hernán Moreno, bajo la orientación de MSc. Mónica Delgado

DISCUSIÓN

Este estudio no es de modo alguno taxativo, la baja vulnerabilidad no implica que no existan riesgos, sobre todo en la naturaleza, los riesgos están latentes, parte de la misión de un Magíster en Gestión Ambiental es gestionar procesos y métodos para lograr minimizar esos riesgos, que como todo en ingeniería es un factor numérico, medible, cuantificable y evidentemente voluble si se aplican metodologías adecuadas y contextualizadas al entorno y sus particularidades, lo cual es lo que se ha demostrado aplicando el método de la Comunidad Valenciana modificado para la región de estudio, es aplicable en base a las condiciones de la zona.

El método es experimental y extremadamente dependiente de la fiabilidad de los datos de campo, sin embargo, otorga al ingeniero y a la sociedad herramientas y datos para la toma de decisiones en pro de una eficiente gestión de riesgo y políticas hacia cualquier zona susceptible a padecer incendios, así como también perfilar políticas de conservación, concienciación y abordaje hacia espacios naturales y hábitats silvestres, cada vez más escasos.

En lo que concierne a bosques urbanos en la zona de Tumbaco, específicamente la Parroquia Checa del Distrito Metropolitano de Quito, destaca como una de las zonas boscosas aledañas a la capital de la Nación que, además, constituye un importante reservorio de natural asentamiento de etnias aborígenes en recuperación, potencialidad como pulmón vegetal.

Es una fuente de turismo científico y región ganadera por excelencia, reviste relevancia su estudio como zona vulnerable o no, motivado a la actividad económica que maneja que afectaría directamente a la capital, dada la ubicación de la ciudad de Quito, donde los rayos

solares inciden sobre la región de forma absolutamente perpendicular. El Valle de Tumbaco es una de las regiones más cálidas de la ciudad, con una temperatura que oscila entre los 17 y 19 grados, lo que incentiva los riesgos a que el área boscosa de la Parroquia sea susceptible a los incendios forestales.

Aunado a causas naturales, a las cuales se les puede añadir, calidad de los suelos, tipo de tierra, régimen pluviométrico, temperaturas medias anuales, entre otras, se encuentra la actividad humana, que puede incrementar los riesgos de los bosques propensos de sufrir incendios devastadores que puedan cercenar el ecosistema de la región, incluyendo la afectación del aire por las emisiones de gases, producto de la combustión.

CONCLUSIONES

Morfológicamente, las zonas boscosas de Tumbaco, Parroquia Checa, específicamente están constituidas por suelos arenosos, húmedos de origen volcánico, con escasa freaticidad y erosionados por los vientos, con abundancia de quebradas, riachuelos y manantiales.

La cadena montañosa andina, protege a todo el Distrito Metropolitano de Quito de las diferentes tormentas que confluyen hacía el centro de la nación desde las dos cuencas principales que conforman el país (El Pacífico Sur y el Amazonas). Por otro lado, la vegetación predominante no es leñosa, se compone principalmente por arbustos y pajizales que, aunque llegan a secarse naturalmente en los meses de mayor incidencia de radiación solar, prevalecen protegidos por la humedad, el frío y la altura.

La vegetación con características de pajizales, suelos húmedos y arenosos, temperaturas medias por debajo del promedio nacional, la incidencia de los Andes y la altura característica proveen al área de una barrera natural contra eventos incendiarios que, naturalmente no son necesarios para el sostenimiento de mencionado ecosistema.

Luego de la caracterización de la morfología de la región, se concluye que la zona no tiene características adecuadas para favorecer el origen y proliferación de incendios forestales.

Las principales causas de generación de incendios en el Distrito Metropolitano de Quito, y en la Provincia de Pichincha, sobre todo en las zonas periurbana que bordea la capital, son antropogénicas o por influencia de la especie humana en el entorno natural, con prácticas imprudentes y acciones degradantes que provienen de la industrialización de la agricultura y las siembras a gran escala que propician la degradación de los suelos y suprime el entorno de la protección original que proveen los árboles de gran follaje.

Es importante destacar que la relevancia de un incendio forestal se mide en función a tres factores: a) consumo de grandes extensiones de terreno. b) afectación al hábitat de la sociedad y c) lesionados (tanto humanos, animales y especies vegetales).

Según lo investigado, las razones más comunes por la que se generan incendios en la región obedecen a la agricultura extensiva e intensiva, en definitiva, obedecen a causas antropogénicas.

La vulnerabilidad de la zona a sufrir incendios forestales es baja, de manera natural, se debe tener control en lo relativo a incendios provocados. Los factores de riesgo antropogénico como uso de la tierra, cultivos, erosión todavía permiten tener valores de riesgo de muy bajo a moderado, encontrándose pocas áreas, cerca del 10% de área de estudio en valores que van de grave a muy alto. De hecho, las variables matemáticas estudiadas dan cuenta de ello. Todas tienden a la nulidad, indicando que, de acuerdo a los registros oficiales, la zona de la Parroquia Checa es muy poco propensa a la iniciación y propagación del fuego como factor de riesgo para la vida, el hábitat, el ecosistema y la seguridad.

La incidencia de las variables antropogénicas sobre la ocurrencia de incendios forestales específicamente en la zona de Tumbaco, Parroquia Checa es baja, en tanto las acciones no sean deliberadas.

Según el índice determinado y el método de factores ponderados, la vulnerabilidad de la zona correspondiente a la Parroquia Checa resultó en ese grado menor, lo cual queda claro al efectuarse el comparativo con una parroquia rural como lo es Nayón, la cual ha registrado mayores eventos incendiarios; sin embargo, no quiere decir que en Checa deba restarse importancia, pues, ha servido como prueba piloto para los cálculos de índices de riesgo, que pueden ayudar a la planificación territorial en todo el Ecuador, si se extiende su estudio en las zonas del país.

RECOMENDACIONES

- Las investigaciones sobre la recurrencia y efectos de los incendios no deben circunscribirse al estudio de la morfología regional, porque tales características no son determinantes. El estudio debe ser apoyado siempre por un método numérico.
- En los estudios futuros donde se pretenda determinar la vulnerabilidad de una zona por estas causas antropogénicas, se sugiere obtener datos estadísticos provenientes de organismos cercanos al área de estudio, como el caso del Cuerpo de Bomberos, quienes no solo toman acciones correctivas, preventivas, brindan atención a las emergencias, sino que también llevan el registro de los incendios acontecidos en la región estudiada.
- Para determinar la vulnerabilidad mediante el índice de la Comunidad Valenciana, es necesario propiciar estudios para universalizar el método, con el fin de extender su aplicación a cualquier región que desee estudiarse y evaluarse.

FUENTES CONSULTADAS

- Alanis, E., Jiménez, J., González, M., Treviño, E., Aguirre, O., Yerena, J., & Mata, J. (2014). Efecto de los Incendios en la estructura del Sotobosque de un ecosistema templado. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 5(22), 74-85.
- Anchaluisa, S., & Suárez, E. (2013). Efectos del fuego sobre la estructura, microclima y funciones ecosistémicas de plantaciones de eucalipto (*Eucalyptus globulus*; Myrtaceae) en el Distrito Metropolitano de Quito, Ecuador. *ACI Avances en Ciencias e Ingenierías*, 5(2).
- Albornoz, S., Chereau, J.-P., & Araya, S. (2016). *El fuego y los incendios*. Guía de Autoinstrucción N°1, Academia Nacional de Bomberos de Chile.
- Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito. (2013). *Evaluación de los incendios forestales en 2012*. Quito, Ecuador: Secretaría de Ambiente.
- Alcaldía del Distrito Metropolitano de Quito. (2017). *Incidencias de incendios en Ecuador*. Quito: Secretaría de Gestión de Riesgos.
- Alfaro, E., Calle, D., Chipantasig, A., Gualotuña, A., Gündüz, S., Jácome, R., & Hernández, M. (2013). *Sistema de investigación sobre*. Quito: Gráficas Ayerve C.A.
- Alfaro, Eloy; Calle, Diane; Chipantasig, Adriana; Gualotuña, Alex; Gündüz, Sonia; Jácome, Rita; Hernández, Mónica. (2013). *Sistemas rurales y urbanos de Quito*. Quito: Gráficas Ayerve C.A. Obtenido de Instituto de la Ciudad: <https://www.institutodelaciudad.com.ec/documentos/LibrosICQ/sistemasurbanorurales.pdf>
- Atencio, J. (2017). *Clase de Teoría del Fuego*. Obtenido de Scribd: <https://es.scribd.com/presentation/357032479/Clase-de-Teoria-Del-Fuego>

- Badia, A., Tulla, A. F., & Vera, A. (2010). Los incendios en zonas de interfase urbano-forestal. La integración de nuevos elementos en el diseño de la prevención. *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1.
- Bartolotta, S. (28 de mayo de 2015). *Daño en los ecosistemas y pérdida de biodiversidad*. IBERCIENCIA, Comunidad de Educadores para la cultura científica, Buenos Aires. Obtenido de <https://www.oei.es/historico/divulgacioncientifica/?Dano-en-los-ecosistemas-y-perdida-de-biodiversidad-una-delgada-linea-entre-la>
- Bastidas, W. (2016). *Guía climática agroecoturística para el Cantón Quito - Provincia de Pichincha 2014*. Tesis de Maestría, Universidad Central del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas, Quito.
- Belén, M. (11 de julio de 2013). Campaña Algo Nuestro se quema busca reducir número de incendios forestales. *El Comercio*.
- Castillo, M., Pedernera, P., & Pena, E. (2003). Incendios forestales y medio ambiente: una síntesis global. *Revista ambiente y desarrollo de CIPMA*, 19(3), 44-53.
- Cárcamo, M. (2007). *Técnicas de investigación de incendios*. Proyecto final de carrera para especialización, Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona.
- Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2009). *Análisis de los riesgos en la Prevención y Extención de incendios en el sector agrario*. Obtenido de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Instituto/Comision/GruposTrabajo/ficheros/DOCUMENTO%20FINAL%20SUBGRUPO%20INCENDIOS%20SECTOR%20AGRARIO.pdf>
- Convention on Biological Diversity. (2016). *Declaración de Cancún sobre la integración de la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad para el bienestar*. Decimotercera Conferencia de las Partes, Cancún, México.

- Corporación Nacional Forestal. (s.f.). *Ecosistema de Quito*. Secretaría de Gestión de Riesgos, Quito.
- Corporación Nacional Forestal. (s.f.). *Incendios forestales*. Obtenido de <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/>
- Cuerpo de Bomberos del Distrito Metropolitano de Quito. (2015). *Damas y Caballeros del fuego*. Quito. Obtenido de <https://www.bomberosquito.gob.ec/images/pdf/cuentas/fase1rrc15.pdf>
- D'Ercole, R., & Metzger, P. (2004). *Vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito* (Vol. 23, pp. 496-p). AH/Editorial.
- Domínguez, J. (2013). *Conceptos de combustión y combustibles*. Jornada sobre calderas eficientes en procesos industriales, Dirección General de Industria, Energía y Mina, Madrid.
- Ecuador. (2012). *Establécese el costo de restauración y el costo total para la restauración de bosques nativos, tanto los primarios como intervenidos*. Resolución 1330, Ministerio de Ambiente, Quito.
- Estacio, J., & Narváez, N. (2012). Incendios forestales en el Distrito Metropolitano de Quito (DMQ): conocimiento e intervención pública del riesgo. *Letras Verdes*, (11), 27-52.
- FAO. (s.f.). *El ecosistema forestal de Quito*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/W7445S/w7445s04.htm>
- Ferdón. (1975). *Características geográficas de Nayón*. Obtenido de Junta Nayón: <http://www.galeon.com/juntanayon/enlaces699310.html>
- Food and Agriculture Organization of Organization of the United Nations. (1992). *El ecosistema forestal urbano en Quito*. FAO, Quito. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/W7445S/w7445s04.htm>

- Fortunato, A. (s.f.). *Tetraedro de fuego*. Obtenido de FOREX:
<http://forexmatafuegos.com.ar/tetraedro-de-fuego/>
- Galeón. (s.f.). *Geografía de Nayón*. Obtenido de Junta Nayón:
<http://www.galeon.com/juntanayon/enlaces699310.html>
- Galindo, G. (2005). Los incendios forestales en Ecuador. *Ministerio del Ambiente, Dirección nacional Forestal. Quito, Ecuador*.
- García, R. (2001). *Combustión y Combustibles*. Obtenido de Federación Centro Sur de Asociaciones de Bomberos Voluntarios.
- Generalitat Valenciana. (2017). Anexo III. Metodología para el análisis de riesgo de incendios. *Diari Oficial*(8181), 44341-44348. Obtenido de <http://www.agroambient.gva.es/documents/162905929/165019001/Anexo+III/2dd4d462-b17e-4163-a6ae-21d3210cdf76>
- Gili, G. (1932). *Manual del Ingeniero Químico* (Vols. IV-V). Barcelona, España: Mc Graw Hill Ediciones.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Parroquial. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la Parroquia de Checa Canton Cuenca*. Plan 2014 - 2019.
- Gobierno Parroquial Checa. (2018). *Datos Generales de la Parroquia Checa*. Reporte oficial, Quito. Obtenido de <http://gobiernoparroquialcheca.gob.ec/azuay/?p=120>
- Gómez, L. (2015). *La historia ambiental de los asentamientos informales de Quito*. Tesis de Maestría, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Quito.
- Guajala, S., & Fabricio, A. (2016). *El Daño Ambiental y la Remediación por Incendios Forestales provocados en el Distrito Metropolitano de Quito en el sector de Guápulo (Cerro del Auqui) en el 2015, de acuerdo con la Constitución de la República del Ecuador del año 2008* (Bachelor's thesis, Quito: UCE).

- Hidalgo, I. (2016). *Desarrollo de un índice de gravedad potencial en incendios forestales*. Tesis de maestría, Universidad de Oviedo, Escuela Politécnica de Mieres, Asturias.
- Instituto de la Ciudad Quito. (2017). *Los incendios forestales y la ciudad dispersa*. Obtenido de institutodelaciudad: <http://www.institutodelaciudad.com.ec/coyuntura-sicoms/176-los-incendios-forestales-y-la-ciudad-dispersa.html>
- Játiva Yépez, A. W. (2013). *Incidencia de los riesgos naturales y antrópicos que ocasionan los incendios forestales, en el Distrito Metropolitano de Quito* (Bachelor's thesis, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. Carrera de Ingeniería en Seguridad. Mención Seguridad Pública y Privada).
- Játiva Yépez, A. W. (2013). Artículo Científico-Incidencia de los riesgos naturales y antrópicos que ocasionan los incendios forestales, en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Jaksic, F., & Fariña, J. (2015). Incendios, sucesión y restauración ecológica en contexto. *SciELO*, 43(1), s.p. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-686X2015000100003>
- Linares, A. (2015). *Control y Prevención de Incendios*. Presentación en Diapositivas, Universidad Nacional Experimental Politécnica de la Fuerza Armada Bolivariana.
- Martínez, R. (2016). *Centro Comunitario Recreativo de Integración y Desarrollo Social en la Parroquia Nayón*. Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador, Quito.
- Metzger, P., & Bermúdez, N. (1996). *El medio ambiente urbano en Quito* (Vol. 15). Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Dirección General de Planificación.
- MiNayón. (2018). *Acerca de Nayón*. Obtenido de <http://www.minayon.com/portal/index.php/contenido/item/acerca-de-nayon>
- Ministerio del Ambiente. (2018). *Aprende sobre incendios forestales, únete a #CuidemosLosBosques*. Obtenido de Ministerio del Ambiente. Noticias:

<http://www.ambiente.gob.ec/aprende-sobre-incendios-forestales-unete-a-cuidemoslosbosques/>

Molina, M., & Vasquez, M. (2017, June). Estrategia Comunicacional de Gestión de Crisis en Desastres Naturales. Caso, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. In *Conference Proceedings* (Vol. 1, No. 1).

Moncayo, V. (2016). *Ciudadana Universitaria PUCE - Nayón*. Tesis de Especialización, Pontifica Universidad Católica del Ecuador, Quito.

Organización de las Naciones Unidas. (2002). *Declaración de Cancún: países megadiversos afines*. Cancún. México.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (1992). *El ecosistema forestal urbano en Quito*. Obtenido de FAO: <http://www.fao.org/docrep/W7445S/w7445s04.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2018). Bosques y ciudades sostenibles. *Revista Internacional*, 69(1), 1-88

Pablo Pablo Marco Antonio, José Ramón Hernández Santana. (2016). Evaluación de la aptitud natural de los paisajes físico-geográficos en la cuenca del río Grande, Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía. Oaxaca, México. Volume 2016, Issue 91, Pages 7-24,ISSN 0188-4611, Obtenido de: <https://doi.org/10.14350/rig.49203>.

Paucar, E. (21 de julio de 2017). 100.000 hectáreas afectadas en cinco años por incendios forestales. *El Comercio*, pág. s.p. Obtenido de <http://www.elcomercio.com/actualidad/incendios-forestales-ecuador-cambioclimatico-temperaturas.html>

Pérez, F., Ibarra, P., De La Riva, J., Echeverría, M., & Montorio, R. (2007). Impacto de los incendios forestales en comunidades vegetales sub mediterráneas. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 33, 101-114.

- Pico Coronel, O. G. (2018). COMPORTAMIENTO DEL FUEGO A ESCALA
*EXPERIMENTAL EN UNA PLANTACIÓN DE Tectona grandis Linn F. EN JIPIJAPA,
MANABÍ, ECUADOR* (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM).
- Podwojewski, P. (1999). Los suelos de las altas tierras andinas: los páramos del Ecuador. *Bol
Soc Ecuator Cie S*
- Proaño, Á. G. O., Romero, E. M. C., & Terán, C. E. E. (2018). IMPLEMENTACIÓN DE UNA
RED DE ALERTA DE EMERGENCIA POR LA OCURRENCIA DE AMENAZAS
NATURALES Y ANTRÓPICAS USANDO SUBPORTADORAS DE TELEVISIÓN
DIGITAL. *Ciencia*, 19(1).
- Quito Cultura. (s.f.). *Parroquia Nayón*. Publicación oficial, Quito. Obtenido de
<http://www.quitocultura.info/venue/parroquia-nayon/>
- Quito Turismo. (2012). *El turismo en las parroquias rurales*. Quito.
- Salinero, E. C. (2004). *Nuevas tecnologías para la estimación del riesgo de incendios forestales*
(Vol. 4). Editorial CSIC-CSIC Press.
- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2015). *Actualización del Plan de
Ordenamiento Territorial de la parroquia de Checa*. Quito: Capservs Medios.
- Secretaría de Ambiente. (2012). *Ediciones Oficiales*. Alcaldía Distrito Metropolitano de Quito,
Quito.
- Secretaría de Gestión de Riesgos. (2017). *Informe de Incendios Forestales*. Quito. Obtenido de
[https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-
content/uploads/downloads/2017/09/Informe-de-
Situacion_INF_07092017_15h00.pdf](https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Informe-de-Situacion_INF_07092017_15h00.pdf)
- Ulloa, F. (2011). *Manual de Gestión de Riesgos de desastres*. Organización de las Naciones
Unidas para la Ciencia y la Cultura , Lima, Perú.
- Universo, D. E. Pérdidas por incendios en Quito llegan a \$9, 5 millones. *Diario El Universo*.

- Valenzuela, N. V. U., & Bueno, M. F. C. (2012). Incendios forestales: principales consecuencias económicas y ambientales en Chile. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo-RIAT*, 7(1), 18-24. *uelo*, 18(9), 14.
- Vellozas, T., Púa, M., Mello, E., & Cardozo, J. (2010). *Curso de prevención del medio ambiente*. Monografía, Instituto Militar de Estudios Superiores, Escuela de Ingeniería Ambiental, Montevideo.