

### ARTÍCULO RES 001



## Artículo RES 001

### ESTUDIO DE RIESGOS DEL SISTEMA DE INNIVACIÓN EN LA ESTACIÓN PICO ESPEJO, DEL SISTEMA TELEFÉRICO MUKUMBARÍ DEL ESTADO MÉRIDA EN VENEZUELA

*Risk study of the snowmaking system on the Pico Espejo station, located  
in the Mukumbarí cable car in Mérida, Venezuela*

30

**DIANA LORENA SANTIAGO HERNÁNDEZ**

Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Internacional Iberoamericana. Mérida, Venezuela.  
E-mail: [dianalorenasantiago@gmail.com](mailto:dianalorenasantiago@gmail.com)

Recibido: 02/06/18. Aceptado: 28/11/18

#### RESUMEN

El tema de riesgos, ha venido evolucionando hasta convertirse en una parte fundamental de la gerencia ampliamente desarrollada, posicionándose como tema prioritario, generando tras su implementación resultados que mejoran significativamente el desarrollo de los proyectos, integrándose en áreas que originalmente no estaban relacionadas como: costos, calidad y tiempo, haciéndose imprescindible a la hora de llevar adelante un proyecto. Es por ello, que en este caso el tema que se aborda está enfocado en realizar un estudio de riesgos para un sistema de innivación ubicado en la estación Pico Espejo, del sistema teleférico Mukumbarí, del estado Mérida, Venezuela. El sistema de innivación, es un proyecto de suma importancia para la región debido a que representa, la producción de nieve en un lugar en el cual su presencia era constante de manera natural pero que, debido a los cambios climáticos y fenómenos naturales que afectan el planeta, ya no se encuentra presente en ninguna época del año, surgiendo la necesidad de solventar el problema ante el auge del potencial turismo de invierno de la zona. En este sentido, lo que se propone generar, es un estudio de definición de riesgos, enfocado en el uso de técnicas cualitativas y cuantitativas de análisis de datos, así como el desarrollo de programas para el cálculo de impacto y probabilidad, análisis estos, que permitan dar respuestas que generen aportes oportunos, ante un proyecto interesante e innovador que propicia el desarrollo sostenible del mismo.

**PALABRAS CLAVE:** Riesgo, innivación, nieve, probabilidad, impacto.

#### SUMMARY

The development of the area of risk assessment has made it a key subject in the management field. Risk assessment has become a priority area that has significantly improved the development of different projects, as well as becoming an integral part of some less related areas, such as costs, quality and time. Thus, this focuses on the risk assessment of the snow cover conditions of the Pico Espejo station of the Mukumbarí cable car system, in Mérida, Venezuela. This is a very important project for this region given that this area was once constantly covered in snow, however, due to the severely impacts of climate change, the snow has totally

disappeared. As snow contributed to turn this area in a well known tourist attraction, it is imperative to investigate this issue. In this study we propose a risk assessment method using qualitative and quantitative data analysis techniques, and the development of methods to assess impact and probability related to each risk. The main contribution of the project will be the development of sustainable and innovative projects in the area.

**KEY WORDS:** Risk, snow cover, probability, impact.

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace más de cuatro décadas el tema de gestión de riesgo se viene tomando en cuenta en todas las cumbres mundiales, siendo muchos los organismos, gobiernos, investigadores y ciudadanos comunes que han ahondado en el tema, debido a su importancia en la influencia del cambio climático sobre el medio ambiente y todos los efectos que este ha causado sobre los ecosistemas, cambiando las condiciones atmosféricas y creando la formación de diversos fenómenos naturales cuyos impactos en su mayoría son negativos, sobre todo en los países subdesarrollados o en vía de desarrollo, que son generalmente los más sensibles ante las consecuencias y quienes presentan mayores niveles de contingencia en el mundo. Uno de los instrumentos más recientes es el *Marco de Sendai para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030* (United Nations Environment Programme, 2009; Organización de las Naciones Unidas, 2015); donde se reafirma la postura ante la resiliencia de las naciones y las comunidades ante los desastres naturales, a través una gestión de riesgos bien implementada, que comprenda los niveles de riesgo ante cada desastre en todas sus dimensiones tanto lo relativo a exposición, vulnerabilidad y características de las amenazas.

Debido a esto, Arenas *et al.* (2016), enfatizan la necesidad de tratar la gestión de riesgos como un proceso político-social, que cuente con herramientas, estrategias, políticas y mecanismos de intervención, que permitan enfrentar de manera multilateral los factores de riesgo (Lavell, 2008); es decir, una Gestión Integral del Riesgo de manera transversal, originada en la necesidad de garantizar, para diversos y variados escenarios, una gestión permanente para todos los riesgos (Maturana, 2011), generando un enfoque que se debe reivindicar y aceptar por la comunidad internacional (Zango, 2011).

Por este motivo, se está en un continuo debate acerca de cómo mitigar los efectos que el mismo hombre paradójicamente ha causado, donde, de la mano de la evolución de las tecnologías y el avance de la ciencia, ha venido la involución del medio ambiente, el protagonista más inocente que ha cargado con esta dualidad de exigencia de protección a cambio de una gran destrucción. Cuyas consecuencias han influido en diversas áreas del medio

ambiente, siendo una de las más afectadas el descongelamiento de los glaciares por el calentamiento global, lo que ha obligado al hombre por diversas razones a intentar simular condiciones ambientales necesarias para el desarrollo de múltiples actividades.

Tal es el caso que concierne a la presente investigación, en donde al hacerse un bosquejo de la influencia del calentamiento global sobre los glaciares principalmente en Latinoamérica, indican la existencia de un rápido avance de deshielo e incluso la desaparición total de los glaciares andinos venezolanos en la próxima década, lo que ocasionaría innumerables consecuencias sobre poblaciones que se nutrían de una u otra manera de los mismos y, ahora, están sufriendo las consecuencias de dichos cambios atmosféricos, creando la necesidad de simular las condiciones ambientales que solían existir, pero ya no están presentes.

En este sentido, se plantea un estudio de riesgos sobre un proyecto que desarrolla una forma de mitigación de estos impactos a través de la simulación de condiciones ambientales, con la implementación de un sistema de innivación, como un novedoso método de preservación de condiciones invernales, representa el uso de la tecnología para la simulación de condiciones ambientales que cada vez son menos frecuentes de manera natural, permitiendo imitar las nevadas que hicieron de un lugar geográfico un icono del turismo. De esta premisa parte el presente estudio, originado de la necesidad de analizar los riesgos que puede acarrear simular estas condiciones ambientales no solo para los ecosistemas, sino para todo aquellos involucrados en el proyecto. El problema que se va a estudiar tiene un alcance nacional debido a la magnitud del proyecto, motivado a que se cuenta con el equipamiento, fondos y recurso humano capacitado, pero se carece de un plan de riesgos; esta ausencia, es atribuida a la introducción de este tipo de tecnologías en el país como un tema novedoso. Es por ello, que estudiar los riesgos del sistema de innivación permite recoger de primera mano las experiencias de todos los involucrados, para contar con información veraz, que facilite analizar los diferentes riesgos e identificar los principales eventos que pueden afectar el proyecto y su entorno y, de esta manera, mitigar posible impactos negativos y contar con respuestas que serán de vital importancia a la hora de implementar el proyecto.

## 2. EL CAMBIO CLIMATICO Y SU INFLUENCIA EN EL PROCESO DE DESGLACIACIÓN EN LOS ANDES VENEZOLANOS

En la actualidad sobre la zona ecuatorial, solo tres áreas del mundo, presentan algún remanente de masas de hielo. La primera de ellas se localiza al Este de África, en el monte Kilimanjaro, las montañas Rwenzori y el Monte Kenia. El segundo relicto de glaciares ecuatoriales se sitúa sobre las montañas Irian Jaya, localizadas en Nueva Guinea. Por último, se encuentran las masas de

hielo del Norte de Suramérica, repartidas entre Colombia, Venezuela y Ecuador, y que conforman, los glaciares ecuatoriales más extensos del mundo.

Los glaciares en América del Sur, están extendidos a lo largo de Los Andes en una longitud estimada en 7000 km (United Nations Environment Programme, 2009), formando una cadena continua de montañas en dirección Norte-Sur lo que la hace peculiar en Sudamérica (Vaughan, 2003). La presente investigación, se centra en estos importantes glaciares, y es debido al cambio climático, el recalentamiento global y los altos índices de deshielo, que al estudiar el comportamiento de estos glaciares se ha encontrado la desglaciación, como un fenómeno natural, del cual parte de los glaciares tropicales de Los Andes venezolanos, han sido víctima (Lerner, 2014). Fue en el año de 1925, tras la primera cartografía y el primer inventario glaciológico de Venezuela, donde se calculó el área de cobertura, que para entonces era de 10 km<sup>2</sup>, ya para el año 1952, la cobertura glacial en la Sierra Nevada de Mérida era de apenas 3 km<sup>2</sup>, evidenciando un importante retroceso durante el siglo XX. A pesar de existir poca información al respecto (Carrillo y Yépez, 2010), al compararlo con los datos existentes para el año 2008, se advierte que la cobertura del pico Humboldt-Bonpland, el más extenso para la región, alcanza 0,33 km<sup>2</sup>; motivo por el cual se estima que el glaciar ha perdido 83,74% de su cobertura, y que la tasa de retroceso del glaciar entre los años 1952 y 2008, puede calcularse en 303 m<sup>2</sup>/año.

Lo antes expuesto, permite ver el impacto sobre el medio ambiente de los cambios en las condiciones climáticas promedio, el cual ha sido causado por alteraciones en los factores bióticos, movimiento de las placas tectónicas, erupciones volcánicas, así como las manchas solares, la irradiancia y el magnetismo solar (Gephys, 2017).

Esto prevé un retroceso general de los glaciares en relación a los escenarios de cambio climático para el siglo XXI, de esta manera el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (OECD, 2007), enfatizan acerca de un aumento generalizado de la temperatura en los Andes Centrales. Produciendo un incremento temporal de los caudales de los ríos ubicados en las cuencas abastecidas por glaciares y, produciendo alteraciones, en el régimen hidrológico (Asmerion *et al.*, 2017). Así los glaciares de la región andina son extremadamente sensibles a la evolución de la atmósfera encontrándose fuertemente desbalanceados y en peligro de extinción en un futuro cercano (OECD, 2007; Organización de las Naciones Unidas, 2008), afectando con ello a todos los ecosistemas.

## 2.1. TURISMO AMBIENTAL Y SOSTENIBLE

Con el devenir de los años el mundo ha experimentado procesos cambiantes derivados de la globalización en todos los aspectos (ambientales, educativos, financieros, económicos, culturales, políticos y turísticos). Estos cambios, han venido apuntando a la activación acelerada del desarrollo del turismo y su continua práctica sobre todo en países menos adelantados, puesto que en muchos casos, los destinos turísticos más populares y hermosos, se ubican en estos países, como es el caso de Venezuela.

Es por ello que se requiere el apoyo de todos los sectores productivos quienes cuentan, como lo indican Cardoso *et al.* (2014), con los instrumentos necesarios para generar divisas y empleos, apalancando así, el desarrollo en espacios geográficos ávidos de avanzar en términos de capacidad financiera por medio de los recursos naturales y culturales que albergan. Con el auge del turismo ambiental, como fenómeno de incremento de visitas a lugares de interés ecosistémico, donde su riqueza es la fauna y flora, además de los grandes recursos naturales existentes, estos viajes se centran en el entorno ecológico del destino, el respeto por la ecología del planeta y el entorno, donde además de ser lugares asombrosos rebosantes de belleza natural, dan origen a un concepto de gran importancia en la actualidad: *el Turismo Sostenible*.

El reconocimiento del turismo como un agente de cambio, ha crecido en importancia en la economía global y el efecto que esto puede tener para el ambiente, por ello, Andrew Holden (2016), expone que el turismo debe ser desarrollado de un modo sostenible para asegurar la conservación de los recursos para esta y las futuras generaciones. Entendiendo *el Turismo Sostenible, como aquella actividad de visitar un lugar como un turista y tratar de dejar solo impactos positivos en el ambiente, sociedad y economía, teniendo claro, el respeto hacia las personas nativas del lugar, sus costumbres y sistema socio económico*. La Organización Mundial del Turismo (WOT, 2008), lo define como: *"el turismo que tiene plenamente en cuenta las repercusiones actuales y futuras, económicas, sociales y medioambientales, para satisfacer las necesidades de los visitantes, de la industria, del entorno y de las comunidades anfitrionas"*.

Recientes investigaciones han determinado que los principales factores que han contribuido en la afectación del entorno natural han estado precedidos de la mano del hombre; explican Cardoso *et al.* (2014), que estas acciones, han causado preocupación a nivel internacional y llevando a evaluar los impactos de dichas actividades como lo son la deforestación de los bosques, la sobreexplotación de los mantos acuíferos, la erosión del suelo, la pérdida de la diversidad agrícola, la destrucción de la capa superior de ozono, el calentamiento global, el cambio climático y la contaminación del agua, las costas y los mares, entre otros.

Es en base a esto, que la Cumbre Mundial de Turismo Sostenible adoptó por unanimidad el 27 de noviembre de 2015, en Vitoria-Gasteiz, la Carta Mundial de Turismo Sostenible +20, Reeditando el compromiso lanzado en la Conferencia Mundial de Turismo Sostenible, celebrada en 1995 en Lanzarote, donde se aprobó la primera Carta del Turismo Sostenible (Carús y Saz, 2010). Fue en esta conferencia donde surgió el término y el concepto de Turismo Sostenible que, supuso un importante impacto en la industria del turismo y en el desarrollo de esta actividad, incluyendo los propios destinos, hacia formas más responsables de hacer y concebir el turismo.

La Carta del Turismo Sostenible +20, cuenta con premisas de suma importancia sobre el desarrollo del turismo; la primera de ellas, sostiene que el turismo tendría que contribuir al Desarrollo Sostenible, integrándose en el entorno natural, cultural y humano, respetando los frágiles equilibrios que caracterizan a muchos destinos turísticos, permitiendo una evolución aceptable respecto a su incidencia sobre los recursos naturales, la biodiversidad, velando por la conservación, la protección y el respeto de todo patrimonio natural y cultural. Representando un auténtico reto de innovación cultural, tecnológica y profesional, que exige un gran esfuerzo por crear y desarrollar instrumentos de planificación y de gestión integrados.

La demanda global de turismo continúa incrementándose, surgiendo nuevas oportunidades de desarrollo, adoptándose en muchas sociedades como un estilo de vida y permitiendo al mismo tiempo reevaluar nuestra relación con la naturaleza y el valor que tiene el medio ambiente. Con este fin, debe existir una mayor regulación, como también una buena educación para los viajeros y un alto respeto por el entorno. Con estas medidas, las comunidades locales tendrán un mayor control sobre la conservación de su entorno y la cultura sin dejar de cosechar los beneficios del turismo ambiental.

## 2.2. SISTEMA DE INNIVACIÓN

La nieve artificial, es producida a través de un sistema de innivación, que consiste en la producción de nieve técnica a partir de una serie de elementos que, trabajando en conjunto, permiten a través de un cañón la combinación aire-agua necesaria para generar una gota muy pequeña (atomización de agua) (Brown, 1997), que al encontrarse con el ambiente propicio (temperatura de bulbo húmedo, cuyo valor se ubica en un máximo de  $-2^{\circ}\text{C}$ ), genera los copos de nieve o nieve artificial, que son pequeñas partículas de hielo que se utilizan para aumentar la cantidad de nieve disponible.

Según la Agencia Europea del Medio Ambiente, citado por el Ministerio de Turismo (2017), expuso en el año 2017, que la duración de las temporadas de nieve en el hemisferio Norte ha disminuido desde la década de 1970, en cinco días cada década, creando sensibilidad ante diferentes escenarios de calentamiento global (Pons-Pons *et al.*, 2012), lo que aumenta la demanda de la producción de nieve artificial. En este sentido, Bavay *et al.* (2017), señalan que hay una gran parte de zonas que no han sido intervenidas que muestran una disminución significativa de la nieve a consecuencia de los cambios climáticos.

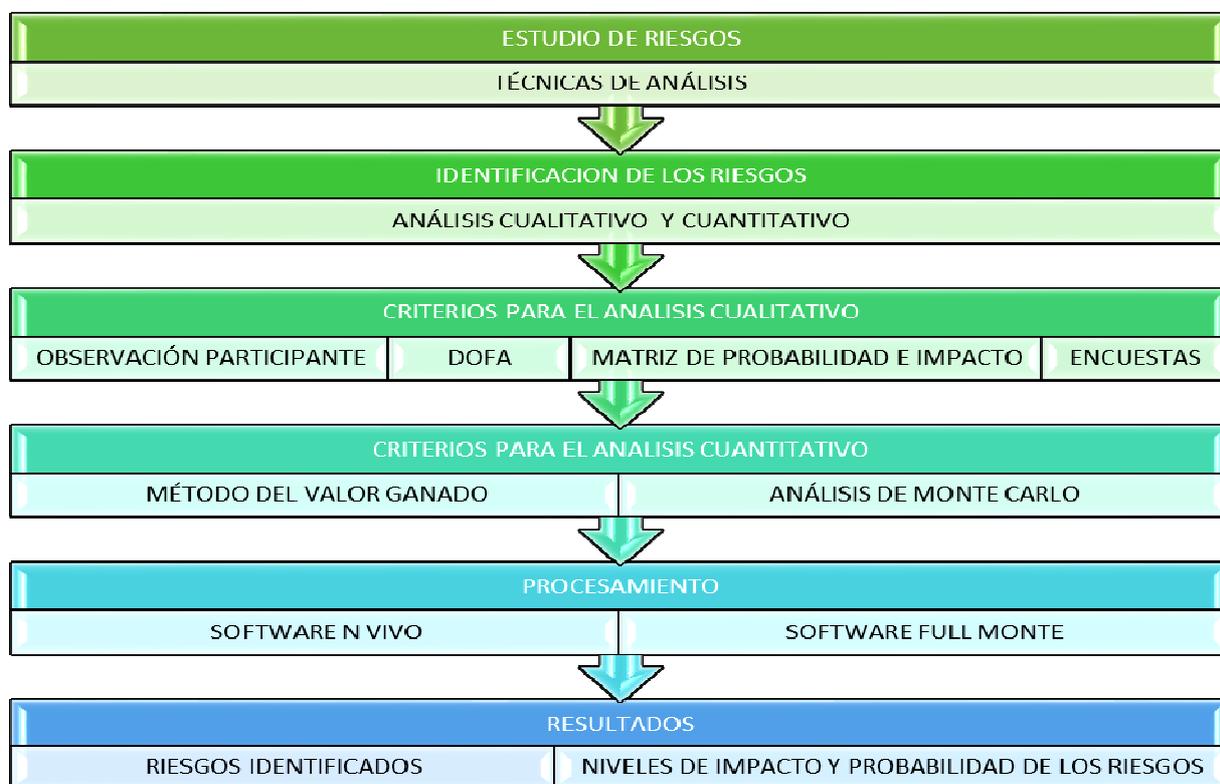
La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE, 2007), define áreas confiables para la nieve, como aquellas que tienen alrededor de 30 centímetros (12 pulgadas) de capa de nieve en al menos 100 días en el año, y de acuerdo a Francois *et al.* (2016), es cuando se está en la mínima requerida lo que hace necesaria la fabricación de nieve, que aparece como el método principal para mitigar la dependencia a las condiciones naturales de la nieve, incentivando el uso de estos sistemas para mantener las condiciones idóneas para el desarrollo de diversas actividades de invierno alrededor del mundo. De esta manera, se permite alargar las temporadas de nieve y combatir la disminución significativa de nieve natural que ha venido sucediendo con el pasar del tiempo, experimentado en la actualidad el mercado de la nieve artificial con un crecimiento significativo (Brown, 1997; Hopkin, 2017). Los sistemas de innivación, se puede utilizar como una herramienta de apoyo a la planificación para ayudar a comprender la vulnerabilidad y los posibles impactos del cambio climático, y diseñar y desarrollar estrategias adecuadas de adaptación sostenible a la variabilidad climática futura.

### 2.3. CARACTERÍSTICAS DE LA NIEVE ARTIFICIAL O TÉCNICA

Como lo han descrito Haritashya *et al.* (2014), el cristal de nieve artificial es mucho más pequeño y también tienen un tamaño de grano y forma diferente. Mientras que la nieve natural es de forma dendrítica, la nieve artificial, es esférica y, debido, a que se produce muy rápidamente, los cristales de hielo todavía pueden contener una bolsa de aire, una protuberancia o incluso puede estar roto; por tanto, se puede inferir que la nieve artificial, debido a su tamaño de grano y el nivel de compactación, contiene una densidad mucho más alta. Esta densidad varía dependiendo de diversos factores como la composición geológica del agua, los minerales presentes, condiciones isotérmicas y otras. La nieve artificial puede ser sesenta (60) veces más fuerte que la nieve natural y con mayor capacidad de congelamiento y derretimiento, por ejemplo, la nieve artificial tarda de dos a tres semanas más en derretirse que la nieve natural (Fernández, 2015). Todos estos factores de variación de las condiciones naturales de la nieve tienen afectación sobre el entorno, composición del suelo, la flora y la fauna local del lugar.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

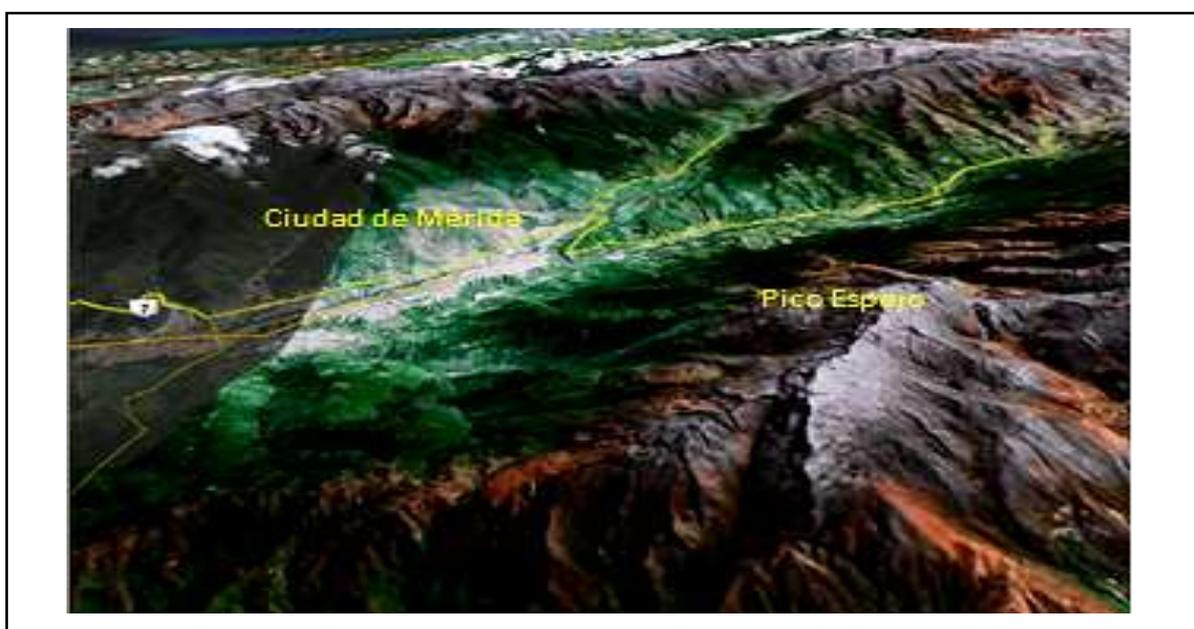
Una vez considerado el contexto del estudio, se aplicaron estrategias para el desarrollo de técnicas de análisis de datos como lo son: **a. Análisis cualitativo:** observación participante, identificación y priorización de los riesgos, matriz DOFA, matriz de probabilidad e impacto, diseño validación y aplicación de encuestas, software N vivo; **b. Análisis cuantitativo:** método del valor ganado, análisis de Monte Carlo (software full monte). Éstos, permitirán la consecución de los objetivos, a través de un tratamiento integral de los riesgos para obtener respuestas que generen mejoras en el sistema (Figura 1).



**FIGURA 1.** Modelo metodológico para definir el procedimiento de análisis, identificación y magnitud de los riesgos del sistema de innivación en la estación Pico Espejo del estado Mérida. Fuente: elaboración Propia.

La presente investigación se desarrolla en la última estación del sistema teleférico Mukumbarí, estación Pico Espejo, estado Mérida, Venezuela. El Sistema Teleférico de Mérida – Mukumbarí,

es un ascensor que da entrada a la Cordillera de Los Andes (Ministerio de Turismo, 2017), posee seis unidades ecológicas que van desde los 1.577 m.s.n.m., hasta los 4.765 m.s.n.m., en un recorrido de 12,5 kilómetros, esta obra de infraestructura posee cinco estaciones: Barinitas (1.577 m.s.n.m.), La Montaña (2.436 m.s.n.m.), La Aguada (3.452 m.s.n.m.), Loma Redonda (4.045 m.s.n.m.) y Pico Espejo (4.765 m.s.n.m.) (Figura 2).



**FIGURA 2.** Vista Satelital Estación Pico Espejo. Fuente: <https://www.digitalglobe.com/> recuperado en 2007.

La estación Pico Espejo, foco central de la presente investigación, constituye la quinta y última estación del teleférico, la cual se encuentra ubicada a 4.765 metros sobre el nivel del mar, cuenta con un área aproximada de 6.000 m<sup>2</sup>. Al frente se observa el flanco Norte del Pico Bolívar y, debajo, se observa el camino que conduce hasta la aldea Los Nevados, caracterizada por un clima de neblina que va desde - 2<sup>o</sup> C, variando un poco durante el día (Tabla 1).

Su ubicación en el globo terrestre se indica mediante las siguientes coordenadas: 8°31'52,93"N; 71°03'13,16" O. Tales coordenadas reflejan que dicho accidente geográfico se encuentra dentro de la zona tropical del planeta Tierra; se localiza dentro del Parque Nacional Sierra Nevada, como lo establece la Gaceta Oficial N° 4548 (1993), y es un área protegida bajo la Ley de

Ambiente publicada en Gaceta oficial N° 5.833 (2006). En el flanco lateral de las montañas, en dicha estación, se proyectó el sistema de innivación producto del presente estudio.

**TABLA 1.** Promedio de temperatura de bulbo húmedo en Pico Espejo. Fuente: Estación meteorológica Mars. 2015.

Meses	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio Tbh °C	-3,1	-3,76	-3,63	-3,39	-3,23	-2,93	-2,76	-2,6	-2,5	-2,32	-2,88	-3,84

### 3.1. METODOLOGÍA

Los procedimientos y métodos empleados para la consecución de los objetivos, van de la mano de una gestión de riesgos que toma en cuenta el contexto geopolítico en donde muchas veces catástrofes naturales, pueden convertirse en desastres para las ciudades y los países, pudiendo afectar seriamente su desarrollo, al generar grandes pérdidas humanas y materiales siendo de suma importancia el estudio de la *gestión de riesgo para la sostenibilidad* (Rastelli, 2013). Como consecuencia de la falta de conocimientos sobre el riesgo, en la mayoría de los casos, no se han tomado en cuenta las medidas preventivas adecuadas a nivel de diseño de infraestructuras, desarrollo de la producción de bienes y servicios, así como en su ubicación, control de la calidad o en su mantenimiento (Keipi y Mora, 2016).

En este sentido, abordando el tema que se desarrolla en la presente investigación, se explica que las actividades bajo estos esquemas ambientales están expuestas a gran cantidad de riesgos por lo que se hace necesario minimizar los riesgos y mejorar la gerencia de las organizaciones. Según Project Management Institute (2013), todo el énfasis que se le da al tema, hace necesaria la implementación de la gestión de riesgos incluyendo todos los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de los mismos, como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto.

En ese sentido, primero, se identificaron los riesgos, usando técnicas como la observación participante, y entrevistas semiestructuradas que permitieron la obtención de respuestas por parte de los encuestados, donde se dio libertad al entrevistado, para que explicase aquello que consideraba pertinente con el objeto de captar sus opiniones y motivación. En base a esta primera recolección de información, se clasificaron los temas de las entrevistas en cinco nodos fundamentales como gestión de riesgos; desarrollo de un sistema de innivación; riesgos

asociados al Sistema de Innivación; características asociadas a los riesgos; desarrollo del turismo en la región. Al contar con esta información, se desarrolló una matriz FODA (Cuadro 1), que permitió el desglose de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que conducirían a la elaboración de la estructura de desglose de riesgos, clasificándolos en categorías, para ser analizados a través de la matriz de probabilidad e impacto para determinar la magnitud de los riesgos.

Una vez recopilada toda la información característica, encuestas y parámetros se introdujo en el software N Vivo, para el análisis de todos los datos cualitativos y, de esta manera, generar la lista de riesgos priorizados, como se observa en la figura 3.

**CUADRO 1.** Matriz FODA para análisis cualitativo. Fuente: Elaboración propia.

	Positivos	Negativos
Internas	<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Implementación de tecnología de última generación</li> <li>Funcionamiento activo del teleférico</li> <li>Alianzas internacionales con empresas con experiencia</li> <li>Disponibilidad de recursos</li> <li>Mano de obra calificada para trabajo bajo condiciones extremas</li> <li>Apoyo interinstitucional para el desarrollo del proyecto</li> </ul>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>La data con la cuenta se cuenta es limitada y poco actualizada</li> <li>Las fuentes hídricas naturales son limitadas</li> <li>Proyecto novedoso en el país carece de experiencias previas</li> <li>Cambios socio económicos brusco que afectan condiciones del proyecto</li> <li>Temperaturas extremas no apta para todo tipo de persona</li> <li>Reemplazo de equipos sujetos a contar con un amplio stock de repuesto para respuesta inmediata</li> </ul>
Externas	<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Condiciones climáticas favorables para el proceso de producción de nieve</li> <li>Proyección del turismo de la región a nivel internacional</li> <li>Transferencia tecnológica</li> <li>Generación de personal altamente capacitado en el área de innivación</li> <li>Desarrollo de tecnologías propias</li> <li>Generación de suministros de agua alternativos</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Cambios políticos que afecten el desarrollo del proyecto</li> <li>Condiciones climáticas extremas</li> <li>Incumplimiento de proveedores</li> <li>Ubicación del proyecto en una zona geográfica susceptible</li> <li>Resguardo de patentes turísticas</li> <li>Creación de leyes de protección ambiental sobre parques nacionales</li> <li>Dependencia del correcto funcionamiento del teleférico como medio de transporte exclusivo a la última estación.</li> </ul>

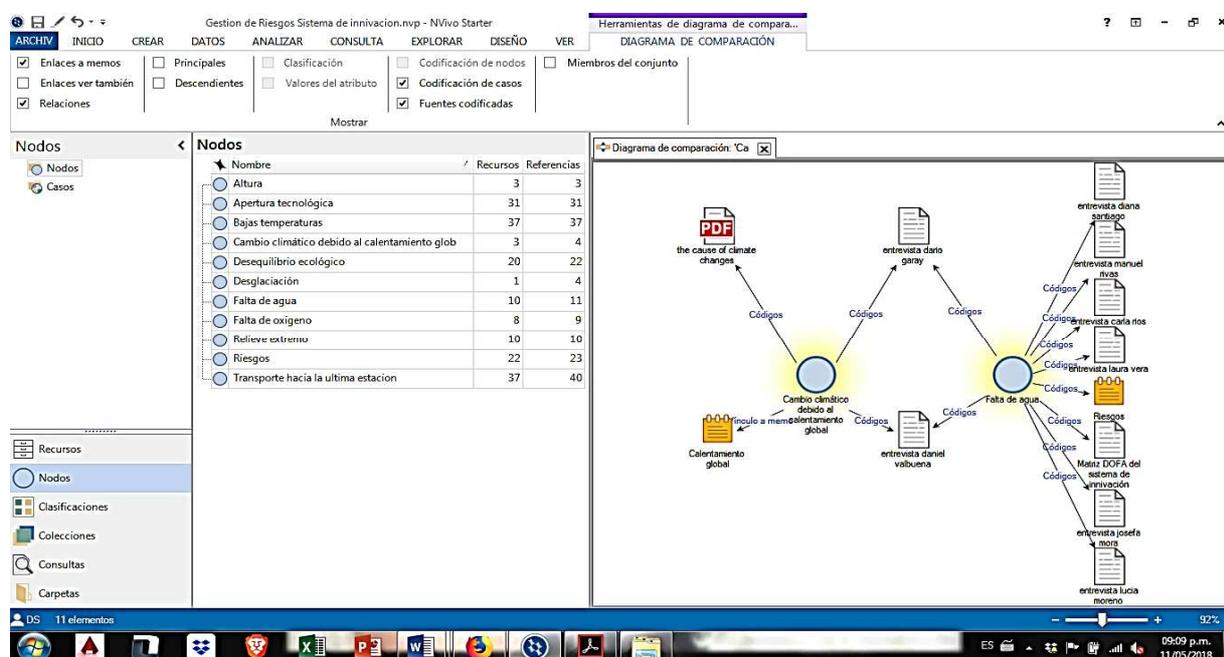


FIGURA 3. Diagrama de comparación de nodos. Pantalla del software N Vivo. Fuente: Elaboración propia.

Para realizar un estudio completo de riesgos se realizó el análisis cuantitativo, basado en dos factores fundamentales: tiempo y costo. El primero, abordado a través del análisis de valor monetario esperado, utilizando este concepto estadístico para estudiar un escenario bajo incertidumbre como lo es el costo y determinar la viabilidad de la inversión para la implementación del sistema de innivación.

Un segundo factor cuantitativo basado en el Análisis de Monte Carlo, donde a través del software Full Monte 2017, aborda el problema del análisis del cronograma al reemplazar las estimaciones de un solo punto con las distribuciones de probabilidad y el uso de la simulación Monte Carlo. En la práctica, este análisis consistió en ejecutar varias veces los diferentes sucesos variando aleatoriamente su valor en función de la estadística que los define, dando como resultado un conjunto de valores finales. El método de Montecarlo, permitió calcular la duración del proyecto en base a un determinado grado de confianza, y así comprobar en qué medida la planificación fue realista, y va a permitir conseguir los objetivos del proyecto, esto

significa determinar en qué porcentaje de las simulaciones realizadas, y el plazo es menor a los objetivos del proyecto.

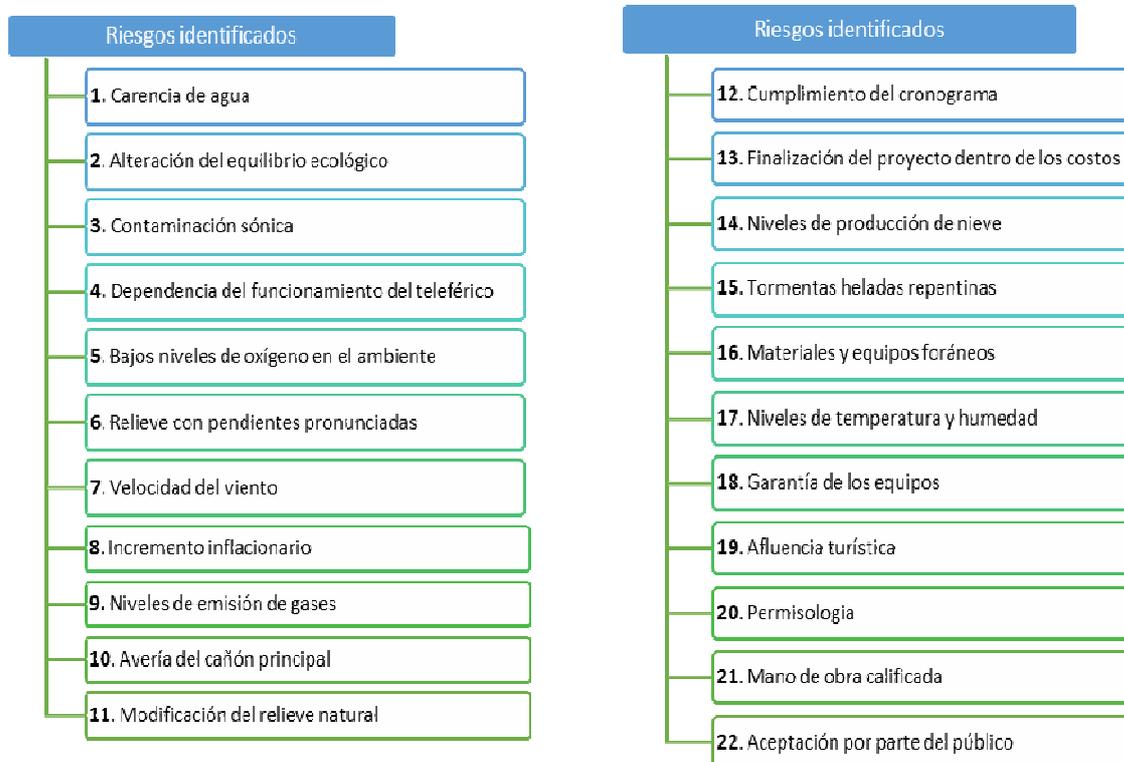
En este sentido, al desarrollar los procesos de análisis y obtener parámetros tanto cualitativos como cuantitativos por medio de la aplicación de software y cálculos correspondientes, se procedió a generar las respuestas a los riesgos a través de formas eficientes de manejo y solución de los eventos no deseados, así como también generar alertas sobre riesgos, cuyo impacto puede afectar de manera irreversible el proyecto priorizando su atención.

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Una vez desarrollados los procesos de la gestión de riesgos, se puede verificar que el planteamiento de las variables fue abarcado en su totalidad por las diferentes metodologías empleadas en la construcción del estudio. Al observar el desarrollo de los objetivos específicos, se establecieron las pautas para identificar los riesgos de implementar un sistema de innivación en la estación Pico Espejo, determinando las principales actividades cuya incidencia afecta el desenvolvimiento normal de las actividades y sobre las cuales hay que aplicar filtros especiales de tratamiento. Los mismos se describen con un nivel de detalle razonable y representan los resultados generados luego de la aplicación de las técnicas de análisis anteriormente detalladas.

Como resultado principal del estudio se obtuvo la lista de riesgos identificados como se detalla en la figura 4. En la misma se observan un total de veinte y dos (22) riesgos que abarcan los 5 nodos fundamentales estudiados y cuyo nivel de probabilidad e impacto debe ser verificado para determinar en qué medida afectan tanto el desarrollo del proyecto, a los interesados y al entorno. Estos sucesos no deseados comprometen el Desarrollo Sostenible del turismo de la región aunado al turismo ambiental.

Una vez detallada la lista de los riesgos identificados, se procedió a su registro y análisis para determinar los niveles de impacto y probabilidad, clasificándose los riesgos en orden de magnitud a partir del más grave obteniéndose de esta manera la lista priorizada de riesgos con sus respectivos niveles de aceptabilidad, lo que permitió enfatizar las líneas de acción sobre aquellos riesgos de mayor magnitud.



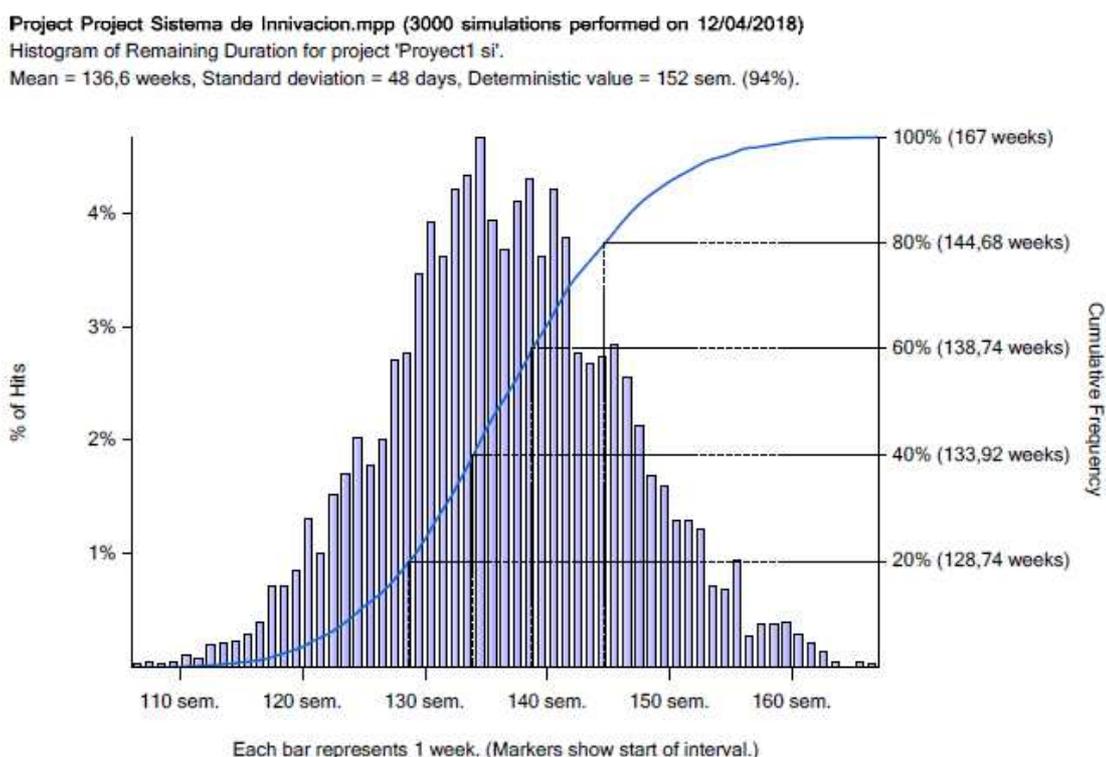
**FIGURA 4.** Lista de los riesgos identificados del sistema de innivación. Fuente: Elaboración propia.

La priorización genera riesgos de alto impacto como: **1.** Carencia de agua en la última estación del sistema teleférico, tanto para consumo humano como para la producción de la nieve, siendo ésta un componente básico para el proceso; **2.** Alteración del equilibrio ecológico por medio de la producción de nieve de forma no natural; **3.** Contaminación sónica por el ruido proveniente de la generación de nieve a través del cañón; **4.** Dependencia exclusiva del sistema teleférico como único medio de transporte; **5.** Los bajos niveles de oxígeno en la última estación, como los cinco riesgos de mayor magnitud.

Ahora bien, para complementar el estudio de los riesgos, se analizan características cuantitativas, primero los resultados obtenidos para el valor monetario esperado, para estudiar un escenario bajo incertidumbre, como lo es, el costo de la inversión, permitió conocer que con una inversión inicial de \$ 2M (dos millones de dólares americanos), se tiene un valor monetario esperado positivo, motivado por una mayor venta en la cantidad de entradas debido a la

existencia de una atracción adicional en el sistema teleférico. Siendo esta la opción más viable y rentable para el sistema teleférico, evaluando el riesgo de una manera consistente.

En cuanto al análisis de Monte Carlo (Figura 5), al analizar la distribución normal en base al cronograma del proyecto, se obtuvo un valor para cada tarea y se calculó la distribución estadística que sigue el proyecto en su conjunto, y por tanto se determinó que las probabilidades del cumplir con el cronograma del proyecto son las siguientes: el proyecto tiene el 7% de probabilidad de cumplir con la estimación de finalización más probable de 108 semanas. Si se desea tener un 70% de probabilidades de éxito y culminar dentro de los tiempos estipulados requiere de un plazo de 142 semanas, lo que implicaría una contingencia de aproximadamente 31%, lo que indica que el cronograma establecido debe ser verificado y ajustado a un cronograma más real y ejecutable.



**FIGURA 5.** Análisis de Monte Carlo para el sistema de Innivación. Fuente: Elaboración propia.

Como parte de los objetivos planteados, se generaron respuestas a los riesgos identificados, lo cual permitió establecer en base a la discriminación hecha en la matriz. Como se observa en el cuadro 2, la especificación de las estrategias de respuesta basadas en la probabilidad e impacto de que sucedan, se obtuvo que un 59% de los riesgos se le debe dar respuesta inmediata al ser inaceptables, el análisis de respuesta a dichos riesgos debe ser exhaustivo, donde un 13% de los riesgos requieren de monitoreo constante para no pasar a la zona de inadmisibilidad y un 5% son riesgos aceptables cuyo monitoreo de forma regular es suficiente, de esta manera al ver que se cuenta con una mayoría crítica, el estudio de riesgos cobra mayor relevancia y se debe verificar constantemente para responder a ellos con mejor eficiencia.

**CUADRO 2.** Matriz de respuesta a los riesgos según su magnitud y probabilidad de ocurrencia. Fuente: Elaboración propia.

Muy alto	<b>Riesgo 14, 15</b> Gestión agresiva Monitoreo constante Considerar procesos alternativos	<b>Riesgo 2</b> Riesgo inaceptable Respuesta inmediata cambio de procesos	<b>Riesgo 3</b> Riesgo inaceptable Respuesta inmediata cambio de procesos	<b>Riesgo 4</b> Riesgo inaceptable Respuesta inmediata cambio de procesos	
Alto	<b>Riesgo: 10, 21</b> Gestión agresiva Monitoreo constante Considerar procesos alternativos	<b>Riesgo: 9, 12, 13</b> Gestión agresiva Monitoreo constante Considerar procesos alternativos	<b>Riesgo 5, 7, 8</b> Riesgo inaceptable Respuesta inmediata cambio de procesos	<b>Riesgo 1</b> Riesgo inaceptable Respuesta inmediata cambio de procesos	
Moderado	<b>Riesgo 18, 19</b> Gestión agresiva Monitoreo constante Considerar procesos alternativos	<b>Riesgo 17</b> Gestión agresiva Monitoreo constante Considerar procesos alternativos	<b>Riesgo 11, 16</b> Gestión agresiva Monitoreo constante Considerar procesos alternativos	<b>Riesgo 6</b> Riesgo inaceptable Respuesta inmediata cambio de procesos	
Bajo	<b>Riesgo 22</b> Aceptable Enfoque empleado suficiente	<b>Riesgo 20</b> Gestión agresiva Monitoreo constante Considerar procesos alternativos			
Muy bajo					
	Remota	Poco probable	Probable	Altamente probable	Inminente

A continuación, se puede observar el cuadro 3 donde se presenta una lista integral de los riesgos del Sistema de Innivación debidamente jerarquizados, con el nivel de aceptabilidad para analizar la estrategia de respuesta correspondiente al riesgo en base a la necesidades y requerimientos de todos los involucrados y el entorno, y la asignación del responsable del riesgo para una gestión más eficiente de los riesgos del sistema en Pico Espejo.

**CUADRO 3.** Lista integral de respuesta a los riesgos, donde se detalla aceptabilidad, estrategia de respuesta y responsable del riesgo. Fuente: Elaboración Propia.

Riesgo	Nivel de Aceptabilidad	Estrategia	Responsable
1. Carencia de agua	Riesgo máximo, inaceptable	Mitigar	Nevandi
2. Alteración del equilibrio ecológico	Riesgo máximo, inaceptable	Eliminar	Nevandi
3. Contaminación sónica	Riesgo máximo, inaceptable	Eliminar	Nevandi
4. Dependencia del funcionamiento del teleférico	Riesgo máximo, inaceptable	Transferir	Sistema Teleférico Muk.
5. Bajos niveles de oxígeno en el ambiente	Riesgo máximo, inaceptable	Mitigar	--
6. Relieve con pendientes pronunciadas	Riesgo máximo, inaceptable	Mitigar	--
7. Velocidad del viento	Riesgo máximo, inaceptable	Aceptar	--
8. Incremento inflacionario	Riesgo máximo, inaceptable	Mitigar	Gerencia de costos, Nevandi
9. Niveles de emisión de gases	Medio, aceptable	Eliminar	Nevandi
10. Avería del cañón principal	Medio, aceptable	Evitar	Nevandi
11. Modificación del relieve natural	Medio, aceptable	Evitar	Nevandi
12. Cumplimiento del cronograma	Medio, aceptable	Mitigar	Nevandi
13. Finalización del proyecto dentro de los costos	Medio, aceptable	Mitigar	Nevandi
14. Niveles de producción de nieve	Medio, aceptable	Aceptar	--
15. Tormentas heladas repentinas	Medio, aceptable	Aceptar	--
16. Materiales y equipos foráneos	Medio, aceptable	Mitigar	Nevandi
17. Niveles de temperatura y humedad extremos	Bajo, aceptable	Aceptar	--
18. Garantía de los equipos	Bajo, aceptable	Mitigar	Technoalpin
19. Afluencia turística	Bajo, aceptable	Mitigar	--
20. Permisología	Bajo, aceptable	Transferir	Ministerios, Inparques
21. Mano de obra calificada	Bajo, aceptable	Mitigar	Nevandi
22. Aceptación por parte del público	Mínimo, aceptable	Mitigar	Stakeholders

En la figura 6, podemos observar el área a ser intervenida y sobre la cual pesan los principales riesgos identificados, al observar el entorno y las características se denotan las condiciones extremas sobre las cuales se basa el estudio y la probabilidad de que cada riesgo impacte directamente sobre un área importante del parque nacional. El desarrollo del proyecto del

Sistema de Innivación sin un estudio de riesgos como el que aquí se detalla, puede traer una fuerte afectación tanto en los niveles de contaminación, el relieve de la zona así como sobre la flora y fauna



47



**FIGURA 6.** Imágenes de la zona estudiada para la instalación de un sistema de innivación (Cara posterior de la estación Pico Espejo lado derecho e izquierdo y flanco norte del Pico Bolívar adyacente a la zona) Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se observa el plano de distribución de los elementos del sistema estudiado, corroborando con los resultados obtenidos que se trata de un sistema que necesita condiciones mínimas que deben cumplirse para cubrir la zona demandada, y tomando en cuenta los diversos riesgos estudiados como un cronograma de trabajo que no se ajusta a la realidad del proceso, la necesidad de equipos y mano de obra foránea aunada a una inflación en crecimiento constante, el transporte de los mismo hacia una zona de pendientes muy pronunciadas a través de un solo medio de transporte y la aceptación por parte del público, son riesgos que deben ser tomados en cuenta para la consecución o no del proyecto.



en su mayoría son controlables, a pesar de existir una parte que depende de factores de la naturaleza de hechos fortuitos, pero para los que se debe estar preparados.

Al identificar los riesgos como objetivo fundamental del planteamiento hecho, se puede determinar que el factor que mayor riesgo genera es la carencia de agua, debido a que sin la presencia de grandes cantidades de agua, es imposible la producción de nieve, a pesar de que se cuentan con alternativas para adquirir el agua en el sector analizado, la mayoría de ellas son dependientes de otros factores, lo que hace difícil el proceso de obtención, representando un factor de cuidado que podría representar el fracaso del proyecto de no controlarse correctamente (Evette *et al.*, 2011). En este orden de ideas, el sistema estudiado presenta diversas limitantes que representan riesgos para el proyecto y una de las más importantes es la comunicación, principalmente los medios de transporte, donde solo se cuenta con el sistema de vagones de pasajeros y el de carga, por lo cual es extremadamente limitado el acceso. Esto puede impactar de diversas maneras, una es ante emergencias y, otra, es frente a la dependencia del servicio del Sistema de Innivación ante la operatividad del teleférico, quedando a expensas del funcionamiento continuo del mismo.

Entre los riesgos identificados, hay un porcentaje importante de los posibles riesgos detectados, que depende de fenómenos naturales, en este caso en particular se refiere a tormentas de nieve y vientos, que son determinantes para el funcionamiento del sistema lo que representaría dependencia de la naturaleza para su control, lo cual es bastante efímero y representan riesgos altos. Adicionalmente, uno de los riesgos que representa mayor importancia y que carece de conocimiento sustentado, es la afectación del ecosistema, debido a que la nieve artificial presenta nuevas amenazas y desafíos para la flora y la fauna locales, por el alto contenido de minerales y nutrientes del agua utilizada para producir nieve artificial, la cual produce cambios en la composición del suelo, lo que a su vez afecta a las plantas que pueden crecer. Es de suma importancia, realizar los debidos estudios microbiológicos en el sitio para determinar con exactitud el impacto con el paso del tiempo y contar con bases científicas al respecto.

Finalmente, se hacen una serie de recomendaciones en pro de mejorar los procesos y atender el llamado mundial de contribuir con una mejor gestión de riesgo, en este sentido, es importante: considerar mejoras en las especificaciones técnicas de los cañones, como es el caso de los decibeles, para evitar la contaminación sónica, utilizando filtros y aisladores de sonido que permitan contar con máquinas menos ruidosas y más ecológicas; así mismo, se debe utilizar combustible ecológico, evitar el uso de agentes contaminantes en lugares montañosos y parques nacionales, así como el establecer un control sobre el uso de los mismos para evitar niveles de contaminación por emisión de gases.

Es importante realizar campañas de concientización y educación en la población, para que se familiaricen con el sistema, aprenda las ventajas de su instalación, se incentive la cultura del turismo y aprovechen la apertura tecnológica que este genera, sin dejar de lado la opinión de Errázuriz y Stern (2006): “*Creemos que existe la posibilidad de generar una alianza entre el turismo ecológico y el turismo de nieve*”.

## 5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración y disponibilidad de las empresas participantes para la realización de esta investigación, así mismo, el apoyo de las instituciones del Estado venezolano que proporcionaron su cooperación, en especial, el Sistema Teleférico Mukumbarí, así como todos aquellos profesionales involucrados, por su ayuda en la ponderación de los factores utilizados en la priorización, mediante las encuestas facilitadas para tal fin. De igual forma, la autora confirma que no hay conflictos conocidos de interés asociados con esta publicación, y no ha habido un apoyo financiero para el mismo.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARENAS, F., P. CAMUS, M. LAGOS y A. ROMERO. 2016. Visión histórica de la respuesta a las amenazas naturales en Chile y oportunidades de gestión del riesgo de desastre. *Revista de geografía Norte Grande* 64: 9-20.
- ASMERION, Y., M. LACHNIET y V. POLYAK. 2017. Extrapolar climate reversal during the last deglaciation. *Scientific Reports* 7: 7157
- BAVAY, M., C. MARTY, M. LEHNING y S. SCHLÖGL. 2017. How much can we save? Impact of different emission scenarios on future snow cover in the Alps. *The Cryosphere* 11 (1): 517-529.
- BROWN, R. 1997. Artificial Snow. "Man Made Snow". *Scientific American* 276: 119. En línea: <https://ci.nii.ac.jp/naid/10009268102/en/> [Consultado en: 20/03/2017].
- CARRILLO, E., y S. YÉPEZ. 2010. Evolución de glaciares en Venezuela: glaciares de los Picos Humboldt y Bonpland. *Ingeominas* 42: 123-136.
- CARÚS, L., y M. SAZ. 2010. La reputación de las estaciones de esquí: Responsabilidad con los esquiadores. *Cuadernos de Turismo* 26: 47 - 68.
- CASTILLO, M., C. CARDOSO y C. HERNÁNDEZ. 2014. Sosteniendo al turismo o turismo sostenible (TS) *Reflexiones teóricas Tur.* 23 (2).
- ERRÁZURIZ, R. y A. STERN. 2006. Estaciones de ski de la Región Metropolitana de Santiago: ¿nieve de clase mundial? *Revista Eure* 32 (95): 112-123.

- EVETTE, A., L. PEYRAS, H. FRANÇOIS y S. ET GAUCHERAND. 2011. Environmental risks and impacts of mountain reservoirs for artificial snow production in a context of climate change. *Journal of Alpine Research* 99-4. En línea: <http://journals.openedition.org/rga/> [Consultado en: 05/06/2017].
- FERNÁNDEZ, J. 2015. *El turismo sostenible en España: análisis de los planes estratégicos de sostenibilidad en el ámbito local*. Tesis Doctoral. Universidad de la Coruña. La Coruña, España. 164 p.
- FRANCOIS, H., E. GEORGE-MARCELPOIL, S. MORIN y P. SPANDRE. 2016. Panel based assessment of snow management operations in French ski resorts. (Evaluación basada en paneles de operaciones de manejo de nieve en estaciones de esquí francesas). *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 16: 24-36.
- GACETA OFICIAL N° 4548 (EXTRAORDINARIA). 1992. *Plan de Ordenamiento y Reglamento de uso Parque Nacional "Sierra Nevada". República de Venezuela*. Presidencia de la República decreto N.º 2335 de 5 de junio de 1992. Caracas, Venezuela. 4 p.
- GACETA OFICIAL N° 5.833 (EXTRAORDINARIA). 2006. Ley de Ambiente. República de Venezuela Presidencia de la República de 22 de diciembre de 2006. Caracas, Venezuela. 3 p.
- GEOPHYS, G., y C. JIAYIN. 2017. The cause of climate changes. 2nd International Convention on Geosciences and Remote Sensing. *Geosciences 2017*. 6 (5): 69-75.
- GOLEMAN, D. 2012. *Inteligencia ecológica*. Editorial Kairós. Barcelona, España. 123 p.
- HARITASHYA, U., SINGH, P., y V. SINGH. 2014. Artificial Production of Snow. *Encyclopedia of Snow, Ice & Glaciers*. Springer, Dordrecht 61-66
- HOLDEN, A. 2016. *Environment and Tourism Routledge Introductions to Environment: Environment and Society Texts*. Third edition. Routledge.
- HOPKIN, P. 2017. *Fundamentals of risk management: understanding, evaluating and implementing effective risk management*. Kogan Page Publishers. New York, USA.
- KEIPI K., MORA S., y P. BASTIDAS. 2005. Gestión de riesgo de amenazas naturales en proyectos de desarrollo. *Banco Interamericano de Desarrollo*. En línea: <http://www.cne.go.cr/CEDO-Riesgo/docs/2845/2845.pdf> [Consultado en: 05/06/2016].
- LAVELL, A. 2008. *Una visión de futuro: la gestión del riesgo*. Documento inédito. San José de Costa Rica, Costa Rica. 237 p.
- LERNER, K. LEE. 2014. Climate change impacts in South América. *The Gale Encyclopedia of Science* 5 (5). En línea: <http://link.galegroup.com/apps/doc/COIDFC400267474/A> [Consultado en: 12/03/2018].
- MATURANA, A. 2011. Evaluación de riesgos y gestión en desastres. 10 preguntas para la década actual. *Revista Médica. Clínica Los Condes* 22 (5): 545-555.
- MINISTERIO DE TURISMO. (S. F). Teleférico de Mérida Mukumbarí. En línea: <http://www.mintur.gob.ve/mintur/ventel/teleferico-de-merida-mukumbari/> Consultado: [Consultado en: 29/04/2017].

- OECD. 2007. Climate Change in the European Alps: Adapting Winter Tourism and Natural Hazards Management. OECD Publishing, Paris. En línea: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264031692-en>. [Consultado en: 13/03/2018].
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS. 2008. La gestión del riesgo de desastres hoy. Estrategia internacional para la reducción de desastres (EIRD). Panamá. En línea: [http://www.eird.org/wikien/images/Documento\\\_Base\\\_riesgo\\\_urbano.pdf](http://www.eird.org/wikien/images/Documento\_Base\_riesgo\_urbano.pdf) [Consultado en: 12/03/2018].
- ORGANIZACIÓN DE NACIONES UNIDAS. 2015. Marco de Sendai para la reducción de riesgo de desastres 2015-2030. Japón. En línea: [https://www.unisdr.org/files/43291\\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf) [Consultado en: 14/03/2018].
- PONS-PONS M, JOHNSON PA, ROSAS-CASALS M, SUREDA B, y È. JOVER. 2012. Modeling climate change effects on winter ski tourism in Andorra. *Clim Res* 54 (3): 197-207.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. 2013. *Guía de los fundamentos de la dirección de proyectos*. 5ta ed. Pennsylvania, USA. 205 p.
- RASTELLI, V. 2013. *Estrategia para integrar la reducción del riesgo en la gestión municipal de Chacao como elemento de la sostenibilidad*. Tesis Doctoral. Universidad Simón Bolívar. Caracas, Venezuela. 163 p.
- UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. 2009. Global Glacier Changes: facts and figures. En línea: DEWA/GRID-Geneva. Disponible en: <http://www.grid.unep.ch/glaciers/>
- VAUGHAN, D. 2003. G. Kaser and H. Osmaston 2002. Tropical glaciers. *Journal of Glaciology* 49 (165): 323-323.
- WTO. 2008. World Tourism Organization. United Nations Environment Programme. Climate change and tourism – responding to global challenges. World tourism organization 2008. Madrid. En línea: <http://sdt.unwto.org/sites/all/files/docpdf/climate2008.pdf> [Consultado en: 23/03/2018].
- ZANGO, M. 2011. *La gestión integral de los riesgos naturales en el marco de los derechos humanos de tercera generación (el caso de efectos inducidos por la sismicidad en El Salvador (Centroamérica))*. Tesis Doctoral. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla, España. 147 p.