



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Optimización en el área de servicios: Sector turístico del Municipio de Villamaría Caldas.

Yenny Andrea García Sánchez

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Departamento Ingeniería Industrial
Manizales, Colombia
2021

Optimización en el área de servicios: Sector turístico del Municipio de Villamaría Caldas.

Yenny Andrea García Sánchez

Tesis o trabajo de grado presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Ingeniería – Ingeniería Industrial

Director(a):
Ph.D., Jaime Antero Arango Marín

Línea de Investigación:
Investigación de Operaciones.

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Departamento Ingeniería Industrial
Manizales, Colombia
2021

Dedicatoria

A mi Señor y mi Dios; Jesucristo. A mi amado esposo Leonardo Ocampo, compañero de sueños y aventuras. A mi hijo Samuel Ocampo, fuerza interior. A mis padres, ejemplo de lucha, dedicación y amor

Agradecimientos

Agradezco a mi Director Ph.D., Jaime Antero Arango, profesor asociado al departamento de ingeniería industrial de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales, quien oriento con claridad, profesionalismo y dominio del tema el trabajo de grado enfocado en el campo de la investigación de operaciones.

Resumen

Optimización en el área de servicios: Sector turístico del Municipio de Villamaría Caldas.

En el texto veremos dos metodologías de la investigación de operaciones; Analytic Hierachy Process; AHP y Goal Programming, utilizadas para la generación de un modelo de optimización en la distribución de los recursos presupuestales de la unidad de turismo del Municipio de Villamaría Caldas del año 2019, con las correspondientes proyecciones para el 2020, y el contraste con lo realmente ocurrido en el año en curso. Se documentan los indicadores de decrecimiento del sector a causa de la pandemia Covid-19 y se realiza una recopilación de recomendaciones para superar la crisis. La unidad de turismo del Municipio de Villamaría, es una dependencia de la alcaldía encargada de la administración y coordinación de la prestación del servicio turístico, que promueve la divulgación de planes, alojamientos, rutas, restaurantes, y otros atractivos de la zona; en búsqueda del reconocimiento del patrimonio natural y cultural de la región a nivel nacional e internacional, y la sustentabilidad y el crecimiento económico de los habitantes.[4]

Palabras clave: Turismo, Optimización, Presupuesto, Proceso de Jerarquía Analítica, Programación por metas, Covid-19. .

Abstract

Optimization in the service area: Tourist sector of the Municipality of Villamaría Caldas.

In the text we will see two methodologies of operations research; Analytic Hierachy Process; AHP and Goal Programming, used to generate an optimization model in the distribution of budgetary resources of the tourism unit of the Municipality of Villamaría Caldas for the year 2019, with the corresponding projections for 2020, and the contrast with what actually happened. in the current year. The indicators of decline in the sector due to the Covid-19 pandemic are documented and a compilation of recommendations is made to overcome the crisis.The tourism unit of the Municipality of Villamaría, is a dependency of the mayor's office in charge of the administration and coordination of the provision of the tourist service, which promotes the dissemination of plans, accommodations, routes, restaurants, and other attractions in the area; in search of the recognition of the natural and cultural heritage of the region at national and international level, and the sustainability and economic growth of the inhabitants.[1.5cm]

Keywords: Tourism, Optimization, Budget, Analytic Hierachy Process, Goal Programming, Covid-19.

Contenido

Agradecimientos	IV
Resumen	v
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	XI
0.1 Introducción	1
1 Capítulo 1	3
1.1 Especificaciones del sector turístico en el Municipio de Villamaría Caldas . .	3
1.2 Unidad y secretaría de turismo.	4
1.3 Plan de desarrollo municipal 2020-2023.	5
1.4 Presupuesto del plurianual de inversión 2020-2023.	6
1.5 Indicadores turísticos de Colombia, la Región y el Municipio de Villamaría Caldas.	6
1.5.1 Turismo en Colombia	6
1.5.2 Turismo en el Eje Cafetero	9
1.5.3 Turismo en el Municipio de Villamaría Caldas	11
1.6 Actualidad Turismo.	12
1.6.1 Afectación por Covid- 19.	12
1.6.2 Indicadores de UNTWO Turismo y Covid-19.	13
2 Capítulo 2	16
2.1 Referencias teóricas.	16
2.1.1 Modelo general de Investigación de operaciones PL	16
2.1.2 Metodología AHP: Analytic Hierachy Process.	18
2.1.3 Programación por metas o Goal Programming	21
2.1.4 Solver Excel	23
3 Capítulo III	24
3.1 Modelo de optimización	24
3.1.1 Metodología Aplicada de AHP: Analytic Hierachy Process	24
3.1.2 Modelo aplicado de programación por metas	35

4	Capítulo IV	42
4.1	Resultados	42
4.2	Presupuesto Real Unidad de Turismo Villamaría	48
5	Conclusiones y recomendaciones	49
5.1	Conclusiones	49
5.2	Recomendaciones	50
5.2.1	Recomendaciones sobre el sector y el Covid- 19	50
	Referencias bibliográficas	52

Lista de Figuras

1-1	Cifras preliminares en 2019 [28]	6
1-2	Visitas a PNN los Nevados 2019[28]	7
1-3	PIB Valor agregado alojamiento y servicios de comida 2019[28]	7
1-4	Cuenta Satélite de Turismo 2019[28]	8
1-5	Cifras preliminares en mayo 2020[27]	8
1-6	Visitas a PNN los nevados enero-mayo 2020[27]	9
1-7	Indicadores turísticos generales del departamento de Caldas 2017 y 2018.[29]	10
1-8	Indicadores turísticos generales del departamento de Risaralda 2017 y 2018.[5]	10
1-9	Indicadores turísticos generales del departamento de Quindío 2017 y 2018.[5]	11
1-10	Llegadas internacionales de turistas en miles, referencia 2019 contra lo corrido del 2020.[39]	13
1-11	Llegadas internacionales de turistas en %, de las diferentes regiones del mundo	13
1-12	Llegadas internacionales de turistas en miles, referencia 2019 contra lo corrido del 2020.[39]	14
1-13	Llegadas internacionales de turistas en %, de las diferentes regiones del América	14
1-14	Países con mas reportes de covid-19, Casos y su participación en el turismo mundial.[39]	15
1-15	Llegadas internacionales de turistas en %, de las diferentes regiones del América	15
2-1	Árbol de Jerarquía, Analytic Hierachy Process.[16]	19
3-1	Árbol de jerarquía aplicado de la metodología ahp, para la ponderación de criterios y alternativas de la unidad de turismo de Villamaría caldas	26
4-1	Porcentaje de participación en el presupuesto total del 2019 de cada criterio.	46
4-2	Porcentaje de participación en el presupuesto proyectado total del 2020 de cada criterio.	47

Lista de Tablas

1-1	Renglón relacionado con turismo, dentro de la estructura PDM 2020-2023. Villamaría.[5]	5
1-2	Plan plurianual de inversiones 2020 – 2023 del plan de desarrollo municipal, línea de estrategia; un sueño para la competitividad y la infraestructura del componente turístico.	6
2-1	Escala de preferencias para comparaciones pareadas [17]	19
2-2	Valor del coeficiente de Inconsistencia en función del número de alternativas de la Matriz[32]	21
3-1	Descripción de las metas propuestas en el plan de desarrollo Institucional 2016-2019 que corresponden a las alternativas en la metodología Analytic Hierachy Process[4]; Dichas metas se clasifican según los criterios dado la postura institucional propia de la unidad de turismo.	25
3-2	Calificación de las metas según criterio social	27
3-3	Normalización de la calificación de las metas del criterio social	27
3-4	Calificación de las metas según criterio económico	28
3-5	Normalización de la calificación de las metas del criterio económico.	28
3-6	Calificación de las metas según criterio ambiental.	29
3-7	Normalización de la calificación de las metas del criterio ambiental	29
3-8	Cálculo del vector resultante Criterio Social.	30
3-9	δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Social.	30
3-10	δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Económico.	31
3-11	δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Económico.	31
3-12	δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Ambiental.	32
3-13	δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Ambiental.	32
3-14	Calificación de las metas según la comparación de los criterios entre sí y su normalización.	33
3-15	Calculo del vector resultante de la MATRIZ DE comparación de los criterios entre sí, δ_{max} y razón de inconsistencia	33
3-16	Tabla resumen valores de Razón de Inconsistencia para cada matriz calculada.	33
3-17	Construcción de la matriz de prioridad y ponderación de las alternativas y criterios	34
3-18	Resultado de priorización de metas de mayor a menor valor porcentual.	34

3-19	Resultado de priorización de criterios de mayor a menor valor porcentual. . .	35
3-20	Valor del % de calificación para cada criterio según AHP.	35
3-21	Información por indicador suministrada por la unidad de turismo y el % de calificación para cada Meta según AHP.	36
3-22	Valor Proyección Costo y Beneficio por meta para 2020	36
4-1	Matriz de resultados de variables de decisión y valores de desviación positivas y negativas para los criterios: social, Económico y ambiental	43
4-2	Relación de cada meta con el presupuesto correspondiente en COL\$ proyectado según el modelo para el 2020	44
4-3	Metas jerarquizadas según el % de calificación por criterio, presupuesto real del 2019 y proyectado del 2020 y porcentaje de participación de cada meta para cada presupuesto.	45
4-4	Porcentajes de participación de cada meta agrupadas por cada criterio. . . .	46
4-5	Comparación presupuesto proyectado vs presupuesto real del 2020	48

Lista de símbolos

Abreviaturas

AHP:	Analytic Hierachy Process
Covid- 19:	Enfermedad pandemia por coronavirus reportada a finales 2019
MINCIT	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo de Colombia
ODS:	Objetivos de Desarrollo sostenible
OMS:	Organización Mundial de la Salud
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PCC:	Paisaje Cultural Cafetero
PDM:	Plan de desarrollo Municipal
PL:	Programación Lineal
PND:	Plan Nacional de desarrollo
PNUD:	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
UNESCO:	La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
UNWTO:	Organización Mundial del Turismo

Símbolos

A	Matriz de comparación AHP
B_i	Número de personas beneficiadas por meta
\widehat{B}_i	Proyección de número de personas beneficiadas por meta
\widehat{CA}_i	Calificación ambiental ponderada por meta
CI	Coefficiente de inconsistencia AHP
CIA	Coefficiente de Inconsistencia Aleatoria AHP
C_i	Costo por meta goal programming
\widehat{C}_i	Proyección de costo total año siguiente por meta
\widehat{CT}_i	Proyección de costo año siguiente
C_j	Coefficiente de efectividad PL
d_i^+ y d_i^-	Desviaciones positivas y negativas goal programming
OPT(Z)	Función objetivo optima de programación lineal
P_j	Factores priorizados, según importancia de prioridad.
R	Vector resultante AHP
RI	Razón de inconsistencia AHP
u_{ij} y v_{ij}	Pesos o ponderaciones para el logro de la meta en Z goal programming
W	Vector de Prioridad AHP
x_j	Variable de decisión PL
Z	Cuantificación de la función objetivo PL
δ_{max}	Valor dominante

0.1. Introducción

Durante décadas, el turismo ha experimentado un continuo crecimiento y una profunda diversificación, hasta convertirse en uno de los sectores económicos que crecen con mayor rapidez en el mundo.[50], sin embargo, las circunstancias por la que este sector cruza en la actualidad a nivel mundial a causa de la pandemia Covid-19, vislumbra un panorama de incertidumbre en los procesos de recuperación y reapertura, después de la caída en la dinámica del sistema económico,[38] suceso que no es ajeno para la unidad de turismo del municipio de Villamaría (Caldas) que afronta grandes retos para el año en curso y para los posteriores, dado el panorama crítico que ha enfrentado en los últimos meses. La unidad de turismo de Villamaría es una dependencia que, con el aval de la alcaldía local, tiene la capacidad de tomar decisiones de inversión de capital en pro del crecimiento y desarrollo del sector; dichas decisiones deben estar orientadas a satisfacer los requerimientos que en la actualidad son demandados en medio de la perspectiva de fluctuación causados por la propagación de la enfermedad y por el comportamiento económico en la dinámica regional, nacional y mundial, objetivos como: disminuir el impacto negativo en la esfera ambiental y de salud pública ocasionado por las visitas de grandes flujos de personas a los diferentes ecosistemas, y aumentar el bienestar socio-económico que genera el turismo, son propósitos que se deben considerar en un sistema sostenible para fomentar la reapertura y crecimiento turístico de un territorio.

En la propuesta de trabajo de grado se planteo:

Justificación:

El proyecto busca implementar en el sector de servicios una metodología que generalmente se ha utilizado en empresas manufactureras. En la industria de transformación, dichas herramientas y estrategias están enfocadas a aumentar las utilidades y/o minimizar los costos; de tal forma que se dé una utilización óptima de los recursos disponibles. En este caso en particular, con la utilización de la investigación de operaciones y el uso de programas computacionales, se desarrollará un modelo cuyo resultado distribuye de forma óptima el presupuesto de inversión del sector con la realización de proyecciones, bajo los criterios de los componentes: económico, social y ambiental y la sincronía con las metas o programas de la unidad.

Definición del problema:

La unidad de turismo del municipio de Villamaría (Caldas) es una dependencia procesadora de volúmenes de información considerables. Por pertenecer al sector de servicios sus procesos intangibles se vuelven difíciles de seguir; por lo que la trazabilidad, la estandarización, la cantidad de recursos involucrados en las diferentes operaciones complejizan la toma de deci-

siones. La elección de la priorización en la inversión presupuestal para las metas o programas de la unidad y el cumplimiento de dichas decisiones deben estar orientados a satisfacer los requerimientos que en la actualidad son demandados por el medio, tales como: disminuir el impacto negativo en la esfera ambiental ocasionado por las visitas de grandes flujos de personas a los diferentes ecosistemas, y aumentar el bienestar socio-económico que genera el turismo. Estos objetivos se deben considerar en un sistema sostenible al pensar en fomentar el crecimiento turístico de un territorio. De lo anterior se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo asignar la inversión presupuestal de la unidad de turismo del municipio de Villamaría Caldas bajo los criterios de los componentes: económico, social y ambiental en sincronía con las metas o programas de la dependencia, por medio de un modelo de optimización?

Objetivo General

Desarrollar un modelo cuyo resultado distribuye de forma óptima el presupuesto de inversión del sector con la realización de proyecciones, bajo los criterios de los componentes: económico, social y ambiental y la sincronía con las metas o programas de la unidad.

Objetivos Específicos

Recolectar la información que permita determinar la capacidad instalada del sistema, el flujo de visitantes, el comportamiento de la demanda, los recursos involucrados en el proceso y todo aquello que deba ser cuantificado para la formulación del modelo. Identificar los antecedentes relacionados al componente bibliográfico, respectivos con modelos de optimización e investigación de operaciones aplicados al sector de servicios; área de turismo. Plantear un modelo dirigido a optimizar la distribución de los recursos presupuestales según las esferas; social, económica y ambiental, en concordancia con las metas o programas de la unidad de turismo. Asignar óptimamente los recursos presupuestales a través de la solución brindada por el modelo planteado con el apoyo de un software especializado y validar dicha información con la unidad de turismo del municipio de Villamaría Caldas.

Finalmente, y en coherencia con la actualidad, se realiza la recopilación de recomendaciones para reabrir de forma segura el sector, dada la pandemia COVID-19.

1 Capítulo 1

1.1. Especificaciones del sector turístico en el Municipio de Villamaría Caldas

El municipio de Villamaría se encuentra ubicado en la región centro sur del departamento de Caldas, a tan solo 7 Km de la capital Manizales y a 9 Km del aeropuerto la Nubia; fácilmente se puede acceder por la vía panamericana o en cable aéreo, posee en su territorio diversos pisos bioclimáticos que van desde las nieves perpetuas de los nevados del Ruiz y Santa Isabel, hasta pisos cálidos en la zona baja cafetera. [46] Se caracteriza por ser el único Municipio del Departamento de Caldas con jurisdicción en el parque Nacional Natural Los Nevados en su parte alta y por hacer parte de la declaratoria del Paisaje Cultural Cafetero Colombiano (Patrimonio de la Humanidad de la UNESCO) en la parte baja. Dicha variedad de pisos bioclimáticos permite a Villamaría ser un destino de naturaleza en el cual se puede disfrutar de atractivos como los ya mencionados Nevados del Ruiz y Santa Isabel, la ruta de las cascadas, ruta del cóndor, seis opciones de aguas termales, paisaje cultural cafetero, senderismo, ciclo-montañismo y rutas para avistamiento de aves.[44]

Según la organización mundial del turismo UNWTO, el turismo comprende las actividades que realizan las personas durante sus viajes en lugares distintos a su entorno habitual. [50]- Se ha identificado en los últimos años que es uno de los sectores económicos de más rápido crecimiento en el mundo, confirmado por la investigación estadística del Consejo Mundial de Viajes y Turismo, quienes señalaron que se convirtió en un sector de aumento constante en las últimas décadas, tanto en el número de viajes turísticos internacionales como en los ingresos por turismo. [7] Y aunque en la actualidad es una de las industrias más golpeadas por la pandemia Covid-19, el potencial del municipio de Villamaría (Caldas) permite visualizar a mediano y largo plazo la reapertura y fortalecimiento del sector turístico como palanca que incentiva el crecimiento socioeconómico, valiéndose de aprovechar sus riquezas naturales al promover un turismo sostenible.

La Alcaldía de Villamaría en la unidad de turismo ha identificado su potencial en relación con:

Turismo de Bienestar:

El Turismo de Bienestar se enfoca en tres líneas con tratamientos alternativos y terapéuticos

como la talasoterapia, el termalismo y el desarrollo de spa o centros de bienestar, que brindan múltiples beneficios para el cuerpo humano. [48]

Turismo de Naturaleza:

El sector de Turismo de Naturaleza comprende todo tipo de viajes enfocados en la naturaleza, en los que la principal motivación es la observación y apreciación de la biodiversidad, acompañada de la cultura de poblaciones locales.

Este sector se divide en tres subproductos: ecoturismo, turismo rural y turismo de aventura. [49]

“Turismo de las Estrellas”:

Y como objetivo se encuentra participar en la certificación que otorga la Fundación Starlight mediante el cual se acreditan aquellos espacios que poseen una excelente calidad de cielo y que representan un ejemplo de protección y conservación. Son escenarios que incorporan la observación del firmamento como parte de su patrimonio natural, paisajístico, cultural o científico.[47]

El paisaje cultural cafetero y la cultura cafetera:

Constituye un ejemplo sobresaliente de adaptación humana a condiciones geográficas difíciles sobre las que se desarrolló una caficultura de ladera y montaña.[45]

Al fomentar los enfoques turísticos mencionados se promueve el crecimiento económico y el desarrollo social y cultural de la región, sin dejar de considerar el posible detrimento del componente natural, por lo que encontrar un punto de equilibrio en donde se maximicen los beneficios económicos y sociales, y se minimice el impacto negativo al medio ambiente se vuelve un objetivo claro en la unidad turística.

Una de las herramientas que permiten modelar estas situaciones es la investigación de operaciones; en este caso se construye una función objetivo sujeta a una serie de restricciones dadas por el presupuesto de inversión de cada uno de los programas o metas del departamento de turismo y los indicadores que describen el componente; económico, social y ambiental.

1.2. Unidad y secretaría de turismo.

La unidad de turismo del Municipio de Villamaría Caldas se establece para la difusión de la región como destino del turismo natural y de bienestar creado en el 2016[4]; cabe resaltar que antes de la creación de la unidad de turismo, ya se venían proyectando programas y proyectos encaminados al desarrollo de este sector. Desde el 2005 las diferentes entidades gubernamentales locales registraron el interés de crear el Fortalecimiento del Proceso de Integración Subregional en torno al Sector Turismo de la Región Centro Sur [3], por lo que es en el 2016 que se evidencia el esfuerzo de la administración de ese periodo y de periodos

anteriores por crear una división dirigida directamente a coordinar e impulsar un desarrollo turístico en la región.

A través del Plan de Desarrollo, la administración municipal que inicia en el periodo 2020 emprende con el objetivo de posicionar a Villamaría a nivel regional, nacional e internacional como destino turístico de la Zona Cafetera de la Subregión Centro Sur de Caldas, contribuyendo al fortalecimiento del desarrollo económico y la generación de empleo, propone la definición de los productos turísticos del territorio, como motores de generación de empleo, productividad y competitividad, integrados a su vez con los segmentos priorizados: turismo de naturaleza, cultura, gastronomía, avistamiento de aves, salud, bienestar y termalismo. Para ello requiere de la formulación, adopción e implementación de la política pública de turismo en Villamaría; mediante la cual se generará una mejor calidad de vida para los habitantes del Municipio, así como un mejor servicio para los turistas.[5]

1.3. Plan de desarrollo municipal 2020-2023.

Con el proceso de posicionamiento de la nueva administración para el periodo gubernamental año 2020 hasta el año 2023, se han planteado nuevos objetivos, muchos de los cuales están encaminados a seguir el proceso de fortalecimiento del sector turístico, enmarcados dentro de las diferentes líneas de acción del plan de desarrollo municipal. La línea “un sueño para la competitividad y la infraestructura”, está conformada por tres componentes: competitividad y desarrollo empresarial, turismo e infraestructura para la competitividad; con el propósito de engranar diversos factores de la economía, primordiales para el crecimiento y la generación de ingresos de los habitantes, lo que impactará de manera positiva las finanzas municipales.[5]

UN SUEÑO PARA LA COMPETITIVIDAD Y LA INFRAESTRUCTURA	7. Componente competitividad y desarrollo empresarial. 8. Componente turismo. 9. Componente infraestructura para la competitividad.
--	--

Tabla 1-1: Renglón relacionado con turismo, dentro de la estructura PDM 2020-2023. Villamaría.[5]

El componente turístico está enfocado a desarrollar en relación con los ODS del Programa de las naciones unidas para el desarrollo el objetivo 8; trabajo decente y crecimiento económico y el objetivo 12; producción y consumo responsable, y en relación PND Pacto por el emprendimiento, la formalización y la productividad.

El objetivo global está encaminado a aumentar la calidad de vida de los habitantes y prestar mejores servicios a los visitantes, promover el turismo sostenible e identificar los productos turísticos del municipio, así como enfocar los esfuerzos en turismo de naturaleza, cultura, gastronomía, avistamiento de aves, salud, bienestar, termalismo y aprovechar las virtudes de

pertenecer a la declaratoria de el PCC y la nueva Zona Cafetera de la Subregión Centro Sur de Caldas.[5]

1.4. Presupuesto del plurianual de inversión 2020-2023.

Año	Recursos propios (\$)	Sistema general de participaciones (\$)	Otras fuentes (\$)
2020	84.000.000	-	-
2021	87.066.000	-	-
2022	90.243.909	-	-
2023	93.537.812	-	-

Tabla 1-2: Plan plurianual de inversiones 2020 – 2023 del plan de desarrollo municipal, línea de estrategia; un sueño para la competitividad y la infraestructura del componente turístico.

1.5. Indicadores turísticos de Colombia, la Región y el Municipio de Villamaría Caldas.

1.5.1. Turismo en Colombia

Indicadores nacionales 2019



Figura 1-1: Cifras preliminares en 2019 [28]

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Visitas a parques nacionales naturales

Entre enero y diciembre de 2019 ingresaron a parques nacionales cerca de



2 millones
de visitantes

Representando un crecimiento de **7,5%** frente al mismo periodo de 2018

Aeropuerto	Enero-diciembre		% Var
	2018	2019	
PNN Corales del Rosario	1.162.287	1.300.519	11,9%
PNN Tayrona	446.299	453.312	1,6%
PNN Nevados	54.095	45.288	-16,3%
PNN Sierra Nevada	25.312	27.753	9,6%
PNN Chingaza	24.831	25.971	4,6%
SFF Isla de la Corota	21.758	18.416	-15,4%
PNN Old Providence	15.118	18.015	19,2%
SFF Flamencos	16.630	17.760	6,8%
PNN El Cocuy	14.125	16.273	15,2%
PNN Sierra de la Macarena	12.953	9.831	-24,1%
PNN Utría	8.776	8.630	-1,7%
Otros	29.008	25.904	-10,7%
Total general	1.831.192	1.967.672	7,5%

Fuente: Parques nacionales naturales. Cálculos OEE – MinCIT.

Figura 1-2: Visitas a PNN los Nevados 2019[28]

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

PIB – Valor agregado Alojamiento y servicios de comida



El valor agregado de alojamiento y servicios de comida en 2019 fue de:

34.113
miles de millones

Lo que representó un crecimiento de **4,7%** frente al año anterior.

Fuente: DANE PIB

Figura 1-3: PIB Valor agregado alojamiento y servicios de comida 2019[28]

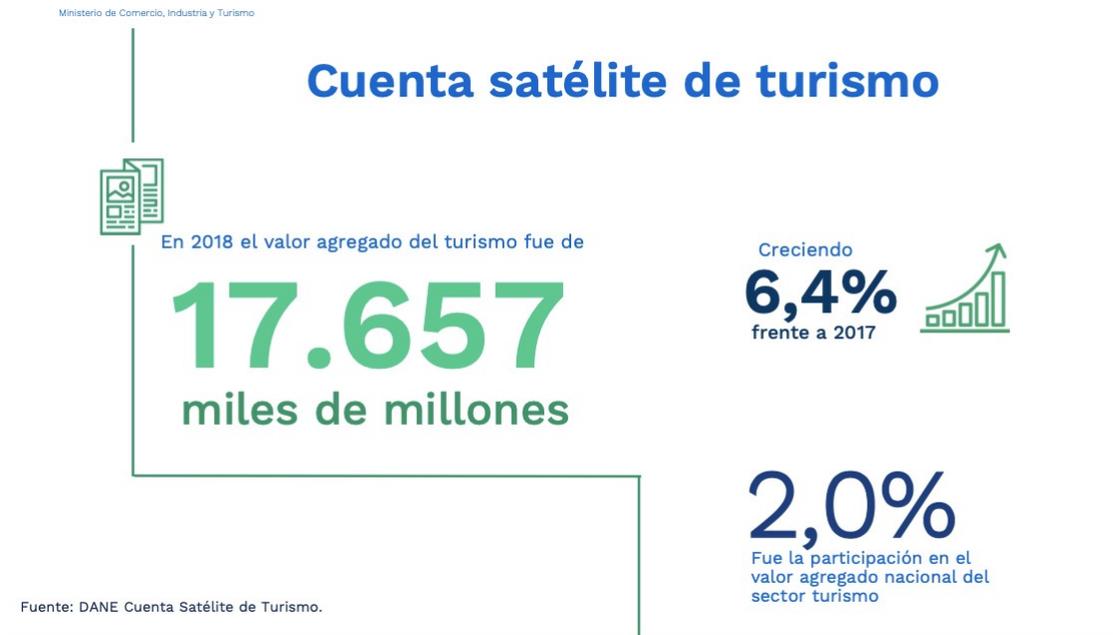


Figura 1-4: Cuenta Satélite de Turismo 2019[28]

Indicadores nacionales de enero - mayo 2020



Figura 1-5: Cifras preliminares en mayo 2020[27]

Ministerio de Comercio, Industria y Turismo

Visitas a parques nacionales naturales

Entre enero y marzo de 2020 ingresaron a parques nacionales



430.472
visitantes

Representando una **disminución** de **24,1%** frente al mismo periodo de 2019, esto por la caída en febrero y marzo.

Aeropuerto	Enero-Marzo		% Var
	2019	2020	
PNN Corales del Rosario	390.928	297.441	-23,9%
PNN Tayrona	115.943	84.908	-26,8%
PNN Nevados	12.489	9.058	-27,5%
SFF Isla de la Corota	7.397	7.307	-1,2%
PNN Sierra Nevada	8.471	6.932	-18,2%
PNN Chingaza	7.123	5.220	-26,7%
PNN El Cocuy	5.049	4.658	-7,7%
SFF Flamencos	5.900	4.330	-26,6%
PNN Old Providence	5.094	3.715	-27,1%
SFF Otún Quimbaya	1.931	1.946	0,8%
SFF Iguaque	2.267	1.779	-21,5%
Otros	4.915	3.178	-35,3%
Total general	567.507	430.472	-24,1%

Fuente: Parques nacionales naturales. Cálculos OEE – MinCIT.

Figura 1-6: Visitas a PNN los nevados enero-mayo 2020[27]

El comportamiento de las estadísticas en general del sector turístico era creciente al comparar los años 2018 y 2019, con tendencias favorables en Colombia, circunstancia que cambia significativamente de forma negativa a finales de febrero del año en curso y empeora a partir del 25 de marzo con la cuarentena preventiva obligatoria a causa de la pandemia Covid-19.

1.5.2. Turismo en el Eje Cafetero

Es importante evaluar el comportamiento de la dinámica del turismo del entorno, así como la del propio municipio, ya que la interacción entre las diferentes regiones puede generar procesos de integración, complemento y apoyo en el fortalecimiento y crecimiento del sector turístico. Se presentan indicadores turísticos para el departamento de Caldas, Quindío y Risaralda de años anteriores, no se poseen estadísticas del presente año para el componente departamental.

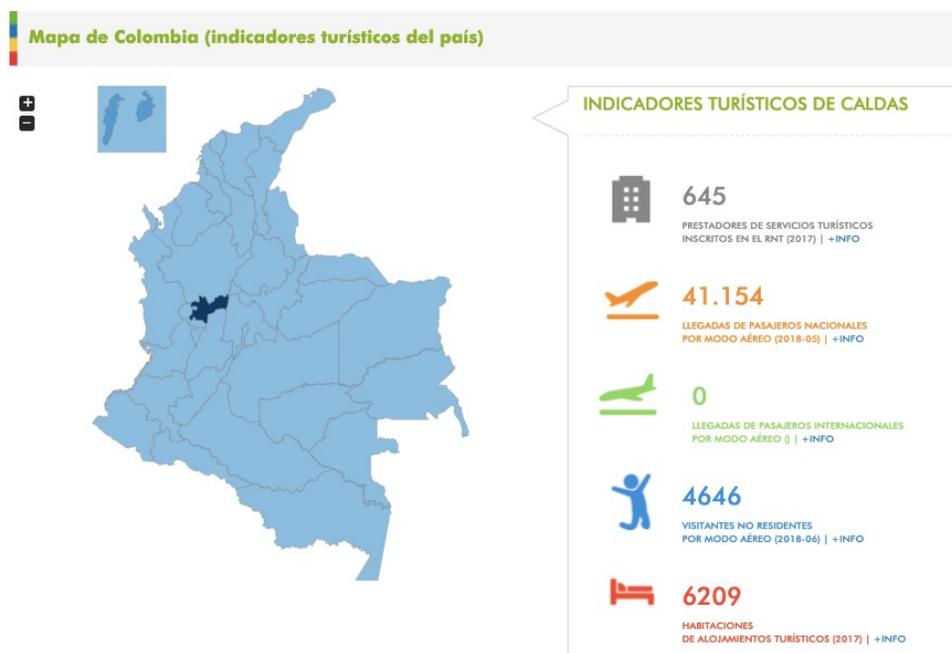


Figura 1-7: Indicadores turísticos generales del departamento de Caldas 2017 y 2018.[29]

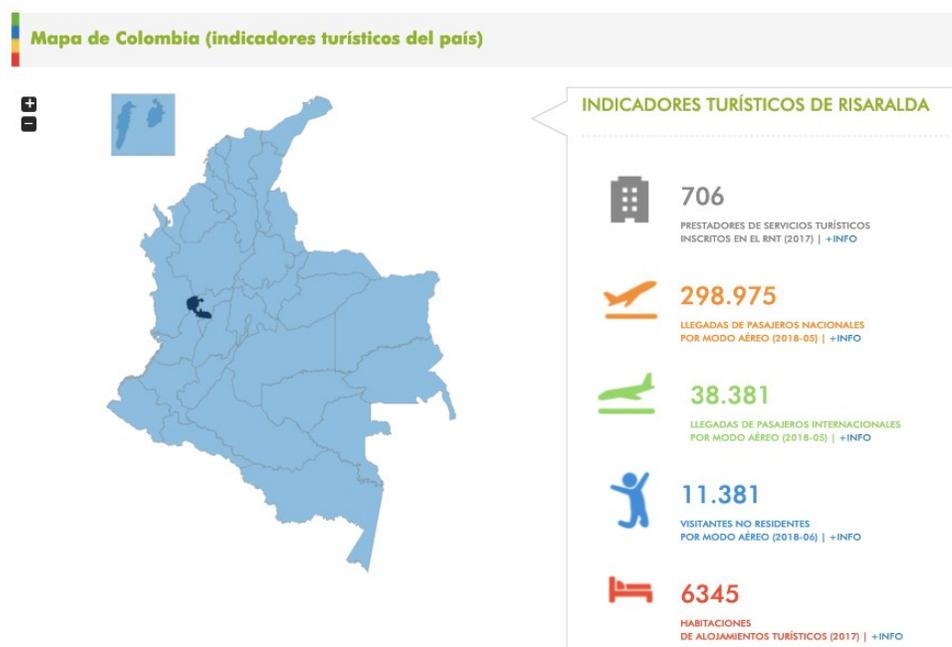


Figura 1-8: Indicadores turísticos generales del departamento de Risaralda 2017 y 2018.[5]

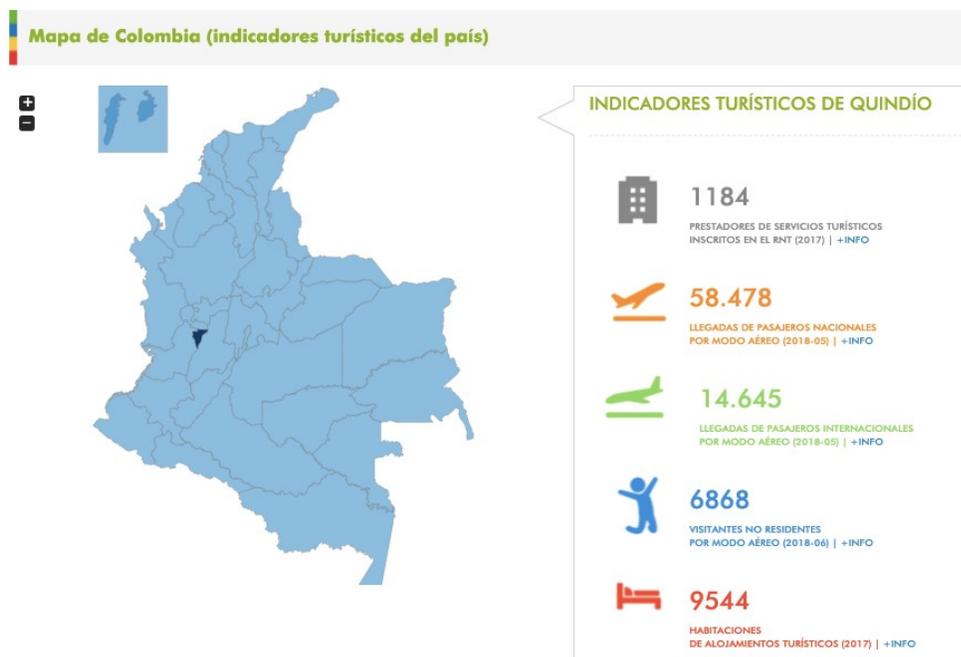


Figura 1-9: Indicadores turísticos generales del departamento de Quindío 2017 y 2018.[5]

1.5.3. Turismo en el Municipio de Villamaría Caldas

La unidad de turismo del municipio de Villamaría en el proceso de identificación y promoción de su diversidad paisajística y cultural, genera la estrategia de impulso de la región y ofrece diferentes programas, descritos como rutas, se identifican 6 clases:

- Ruta para el aventurismo: 6 senderos donde se observan un aproximado de 450 especies.
- Ruta de las cascadas: Las cascadas los molinos y nereidas con una altura de 90 y 180 metros respectivamente.
- Ruta de la montaña y los nevados: con jurisdicción en el parque nacional natural los nevados.
- Ruta del bienestar y la cocina tradicional: promoción del termalismo.
- Ruta del paisaje cultural cafetero: cultura cafetera caldense en 8 veredas de la zona baja del municipio.
- Ruta del cóndor: muestra de la cultura e idiosincrasia de la zona rural.

El municipio registra una capacidad hotelera de 600 camas.

En el 2018 se registraron una dinámica de visitantes de 250.000 en el proceso de intercambio Manizales-Villamaría y 258.000 en el 2019.

El festival de música colombiana promovió la llegada de 100.000 visitantes. 2018 El PNN genero una dinámica de 50.000 visitantes. 2019

No se posee registro del flujo de visitantes en periodo de Semana Santa y Ferias de la Horticultura.[2]

1.6. Actualidad Turismo.

1.6.1. Afectación por Covid- 19.

Las circunstancias actuales por la que el mundo cruza debido al surgimiento y expansión del Covid – 19 como amenaza de la salud pública y de la estabilidad del bienestar y desarrollo de la sociedad humana, ha llevado a diversos sectores económicos a su paralización, entre los cuales el más afectado es el turismo. El cierre de fronteras internacionales y regionales, la restricción de movilidad, la dinámica de consumo de lo estrictamente necesario, y la reapertura gradual únicamente de actividades consideradas fundamentales para el sostenimiento de la economía, deja entre los últimos lugares el resurgimiento de las actividades que impliquen interacción social activa. En dicho marco de incertidumbre, contar con información actualizada y fiable es realmente importante tanto para los turistas como para el sector[38]. La UNTWO recomienda, junto con OMS y en miras de seguir con el cumplimiento de los ODS:

1. Gestión de la crisis y mitigación de sus efectos, dentro de las que resaltan; la protección de los puestos de trabajo y atención especial a personal vulnerable, la generación de la protección del consumidor y el desarrollo de habilidades competitivas digitales.
2. Suministro de estímulos y aceleración de la recuperación, para lo que se recomienda la revisión de los impuestos y tasas que afecten al sector, la integración y la sostenibilidad ambiental dentro del sistema y paquetes de estímulos y recuperación, la actuación con rapidez según el desarrollo del proceso de desempeño de la pandemia, para generar el estímulo de la demanda, entre otras.
3. Preparación para el futuro; al reconocer que se deben diversificar los mercados, los productos y los servicios; fomentar la resiliencia, la idea de que el turismo contribuye a la recuperación económica. [37]

1.6.2. Indicadores de UNTWO Turismo y Covid-19.

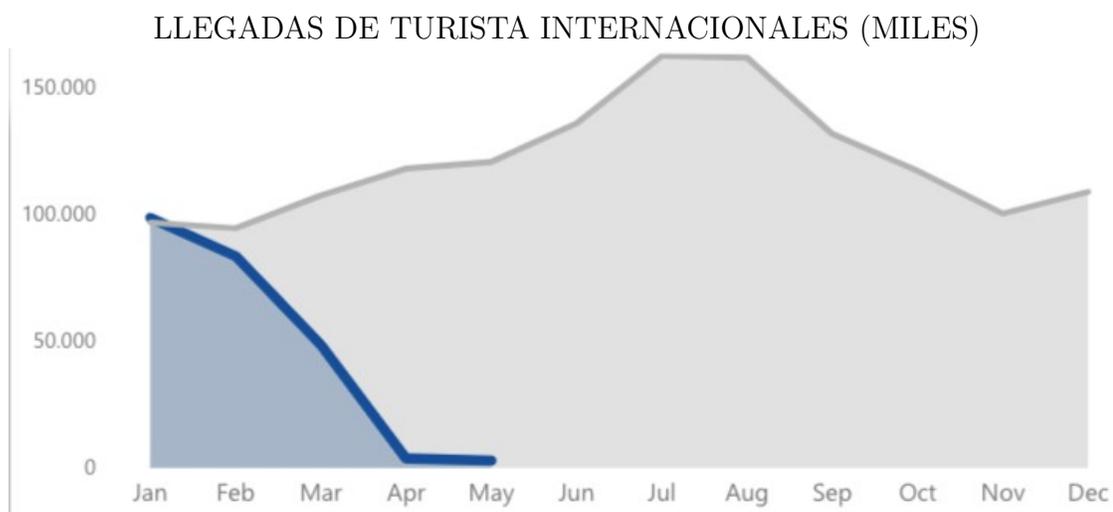


Figura 1-10: Llegadas internacionales de turistas en miles, referencia 2019 contra lo corrido del 2020.[39]

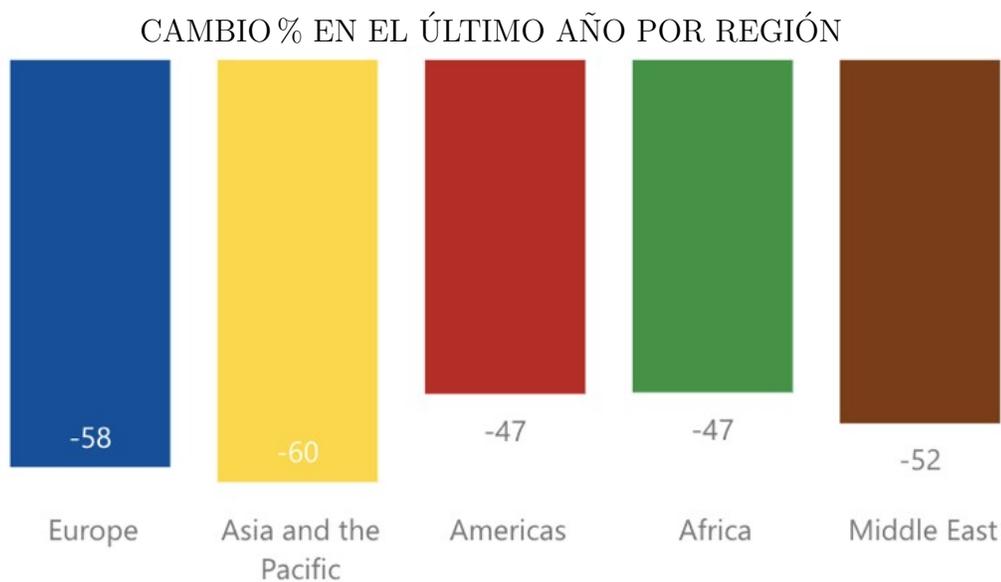


Figura 1-11: Llegadas internacionales de turistas en %, de las diferentes regiones del mundo

LLEGADAS DE TURISTA INTERNACIONALES EN EL CONTINENTE AMERICANO (MILES)

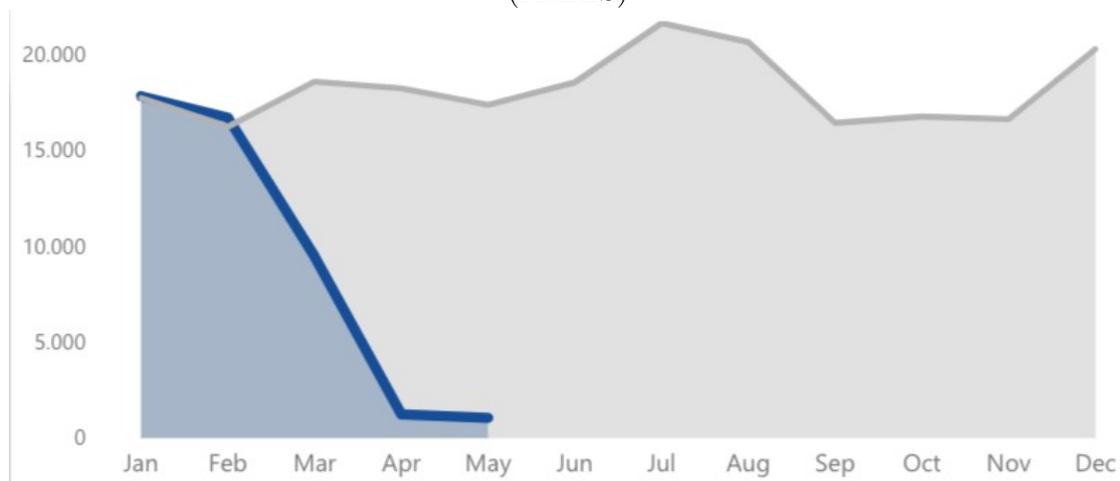


Figura 1-12: Llegadas internacionales de turistas en miles, referencia 2019 contra lo corrido del 2020.[39]

CAMBIO % EN EL ÚLTIMO AÑO POR REGIÓN DEL CONTINENTE AMERICANO

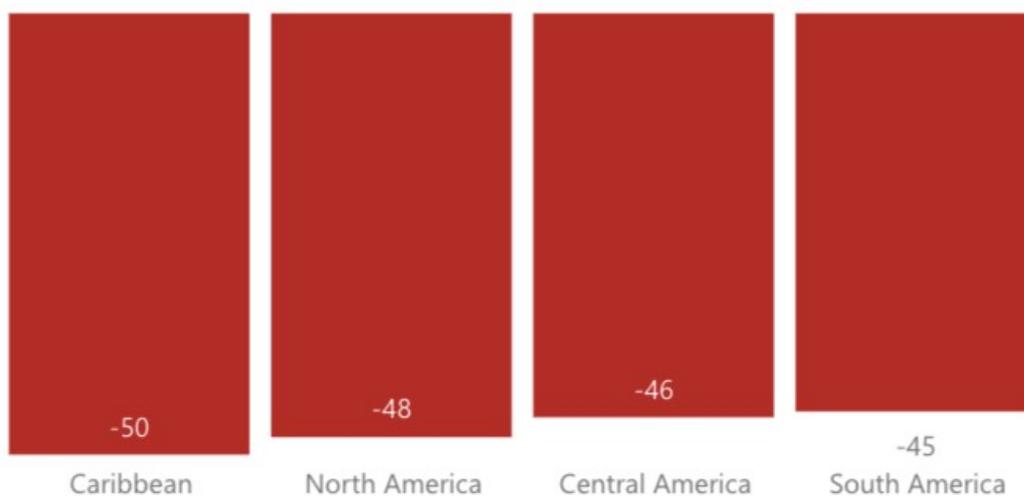


Figura 1-13: Llegadas internacionales de turistas en %, de las diferentes regiones del América

Llegadas de turistas internacionales por región

Region	Latest data	change, relative (%)	change, absolute (thousand)
+ Europe	mayo	-58	-139.823
+ Asia and the Pacific	mayo	-60	-91.055
- Americas	mayo	-47	-41.878
+ South America	mayo	-45 ↓	-7.101
+ North America	mayo	-48 ↓	-26.371
+ Central America	mayo	-46 ↓	-2.165
+ Caribbean	mayo	-50 ↓	-6.242
+ Africa	mayo	-47	-12.298
+ Middle East	mayo	-52	-15.028
World	mayo	-56	-300.082

Figura 1-14: Países con más reportes de covid-19, Casos y su participación en el turismo mundial.[39]

Country	Países con más reportes de covid-19			
	Arrivals share	Receipts share	Exports share	Expenditure share
Brazil	0 %	0 %	2 %	1 %
Chile	0 %	0 %	5 %	0 %
Colombia	0 %	0 %	13 %	0 %
India	1 %	2 %	5 %	2 %
Iran	1 %			
Italy	4 %	3 %	8 %	2 %
Mexico	3 %	2 %	5 %	1 %
Pakistan		0 %	3 %	0 %
Peru	0 %	0 %	8 %	0 %
Russian Federation	2 %	1 %	4 %	2 %
Saudi Arabia	1 %	1 %	5 %	1 %
South Africa	1 %	1 %	9 %	0 %
Spain	6 %	6 %	16 %	2 %
United Kingdom	3 %	3 %	6 %	5 %
United States	6 %	15 %	10 %	10 %

Figura 1-15: Llegadas internacionales de turistas en %, de las diferentes regiones del América

2 Capítulo 2

2.1. Referencias teóricas.

2.1.1. Modelo general de Investigación de operaciones PL

Al implementar la modelación matemática para la toma de decisiones se puede garantizar la solución óptima o la que más se acerque al óptimo, según las condiciones y restricciones del sistema; ya que los modelos de la investigación de operaciones están diseñados para encontrar la mejor solución de un criterio objetivo específico sujeto a un conjunto de restricciones[13]

En forma general se identifica en un problema de optimización empleando la programación lineal.

La función objetivo.

$$\text{Max } Z = c_1x_1 + c_2x_2 + c_3x_3 + \dots + c_nx_n \quad (2-1)$$

Sujeto a las restricciones:

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + \dots + a_{3n}x_n &\leq b_3 \\ &\dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + a_{m3}x_3 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m \end{aligned} \quad (2-2)$$

Y la condición de no negatividad:

$$x_j \text{ para todo } j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2-3)$$

x_j : Variable de decisión asociada a cada actividad j -ésima ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

c_j : Coeficiente de efectividad por unidad para la actividad j -ésima ($j = 1, 2, 3, \dots, n$)

b_j : Cantidad limitada de recurso i -ésima ($i = 1, 2, 3, \dots, n$)

a_{ij} : Cantidad limitada de recurso i -ésima por unidad de actividad j -ésima.

Z : Cuantifica la función objetivo seleccionada.[23]

Donde su forma matricial es

La función objetivo

$$\text{OPT}(Z) = [C_1, C_2, \dots, C_n] \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad (2-4)$$

Sujeto a las restricciones

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} [\leq, =, \geq] \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_m \end{bmatrix} \quad (2-5)$$

Y la condición de no negatividad

$$x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2-6)$$

En forma abreviada tenemos

$$\text{La función objetivo } \text{OPT}(Z) = CX \quad (2-7)$$

$$\text{Sujeto a las restricciones } AX [\leq, =, \geq] B \quad (2-8)$$

$$\text{Y la condición de no negatividad } x_j \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (2-9)$$

Donde:

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} \quad \text{Vector de la variable decisión}$$

$$C = [C_1, C_2, \dots, C_n] \quad \text{Vector de coeficiente de cada variable}$$

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & & & \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad \text{Es la matriz coeficientes de restricciones}$$

$$B = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \quad \text{Vector de los recursos disponibles [12]}$$

Al implementar esta metodología en una organización perteneciente al sector servicios, se debe garantizar el control en la trazabilidad de los diferentes procesos para que la escogencia de las variables de decisión y el reconocimiento de los recursos involucrados en los mismos lleven al planteamiento del modelo de forma efectiva y su práctica aplicación.

La complejidad de los problemas de decisión en el turismo, genera la necesidad de promover el uso de las tecnologías informáticas y enfoque de investigación de operaciones, la forma general de un modelo de programación lineal abarca de forma global su estructura constructiva, sin embargo, existen diferentes adaptaciones de dicha modelación según la problemática específica que se desea abarcar; modelos de asignación de recursos[36], diseño y optimización de rutas e itinerarios[32], gestión de los ingresos, modelos de reserva[19], modelos de optimización de capacidades, entre otros [30] son algunas de los muchos intereses que se pueden cubrir con el uso de estas herramientas.

La identificación de las variables de decisión, restricciones del sistema y la definición de la función objetivo, son fundamentales para realizar un correcto modelamiento, la abstracción de la modelación se vuelve un arte y ciencia según Hamdy A. Taha, en su libro de investigación de operaciones; se deben abstraer de la situación real las variables que realmente son representativas del sistema para expresar modelos de forma razonable en donde se refleje el comportamiento del mundo real.[14]

Otro instrumento valioso que apoya la recolección de información para la generación del modelamiento es el uso de la estadística; los análisis de datos y la realización de pronósticos,[9] son herramientas que proporcionan un sustento válido en el proceso de construcción del modelo.

También se debe considerar la necesidad de generar soluciones que estén encaminadas con la tendencia de la época, los requerimientos actuales apuntan a la elaboración de modelos que promuevan la sostenibilidad en el desarrollo o variables de respuesta[40], la industria del turismo no debe ignorar dicha situación, sobre la base de los conceptos de optimización y eco eficiencia, la modelación actual debe estar encaminada a tal fin.[43]. Valorar la dinámica de las circunstancias para la aplicabilidad de los modelos se vuelve valioso en la medida que no se debe olvidar que la construcción de la modelación debe ser revisada y rediseñada según las nuevas circunstancias de interés en el entorno real; dado el panorama de COVID- 19, algunas organizaciones reconstruyen su modelación bajo el nuevo panorama de capacidades y restricciones que la pandemia genera en el sistema[1], lo que habla de adaptabilidad o reconstrucción del modelo.

2.1.2. Metodología AHP: Analytic Hierachy Process.

Cuando existe más de un criterio para la toma de decisiones, la jerarquización de estos debe ser consistentes, de tal forma que el proceso de selección dé la mayor importancia a la alternativa que cumpla con los requerimientos del sistema. Se conoce dentro de las técnicas de la Investigación de Operaciones una metodología de elección multicriterio denominada AHP;

Analytic Hierachy Process; dicho procedimiento recopila una serie de elementos matemáticos que permiten generar una evaluación de peso según la concordancia con los criterios y las alternativas de decisión.

La estructura general consiste en identificar inicialmente el árbol de jerarquías quien registra los criterios importantes de selección en el sistema y las alternativas de decisión.

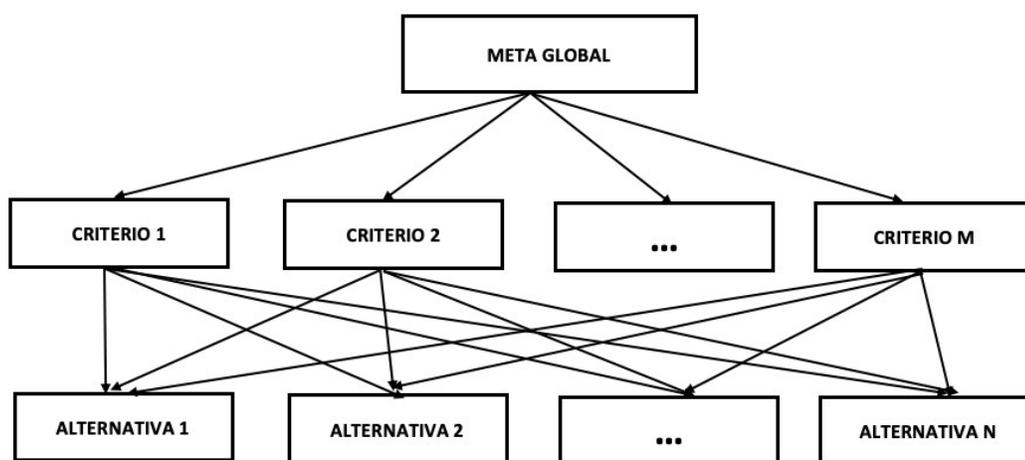


Figura 2-1: Árbol de Jerarquía, Analytic Hierachy Process.[16]

Se obtienen los valores de comparación a_{ij} ; se contrasta cada criterio de interés para cada alternativa y cada criterio entre sí, dichas comparaciones por pares hacen que sea más fácil identificar la jerarquía que al hacer un balance de todo el conjunto en general, de allí se obtienen las diferentes matrices de comparación.

Para la realización de la comparación por parejas, se necesita la escala de referencias:

Valor de a_{ij}	Cuando el criterio i comparado con jes:
1	Igualmente importante
3	Ligeramente más importante
5	Notablemente más importante
7	Demostablemente más importante
9	Absolutamente más importante.

Tabla 2-1: Escala de preferencias para comparaciones pareadas [17]

Los valores intermedios 2, 4, 6 y 8 pueden utilizarse las cifras intermedias para valores de compromiso.

La matriz de comparación posee la siguiente forma genera:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (2-10)$$

Para la diagonal se cumple:

$$A = \begin{pmatrix} 1 & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & 1 & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & 1 & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \dots & 1 \end{pmatrix} \quad (2-11)$$

La consistencia en la matriz de comparaciones refleja la importancia de i en comparación con j y es exactamente igual al cociente de la importancia absoluta que se está evaluando.

El proceso continúa con la normalización de las diferentes matrices y la obtención de el vector de prioridad, que corresponde al promedio de cada renglón de la matriz normalizada.

$$W = \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} \quad (2-12)$$

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & a_{1n} \\ 1/a_{12} & a_{22} & a_{23} & \dots & a_{2n} \\ 1/a_{13} & 1/a_{23} & a_{33} & \dots & a_{3n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 1/a_{1n} & 1/a_{2n} & 1/a_{3n} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} * \begin{pmatrix} w_1 \\ w_2 \\ w_3 \\ \vdots \\ w_n \end{pmatrix} = AW \quad (2-13)$$

Donde A es la Matriz de comparación por parejas inicial

W = Vector de Prioridad y se sabe que $\sum_{j=1}^n w_n = 1$

Adicionalmente

$$AW = R \quad (2-14)$$

Donde R es igual al vector resultante, con

$$\delta_{\text{máx}} = \frac{\sum R/W}{n} \quad (2-15)$$

Donde δ_{max} es el Valor dominante

n Son el Número de alternativas

El coeficiente de inconsistencia esta dado por CI

$$CI = \frac{\delta_{\text{máx}} - n}{n - 1} \quad (2-16)$$

Finalmente, se obtiene RI o la razón de inconsistencia que corresponde a la razón del coeficiente de inconsistencia y el CIA coeficiente de Inconsistencia Aleatoria.

El CIA corresponde a

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CIA	0	0	0.58	0.89	1.11	1.24	1.32	1.40	1.45	1.49	1.49	1.53	1.56	1.57

Tabla 2-2: Valor del coeficiente de Inconsistencia en función del número de alternativas de la Matriz[32]

Si el $RI < 10\%$ aceptamos W , y la matriz es consistente, de lo contrario se debe revisar la jerarquización de comparaciones de parejas. [17]

Se recomienda al finalizar la validación del cumplimiento de la regla de la matriz de inconsistencia, realizar una tabla resumen y generar la matriz de prioridad y selección de la mejor alternativa. La técnica AHP proporciona al sector turístico la oportunidad de clasificar y seleccionar entre las diferentes alternativas; metas o dimensiones, las de mayor importancia según los criterios de decisión. en este el sector se resaltan aplicaciones específicas, tales como; la categorización de los sistemas de gestión, el ambiente ecológico y economía, infraestructura, los servicios públicos y ambiente rural,[15] entre otros, según las características propias de cada comunidad o región geográfica y las herramientas computacionales para dar solución al modelamiento.[41]. Se ha documentado la utilización de esta metodología en el sector turístico en áreas como: agroturismo[21], ecoturismo[6], turismo rural[42], patrimonio cultural[34],entre muchas otras categorizaciones de diferentes lugares del mundo.

El beneficio mas importante de la técnica de decisión multicriterio radica en proporcionar una toma de decisiones coherente con la ponderación jerárquica que se dé en el sistema, según un conjunto de requerimientos, restricciones o criterios.[20]

2.1.3. Programación por metas o Goal Programming

En el numeral 2.1.1 sobre el modelo de programación lineal general de investigación de operaciones se identificó una única función objetivo direccionada a minimizar o maximizar, sin embargo, en el contexto real, las organizaciones deben de esforzarse por alcanzar varios de estos objetivos simultáneamente. El enfoque del goal programming establece un objetivo numérico específico para cada una de las metas y formula la función objetivo en función del

cumplimiento de esas metas, minimizando desviaciones positivas o negativas. La idea general es encontrar una solución que minimice la suma ponderada de las desviaciones.

Considera los siguientes objetivos:

1. Un objetivo inferior, establece un límite inferior del que no se quiere caer, pero sí se puede superar.
2. Un Objetivo superior, establece un límite superior al que no se desea superar, pero sí se puede caer.
3. Un objetivo bilateral establece un límite superior e inferior, y en ningún caso debe superar o caer de los límites marcados.

Una categorización que se le puede dar a los problemas de programación por metas es la jerarquización de los objetivos, adicional a las consideraciones anteriores, se le brinda un nivel de importancia mayor a la meta dentro del sistema y se prioriza su cumplimiento por sobre aquellas con niveles de prioridad más bajo.[10]

De forma general se tiene, la función objetivo.

$$\text{mín } Z = \sum_{j=1}^n P_j \sum_{i=1}^m (u_{ij}d_i^+ + v_{ij}d_i^-) \quad (2-17)$$

Sujeto a

$$\begin{aligned} f_i(x) + d_i^+ - d_i^- &= y_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ g_h(x) &\leq 0, \quad h = 1, 2, \dots, m \\ d_i^+, d_i^- &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (2-18)$$

Donde

d_i^+ y d_i^- = desviaciones positivas y negativas

u_{ij} y v_{ij} = pesos o ponderaciones para el logro de la meta en Z

P_j = Factores priorizados, según importancia de prioridad.

$f_i(x) + d_i^+ - d_i^- = y_i$ = el valor objetivo del i -ésimo objetivo: Función de Metas

$g_h(x)$ = función de restricciones lineal: Función de Restricciones[22]

En este caso, los criterios que rigen el proceso de optimización requieren el cumplimiento de varias metas. Cuando se especifican los objetivos que deben ser alcanzados, se utiliza la programación por metas.[25]. En el sector turístico, las aplicaciones del tema son amplias, estudios de casos en regiones geográficas particulares, que pueden ser replicados en otros lugares, dados los ajustes apropiados; modelos aplicados a las regiones de Taiwán[29], Andalucía España[11], Kazajstán[8], Xizang China[22], entre otras, fueron estudiadas, y se reconoce que dichas aplicaciones responden a la problemática de realizar toma de decisiones y los analistas de políticas más conscientes de la sostenibilidad no solo del componente ambiental, sino también del económico y el social, para mantener la competitividad, el crecimiento y el desarrollo a largo plazo.

2.1.4. Solver Excel

Para dar solución a los modelos de investigación de operaciones de forma rápida y confiable, es necesario apoyarse en el uso de los sistemas informáticos. Solver es un programa de complemento de Microsoft Excel que puede usarse para llevar a cabo análisis y encontrar un valor óptimo; mínimo o máximo. Se formula la celda con la función objetivo que esta sujeta a restricciones en los valores de otras celdas de fórmula de una hoja de cálculo, y se encuentra la solución corriendo el programa. [35].

En resumen, se puede usar Solver para determinar el valor máximo o mínimo de una celda cambiando otras celdas donde se han programado las restricciones del sistema, es una herramienta útil cuando existe una necesidad para resolver problemas con recursos limitados y utilizarlos de la manera más eficiente.[24]

También se debe resaltar que es un instrumento practico y de fácil uso, es ampliamente aplicado a nivel académico y empieza a conocerse a nivel laboral, su condición de sencillez y gratuidad, permite que sea un software de extensa acogida.[18]

3 Capítulo III

3.1. Modelo de optimización

La unidad de turismo del municipio de Villamaría Caldas estableció diversos programas que denominó metas en el cumplimiento del plan de desarrollo 2016-2019. Se evalúan los programas establecidos en dicho periodo.

Es importante resaltar que para dicho modelo no se consideran las variaciones que proporciona al componente turístico la pandemia Covid-19. Dicho modelo se considera aplicable en instantes de tiempo de comportamiento normal, sin embargo, al final del documento se realiza la recopilación de diferentes recomendaciones sobre la situación de la crisis económica mundial y el turismo.

EL modelo jerarquiza, según la escala de calificación otorgada por la unidad de turismo, las ponderaciones para los criterios y las alternativas, y utiliza metodologías y técnicas de investigación de operaciones bien definidas en el capítulo anterior.

3.1.1. Metodología Aplicada de AHP: Analytic Hierachy Process

Los criterios que intervienen en el modelo son jerarquizados, dichos criterios deben ser consistentes, para lo cual se utiliza la técnica multicriterio AHP que evalúa el peso según concordancia con las metas de la unidad de turismo.

Descripción de Criterios

Son tres criterios relevantes en la toma de decisión para la unidad de Turismo de Villamaría Caldas:

- Componente Económico
- Componente Social
- Componente Ambiental

Descripción de alternativas

La unidad de turismo del municipio de Villamaría ha proyectado 13 metas, según el plan de desarrollo, y su postura institucional. Periodo 2016-2019.

La siguiente tabla lista las metas y su descripción, adicionalmente la consideración sobre la pertinencia al criterio; económico, social o ambiental.

METAS	CRITERIO	DESCRIPCIÓN
META 1	ECONÓMICO	Diseño de un programa para el establecimiento de rutas turísticas del municipio
META 2	AMBIENTAL	Implementación de una estrategia para la conservación y sostenibilidad de los parques como oportunidad para el desarrollo ecoturístico.
META 3	AMBIENTAL	Realización de alianzas que realiza la conservación de los parques naturales como medio para el turismo, especialmente el proyecto geoparque volcánico del Ruiz con la oficina del parque nacional natural los nevados y el apoyo al proyecto del área protegida “Cuchilla de corozal” con Corpocaldas y fundación Pangea.
META 4	SOCIAL	Acompañamiento, asesoraría, apoyo y orientación constante a los prestadores de servicios turísticos del municipio a fin de cumplir con la normatividad vigente y permanecer legalmente constituidos.
META 5	SOCIAL	Ejecución de alianzas estratégicas que han permitido la calificación del talento humano del sector turístico de Villamaría
META 6	ECONÓMICO	Generar estrategia para promover el acceso a empleos en temas turísticos en el sector rural.
META 7	ECONÓMICO	Generación de alianzas estratégicas en el marco del paisaje cultural cafetero, como proyecto de acuerdo para la inclusión de Villamaría en la asociación de municipios del paisaje cultural cafetero; participación en simposio internacional ”Pensar y sentir el paisajez participación con ponencia y recorridos por 2 senderos en el 6o congreso nacional de aventurismo
META 8	SOCIAL	Realización del plan de competitividad para la vereda Gallinazo
META 9	SOCIAL	Diseño del producto turístico del municipio
META 10	ECONÓMICO	Formulación de planes de medios para el posicionamiento de la marca ciudad.
META 11	ECONÓMICO	Implementación de plataforma virtual para el fortalecimiento del sector turismo.
META 12	SOCIAL	Implementar estrategia de difusión y comunicación en pro de la seguridad del turista para la prevención de la explotación sexual.
META 13	SOCIAL	Infraestructura fortalecida de los sitios turísticos del municipio, logrando brindar experiencias positivas a los turistas.

Tabla 3-1: Descripción de las metas propuestas en el plan de desarrollo Institucional 2016-2019 que corresponden a las alternativas en la metodología Analytic Hierachy Process[4]; Dichas metas se clasifican según los criterios dado la postura institucional propia de la unidad de turismo.

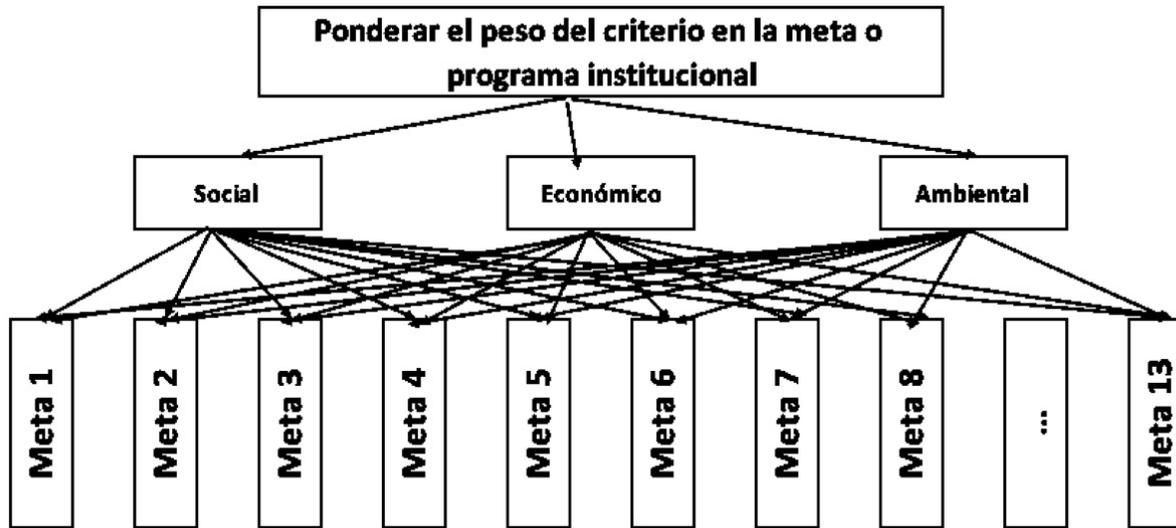


Figura 3-1: Árbol de jerarquía aplicado de la metodología ahp, para la ponderación de criterios y alternativas de la unidad de turismo de Villamaría caldas

Matriz de comparación por criterios

Criterio social

Matriz de comparación entre las alternativas y criterios

	META 1	META 2	META 3	META 4	META 5	META 6	META 7	META 8	META 9	META 10	META 11	META 12	META 13
META 1	1,00	5,00	6,00	0,17	0,33	1,00	2,00	0,50	0,17	3,00	4,00	0,33	0,50
META 2	0,20	1,00	3,00	0,10	0,14	0,20	0,33	0,25	0,10	0,50	1,00	0,14	0,20
META 3	0,17	0,33	1,00	0,10	0,13	0,20	0,25	0,17	0,10	0,33	0,50	0,13	0,17
META 4	6,00	10,00	10,00	1,00	3,00	5,00	6,00	4,00	0,50	7,00	9,00	2,00	3,00
META 5	3,00	7,00	8,00	0,33	1,00	3,00	4,00	2,00	0,25	6,00	7,00	1,00	2,00
META 6	1,00	4,00	5,00	0,20	0,33	1,00	2,00	0,33	0,17	3,00	3,00	0,25	0,33
META 7	0,50	3,00	4,00	0,17	0,25	0,50	1,00	0,33	0,11	2,00	2,00	0,20	0,25
META 8	2,00	4,00	6,00	0,25	0,50	3,00	3,00	1,00	0,20	4,00	7,00	0,50	1,00
META 9	6,00	10,00	10,00	2,00	4,00	6,00	7,00	5,00	1,00	8,00	9,00	3,00	4,00
META 10	0,33	2,00	3,00	0,14	0,17	0,33	0,50	0,25	0,13	1,00	1,00	0,17	0,20
META 11	0,25	1,00	2,00	0,11	0,14	0,33	0,50	0,14	0,11	1,00	1,00	0,14	0,17
META 12	3,00	7,00	8,00	0,50	1,00	4,00	5,00	2,00	0,33	6,00	7,00	1,00	2,00
META 13	2,00	5,00	6,00	0,33	0,50	3,00	4,00	1,00	0,25	5,00	6,00	0,50	1,00
TOTAL	25,45	59,33	72,00	5,40	11,49	27,57	35,58	16,98	3,41	46,83	57,50	9,36	14,82

Tabla 3-2: Calificación de las metas según criterio social

Normalización

	META 1	META 2	META 3	META 4	META 5	META 6	META 7	META 8	META 9	META 10	META 11	META 12	META 13
META 1	0,04	0,08	0,08	0,03	0,03	0,04	0,06	0,03	0,05	0,06	0,07	0,04	0,03
META 2	0,01	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,02	0,01
META 3	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01
META 4	0,24	0,17	0,14	0,19	0,26	0,18	0,17	0,24	0,15	0,15	0,16	0,21	0,20
META 5	0,12	0,12	0,11	0,06	0,09	0,11	0,11	0,12	0,07	0,13	0,12	0,11	0,13
META 6	0,04	0,07	0,07	0,04	0,03	0,04	0,06	0,02	0,05	0,06	0,05	0,03	0,02
META 7	0,02	0,05	0,06	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02
META 8	0,08	0,07	0,08	0,05	0,04	0,11	0,08	0,06	0,06	0,09	0,12	0,05	0,07
META 9	0,24	0,17	0,14	0,37	0,35	0,22	0,20	0,29	0,29	0,17	0,16	0,32	0,27
META 10	0,01	0,03	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,02	0,02	0,02	0,01
META 11	0,01	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
META 12	0,12	0,12	0,11	0,09	0,09	0,15	0,14	0,12	0,10	0,13	0,12	0,11	0,13
META 13	0,08	0,08	0,08	0,06	0,04	0,11	0,11	0,06	0,07	0,11	0,10	0,05	0,07
TOTAL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla 3-3: Normalización de la calificación de las metas del criterio social

Criterio Económico

Matriz de comparación entre las alternativas y criterios

	META 1	META 2	META 3	META 4	META 5	META 6	META 7	META 8	META 9	META 10	META 11	META 12	META 13
META 1	1,00	10,00	9,00	4,00	6,00	1,00	5,00	7,00	8,00	2,00	3,00	9,00	8,00
META 2	0,10	1,00	1,00	0,17	0,20	0,11	0,14	0,33	0,20	0,13	0,14	0,33	0,25
META 3	0,11	1,00	1,00	0,17	0,20	0,13	0,14	0,50	0,20	0,13	0,14	1,00	0,25
META 4	0,25	6,00	6,00	1,00	2,00	0,20	0,50	4,00	3,00	0,33	0,50	5,00	4,00
META 5	0,17	5,00	5,00	0,50	1,00	0,17	0,33	4,00	2,00	0,25	0,33	5,00	3,00
META 6	1,00	9,00	8,00	5,00	6,00	1,00	3,00	7,00	5,00	2,00	3,00	8,00	6,00
META 7	0,20	7,00	6,00	2,00	3,00	0,33	1,00	6,00	4,00	0,33	0,50	7,00	5,00
META 8	0,14	3,00	2,00	0,25	0,25	0,14	0,17	1,00	0,33	0,14	0,17	2,00	0,50
META 9	0,13	5,00	5,00	0,33	0,50	0,20	0,25	3,00	1,00	0,20	0,25	3,00	2,00
META 10	0,50	8,00	8,00	3,00	4,00	0,50	3,00	7,00	5,00	1,00	2,00	7,00	6,00
META 11	0,33	7,00	7,00	2,00	3,00	0,33	2,00	6,00	4,00	0,50	1,00	7,00	6,00
META 12	0,11	3,00	1,00	0,20	0,20	0,13	0,14	0,50	0,33	0,14	0,14	1,00	0,50
META 13	0,13	4,00	4,00	0,25	0,33	0,17	0,20	2,00	0,50	0,17	0,17	2,00	1,00
TOTAL	4,17	69,00	63,00	18,87	26,68	4,40	15,88	48,33	33,57	7,32	11,35	57,33	42,50

Tabla 3-4: Calificación de las metas según criterio económico

Normalización

	META 1	META 2	META 3	META 4	META 5	META 6	META 7	META 8	META 9	META 10	META 11	META 12	META 13
META 1	0,24	0,14	0,14	0,21	0,22	0,23	0,31	0,14	0,24	0,27	0,26	0,16	0,19
META 2	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
META 3	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
META 4	0,06	0,09	0,10	0,05	0,07	0,05	0,03	0,08	0,09	0,05	0,04	0,09	0,09
META 5	0,04	0,07	0,08	0,03	0,04	0,04	0,02	0,08	0,06	0,03	0,03	0,09	0,07
META 6	0,24	0,13	0,13	0,27	0,22	0,23	0,19	0,14	0,15	0,27	0,26	0,14	0,14
META 7	0,05	0,10	0,10	0,11	0,11	0,08	0,06	0,12	0,12	0,05	0,04	0,12	0,12
META 8	0,03	0,04	0,03	0,01	0,01	0,03	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,03	0,01
META 9	0,03	0,07	0,08	0,02	0,02	0,05	0,02	0,06	0,03	0,03	0,02	0,05	0,05
META 10	0,12	0,12	0,13	0,16	0,15	0,11	0,19	0,14	0,15	0,14	0,18	0,12	0,14
META 11	0,08	0,10	0,11	0,11	0,11	0,08	0,13	0,12	0,12	0,07	0,09	0,12	0,14
META 12	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
META 13	0,03	0,06	0,06	0,01	0,01	0,04	0,01	0,04	0,01	0,02	0,01	0,03	0,02
TOTAL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla 3-5: Normalización de la calificación de las metas del criterio económico.

Componente ambiental

Matriz de comparación entre las alternativas y criterios

	META 1	META 2	META 3	META 4	META 5	META 6	META 7	META 8	META 9	META 10	META 11	META 12	META 13
META 1	1,00	0,17	0,14	0,20	0,25	2,00	2,00	0,33	0,17	3,00	4,00	0,50	0,33
META 2	6,00	1,00	1,00	3,00	4,00	7,00	8,00	6,00	2,00	8,00	9,00	7,00	6,00
META 3	7,00	1,00	1,00	3,00	3,00	8,00	8,00	6,00	2,00	9,00	9,00	7,00	6,00
META 4	5,00	0,33	0,33	1,00	2,00	7,00	8,00	3,00	0,50	9,00	9,00	5,00	4,00
META 5	4,00	0,25	0,33	0,50	1,00	6,00	7,00	2,00	0,33	8,00	9,00	3,00	3,00
META 6	0,50	0,10	0,25	0,14	0,17	1,00	2,00	0,25	0,17	3,00	4,00	0,33	0,33
META 7	0,50	0,13	0,13	0,13	0,14	0,50	1,00	0,20	0,14	2,00	3,00	0,33	0,25
META 8	3,00	0,17	0,17	0,33	0,50	4,00	5,00	1,00	0,25	5,00	7,00	3,00	2,00
META 9	6,00	0,50	0,50	2,00	3,00	6,00	7,00	4,00	1,00	7,00	8,00	4,00	5,00
META 10	0,33	0,13	0,11	0,11	0,13	0,33	0,50	0,20	0,14	1,00	2,00	0,25	0,20
META 11	0,25	0,11	0,11	0,11	0,11	0,25	0,33	0,14	0,13	0,50	1,00	0,20	0,17
META 12	2,00	0,14	0,14	0,20	0,33	3,00	3,00	0,33	0,25	4,00	5,00	1,00	0,50
META 13	3,00	0,17	0,17	0,25	0,33	3,00	4,00	0,50	0,20	5,00	6,00	2,00	1,00
TOTAL	38,58	4,19	4,38	10,97	14,96	48,08	55,83	23,96	7,28	64,50	76,00	33,62	28,78

Tabla 3-6: Calificación de las metas según criterio ambiental. .

Normalización

	META 1	META 2	META 3	META 4	META 5	META 6	META 7	META 8	META 9	META 10	META 11	META 12	META 13
META 1	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,04	0,04	0,01	0,02	0,05	0,05	0,01	0,01
META 2	0,16	0,24	0,23	0,27	0,27	0,15	0,14	0,25	0,27	0,12	0,12	0,21	0,21
META 3	0,18	0,24	0,23	0,27	0,20	0,17	0,14	0,25	0,27	0,14	0,12	0,21	0,21
META 4	0,13	0,08	0,08	0,09	0,13	0,15	0,14	0,13	0,07	0,14	0,12	0,15	0,14
META 5	0,10	0,06	0,08	0,05	0,07	0,12	0,13	0,08	0,05	0,12	0,12	0,09	0,10
META 6	0,01	0,02	0,06	0,01	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	0,05	0,05	0,01	0,01
META 7	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,01
META 8	0,08	0,04	0,04	0,03	0,03	0,08	0,09	0,04	0,03	0,08	0,09	0,09	0,07
META 9	0,16	0,12	0,11	0,18	0,20	0,12	0,13	0,17	0,14	0,11	0,11	0,12	0,17
META 10	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01
META 11	0,01	0,03	0,03	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
META 12	0,05	0,03	0,03	0,02	0,02	0,06	0,05	0,01	0,03	0,06	0,07	0,03	0,02
META 13	0,08	0,04	0,04	0,02	0,02	0,06	0,07	0,02	0,03	0,08	0,08	0,06	0,03
TOTAL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabla 3-7: Normalización de la calificación de las metas del criterio ambiental

Vector resultante y Razón de inconsistencia del Criterio Social.

	VECTOR	R	
META 1	0,05	0,66	13,40
META 2	0,02	0,22	13,13
META 3	0,01	0,15	13,41
META 4	0,19	2,68	14,25
META 5	0,11	1,51	14,01
META 6	0,04	0,59	13,40
META 7	0,03	0,40	13,31
META 8	0,07	1,02	13,85
META 9	0,24	3,46	14,15
META 10	0,02	0,28	13,19
META 11	0,02	0,22	13,23
META 12	0,12	1,63	13,98
META 13	0,08	1,10	13,79
TOTAL	1,00		177,09

Tabla 3-8: Cálculo del vector resultante Criterio Social.

$\delta_{\text{máx}}$	CI	RI
13,62	0,052	0.033

Tabla 3-9: δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Social.

Vector resultante y Razón de inconsistencia del Criterio Económico.

	VECTOR	R	
META 1	0,21	3,16	14,80
META 2	0,01	0,16	13,47
META 3	0,01	0,19	13,36
META 4	0,07	0,98	14,28
META 5	0,05	0,73	13,94
META 6	0,19	2,82	14,59
META 7	0,09	1,32	14,59
META 8	0,02	0,29	13,16
META 9	0,04	0,54	13,45
META 10	0,14	2,10	14,81
META 11	0,11	1,56	14,71
META 12	0,02	0,23	13,23
META 13	0,03	0,38	13,17
TOTAL	1,00		181,55

Tabla 3-10: δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Económico.

$\delta_{m\acute{a}x}$	CI	RI
13,965	0,080	0,052

Tabla 3-11: δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Económico.

Vector resultante y Razón de inconsistencia del Criterio Ambiental.

	VECTOR	R	
META 1	0,03	0,39	13,59
META 2	0,20	3,04	14,97
META 3	0,20	3,01	14,89
META 4	0,12	1,77	14,92
META 5	0,09	1,30	14,52
META 6	0,03	0,33	13,17
META 7	0,02	0,24	13,24
META 8	0,06	0,89	14,47
META 9	0,14	2,13	15,11
META 10	0,01	0,19	13,33
META 11	0,01	0,15	13,46
META 12	0,04	0,53	13,80
META 13	0,05	0,68	14,00
TOTAL	1,00		183,46

Tabla 3-12: δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Ambiental.

$\delta_{m\acute{a}x}$	CI	RI
14,113	0,0927	0,059

Tabla 3-13: δ_{max} y razón de inconsistencia Criterio Ambiental.

Matriz de comparación de los criterios entre sí

CRITERIOS				NORMALIZACIÓN		
	SOCIAL	ECONÓMICO	AMBIENTAL	SOCIAL	ECONÓMICO	AMBIENTAL
SOCIAL	1,00	4,00	7,00	0,72	0,75	0,64
ECONÓMICO	0,25	1,00	3,00	0,18	0,19	0,27
AMBIENTAL	0,14	0,33	1,00	0,10	0,06	0,09
TOTAL	1,39	5,33	11,00	1	1	1

Tabla 3-14: Calificación de las metas según la comparación de los criterios entre sí y su normalización.

VECTOR	R				
0,70143745	2,15166084	3,06750208			
0,21323815	0,64457071	3,02277386			
0,0853244	0,25660913	3,00745318	δ_{max}	CI	RI
1		9,09772911	3,0326	0,0163	0,0281

Tabla 3-15: Calculo del vector resultante de la MATRIZ DE comparación de los criterios entre sí, δ_{max} y razón de inconsistencia

La razón de inconsistencia para la comparación entre los criterios, cumple con la regla que sea $< 10\%$.

Resumen	δ_{max}	CI	RI
SOCIAL	13,62	0,05	0,03
ECONÓMICO	13,97	0,08	0,05
AMBIENTAL	14,11	0,09	0,06
CRITERIOS	3,03	0,02	0,03

Tabla 3-16: Tabla resumen valores de Razón de Inconsistencia para cada matriz calculada.

MATRIZ DE ALTERNATIVA DE CRITERIO				CALIFICACIÓN FINAL
	SOCIAL	ECONÓMICO	AMBIENTAL	
META 1	0,05	0,21	0,03	0,08
META 2	0,02	0,01	0,20	0,03
META 3	0,01	0,01	0,20	0,03
META 4	0,19	0,07	0,12	0,16
META 5	0,11	0,05	0,09	0,09
META 6	0,04	0,19	0,03	0,07
META 7	0,03	0,09	0,02	0,04
META 8	0,07	0,02	0,06	0,06
META 9	0,24	0,04	0,14	0,19
META 10	0,02	0,14	0,01	0,05
META 11	0,02	0,11	0,01	0,04
META 12	0,12	0,02	0,04	0,09
META 13	0,08	0,03	0,05	0,07
VECTOR	0,70	0,21	0,09	1

Tabla 3-17: Construcción de la matriz de prioridad y ponderación de las alternativas y criterios

PRIORIZACIÓN DE METAS	
META 9	0,19
META 4	0,16
META 5	0,09
META 12	0,09
META 1	0,08
META 6	0,07
META 13	0,07
META 8	0,06
META 10	0,05
META 7	0,04
META 11	0,04
META 2	0,03
META 3	0,03

Tabla 3-18: Resultado de priorización de metas de mayor a menor valor porcentual.

PRIORIZACIÓN DE CRITERIOS	
SOCIAL	0,70
ECONÓMICO	0,21
AMBIENTAL	0,09

Tabla 3-19: Resultado de priorización de criterios de mayor a menor valor porcentual.

Al finalizar el proceso de Analytic Hierachy Process se obtiene la ponderación para la categorización según la importancia para las metas o programas propuestas por la unidad de turismo y los criterios; económico, social y ambiental. Como se muestra en las tablas 18 y 19.

3.1.2. Modelo aplicado de programación por metas

El modelo propuesto por la metodología de programación por metas utiliza los resultados de ponderación obtenidos con la técnica AHP; tabla 3-18 y 3-19, para proporcionar la jerarquía de los criterios y de la calificación final de las metas en la función objetivo. Adicionalmente considera las variables; costos, beneficiados y calificación ambiental. Los costos corresponden al manejo presupuestal que la unidad de turismo da para la asignación de recursos a los programas o metas; utilizado como indicador económico, los beneficiados corresponden al número total de personas beneficiadas en el proyecto de turismo por programa, y es utilizado como indicador social, y la calificación ambiental, corresponde al valor de ponderación de la matriz de alternativa de criterio de la tabla 3-17, utilizado como indicador ambiental.

% de Calificación Criterios 2019		
Priorización De Criterios	Calificación Final Criterio	% Calificación Criterio
SOCIAL	0,7014	70,15 %
ECONÓMICO	0,2132	21,32 %
AMBIENTAL	0,0853	8,53 %

Tabla 3-20: Valor del % de calificación para cada criterio según AHP.

Información Unidad de Turismo y % de Calificación Metas 2019					
	Costo (C_i)	Beneficiados (B_i)	Calificación Ambiental (CA_i)	Calificación Final Metas	% Calificación Metas
META 1	8.614.790,00	385,00	0,03	0,082	8,2 %
META 2	1.000.000,00	385,00	0,20	0,032	3,2 %
META 3	1.000.000,00	385,00	0,20	0,028	2,8 %
META 4	13.390.000,00	25,00	0,12	0,157	15,7 %
META 5	14.860.000,00	209,00	0,09	0,094	9,4 %
META 6	5.000.000,00	244,00	0,03	0,074	7,4 %
META 7	14.954.370,00	13,00	0,02	0,042	4,2 %
META 8	1.000.000,00	208,00	0,06	0,062	6,2 %
META 9	6.890.000,00	208,00	0,14	0,192	19,2 %
META 10	55.000.000,00	45.000,00	0,01	0,046	4,6 %
META 11	59.000,00	45.000,00	0,01	0,035	3,5 %
META 12	1.000.000,00	45.000,00	0,04	0,089	8,9 %
META 13	26.690.000,00	2.138,00	0,05	0,066	6,6 %
SUMA	149.458.160,00				

Tabla 3-21: Información por indicador suministrada por la unidad de turismo y el % de calificación para cada Meta según AHP.

Valor Proyección \widehat{C}_i y \widehat{B}_i por meta para 2020		
	Costo \widehat{C}_i	Beneficiados \widehat{B}_i
META 1	10.000.000,00	500,00
META 2	2.000.000,00	500,00
META 3	1.000.000,00	500,00
META 4	20.000.000,00	50,00
META 5	20.000.000,00	250,00
META 6	6.000.000,00	300,00
META 7	15.000.000,00	20,00
META 8	1.000.000,00	300,00
META 9	8.000.000,00	250,00
META 10	100.000.000,00	48.000,00
META 11	1.000.000,00	48.000,00
META 12	1.000.000,00	48.000,00
META 13	50.000.000,00	3.000,00

Tabla 3-22: Valor Proyección Costo y Beneficio por meta para 2020

Proyección presupuesto turístico total 2020 \widehat{CT}_i COL\$ 200.000.000,00.

El propósito del modelamiento con las técnicas de Investigación de Operaciones, aplicada a la Unidad de turismo del Municipio de Villamaría Caldas es:

1. Identificar de forma jerárquica el orden de importancia y valor % de los criterios; económico, social y ambiental y de forma jerárquica el orden de importancia y valor % de las alternativas o metas. Metodología AHP.
2. Realizar proyecciones de inversión según los indicadores descritos, las condiciones actuales y restricciones y las aspiraciones de crecimiento y expansión. Programación por Metas.

El componente general del modelo para la Unidad de Turismo de Villamaría año 2019 y proyección 2020;

La función objetivo corresponde a:

$$\text{mín } z = \sum_{j=1}^n P_j \sum_{i=1}^m (u_{ij}d_i^+ + v_{ij}d_i^-) \quad (3-1)$$

$$\text{mín } z = P_1 \sum_{l=1}^m (u_{lj}d_l^+ + v_{lj}d_l^-) + P_2 \sum_{l=1}^m (u_{lj}d_l^+ + v_{lj}d_l^-) + P_3 \sum_{l=1}^m (u_{lj}d_l^+ + v_{lj}d_l^-) \quad (3-2)$$

Donde

d_i^+ y d_i^- = desviaciones positivas y negativas

u_{ij} y v_{ij} = Pesos o ponderaciones para el logro de la meta en Z_i

u_{ij} = Calificación final de Meta con desviación positiva para cada Indicador

v_{ij} = Calificación final de Meta con desviación negativa para cada Indicador

P_j = Factores priorizados, según prioridad de criterio

P_1 = Ponderación criterio social

P_2 = Ponderación criterio económico

P_3 = Ponderación criterio ambiental.

Sujeto a

$$\begin{aligned} f(x_i) + d_i^+ - d_i^- &= \hat{y}_i, \quad i = 1, 2, \dots, m \\ d_i^+, d_i^- &\geq 0, \quad i = 1, 2, \dots, m \end{aligned} \quad (3-3)$$

\hat{y}_i = Valor proyectado Unidad de turismo para cada indicador por meta

$$y\widehat{Social}_i = \frac{C_i}{B_i} * \hat{B}_i \quad (3-4)$$

$$yEconomico_i = \widehat{C}_i \quad (3-5)$$

$$yAmbiental_i = CA_i * \widehat{CT}_i \quad (3-6)$$

Donde $f(x_i) + d_i^+ - d_i^- = y_i =$ el valor objetivo del i-ésimo objetivo: Función de Metas

- x_i = Variable de decisión inversión Meta i para año siguiente
- x_1 = Variable de decisión inversión Meta 1 para año siguiente
- x_2 = Variable de decisión inversión Meta 2 para año siguiente
- x_3 = Variable de decisión inversión Meta 3 para año siguiente
- x_4 = Variable de decisión inversión Meta 4 para año siguiente
- x_5 = Variable de decisión inversión Meta 5 para año siguiente
- x_6 = Variable de decisión inversión Meta 6 para año siguiente
- x_7 = Variable de decisión inversión Meta 7 para año siguiente
- x_8 = Variable de decisión inversión Meta 8 para año siguiente
- x_9 = Variable de decisión inversión Meta 9 para año siguiente
- x_{10} = Variable de decisión inversión Meta 10 para año siguiente
- x_{11} = Variable de decisión inversión Meta 11 para año siguiente
- x_{12} = Variable de decisión inversión Meta 12 para año siguiente
- x_{13} = Variable de decisión inversión Meta 13 para año siguiente

C_i = Costo por meta

\widehat{C}_i = Proyección de costo año siguiente por meta

\widehat{CT}_i = Proyección de costo total año siguiente

B_i = Número de Beneficiados por meta

\widehat{B}_i = Proyección de beneficiado año siguiente por meta

CA_i = Calificación ambiental ponderada por meta

Donde

Según la descripción proporcionada por el componente general del modelo aplicado para la Unidad de Turismo de Villamaría y la información de las tablas 3-20 y 3-21, la función objetivo corresponde a:

Función Objetivo

$$\begin{aligned}
\text{mín } Z = & \{0,70* [(0,08d_1^+) + (0,03d_2^+) + (0,03d_3^+) + (0,16d_4^+) + (0,09d_5^+) + (0,07d_6^+) \\
& + (0,04d_7^+) + (0,06d_8^+) + (0,19d_9^+) + (0,05d_{10}^+) + (0,04d_{11}^+) + (0,09d_{12}^+) \\
& + (0,07d_{13}^+)]\} \\
& + \{0,21 \\
& * [(0,08d_1^-) + (0,03d_2^-) + (0,03d_3^-) + (0,16d_4^-) + (0,09d_5^-) + (0,07d_6^-) \\
& + (0,04d_7^-) + (0,06d_8^-) + (0,19d_9^-) + (0,05d_{10}^-) + (0,04d_{11}^-) + (0,09d_{12}^-) \\
& + (0,07d_{13}^-)]\} \\
& + \{0,09 \\
& * [(0,08d_1^-) + (0,03d_2^-) + (0,03d_3^-) + (0,16d_4^-) + (0,09d_5^-) + (0,07d_6^-) \\
& + (0,04d_7^-) + (0,06d_8^-) + (0,19d_9^-) + (0,05d_{10}^-) + (0,04d_{11}^-) + (0,09d_{12}^-) \\
& + (0,07d_{13}^-)]\}
\end{aligned}$$

La función objetivo se construye con los valores de priorización de criterios; cuya ponderación ubica en primer nivel de importancia al componente social con un 70 %, el componente económico en un segundo nivel con un 21 % y en última instancia el 9 % para el componente ambiental, así mismo se jerarquizaron las 13 metas.

El factor de priorización social multiplica la jerarquización de las metas o porcentaje de calificación con una desviación positiva dado que, al ser el nivel más importante, el interés principal es el cumplimiento total de las metas desde dicha perspectiva y nunca un incumplimiento de estas, sin embargo, se enfatiza que el modelo siempre busca minimizar las desviaciones sean positivas o negativas y penaliza con mayor incumplimiento de meta al criterio con menos peso ponderado.

Y para los factores económico y ambiental la multiplicación de la jerarquización de las metas se realiza con las desviaciones negativas.

Sujeto a:

Restricciones del Indicador social

1. $f(x_1) + d_1^+ - d_1^- = \frac{C_1}{B_1} * \widehat{B}_1$
2. $f(x_2) + d_2^+ - d_2^- = \frac{C_2}{B_2} * \widehat{B}_2$
3. $f(x_3) + d_3^+ - d_3^- = \frac{C_3}{B_4} * \widehat{B}_3$
4. $f(x_4) + d_4^+ - d_4^- = \frac{C_4}{B_4} * \widehat{B}_4$
5. $f(x_5) + d_5^+ - d_5^- = \frac{C_5}{B_5} * \widehat{B}_5$
6. $f(x_6) + d_6^+ - d_6^- = \frac{C_6}{B_6} * \widehat{B}_6$

7. $f(x_7) + d_7^+ - d_7^- = \frac{C_7}{B_7} * \widehat{B}_7$
8. $f(x_8) + d_8^+ - d_8^- = \frac{C_8}{B_8} * \widehat{B}_8$
9. $f(x_9) + d_9^+ - d_9^- = \frac{C_9}{B_9} * \widehat{B}_9$
10. $f(x_{10}) + d_{10}^+ - d_{10}^- = \frac{C_{10}}{B_{10}} * \widehat{B}_{10}$
11. $f(x_{11}) + d_{11}^+ - d_{11}^- = \frac{C_{11}}{B_{11}} * \widehat{B}_{11}$
12. $f(x_{12}) + d_{12}^+ - d_{12}^- = \frac{C_{12}}{B_{12}} * \widehat{B}_{12}$
13. $f(x_{13}) + d_{13}^+ - d_{13}^- = \frac{C_{13}}{B_{13}} * \widehat{B}_{13}$

Las restricciones del indicador social se componen; en el primer lado de la igualdad, por la función de metas más y menos las desviaciones positivas y negativas respectivamente, en el segundo lado, el indicador de costo/persona beneficiada por la proyección número de personas año siguiente.

Restricciones del Indicador económico

14. $f(x_1) + d_1^+ - d_1^- = \widehat{C}_1$
15. $f(x_2) + d_2^+ - d_2^- = \widehat{C}_2$
16. $f(x_3) + d_3^+ - d_3^- = \widehat{C}_3$
17. $f(x_4) + d_4^+ - d_4^- = \widehat{C}_4$
18. $f(x_5) + d_5^+ - d_5^- = \widehat{C}_5$
19. $f(x_6) + d_6^+ - d_6^- = \widehat{C}_6$
20. $f(x_7) + d_7^+ - d_7^- = \widehat{C}_7$
21. $f(x_8) + d_8^+ - d_8^- = \widehat{C}_8$
22. $f(x_9) + d_9^+ - d_9^- = \widehat{C}_9$
23. $f(x_{10}) + d_{10}^+ - d_{10}^- = \widehat{C}_{10}$
24. $f(x_{11}) + d_{11}^+ - d_{11}^- = \widehat{C}_1$
25. $f(x_{12}) + d_{12}^+ - d_{12}^- = \widehat{C}_{12}$
26. $f(x_{13}) + d_{13}^+ - d_{13}^- = \widehat{C}_{13}$

Las restricciones del indicador económico se componen; en el primer lado de la igualdad, por la función de metas más y menos las desviaciones positivas y negativas respectivamente, en el segundo lado, la proyección del costo por meta del año siguiente.

Restricciones del Indicador ambiental

27. $f(x_1) + d_1^+ - d_1^- = CA_1 * \widehat{CT}_1$
28. $f(x_2) + d_2^+ - d_2^- = CA_2 * \widehat{CT}_2$
29. $f(x_3) + d_3^+ - d_3^- = CA_3 * \widehat{CT}_3$
30. $f(x_4) + d_4^+ - d_4^- = CA_4 * \widehat{CT}_4$
31. $f(x_5) + d_5^+ - d_5^- = CA_5 * \widehat{CT}_5$

32. $f(x_6) + d_6^+ - d_6^- = CA_6 * \widehat{CT}_6$
33. $f(x_7) + d_7^+ - d_7^- = CA_7 * \widehat{CT}_7$
34. $f(x_8) + d_8^+ - d_8^- = CA_8 * \widehat{CT}_8$
35. $f(x_9) + d_9^+ - d_9^- = CA_9 * \widehat{CT}_9$
36. $f(x_{10}) + d_{10}^+ - d_{10}^- = CA_{10} * \widehat{CT}_{10}$
37. $f(x_{11}) + d_{11}^+ - d_{11}^- = CA_{11} * \widehat{CT}_{11}$
38. $f(x_{12}) + d_{12}^+ - d_{12}^- = CA_{12} * \widehat{CT}_{12}$
39. $f(x_{13}) + d_{13}^+ - d_{13}^- = CA_{13} * \widehat{CT}_{13}$

Las restricciones del indicador ambiental se componen; en el primer lado de la igualdad, por la función de metas más y menos las desviaciones positivas y negativas respectivamente, en el segundo lado, la calificación ambiental ponderada por la proyección costo total del presupuesto año siguiente.

Restricción de positividad de desviaciones positivas y negativas

$$40. d_i^+, d_i^- \geq 0, i = 1, 2, \dots, m$$

4 Capítulo IV

4.1. Resultados

La función objetivo y las restricciones del problema fueron programadas en el software SOLVER de Microsoft Excel, el cual arrojó la solución de la matriz resultados descrita en la tabla 4-1, proporciona los valores de las variables de decisión (x_i) que corresponden a la inversión por meta proyectados para el año 2020. según el cumplimiento de las restricciones de orden social, económico y ambiental y la jerarquización de las metas, con una inversión total de COL\$ 196.285.445,24.

La Matriz de resultados de las variables corresponde a:

	Variables de valor COL\$ (x_i)	SOCIAL		ECONÓMICO		AMBIENTAL	
		d_i^+	d_i^-	d_i^+	d_i^-	d_i^+	d_i^-
META 1	11.188.038,96	-	-	-	1.188.038,96	-	5.448.399,84
META 2	2.000.000,00	-	701.298,70	-	-	38.560.857,20	-
META 3	1.298.701,30	-	-	-	298.701,30	39.191.146,56	-
META 4	26.780.000,00	-	-	-	6.780.000,00	-	3.110.939,91
META 5	17.956.661,22	-	181.541,60	2.043.338,78	-	-	-
META 6	6.147.540,98	-	-	-	147.540,98	-	1.091.667,76
META 7	23.006.723,08	-	-	-	8.006.723,08	-	19.350.733,94
META 8	1.442.307,69	-	-	-	442.307,69	10.812.440,84	-
META 9	8.281.250,00	-	-	-	281.250,00	19.915.133,23	-
META 10	58.666.666,67	-	-	41.333.333,33	-	-	55.860.630,07
META 11	1.000.000,00	-	937.066,67	-	-	1.198.079,69	-
META 12	1.066.666,67	-	-	-	66.666,67	6.600.445,80	-
META 13	37.450.888,68	-	-	12.549.111,32	-	-	27.701.177,03

Tabla 4-1: Matriz de resultados de variables de decisión y valores de desviación positivas y negativas para los criterios: social, Económico y ambiental

Valor Proyección Presupuesto Modelo COL \$ 196,285,445, 24

mín Z 875,704, 95

La Matriz de resultados en la relación de cada meta con el presupuesto proyectado:

METAS	VALOR VARIABLES COLUMNA	DESCRIPCIÓN
META 1	11.188.038,96	Diseño de un programa para el establecimiento de rutas turísticas del municipio.
META 2	2.000.000,00	Implementación de una estrategia para la conservación y sostenibilidad de los parques como oportunidad para el desarrollo ecoturístico.
META 3	1.298.701,30	Realización de alianzas que permite la conservación de los parques naturales como medio para el turismo.
META 4	26.780.000,00	Acompañamiento, asesoraría y apoyo constante a los prestadores de servicios turísticos del municipio a fin de cumplir con la normatividad vigente y permanecer legalmente constituidos.
META 5	17.956.661,22	Ejecución de alianzas estratégicas que han permitido la calificación del talento humano del sector turístico de Villamaría
META 6	6.147.540,98	Generación de estrategias para promover el acceso a empleos en temas turísticos en el sector rural.
META 7	23.006.723,08	Generación de alianzas estratégicas en el marco del paisaje cafetero cultural, como proyecto de acuerdo para la inclusión de Villamaría en la asociación de municipios del paisaje cultural cafetero.
META 8	1.442.307,69	Realización del plan de competitividad para la vereda Gallinazo
META 9	8.281.250,00	Diseño del producto turístico del municipio
META 10	58.666.666,67	Formulación de planes de medios para el posicionamiento de la marca ciudad.
META 11	1.000.000,00	Implementación de plataforma virtual para el fortalecimiento del sector turismo.
META 12	1.066.666,67	Implementación de la estrategia de difusión y comunicación en pro de la seguridad del turista para la prevención de la explotación sexual.
META 13	37.450.888,68	Infraestructura fortalecida de los sitios turísticos del municipio, logrando brindar experiencias positivas a los turistas.

Tabla 4-2: Relación de cada meta con el presupuesto correspondiente en COL\$ proyectado según el modelo para el 2020

De la TABLA 4-1 también se resalta que el criterio que menos sufrió penalizaciones; de sus valores en las desviaciones positivas o negativas, es el criterio social, seguido del criterio económico y, por último, el ambiental, se identifica que los valores obtenidos en dichas desviaciones para cada criterio, da mayor incumplimiento a medida que el porcentaje de priorización del criterio disminuye. Situación que es concordante con lo mostrado en la TA-

BLA 3-19, donde se expresa el orden de jerarquía otorgado por la aplicación del modelo AHP en los criterios de decisión.

METAS En orden Jerárquico	% de Calificación para cada meta según AHP	Criterio	Presupuesto COL \$ 2019	% de Participación de cada META en el presupuesto total 2019	Presupuesto Proyectado COL \$ 2020	% de Participación de cada META en el presupuesto total 2020
META 9	19	SOCIAL	6.890.000,00	4,6	8.281.250,00	4,2
META 4	16	SOCIAL	13.390.000,00	9,0	26.780.000,00	13,6
META 5	9	SOCIAL	14.860.000,00	9,9	17.956.661,22	9,1
META 12	9	SOCIAL	1.000.000,00	0,7	1.066.666,67	0,5
META 1	8	ECONÓMICO	8.614.790,00	5,8	11.188.038,96	5,7
META 6	7	ECONÓMICO	5.000.000,00	3,3	6.147.540,98	3,1
META 13	7	SOCIAL	26.690.000,00	17,9	37.450.888,68	19,1
META 8	6	SOCIAL	1.000.000,00	0,7	1.442.307,69	0,7
META 10	5	ECONÓMICO	55.000.000,00	36,8	58.666.666,67	29,9
META 7	4	ECONÓMICO	14.954.370,00	10,0	23.006.723,08	11,7
META 11	4	ECONÓMICO	59.000,00	0,0	1.000.000,00	0,5
META 2	3	AMBIENTAL	1.000.000,00	0,7	2.000.000,00	1,0
META 3	3	AMBIENTAL	1.000.000,00	0,7	1.298.701,30	0,7
SUMA	100		149.458.160,00	100	196.285.445,24	100

Tabla 4-3: Metas jerarquizadas según el % de calificación por criterio, presupuesto real del 2019 y proyectado del 2020 y porcentaje de participación de cada meta para cada presupuesto.

La TABLA 4-3 expone en orden jerárquico el porcentaje de calificación para cada meta con el criterio al que pertenece según la metodología Analytic Hierachy Process; AHP, como ya se había mencionado, las metas del criterio social son priorizadas sobre las del criterio económico y ambiental. De la misma TABLA se extraen las tres metas con mayor porcentaje de participación en el presupuesto total de cada año y corresponden a :

Para el 2019

Meta 10 Criterio económico.

Meta 13 Criterio social.

Meta 7 Criterio económico.

Para el 2020

Meta 10 Criterio económico.

Meta 13 Criterio social.

Meta 4 Criterio social.

Aunque la jerarquía por criterios y por metas señalan a la de mayor importancia al componente social, la meta con el porcentaje mayor de participación en el presupuesto total, tanto para el 2019 como para el 2020, pertenece al componente económico; meta 10. Se desea entonces, conocer exactamente el valor de participación de los criterios, para cada año. En

la TABLA 4-4 se extraen los porcentajes de participación de cada meta y se agrupan por cada criterio.

CRITERIOS	Participación en presupuesto total 2019	Participación en presupuesto proyectado 2020
SOCIAL	42,70 %	47,40 %
ECONÓMICO	56,00 %	51,00 %
AMBIENTAL	1,30 %	1,70 %
TOTAL	100,00 %	100,00 %

Tabla 4-4: Porcentajes de participación de cada meta agrupadas por cada criterio.

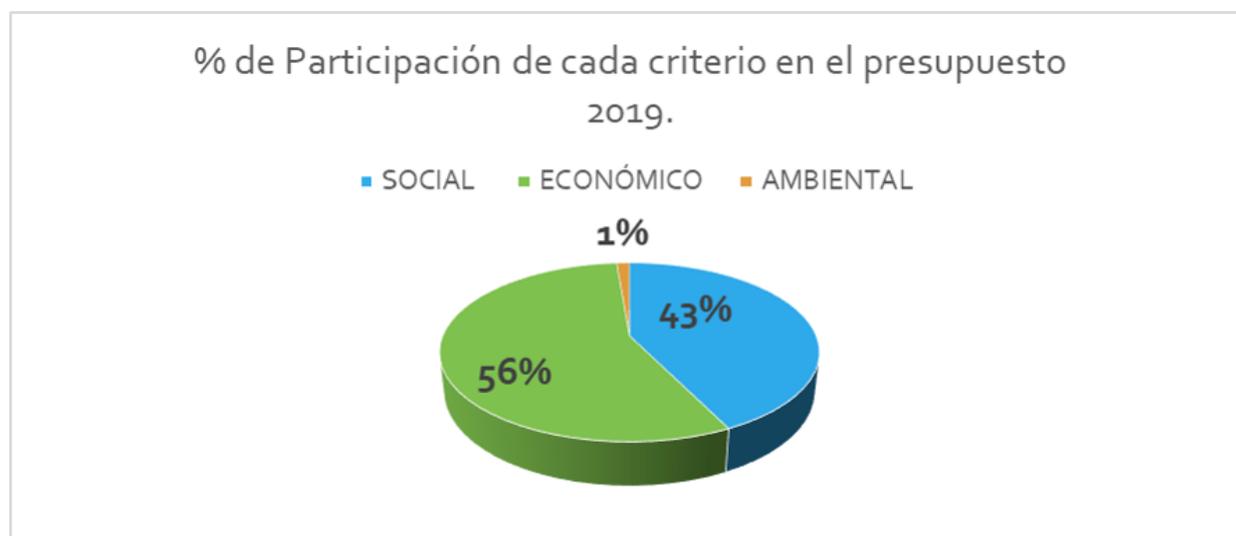


Figura 4-1: Porcentaje de participación en el presupuesto total del 2019 de cada criterio.



Figura 4-2: Porcentaje de participación en el presupuesto proyectado total del 2020 de cada criterio.

De la TABLA 4-4 y las graficas 4-1 y 4-2 se resalta que tanto para el 2019 como para el 2020 el criterio con mayor participación en el presupuesto total es el económico, sin embargo, el cambio de distribución presupuestal es acorde a la priorización de los criterios, dado que hay un incremento en la participación del componente social para el año 2020.

De la matriz resultados, la TABLA 4-1, el valor de la función objetivo representa la distribución optima que minimiza las desviaciones del sistema en el cumplimiento de las diferentes metas y con la ponderación de criterios requeridos. Y no representa un valor económico.

Dichos resultados muestran, bajo el cumplimiento de condiciones constantes, la tendencia de crecimiento del sector turístico y la necesidad de realizar inversiones mayores para satisfacer ese crecimiento, dichas inversiones están sujetas principalmente al componente presupuestal y a la importancia que la línea política o administración de turno de al tema.

Al ser el turismo un sector tan amplio compuesto por el conglomerado de diferentes actores, unos indiscutiblemente muy visibles como lo son los sitios y/o ambientes temáticos, los operadores de transporte, hoteles y restaurantes, y otros menos deseados como la promoción de la informalidad, de la delincuencia y desarrollo de ámbitos indeseados como el turismo sexual, trabajo infantil, promoción de consumo de sustancias ilegales, entre otras, como suele ocurrir en nuestro país; la administración de esta área resulta compleja y la identificación de prioridades de inversión puede ser un tema mas subjetivo al concepto personal o la línea política.

Las administraciones deberían tener un modelo que les oriente en la toma de decisiones

sobre la asignación de recursos y la cantidad de recursos asignados, adicionalmente sustenta de forma objetiva la realización de la inversión eliminando hasta cierto nivel la corrupción.

4.2. Presupuesto Real Unidad de Turismo Villamaría

	Presupuesto 2019 (COL\$)	Presupuesto proyectado 2020 (COL \$)	Presupuesto Real 2020 (COL \$)
Valor monetario	149.458.160,00	196.285.445,24	84.000.000
Variación Porcentual con respecto al presupuesto 2019		(+) 31,33 %	(-) 43,79 %

Tabla 4-5: Comparación presupuesto proyectado vs presupuesto real del 2020

Como se muestra en el capítulo 1. El componente de presupuesto plurianual de inversión 2020-2023. Tabla 2, el total de inversión aprobado en el plan de desarrollo para el sector turismo es de COL\$84.000.000 en el 2020, que disminuye con respecto al presupuesto turístico del 2019 que fue de COL\$149.458.160,00 y contrasta significativamente con el proyectado por el modelo que es de COL\$196.285.445,24.

El componente de decrecimiento en la inversión presupuestal del sector turístico puede estar sujeto a dos factores principales. El primero corresponde al cambio de administración dadas las elecciones y posicionamiento de nueva representatividad gubernamental, que diseñan las políticas de gasto público según las ideologías propias y la identificación de necesidades de inversión. El segundo es el acontecimiento atípico y de gran impacto en la economía mundial proporcionado por la pandemia Covid-19, que como se explicó en el capítulo 1. Sección 1.6. que generó una caída global en el sector.

Los programas de gobierno y planes de desarrollo de los dirigentes políticos fueron rediseñados para asignar mayor carga presupuestal en los sectores identificados como vitales para el sostenimiento de un mínimo de estabilidad de la sociedad en el periodo de crisis; compontes como la salud, la distribución de ayudas humanitarias y la satisfacción de las necesidades de primera necesidad, lo que generó que los recursos que inicialmente se asignarían a diversos programas dentro de los planes de desarrollo disminuyeran para atender las nuevas necesidades.

5 Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Una vez concluida la construcción del modelo de optimización de aplicación a la distribución de la jerarquización de los criterios: social, económico y ambiental y las diferentes metas o programas propuestas por el departamento de turismo en el año 2019, y la realización de la proyección sobre la asignación de recursos y presupuesto total para el año 2020, se concluye que:

1. Este trabajo está directamente relacionado sobre los problemas de asignación óptima de los recursos de inversión presupuestal, con aplicación en una entidad del sector de servicio público, para los cuales se necesita jerarquizar los criterios que puedan intervenir y los programas diseñados, las herramientas utilizadas para la generación del modelo de optimización corresponden a la metodología AHP; Analytic Hierachy Process y la programación por metas, para resolver el modelo, se utilizó el software SOLVER de Microsoft Excel.
2. La distribución del presupuesto en las organizaciones de servicio público, por lo general se realiza según la perspectiva que poseen los funcionarios de la misma administración. En el contexto colombiano, dicha forma de asignación de recursos ha generado la proliferación de la corrupción o la ineficiencia a la hora de distribuirlos. Cuando se utiliza un modelo de optimización, la asignación de los recursos es mas objetiva; identifica las variables, los criterios, las metas y la población de interés, y distribuye de forma consistente los recursos.
3. La clasificación según la importancia ponderada de los criterios de selección está directamente relacionada con el nivel de priorización que le da la organización, en este caso, por medio de la metodología AHP, se identificó que la unidad de turismo del municipio de Villamaría brinda mayor prioridad al criterio social con un 70 %, el componente económico está en un segundo nivel con un 21 % y en última instancia el 9 % para el componente ambiental, de forma consistente, las metas con mayor peso ponderado son aquellas que están relacionadas con el criterio más relevante, sin embargo, aunque la priorización de las metas y los criterios apuntan a seleccionar el componente social como el de mayor importancia, el porcentaje de participación en la inversión presupuestal del año 2019 es mayor para el componente económico con un 56 % seguido del

social con un 43 % y por último el ambiental con un 1 %. Para el presupuesto proyectado del año 2020, el componente económico posee un porcentaje de participación en el presupuesto total del 51 %, inferior al documentado en el año anterior, así el criterio social aumenta a un 47 % y el ambiental a un 2 %. Se observa entonces en el porcentaje de participación, que, aunque es mayor en el componente económico para los dos años, la asignación de recursos proyectado por el modelo genera una disminución en el porcentaje del criterio económico y un aumento en el componente social y ambiental.

4. Las proyecciones de los valores presupuestales del año en curso se utilizaron en la programación por metas; se identificaron tres indicadores, uno para cada criterio; social, económico y ambiental, sin embargo, se debe considerar que la realización de proyecciones basadas en modelos matemáticos que se sustentan en las teorías aprobadas está sujeta al cumplimiento de los supuestos y permanencia de la constancia de las circunstancias inicialmente planteadas. Cuando esas condiciones iniciales no se cumplen, se presentan variaciones significativas entre lo real y lo proyectado. Bajo esta premisa, los modelos matemáticos deben ser ajustados según las variaciones atípicas que se puedan dar en el entorno y actualizados por los cambios en el sistema. Por lo que el trabajo de modelamiento es continuo, y debe estar siempre sujeto a revisiones.
5. El valor presupuestal proyectado para el año 2020 fue de COL\$196.285.445,24, dicho valor corresponde a una sugerencia de inversión para la unidad de turismo del Municipio de Villamaría ya que cumple con la visión de priorización de los criterios y programas o metas, y el panorama de crecimiento con la que venía la dinámica del sector en la región. Se observó una variación de decrecimiento significativo de un - 43,79 %, con respecto al año 2019 que fue de COL\$ 149.458.160,00 ya que el valor presupuestal aprobado en el plan de desarrollo municipal 2020-2023, es de COL\$ 84.000.000 para el 2020, dicha variación se atribuye principalmente a los efectos de la pandemia Covid-19, dada la necesidad de redistribuir recursos públicos para suplir necesidades que surgieron a raíz de la crisis, sin embargo no se debe olvidar que el componente de cambio de administración después de las elecciones de cargo popular, también puede generar variaciones.

5.2. Recomendaciones

5.2.1. Recomendaciones sobre el sector y el Covid- 19

Como ya se especificó en el capítulo 1, sección 1.6 Actualidad del Turismo, componentes; 1.6.1 Afectación por Covid- 19 y 1.6.2 Indicadores de UNTWO Turismo y Covid-19, el impacto de la pandemia sobre el sector turístico es altamente negativo, sin embargo, surge la necesidad de empezar a reactivar las diferentes economías y aprender a convivir con el virus, mientras se encuentra la vacuna o los tratamientos adecuados, dejar de forma progresiva y

segura el confinamiento, sin vulnerar la prioridad de la vida y salud del ser humano.

Inicialmente, la propuesta de los gobiernos es reabrir los sectores que proporcionen menos peligrosidad en cuanto a la transmisión de la enfermedad, por lo que la industria de turismo, al que pertenecen esferas del área del entretenimiento, la interacción humana, el componente cultural, ambiental y recreativo, entre otras, pueden demorar más en los procesos de reapertura. Aun así, el sector turístico y todo el complejo que le integra deben empezar a implementar medidas de recuperación.

El componente hotelero y de alojamiento en general, la movilidad y/o transporte, los restaurantes, y todos los actores con los cuales interactúa el sistema, deben adaptar su estructura a reorganizar los procesos para iniciar procedimientos de forma segura. Es un trabajo articulado, que representa un reto para frenar la caída del sector y reactivar las operaciones. Según el Ministerio de comercio, industria y turismo de Colombia la hoja de ruta para el proceso de recuperación está enfocada en; adaptarse al cambio, facilitar la conectividad y recuperar la confianza de los viajeros nacionales e internacionales, adicionalmente de ofrecer salvamento económicos y generar en los empresarios de la industria la visión de reenfoque y redimensión de estrategias, productos y experiencias acordes al nuevo tipo de consumidor y a los cambios de comportamiento de los mercados.[26]

PROCOLOMBIA ha estructurado junto con MINCIT cuatro puntos de acción:

1. Facilitar el retorno de la conectividad aérea, marítima y terrestre, incluyendo la transfronteriza
2. Brindar herramientas de rediseño de estrategia.
3. Focalizar la estrategia en promocionar un turismo sostenible y de alta calidad
4. Promover alianzas interinstitucionales e intrarregionales en Colombia y en Latinoamérica.[33]

Adicionalmente de las sugerencias del Gobierno Nacional otras organizaciones como la ONU, centran sus prioridades en la mitigación del impacto económico, el desarrollo de protocolos de seguridad y respuestas coordinadas, y el fomento de la innovación.[31] Finalmente, para mantener la estructura y coherencia del trabajo se recomienda la construcción de un modelo de optimización que utilice la programación por metas, donde se minimice el impacto sanitario y maximice la reactivación económica, sujeto a las restricciones de distancia social, medidas sanitarias necesarias actualmente y presupuesto de inversión disponible.

Bibliografía

- [1] *A. Casiraghi et al., "Operational strategies of a trauma hub in early coronavirus disease 2019 pandemic."*
- [2] *Alcaldía, "Unidad de Turismo de Villamaría Caldas," Villamaría Caldas , 2019.*
- [3] *C. de G. Gobierno, "Plan de desarrollo municipal 2012-2015," 2012.*
- [4] *C. de G. Gobierno, "Plan de desarrollo municipal 2016-2019," p. 124, 2016.*
- [5] *C. de G. Gobierno, "Plan de desarrollo municipal 2020-2023," Stat. F. Theor, 2020.*
- [6] *D. Nugraha, H. S. Alikodra, C. Kusmana, and Y. Setiawan, "Ecotourism land suitability based on the different weighting method in the buffer zone of Mount Ceremai National Park, Kuningan Regency, West Java Province," in IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2019, vol. 399, no. 1.*
- [7] *D. Szpilko, "Tourism Supply Chain-Overview of Selected Literature," Procedia Eng., vol. 182, pp. 687–693, 2017.*
- [8] *E. Aimagambetov, R. Bugubaeva, R. Bespayeva, and N. Tashbaev, "Model of sustainable development of tourism industry in Kazakhstan (regional perspective)," Public Policy Adm., vol. 16, no. 2, pp. 179–197, 2017.*
- [9] *E. Aimagambetov, R. Bugubaeva, R. Bespayeva, and N. Tashbaev, "Model of sustainable development of tourism industry in Kazakhstan (regional perspective)," Public Policy and Administration, vol. 16, no. 2. Kauno Technologijos Universitetas, pp. 179–197, 2017.*
- [10] *F. HILLIER and G. LIEBERMAN, INTRODUCTION TO OPERATIONS RESEARCH, Seventh. 2001.*
- [11] *F. J. Blancas, R. Caballero, M. González, M. Lozano-Oyola, and F. Pérez, "Goal programming synthetic indicators: An application for sustainable tourism in Andalusian coastal counties," 2010.*
- [12] *F. S. Fajardo, F. Molina, F. Lucio, and R. Cortés, "Álgebra lineal y programación lineal."*

- [13] H. A. Taha, *Investigacion de operaciones, vol. 9a. Pearson Educacion, 2012.*
- [14] H. A. TAHA, *Investigación de Operaciones, 9a. 2012.*
- [15] H. Zheng, Q. Yin, X. Li, and X. Jie, "Construction of Evaluation Index System for the Ecological Civilization in Rural Tourism Destinations," in *Advances in Intelligent Systems and Computing, 2021, vol. 1191 AISC, pp. 200–214.*
- [16] J. C. Pomerol and S. Barba Romero, *DETERMINING THE OPTIMAL INVESTMENT POLICY FOR THE TOURISM SECTOR OF A DEVELOPING COUNTRY* *, no. 4. 1997.
- [17] J.-C. Pomerol and S. Barba-Romero, *Multicriterion Decision in Management, vol. 25. Boston, MA: Springer US, 2000.*
- [18] J. J. Bernal García, E. Hontoria Hernández, and D. Aleksovski, "El problema del viajante de comercio: Búsqueda de soluciones y herramientas asequibles," *Recta, vol. 16, no. 2, pp. 117–133, 2015.*
- [19] J. M. Espinet, A. Gassiot-Melian, and R. Rigall-I-Torrent, "An analysis of price segmentation in the cruise industry," *J. Revenue Pricing Manag., vol. 19, no. 3, pp. 162–189, 2020.*
- [20] J. María and M. Jiménez, "EL PROCESO ANALÍTICO JERÁRQUICO (AHP). FUNDAMENTOS, METODOLOGÍA Y APLICACIONES."
- [21] J. Tonny and P. Wulan, "Determining priority infrastructure provision for supporting agrotourism development using AHP method," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2020, vol. 830, no. 2.*
- [22] J. Zhang, "Weighing and realizing the environmental, economic and social goals of tourism development using an analytic network process-goal programming approach," *J. Clean. Prod., vol. 127, pp. 262–273, Jul. 2016.*
- [23] L. A. Rincón Abril, *Investigación de operaciones para ingenirías y adminsitación de empresas. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira, 2001.*
- [24] M. A. Greco, "SOLVER como suplemento do Excel," *Rev. Diss., vol. 1, no. 26 e 27, pp. 33–42, Jun. 2017.*
- [25] M. Jesús and J. Jesúsálvarez Rodríguez, "Programación por Metas Goal Programming."
- [26] MinCIT, "Avanza estrategia para la reactivación del turismo en Colombia — MINCIT - Ministerio de Comercio, Industria y Turismo." [Online]. Available: <https://www.mincit.gov.co/prensa/noticias/turismo/estrategia-para-reactivar-el-turismo-en-colombia>. [Accessed: 07-Jun-2020].

- [27] *MinCIT*, “*Informes de Turismo, Estadísticas e Informes, Ajuste cifra de visitantes extranjeros.*”.
- [28] *MinCIT*, “*Informes de Turismo, Estadísticas e Informes, Ajuste cifra de visitantes extranjeros,*” 2019.
- [29] *MinCIT*, “*MinCIT - Citur — Home.*” [Online]. Available: <http://www.citur.gov.co/>. [Accessed: 23-May-2020].
- [30] *O. Shcherbina and E. Shembeleva*, “*Modeling recreational systems using optimization techniques and information technologies,*” *Ann. Oper. Res.*, vol. 221, no. 1, pp. 309–329, Sep. 2014.
- [31] *ONU*, “*Recomendaciones para la reapertura al turismo tras restricciones por el coronavirus — Noticias ONU.*” [Online]. Available: <https://news.un.org/es/story/2020/05/1475232>. [Accessed: 07-Jun-2020].
- [32] *P. Vansteenwegen*, “*The Mobile Tourist Guide: An OR Opportunity,*” *OR Insight*, vol. 20, pp. 21–27, Jul. 2007.
- [33] *PROCOLOMBIA*, “*Soy empresario de turismo — Colombia sigue adelante,*” 2020. [Online]. Available: <http://colombiasigueadelante.mincit.gov.co/ejes/turismo>. [Accessed: 07-Jun-2020].
- [34] *S. Božić, M. D. Vujičić, J. Kennell, S. Besermenji, and M. Solarević*, “*Sun, sea and shrines: Application of analytic hierarchy process (AHP) to assess the attractiveness of six cultural heritage sites in Phuket (Thailand),*” *Geogr. Pannonica*, vol. 22, no. 2, pp. 121–137, Jun. 2018.
- [35] *Soporte de Microsoft*, “*Definir y resolver un problema con Solver - Soporte de Office.*” [Online]. Available: <https://support.microsoft.com/es-es/office/definir-y-resolver-un-problema-con-solver-5d1a388f-079d-43ac-a7eb-f63e45925040>. [Accessed: 06-Nov-2020].
- [36] *T. V. Charles E. Gearing, William W. Swart*, “*DETERMINING THE OPTIMAL INVESTMENT POLICY FOR THE TOURISM SECTOR OF A DEVELOPING COUNTRY**,” 1973.
- [37] *UNWTO*, “*APOYO AL EMPLEO Y A LA ECONOMÍA A TRAVÉS DE LOS VIAJES Y EL TURISMO Llamamiento a la acción para mitigar el impacto socioeconómico de la COVID-19 y acelerar la recuperación.*”.
- [38] *UNWTO*, “*Covid-19: Ante todo, las personas — OMT.*” [Online]. Available: <https://www.unwto.org/es/turismo-covid-19>. [Accessed: 25-May-2020].

- [39] UNWTO, “Turismo internacional y covid-19 — OMT,” 2020. [Online]. Available: <https://www.unwto.org/international-tourism-and-covid-19>. [Accessed: 25-May-2020].
- [40] X. Wang, X. Chen, C. Durugbo, and Z. Cai, “Manage risk of sustainable product–service systems: a case-based operations research approach,” *Ann. Oper. Res.*, vol. 291, no. 1, pp. 897–920, Aug. 2018.
- [41] Y. Wang, “Rural Tourism Resource Evaluation Based on Computer Analytic Hierarchy Process,” in *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, vol. 1574, no. 1.
- [42] Y. Xing, S. Li, J. Liao, Z. Wang, and B. Wu, “Suitability evaluation of rural tourism based on AHP and fuzzy evaluation method,” in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2019, vol. 267, no. 3.
- [43] Y. Y. Sun, P. C. Lin, and J. Higham, “Managing tourism emissions through optimizing the tourism demand mix: Concept and analysis,” *Tour. Manag.*, vol. 81, Dec. 2020.
- [44] “LA FLORESTA - Alcaldía Municipal de Villamaría en Caldas.” [Online]. Available: <http://www.villamaria-caldas.gov.co/tema/municipio/atractivos-turisticos>. [Accessed: 01-May-2020].
- [45] “PCC - Paisaje Cultural Cafetero.” [Online]. Available: <http://paisajeculturalcafetero.org.co/>. [Accessed: 24-Jul-2019].
- [46] “Sobre Villamaría - Alcaldía Municipal de Villamaría en Caldas.” [Online]. Available: <http://www.villamaria-caldas.gov.co/tema/turismo/sobre-villamaria>. [Accessed: 01-May-2020].
- [47] “Starlight Fundación.” [Online]. Available: <https://www.fundacionstarlight.org/>. [Accessed: 24-Jul-2019].
- [48] “Turismo de bienestar - Colombia Productiva.” [Online]. Available: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-sectores/servicios/turismo-bienestar>. [Accessed: 24-Jul-2019].
- [49] “Turismo de naturaleza - Colombia Productiva.” [Online]. Available: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-sectores/servicios/turismo-naturaleza>. [Accessed: 24-Jul-2019].
- [50] UNWTO, “Definición Turismo Sostenible — Organización Mundial del Turismo OMT,” *Organización Mundial del Turismo OMT*, 2007. [Online]. Available: <http://www2.unwto.org/es/content/por-que-el-turismo>., 2007.