



Universidad de Matanzas
Facultad de Ingeniería Industrial
Departamento de Ingeniería Industrial

Trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial

**PROCEDIMIENTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN ÍNDICE SINTÉTICO
PARA EVALUAR LA CALIDAD EN PLAYAS TURÍSTICAS**

Autor: Ahilén Pérez López.

Tutores: Dr.C. Liz Pérez Martínez

Ing. Geidy Arencibia Franquiz

Matanzas, 2023

Declaración de autoridad

Hago constar que el trabajo titulado: Procedimiento para la implementación de un índice sintético para evaluar la calidad en playas turísticas, fue realizado como parte de la culminación de los estudios, en opción al título de Ingeniero Industrial, por la autora Ahilén Pérez López, autorizando a la Universidad de Matanzas y a los organismos pertinentes a que sea utilizado por las instituciones para los fines que estime conveniente, tanto de forma parcial como total y que además no podrá ser presentado en eventos ni publicado sin la aprobación de la Universidad de Matanzas.

Páguese la deuda ecológica y no la deuda externa....

Cesen los egoísmos, cesen los hegemonismos, cese la insensibilidad, la irresponsabilidad y el engaño. Mañana será demasiado tarde para hacer lo que debimos haber hecho hace mucho tiempo.

Fidel Castro Ruz

Cumbre de Río, 1992

Agradecimientos

La culminación de este trabajo de diploma en opción al título de Ingeniero Industrial constituye el cierre de mi período de formación profesional, al mismo tiempo es el inicio de nuevas pautas para mi vida como profesional y como ese ser humano que se supera y va más allá de sus metas. Es una etapa que culmina hoy y me hace pensar, que no hubiese llegado hasta aquí sin el apoyo de personas a las que les dedico mi investigación y les doy mis más sinceros agradecimientos.

A mis padres, que más que el motor impulsor, son mi ejemplo de superación, de esfuerzo, de sacrificio, de sudor, de ver resultados cuando son puramente tuyos. A ellos les agradezco por enseñarme mucho de lo que se y la persona que soy hoy. Gracias.

Especial agradecimiento a mis tutoras: a Liz Pérez, que desde que me conoció me trata de una forma cariñosa y más allá de su guía en mi investigación, confió en mi a pesar lo complicada que soy. A Geidy Arencibia, porque desde que puse un pie en la Universidad de Matanzas no se ha apartado ni un instante y es la preocupación y el apoyo que toda persona desearía nunca alejar. A ustedes les agradezco, por su entrega, por su esfuerzo, por su tiempo, por su dedicación y por no tirar la toalla. Gracias.

A mi hermana por quererme y por tanto estrés en estos cuatro años que ha tenido que soportar y a mi sobrina por sacarme sonrisas desde que inicié este camino. Gracias.

A mi amiga de toda la vida Nilaisys Alvarez, a Yonathan Estrada y a Rey Adrian Fraguela, les agradezco por volverlos locos, por soportarme todo este tiempo, por no juzgarme jamás por mis decisiones y porque la distancia nunca ha sido impedimento para alarme las orejas a veces y quererme tanto. Gracias.

A Alexander, Elías, José Carlos, Yaremy, Irialys, Yiliene porque son mis compañeros de Universidad, de investigaciones, de estudio, de chisme, de fiesta, de problemas y soluciones, los que estuvieron siempre conmigo en estos cuatro años sin parpadear. Gracias.

A mis profesores, compañeros y amigos de la Universidad de Matanzas especialmente a los profesores de la Facultad de Ingeniería Industrial de los cuales tuve el placer de recibir sus clases. Gracias.

Muchas gracias a todos los que en algún momento se reocuparon por mis estudios por mi tesis, a los que estaban y no están y a los que estarán siempre. Muchas gracias.

Resumen

La playa turística en sí misma es un ecosistema que presenta variados servicios ambientales al ser humano, entre los cuales se destaca su funcionamiento como lugar de esparcimiento y recreación. Se requiere de una calidad ambiental óptima para evitar la reducción o extinción de los servicios ambientales que en esta se encuentran, a la vez que se pueden afectar necesidades humanas tan importantes como la subsistencia. El objetivo de esta investigación es construir un indicador sintético ambiental en playas turísticas para una mejor toma de decisiones. La investigación se realizó en la playa turística del “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero”. Se emplearon métodos teóricos y empíricos entre los que se encuentran: análisis y síntesis de la información, análisis histórico - lógico, la consulta a expertos y el análisis estadísticos mediante técnicas de minería de datos e inteligencia artificial. Se obtuvo como resultado un Indicador Sintético Ambiental en Playas Turísticas, con un procedimiento general y específico que permiten determinar el estado de la calidad ambiental en playas turísticas, diagnóstico, evaluación y propuestas de mejoras al funcionamiento de las variables analizadas. La consistencia lógica del procedimiento para la construcción del indicador se comprobó mediante el uso de redes de Petri y su pertinencia y utilidad con la evaluación del Índice de Iadov. Se aplicaron test de validación del procedimiento y se realizó una simulación que permitió, comprobar la factibilidad de su implementación como contribución a la calidad ambiental en playas turísticas y estructurar de forma lógica un grupo de herramientas para su evaluación.

Palabras claves: calidad ambiental; indicadores ambientales; playa turística; minería de datos.

Abstract

The tourist beach itself is an ecosystem that presents various environmental services to humans, among which its functioning as a place of recreation and recreation stands out. Optimal environmental quality is required to avoid the reduction or extinction of the environmental services found therein, while at the same time human needs as important as subsistence can be affected. The objective of this research is to build a synthetic environmental indicator on tourist beaches for better decision making. The investigation was carried out on the tourist beach of the “Iberostar Selection Bella Vista Varadero Hotel”. Theoretical and empirical methods were used, including: analysis and synthesis of information, historical-logical analysis, consultation with experts and statistical analysis using data mining and artificial intelligence techniques. The Environmental Synthetic Indicator in Touristic Beaches was obtained as a result, with a general and specific procedure that allows determining the state of environmental quality in tourist beaches, dignity, evaluation and proposals for improvements to the functioning of the analyzed variables. The logical consistency of the methodological instrument was verified through the use of Petri nets and its relevance and usefulness with the evaluation of the ladov Index. Procedure validation tests were applied and a simulation was carried out that allowed us to verify the feasibility of its implementation as a contribution to environmental quality on tourist beaches and to logically structure a group of tools for its evaluation.

Keywords: environmental quality; environmental indicators; tourist beach, data mining.

Índice

Introducción	1
Capítulo I. Marco teórico referencial	6
1.1. Calidad	6
1.1.1. Calidad ambiental.....	7
1.1.2. Calidad ambiental en playas turísticas	8
1.2. Control ambiental: Indicador o índices sintéticos.....	13
1.2.1. Indicadores ambientales	15
1.2.2. Índices sintéticos ambientales.....	17
1.2.3. Índices sintéticos ambientales en playas turísticas	19
1.3. Inteligencia artificial: aplicación a la construcción de índices sintéticos	23
1.3.1. Minería de datos.....	24
1.3.2. Datos ambientales.....	26
Conclusiones parciales.....	28
Capítulo II: Indicador sintético ambiental	29
2.1. Concepción teórica del indicador sintético ambiental en playas turísticas	29
2.1.1 Descripción del procedimiento	30
2.2. Procedimiento general para la implementación del procedimiento.....	30
2.2.1. Premisas para la aplicación del procedimiento	30
2.2.2 Descripción del procedimiento general	31
2.3. Procedimientos específicos del proceso.....	33
2.3.1. Procedimiento para la recopilación de datos de la calidad ambiental en playas turísticas.....	33
2.3.2. Procedimiento para la construcción del ISAPT	37
2.3.3. Procedimiento para el pronóstico del comportamiento del ISAPT.....	44
2.4. Validación teórica del procedimiento general	49

2.4.1. Análisis de la consistencia lógica del procedimiento con el uso de las redes de Petri.....	49
2.5 Conclusiones parciales.....	52
Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la construcción del índice sintético ambiental	53
3.1. Caracterización del área objeto de estudio	53
3.2. Comprobación de las premisas	56
3.3 Resultados de la implementación del procedimiento general para la determinación del ISAPT	57
Fase 1. Preparación para la implementación	57
Fase 2. Calidad ambiental en playas turísticas	61
Fase 3. Implementación del procedimiento de calidad ambiental en playas turísticas	67
Conclusiones parciales.....	70
Conclusiones	71
Recomendaciones	72
Referencias bibliográficas.....	1
Anexos.....	1
Anexo 1. Consideraciones de la Calidad Ambiental en Playas Turísticas.....	1
Anexo 2. Aplicaciones de los Índices Sintéticos en diversos sectores y áreas	2
Anexo 3. Vínculos y publicaciones de las principales iniciativas de indicadores ambientales.	7
Anexo 4. Modelo de Calidad Ambiental en Playas Turísticas mediante el ISAPT.....	17
Anexo 5. Procedimiento general para la implementación del modelo	18
Anexo 6. Procedimiento para la recopilación de datos de la calidad ambiental en playas turísticas	19
Anexo 7. Ficha de presentación del indicador	20
Anexo 8. Procedimiento para la construcción del ISAPT	21
Anexo 9. Modelación del procedimiento mediante redes de Petri.....	22

Anexo 10. Desarrollo de la técnica de ladov	1
Anexo 11. Encuesta del ISAPT	2
Anexo 12. Análisis estadístico básico.....	3
Anexo 13. Condiciones ambientales molestas en la playa.....	4
Anexo 14. Importancia calificación ambiental en playas	5
Anexo 15. Parámetros importantes para la salud humana.....	6
Fuente: elaboración propia.....	6
Anexo 16. Parámetros importantes para el medio natural.....	7
Anexo 17. Indicadores del ISAPT.....	8
Anexo 18. Datos normalizados con estructura data frame (primeras 20 obseravciones).....	9
Anexo 19. Pasos a seguir para la aplicación del PCA a la construcción del ISAPT	10
Anexo 20. Gráfico del árbol de decisión generado.....	39
Anexo 21. Variables estandarizadas	1
Anexo 22. Pruebas empleadas.....	2
Anexo 23. Correlaciones entre las variables de los indicadores	3
Anexo 24. Escala Hedónica	4
Anexo 25. Evaluación del ISAPT en la playa turística del “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero”.....	5
Anexo 26. Muestra de los datos (ejemplo para un año específico).....	6
Anexo 27. Gráfico de secuencia.....	7
Anexo 28. Resultados de pruebas estadísticas en la serie original.....	8
Anexo 29. Resultados de pruebas estadísticas en la serie transformada	9
Anexo 30. Gráfico de secuencia de la serie transformada	10
Anexo 31. Resultados de la prueba estadística a los modelos.....	11
Anexo 32. Resultados de AIC en los modelos ARIMA	12
Anexo 33. Predicciones para el año 2023 por variables (indicadores).....	13

Anexo 34. Pronóstico de comportamiento del ISAPT en la playa turística del “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero” 14

Anexo 35. Vista web del Observatorio Ambiental Costatenas..... 15

Anexo 36. Flujo de la información en el OBSAM-Costatenas 16

Introducción

El desarrollo tecnológico, económico y social, y la conservación y utilización racional de los recursos naturales ofrece un reto a la humanidad, en un mundo donde han ocurrido cambios drásticos y dramáticos en los ámbitos demográfico, económico y ecológico que han llevado a las naciones y a la comunidad internacional a la adopción de medidas globales, regionales y nacionales para prevenir, atenuar y controlar estos impactos y desequilibrios (ONEI., 2021). Esto se debió a que a mediados del siglo XX surge la preocupación por los problemas medioambientales, como consecuencia de la contaminación provocada por el desarrollo industrial (Pearce D, 1995).

La Conferencia de la Organización de Naciones Unidas sobre el Medio Humano ocurrida en junio de 1972, fue la primera conferencia sobre cuestiones relativas al medio ambiente (Nations, 1973). En la conferencia de las Naciones Unidas llamada Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro en 1992, se inicia una etapa de mayor cultura y gestión ambiental. El logro más trascendental alcanzado radicó en que se creó un aumento de la conciencia acerca de los problemas ambientales y de los vínculos entre medioambiente, economía y la sociedad (Pérez Martínez, L. & Hernández-Carrión, R. , 2019).

La Organización Internacional de Normalización (ISO) unió a sus líneas la serie de normas ISO 14000 incluida la Norma ISO 14001 que expresa cómo establecer un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo (Hewitt, 1999). En septiembre de 2015 se publica la última versión de esta norma, con un enfoque hacia una gestión ambiental estratégica, el liderazgo como factor de éxito y la actitud proactiva en la protección del medioambiente (Pérez Martínez, 2022).

Una de las principales discusiones ambientales referidas al futuro del planeta ronda en torno al incremento de la población y a la presión que esta puede generar sobre el subsistema natural ya que la población mundial se concentra predominantemente en las ciudades y la mayor parte de las grandes urbes del mundo se encuentran en zonas litorales (Del Río, 2016).

Particularmente, los destinos litorales tienen dinámicas urbanas y espaciales diferentes, con patrones de consumo que presentan incrementos estacionales y que generan costos económicos, sociales y ambientales significativos, que ponen en riesgo tanto los atributos propios del lugar como la calidad ambiental del destino en general (Maffioni, 2019).

INTRODUCCIÓN

El turismo es una industria global que involucra a cientos de millones de personas en viajes nacionales e internacionales cada año. La Organización Mundial del Turismo (OMT) estimó que hubo 1466 millones de viajeros internacionales en 2019, con un crecimiento de un 5 % frente a los 10 años previstos (OMT, 2021). A finales de julio del 2023, la llegada de turistas internacionales alcanzó el 84 % de los niveles previos a la pandemia, América recuperó el 87 % de los visitantes con respecto a las cifras alcanzada años anteriores a la pandemia (Turismo., 2021).

En la actualidad muchos destinos de sol y playa promueven iniciativas que apuntan a la reestructuración del espacio turístico y que insertan criterios de sustentabilidad en la gestión ambiental en la administración turística de los destinos (Antón Clavé, 2004).

En el caso de Cuba, el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social (PNDES) hasta 2030, se enfatiza en el eje estratégico número cinco: recursos naturales y medio ambiente, donde se definen los objetivos generales siguientes: garantizar la protección y el uso racional de los recursos naturales, la conservación de los ecosistemas, y el cuidado del medio ambiente y del patrimonio natural de la nación en beneficio de la sociedad, elevar la calidad ambiental y disminuir la vulnerabilidad del país ante los efectos del cambio climático mediante la ejecución gradual del Plan de Estado para el enfrentamiento a este, conocido como Tarea Vida (Pérez Martínez, 2022).

En el turismo, particularmente, los sistemas de indicadores ambientales constituyen una herramienta para la evaluación y control de las relaciones existentes con el medio ambiente, para la fijación precisa y fundamentada de objetivos de sustentabilidad y para la evaluación de políticas orientadas a este fin (Rivas García, 2007). Según el Informe de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas, son visibles los esfuerzos que se realizan para diseñar e implementar indicadores e índices que permitan medir y monitorear variables ambientales y su relación con los aspectos sociales y económicos del desarrollo sustentable (CEPAL, 2017).

Las iniciativas de indicadores ambientales revisadas no son propuestas integradas o coordinadas, sino para responden a temas específicos (indicadores de agua dulce, de biodiversidad, de desertificación, entre otros), y generalmente de escala local. Indicadores de nivel regional requieren la atención de temas de agregación, armonización y regionalización

de los datos que alimentan los indicadores (Pérez Martínez, L. & Hernández-Carrión, R. , 2019)

Sobre esta base, los sistemas de indicadores poseen el potencial de constituir importantes herramientas en la comunicación de la información científica y técnica. Esto se sintetiza en un monitoreo permanente de las variables y sistemas ambientales, en aras de una evaluación de la sostenibilidad ambiental, a través de la selección de un conjunto de parámetros especialmente diseñados para obtener información específica (Pérez Martínez, L. & Rivero Muñiz, O. , 2017).

Son numerosas las ocasiones en que está latente la ocurrencia de problemas relacionados con la obtención de resultados estadísticamente significativos, derivados del empleo inapropiado de técnicas estadísticas y econométricas, además de la recurrente ausencia de datos o en otros casos, la duplicidad de los mismos. Luego, se está en presencia de modelos econométricos muy útiles, desde el punto de vista de las relaciones de causalidad que describen, pero que pierden su fuerza al mostrar resultados pobres en sus parámetros estadísticos formales o al utilizarse para plazos largos, cuestión no concebida para algunos de estos modelos. Es en este sentido, que los modelos de clasificación y pronóstico basados en minería de datos son apropiados para tratar problemas que tienen evidentes relaciones no lineales a largo plazo y donde se requieren pronósticos con un elevado nivel de fiabilidad formal (bondad del ajuste) y confiabilidad (apropiada selección de variables a relacionar) (Pérez Martínez, L., Naranjo-Rey, M. A., Santos-Pérez, O., Cabrera-Hernández, J. A., & Nogueira-Rivera, D., 2021).

A medida que crece la preocupación por mejorar la gestión y calidad del medioambiente, las organizaciones, fijan su atención en los impactos ambientales de sus actividades, productos y servicios, así como la repercusión en todas las partes interesadas, por lo que requiere del compromiso de la organización con un enfoque de control sistemático y de mejora continua de la gestión ambiental, cuyos resultados en el desempeño se evalúan a través de indicadores de carácter cuantitativo y cualitativo, los cuales son muy útiles ya que se podrían combinar características o cualidades significativas para obtener índices numéricos que constituyan una base útil para la toma de decisiones (Vilariño Corella, 2012).

En consecuencia, se formula como **problema científico** necesidad de evaluar la calidad ambiental en playas turísticas.

Para dar solución al problema científico, se establecen los siguientes objetivos:

Objetivo General:

Proponer un procedimiento para la implementación de un índice sintético para evaluar la calidad ambiental en playas turísticas.

Objetivos Específicos:

1. Realizar el marco teórico - referencial de la investigación sobre la base del análisis de los fundamentos de calidad de playas turísticas e índices sintéticos ambientales.
2. Diseñar el procedimiento a implementar para evaluar la calidad ambiental en playas turísticas.
3. Implementar el procedimiento para evaluar la calidad ambiental en playas turísticas.

En el desarrollo de esta investigación se utilizaron métodos teóricos y empíricos, los cuales son los siguientes:

Métodos teóricos: análisis y síntesis de la información, a partir de la revisión de la literatura referente a las temáticas que se abordan; análisis histórico – lógico y otros procesos mentales inherentes a la investigación científica.

Métodos empíricos: instrumentos de búsqueda de información científico-técnica y su ordenamiento (gestor bibliográfico EndNote®), la consulta a expertos (entrevistas y encuestas), análisis estadísticos mediante técnicas de minería de datos (software RStudio) y de inteligencia artificial (*machine learning*), que basadas en algoritmos buscan el aprendizaje dentro de grandes conjuntos de datos.

La presente investigación queda estructurada de la siguiente forma:

- Introducción: se fundamenta el problema científico, los objetivos, la metodología empleada, los aportes y los principales resultados obtenidos.
- Capítulo 1: se analizan los referentes teóricos relacionados con la calidad de playas turísticas e índices sintéticos ambientales, así como la construcción de este último.
- Capítulo 2: se describe el procedimiento general y los específicos que conforman el índice sintético ambiental, así como las herramientas empleadas para la solución al problema científico planteado.

- Capítulo 3: se muestran los resultados de la implementación del procedimiento para la construcción del índice sintético ambiental y su aplicación.
- Conclusiones y recomendaciones derivadas de la investigación, la bibliografía consultada, así como anexos para una mejor comprensión de los resultados obtenidos.

La investigación incluye el estudio de un total de 179 obras. El 51.95 % (93) pertenecen a los últimos 5 años; el 28.49 % (51) a los últimos diez años. El 35.84 % (62) se encuentra en idioma extranjero y son referenciadas el 11.73 % de tesis de doctorado (21).

Capítulo I. Marco teórico referencial

Como resultado de los estudios y análisis realizados durante el desarrollo de la presente investigación, se plantea el hilo conductor y la estructura del marco teórico – referencial, a partir del problema científico a resolver y sintetizado en la introducción de este documento. En el hilo conductor (Figura 1.1.) para construir el marco teórico-referencial de la investigación, se consideran aspectos tales como:

- La calidad ambiental y la calidad de playas turísticas a nivel nacional e internacional, conceptualización y contextualización en Cuba.
- Indicadores e índices sintéticos ambientales para un mejor control ambiental en playas turísticas.
- Métodos y procedimientos para la construcción de índices sintéticos.

Figura 1.1.



Fuente: elaboración propia.

1.1. Calidad

El concepto de calidad puede tener varios significados dependiendo de la óptica que se analice de manera general, hace referencia a una filosofía de trabajo e incluso un estilo de vida a nivel empresarial que permite conducir a la organización por el camino hacia la excelencia (López, 2005). Según la (Normalización, 2008), la adopción de un sistema de

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

gestión de la calidad (SGC) es una decisión estratégica para una organización que le puede ayudar a mejorar su desempeño global y proporcionar una base sólida para las iniciativas de desarrollo sostenible.

El concepto de calidad se basa en las diferencias entre la percepción y las expectativas. Según Zeithaml et al., (1993), al citarse por (Roig i Munar F. X., 2006), las diferencias se centran en la concordancia entre lo que esperan los usuarios y lo que experimentan; esta relación muchas veces es producto de la publicidad la cual no es realista con el espacio. (Yepes, 1999), define la calidad como la “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie. Este término comprende según (Cortés, 2017), la implantación de un conjunto de acciones planificadas y sistemáticas que son necesarias para proporcionar la confianza adecuada al consumidor de que un producto o servicio cumple los requisitos dados sobre la calidad. (Sánchez, 2017), señala que, la familia de las normas ISO 9000:2015 ha sido desarrollada partiendo de los principios de gestión de la calidad. (Cortés, 2017), asegura que los principios de gestión de la calidad, permiten a las instituciones contar con un conjunto de claves para instaurar una cultura de calidad acorde a lo señalado en las normas ISO 9000.

La calidad comprende un recurso estratégico sumamente valorado por la gerencia. Se deben asumir mayores retos y desarrollar estrategias que persigan la creación de ventajas competitivas e implementación de procesos que según (Becerra, 2019), deben ser sistémicos, con una perspectiva estratégica y cimentada en modelos y sistemas de gestión empresarial enfocados en la mejora continua. Según (Hernández, 2018), las organizaciones establecen los estándares que deben cumplir un producto o servicio para que sea concebido y reconocido con esta denominación basándose en el sondeo y estudio de preferencias que tienen los clientes y el mercado en general.

1.1.1. Calidad ambiental

Calidad ambiental es el grado en que el estado actual o previsible de los componentes básicos del ambiente, permiten que éste desempeñe adecuadamente sus funciones de sistema que rige y condiciona las posibilidades de vida en la tierra (ECOLYMA., 2023).

Los seres humanos tienen costumbres muy marcadas, tanto así, que no distingue los escenarios donde interactúa con el medio ambiente. Según el criterio de autores como

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

(Roca, 2009), la percepción del público, las necesidades y preferencias con cuanto a la calidad del medio ambiente debe ser considerada como parte de la evaluación, con el objetivo de recolectar información confiable, teniendo la opinión de los actores en el entorno estudiado, realizar una integración desde el ámbito social apoyado a su vez con bases científicas.

En las últimas décadas la ocupación de las playas por parte del hombre ha ido en un fugaz incremento y sin ningún tipo de restricciones, lo cual hace que se produzca una "turistificación", lo que se traduce en aumento acelerado de la explotación turística en las costas. Estos cambios acelerados han modificado gran parte de los factores físicos, como el paisaje, también los factores naturales y culturales. Estas actuaciones han degradado el sistema costero y han obligado al litoral a una permanente regeneración artificial. Acciones que implican cambios morfológicos que influyen en el equilibrio natural y la pérdida de la calidad ambiental del sistema (Roig i Munar F. X., 2006).

1.1.2. Calidad ambiental en playas turísticas

La calidad ambiental en las playas se ha visto alterada por los diferentes hábitos de los usuarios, ya que de una forma u otra éstos afectan directa o indirectamente el entorno. Desde hace dos décadas se ha evidenciado un aumento en cuanto al estudio ambiental en playas turísticas en Latinoamérica, debido al aumento del turismo en esta región. El (Anexo 1) representa los enfoques que guardan mayor relación con la concepción de la calidad ambiental en playas turísticas encontradas en 53 artículos.

Los referentes más importantes encontrados se relacionan con la descripción de las características naturales, así como a las consideraciones relacionadas con la contaminación en las playas por cuenta de las actividades recreativas o naturales. Le siguen en importancia el calificativo genérico de calidad en playas, relacionado con la evaluación del bienestar percibido por los usuarios en términos de condiciones estéticas de higiene y limpieza. En tercer lugar se encuentran las referencias al grado de seguridad física que experimentan los usuarios asociados a los riesgos que suponen el agua y la arena de la playa para la salud humana. En orden de importancia continúan las medidas de manejo, que concede importancia a las condiciones del entorno para la formulación de propuestas, seguido por las denominaciones de salud ambiental o salud del ecosistema que se mencionan en los

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

artículo, y por último está el enfoque relacionado con los usos que asumen las playas en función de su aptitud y las necesidades de desarrollo económico de la sociedad.

Uno de los enfoque predominantes en la concepción de la calidad ambiental en playas está relacionado con el grado de seguridad física que supone para los usuarios este espacio natural, medido en función a los riesgos que tienen el agua o la arena de la playa para la salud humana (Mansilha, 2009). Debido a que muchas de las actividades de esparcimiento asociadas al turismo de sol y playa implican el contacto directo con los elementos del entorno, el agua y la arena de las playas se han investigado de forma aislada y detallada, asociándolo a la calidad ambiental (Phillips, 2011).

Las iniciativas de gestión y manejo costero, no son específicas para determinar la calidad ambiental, aunque si favorecen el buen estado natural de las playas (MacLachlan, 2013). La calidad ambiental puede mejorarse sustancialmente con la implementación de buenas estrategias de manejo, toda vez que se cuente con criterios para identificar las características naturales del sistema (Schalecher, 2014).

La Calidad Ambiental de Playas Turísticas, se puede definir como el estado que presenta en un momento dado el sistema socio-natural que caracteriza a las playas turísticas en relación con su funcionamiento como ecosistema y satisfactor de necesidades humanas, entre ellas la subsistencia, el ocio y la identidad. En este sentido, y para complementar la definición, se considera que hay una buena calidad ambiental en las playas cuando el sistema natural puede mantener su estructura y funcionamiento y a su vez sostener la(s) actividad(es) humana(s) que en él se realizan (Botero, 2013).

Procederes, metodologías, modelos e instrumentos para la construcción de un índice ambiental en playas turísticas

A continuación se evidencian estudios realizados referentes al tema en cuestión: diseño de un índice integral (vip) para evaluar playas recreativas (Cervantes Rosas, 2008); selección y propuesta de parámetros para la determinación de la calidad ambiental en playas turísticas del caribe colombiano (Hurtado García, 2009); análisis de la percepción y los hábitos ambientales de los usuarios, según su procedencia y el tipo de playa, en los departamentos del caribe norte colombiano (Palacio Melo, 2013); calibración del parámetro seguridad en las playas del caribe norte colombiano como parte del indicador calidad ambiental recreativa del modelo ICAPTU (Sierra Carrillo, 2014); indicador de calidad ambiental recreativa (ICAR)

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

(Botero Saltaren, 2020); índice de calidad ambiental en playas turísticas (Pereira Pomárico, 2015); calibración del parámetro ruido para su medición en las playas del caribe norte colombiano como parte del indicador de calidad ambiental recreativa contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (Calderón Gutierrez, 2018); calibración del parámetro residuos sólidos para su medición en las playas del caribe norte colombiano como parte del indicador de calidad ambiental recreativa contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas (Montero Angarita, 2018); propuesta de un modelo para medir la calidad ambiental en playas turísticas (Botero Saltaren, 2020); computación con palabras en la evaluación del diseño como instrumento de la gestión ambiental (Renté Labrada, 2021); con especial énfasis en la inequidad de la calidad y cantidad de información manejada en los informes.

Marco legal regulatorio de la calidad ambiental en playas turísticas

En septiembre de 1996, se publica la Norma Internacional ISO 14001, Sistemas de Gestión Medioambiental Requisitos y guía de utilización, con el fin de crear el marco que regule la certificación de los sistemas de gestión medioambiental a nivel internacional, y evitar las diferencias que pudieran surgir de la aplicación de dichas normas en los diferentes países (Rey, 2008). Cuba se rige y aplica las normas ISO 14 001: Sistemas de gestión medioambiental: especificaciones y guías de uso estándar internacional de gestión medioambiental, la cual, en su última versión del 2015 incluye en su Política Ambiental el tema de Adaptación y Mitigación del Cambio Climático y sus riesgos asociados, como unos de los compromisos específicos de protección del medio ambiente, y también la ISO 14004: Sistemas de gestión medioambiental. Directrices generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo.

La primera ley marco ambiental cubana, fue la Ley 33/1981, de protección del medioambiente y del uso racional de los recursos naturales. Utiliza un concepto más amplio de medioambiente, al exponer que es el sistema de elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos, con los que interactúa el hombre, a la vez que se adapta al mismo, lo transforma y lo utiliza para satisfacer sus necesidades, que pueden ser económicas, sociales o culturales (Antúnez Sánchez, 2019). Bajo el amparo de esta Ley, se promulgó el Decreto Ley 67/1983, que le asigna a la Academia de Ciencias de Cuba la función de dirigir el

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Sistema Nacional de Protección del medioambiente y del uso racional de los recursos naturales.

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, CITMA, surge el 21 de abril de 1994, con la promulgación del decreto Ley No. 147 con la misión de dirigir, ejecutar y controlar la política del Estado y del Gobierno en materia de ciencia, tecnología y medio ambiente; y en 1997 la Ley 81, en donde se desarrollan los instrumentos de las políticas y la gestión ambiental; reafirmando una vez más el compromiso implacable y constante de la revolución por mantener un desarrollo sostenible. Seguidamente surgen un grupo de leyes referentes a la protección del entorno las cuales se evidencian a continuación:

- Decreto Ley 200/1999, sobre contravenciones en materia de Medioambiente, que agrupa contravenciones según la esfera de protección, como las relacionadas con el proceso de evaluación de impacto ambiental, áreas protegidas, desastres naturales, ruidos y vibraciones, atmósfera y desechos peligrosos (Estado., 1999).
- Decreto Ley 212/2000, de gestión de la zona costera. Este define la zona costera y su zona de protección, establece sus límites según el tipo de costa, regula el uso de la misma, las instalaciones permitidas y las correspondientes prohibiciones, entre otros aspectos (Rey S., 2008).
- NC 133: 2002 Residuos sólidos urbanos. Almacenamiento, recolección y Traspotación. Requisitos higiénicos sanitarios y ambientales (esta norma incluye también lo que resulta de la limpieza de calles y áreas públicas) (Díaz B., 2019).
- Reconocimiento Ambiental Nacional, mediante la Resolución 135/2004, la misma plantea entre sus objetivos fundamentales, incentivar la mejora continua del desempeño productivo y ambiental de las entidades involucradas, así como la solución de los principales problemas ambientales que estas generan, así como promover el cumplimiento de la legislación ambiental y las normas técnicas vigentes (Reyes-Chapman, 2019).
- Resolución 103/2008 Reglamento de la Inspección Estatal de la Actividad Reguladora Ambiental, del Citma (Ministerio de Ciencia, 2008)
- Estrategia Ambiental Nacional, 2016-2020, documento rector de la política ambiental, que establece los principios y las prioridades, con vistas a mejorar la protección del

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

medio ambiente, la calidad de vida y el uso racional de los recursos naturales, en el contexto del desarrollo sostenible del país.

- Resolución 129/2017 del Ministerio de Turismo, donde se establece la estrategia ambiental del sistema de turismo en el país.
- Ley 150/2023 “Del Sistema de los Recursos Naturales y el Medio Ambiente”.

Debe tomarse en consideración que los documentos que sustentan la actualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista son: Conceptualización del Modelo Económico y Social Cubano de Desarrollo Socialista, las Bases del Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta el 2030: Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos (PNDES o Plan 2030) y, los Lineamientos de la Política Económica y Social del Partido y la Revolución para el período 2016-2021. Esto significa que el procedimiento reúne las concepciones esenciales, el plan nacional para llevarlo a cabo y la concreción efectiva a través de lineamientos (Miranda Cuéllar, 2019).

La resolución 305 del 2020: Reconocimiento Ambiental Nacional a Playas de Uso Turístico, constituye un instrumento de la gestión ambiental establecido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente y tiene como objetivos: a) Contribuir a mejorar la gestión de las playas cubanas y orientarla a la sostenibilidad; b) ayudar a los operadores de playas a tomar decisiones mejor informadas sobre su gestión a partir de un enfoque coherente, basado en las mejores prácticas internacionales; y c) crear las premisas para que, de manera gradual, las playas cubanas puedan participar exitosamente en los programas existentes en el ámbito internacional y obtener los galardones o distintivos que se otorgan.

Establece que en este reconocimiento intervienen, además de la Autoridad Ambiental, los gobiernos municipales en su calidad de solicitantes del Reconocimiento, las instalaciones turísticas y demás actores del territorio involucrados en la gestión de la playa o frente de playa sometido a evaluación. Es aplicable a los frentes de playas de hoteles y entidades públicas ubicadas en primera línea de las playas, a sectores de playas y al destino turístico en caso de cumplir los requisitos establecidos en la presente Resolución en todos sus sectores. Los gobiernos municipales interesados en obtener el Reconocimiento Ambiental Nacional a Playas de Uso Turístico crean los órganos y estructuras necesarios para desarrollar el proceso de solicitud y cumplir todos sus requisitos (Ministerio de Ciencia, 2020).

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

1.2. Control ambiental: Indicador o índices sintéticos

En el contexto actual, con los cambios constantes es necesario que el control de gestión evolucione hacia una concepción proactiva (Nogueira Rivera, 2002) y que conjugue los aspectos internos y externos de la organización, de modo que permita la mejora en la toma de decisiones (Tundidor Montes de Oca, 2018). Dentro del control de gestión se destacan dos herramientas de amplia aplicación: el Cuadro de Mando Integral (CMI) y la gestión por procesos (Comas Rodríguez, 2015). El Cuadro de Mando Integral ha pasado, constituye una herramienta de gestión que traduce la estrategia de la organización en un conjunto coherente de indicadores (Medina León, 2010). La existencia de un adecuado sistema de control de gestión (Medina León, 2011) es uno de los pilares que requiere cualquier empresa para conocer su comportamiento y alcanzar el éxito a largo plazo, de acuerdo con la planificación establecida y el cumplimiento de los objetivos trazados (Comas Rodríguez, 2015), (Medina León, 2014).

En la actualidad se ha hecho evidente la necesidad de crear un enfoque de gestión sistémico que integre en un todo a las organizaciones con la responsabilidad y gestión ambiental (Comas Rodríguez, 2013). Implementar la gestión ambiental, se ha convertido en una necesidad para responder a los requerimientos del cliente interno y externo (Higuera Gutiérrez, 2019). Es imprescindible eliminar errores y aumentar la eficacia y la eficiencia, vinculado directamente a su objeto social y lograr el reconocimiento de la organización como un todo (Llanes Font, 2017).

Con respecto al caso presente, (Zabala Jaramillo, 1992), plantea que las señales que se utilizan para monitorear la gestión ambiental son conocidas como indicadores de gestión, que constituyen una expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud señala una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas.

Los indicadores de aplicación y cumplimiento de la normativa ambiental, llamados de desempeño de la gestión ambiental, permiten dar seguimiento y monitoreo a las normas ambientales vinculadas al estado de recursos y regulaciones de la actividad que realizan las organizaciones (Emaides, 2018). Los indicadores poseen el potencial de constituir importantes herramientas en la comunicación de la información científica y técnica. Igualmente, pueden facilitar el acceso a dicha información a los diferentes grupos de

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

usuarios, y así transformar la información en acción. De este modo, el desarrollo de herramientas accesibles a los usuarios no expertos, así como, la utilización de marcos de indicadores comunes, pueden facilitar no sólo la transformación de datos en información relevante, sino también la formulación de estrategias para la planificación y la formulación de políticas (L. Pérez Martínez, Cabrera Hernández, J.A., Alfonso Martínez, A.A., Sánchez Roque, O., 2019)

Los índices sintéticos o integrales han sido utilizados en una gran variedad de disciplinas para medir conceptos complejos y multidimensionales (Anexo 2) que, en algunos casos no se pueden observar ni medir directamente, o en otros, para facilitar la toma de decisiones. El poder de estos indicadores reside en su habilidad de sintetizar una gran cantidad de información en un formato simple y práctico. La sencillez de estos índices sintéticos facilita el acceso a la información al público en general y a otros usuarios potenciales. Los indicadores son instrumentos de medición analítica más utilizados en la práctica en multitud de campos de la realidad social (Al Mamun, 2011); (Lara Galindo, 2018) por lo que contribuyen a la toma de decisiones (López Palomeque, 2018) y a la mejora continua de la institución (Villacreses Cajamarca, 2019).

Los índices sintéticos se pueden definir como instrumentos que capturan, en una sola medida, un concepto multidimensional que, a priori, solo puede ser representado mediante un conjunto de indicadores individuales. Además, debe cumplir los requisitos de sostenibilidad, oportunidad, periodicidad, comprensibilidad, compatibilidad, eficiencia, utilidad, fiabilidad, precisión y relevancia (Campos Freire, 2016). Según el glosario de términos estadísticos de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), los índices sintéticos son la combinación o agregación matemática de los indicadores que representan los distintos componentes del concepto que se pretende evaluar a partir de un sistema de partida, derivado en una evaluación multidimensional del mismo. Mientras los indicadores hacen referencia a estadísticas no muy elaboradas, la información que se infiere de éstos es muy limitada (indicadores simples) (Madrigal Delgado, 2018).

Los indicadores son necesarios para poder mejorar. Lo que no se mide no se puede controlar y lo que no se controla no se puede gestionar. Son necesarios para la supervisión, control y para la toma de decisiones, ya que definen cómo alcanzar mejores resultados productivos

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

(Kaplan, 1992). El objetivo metodológico es sintetizar el conjunto de aspectos en uno integral, el cual se denomina índice sintético (Ossa Giraldo, 2014).

Durante las últimas décadas las organizaciones, tanto nacionales como internacionales, han realizado estudios centrados en la definición, construcción y uso de indicadores para diversos objetivos tales como la evaluación analítica de fenómenos, el control de la eficacia de programas de acción, la medición del grado de consecución de objetivos globales, el asesoramiento en los procesos de planificación, etc., en todos los ámbitos de la sociedad. En cada uno de ellos, la definición de los indicadores y su proceso de elaboración y obtención venían determinados por los objetivos de cada estudio y las preferencias de los analistas (Domínguez Serrano, 2011).

1.2.1. Indicadores ambientales

Los indicadores medioambientales cuantifican la evolución en el tiempo de la protección medioambiental de las organizaciones, determinando tendencias y permitiendo la corrección inmediata si fuera necesario. Otro importante valor de los indicadores ambientales surge de la evaluación comparativa (*benchmarking*) con los de empresas del mismo u otro sector de actividad. Esta práctica permite descubrir puntos fuertes y débiles, y establecer con una mayor perspectiva cuáles deben ser los objetivos medioambientales de la empresa (Sociedad Pública Gestión Ambiental, 1999)

Los indicadores ambientales corresponden a aquellos que se ocupan de describir y mostrar los estados y las principales dinámicas ambientales, es decir el estatus y la tendencia por ejemplo de: la biota y biodiversidad, la cantidad y calidad de agua, la calidad del aire respirable, la carga contaminante y renovabilidad de la oferta energética, la disponibilidad y extracción de algunos recursos naturales (bosques, pesca, agricultura), la contaminación urbana, la producción de desechos sólidos, el uso de agrotóxicos, la frecuencia e intensidad de los desastres naturales, entre otros (Martínez, 2009).

Si se determinan de una forma periódica, los indicadores medioambientales permiten detectar rápidamente tendencias opuestas y, por consiguiente, también pueden utilizarse como un sistema de alerta temprana. La comparación de indicadores medioambientales puede mostrar los puntos débiles y los potenciales de optimización, lo que se puede emplear

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

para determinar metas concretas de mejora. Así, los indicadores medioambientales pueden cumplir diversas funciones (Ambiental, 1999).

- Ilustrar mejoras medioambientales en un análisis de series temporales.
- Detectar potenciales de optimización.
- Obtener y perseguir metas medioambientales.
- Identificar oportunidades de mercado y potenciales de reducción de costes.
- Evaluar el comportamiento medioambiental en comparaciones entre empresas
- Proporcionar datos esenciales para informes y declaraciones medioambientales.
- Proporcionar información de retorno para motivar a los miembros de la plantilla.
- Apoyar la puesta en práctica de la Norma ISO 14001:2015

Según (Ferreira, 2018), el análisis por indicadores es una herramienta muy útil que sirve como base para la toma de decisiones, de ahí que se plantee que son múltiples sus beneficios: apoya el proceso de planificación (definición de objetivos y metas) y de formulación de políticas de mediano y largo plazo; posibilita la detección de procesos o áreas de la institución en las que existen problemas de gestión, tales como uso ineficiente de los recursos, demoras excesivas en la entrega de los productos y la asignación del personal a las diferentes tareas; permite, a partir del análisis de la información entre el desempeño efectuado y el programado, realizar ajustes en los procesos internos y readecuar cursos de acción para erradicar inconsistencias entre el quehacer de la institución y sus objetivos prioritarios. Se deben eliminar tareas innecesarias o repetitivas, trámites excesivos y definir los antecedentes para reformulaciones organizacionales; sienta las bases para una asignación más fundamentada de los recursos públicos; establece mayores niveles de transparencia con respecto al uso de los recursos públicos y sienta las bases para un mayor compromiso con los resultados por parte de los directivos y los niveles medios de la dirección y apoya la introducción de sistemas de reconocimiento tanto institucional como individual.

Al igual que los económicos y sociales, estos indicadores, permiten que los distintos actores y usuarios puedan compartir una base común de evidencias e información cuantitativa, selecta, procesada, descrita y contextualizada. Así, se facilita la objetivación de los procesos que es pertinente considerar a la hora de tomar decisiones, de intervenir y evaluar. Los

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

indicadores ambientales son los que capturan los principales estadios y dinámicas del medioambiente en el territorio en cuestión, y permiten ser presentados en solitario o bien como parte integrante correspondiente a la dimensión ambiental de los indicadores de desarrollo sostenible (Pimentel de Oliveira Santos, 2020)

Según el *Florida Center for Public Management* 1998, institución que desarrolló un sistema de indicadores con el fin de asesorar a las dependencias ambientales de la Unión Americana, un indicador ambiental es un elemento que describe, analiza y presenta información científicamente sustentada sobre las condiciones y tendencias ambientales y su significado. Por su parte, el Ministerio del Ambiente de Canadá lo define como una estadística o parámetro que, monitoreado a través del tiempo, proporciona información de la tendencia o las condiciones de un fenómeno más allá de la que se asocia a la estadística en sí misma. En particular, precisa que los indicadores ambientales son estadísticas clave seleccionadas que representan o resumen un aspecto significativo del estado del ambiente, la sustentabilidad de los recursos naturales y su relación con las actividades humanas (Múnera Espinal, 2011).

Una de las principales ventajas de los indicadores ambientales es el hecho de que cuantifican importantes evoluciones en la gestión medioambiental de las instituciones y las hacen comparables con el transcurso del tiempo. Si se determinan de una forma periódica, los indicadores medioambientales permiten detectar rápidamente tendencias opuestas y, por consiguiente, también pueden utilizarse como un sistema de alerta temprana (García Céspedes, 2014) Al tener en cuenta todo lo anterior, la autora coincide con que la utilidad de estos indicadores de control ambiental radica en el uso que les sea dado y el grado de interacción con las variables y datos de las organizaciones involucradas directamente en el control y la gestión (Anexo 3 a-b).

1.2.2. Índices sintéticos ambientales

En los últimos años, se han llevado a cabo algunos intentos para desarrollar índices sintéticos relacionados con varios aspectos del ambiente dentro del marco del desarrollo sustentable. (Sydsaeter, 1995) discutieron un acercamiento sistemático para medir y reportar la actuación de la política ambiental en el contexto del desarrollo sustentable y proveer de un marco conceptual (PSIR) para desarrollar índices sintéticos para contaminación/emisión, reducción de recursos, biodiversidad e impacto humano/exposición.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

En el Foro Económico Mundial, en colaboración con el Centro de Derecho y Política Ambiental de la Universidad de Yale, en EEUU, y el Centro Internacional de Información de Ciencias de la Tierra (CIESIN), desarrolló el Índice Piloto de Sustentabilidad Ambiental. El índice está construido como un elemento de un proyecto jerárquico. Está basado en cinco componentes y utiliza datos específicos de países con base en 22 indicadores diferentes que varían desde calidad del aire y salud ambiental hasta reducción de la contaminación (Mundial, 2000).

El Grupo Consultivo sobre Indicadores de Desarrollo Sustentable, del Instituto Internacional para el Desarrollo Sustentable (IISD), desarrolla desde 1996 un “Índice de Calidad Ambiental” (*Environmental Quality Index*, EQI), como parte de un índice de Sustentabilidad Global, y que se complementa con información sobre rendimiento económico y salud social. El EQI incluye cuatro componentes: índice de presión ambiental, huellas ecológicas per capita, riesgo de los ecosistemas y del uso del suelo (Vicente, 2021).

El *Living Planet Index* (LPI), elaborado por el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), es una medida de la salud de los ecosistemas globales y la biodiversidad, con base en datos que muestran el cambio promedio a través del tiempo en el estado de los bosques, agua dulce y ecosistemas marinos. Es un intento para cuantificar la extensión y severidad de la pérdida de la biodiversidad (Buschke, 2021).

El Proyecto Índice de Vulnerabilidad Ambiental, de la Comisión del Pacífico Sur en Geociencias Aplicadas (SOPAC) de Fiji, se enfoca en la vulnerabilidad del ambiente por los riesgos naturales y humanos. Incluye efectos sobre los aspectos físicos y biológicos de los ecosistemas, diversidad, poblaciones u organismos, comunidades y especies (PACC, 2009).

Entre los índices sintéticos creados en Cuba se encuentran los dirigidos a la evaluación del Nivel de Excelencia de la Distribución (EOD) (Hernández Maden, 1999); de la Capacidad y Gestión de la Capacidad Tecnológica (Brito Viñas, 2000); de la Excelencia Organizativa Industrial (EOI) (Suárez Mella, 2001), de la Eficiencia Financiera (IEF) (Nogueira Rivera, 2002), de la Excelencia Organizativa Hotelera (EOH) (Negrín Sosa, 2003), del desempeño de los procesos hospitalarios (Hernández Nariño, 2010), de la gestión de reservas de eficiencia basada en el costo de la calidad con enfoque generalizador (Ramos Alfonso, 2015), del clima y la comunicación organizacional (Jaquinet Espinosa, 2016), del alineamiento estratégico entre objetivos y procesos (IGAE) (González Arias, 2016) del nivel de servicio en

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

instituciones de Atención Primaria de Salud (Rodríguez Sánchez, 2017) de los requerimientos higiénico-sanitarios de los alimentos (García Pulido, 2018) de la calidad de vida urbana (Covas Varela, 2019) de la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos (Santos Pérez, 2020) y de Gestión Ambiental, procedimiento para la construcción del índice validado con el empleo de técnicas de minería de datos (L. Pérez Martínez, Tápanes Suárez, E., Santos Pérez, O., Cabrera Hernández, J.A., Nogueira Rivera, D., 2021)

1.2.3. Índices sintéticos ambientales en playas turísticas

A continuación se evidencian diversas investigaciones basadas en índices sintéticos ambientales en playas turísticas: proceso de evaluación del desempeño ambiental basada en indicadores sintéticos en Cuba (Miranda Cuéllar, 2019); estudio de la Sostenibilidad Turística Usando Indicadores Sintéticos en el Parque Histórico de Guayaquil– Ecuador. (Cevallos Mayorga, 2020); análisis crítico del discurso a la política pública de desarrollo del turismo en el Magdalena 2000 - 2018 (Bohórquez Páez, 2020); la sostenibilidad turística a través de un índice sintético amparado en los 17 ODS (Pimentel de Oliveira, 2021); procedimiento para Índice Sintético de Gestión Ambiental: validación con minería de datos (L. Pérez Martínez, Naranjo-Rey, M. A., Santos-Pérez, O., Cabrera-Hernández, J. A., & Nogueira-Rivera, D., 2021); Murcia y el plan general de 2001: de la planificación a la ejecución del urbanismo expansivo (García Martín, 2021); modelo sintético para estandarizar el índice de potencial turístico: un enfoque basado en el concepto de distancia (Soria Leyva, 2023).

Métodos de Construcción de Índices sintéticos

Los procedimientos para la obtención de los índices sintéticos se diferencian fundamentalmente por la forma en la que se ponderan y agregan los indicadores del sistema inicial (Domínguez Serrano, 2011)

Los métodos más utilizados en la práctica se reflejan a continuación:

- Agregaciones simples: parten de la base de que las unidades de medida de los subindicadores deben ser las mismas. La ponderación mediante pesos de la misma cuantía (Actis di Pasquale, 2015) constituye la metodología más extendida y aplicada en investigaciones empíricas, dada su escasa dificultad operativa y la facilidad asociada a la interpretación de los resultados. Consiste básicamente en asignar a

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

cada subindicador el mismo peso que a los demás, donde la información es agregada mediante una suma. La ponderación y agregación suele hacerse en niveles sucesivos de manera que previamente se ponderan y agregan una serie de variables para construir los subindicadores relativos a una determinada dimensión y, posteriormente, se agregan estos para construir el índice sintético.

- Métodos participativos: permiten obtener medidas sintéticas, definidas como sumas ponderadas, a partir de las valoraciones subjetivas mostradas por un conjunto de individuos de referencia, sobre los distintos aspectos que se desean evaluar en el sistema de partida. Esta empieza a utilizarse con el objetivo de facilitar la obtención de índices sintéticos para evaluar conceptos sobre los que no es posible definir un sistema de indicadores cuantitativos adecuado. Entre los métodos participativos más utilizados, podemos destacar: el método del panel de expertos (Tsaur, 2006); (Ugwu, 2006); (López Sánchez, 2018), el método de opinión pública (Cottrell, 2004) y el procedimiento para la elaboración de índices integrales de gestión (Medina León, 2014).
- Técnicas de análisis multivariante: la aplicación de técnicas estadísticas, dentro del proceso de obtención de índices sintéticos, surge con el objetivo de solventar una doble problemática en este campo: la doble contabilización de información que puede existir en la agregación del sistema de indicadores y la asignación de valores concretos a las ponderaciones.
- Análisis de Componentes Principales: el Análisis de Componentes Principales (ACP) es una técnica de estadística multivariante de la interdependencia (Sánchez López et al., 2016), pues en ella todas sus variables tienen una importancia equivalente (Terrádez Gurrea, 2000). Permite obtener medidas sintéticas que reflejan la máxima información posible proporcionada por el sistema de partida (Quiroga Juárez, 2015). Su aplicación requiere la existencia de un cierto grado de correlación entre los indicadores que componen el sistema inicial (Marulanda Grisales, 2017). Generalmente, esta técnica se aplica a los valores iniciales de los indicadores (Olivares, 2014) cuando están expresados en la misma unidad de medida, es decir, normalizados.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

- Análisis factorial: permite reducir el elevado número de variables que describen un fenómeno, de difícil interpretación, a un número menor de factores (Fernández Melián, 2019) en común que expliquen básicamente lo mismo que las variables de partida. Sin embargo, este método va más allá, pues su objetivo final es el de encontrar relaciones matemáticas que permitan expresar las variables originales a través de los factores comunes más los factores específicos de cada variable observada (Morales Vallejo, 2013).
- Escalamiento Óptimo: permiten cuantificar las variables categóricas originales, basándose en una matriz de similaridad o disimilaridad entre todos o casi todos los pares de n objetos, que pueden ser generados mediante la información obtenida de los sujetos directamente acerca de la similaridad entre todos los pares y/o pidiéndoles que clasifiquen en función de descriptores (Morales Jacob, 2004).
- Indicadores basados en distancia: permite detectar la mayor o menor urgencia de actuación en un determinado aspecto, en función de la mayor o menor distancia entre el estado en que se encuentra un fenómeno concreto y la situación a la que se desea llegar. La agregación de las distancias definidas puede realizarse mediante el empleo de disímiles procedimientos alternativos: distancia CRL de Pearson (Domínguez Serrano, 2011), distancia de Frechet (Miller, 2019) distancia Generalizada de Mahalanobis (Gómez Silva, 2019), distancia de Stone (Domínguez Serrano, 2011), distancia-I de Ivanovic (Hita, 2009) y distancia DP2 (Vizcaíno, 2007).
- Técnicas de análisis multicriterio: el papel del analista se reduce a la aplicación de la técnica de decisión multicriterio elegida, la asignación de pesos a cada criterio y la fijación de un procedimiento de agregación para la obtención del índice sintético. Estas decisiones serán diferentes en función del tipo de técnica aplicada.
- Teoría de la Utilidad Multiatributo: busca expresar las preferencias del decisor en términos de la utilidad que le reporta, dentro de un contexto de la teoría de la decisión (Rios-Insua, 2002) en condiciones de incertidumbre. Esta función proporciona una medida que permite comparar en términos relativos la situación de cada unidad para obtener una ordenación completa de las mismas en función de las preferencias mostradas por el decisor (Vega Clavijo, 2016).

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

- Proceso Analítico Jerárquico (AHP): las metodologías definidas a partir de AHP (Jiménez, 2002) están pensadas para obtener medidas sintéticas en varias fases de agregación. Estas metodologías se basan en cuatro principios básicos de funcionamiento: la estructuración del problema mediante jerarquías; la valoración mediante una escala ratio derivada de la comparación por pares entre los elementos de la jerarquía; el establecimiento de prioridades; y la consistencia lógica (Casabán Planells, 2020).
- Métodos de sobreclasificación: conforman un conjunto de métodos de análisis multicriterio contruidos en torno al concepto teórico de la relación de superación. Para cada par de alternativas puede construirse un coeficiente o índice de concordancia asociado (Berumen, 2007) que muestre, en consideración con la totalidad de los criterios de decisión, el grado en el que una alternativa es mejor o igual que otra (De Vicente y Oliva, 2005).
- Procedimientos de agregación no compensatorios: esta metodología parte de la base de que, cuando se utilizan los métodos de agregación sobre un sistema de indicadores de carácter cuantitativo, los pesos asignados muestran las tasas de sustitución entre los indicadores, lo que obliga a tener en cuenta el carácter compensatorio del índice sintético obtenido. Este carácter compensatorio hace referencia a la posibilidad de que en un determinado caso las desventajas presentadas en un grupo de indicadores puedan ser compensadas por una mejor situación en otros. De esta forma, el índice sintético muestra el resultado neto que se obtiene al tener en cuenta las compensaciones que se producen entre los indicadores presentes en el sistema (Pérez León, 2010).
- Análisis Envolvente de Datos: el Análisis Envolvente de Datos (DEA) es una técnica no paramétrica, determinista, que recurre a la programación matemática. Permite la construcción de una superficie envolvente, frontera eficiente o función de producción empírica, a partir de los datos disponibles del conjunto de Unidades objeto de estudio, de forma que las Unidades que determinan la envolvente son denominadas Unidades eficientes y aquellas que no permanecen sobre la misma son consideradas Unidades ineficientes (Campoverde, 2019). DEA permite la evaluación de la eficiencia relativa de cada una de las Unidades.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

- Componentes No Observadas: combinan relaciones estructurales con las propiedades de los filtros estadísticos. La principal característica de estos métodos es que incluyen una relación explícita entre la brecha producto y la inflación, y/o entre la brecha producto y la tasa de desempleo (Llosa, 2005).
- Lógica Difusa: es una herramienta matemática cuya amplia aplicabilidad se basa en la concepción de conjuntos con fronteras no exactas que se emplean en presencia de información imperfecta, que se ocupa de los problemas relativos a la imprecisión, la incertidumbre, el razonamiento aproximado y la vulnerabilidad (Cos Guerra, 2019) y es un marco que tolera la imprecisión y la verdad parcial bajo un enfoque no estadístico y que puede ser construida basándose en el conocimiento de los expertos (Londoño Patiño, 2020). El método de construcción de índices sintéticos más novedoso que se ha desarrollado en los últimos años es la Inteligencia Artificial (Corvalán, 2020) y entre las técnicas más empleadas resalta la minería de datos (L. Pérez Martínez, Naranjo-Rey, M. A., Santos-Pérez, O., Cabrera-Hernández, J. A., & Nogueira-Rivera, D., 2021)

1.3. Inteligencia artificial: aplicación a la construcción de índices sintéticos

La Inteligencia Artificial (IA) es la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano (Rouhiainen, 2018). La IA se aplica a numerosas actividades humanas, y como líneas de investigación más explotadas destacan el razonamiento lógico, la traducción automática y comprensión del lenguaje natural, la robótica, la visión artificial y, especialmente, las técnicas de aprendizaje e ingeniería del conocimiento mediante minería de datos (Andrés Suárez, 2000).

La IA es una disciplina académica relacionada con la teoría de la computación cuyo objetivo es emular algunas de las facultades intelectuales humanas en sistemas artificiales. Inteligencia humana se refiere típicamente a procesos de percepción sensorial (visión, audición, etc.) y a sus consiguientes procesos de reconocimiento de patrones, por lo que las aplicaciones más habituales de la IA son el tratamiento de datos y la identificación de sistemas (Pérez Martínez, 2015)

1.3.1. Minería de datos

La minería de datos surge como producto de la evolución de las tecnologías de la información y de la necesidad de hacer uso de los grandes volúmenes de información existentes en las empresas, todo ello con el fin de extraer conocimiento que apoye a quienes hacen uso de ellas en la toma de decisiones (Rodríguez, 2010). Estudia métodos y algoritmos que permiten la extracción automática de información sintetizada y caracterizar las relaciones escondidas en la gran cantidad de datos; también se pretende que la información obtenida posea capacidad predictiva, que facilite un análisis eficiente de los datos (Martínez Luna, 2011)

Este proceso se realiza mediante lo que se conoce con el término de mineros, algoritmos que buscan tendencias, anomalías, desviaciones o situaciones interesantes pero desconocidas y otros eventos importantes, que son colocados en las bodegas de datos. Utilizan, además de las bases de datos, la IA y la estadística (Martínez Luna, 2011). Las técnicas de minería de datos persiguen el descubrimiento automático del conocimiento que está contenido en la información almacenada de forma ordenada en bases de datos (Pérez López, 2007).

El empleo de técnicas de minería de datos (L. Pérez Martínez, Naranjo-Rey, M. A., Santos-Pérez, O., Cabrera-Hernández, J. A., & Nogueira-Rivera, D., 2021) vislumbra como una alternativa en la construcción de índices sintéticos, en la concluida década esta variante de tratamiento de la información para generar conocimiento ha adquirido un mayor interés por parte de investigadores de diversas ramas del saber dada la objetividad que aporta a la concepción de estos instrumentos. Resaltan entre las técnicas de mayor aplicabilidad las provenientes de la estadística: análisis de varianza, regresión, análisis de agrupamiento, análisis discriminante y series de tiempo; y de la IA: Sistemas Expertos, Redes Neuronales Artificiales y Sistemas Inteligentes.

La minería se ha empleado en numerosos campos, que incluyen desde los ya conocidos casos de cesta de la compra hasta la bioinformática o investigaciones contra el terrorismo (Galindo, 2010); en la educación, en el comercio, en el sector financiero, en el sector agropecuario, en las ciencias sociales y en la tecnología (Rojas, 2014); con presencia en el sector de la salud tanto para el estudio de enfermedades, diagnósticos y tratamientos (cáncer de próstata, enfermedades cardiovasculares, hipertensión arterial (Dávila Hernández, 2012), cáncer (Gutiérrez, 2016), Parkinson y enfermedades tumorales, cáncer de cuello uterino,

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

diabetes, dengue), como para mejorar el servicio de urgencias de los hospitales (Carrascal, 2015); y hasta llegar a desempeñar un rol protagónico en la política y gestión gubernamental, en la determinación de patrones de comportamiento en elecciones presidenciales para la selección de juntas receptoras del voto más representativas (Camana, 2016).

Babbar Richa y Babbar Sakshi en (Babbar, 2017) emplean el uso de la minería de datos para predecir el índice de calidad del agua de los ríos, con el empleo de las técnicas de vecino más cercano, árboles de decisión, redes bayesianas, redes neuronales artificiales, máquinas de vectores de apoyo y basadas en reglas, para desarrollar el entorno predictivo para clasificar la calidad del agua en términos comprensibles basados en el Índice general de contaminación.

Con el empleo de programas especializados en minería de datos y aprendizaje automático, (Afzal, 2019) analizan los mejores candidatos con respecto a las características estructurales predominantes y las combinaciones de características que los distinguen de los menos prometedores para identificar nuevas poliimidias (PI) con valores de índice de refracción (RI) excepcionales para su uso como materiales ópticos u optoelectrónicos.

(Hanafizadeh, 2009) emplearon técnicas de minería de datos en la construcción de un índice para medir y analizar la brecha entre países en el área de la infraestructura y el acceso a las tecnologías de la información y la comunicación, Markov Chain Monte Carlo (MCMC) (para imputar datos faltantes) y Análisis Factorial Multietapa (FA) (para agregar los indicadores).

Para medir, de manera estable y cuantitativa, el impacto de las interferencias en el radar (Li, 2020) diseñaron un índice basado en la minería de datos a partir de los patrones principales extraídos de las muestras mediante un análisis sólido de componentes principales. Para construir el Índice Sintético de Desempeño Institucional municipal colombiano, se adelantó un proceso de minería de datos, dirigido a ubicar indicadores activos que permitieran explicar intuitivamente el concepto de desempeño institucional (Ardila Delgado, 2017).

Las principales incursiones en cuanto a playas turísticas están dirigidas a la creación de indicadores para la evaluación de la sostenibilidad ambiental (Shah, 2004), la selección de indicadores ambientales para la elaboración de una estrategia de evaluación ambiental (Donnelly, 2006), la evaluación del desempeño ambiental (Miranda Cuéllar, 2016) la evaluación de costos ambientales (Perera Conde, 2021) y un procedimiento para la

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

construcción de un Índice Sintético de Gestión Ambiental validado con el empleo de técnicas de minería de datos (L. Pérez Martínez, Tápanes Suárez, E., Santos Pérez, O., Cabrera Hernández, J.A., Nogueira Rivera, D. , 2021).

1.3.2. Datos ambientales

Los datos son un conjunto de valores numerales que se observan, registran o estiman respecto de determinada variable en algún punto del espacio y del tiempo, que habitualmente resultan de la aplicación de algún tipo de levantamiento estadístico (como una encuesta o la explotación de un registro administrativo), medición en terreno u otra forma de medición u observación como por ejemplo los diversos instrumentos de percepción remota (Martínez, 2009).

La producción de indicadores implica un proceso de agregación y síntesis en diferentes etapas, en la base del proceso de agregación se encuentran los datos que se obtienen a partir del monitoreo y de los procesos analíticos; con ellos se pueden elaborar estadísticas y series de tiempo, que alimentan la elaboración de indicadores e índices. Este proceso de análisis y síntesis de datos y elaboración de información debe realizarse de acuerdo a las diferentes etapas del proceso de toma de decisiones, para lo cual será necesaria la elaboración de una metodología de selección determinada para los datos e indicadores. Obviamente, mientras mayor sea la disponibilidad de datos y estadísticas, más eficaz será el proceso de agregación, síntesis y desarrollo de indicadores (L. Pérez Martínez, Cabrera Hernández, J.A., Alfonso Martínez, A.A., Sánchez Roque, O., 2019).

Entre los problemas más comunes que se encuentran en América Latina y el Caribe, y específicamente en Cuba, para el desarrollo de proyectos de indicadores e índices ambientales, se pueden mencionar la falta de datos, falta de armonización entre datos generados por diferentes metodologías y para diferentes objetivos, falta de indicadores, análisis deficiente como consecuencia de la falta de datos, falta de comunicación interinstitucional, duplicación de esfuerzos, y por lo tanto, un uso limitado de estas herramientas en los procesos de toma de decisiones (L. Pérez Martínez, Naranjo-Rey, M. A., Santos-Pérez, O., Cabrera-Hernández, J. A., & Nogueira-Rivera, D., 2021).

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

La revisión de la literatura y de la práctica confirma la necesidad de introducir un índice sintético para evaluar la gestión empresarial sobre el ambiente, cuya simplicidad facilite la toma de decisiones.

Conclusiones parciales

1. Los indicadores de la calidad de playas permiten diferenciar y controlar las “playas con calidad” y las que no lo son. La construcción de los índices sintéticos se basa en criterios de expertos, sin tener en cuenta técnicas de análisis de datos basados en preceptos de la inteligencia artificial, como la minería de datos; con mayor énfasis en un insuficiente uso en algunas esferas, tales como la ambiental.

Capítulo II: Indicador sintético ambiental

Derivado del análisis de la calidad ambiental en playas turísticas y como solución al problema científico planteado, en el presente capítulo se propone y fundamenta la construcción de un indicador sintético ambiental, diseñado para un mejor control ambiental en playas turísticas.

Como resultado se presenta:

- El procedimiento general para la construcción de un indicador sintético ambiental en playas turísticas.
- Los procedimientos específicos para el levantamiento de la información inicial, construcción y predicción del comportamiento del Índice Sintético Ambiental en Playas Turísticas.

2.1. Concepción teórica del indicador sintético ambiental en playas turísticas

La concepción teórica incluye enfoques, principios, objetivos, características distintivas y necesidades consideradas por la autora para aplicar el procedimiento. Estos elementos se describen a continuación.

Enfoques:

- **Enfoque holístico:** se evidencia en la integración de las relaciones de influencia y dependencia entre componentes del control ambiental en playas turísticas y su entorno.
- **Enfoque de procesos:** a través del conocimiento, control y mejora de los procesos internos, con el consiguiente incremento del nivel de coherencia del sistema para alcanzar los objetivos planificados, a partir del análisis de los indicadores de desempeño de la gestión ambiental, que constituyen una expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de los procesos.
- **Enfoque estratégico:** mediante la obtención de pronósticos de comportamiento del control ambiental en playas turísticas a partir del análisis de los datos históricos de las organizaciones pertinentes.
- **Enfoque de mejora continua:** dado por la evaluación sistemática del control ambiental en playas turísticas cubanas que contribuya a la toma de decisiones y posibilite la implementación de buenas prácticas.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

2.1.1 Descripción del procedimiento

El procedimiento propuesto (Anexo 4) tiene sus inicios en la caracterización del estado de la calidad ambiental en playas turísticas. Dicha caracterización se evidencia en la calidad de los datos aportados por la institución turística presente en esta playa. El desglose del procedimiento les otorga una elevada importancia a las características de las instituciones, ya que parametriza parte de los datos obtenidos en el diagnóstico inicial y los convierte en indicadores ambientales, en estrecha relación con la realidad de la institución.

El procedimiento es concreto, con el objetivo de facilitar el trabajo en la práctica de los directivos de la institución con respecto a la medición de los indicadores. El Indicador Sintético Ambiental en Playas Turísticas (ISAPT), permite una mejor gestión y el estudio del comportamiento de los indicadores ambientales en playas turísticas en el tiempo con la determinación de tendencias y posibles valores futuros, lo que propicia una valoración tendencial de las consecuencias de las acciones realizadas en la actualidad, para colaborar a la toma de decisiones más efectivas. La construcción del ISAPT se lleva a cabo mediante el uso de técnicas de minería de datos, lo cual evita el empleo de posibles errores humanos que puedan cometerse durante la manipulación de los datos. Además, se soluciona el problema de tener variables irrelevantes que no aportan en el análisis de datos.

Los indicadores propuestos proporcionan información sobre la condición ambiental de la playa de referencia. La aplicación y seguimiento del ISPT, constituye un apoyo al proceso de mejora continua de la gestión ambiental en playas turísticas. La mejora continua y la retroalimentación de los resultados, contribuyen decisivamente al éxito de esta gestión.

2.2. Procedimiento general para la implementación del procedimiento

2.2.1. Premisas para la aplicación del procedimiento

Se hace necesario el cumplimiento de un grupo de necesidades que aseguren el éxito para el inicio del procedimiento. Las instituciones que se encuentren en cerca de playas turísticas donde se aplicará el procedimiento, deben estar de acuerdo en cumplir las condiciones establecidas en las mismas.

- Interés de la institución en aplicar este procedimiento.
- Apoyo del CITMA para la aplicación del procedimiento en dichas instituciones.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

- Correspondencia del marco legal regulatorio de la gestión ambiental en Cuba con la gestión ambiental en playas turísticas.
- Existencia de información con respecto a la gestión ambiental en playas turísticas de la institución donde se aplicará el procedimiento.

2.2.2 Descripción del procedimiento general

El (Anexo 5) muestra el procedimiento general para la construcción de un índice sintético ambiental en playas turísticas, compuesto por tres fases y seis etapas, en las que se integran los procedimientos específicos asociados:

Fase 1: Preparación para la implementación, se compone de una etapa: Etapa 1.1. Diagnóstico ambiental, en el cual se realiza la caracterización del área objeto de estudio y el levantamiento de la información inicial de la calidad ambiental en playas turísticas.

Fase 2: Calidad Ambiental en Playas Turísticas, se compone de 2 etapas: Etapa 2.1. Determinación de los indicadores ambientales y Etapa 2.2. Clasificación y predicción del ISAPT, compuesto por dos pasos principales: construcción y predicción del comportamiento del ISAPT mediante la minería de datos.

Fase 3: Aplicación del procedimiento de calidad ambiental en playas turísticas, compuesto por tres etapas: Etapa 3.1. Contribución al proceso de toma de decisiones, Etapa 3.2. Propuestas de mejoras y Etapa 3.3. Divulgación de los resultados.

Fase1. Preparación para la implementación: es vital, contextualizar el procedimiento al caso de estudio debido a la diversidad existente con respecto al tema en cuestión. Es necesario sentar las bases para recopilar la información que será procesada, en este sentido, el diagnóstico ambiental constituye la herramienta idónea para el levantamiento de los datos y de la situación existente en las playas turísticas.

Etapa 1.1. Diagnóstico inicial de calidad ambiental en playas turísticas: se realiza la caracterización del área objeto de estudio y el levantamiento de la información inicial de la calidad ambiental, en esta etapa se determinan los indicadores ambientales existentes en la playa turística y se construyen a partir de los datos almacenados, se verifica el cumplimiento de los requisitos prácticos de los indicadores, se define su importancia y se realiza el análisis de escenarios resultantes; finalmente, con la información capturada se elaboran las fichas técnicas de los indicadores y se almacenan en una base de datos.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Fase 2. Calidad Ambiental en Playas Turísticas: se adecuan e integran herramientas de gestión según los requerimientos del desarrollo de la calidad ambiental en playas turísticas. Su implementación sienta la base organizacional de soporte al manejo ambiental. Se construye el sistema de control del procedimiento, a partir del análisis del ISAPT resultantes del procesamiento de los indicadores obtenidos en el diagnóstico a partir del empleo de técnicas de minería de datos. Con el ISAPT se persigue homogenizar la información y facilitar el seguimiento por parte de las entidades reguladoras de la gestión ambiental en Cuba. Finalmente, se realiza un análisis predictivo del comportamiento del ISAPT, de modo que contribuya a la toma de decisiones.

Etapa 2.1. Determinación de los indicadores ambientales: se analiza y procesa la información obtenida de la Fase 1, de modo que se puedan construir índices sintéticos a partir de la relación que pueda existir en el conjunto de datos, ya sean indicadores o parámetros. A partir de la integración y recopilación de los datos almacenados previamente en la base de datos, se procede a la selección, limpieza y transformación de los mismos, lo que deriva en serie de datos seleccionados o vista minable.

Etapa 2.2. Clasificación y predicción del ISAPT: mediante la aplicación de la minería de datos se identifican los patrones de comportamiento de los parámetros característicos del desarrollo del proceso, los cuales son evaluados e interpretados durante la generación de conocimiento, de cuya difusión y empleo resulta la construcción del ISAPT. La evaluación de dicho índice constituye un apoyo al proceso de toma de decisiones relacionado con la calidad ambiental en playas turísticas. De esta forma se propone un procedimiento para la construcción del ISAPT, a partir de la integración de la minería de datos como herramienta de inteligencia artificial. El ISAPT obtenido es sometido a un proceso de actualización y seguimiento que permite la realización de pronósticos de comportamiento del mismo, a partir de la secuencia de datos históricos almacenados por las instituciones.

Fase 3. Procedimiento para el pronóstico del comportamiento del ISAPT: una vez materializado el ISAPT, se procede a su implementación, donde se evidencie una adecuada actualización, seguimiento y control del mismo. De modo que se contribuya al control ambiental en playas turísticas desde el proceso de toma de decisiones, las propuestas de mejoras a la gestión y la divulgación de los resultados para su análisis y generalización.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Etapa 3.1. Contribución al proceso de toma de decisiones: con la creación del ISAPT y el análisis de escenarios posibles a partir de la información obtenida y el pronóstico de la misma, se pretende proporcionar a los directivos de las instituciones información fiable y precisa del estado actual de su gestión y de sus proyecciones para el futuro.

Etapa 3.2. Propuestas de mejoras: se analizan los resultados de la implementación del procedimiento. Se comparan las desviaciones en los resultados obtenidos con respecto a los valores propósitos establecidos y se despliegan las acciones correctivas que permitan mantener o situar los indicadores bajo control. De esta forma, se realizan ajustes de desviaciones detectadas tanto en su concepción, como en el resultado de la introducción a la práctica de las acciones de mejora propuestas

Etapa 3.3. Divulgación de los resultados: los resultados obtenidos en el proceso de implementación del procedimiento, son socializados desde la plataforma web del Observatorio Ambiental Costatenas (OBSAM-Costatenas).

2.3. Procedimientos específicos del proceso

2.3.1. Procedimiento para la recopilación de datos de la calidad ambiental en playas turísticas

El procedimiento específico para la recopilación de datos de calidad ambiental en playas turísticas, se compone de dos etapas y siete pasos (Anexo 6): **Etapa 1. Determinación de los indicadores**, con los pasos (1.1) verificación de los requisitos prácticos de los indicadores, (1.2) selección y clasificación de los indicadores, (1.3) definición de importancia de los indicadores y (1.4) matriz de temas e indicadores y (1.5) análisis de escenarios; **Etapa 2. Elaboración de las fichas técnicas de los indicadores y de la Base de Datos de Indicadores**, con los pasos (2.1) elaboración de las fichas técnicas de los indicadores y (2.2) elaboración de la base de datos de los indicadores.

Etapa 1. Determinación de los indicadores: los indicadores son transportadores de información, cuyo propósito es reducir una cantidad mayor de información que al mismo tiempo representa un fenómeno más amplio que su calidad o valor inmediato y de esta forma, la información es más manejable y accesible. Los indicadores miden la información, de manera que su significado se vuelve más visible de inmediato y simplifican los datos sobre los fenómenos complejos, de forma que facilitan la comunicación.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Paso 1.1. Verificación de los requisitos prácticos de los indicadores: los valores de los indicadores deben ser medibles (o al menos observables); los datos deben estar disponibles al momento o deben ser obtenibles y fuentes principales de datos y de información.

Agrega Kessler (1998) al citarse por (García Dauder, 2015), que las fuentes principales de datos y de información en la mayor parte de los países se pueden clasificar de la manera siguiente: fuentes de datos primarios y fuentes de datos secundarios. El primer principio orientador de este paso es minimizar la recopilación propia de datos primarios y usar al máximo las fuentes de información secundaria, desde el punto de vista de la eficiencia, para determinar si son útiles de acuerdo a los objetivos e indicadores que quieran construirse. Las fuentes típicas de datos estadísticos y formales son: la Oficina Nacional de Estadística e Información (censo poblacional, censo agrícola, encuestas al nivel de país, principalmente datos socioeconómicos); los Ministerios Sectoriales; el Citma (recopila, controla y dirige toda la información generada por las empresas en materia de ciencia, tecnología y medioambiente) y Universidades, Centros de Estudios y Entidades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ECTI).

Paso 1.2. Selección de los indicadores: la premisa principal para seleccionar indicadores ambientales, es conocer de qué tipo de información se dispone y cuál de ella, es realmente de utilidad para informar rápido y de forma confiable, sobre las situaciones del medioambiente en playas turísticas.

Mientras que la selección de los indicadores es cuestión de combinar el sentido común con la experiencia y el conocimiento de las fuentes de datos estadísticos, es posible aplicar ciertos criterios para seleccionar los mejores indicadores. Idealmente, los indicadores deben ser: (1) válidos, para que realmente se relacionen con lo que se supone que indiquen o midan, por: ser bien fundamentados teóricamente (base científico), ser sensibles a cambios (provocados por el ser humano) en la situación observada, tener un significado más amplio que la situación real (un valor más allá del valor superficial, que representa un fenómeno más amplio) y ser suficientemente específico y confiable (tanto en tiempo como en escala geográfica); (2) claros en contenido, relativamente sencillos y transparentes, más comprensibles que las estadísticas generales; (3) conocidos (fuente de información disponible) o medibles y comprobables técnicamente (es decir, la medición por diferentes personas generará un resultado similar); (4) efectivos en costo en términos de los métodos y

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

tiempo necesarios para recoger los datos y (5) relevantes para los objetivos de la instalación turística donde se determinarán.

Paso 1.3. Definición de importancia de los indicadores: Imprescindible: Aquellos que determinan el área clave evaluada y cuya ausencia impediría la implementación de la estrategia ambiental de la empresa y el avance en el mejoramiento de las condiciones ambientales en sentido general. Importante: Aquellos indicadores que tienen una influencia marcada en su área clave, toda vez que su exclusión dejaría un vacío de interés ambiental, aunque son de carácter menos general que los anteriores. De interés: Aquellos que probablemente se vinculan con otros indicadores, o su interés no determina la implementación de la estrategia ambiental, o su impacto es muy local, u otras razones que induzcan a considerarlo como de menor importancia entre todos.

Paso 1.4. Matriz de temas e indicadores del ISAPT: según el autor que se revise se encontraran diferentes clases de indicadores, por lo que se hace muy difícil establecer una clasificación única de indicadores. De manera general se han desarrollado modelos que con el tiempo son mejorados según el objetivo que se busque. El modelo presión - estado - respuesta (P-E-R), con la modificación realizada por (Botero Saltaren, 2020), en la cual se establece un modelo presión - estado - impacto / efecto - respuesta (P-E-I/E-R). Este modelo se basa en progresión causal de las acciones humanas que causan presiones sobre el medio ambiente, en la cual la sociedad actúa para disminuir o prevenir los impactos causados por la presión.

En términos generales se conforman cinco grupos de indicadores:

- **Presión:** Se refiere a las acciones o conductas humanas que afectan el medio ambiente, aunque también se pueden analizar presiones naturales. Las presiones pueden directas o indirectas, antrópicas o naturales, positivas o negativas.
- **Estado:** Las presiones sobre el medio llevan a un estado del mismo, el cual puede ser cambiante o permanente. Los indicadores de estado sirven para determinar el estado del medio en un momento preciso.
- **Impacto / efecto:** Se habla de indicadores de impacto/efecto cuando éstos indican el cambio que ha ocurrido sobre el estado del medio a causa de una presión

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

determinada. Los impactos y efectos también van a depender de las respuestas que tengan el ambiente y el hombre para disminuir o aumentar las presiones.

- **Respuesta:** Son los indicadores que muestran las acciones que han tomado los actores de la sociedad, normalmente gubernamentales, para reducir impactos negativos, mantener un estado del ambiente y reducir o aumentar presiones.
- **Prospectivos:** Usados para el diseño de estrategias, son indicadores basados en simulaciones y escenarios posibles, con los cuales se planean las respuestas que se deben aplicar, el efecto de las presiones futuras con sus impactos y el estado del ambiente que pueden generar.

Paso 1.5. Análisis de escenarios: la elaboración de escenarios implica poner en marcha las posibles visiones del futuro a partir de las opciones hechas en el presente. Estos escenarios deberán contribuir para que los encargados de tomar las decisiones evalúen el impacto de su acción u omisión, frente a los problemas ambientales. Su construcción demanda el uso de información cualitativa y de datos cuantitativos. Algunas tendencias pueden ser delimitadas con menor grado de incertidumbre, para esto, la información cuantitativa es más útil. El resultado será una mezcla de los indicadores, tendencias y metas potenciales con textos de explicación que representen la historia. Los escenarios se construyen a partir de tres tipos de tendencias:

1. **Tendencia de inercia:** considerada como la posibilidad de que ninguna respuesta sea formulada para enfrentar los problemas ambientales detectados, o de que tales respuestas no sean adecuadas, o que aun las condiciones de implementación no favorezcan el alcance de los objetivos. En este caso, el escenario futuro proyectará una ampliación o profundización de los problemas ambientales detectados.

2. **Tendencia del mejor de los casos u optimista:** es aquella situación en la cual las respuestas del gobierno local y de la sociedad estarían perfectamente adecuadas a los problemas, y en la cual no hay obstáculos que impidan la implementación de las respuestas. En este caso, el escenario proyectará la mejoría del estado del medioambiente en la playa.

3. **Tendencia del peor de los casos o pesimista:** es aquella en la que no se tiene ninguna respuesta a los problemas con los que se enfrenta, o en la que las condiciones de implementación de respuestas no contribuyen o forman obstáculos difíciles de superar, o en

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

la que las decisiones equivocadas de los agentes sociales profundicen o amplíen los factores de presión sobre el medioambiente.

Etapas 2. Elaboración de las fichas técnicas de los indicadores y de la Base de Datos de Indicadores: la representación gráfica (tablas) de la información, facilita el acceso y manejo de la misma, sintetiza los datos (parámetros) en indicadores y los almacena en estructuras (bases de datos) que permiten su posterior interpretación y pronóstico.

Pasos 2.1. Elaboración de las fichas técnicas de los indicadores: la ficha propuesta (Anexo 7) presenta un esquema sencillo, fácil de desarrollar en las instituciones turísticas y responde a una organización analítica coherente con un enfoque basado en la actualización y el seguimiento. De esta forma, se cuenta con información sintética sobre la integración de consideraciones ambientales en las organizaciones turísticas, información que debería ser básica para la toma de decisiones relacionadas con la calidad ambiental en playas turísticas. La ficha de indicadores propuesta, constituye el estándar para la captura y representación que posteriormente será procesada para la construcción del ISAPT. Dichas fichas serán almacenadas en una base de datos de acuerdo a una estructura de metadatos, lo que facilita el proceso de minería de datos.

Paso 2.2. Elaboración de la base de datos de los indicadores: la predicción de un indicador se hace posible si se logra encontrar un modelo capaz de pronosticar el comportamiento de los parámetros que lo sintetiza. Estos son predecibles si se cuenta con un amplio historial de datos y se adapta un modelo capaz de simular su comportamiento. Para la creación y entrenamiento del procedimiento se empleará una base de datos que almacene los valores de los indicadores, y los parámetros ambientales que más influyen en el comportamiento de estos indicadores y que reflejan una marcada estacionalidad, fenómeno muy recurrente en variables ambientales. Los datos serán almacenados en formato .xls (hoja de cálculo de Microsoft Excel), para luego ser exportados al formato .csv (*comma-separated values*), e introducidos en una base de datos PostgreSQL.

2.3.2. Procedimiento para la construcción del ISAPT

El procedimiento parte de la calidad ambiental en playas turísticas, a partir de los datos históricos de las instituciones pertinentes. El objetivo es realizar un procedimiento de

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

clasificación el cual permita crear índices sintéticos a partir de la relación que pueda existir en un conjunto de datos ya sean indicadores o parámetros (Anexo 8).

A partir de la integración y recopilación de estos se genera el almacén o base de datos, el que a través de la selección, limpieza y transformación origina una serie de datos seleccionados o vista minable. Mediante la aplicación de la minería de datos se identifican los patrones de comportamiento de los parámetros característicos del desarrollo del proceso, los cuales son evaluados e interpretados durante la generación de conocimiento, de cuya difusión y empleo resulta la construcción del ISAPT. La construcción de dicho índice constituye un apoyo al proceso de toma de decisiones relacionado con la calidad ambiental en playas turísticas. De esta forma se propone un procedimiento para la construcción del ISAPT, a partir de la integración de la minería de datos como herramienta de inteligencia artificial.

El procedimiento se compone de cinco etapas y ocho pasos: Etapa 1. Integración y recopilación, con los pasos (1.1) selección de los datos, (1.2) normalización de los datos y (1.3) separación del conjunto de datos de prueba y el conjunto de datos de entrenamiento; Etapa 2. Selección, limpieza y transformación, con los pasos (2.1) selección de las técnicas de minería de datos y (2.2) representación de sensibilidad; Etapa 3. Minería de datos, con el paso (3.1) caracterización de los datos, clasificación y clúster; Etapa 4. Evaluación e interpretación, con los pasos (4.1) creación del clasificador y (4.2) entrenamiento, validación y prueba; y la Etapa 5. Difusión y empleo.

Etapa 1. Integración y recopilación: consiste en la identificación del conjunto de datos de entrenamiento, validación y pruebas para el preprocesamiento. En esta etapa se seleccionan los datos iniciales que serán procesados. Se emplean los datos previamente almacenados en el sistema gestor de base de datos *PostgreSQL*, en el segundo paso de la etapa dos del procedimiento para el levantamiento de la información inicial. El procesamiento de los datos se realizará en el software *RStudio*, un entorno de desarrollo integrado para el lenguaje de programación R, dedicado a la computación estadística y gráficos. Incluye una consola, editor de sintaxis que apoya la ejecución de código, así como herramientas para el trazado, la depuración y la gestión del espacio de trabajo.

Paso 1.1. Selección de los datos: los datos previamente almacenados en una base de datos de *PostgreSQL*, serán importados en *RStudio* para su posterior análisis.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Paso 1.2. Normalización de los datos: previo a la ejecución de los algoritmos es necesario transformar los datos a partir de la normalización de sus atributos, de forma tal que sus valores estén en un rango entre 0 y 1. Los datos serán transformados a una estructura *data frame* para hacer posible su manipulación en el lenguaje R.

Paso 1.3. Separación del conjunto de datos de prueba y el conjunto de datos de entrenamiento En concordancia con las buenas prácticas registradas por la literatura (Couser., 2010), es importante dividir los datos en varios conjuntos lo que se conoce como método “*hold out*”, que consiste en mantener aparte una porción de los datos como conjunto de datos de prueba, pues en el proceso de desarrollo, se entrena el procedimiento con la fracción restante de datos, los parámetros son ajustados con los datos de validación, y finalmente es evaluado el rendimiento con el conjunto de datos de prueba que fue separado.

Etap 2. Selección, limpieza y transformación: consiste en la determinación de las técnicas de *Machine Learning* a emplear en la clasificación de los indicadores. En esta etapa se procesan los datos iniciales hasta obtener un conjunto de datos minables, este tratamiento se realiza con el empleo de métodos de minería de datos mediante la herramienta *RStudio*.

Paso 2.1. Selección de las técnicas de minería de datos

Paso 2.1. a) Análisis de Componentes Principales (PCA): el análisis de componentes principales permite reducir la dimensionalidad de un conjunto de datos, con la consiguiente transformación del conjunto de variables originales en otro conjunto de variables correlacionadas llamadas componentes principales.

Paso 2.1. b) Árboles de decisión: Los árboles de decisión son una serie de decisiones o condiciones organizadas de forma jerárquica, a modo de árbol, en el que a los nodos terminales se les llaman hojas y a cada nodo no terminal del árbol se asocia un atributo y este a su vez a una condición, que determina cuáles datos de la muestra entran en esa rama (Sutton Charani, 2013) de tal manera que la decisión final se puede determinar de acuerdo a las condiciones que se cumplen desde la raíz del árbol hasta algunas de sus hojas lo que facilita la interpretación (López, 2006). Los árboles de decisión que se usan para predecir variables categóricas se llaman árboles de clasificación, mientras que los árboles de decisión que se utilizan para predecir variables continuas se llaman árboles de regresión (Alcover, 2007).

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Paso 2.1. c) *Random Forest*: es una técnica que combina una cantidad grande de árboles de decisión independientes probados sobre conjuntos de datos aleatorios con igual distribución (QuantDare., 6 de noviembre de 2023). La fase de aprendizaje consiste en crear muchos árboles de decisión independientes, construyéndolos a partir de datos de entrada ligeramente distintos. Se altera, por tanto, el conjunto inicial de partida (Breiman, 2019), del siguiente modo:

- Se selecciona aleatoriamente con reemplazamiento un porcentaje de datos de la muestra total. Es habitual incluir un segundo nivel aleatoriedad, esta vez con incidencia en los atributos.
- En cada nodo, al seleccionar la partición óptima, se tiene en cuenta sólo una porción de los atributos, elegidos al azar en cada ocasión. Una vez que se generan muchos árboles, la fase de clasificación se lleva a cabo de la siguiente forma.
- Cada árbol se evalúa de forma independiente y la predicción del bosque será la media de todos sus árboles en caso de que sea un problema de regresión, cuando se trate de un problema de clasificación realizara un voto mayoritario sobre todos los arboles del bosque es decir la clase con mayor voto.

Paso 2.2. Representación de sensibilidad: la curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*), conocida como la representación de sensibilidad, es una representación gráfica del rendimiento del clasificador que muestra la distribución de las fracciones de verdaderos positivos y de falsos positivos. La fracción de verdaderos positivos se conoce como sensibilidad, sería la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo cuyo estado real sea definido como positivo. La especificidad es la probabilidad de clasificar correctamente a un individuo cuyo estado real sea clasificado como negativo. Esto es igual a restar uno de la fracción de falsos positivos (L. Pérez Martínez, García del Toro, J.L., 2017)

Etapas 3. Minería de datos: consiste en la construcción del conjunto de datos para entrenamiento, validación y prueba a utilizar en el clasificador. En esta etapa se obtienen los patrones presentes en el conjunto de datos minables, a partir del análisis estadístico de las series temporales obtenidas mediante el empleo de métodos de minería de datos ajustados de las librerías de la herramienta *RStudio*.

Paso 3.1. Caracterización de los datos, clasificación y *clusters*

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Paso 3.1. a) Transformación de los datos en una serie temporal

Una serie de tiempo es una lista de unidades de tiempo ordenadas tales como fechas, semestres o trimestres, cada una de las cuales se asocia a un valor. Las series de tiempo son un modo estructurado de representar datos. Visualmente, es una curva que evoluciona a lo largo del tiempo. El pronóstico de las series de tiempo significa una extensión de los valores históricos al futuro, donde aún no hay mediciones disponibles. Existen dos variables estructurales principales que definen un pronóstico de serie de tiempo, el período, que representa la frecuencia con la que se miden los datos y el horizonte, que representa la cantidad de períodos por adelantado que deben ser pronosticados.

Las series temporales se pueden definir como un caso particular de los procesos estocásticos, ya que un proceso estocástico es una secuencia de variables aleatorias, ordenadas y equidistantes cronológicamente referidas a una característica observable en diferentes momentos. El análisis de series temporales explica el hecho de que los puntos de datos tomados a lo largo del tiempo pueden tener una estructura interna (como la autocorrelación, la tendencia o la variación estacional) que debe tenerse en cuenta.

Paso 3.1. b) Análisis de la serie temporal

La forma más sencilla de comenzar el análisis de una serie temporal es mediante su representación gráfica. El gráfico que se emplea para representar las series temporales es el de secuencia. Estos son diagramas de líneas en los cuales el tiempo se representa en el eje de abscisas (x), y la variable cuya evolución en el tiempo estudiamos en el eje de ordenadas (y). Para diagramas de dispersión simples, se usará *plot*. Sin embargo, existen métodos de trazado para muchos objetos R, incluidas funciones, marcos de datos y objetos de densidad. Esta función tiene un comportamiento especial, pues en función del tipo de dato que le demos como argumento, generará diferentes tipos de gráfica. Además, para cada tipo de gráfico, podremos ajustar diferentes parámetros que controlan su aspecto, dentro de esta misma función. *plot()* siempre pide un argumento x, que corresponde al eje X de una gráfica. x requiere un vector y si no especificamos este argumento, obtendremos un error y no se creará una gráfica. El resto de los argumentos de *plot()* son opcionales, pero el más importante es y. Este argumento también requiere un vector y corresponde al eje Y de la gráfica.

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Paso 3.1. c) Método de descomposición: los métodos de descomposición estacional son eminentemente descriptivos. Tratan de separar la serie en subseries correspondientes a la tendencia, la estacionalidad y el ruido (componente aleatorio). En ocasiones tendencia y estacionalidad se enmascaran, a veces una tendencia marcada puede no permitir ver la estacionalidad, y viceversa. Los métodos de descomposición estacional separan tendencia, estacionalidad y ruido, pero no predicen. Para predecir es necesario combinarlos con métodos de ajuste de tendencia. De esta forma realizaremos un ajuste de tendencia con el fin de obtener un procedimiento extrapolable, y le añadiremos la estacionalidad.

El primer paso a seguir a la hora de descomponer una serie es determinar cómo se combinan sus componentes. Las combinaciones aditiva y multiplicativa son las más habituales. Decimos que estamos en presencia de una aditiva cuando a pesar del crecimiento de la tendencia, la varianza y la media se mantienen estáticas, en cambio las multiplicativas son cuando la varianza y la media varían en consecuencia de la tendencia.

Según las fuentes consultadas, las pruebas más utilizadas para este fin son: Prueba de Dickey-Fuller aumentada (ADF) es una versión aumentada de la prueba Dickey-Fuller para un conjunto más amplio y más complejo de procedimientos de series de tiempo; Prueba de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin. Su hipótesis nula es que no posee raíz unitaria y Prueba de Phillips-Perron cuya hipótesis nula es que posee raíz unitaria. Se basa en la prueba de Dickey-Fuller.

Etapas 4. Evaluación e interpretación: consiste en la construcción, entrenamiento y validación de los clasificadores basados en los procedimientos identificados, y escoger el que ofrezca los mejores resultados. En esta etapa se genera conocimiento de la información obtenida de procesar los datos iniciales. Se extrajo el conocimiento mediante la minería de datos, se obtuvo un procedimiento que representó patrones de comportamiento observados en los valores de las variables del problema o relaciones de asociación entre dichas variables. A partir de la aplicación de los métodos Clústeres, Árbol de decisión y Reglas de asociación.

Paso 4.1. Creación del clasificador: para crear un clasificador, el algoritmo analiza primero los datos proporcionados, en busca de tipos específicos de patrones o tendencias. El algoritmo usa los resultados de este análisis en un gran número de iteraciones para determinar los parámetros óptimos para crear el procedimiento de minería de datos. A

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

continuación, estos parámetros se aplican en todo el conjunto de datos para extraer patrones procesables y estadísticas detalladas. El procedimiento de minería de datos que crea un algoritmo a partir de los datos puede tomar diversas formas, incluye: un conjunto de clústeres que describió cómo se relacionan los casos de un conjunto de datos; un árbol de decisión que predijo un resultado y que describió cómo afectan a este los distintos criterios y un conjunto de reglas que describieron cómo se agrupaban los datos.

Paso 4.2. Entrenamiento, validación y prueba: una vez realizada la lectura y particionamiento de los datos, estos son sometidos a un proceso de entrenamiento, validación y prueba. El primero de los posibles procedimientos de clasificación estará basado en los árboles de decisión. Para la construcción de otro posible procedimiento se utilizará el algoritmo *randomForest*, una vez aplicada esta técnica se analizará la precisión de la misma.

Etapas 5. Difusión y empleo

La implementación efectiva de una política que contribuya a mejorar la actividad turística, promueve la modernización sistemática en función del impacto ambiental y enfrentamiento al cambio climático, y que contribuya al desarrollo de un turismo sostenible. En este sentido, puesta en funcionamiento de un Observatorio Ambiental, interpretados como una herramienta de vanguardia, que coloca la información que genera al alcance de las personas a las que está dirigida, que gestiona sus *inputs*, así como controla y mide sus *outputs* y que parte del análisis del pasado y el presente para pronosticar el futuro, constituye el medio idóneo para la difusión y empleo del ISAPT.

De esta forma, la automatización de indicadores ambientales y del ISAPT a través del Observatorio Ambiental, permitirá la obtención de información implícita y facilitará los análisis especialmente enfocados para las condiciones estos entornos, con el fin de anticipar posibles situaciones de deterioro que comprometan su estado y funcionamiento como sistemas ambientales complejos. En este punto, es válido aclarar que el cálculo del ISAPT mediante técnicas de minería de datos, se realiza de forma automática mediante una interfaz del OBSAM-Costatenas, el mismo, es capaz de recopilar la información detectada con la aplicación del procedimiento específico para el levantamiento de la información inicial de la calidad ambiental y almacenadas en la base de datos, de acuerdo a la estructura propuesta para la construcción de metadatos (ficha de los indicadores).

2.3.3. Procedimiento para el pronóstico del comportamiento del ISAPT

El procedimiento específico para el pronóstico del comportamiento del ISAPT, se compone de dos etapas y cinco pasos: Etapa 1. Simulación, con los pasos (1.1) construcción del *dataset*, (1.2) normalización del *dataset*, (1.3) validación de los modelos y (1.4) evaluación del pronóstico; Etapa 2. Aplicación, con el paso (2.1) OBSAM-Costatenas como herramienta tecnológica.

Etapa 1. Simulación: la investigación se realiza en el *software RStudio*, un entorno de desarrollo integrado para el lenguaje de programación R, dedicado a la computación estadística y gráficos. Incluye una consola, editor de sintaxis que apoya la ejecución de código, así como herramientas para el trazado, la depuración y la gestión del espacio de trabajo. La simulación basada en técnicas de minería de datos permite obtener resultados estadísticamente significativos y con un alto grado de confiabilidad formal, ya que omite el factor de subjetividad presente en otros métodos prospectivos como por ejemplo, el criterio de expertos.

Paso 1.1. Construcción del *dataset*: los datos a emplear en esta investigación están disponibles en la *web* Banco Mundial de Datos. Esta *web* ofrece datos de acceso abierto y gratuito sobre el desarrollo mundial. El Banco Mundial de Datos brinda la posibilidad de descargas en diversos formatos como csv, xml y excel. Los datos deben aparecer en formato csv, para ser introducidos en una base de datos *postgreSQL*.

Paso 1.2. Normalización del *dataset*: según (Geoghegan, 2006), el uso de series temporales es muy común en diferentes campos como la economía para la cotización de las existencias en los mercados o la cantidad de desempleados, las ciencias sociales para las inscripciones en las escuelas, la medicina para la cantidad de casos de influenza en un período dado o la evaluación de diferentes medicamentos en pacientes con hipertensión, la meteorología para el análisis de diferentes fenómenos naturales, entre otros.

Los datos se convierten en una serie temporal para realizar un análisis más profundo y la posterior aplicación de diferentes modelos de predicción. Una serie puede ser no estacionaria por una variación en la media, una variación en la varianza o por la presencia de estacionalidad. Esto significa que si existe alguno de estos casos es necesario aplicar transformaciones en la serie. Por lo observado se evidencia que la serie no es estacionaria

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

en media porque esta varía en el tiempo. También presenta variación cada cierto periodo y es normal en este tipo de estudios porque las variables ambientales tienden a disminuir o aumentar en el tiempo (ejemplo en verano o invierno). A partir del análisis anterior se seleccionan para la normalización del *dataset*, los métodos de descomposición y de suavizado exponencial para contrastar sus resultados y elegir el mejor modelo.

Método de descomposición

Estos métodos tratan de separar la serie en subseries de tendencia, estacionalidad y ruido por lo que son especialmente descriptivos. ARIMA es muy utilizado en trabajos de predicción. En algunas investigaciones como (Xu, 2019) se combina este modelo con redes neuronales para mejorar su precisión, aunque si se logra una buena selección de los parámetros como en (Schmidt, 2016) y (Wang, 2019) se logran importantes resultados sin necesidad de mayores requerimientos de cómputo (Nury, 2017) realiza una comparación del desenvolvimiento entre las redes neuronales artificiales y el modelo ARIMA para la predicción de la temperatura en Bangladesh y este último resultó ser el de mejores resultados. Una vez obtenida la serie aproximadamente estacionaria y no estacional similar a la original, se procede a la construcción del procedimiento predictivo.

En estadística y econometría, en particular en series temporales, un modelo autorregresivo integrado de promedio móvil o ARIMA (acrónimo del inglés *autoregressive integrated moving average*) es un modelo estadístico de regresión lineal en otras palabras significa que utiliza sus propios retrasos con el fin de encontrar patrones para una predicción hacia el futuro. Las estimaciones futuras vienen explicadas por los datos del pasado y no por variables independientes. El modelo ARIMA necesita identificar los coeficientes y número de regresiones que se utilizarán, se caracteriza por 3 términos p, d, q, donde p hace relación al orden del término AR, q es el orden del término MA y d es la cantidad de diferenciación requerida para que las series de tiempo sean estacionarias. Este modelo es muy sensible a la precisión con que se determinen sus coeficientes, cuando no se encuentran correlacionados y son independientes entre sí el modelo funciona de manera óptima.

En la investigación de (Parra, 2020) se define matemáticamente que el modelo de regresión automática (AR) es aquel donde $Y(t)$ depende solo de sus propios retrasos (ecuación 2.1).

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots \quad (\text{Ecuación 2.1})$$

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

$$+ \beta_p Y_{t-p} + \varepsilon_t$$

Donde Y_{t-1} es el rezago 1 de la serie, β_1 es el coeficiente del modelo y α es el término de intercepción, también estimado en el modelo. De la misma forma, el modelo de media móvil pura (MA) es aquel en el que $Y(t)$ depende de los errores de pronóstico rezagados (ecuación 2.2).

$$Y_t = \alpha + \varepsilon_t + \Phi_1 \varepsilon_{t-1} + \Phi_2 \varepsilon_{t-2} + \dots + \Phi_q \varepsilon_{t-q} \quad (\text{Ecuación 2.2})$$

Donde los términos de error son los errores de los modelos autorregresivos de los respectivos retrasos. Los errores ε_t y ε_{t-1} son los errores de las (ecuaciones 2.3 y 2.4):

$$Y_t = \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_0 Y_0 + \varepsilon_t \quad (\text{Ecuación 2.3})$$

$$Y_{t-1} = \beta_1 Y_{t-2} + \beta_2 Y_{t-3} + \dots + \beta_0 Y_0 + \varepsilon_{t-1} \quad (\text{Ecuación 2.4})$$

Los procesos autorregresivos presentan función de autocorrelación parcial (ACFP) con un número finito de valores distinto de cero. Un proceso $AR(p)$ tiene los primeros p términos de la función de autocorrelación parcial distintos de cero y los demás son nulos. En la práctica se considera que una muestra dada proviene de un proceso autorregresivo de orden p si los términos de la función de autocorrelación parcial son casi cero a partir del que ocupa el lugar p . Un valor se considera casi cero cuando su módulo es inferior a $2/\sqrt{T}$. Los programas de ordenador constituyen la franja $(-2/\sqrt{T}; 2/\sqrt{T})$ y detectan los valores de la ACFP que caen fuera de ella.

Los procesos de medias móviles presentan función de autocorrelación con un número finita de valores distintos de cero. Un proceso $MA(q)$ tiene los primeros q términos de la función de autocorrelación distintos de cero y los demás son nulos. Las dos propiedades descritas son muy importantes con vistas a la identificación de un proceso mediante el análisis de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial.

Método de suavizado exponencial

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

Las técnicas de suavizado exponencial son de tipo predictivo, por lo que pueden utilizarse para predecir a corto plazo en las series temporales. Proporcionan previsiones razonables para horizontes de predicción inmediatos. Los resultados que se obtienen con ellas son satisfactorios, incluso cuando no se dispone de un gran número de datos históricos (aunque a mayor histórico de datos, más exactitud presentará el modelo en sus predicciones). El modelo *Holt-Winters* reúne un conjunto de procedimientos que conforman el centro de la familia de series temporales de suavizado exponencial. *Holt-Winters* es un modelo estático de predicción aplicado a series de tiempo caracterizadas por estacionalidad y tendencia lineal, basado en el método de medias móviles de peso exponencial (EWMA). Este modelo divide los datos analizados en tres partes, cada una es representada por una ecuación de tipo EWMA. (Pena, 2013)

Paso 1.3. Validación de los modelos: la prueba de *Ljung-Box* es un tipo de prueba estadística de si un grupo cualquiera de autocorrelaciones de una serie de tiempo son diferentes de cero. En lugar de probar la aleatoriedad en cada retardo distinto, esta prueba la aleatoriedad en general basado en un número de retardos. Esta es una versión simplificada de la estadística de *Ljung-Box* para los cuales los estudios de simulación posteriores han demostrado un rendimiento deficiente.

- H_0 : Los datos se distribuyen de forma independiente (es decir, las correlaciones en la población de la que se toma la muestra son 0, de modo que cualquier correlación observada en los datos es el resultado de la aleatoriedad del proceso de muestreo).
 - H_a : Los datos no se distribuyen de forma independiente.
- Para seleccionar el modelo que mejor ajuste posee, se emplea AIC. El criterio de información de *Akaike* (AIC) es una medida de la calidad relativa de un modelo estadístico en un conjunto dado de datos. El AIC proporciona un medio para la selección del modelo, valora un sacrificio entre la complejidad del modelo y la bondad de ajuste del modelo. Ofrece una estimación relativa de la información pérdida cuando se utiliza un modelo determinado para representar el proceso que genera los datos. Por lo que el modelo que presente menor pérdida de datos será el de más ajuste a los datos.

Paso 1.4. Evaluación del pronóstico: para evaluar el modelo planteado para la solución se propone emplear el indicador de Porcentaje de Error Medio Absoluto (MAPE) por su fácil interpretación, el cual se calcula según (ecuación 2.5):

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n \left| \frac{(y_t - \hat{y}_t)}{y_t} (100) \right|}{n} \quad (\text{Ecuación 2.5})$$

Dónde:

y_t : Es el valor observado (valor real del indicador)

\hat{y}_t : Es el valor pronosticado (predicción del indicador)

n : Es la cantidad de observaciones

(Bing, 2021) realiza una revisión bibliográfica del estado actual de los modelos de predicción para los distintos parámetros ambientales.

Etap 2. Aplicación: tanto el cálculo de los indicadores, como la construcción del ISAPT y sus pronósticos de comportamiento, puede realizarse desde la web del OBSAM-Costatenas, en un proceso que es totalmente transparente para los usuarios de la misma. En esta etapa se integra y procesa toda la información almacenada en la base de datos y obtenida con la implementación de los procedimientos propuestos, desde el desarrollo de las etapas y pasos anteriores.

Paso 2.1. OBSAM-Costatenas como herramienta tecnológica

OBSAM-Costatenas tiene como misión fundamental proporcionar información relevante y oportuna al proceso de toma de decisiones sobre el desarrollo de la gestión ambiental. Parte de su quehacer es suministrar esta información en forma de indicadores e ISAPT de modo que el análisis pertinente sobre los derroteros ambientales pueda integrar los diferentes factores. Además de proporcionar a las instituciones acceso a bases de datos de series históricas en el campo ambiental; y a la vez coadyuvar al mejoramiento de los sistemas de información de las mismas.

El OBSAM-Costatenas desarrolla y potencia una red de capacidades técnicas y científicas basada en los departamentos universitarios, centros de investigación y otras entidades públicas y privadas que proporcionen la mejor información disponible y con base científica para que sea incorporada en los informes. La naturaleza interdisciplinaria del tema ambiente, así como la universalidad de su alcance y la urgencia por encontrar soluciones ponen sobre la mesa un significativo reto a la comunidad científica. El OBSAM-Costatenas ofrece a la

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

sociedad la posibilidad de tener acceso a información relevante sobre esta temática, por medio de las actividades que se plantean dentro de la agenda ambiental.

2.4. Validación teórica del procedimiento general

En concordancia con (João Fernández, 2016) no siempre resulta viable demostrar la validez de las propuestas realizadas mediante la evolución observada en un caso de estudio práctico del procedimiento general y los específicos; debido a que el éxito definitivo puede estar condicionado a múltiples factores, así como, por la complejidad del área objeto de estudio o por el periodo de tiempo necesario para constatar la transformación deseada.

Por su parte (Hernández Oro, 2015); (Cruz García, 2016); (Paez, 2017); (Lucas Molina, 2017) definen la fiabilidad como el grado en que el instrumento produce resultados coherentes y consistentes, o sea, que las mediciones no varían bajo las mismas condiciones en diferentes espacios de tiempo. El análisis de la consistencia lógica del procedimiento propuesto se realiza mediante redes de Petri.

La validez se entiende como el grado en que el instrumento mide lo que se quiere medir (Lucas Molina, 2017). La valoración de la utilidad y factibilidad de uso del procedimiento se realiza mediante el cálculo del índice *ladov*. De esta forma, (Urrutia Egaña, 2014) plantea que la validez junto a la fiabilidad, determinan la calidad de un instrumento.

2.4.1. Análisis de la consistencia lógica del procedimiento con el uso de las redes de Petri

Los modelos de simulación han demostrado ser útiles para evaluar el rendimiento de diferentes configuraciones y/o procedimientos de operación alternativos para sistemas de producción. La simulación permite (Narciso et al., 2010): evaluación de escenarios; comparación rápida de alternativas; evaluación de parámetros; evaluación de procesos de mejora continua. Asimismo, acelera el rendimiento en el aprendizaje, potencia el uso de mejores prácticas y disminuye los costos. La tecnología de administración *workflow* busca ofrecer una solución flexible en apoyo a los procesos de negocio. Mientras tanto, la falta de definición bien formalizada, en lo que se refiere a síntesis y a semántica de estas técnicas, dificulta el análisis de los modelos más complejos (Medina Nogueira, 2016). En este sentido, las redes de Petri actúan con excelente potencial, una vez que se representan gráficamente (Dallavalle de Pádua, 2004); son de fácil aprendizaje, funcionan con lenguaje de

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

comunicación entre especialistas de diversas áreas, permiten describir aspectos estáticos y dinámicos del sistema a representar y también poseen el formalismo matemático necesario para métodos de análisis ya consagrados. Mediante una red de Petri puede modelarse un sistema de evolución en paralelo o eventos concurrentes compuesto de varios procesos que cooperan para la realización de un objetivo común (Marranghello, 2005).

El uso de las redes de Petri, de acuerdo con (Sáez Mosquera, 2008), permite demostrar que un procedimiento es general, todos los estados están considerados; desde el inicio se puede alcanzar el fin; existe parsimonia (lo más simple posible); todos los estados críticos están considerados; hay aportes científicos en el procedimiento (compara grafos). En el anexo 9, aparece la red de Petri, con el uso del software WoPeD (Workflow Petri net Designer). Con esta herramienta se demuestra que no hay inconsistencias en el diseño del procedimiento, que conduzcan a redundancias, o ejecución de tareas incoherentes entre sí.

2.4.2 Evaluación de la utilidad y la factibilidad de uso del procedimiento a través de la técnica *ladov*

La técnica de *ladov*, debe su nombre a su creador V. A. *ladov*. Según (Filgueiras Sainz de Rozas, 2013), las investigaciones que la han utilizado, la describen como una herramienta efectiva para el estudio del nivel de satisfacción de los participantes en diversos contextos formativos. Consiste en tres (3) preguntas cerradas intercaladas en un cuestionario y cuya relación el encuestado desconoce. Su objetivo es la valoración del nivel de satisfacción, según el Cuadro Lógico de *ladov*.

La respuesta a estas tres preguntas permite ubicar a cada encuestado, según el cuadro lógico, en una escala de satisfacción, para luego calcular el Índice de Satisfacción Grupal (ISG), de acuerdo a la expresión (ecuación 2.6). La escala de satisfacción establece una serie de: (1) clara satisfacción, (2) más satisfecho que insatisfecho, (3) no definida, (4) más insatisfecho que satisfecho, (5) clara insatisfacción, y (6) contradictoria.

$$ISG = A (+ 1) + B (+ 0,5) + C (0) + D (- 0,5) + E (- 1) / N \quad (\text{Ecuación 2.6})$$

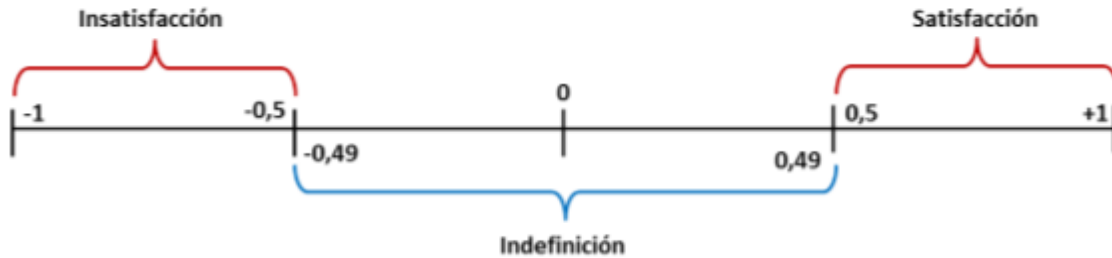
Donde: A, B, C, D, E, representan los encuestados con índice individual 1; 2; 3 ó 6; 4; 5 y N representa el número total de sujetos del grupo. Los valores del índice se encuentran entre -1 (mayor insatisfacción) y 1 (mejor satisfacción). Permite reconocer las categorías grupales

CAPÍTULO II: INDICADOR SINTÉTICO AMBIENTAL

siguientes (figura 2.6): Insatisfacción: desde (-1) hasta (-0,5) Contradictorio: desde (-0,49) hasta (+0,49) Satisfacción: desde (+0,5) hasta (1).

Figura 2.5.

Rangos de valoración del ISG



Fuente: (Hernández Nariño, 2010)

En el anexo 10, se muestran los resultados de la aplicación de la técnica ladov para valorar la utilidad y factibilidad de uso del procedimiento. El valor resultante del ISG es de 0.85; y según los rangos de las categorías grupales, se encuentra entre (+0,5) y (1), por tanto, refleja satisfacción y se interpreta como una valoración positiva.

2.5 Conclusiones parciales

1. El procedimiento general para la construcción del índice sintético ambiental en playas turísticas se compone por tres fases y seis etapas, en las que se integran los procedimientos específicos asociados: el procedimiento para el levantamiento de la información inicial de la calidad ambiental en playas turísticas, el procedimiento para la construcción del ISAPT mediante minería de datos y el procedimiento para el pronóstico del comportamiento del ISAPT mediante minería de datos.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

Capítulo III: Aplicación del procedimiento para la construcción del índice sintético ambiental

En este capítulo se aplica el procedimiento propuesto en el capítulo anterior. Desde el punto de vista empírico, se realiza la aplicación práctica del procedimiento general, en función de los referentes teóricos y metodológicos abordados en los capítulos precedentes. Este procedimiento se aplica en el “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero”. Para el desarrollo del capítulo se proponen los objetivos siguientes:

- Aplicar el procedimiento para la construcción del índice sintético ambiental mediante la implementación del ISAPT en playas turísticas para una mejor toma de decisiones
- Validar el procedimiento desde la comprobación de la contribución a la calidad ambiental, luego de la aplicación del ISAPT.

3.1. Caracterización del área objeto de estudio

El “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero”, perteneciente al Grupo de Turismo Gaviota S.A., objeto de estudio de la presente investigación se encuentra ubicado en el Sector Chapelín-Los Taínos. Dicho sector se encuentra situado entre los Sectores “Las Américas” y “Punta Hicacos”, extendiéndose 3,8 km por la costa Norte de ellos 3.2 km son de playas. El área de sol tiene un ancho promedio de 22 m y una capacidad de carga actual de 14,9 m²/bañistas. Es un Resort de playa ubicado en primera línea de playa, que abarca un área total de 7.50 ha, de forma rectangular paralela a la costa. Todas las infraestructuras de alojamiento fueron construidas respetando el límite de la zona costera. De forma general las dunas en este sector son dunas estabilizadas con vegetación constituida por complejo de vegetación de costa arenosa, bien conservadas.

Misión: Ofrecer experiencias vacacionales que dejan huella, en las mejores ubicaciones del mundo y con un modelo de turismo sostenible con respeto a las personas y al medioambiente.

Visión: Aspirar a ser un referente internacional en turismo sostenible, con un modelo de negocio 100% familiar, rentable y sólido, líder en calidad y satisfacción de nuestros clientes, basado en una cultura organizativa abierta que fomenta la innovación y el trabajo en equipo.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

Los valores que promueve la institución son: la honestidad, que permite contar con una sólida reputación; la responsabilidad, para actuar con integridad, sentido del compromiso y comportamiento ético; la prudencia, como sinónimo de sensatez, buen juicio y reflexión en la toma de decisiones; la unidad, que aporta coherencia y solidez a nuestra identidad; la laboriosidad y cultura del esfuerzo con la calidad como objetivo; la creatividad, expresada en capacidad de innovar y buscar soluciones originales para un entorno digital y cambiante; la ambición, reflejada en el deseo de presencia global y voluntad de expansión; el arraigo allí donde operamos, entendido como sostenibilidad y compromiso y la empatía, que facilita un clima de confianza, respeto y colaboración sostenido sobre una intensa y creciente cultura de trabajo en equipo.

Clasificación de los procesos del Hotel Iberostar Selection Bella Vista:

Estratégicos:

- 1. Planificación Estratégica:** Mantener ventajas competitivas sostenibles a largo plazo, respondiendo a amenazas y oportunidades del entorno, gestionando los recursos globales.
- 2. Gestión Organizacional:** Establecer y controlar la metodología a seguir para el diseño e implementación del proceso de medición, análisis y mejora de la gestión de la organización.
- 3. Gestión de Recursos Humano:** Ejecutar la selección, contratación, evaluación de competencias, capacitación y gestión de riesgos de los trabajadores y directivos en función de darle cumplimiento a los requisitos y necesidades del hotel.

Claves:

- 1. Alojamiento:** Satisfacer las expectativas de los clientes garantizando el confort y las condiciones higiénico-sanitarias propias del servicio de alojamiento.
- 2. Gastronomía:** Garantizar el cumplimiento de los estándares de la cadena en cuanto al proceso de restauración y el servicio en todas las áreas del hotel, cumpliendo las normas vigentes de higiene de los alimentos con vistas a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

- 3. Cocina:** Garantizar el cumplimiento de los estándares de la cadena en cuanto al proceso de elaboración de alimentos en todas las áreas del hotel, cumpliendo las normas vigentes de higiene de los alimentos con vistas a satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes.
- 4. Animación:** Satisfacer la demanda recreativa de los clientes durante su estancia en el Hotel.
- 5. SPA:** Lograr bienestar y salud en nuestros clientes.

Apoyo:

- 1. Compras:** Garantizar el abastecimiento necesario para gestionar los procesos del Hotel, así como el cumplimiento de los requisitos legales, reglamentarios y del hotel vigentes.
- 2. Almacén:** Garantizar el cumplimiento de los requisitos legales y reglamentarios vigentes para el almacenamiento y despacho o entrega de mercancías.
- 3. Servicios Técnicos:** Garantizar el buen estado técnico de la instalación hotelera, áreas exteriores y su equipamiento, el cumplimiento de las regulaciones sanitarias, medioambientales, metrológicas y de seguridad, así como velar por la gestión eficaz y eficiente de los portadores energéticos.
- 4. Seguridad Hotelera:** Garantizar de forma sistemática y continua la seguridad de todos los medios y recursos que existen en el hotel, las propiedades de los clientes, así como su integridad física.
- 5. Gestión de la Información:** Gestionar la información interna y externa, así como la seguridad informática y garantizar el buen funcionamiento de los softwares y hardware instalados.

Caracterización de la zona de playa: en esta zona la playa es de tipo encajada la cual bascula lateralmente entre Punta Chapelín y dos macizos rocosos, se ubica en la parte central de la península, en el límite occidental del sector Los Taínos, posee una longitud de 185 m. Constituida por una terraza baja como continuación del acantilado de Punta Chapelín. La misma fue objeto de restauración en el año 2016, a pesar de lo cual la duna se encuentra muy escarpada producto a la propia dinámica de la playa, acentuada con el paso del huracán Irma y la actividad turística.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

Uno de los objetivos estratégicos del hotel es obtener reconocimientos nacionales e internacionales, entre ellos el Reconocimiento Playa Ambiental, para lo cual es necesario que se realice una buena gestión de las playas, por lo que la presente tesis se basa en construir un indicador sintético ambiental para dotar al Hotel de una herramienta que lo ayude a cumplir con esta meta.

3.2. Comprobación de las premisas

Se procede a comprobar las premisas del procedimiento para la implementación del procedimiento general.

- La instalación turística manifestó interés en la aplicación del procedimiento. En la medida que aumentan la cantidad de instituciones turísticas que implementan el ISAPT, aumenta el interés de otras por evaluar el desempeño de su gestión ambiental con el ISAPT. El empleo del OBSAM-Costatenas como herramienta para la implementación del ISAPT, facilita su generalización y acceso.
- Apoyo del Citma para la aplicación del procedimiento en playas turísticas. Se cuenta con el total apoyo de la Delegación del Citma provincial para la implementación del ISAPT.
- Correspondencia de la gestión ambiental de las instituciones turísticas con el marco legal regulatorio de la gestión ambiental en Cuba. Existe una marcada correspondencia entre las políticas ambientales y la gestión ambiental. Los sistemas de gestión ambiental que actualmente se operan, consisten en procedimientos internos de manejo ambiental, en respuesta de la creciente legislación ambiental y del aumento del interés público por los temas ambientales, se corroboraron los siguientes: los Sistemas de Gestión Ambiental, mayormente basados en las Normas ISO 14.000; evaluación de impacto ambiental; planes de manejo enfocado en los recursos naturales y los productos peligrosos; análisis de riesgo ambiental y planes de riesgo ambiental; planes de contingencia; monitoreos y actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI); auditorías ambientales y enfoque integral de dichos sistemas se proponen responder específicamente a: responsabilidad ambiental: se refiere a un manejo ambiental de los recursos naturales, que garantiza el uso adecuado y beneficios de manera permanente; responsabilidad social: implica una participación social directa en la planificación y toma de decisiones la organización;

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

sustentabilidad económica: hace mención a una rentabilidad económica del negocio, que refleje sus beneficios hacia el ambiente y en las condiciones de vida de las comunidades con influencia de las actividades turísticas y existencia de información estructurada (datos) sobre la gestión ambiental en playas turísticas donde se aplicará el procedimiento. La estructura de metadatos garantiza el cumplimiento de esta premisa.

3.3 Resultados de la implementación del procedimiento general para la determinación del ISAPT

Fase 1. Preparación para la implementación

Las playas por su naturaleza inestable es apta para pocas actividades, sin embargo estas actividades son llevadas a cabo con tal intensidad que suelen amenazar la existencia de las mismas. Las instituciones turísticas así como las comunidades cercanas a playas turísticas tienen un impacto directo con el medio ambiente, en especial contaminación por desechos sólidos, destrucción de los recursos naturales, deterioro de especies marinas, desequilibrios ecológicos debido a la construcción de la infraestructura para el desarrollo de la actividad turística y la situación sanitaria debido a la infraestructura de servicios públicos, entre otras cuestiones, influyen en el atractivo turístico y en la preservación de dicho entorno. Por lo que se hace necesaria la toma de las mejores decisiones que contrarresten estos impactos.

Diagnóstico inicial de calidad ambiental en playas turísticas

En esta etapa se realizó el levantamiento de la información inicial de la gestión ambiental, se determinan los indicadores ambientales existentes en la playa turística y se construyen a partir de los datos almacenados, se verificó el cumplimiento de los requisitos prácticos de los indicadores, se definió su importancia y se realizó el análisis de escenarios resultantes; finalmente, con la información capturada se elaboran las fichas técnicas de los indicadores y se almacenan en una base de datos.

Existe gran variedad de posibles formatos de presentación de los indicadores, modificándose su contenido en función de la información que se pretende ofrecer. No obstante, la información básica a desarrollar puede ser el que se presenta a continuación, y que, por supuesto, debe sufrir las modificaciones oportunas en función de las necesidades y disponibilidad de información.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

1. Descripción y ámbito del indicador:

- Definición del indicador.
- Objetivo para el que se plantea el indicador.
- Gráfico o diagrama que debe contener información sobre: años, unidades de medida, leyenda asociada, fuente de información y notas aclaratorias
- Tipo de indicador, dentro del marco de referencia en el que se desarrolla el sistema al que pertenece.
- Ámbito del indicador: cobertura geográfica y temporal.

2. Análisis y evaluación de la información ofrecida por el indicador:

- Definición del problema ambiental al que se refiere y relevancia del mismo para analizar el problema. Amplía el objetivo para el que se desarrolla el indicador presentado en punto 1.
- Evaluación de la información ofrecida por el indicador en relación con el problema con el que se asocia.

3. Datos base:

- Presentación de la tabla de datos que permite la elaboración del gráfico inicial.

4. Datos complementarios e información técnica:

- Fuente de datos. Descripción de los datos. Cobertura geográfica y temporal de los datos básicos. Metodología y frecuencia de captura de datos. Metodología de tratamiento de datos. Análisis de las metodologías empleadas y posibilidad de comparación (cuando sean distintas).
- Trabajos pendientes o futuros desarrollos que mejorarían la información.
- Marco legislativo o normativa vinculada al indicador con especificación de valores límite.
- Notas aclaratorias, observaciones, etc.

La necesidad de disponer de información sintética sobre el estado y la evolución del medioambiente, por encima de la mera recogida de datos y elaboración de estadísticas, ha derivado en el desarrollo de los indicadores ambientales como herramientas específicas de

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

información. A ello ha contribuido también el hecho de que hoy en día, es relativamente sencillo disponer de abundante información y de datos estadísticos sobre temas ambientales, pero se detecta que, en muchas ocasiones se ha puesto un mayor esfuerzo en la recogida de la misma, que en su análisis y su adecuada presentación. Además, la información presentada bajo la forma de indicadores permitirá completar los informes periódicos sobre el estado del medioambiente, e incluso elaborarlos con una perspectiva totalmente diferente, lo que tributa a la supervisión de los progresos registrados en política medioambiental y a la integración de las directrices ambientales en las políticas sectoriales. De igual forma, esto hará posible revisar de forma regular y sistemática el progreso tendente al cumplimiento de los objetivos políticos y a la comunicación de los resultados a los agentes interesados, con inclusión entre éstos al público en general. Estas y otras razones más técnicas han contribuido a la necesidad de elaborar un conjunto de indicadores que, estructurados en áreas temáticas específicas y representativas de la problemática ambiental, sean capaces de configurar un sistema coherente y dotado de la suficiente consistencia y lógica interna para asegurar su estabilidad.

La selección de los indicadores se ha realizado con la identificación de los principales problemas o preocupaciones ambientales, por lo que se definen dos temas, medio ambiente y turismo, dentro de los cuales se encuentran los indicadores. Se escogen estos temas por ser el objetivo a seguir en esta investigación ya que la calidad ambiental incluye al ser humano y sus actividades. Recordar, que el procedimiento busca que las playas mantengan un equilibrio natural, sin olvidar su uso y usuarios, es decir los turistas. De esta forma, se dispone de una visión de la problemática del medioambiente y de una forma de evaluación o seguimiento de la evolución de estos problemas mediante los indicadores adoptados.

Para el tema de turismo se utilizan dos indicadores igualmente, el primero de ellos trata del impacto que se puede generar al sobreexplotar una playa con un número exagerado de turistas. El segundo indicador se refiere al control institucional, el cual es parte importante en el orden y cumplimiento de las normas que rigen las playas, siendo a la vez el responsable de mantener los derechos del turista y de hacer cumplir sus deberes al mismo.

Mediante una encuesta de campo (Anexo 11), realizada a 50 visitantes a inicios de la temporada alta, se logró conocer la opinión general de los turistas sobre la calidad ambiental

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

en las playas. La encuesta se divide en tres partes: la información general del encuestado, la opinión sobre la calidad ambiental de la playa en la que se encuentra y un listado de supuestas situaciones incómodas para el turista.

En la primera parte se establece la fecha y playa del levantamiento de la encuesta, y el sexo, edad y ciudad de origen del encuestado. En la segunda parte se hace una pregunta puntual sobre la calidad ambiental de la playa, basado en una breve explicación de lo que se entiende sobre calidad ambiental. El resultado es numérico y permite realizar un análisis estadístico de la opinión de los turistas. La tercera parte es un listado de nueve preguntas puntuales sobre situaciones ambientales que pueden causar incomodidad al turista. Cada pregunta se contesta en una escala entre 1 y 5, la cual es presentada al encuestado.

Debido a la gran cantidad de información que se manejó en esta encuesta sólo se van a nombrar los resultados más importantes de cada pregunta. Se realizó un análisis estadístico básico (Anexo 12), donde se halló la media de cada pregunta y la media general, de manera que se pueda conocer la opinión general sobre cada punto. Los valores obtenidos fueron tenidos en cuenta para la ponderación de cada parámetro dentro de los indicadores del procedimiento.

Condiciones ambientales molestas: se evidenció con los resultados de campo que las situaciones más molestas para la muestra de turistas son: malos olores, basura inorgánica y basura orgánica en la arena (Anexo 13).

Importancia calificación ambiental en playas: A la pregunta: Si las playas tuvieran una calificación de su calidad ambiental, ¿Que tanto tendría usted en cuenta esa calificación para decidir si va o no a esa playas? Se presentó un alto valor de personas que respondieron: Sería lo más importante, pero no lo definitivo, con un 47 %, como lo muestra el anexo 14.

Parámetros importantes para la salud humana: únicamente a aquellas personas que tuvieran alguna formación ambiental o sanitaria, se les pregunto cuál de los indicadores presentados le parecía más importante para la salud humana. Los parámetros se debían calificar de 1 a 5, donde uno era menos importante y cinco más importante. Los resultados se muestran en el anexo 15. Como se observa los patógenos, tanto en el agua como en la arena, son los dos parámetros más importantes para la salud humana, con valores que

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

superan ampliamente los demás parámetros. Los sólidos suspendidos en el agua litoral es el parámetro menos importante para la salud humana.

Parámetros importantes para el medio natural: con relación al medio natural se observa en el anexo 16, más regularidad en los valores, los cuales varían entre 3.95 y 2.50, un rango bastante estrecho. Los olores desagradables son el parámetro menos importante para el medio, mientras los patógenos en agua es de lejos el más importante.

Los resultados luego de comprobar todos los parámetros fueron alentadores, pero con algunas fallas que se deben mejorar en el futuro, tal y como se establece en las recomendaciones del presente estudio. Los indicadores desarrollados para el procedimiento, ordenados por tema e indicador son los siguientes (Anexo 17). De esta forma, el sistema cuenta con información sintética sobre la integración de consideraciones ambientales en las políticas institucionales, información que debería ser básica para la toma de decisiones relacionadas con la elaboración de dichas políticas.

Fase 2. Calidad ambiental en playas turísticas

Se implementaron las herramientas de gestión según los requerimientos del desarrollo de la gestión ambiental en la empresa, que constituyen la base organizacional de soporte al manejo ambiental. Se construyó el sistema de control del procedimiento, a partir del análisis del ISAPT resultantes del procesamiento de los indicadores obtenidos en el diagnóstico de la fase anterior. Finalmente, se realizó un análisis predictivo del comportamiento del ISAPT.

Se analizó y procesó la información obtenida de la Fase 1, de modo que se construyó el ISAPT a partir de la relación existente en el conjunto de datos, ya sean indicadores o parámetros. A partir de la integración y recopilación de los datos almacenados previamente en la base de datos, se procedió a la selección, limpieza y transformación de los mismos, lo que derivó en serie de datos seleccionados o vista minable.

Se seleccionó el conjunto de datos, tanto en lo referido a las variables objetivo, como a las variables independientes. A partir de la aplicación del método Hold Out. La recopilación y el preprocesamiento en Machine Learning, tuvo una influencia absoluta en el ajuste del procedimiento y su desempeño. Cuanto más y mejores fueron los datos obtenidos, mejor fue

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

el rendimiento del procedimiento. Las fuentes de los datos fueron diversas: archivos .csv, hojas de cálculo, páginas webs, bases de datos, entre otros.

Para comenzar a entrenar los algoritmos fue necesario transformar los datos a partir de la normalización de sus atributos (anexo 18) de forma tal que sus valores estuvieran en un rango entre 0 y 1. Los datos fueron transformados a una estructura *data frame* para hacer posible su manipulación en el lenguaje R. Una vez realizado el preprocesamiento de los datos, estos quedaron normalizados y en formato *data frame*, para su uso en la construcción del procedimiento. Una de las ideas centrales detrás de la construcción del ISAPT, corresponde a medir el estado de la variable compleja, en ese sentido la correlación entre los indicadores debe quedar totalmente identificada a priori. Existen distintas formas de realizar la normalización, pero la más utilizada corresponde a las distancias relativas (ecuación 3.1 y 3.2).

Relación directa:

$$I_{ij}^{dir} = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (\text{Ecuación 3.1})$$

Relación inversa:

$$I_{ij}^{inv} = \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (\text{Ecuación 3.2})$$

De esta forma, se garantiza un recorrido de los valores estandarizados x_{ij} entre 0 y 1, de forma que, cuanto más se aproxime a 1 dicho valor, mayor será la presencia del fenómeno estudiado en el elemento j .

Se separaron el conjunto de datos de prueba y el conjunto de datos de entrenamiento. Se dividió el conjunto de datos mediante el empleo del método *hold out*. Selección de las técnicas de minería de datos a emplear. Se seleccionaron las técnicas de minería de datos y se diseñó el procedimiento predictivo y de clasificación, mediante la aplicación de los métodos Análisis de Componentes Principales (anexo 19), Árboles de Decisión (anexo 20), *Random Forest* y *Receiver Operating Characteristic* (ROC). A partir de la aplicación de los métodos Series Temporales, Descomposición estacional, *Dickey-Fuller* aumentada, *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin*, *Phillips-Perron*. El método de descomposición, determinó cómo se combinan los componentes de la serie estacional. Se emplearon las combinaciones aditiva y multiplicativa. Se dice que hay presencia de una aditiva cuando a pesar del

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

crecimiento de la tendencia, la varianza y la media se mantienen estáticas, en cambio las multiplicativas son cuando la varianza y la media varían en consecuencia de la tendencia.

Los indicadores detectados en la fase 1, que caracterizan la calidad ambiental en playas turísticas, se abordaron en la construcción del ISAPT como variables complejas, donde: X1= Sólidos suspendidos en el agua litoral, X2= Residuos sólidos flotantes en el agua litoral, X3= Coliformes fecales en el agua litoral, X4= Coliformes fecales en la arena de playa, X5= Residuos sólidos en la arena de la playa, X6= Medio Ambiente, X7= Carga turística de la playa y X8= Uso eficiente de las zonas de la playa. Se obtuvieron las variables estandarizadas para mediciones de los últimos seis años (anexo 21).

Se empleó la librería *forecast* de R y esta a su vez con un método *decompose* que permitió la descomposición del gráfico para su análisis visual, para la aplicación de este método se procesaron los datos con una frecuencia mínima dos. En caso de los datos con frecuencia menor que dos, se realizó el análisis por el método matemático, se realizaron pruebas de presencia de raíz unitaria, dado que en caso afirmativo esto implica la no estacionariedad y viceversa. Las pruebas empleadas para este fin se encuentran en el anexo 22.

Para crear un clasificador, el algoritmo analizó primero los datos proporcionados, en busca de tipos específicos de patrones o tendencias. El algoritmo usó los resultados de este análisis en un gran número de iteraciones para determinar los parámetros óptimos para crear el procedimiento de minería de datos. A continuación, estos parámetros se aplicaron en todo el conjunto de datos para extraer patrones procesables y estadísticas detalladas. El procedimiento de minería de datos empleado para crear el algoritmo a partir de los datos tomó diversas formas: un conjunto de clústeres que describió cómo se relacionan los casos de un conjunto de datos; un árbol de decisión que predijo un resultado y que describió cómo afectan a este los distintos criterios; un conjunto de reglas que describieron cómo se agrupaban los datos. Una vez obtenido el conjunto de datos apto para iniciar el proceso de selección de la técnica de *Machine Learning* que se empleó para desarrollar el clasificador de indicadores, objeto de esta investigación, se realizó un análisis que consideró el número de variables y el número de ejemplos recolectados.

Determinación del ISAPT

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

Constituye la agregación (preferiblemente ponderada) de la batería de indicadores para la construcción de métricas que resumen el comportamiento de la variable compleja (ecuación 3.6).

$$ISAPT = \sum_{j=1}^m w_{ij} * F_{ij} \quad (\text{Ecuación 3.6})$$

donde:

w_{ij} son los ponderadores, que son generados mediante técnicas multivariantes previstas en los paquetes de RStudio.

F_{ij} representa los factores o variables latentes formadas por la batería de indicadores, de apego al marco teórico de la variable compleja, la agrupación se indica por el método de agregación, se asume que m es la cantidad de factores presentes en el ISAPT que ha sido construido con k indicadores (anexo 23).

Según la ecuación 3.6 para la determinación del ISAPT, se obtuvo que el valor promedio de la playa del “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero” sea de 0.54. Se utiliza una escala de valoración (escala Hedónica) para determinar en qué estado se encuentra dicha playa (anexo 24), se obtuvo que la situación de la calidad ambiental evaluada mediante el ISAPT es regular (anexo 25).

Pronóstico del comportamiento del ISAPT

Construcción del dataset: fueron seleccionados para el entrenamiento de los modelos los datos del Centro de Análisis de Información, División de Ciencias Ambientales del Laboratorio Nacional de Oak Ridge (Tennessee, Estados Unidos). Esta base de datos posee información de indicadores ambientales de Cuba desde 1901. La exploración de los datos se inició con una muestra de mediciones, compuesta por 12 valores por año (anexo 26) y se emplearon datos de los años 1901 hasta 2020, una por cada mes de cada año. En los casos de valores (mediciones) nulas o con errores se ponderaron las medidas anterior y posterior para determinar el valor faltante.

Normalización del dataset: el dataset se convierte en una serie temporal con el objetivo de convertir los datos en valores procesables por los modelos de análisis y predicción. En R la serie temporal es expresada con un mínimo de dos vectores, uno para la fecha y el resto para los valores de la variable estudiadas. Se define como la serie de observaciones de una

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

o más variables en el tiempo. Resalta la importancia del tiempo como dimensión en esta área, dado que los eventos pasados pueden influir en los futuros. Una vez conformada la serie temporal en R, la forma más sencilla de comenzar fue mediante su representación en un gráfico de secuencia (anexo 27).

Método de descomposición: para aplicar un modelo ARIMA ajustado fue necesaria la transformación de la serie temporal en otra que fuera aproximadamente estacionaria. Para esto se emplearon técnicas como la diferenciación y logaritmos en dependencia de la no estacionariedad. Las pruebas estadísticas utilizadas (anexo 28), fueron Dickey-Fuller Aumentada, Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin, Phillips-Perron que demuestran la presencia de raíz unitaria, lo cual implica no estacionariedad.

Por las pruebas estadísticas aplicadas la serie tiene características no estacionarias y se planteó la necesidad de su transformación. La no estacionariedad en media, se puede eliminar al aplicar una diferenciación a la serie temporal. Obtenida la serie transformada, se aplicaron nuevamente las pruebas estadísticas para conocer los valores de la nueva serie (anexo 29).

La mayoría de los test aplicados demostraron estacionariedad excepto en el caso de Philips-Perron, cuando esto sucede se podría estar en presencia de una ruptura estructural, lo cual implica falsos reportes de no estacionariedad. Para conocer esto se aplicó la prueba de Zivot y Andrews que permitió además de conocer si una serie poseía raíz unitaria, saber si tenía ruptura estructural y en qué punto de esta existía. El resultado de esta última prueba arrojó la estacionariedad de la serie y la presencia de un cambio estructural en la misma. Se graficó la serie transformada (anexo 30) y se observa cómo se eliminó la variación en media y se muestra una serie estacionaria.

Para evaluar la estacionalidad en la serie se emplearon las siguientes pruebas: prueba de raíz unitaria de Osborn, Chui, Smith y Birchenhall; prueba de raíz unitaria de Hylleberg, Engle, Granger y Yoo y la Prueba de raíz unitaria de Canova y Hansen. El paquete de R, `forecast`, contiene una función llamada `nsdiffs()`. Esta función analiza las pruebas mencionadas anteriormente y devuelve un número igual a la cantidad de diferenciaciones en la parte estacional que serán necesarias para que la serie deje de ser estacional, en caso que la serie sea no estacional devuelve 0.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

Cuando se aplicó esta función, la devolución del software fue 1, por tanto, fue necesaria una diferenciación en la parte estacional. Se aplicó un modelo de regresión automática (ARIMA) donde $Y(t)$ depende solo de sus propios retrasos. Se definió el modelo ARIMA mediante las series de tiempo que se diferenciaron al menos una vez (ecuación 3.7), para convertirlo en estacionario:

$$Y_t = \alpha + \beta_1 Y_{t-1} + \beta_2 Y_{t-2} + \dots + \beta_p Y_{t-p} + \epsilon_t + \Phi_1 \epsilon_{t-1} + \Phi_2 \epsilon_{t-2} + \dots + \Phi_q \epsilon_{t-q} \quad (\text{Ecuación 3.7})$$

Como la serie temporal presentó una tendencia, lo primero fue aplicar una diferenciación, de orden d . Una vez diferenciada la serie, se compararon los correlogramas de la función de autocorrelación (ACF) y la función de autocorrelación parcial (ACFP), proceso que arrojó orientación para la formulación del modelo orientativo.

El gráfico de autocorrelación parcial muestra que los dos primeros retardos son diferentes de 0 y q con el aumento de los periodos la función tiende a disminuir. A partir del aumento de los periodos pueden considerarse marcados el primer o los dos primeros rezagos. El gráfico de autocorrelación simple muestra que los dos primeros retardos son marcadamente diferentes de 0 y q a partir de esta comienzan a variar entre positivos y negativos, esto indica que se toman los dos primeros. Con el aumento de los periodos la función tiende a disminuir. A partir del aumento de los periodos pueden considerarse marcados el primer o los dos primeros rezagos. A partir de aquí se derivaron dos variantes para el modelo $ARIMA(p,d,q),(P,D,Q)$: $ARIMA(2,1,2)(1,1,1)$, $ARIMA(2,1,2)(1,1,2)$, $ARIMA(2,1,2)(2,1,1)$ y $ARIMA(2,1,2)(2,1,2)$.

Método de suavizado exponencial

A partir del modelo, R presenta la función *HoltWinters()* (anexo 31) para la aplicación del mismo, esta cuenta con un parámetro que indica si el modelo se realizará con suavizado exponencial, y otro que indica si el modelo es estacional, por defecto son falsos y en correspondencia con las propiedades de los datos analizados, así permanecerán.

Los resultados de este test afirman la existencia de estacionariedad, normalidad e independencia, lo cual implica que se está en presencia de modelos adecuados para la predicción. Sucede diferente en el modelo HoltWinters por lo que es desechado el modelo. Para seleccionar el modelo que mejor ajuste se emplea AIC.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

Según los valores devueltos por el software por el criterio de selección aplicado el modelo ARIMA(2,1,2)(2,1,2) es el más ajustado a los datos (anexo 32).

Evaluación del pronóstico

Una vez obtenido el modelo más ajustado a los datos y que cumple con la prueba de Ljung-Box es posible realizar las estimaciones (anexo 35). Al aplicar el MAPE se obtuvo en el modelo aproximadamente 2.108366 % de error absoluto que al comparar con el esquema de clasificación se determina como alta precisión, por lo que es un modelo altamente confiable para la predicción de futuros indicadores. Se calcula el error medio absoluto (MAE) y el error cuadrático medio del modelo (RMSE) en ARIMA(2,1,2)(2,1,2) y se obtiene 0.5096998 y 0.7091234 respectivamente. Las métricas obtenidas en el modelo lo posicionan, entre los citados en la bibliografía, como el más ajustados y por tanto óptimo para la predicción de los parámetros.

Se pronosticó la calidad ambiental en la playa turística perteneciente al “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero” a partir del empleo del ISAPT al determinarse mediante técnicas de minería de datos (anexo 33). Se utilizó la escala de valoración Hedónica para evaluar el pronóstico del ISAPT calculado con un valor promedio de 0.64, lo que implica una evaluación de Bien en la calidad ambiental de dicha playa (anexo 34).

Fase 3. Implementación del procedimiento de calidad ambiental en playas turísticas

Una vez materializado el ISAPT, se procede a su implementación en correspondencia con el procedimiento de calidad ambiental en playas turísticas propuesto, donde se evidencie una adecuada actualización, seguimiento y control del mismo. De modo que se contribuya a la gestión ambiental en playas turísticas desde el proceso de toma de decisiones, las propuestas de mejoras a la gestión y la divulgación de los resultados para su análisis y generalización.

Se comunicaron los resultados del análisis a los decisores, el objetivo fue proporcionar a los directivos del hotel, información fiable y precisa del estado actual de su gestión y de sus proyecciones para el futuro. A partir de esta información, deben trazarse planes de acciones y estrategias encaminadas a garantizar un correcto desempeño del hotel en correspondencia con la playa turística respecto a la calidad ambiental, ya sea para mantener la situación o mejorarla, en dependencia de la interpretación y análisis de los indicadores y del ISAPT.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

La información obtenida del análisis una vez comunicada a los decisores, es procesada y convertida en conocimiento; dicho conocimiento será trascendental para un mejor desempeño. Esto permite definir cuáles son los indicadores de mayor incidencia en la calidad ambiental, entre otras inferencias que se deducen del análisis. La labor del OBSAM es eminentemente analítica, informativa y propositiva, por lo que se propicia una fuerte interacción con los científicos e investigadores, con los directivos y decisores de todos los niveles, y con las personas involucradas en la realidad ambiental que se analiza.

Propuestas de mejoras

Actualización de la política científica respecto a la calidad ambiental en playas turísticas desde el empleo del OBSAM-Costatenas como herramienta de interfase para la gestión ambiental, de acuerdo a los siguientes aspectos:

- Trabajo por líneas de investigación y proyectos inter, multi y transdisciplinares, como es inherente a los temas ambientales y del cambio climático.
- Identificación de oportunidades y fortalezas para dar respuestas a las prioridades y/o exigencias sociales.
- Generación de resultados concretos e impactos, así como su transferencia al sector social.
- Potenciación de la participación en redes que facilitan la integración, la implementación y la difusión de la actividad científica.
- Redimensionamiento de los recursos humanos en función de su propia actividad científica.
- Visión de gestión del conocimiento y la investigación en función del desarrollo: proyección práctica-aplicada en la esfera socio-ambiental.

Divulgación de los resultados

Se pretende así brindar un acompañamiento científico y técnico a las autoridades gubernamentales y ambientales del territorio, lo que conlleva fortalecer diversas formas de interrelación y colaboración enfocada en la toma de decisiones y en la implementación de la gestión basada en el conocimiento científico de las tendencias del clima cambiante y sus consecuencias. El OBSAM emite Reportes Anuales, que se conciben como una especie de

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

radiografía ambiental y de la sostenibilidad del área de incumbencia, sobre la base de los objetivos e indicadores relevantes que permiten la construcción dinámica del ISAPT. Además, emite pronósticos y avisos de Alerta Temprana, y es por ello que, en apoyo al cumplimiento cabal de todas sus tareas y compromisos, el OBSAM COSTATENAS tiene en sus proyecciones inmediatas la creación y puesta en funcionamiento de sistemas de monitoreo permanente y de medios de comunicación en tiempo real (aplicaciones para dispositivos móviles) asociadas a su dispositivo matriz, con el objetivo de potenciar las mediciones, observaciones y análisis que se realizan en tiempo real.

Para ello se ha concretado un circuito dinámico de información, investigaciones y monitoreo (análisis y evaluación) y propuestas para la toma de decisiones y la gestión, a partir de un conjunto de aspectos, indicadores y casos pilotos de estudio, que permiten avanzar hacia la detección de tendencias en la calidad ambiental en playas turísticas a través del ISAPT, y hacia la evaluación y mejora de las respuestas que implementen. Los resultados obtenidos en el proceso de implementación del procedimiento, son socializados desde la plataforma web del Observatorio Ambiental Costatenas (OBSAM-Costatenas), el mismo, a su vez, constituye un resultado de esta investigación. La web del OBSAM (anexo 35) cuenta con siete módulos, tres de ellos de gestión de información: Indicadores, Geoportal y Proyectos, y cuatro de consulta de la información: Tesis, Capacitación, Repositorio, y Cambio Climático/Tarea Vida. Además en el anexo 36 se describe el flujo de la información en el OBSAM-Costatenas.

CAPÍTULO III: APLICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ÍNDICE SINTÉTICO AMBIENTAL

Conclusiones parciales

1. Se determinan cuatro indicadores ambientales por las áreas temáticas de medio ambiente y turismo que resultó en la concreción de ocho indicadores específicos que caracterizan la calidad ambiental en layas turísticas en el "Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero".
2. Se evalúa de regular (valor de 0.54) y se pronosticó de bien (valor de 0.64) la calidad ambiental en la playa turística del "Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero" en 2023 a partir del empleo del ISAPT que permite anticipar escenarios futuros y constituye un sistema de alerta temprana.
3. Se propone el OBSAM-Costatenas como herramienta de apoyo a la gestión ambiental y como sistema de retroalimentación del flujo informativo, lo que constituye una mejora significativa del proceso en conceptos de ahorro de tiempo, recursos y disponibilidad de información.

Conclusiones

1. El desglose del marco teórico referencial evidencia la necesidad de aplicar métodos y procedimientos para la construcción de índices sintéticos, con el empleo de técnicas de minería de datos, como las herramientas que constituyen buenas prácticas a nivel mundial, lo que representa un referente conceptual, teórico y práctico significativo.
2. Con la elaboración del procedimiento general y los procedimientos específicos para la construcción del índice sintético ambiental en playas turísticas, como contribución a la toma de decisiones, se resuelve el problema científico planteado.
3. El empleo del OBSAM-Costatenas como herramienta tecnológica facilitó la gestión de la información ambiental en forma de indicadores e ISAPT. Además de proporcionar a las instituciones acceso a bases de datos de series históricas en el campo ambiental.
4. Mediante el despliegue del procedimiento general y sus específicos asociados, en el caso de estudio, se establecieron las pautas para el análisis integral e implementación de mejoras en la calidad ambiental. Por otra parte, se instituyó el ISAPT, que mejora el flujo informativo y establece asociaciones entre los diferentes indicadores implicados y se automatizó el procedimiento en un ambiente web que permite el acceso a la información del proceso por todas las partes interesadas en el mismo.
5. Se verifica mediante redes de Petri; el reconocimiento por los usuarios de su utilidad, pertinencia y factibilidad de uso, sustentado en el comportamiento del Índice Iadov (0,89); se evaluó de regular (valor de 0.54) y se pronosticó de Bien (valor de 0.64) la calidad ambiental en dicha playa y, la aplicación experimental a un caso de estudio que permitió demostrar empíricamente su contribución en la evaluación efectiva y proactivamente de la calidad ambiental en playas turísticas.

Recomendaciones

1. Se recomienda la divulgación de los resultados de la investigación, como referente para enseñanzas en especialidades afines y para provecho y aplicación en instituciones vinculadas a mejorar la calidad ambiental en playas turísticas.
2. Continuación del despliegue del procedimiento general en las instituciones turísticas y empresas afines con este tema en el territorio como casos de estudio, con seguimiento a los indicadores ambientales y al ISAPT, para contribuir a la retroalimentación y mejora continua de la calidad ambiental.
3. Se recomienda la actualización sistemática del entorno virtual de soporte al flujo de información del proceso, de modo que contribuya a la articulación entre las instituciones relacionadas con la calidad en playas turísticas, las Agencias Ambientales y la Universidad de Matanzas.

Referencias bibliográficas

- Actis di Pasquale, E. (2015). La elaboración de índices sintéticos de bienestar social. Validación teórica y empírica del método de agregación/ponderación. . Congreso Nacional de Estudios del Trabajo, Buenos Aires, Argentina.
- Afzal, M. A. F., Haghightalari, M., Ganesh, S. P., Cheng, C., & Hachmann, J. . (2019). Accelerated discovery of high-refractive-index polyimides via first-principles molecular modeling, virtual high-throughput screening, and data mining. *The Journal of Physical Chemistry C*, 123, 14610-14618.
- Al Mamun, S., & Lownes, N. E. . (2011). A Composite Index of Public Transit Accessibility. . *Journal of Public Transportation*, 14. <https://doi.org/https://doi.org/11.258/jpt.2011.1007>.
- Alcover, R., Benlloch, J., Blesa, P., Calduch, M. A., Celma, M., Ferri, C. & Zúnica, L. R. . (2007). Análisis del rendimiento académico en los estudios de informática de la Universidad Politécnica de Valencia aplicando técnicas de minería de datos. . *Teruel*. <https://doi.org/http://bioinfo.uib.es/~joemiro/aenui/procJenui/Jen2007/laalta.pdf>.
- Ambiental, S. P. d. G. (1999). *Guía de Indicadores Medioambientales para la empresa*. . Berlín: IHOBE S.A.
- Andrés Suárez, J. (2000). *Técnicas de Inteligencia Artificial aplicadas al análisis de la solvencia empresarial*. Universidad de Oviedo.]. Facultad de Ciencias Económicas.
- Antón Clavé, S. (2004). De los procesos de diversificación y cualificación a los productos turísticos emergentes. Cambios y oportunidades en la dinámica reciente del turismo litoral. *Papeles de Economía Española*, 102, 216-333.
- Antúnez Sánchez, A. (2019). El Derecho Forestal en el ordenamiento jurídico cubano. *Revista de la Facultad de Derecho de México*, 69, 593-626. <https://doi.org/http://revistas.unam.mx/index.php/rfdm/article/view/69904>
- Ardila Delgado, A., & García Solano, D. J. . (2017). Construcción de un índice sintético de desempeño institucional municipal en Colombia. *Revista del CLAD Reforma y democracia*, 67, 125-162. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/jatsRepo/3575/357550203005/index.html>.
- Babbar, R., & Babbar, S. . (2017). Predicting river water quality index using data mining techniques. *Environmental Earth Sciences*, 76, 1-15.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

https://doi.org/https://www.researchgate.net/publications/318677791_Predicting_river_water_quality_index_using_data_mining-techniques

- Becerra, F., Andrade, A., y Díaz, L. . (2019). Sistema de gestión de la calidad para el proceso de investigación: Universidad de Otavalo. *Revista Actualidades Investigativas en Educación*, 19. <https://doi.org/10.15517/AIE.V19I1.35235>
- Berumen, S. A., & Redondo, F. L. . (2007). La utilidad de los métodos de decisión multicriterio (como el AHP) en un entorno de competitividad creciente. *Cuadernos de administración*, 20, 65-87.
- Bing, D. (2021). Review of onsite temperatura and solar forecasting model to enable better building desing and operations, in Building Simulation.
- Bohórquez Páez, M., García Barón, N. e Ibarra Padilla, I. (2020). *Análisis crítico del discurso a la política pública de desarrollo del turismo en el Magdalena 2000- 2018*. Universidad de la Salle. J. Programa de Economía Bogotá.
- Botero, C., Pereira, C., & Cervantes, O. . (2013). Estudios de Calidad Ambiental de Playas en Latinoamérica: Revisión de los principales parámetros y metodologías utilizadas. . *Investigación ambiental*, 4, 5-15.
- Botero Saltaren, C. (2020). Propuesta de un modelo para medir la calidad ambiental en playas turísticas. https://doi.org/https://ciencia.laselle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/1421
- Breiman, L. (2019). *University of California, Berkeley - RANDOM FORESTS*. <https://www.stat.berkeley.edu/~breiman/randomforest2001.pdf>.
- Brito Viñas, B. C. (2000). *Modelo conceptual y procedimientos de apoyo a la toma de decisiones para potenciar la función de Gestión Tecnológica y de la innovación en la empresa manufacturera cubana*. Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Santa Clara].
- Buschke, F., Hagan, JG, Santini, L. y Coetzee, BW. . (2021). Random population fluctuations skew the Living Planet Index. *Nature Ecology & Evolution*, 5, 1145-1152. <https://www.nature.com/articles/s41559-021-01494-0>
- Calderón Gutierrez, M. (2018). "Calibración del parámetro Ruido para su medición en las playas del Caribe Norte Colombiano como parte del indicador de calidad ambiental"

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

recreativa contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas".
[Interview].

Camana, R. G. (2016). *Potenciales aplicaciones de la minería de datos en Ecuador*. Revista Tecnológica-ESPOL.

Campos Freire, F., & Valencia Bermúdez, A. . (2016). Value indicators for regional broadcasters: accountability at EITB, CCMA and CRTVG.
<https://dadun.unav.edu/handle/10171/41833>

Campoverde, J. A., Romero Galarza, C. A., & Borenstein, D. . (2019). Evaluación de eficiencia de cooperativas de ahorro y crédito en Ecuador: aplicación del modelo Análisis Envolvente de Datos DEA. *Contaduría y administración*, 64.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S018610422019000100011&script=sci_arttext

Caribe, C. E. p. A. L. y. e. (2017). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2017: la dinámica del ciclo económico actual y los desafíos de política para dinamizar la inversión y el crecimiento*. . Editorial: CEPAL Retrieved from
<https://www.cepal.org/es/publicaciones/42001>.

Carrascal, O., Carrascal, O., & Saldarriaga, V. . (2015). Minería de datos: aportes y tendencias en el servicio de salud de ciudades inteligentes. *Revista politécnica*, 11, 111-120.

Casabán Planells, P. (2020). Aplicación de la técnica Proceso Analítico Jerárquico (AHP) de análisis de decisión multicriterio a la selección de carteras de proyectos de una empresa del sector de las energías renovables In.

Cervantes Rosas, O. (2008). *Diseño de un índice integral (vip) para evaluar playas recreativas*. Universidad Autonoma de Baja California]. Facultad De Ciencias Marinas Del Instituto De Investigaciones Oceanologicas.

Cevallos Mayorga, K. (2020). *Estudio de la Sostenibilidad Turística Usando Indicadores Sintéticos en el Parque Histórico de Guayaquil– Ecuador*. Universidad San Gregorio de Portoviejo]. Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención del título Magíster en Turismo Sostenible.

Comas Rodríguez, R. (2013). *Integración de herramientas de control de gestión para el alineamiento estratégico en el sistema empresarial cubano. Aplicación en empresas*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- de Sancti Spiritus*. Universidad de Matanzas]. Facultad de Ciencias Económicas e Informáticas.
- Comas Rodríguez, R., Nogueira Rivera, D., Romero Bartutis, F., & Lumpuy Rodríguez, M. . (2015). Integración de herramientas para el control de gestión. Análisis de un caso de estudio. . *Enfoque UTE*, 6, 1-19. <https://www.researchgate.net/publication/320993065>.
- Sistemas de Gestión de Calidad (ISO 9001:2015). , (2017).
- Corvalán, J. G. (2020). Artificial Intelligence, Pretoria, and Algorithmic Oracles in Law. International. *Journal of Digital Law*, 1, 11-52. <https://journal.nuped.com.br/index.php/revista/article/view/corvalanv1n1>
- Cos Guerra, O. V., P. R. (2019). Territorial and demographic vulnerability in Spain. Possibilities of multicriteria analysis and fuzzy logic for the definition of spatial patterns. . *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, 45, 201-225.
- Cottrell, S., van der Duim, R., Ankersmid, P., & Kelder, L. . (2004). Measuring the Sustainability of Tourism in Manuel Antonio and Texel: A Tourist Perspective. *Journal of Sustainable Tourism*,, 12, 409-431. <https://www.researchgate.net/publication/40123442>.
- Cousera. (2010). "*Dimensionality Reduction - Advice for applying Principal Component Analysis*".
- Covas Varela, D. (2019). *Contribución a la evaluación y gestión de la calidad de vida urbana en ciudades de primer orden en Cuba*. Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Santa Clara, Cuba].
- Cruz García, L. C. G., J., Sánchez, A. S., Velázquez, F. R. S., & Flores, M. D. L. M. . (2016). Reliability and validity of an instrument that measures educational leadership and management. *Ehquidad International Welfare Policies and Social Work Journal*, 5, 109-130. <http://revistas.proeditio.com/ehquidad/article/view/1334/1415>.
- Dallavalle de Pádua, S. I. Y. d. S., A. R.; Vieira Porto, A. J. & Yassushi Inamasu, R. . (2004). O potencial das redes de Petri em modelagem e análise de processos de negócio. *Gestao & Producao*, 11, 109-129.
- Dávila Hernández, F., & Sánchez Corales, Y. . (2012). Técnicas de minería de datos aplicadas al diagnóstico de entidades clínicas. . *Revista Cubana de Informática Médica*, 42, 174-183.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- De Vicente y Oliva, M., & Calvo, M. Á. M. . (2005). *Objective Competitiveness Ranking amongst EU Regions*
- Del Río, J. L. R.-P., L. Lucero, M. Zamora, A. Moschione, E. Bó, M.J. Camino, M.López de Armentia, A. Farenga, M. . (2016). Testing a synchronic and diachronic indicators system for the determination of environmental quality in tourist beaches of the atlantic coast of Buenos Aires. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente* , 37, 13-28.
- Díaz B., M. B. B. M. (2019). Principales principios jurídicos ambientales para la conformación del marco jurídico de los residuos sólidos urbanos en Cuba. . *Universidad y Sociedad*, 11, 392-401. <http://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus>
- Domínguez Serrano, M., Blancas Peral, F. J., Guerrero Casas, F. M., & González Lozano, M. . (2011). Una revisión crítica para la construcción de indicadores sintéticos. . *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 11, 41-70. <https://www.econstor.eu/handle/10419/59089>
- Donnelly, A., Jones, M. B., O'Mahony, T., & Byrne, G. . (2006). Selecting Environmental Indicators for Use in Strategic Environmental Assessment. *Environmental Impact Assessment Review*, 2007, 161-175. <https://www.elsevier.com/locate/eiar>.
- ECOLYMA. (2023). *Ecología y medio ambiente en Chile* . http://www.ecolyma.cl/oikosprofesor_01_conceptos.htm
- Emaides, A., Salerno, M. L., & Paredes, M. D. . (2018). Políticas públicas para el desarrollo sustentable: indicadores de gestión ambiental. *InterNaciones*, 13. <https://internaciones.cucsh.udg.mx/index.php/inter/article/view/7069>
- Estado., C. d. (1999). *Decreto Ley Contravenciones en Materia de Medio ambiente*.: Colecciones: Decretos Leyes (GO_O_083_1999.pdf Retrieved from <http://repssan.upr.edu.cu/handle/repssan/38>
- Fernández Melián, M. C. R. d. I. F., J. J. . (2019). Aproximaciones a la imputación de ingresos desde los estudios de análisis de clase. Una propuesta a partir del uso de técnicas de análisis factorial. .
- Ferreira, L. (2018). Indicadores de costos logísticos ambientales en cadena suministros de combustibles y lubricantes. *Ciencias Holguín*, 24, 78-88. <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/ciencisholguin/article/view/1084>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Filgueiras Sainz de Rozas, M. L. (2013). *Creación y desarrollo de capacidad de absorción de tecnología en organizaciones de base productiva de la generación distribuida cubana*. Centro de Estudios de Gestión de Ciencias e Innovación, La Habana.
- Galindo, Á. J., & García, H. . (2010). *Minería de Datos en la Educación*. . Universidad Carlos III.
- García Céspedes, D., Calderón Peñalver, P. A., Ruiz Gutiérrez, L., Santana Romero, J. L., Bello Hernández, M., & Lima Cazorla, L. . (2014). Propuesta de metodología de gestión ambiental para agro ecosistemas con riesgos a la salud por contaminación química. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 13, 592-604. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1729519X2014000400011&script=sci_arttext&lng=en
- García Dauder, S. G. F., Nuria; Hurtado García, Inmaculada. (2015). Usos de lo psicosocial en la investigación y tratamiento de las intersexualidades. vol. 14. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64746682011>
- García Martín, F., Ros Sempere, M., Silvente Martínez, M., Sánchez Balsalobre, P., Bernal Gallego, A. . (2021). Murcia y el Plan General de 2001: de la planificación a la ejecución del urbanismo expansivo. . *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, 44, 335-358. <https://doi.org/https://doi.org/10.37230/CyTET.2022.212.4>
- García Pulido, Y. A. (2018). *Contribución a la gestión de la inocuidad de los alimentos en servicios gastronómicos* Universidad de Matanzas].
- Geoghegan, R. (2006). Time series analysis and its applications: with R examples. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-319-52452-8>.
- Gómez Silva, M. J. (2019). Appearance similarity learning for multi-person tracking and re-identification. <https://doi.org/https://doi.org/10.1049/ic.2016.0093>.
- González Arias, M., Frías Jiménez, R. & Gómez Figueroa, O. . (2016). Análisis de la calidad percibida por el cliente en la actividad hotelera. . *Revista Ingeniería Industrial*, 37, 253-265. <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/issue/view/52>.
- Gutiérrez, J. (2016). Research lines in data mining in science and engineering applications: State of the art and perspectives. *Pdfs. Semantic Scholar*, 1, 1-17.
- Hanafizadeh, M. R., Saghaei, A., & Hanafizadeh, P. . (2009). An index for cross-country analysis of ICT infrastructure and access. *Telecommunications Policy*, 33, 385-405.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Hernández, H., Barrios, I., y Martínez, D. . (2018). Gestión de la calidad: Elemento clave para el desarrollo de las organizaciones. . *Revista Criterio libre*, 16, 180-195.
- Hernández Maden, R. (1999). ¿Cómo realizar un diagnóstico logístico de distribución? . *Revista de la Sociedad Cubana de Logística*. <http://hmr.ii/10527?=101.08.1>.
- Hernández Nariño, A. (2010). *Contribución a la gestión y mejora de procesos en instalaciones hospitalarias del territorio matancero*. Universidad de Matanzas].
- Hernández Oro, R. M. (2015). *Contribución al cálculo y evaluación de la fiabilidad en el diseño de obras y sistemas hidráulicos en Cuba*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas].
- Hewitt, G. M. (1999). Post-glacial re-colonization of European biota. *Biological journal of the Linnean Society*, 68, 87-112.
- Higuera Gutiérrez, A., & Rugeles Ferreira, M. A. . (2019). Diseño de un Sistema Integrado de Gestión basado en las normas NTC: ISO 9001:2015, 14001:2015 y 45001:2018 para una empresa de construcción, interventoría y consultoría de obras civiles. <http://qhse.com/j.rtmnp.01/40852.2019.08.2>.
- Hita, F. C., Orayen, R. E., García, I., Arzoz, P. P., & Gárate, M. R. (2009). *Propuesta de un método para distribuir un fondo de igualación municipal*.
- Hurtado García, Y. P. B. S., C. M.; Herrera Zambrano, E. (2009). Selección y propuesta de parámetros para la determinación de la calidad ambiental en playas turísticas del caribe colombiano. *Ciencia en su PC*, 4, 42-53. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181317813004>
- Información., O. N. d. E. e. (2021). *Anuario Estadístico de Cuba*. Retrieved from: <http://www.onei.gob.cu>
- Jaquinet Espinosa, R. M. (2016). *Contribución al control de gestión en las instituciones de educación superior a través de la comunicación organizacional*. Universidad de Matanzas].
- Jiménez, J. (2002). El proceso analítico jerárquico (AHP). Fundamentos, metodología y aplicaciones.
- João Fernández, D. (2016). *Procedimiento para el sistema de evaluación del desempeño de los docentes en universidades públicas angolanas. Estudio de caso: Universidad José*

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Eduardo dos Santos. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.]. Facultad de Ingeniería Industrial y Mecánica.
- Kaplan, R. S. N., D. P. . (1992). The Balanced Scorecard: Measures that drive performance. . *Harvard Business Review*. .
- Lara Galindo, E., Flores Domínguez, Á. D., & Zulaica, M. L. . (2018). Evaluación de las condiciones de habitabilidad de la ciudad de Puebla (México), mediante la construcción de un índice sintético. . *I+A Investigación + Acción*, 21, 23-42. <http://I+A.me.com/sld.prt=?12954.2250818X.10>.
- Li, T., Wang, Z., & Liu, J. . (2020). Evaluation method for impact of jamming on radar based on expert knowledge and data mining. . *IET Radar, Sonar & Navigation*, 14, 1441-1450.
- Llanes Font, M., & Lorenzo Llanes, E. J. . (2017). Gestión integrada por procesos. Encadenamiento dinámico de interacciones relevantes para su despliegue *Ciencias Holguín*, 23. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181549596006>
- Llosa, G., & Miller, S. . (2005). *Using additional information in estimating the output gap in Peru: a multivariate unobserved components approach*
- Londoño Patiño, J. A. (2020). Productivity-Based Decision Making in Manufacturing SMEs: A Fuzzy Logic Approach. *CEA Journal*, 6. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3788194
- López, D. S. (2006). Data Mining Solutions with Enterprise Miner.
- López Palomeque, F., Torres Delgado, A., Elorrieta Sanz, B., Font Urgell, X., & Serrano Miracle, D. . (2018). Gestión sostenible de destinos turísticos: la implementación de un sistema de indicadores de turismo en los destinos de la provincia de Barcelona. . *Polígonos*, 77, 428-461. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2547>.
- López, R. (2005). La calidad total en la empresa moderna. *Revista Perspectivas*, 8, 67-81.
- López Sánchez, M. P., Alberich, T., Aviñó, D., García, F. F., Ruiz Azarola, A., & Villasante, T. (2018). Herramientas y métodos participativos para la acción comunitaria. Informe SESPAS 2018. *Gaceta Sanitaria*, 32, 32-40. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142015000200008
- Lucas Molina, B. P.-A. I., A., Pedrero, E. F., Sierra, J. O., Martínez, M. L. U., & Rosell, M. S. . (2017). Fiabilidad y evidencias de validez de un instrumento para la evaluación de la

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- calidad de los mapas conceptuales. *Contextos Educativos, Ext no. 2*, 119-130. [https://doi.org/ http://doi.org/10.18172/con.3065](https://doi.org/http://doi.org/10.18172/con.3065)
- MacLachlan, A., Defeo, O., Jaramillo, E. & Short, A. . (2013). Sandy beach conservation and recreation: Guidelines for optimizing management strategies for multi-purpose use. . *Ocean & Coastal Management, 71*, 256–268.
- Madrigal Delgado, G. d. J., Camacho Castro, C., González Franco, R. A., & Bueno Cevada, L. E. . (2018). Desempeño fiscal municipal del estado de Sinaloa: Propuesta de índice sintético para evaluaciones fiscales. *Economía, sociedad y territorio, 18*, 359-396.
- Maffioni, J. T., J. . (2019). Sustainability indicators for the environmental management of a tourist destination: The case of Miramar, Buenos Aires, Argentina. . *Aportes y transferencias, 17*, 65-81.
- Mansilha, C., Coelho, C., Heito, A., Amado, J., Martins, J., & Gameiro, P. . (2009). Bathing Waters: New directive, New Standards, New Quality Approach. *Marine Pollution Bulletin, 1562–1565*.
- Marranghello, N. (2005). Redes de petri: Conceitos e aplicações. São Paulo: DCCE/IBILCE/UNESP.
- Martínez Luna, G. (2011). Minería de datos: cómo hallar una aguja en un pajar. . *Ingenierías, 14*, 55-63.
- Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe, (2009).
- Marulanda Grisales, N. (2017). Análisis de Componentes Principales sobre la adopción de Sistemas de Gestión Ambiental en Instituciones de Educación Superior. *Revista ESPACIOS, 38*. <http://www.revistaespacios.com/a17v38n52/17385223.html>
- Medina León, A., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., & Vitier Moya, J. . (2010). Relevancia de la Gestión por Procesos en la Planificación Estratégica y la Mejora Continua. *Revista EIDOS, 2*, 65-72. [http://ute.ec/EIDOS\\$.589461156](http://ute.ec/EIDOS$.589461156).
- Medina León, A., Piloto Fleitas, N., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., Ricardo Alonso, A., & Viteri Moya, J. (2011). *Estudio de la construcción de índices integrales para el apoyo al Control de Gestión Empresarial (Vol. Enfoque UTE, 2(1), 1-38. Revista EÍDOS. Número 3.)*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Medina León, A., Ricardo Alonso, A., Piloto-Fleitas, N., Nogueira Rivera, D., Hernández Nariño, A., & Cuétara Sánchez, L. (2014). Índices integrales para el control de gestión: consideraciones y fundamentación teórica. . *Ingeniería Industrial*, XXXV. <http://ii.edu.cu/11579.2014.1>
- Medina Nogueira, D. (2016). *Instrumental metodológico para gestionar el conocimiento mediante el observatorio científico* Universidad de Matanzas].
- Miller, H. J., Jaegal, Y., & Raubal, M. (2019). Measuring the geometric and Association of Geographers. *109*, 730-753. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/24694452.2018.1484686>
- Resolución 103/2008 Reglamento de la Inspección Estatal de la Actividad Reguladora Ambiental, (2008). <https://www.ecolex.org/details/legislation/resolucion-no-10308-reglamento-de-la-inspeccion-estatal-de-la-actividad-reguladora-ambiental-lex-faoc082809/>
- Resolución 305: Reconocimiento Ambiental Nacional a Playas de Uso Turístico. , (2020). <https://docplayer.es/197549945-Gaceta-oficial-de-la-republica-de-cuba-ministerio-de-justicia-informacion-en-este-numero-gaceta-oficial-no-79-ordinaria-de-11-de-noviembre-de-2020.html>
- Miranda Cuéllar, R. L., Pell del Río, S. M., & Fernández Olivera, J. (2019). Agenda 2030 And The Integrated Assessment Of Environment. . *III*, 250-264. <https://www.researchgate.net/publication/337874091>
- Miranda Cuéllar, R. L., Pell del Río, S. M., & Fernández Olivera, J. . (2016). Process of environmental performance evaluation based on synthetic indicators in Cuba *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores*, 4, 1-25. <http://www.dilemascontemporaneoseduccionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/337/704>
- Montero Angarita, L., Z. . (2018). Calibración del parámetro residuos sólidos para su medición en las playas del caribe norte colombiano como parte del indicador de calidad ambiental recreativa contenido en el modelo del índice de calidad ambiental de playas turísticas. In. Grupo de investigación en sistemas costeros. : Proyecto de investigación: Convocatoria Colciencias 748 de 2016: "Construcción de un Indicador

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

de Calidad Ambiental Ecosistémica en las Playas Turísticas del Caribe Norte Colombiano - ICAPTU III.

- Morales Jacob, F. E. (2004). Aplicación e interpretación de técnicas de reducción de datos según escalamiento óptimo: Análisis de correspondencia múltiple y análisis de componentes principales categóricos. . <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/113469>
- Morales Vallejo, P. (2013). *El Análisis Factorial en la construcción e interpretación de tests, escalas y cuestionarios*. Madrid Universidad Pontificia Comillas].
- Mundial, F. E. (2000). *World Competitiveness*. Ginebra, Suiza: Center for International Development.
- Múnera Espinal, H. D. (2011). Indicadores de Gestión ambiental. . <http://app1.semarnat.gob.mx>
- Nations, U. (1973). *Conference on the Human Enviroment, Stockholm, 1972*. <https://digitallibrary.un.org/record/523249>
- Negrín Sosa, E. (2003). *El mejoramiento de la administración de operaciones en empresas de servicios hoteleros*. Universidad de Matanzas].
- Nogueira Rivera, D. (2002). *Modelo conceptual y herramientas de apoyo para potenciar el control de gestión en las empresas cubanas* Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos"].
- Normalización, O. N. d. (2008). *Sistemas de Gestión de la Calidad-Requisitos [ISO 9001: 2015, (Traducción certificada), IDT]*. Ginebra, Suiza: Secretaría Central de ISO Retrieved from <https://www.nc.cubaindustria.cu>
- Nury, A. H., Hasan, K., and Alam, M.J.B. . (2017). Comparative study of wavelet-ARIMA and wavelet-ANN models for temperature time series data in northeastern Bangladesh'. *Journal of King Saud University-Science*, 29, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.jksus.2015.12.002>.
- Olivares, B. (2014). Aplicación del análisis de componentes principales (ACP) en el diagnóstico socioambiental. Caso: Sector Campo Alegre, municipio Simón Rodríguez de Anzoátegui. . *Multiciencias*, 14, 364-374.
- Ossa Giraldo, E. U. (2014). Methodology to identify the significant variables that optimize the fiscal performance of municipalities in Antioquia: an econometric approach

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- PACC, G. d. E. (2009). Supplemental Report of the PACC Group of the Climate Investment Fund. Washington, United States. In.
- Paez, D. F., Y. . (2017). Generation and validation of synthetic WDS case studies using graph theory and reliability indexes. . *Procedia Engineering*, 186, 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.220>
- Palacio Melo, A. M. (2013). *Análisis de la percepción y los hábitos ambientales de los usuarios, según su procedencia y el tipo de playa, en los departamentos del caribe norte colombiano*. Universidad del Magdalena]. Grupo de investigación en sistemas costeros Santa Marta.
- Parra, J. A. P., Cruz, O.A.T., and Méndez, Y.L.A. . (2020). 'Dispositivo basado en modelo arima para predicción de variables ambientales (temperatura, humedad, velocidad del aire) en el área agrícola del departamento del Meta'. *Revista GEON* 7, 1-12. <https://doi.org/10.22579/23463910.193>.
- Pearce D, T. R. (1995). *Economía de los Recursos Ambientales y del Medio Ambiente*. España: Celeste.
- Pena, E. H., de Assis, M.V., and Proença, M.L. . (2013). Anomaly detection using forecasting methods arima and hws. 63-66. <https://doi.org/10.1109/SCCC.2013.18>.
- Pereira Pomárico, C. (2015). Calidad Ambiental en Playas Turísticas. Aportes desde el Caribe Norte Colombiano. . *Red Iberoamericana Proplayas*,, 347.
- Perera Conde, L., Nogueiras Valdés, A., & Alcober Álvarez, R. R. . (2021). Indicadores para la medición de los costos ambientales en entidades de alojamiento turístico: Una necesidad ante la sostenibilidad del uso de los recursos. . *Explorador Digital*, 5, 185-200. <https://doi.org/https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v5i1.1497>
- Pérez León, V. E. (2010). *Procedimiento de agregación para la construcción de indicadores sintéticos de sostenibilidad en las zonas de turismo de naturaleza en Cuba*. Universidad de Pinar del Río" Hermanos Saíz Montes de Oca"]. Centro de Estudios de Gerencia, Desarrollo Local y Turismo.
- Pérez López, C., & Santín González, D. . (2007). *Data mining, tools and technics*. .
- Pérez Martínez, L. (2022). Instrumento metodológico para la evaluación de la gestión ambiental empresarial basado en índice sintético. . <https://rein.umcc.cu/handle/123456789/1483>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pérez Martínez, L., Cabrera Hernández, J.A., Alfonso Martínez, A.A., Sánchez Roque, O. (2019). Ordenamiento ambiental y gestión costera integrada: experiencias y retos en el norte de la provincia de Matanzas (Cuba). <https://repositorio.cuc.edu.co/handle/11323/6032>.
- Pérez Martínez, L., García del Toro, J.L. (2017). *Autómata probabilístico para el análisis de sentimientos*.
- Pérez Martínez, L., Garriga González, L., & Benítez Miranda, M. . (2015). Sistema de predicción financiera para hoteles mediante Redes Neuronales Artificiales. *Retos Turísticos*, 14.
- Pérez Martínez, L., Hernández-Carrión, R. . (2019). *Sistema de predicción financiera para hoteles mediante Redes Neuronales Artificiales*. . CIUM. Varadero, Matanzas.
- Pérez Martínez, L., Naranjo-Rey, M. A., Santos-Pérez, O., Cabrera-Hernández, J. A., & Nogueira-Rivera, D. (2021). Algoritmos de minería de datos para la predicción del comportamiento de indicadores ambientales. . *DYNA*, 88, 228-236. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/dyna/article/view/95018>
- Pérez Martínez, L., Rivero Muñoz, O. . (2017). *Sistema informático para la automatización y la predicción de indicadores económicos utilizando Redes Neuronales Artificiales*. . Varadero, Matanzas.
- Pérez Martínez, L., Tápanes Suárez, E., Santos Pérez, O., Cabrera Hernández, J.A., Nogueira Rivera, D. . (2021). Procedure for a Synthetic Index of Institutional Environmental Management: validation with data mining *Revista Ingeniería Industrial*, 42. <https://rii.cujae.edu.cu/index.php/revistaind/article/view/1111>.
- Phillips, M., Solo/Gabriele, H., Piggot, A., Klaus, J. & Zhang, Z. . (2011). Relationship between sand and water quality at recreational beaches. *Water Research*, 45, 6763 – 6769.
- Pimentel de Oliveira, D. (2021). La sostenibilidad turística a través de un índice sintético amparado en los 17 ODS. *Colección: Desarrollo Territorial, Serie Estudios y Documentos*, 33.
- Pimentel de Oliveira Santos, D. (2020). Design of a system of indicators, based on the 17 Sustainable Development Goals (UN), for the creation of a synthetic indicator in coastal tourist destinations. . <https://roderic.uv.es/handle/10550/73141>

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- QuantDare. (6 de noviembre de 2023). Artificial Intelligence Random forest vs Simple tree. <https://quantdare.com/random-forest-vs-simple-tree/>.
- Quiroga Juárez, C. A., & Villalobos Escobedo, A. . (2015). Analysis of Stock Market Behavior of the Major Financial Exchanges Worldwide Using Multivariate Analysis (Principal Component Analysis PCA) for the Period 2011 to 2014. . *Revista CEA*, 1. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3520246
- Ramos Alfonso, Y. (2015). *Modelo de gestión de reservas de eficiencia basado en los costos de la calidad con enfoque generalizador* Universidad de Matanzas].
- Renté Labrada, R. M., Valdivia Mesa, A., Vega Almaguer, M., & González Hidalgo, G. E. (2021). Computación con palabras en la evaluación del Diseño como instrumento de la Gestión Ambiental. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 15, 1-19. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992021000100001
- Rey, C. (2008). Sistemas de Gestión Ambiental Norma ISO 14001 y Reglamento EMAS. Master en ingeniería y gestión ambiental.
- Rey S., C. S., López G., Whittle D., Kanepa C., . (2008). *Manual de legislación ambiental para la gestión de la zona costera de Cuba*. Fundación John D. y Catherine https://www.google.com/url?q=https://www.edf.org/sites/default/files/9619_EDF_Cuba_Handbook_Spanish.pdf&sa=U&ved=2ahUKEWjM9rGs5d2CAxVSMVkJFHcLhDCoQFnoECAsQAq&usq=AOvVaw2BLPyCq8NfIZmwQgjZ6laq
- Reyes-Chapman, B., & Ochoa-Ávila, M. B. . (2019). Procedimiento sobre gestión ambiental para el Centro de Información y Gestión Tecnológica. *Ciencias Holguín*, 25, 83-96. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1815/181559111007/181559111007.pdf>
- Rios-Insua, S. A., & Jiménez, A. . (2002). *La teoría de la utilidad para modelos de preferencias en decisión multiatributo*. *Toma de Decisiones con Criterios Múltiples*.
- Rivas García, J. y. M. D., M. . (2007). Los indicadores de sostenibilidad en el turismo. . *Revista de Economía, Sociedad, Turismo y Medio Ambiente [RESTIMA]*, 6, 27-61.
- Roca, E., Villares, M., y Ortego, M.I. . (2009). Assessing public perceptions on beach quality according to beach users' profile: A case study in the Costa Brava *Tourism Management*, 30, 598-607.
- Rodríguez, J. (2010). *Fundamentos de minería de datos* (Primera edición ed ed.). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Rodríguez Sánchez, Y. (2017). *Contribución a la planificación de la capacidad en los procesos asistenciales en la Atención Primaria de Salud* Universidad de Matanzas].
- Roig i Munar F. X., R.-P., A. y Martín Prieto J. A. . (2006). *Análisis crítico de las medidas de valoración en la calidad turística y ambiental de los sistemas arenosos*.
- Rojas, F. M., & Gómez, C. . (2014). Funcionalidades de la minería de datos. *Ingeniería y Región*, 12, 31-40.
- Rouhiainen, L. (2018). *Artificial Intelligence*.
- Sáez Mosquera, I. (2008). *Procedimientos y arquitectura de apoyo para la asistencia decisional en procesos estratégicos de Gestión Logística*. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas.].
- Sánchez, S. (2017). *Gestión de la calidad ISO 9001/2015 en comercio*.
- Santos Pérez, O. (2020). *Instrumento metodológico para la gestión de accesibilidad y movilidad en centros históricos cubanos. Aplicación en la ciudad de Matanzas*. Universidad de Matanzas]. Facultad de Ciencias Empresariales.
- Schalecher, T., Schoeman, D., Jones, A., Dugan, J., Hubbard, D., Defeo, O., Peterson, C., Weston, M., Maslo, B., Olds, A., Scapini, F., Nel, R., Harris, L., Lucrezi, S., Lastra, M., Huijbers, C. & Connolly. R. . (2014). Metrics to assess ecological condition, change and impacts in sandy beach ecosystems. . *Journal o Environmental Management*, 144, 322-355.
- Schmidt, F., Suri-Payer, F., Gulenko, A., Wallschläger, M., Acker, A., and Kao, O. . (2016). Unsupervised anomaly event detection for cloud monitoring using online arima', (IEEE, 2018, edn.), . 71-76. <https://doi.org/> <http://dx.doi.org/10.1109/UCC-Companion.2018.00037>
- Shah, R. (2004). *Assessment of Sustainability Indicators*. http://www.un.org/esa/sustdev/natlinfo/indicators/scopepaper_2004.pdf
- Sierra Carrillo, M. (2014). *Informe de pasantía del proyecto ICAPTU. Programa de ingeniería ambiental y sanitaria*. Universidad del Magdalena]. Distrito turístico, cultural e histórico de Santa Marta.
- Soria Leyva, E., Mariño Vivar, J. L., Díaz Pompa, F., Parra Parra, D. & González Odio, Y. I. . (2023). Synthetic model for standardizing the tourism potential index: a distance-based

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- approach. . *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 36, 1-30. <https://doi.org/10.46661/revmetodoscuanteconempresa.7447>
- Suárez Mella, R. P., de la Rosa Betancourt, L., Jiménez Valero, B., & Toyos Brito, A. . (2001). *Gestión de vitalidad en entornos competitivos*. . <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>.
- Sutton Charani, S. D. (2013). Learning Decision Trees from Uncertain Data with an Evidential EM Approach. International Conference on Machine Learning and Applications.,
- Sydsaeter, K., & Hammond, P. J. . (1995). *Mathematics for economic analysis (No. HB135 S98)*.
- Terrádez Gurrea, M. (2000). Análisis de componentes principales. . In: Proyecto e-Math Financiado por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (MECD).
- Tsaur, S. H., Lin, Y. C., & Lin, J. H. . (2006). Evaluating Ecotourism Sustainability from the Integrated Perspective of Resource, Community and Tourism. *Tourism Management*, 27, 640-653. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tourman.2005.02.006>
- Tundidor Montes de Oca, L., Nogueira Rivera, D., & Medina León, A. . (2018). Organización de los sistemas informativos para potenciar el control de gestión empresarial. . *Cofin Habana*, 12, 88-110. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2073-60612018000100007
- Turismo., O. M. d. (2021). *UNWTO tourism dashboard*. España: Organización Mundial del Turismo Retrieved from <https://www.unwto.org>.
- Ugwu, O. O., Kumaraswamy, M. M., Wong, A., & Ng, S. T. . (2006). Sustainability Appraisal in Infrastructure Projects (SUSAIP) Part 1. Development of Indicators and Computational Methods. . *Automation and Construction*, 15, 239-251. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2005.05.006>.
- Urrutia Egaña, M. B. A., S., Gutiérrez Núñez, M., & Mayorga Camus, M. . (2014). Métodos óptimos para determinar validez de contenido. *Educación Médica Superior*, 28, 547-558. <http://scielo.sld.cu>.
- Vega Clavijo, L., Prías Caicedo, OF, & Sierra Vargas, FE (2016). Matriz de selección de energías alternativas basada en análisis multi-atributo para la conservación de pescado. *Ingeniería Mecánica*, 19, 110-118.

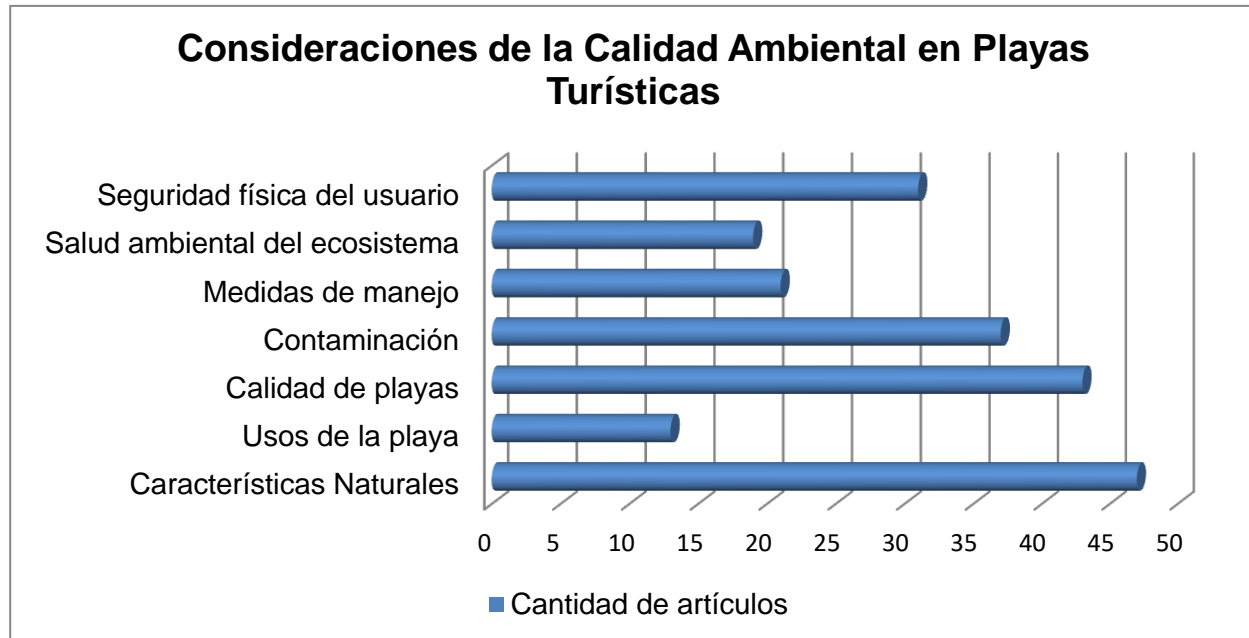
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S181559442016000200006&script=sci_arttext&tlng=pt

- Vicente, P., Marques, C., & Reis, E. (2021). Willingness to pay for environmental quality: the effects of pro-environmental behavior, perceived behavioral control, environmental activism, and educational attainment. *SAGE Open*, 11. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/21582440211025256>
- Vilariño Corella, C. M. (2012). Dinamización de la Gestión Ambiental desde la estrategia empresarial. Caso Empresa del Níquel Comandante Ernesto Che Guevara. *Revista Ciencias Holguín*, 17. <http://www.ciencias.holguin.cu/index.php/cienciasholguin/article/view/714>
- Villacreses Cajamarca, C. J. (2019). *Evaluación de indicadores sintéticos de desarrollo sostenible para destinos turísticos consolidados caso Mindo* Universidad Central del Ecuador, Quito.]. <http://uce.cu/doodle.1222688822234895.pdf>.
- Vizcaíno, M. E. L., Liste, A. V., & Fernández, P. S. . (2007). Valoración y medida del bienestar municipal mediante indicadores sintéticos: aplicación a los ayuntamientos gallegos. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3151968>
- Wang, H., Huang, J., Zhou, H., Zhao, L., and Yuan, Y. (2019). An integrated variational mode decomposition and arima model to forecast air temperature'. *Sustainability*, 11. <https://doi.org/10.3390/su11154018>
- Xu, G., Cheng, Y., Liu, F., Ping, P., and Sun, J. . (2019). A Water Level Prediction Model Based on ARIMA-RNN'. *IEEE*, 2019, 221-226. <https://doi.org/https://doi.org/10.1109/BigDataService.2019.00038>.
- Yepes, V. (1999). Las playas en la gestión sostenible del litoral. *Cuadernos de turismo*.
- Zabala Jaramillo, W. J. (1992). *Los indicadores de gestión*.

Anexos

Anexo 1. Consideraciones de la Calidad Ambiental en Playas Turísticas



Fuente: elaboración propia.

Anexo 2. Aplicaciones de los Índices Sintéticos en diversos sectores y áreas

Áreas	Aplicación	Autor
Educación	Estimación del aprendizaje e inteligencia	(Martín et al., 1994)
	Medición del grado de excelencia académica	(Rico, Leal, & Blasco, 2015)
	Calidad de las universidades	(Buesa Blanco, Heijs, J. & Kahwash, O., 2013)
	Responsabilidad social universitaria	(Viteri-Moya, 2011)
Hidrología	Identificar áreas de vulnerabilidad hidrogeológica	(Huaico-Malhue, Pérez-Morales & Daessle, 2017)
	Identificar la vulnerabilidad de Acuíferos	(Kardan Moghaddam, Jafari & Javadi, 2017)
	Identificar la vulnerabilidad en zonas costeras	(Kammoun, S. et al., 2018)
Geografía o bienestar social	Medir el bienestar social	(Benítez, S. M., Romero, O. J. & Gil, E. C., 2015) (Roget, F. M., de Miguel Domínguez, J. C. & Fernández, P. M., 2005)
	Evaluación de las condiciones de	(Galindo, E. L., Flores Domínguez, Á. D. & Zulaica, M.

	habitabilidad	L., 2018)
	Análisis del riesgo de exclusión social en el medio rural	(Pizarro, J. E. & Guirao, P. M., 2019)
	Identificar sectores en la con grados diferenciales de vulnerabilidad ante eventos de exceso	(Mastrandrea, A. & Ángeles, G., 2020)
	Medir el bienestar social	(Benítez, S. M., Romero, O. J. & Gil, E. C., 2015) (Roget, F. M., de Miguel Domínguez, J. C. & Fernández, P. M., 2005)
	Evaluación de las condiciones de habitabilidad	(Galindo, E. L., Flores Domínguez, Á. D. & Zulaica, M. L., 2018)
	Análisis del riesgo de exclusión social en el medio rural	(Pizarro, J. E. & Guirao, P. M., 2019)
	Identificar sectores en la con grados diferenciales de vulnerabilidad ante eventos de exceso	(Mastrandrea, A. & Ángeles, G., 2020)
	Medir el bienestar social	(Benítez, S. M., Romero, O. J. & Gil, E. C., 2015) (Roget, F. M., de Miguel Domínguez, J. C. & Fernández,

		P. M., 2005)
	Evaluación de las condiciones de habitabilidad	(Galindo, E. L., Flores Domínguez, Á. D. & Zulaica, M. L., 2018)
Economía	Analizar la convergencia económica	(Figuroa Arcila, V. F. & Herrero Prieto, L. C., 2003)
	Índice de bancarización	(García de Fernando, 2018)
	Evaluar el nivel de gestión económico-financiera (GEF) en las microempresas	(Portal Boza, Bernal Escoto & Feitó Madrigal, 2016)
	Índice de desarrollo sostenible	(Laxe, F. G., Palmero, F. M. & Francos, M. F., 2004)
	Índice de desempeño fiscal	(Ossa Giraldo, 2014)
	Convergencia económica	(Fernández Carvajal, Gómez, L. M. & Fernández, L. R., 2016)
	Índice de desarrollo económico	(Hernández Rojas, 2015)
	Medioambiente	Medir calidad ambiental
Vulnerabilidad socio-		Cardoso, M. M., 2017) (Cabral,

ANEXOS

	ambiental	V. N. & Zulaica, M. L., 2015)
	Sostenibilidad Ambiental	(Zulaica, M. L. & Tomadoni, M. M., 2015) (Meline Cantar, N. M. & Zulaica, M. L., 2017)
	Índice de riesgo de incendios forestales	(Rodríguez-Rodríguez, D. & Martínez-Vega, J., 2012)
Turismo	Evaluación de la sostenibilidad del turismo rural	(Pérez Gacia, 2009)
	Gestión sostenible de los destinos turísticos	(Palomeque, F. L. et al., 2018)
	Medir creatividad en destinos turísticos	(García Suárez, 2019)
Salud	Localización y detección de casos nuevos de tuberculosis pulmonar	(Águila Rodríguez et al., 2018)
	Vigilancia y control de la tuberculosis	(Armas Pérez, et al., 2015)
	Necesidad de investigación y gestión ambiental basado en morbilidad.	(Gutiérrez Lesmes, Loba Rodríguez & Martínez Torres, 2018)
Agronomía	Formación del precio de la tierra para su uso agropecuario	Lanfranco, B. A. & Sapriza, G., 2011) (Álvarez Scanniello, 2020)
Política	Índice de autonomía local subnacional	(Goinheix, Freigedo, & Ruiz Díaz, 2020)

ANEXOS









Innovación	Índice para describir el estado de innovación	(Seclen Luna. & Ponce Regalado, 2017) (Bravo Oliver, 2018)
Gestión y mejora de procesos	Gestión del conocimiento para potenciar el talento humano de las organizaciones productoras	(Medina León, Nogueira Rivera & Sánchez Macías, 2020)
	Índice integral de desempeño	(Medina León, Nogueira Rivera & Sánchez Macías, 2020)
	Índice de Gestión de la Tecnología y la Innovación (IGTI)	(Medina León, Nogueira Rivera & Sánchez Macías, 2020)




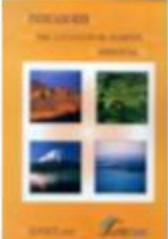
Fuente: Pérez Martínez (2022)








Anexo 3. Vínculos y publicaciones de las principales iniciativas de indicadores ambientales.






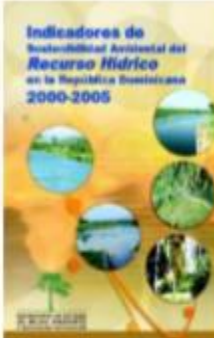

América Latina y el Caribe

a) Vínculos y publicaciones de las principales iniciativas de indicadores ambientales. América Latina y el Caribe.

País	Sistema de Indicadores	IMG. Sist. de Indicadores	Actores relevantes	Publicaciones	IMG. Publicaciones
Venezuela	IDS (Comisión de Desarrollo sostenible)	http://www.mam.gov.ve/	Ministerio del Ambiente	- Reporte del Estado del Ambiente (1996). Centro de Estadísticas e Información ambiental. (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales Renovables - ya no existe)	
Chile	Indicadores regionales de desarrollo CONAMA Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).	 www.sinia.cl	Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA).	Quiroga, Rayén; (1998), "Indicadores Regionales de Desarrollo CONAMA", Comisión Nacional del Medio Ambiente, Documento de Trabajo N° 7, Serie Economía Ambiental", Chile.	
Costa Rica	Sistema de Indicadores sobre Desarrollo Sostenible (SIDES)	 www.mideplan.go.cr/sides/index.html	Ministerio de Planificación Nacional y Política Económica		
Colombia	Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental (SISA)	 www.minambiente.gov.co/sisa/	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.	Ministerio del Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - PNUD "Sistema de Indicadores de Sostenibilidad Ambiental en el ámbito Nacional - Avances y Perspectivas". Colombia (sólo versión digital)	
Nicaragua	Indicadores Ambientales de Nicaragua Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).	 www.sinia.net.ni/indicadores/intro.htm	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales.	Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales, (2004), "Indicadores Ambientales de Nicaragua, volumen 1", Nicaragua.	
México	Indicadores Básicos de Desempeño Ambiental de México, 2005 Sistema Nacional de Información		Secretaría del medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2005), "Indicadores Básicos de Desempeño Ambiental de México", México.	

País	Sistema de Indicadores	IMG. Sist. de Indicadores	Actores relevantes	Publicaciones	IMG. Publicaciones
	Ambiental y de Recursos Naturales – SNIARM -	 http://portal.semarnat.gob.mx/semarnat/portal/ http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores04/index.htm		<p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales - UNDP (2005), "Informe de la Situación del Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales 2005", México.</p> <p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2002), "Informe de la situación del Medio Ambiente en México 2002", México.</p> <p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1999), "Estadísticas del Medio Ambiente, México 1999", México.</p> <p>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (1997), "Estadísticas del Medio Ambiente, México 1997", México.</p>	 
	Indicadores de Desarrollo Sustentable, (INEGI-SEMARNAP, 2000)	 http://www.ine.gob.mx/	<p>Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)</p> <p>Instituto Nacional de Ecología (INE).</p>	<p>Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Instituto Nacional de Ecología (INE), (2000), "Indicadores de Desarrollo Sustentable", México. http://www.ine.gob.mx/publicaciones/new.consultaListaPub.php</p>	
	Sistema de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental de México	 http://www.ine.gob.mx/	<p>Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)</p> <p>Instituto Nacional de Ecología (INE).</p>	<p>Instituto Nacional de Ecología –INE, (1998). "Avances en el Sistema de Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental en México 1997" http://www.ine.gob.mx/publicaciones/new.consultaListaPub.php</p>	
México		 http://www.ine.gob.mx/	<p>Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI)</p> <p>Instituto Nacional de Ecología (INE).</p>	<p>Instituto Nacional de Ecología –INE, (2000). Indicadores para la Evaluación del Desempeño Ambiental en México. Reporte 2000. http://www.ine.gob.mx/publicaciones/new.consultaListaPub.php</p>	







País	Sistema de Indicadores	IMG. Sist. de Indicadores	Actores relevantes	Publicaciones	IMG. Publicaciones
Argentina	Sistema de Indicadores sobre Desarrollo Sostenible República de Argentina, (SIDSA).	 http://www.medioambiente.gov.ar	<p>Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable (Área de Indicadores de Desarrollo Sostenible y Estadísticas Ambientales)</p> <p>Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación.</p> <p>Red Nacional de Indicadores de Desarrollo Sostenible</p>	<p>Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable, Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación (2005). "Sistema de Indicadores sobre Desarrollo Sostenible República de Argentina", Argentina. http://www.medioambiente.gov.ar/archivos/web/Indicadores/File/Sidsa%20Libro%20Final_1.pdf</p>	
	Indicadores ILAC		<p>PNUMA</p> <p>Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable</p> <p>Ministerio de Salud y Ambiente de la Nación.</p>	<p>Argentina 2006, Indicadores. Iniciativa Latinoamericana y Caribeña para el Desarrollo Sostenible Indicadores de seguimiento. PNUMA</p>	
República Dominicana	Estadísticas Ambientales	 http://www.medioambiente.gov.do/cms/	<p>Comisión Presidencial para los OM,</p> <p>Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales</p>	<p>Secretaría de Estado del Medio Ambiente y recursos Naturales; (2004). "Objetivos de Desarrollo del Milenio. República Dominicana, 2004". Secretaría del Estado del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Santo Domingo.</p>	
	Sistema Nacional de Información sobre el Medio Ambiente.	http://www.medioambiente.gov.do/cms/		<p>Secretaría de Estado del Medio Ambiente y Recursos Naturales; (2004). "Estadísticas Ambientales de América Latina y el Caribe. Caso: República Dominicana". Secretaría de Estado de medio Ambiente y Recursos Naturales, Dirección Sectorial de Planificación y Programación, Santo Domingo, República Dominicana.</p>	(escanear)
Perú	Sistema Nacional de Información Ambiental	 http://www.conam.gob.pe/sinia/index2.htm	Consejo Nacional del Medio Ambiente		

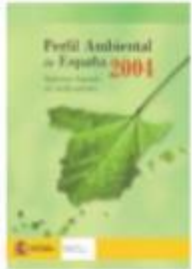


País	Sistema de Indicadores	IMG. Sist. de Indicadores	Actores relevantes	Publicaciones	IMG. Publicaciones
Brasil	Indicadores de Desarrollo Sostenible	 http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/recursosnaturais/ids/default.shtm?c=1	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (Ministerio de Planeamiento, Ordenamiento y Gestión)	Indicadores de Desarrollo Sustentável - Brasil 2004 (IBGE-MMA, 2004) Indicadores de Desarrollo Sustentável - Brasil 2002 (IBGE-MMA, 2002)	 
República de Panamá	Indicadores Ambientales de la República de Panamá	 http://www.anam.qob.pa/indicadores/index.htm	Autoridad Nacional del Ambiente	Autoridad Nacional del Ambiente (2006). "Indicadores Ambientales de la República de Panamá, 2006". República de Panamá.	
República Dominicana	Indicadores de Sostenibilidad Ambiental del Recurso Hídrico	http://www.medioambiente.gov.do/cms/	Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana Oficina Nacional Estadística ONE	Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana (2007) Indicadores de Sostenibilidad Ambiental del Recurso Hídrico en la República Dominicana 2000 - 2005. Oficina Sectorial de Planificación y Programación	
Bolivia	Sistema Nacional de Información para el Desarrollo Sostenible (SNIDS)	 http://www.planificacion.gov.bo	Ministerio de Planificación del Desarrollo.		






Fuente: Pérez Martínez (2022)

Países Desarrollados







b) Vínculos y publicaciones de las principales iniciativas de indicadores ambientales. Países Desarrollados.




País	Sistema de Indicadores	IMG. Sist. de Indicadores	Actores relevantes	Publicaciones	IMG. Publicaciones
Canadá	National Environmental Indicators Series Archive State of the Environment Infobase		Environment Canada - Knowledge Integration Strategies Division Statistics Canada Health Canada	<i>Environment Signals</i> , (2003). "Canada's National Environmental Indicator Series 2003". http://www.ec.gc.ca/soe/ree/English/Indicator_series/esignals.pdf	
		http://www.ecoinfo.ec.gc.ca/env_ind/indicators_e.cfm		Bond, W., D. O'Farrell, G. Ironside, B. Buckland, and R. Smith. (2005). "Environmental Indicators and State of the Environment Reporting: An Overview for Canada". Background paper to an Environmental Indicators and State of the Environment Reporting Strategy, 2004-2009, Environment Canada, Gatineau, Quebec http://www.ec.gc.ca/soe-ree/English/resource_network/bg_paper2_e.cfm .	
				Canadian Environmental Sustainability Indicators 2005. Environment Canada, Statistics Canada, Health Canada. Government of Canada. http://www.statcan.ca/english/freepub/18-251-XIE/18-251-XIE2005000.pdf	
Australia y Nueva Zelandia	Core Environmental Indicators for Reporting on the State of the Environment.	http://www.deh.gov.au/ce/publications/pubs/coreindicators.pdf http://www.deh.gov.au/about/environment-reports/index.html	Australian and New Zealand Environment and Conservation Council – ANZECC-	Australian and New Zealand Environment and Conservation Council, State of the Environment Reporting Task Force. (2000). "Core Environmental Indicators for Reporting on the State of the Environment". Environment Australia, Canberra.	
España	Indicadores Ambientales Información Estadística y Ambiental Ministerio de Medio Ambiente	http://www.mma.es/portals/secciones/info_estadistica_ambiental/estadisticas_info/	Ministerio de Medio Ambiente Universidad de Alcalá	Ministerio del Medio Ambiente. (2005). "Perfil Ambiental de España 2005. Informe basado en indicadores". http://www.mma.es/portals/secciones/calidad_contaminacion/indicadores_ambientales/perfil_ambiental_2005/index.htm	

País	Sistema de Indicadores	IMG. Sist. de Indicadores	Actores relevantes	Publicaciones	IMG. Publicaciones
				<p>Ministerio del Medio Ambiente. (2004). "Perfil Ambiental de España 2004. Informe basado en indicadores". http://www.mma.es/portal/secciones/info_estadisticas_ambiental/estadisticas_info/perfil_ambiental/index.htm</p>	
	<p>Indicadores de Sostenibilidad Observatorio de la sostenibilidad en España</p>	<p>http://www.sostenibilidad.es.org/Observatorio+Sostenibilidad</p> 		<p>Observatorio de Sostenibilidad España. (2005). "Informe de Sostenibilidad en España 2005". Informe de Primavera. Universidad de Alcalá, Madrid. http://www.sostenibilidad.es.org/Observatorio+Sostenibilidad/esp/servicios/publicaciones/ise/</p>	
<p>Nueva Zelandia</p>	<p>Environmental Indicators (Indicadores de Desempeño Ambiental- EPI)</p>	<p>http://www.mfe.govt.nz/state/monitoring/epi/index.html</p> 	<p>The Ministry for the Environment</p>	<p>Taylor, Rowan. (1997) "The State of New Zealand Environment" The Ministry for the Environment, Wellington, New Zealand.</p> <p>Ministry for the Environment. (1998). "Environmental Performance Indicators: Summary of Proposed Indicators of Terrestrial and Freshwater Diversity". Ministry for the Environment, Wellington, New Zealand.</p>	

				<p>Ministry for the Environment. (1996). "National Environmental Indicators: Building a Framework for a Core Set". Ministry for the Environment, Wellington, New Zealand. Ministry for the Environment, (1997). Environmental Performance Indicators: Proposal for Air, Fresh Water and land". Ministry for the Environment, Wellington, New Zealand. Ministry for the Environment, (1997) "Environmental Performance Indicators: Summary of Proposed Indicators of Terrestrial and Freshwater Diversity". Ministry for the Environment, Wellington, New Zealand.</p>	
				<p>Patterson, Murray, (2006), "Headline Indicators for tracking progress to sustainability in New Zealand". (Signposts for sustainability) Ministry for the Environment, Wellington, New Zealand.</p>	
				<p>The Ministry for the Environment (2006). "Gentle Footprints. Boots 'N' All". Wellington, New Zealand.</p>	
<p>Reino Unido</p>	<p>Headline Indicators of sustainable development Sustainable Development, UK</p>		<p>Department of Environment, Food and Rural Affairs –DEFRA, Sustainable Development Unit.</p>	<p>Sustainable Development Unit UK (2002). Achieving a better quality of life: review of progress towards sustainable development. Government annual report 2002. DEFRA - Sustainable Development Unit.</p>	
		<p>http://www.sustainable-development.gov.uk/index.asp</p>		<p>Sustainable Development Unit UK (2003). Achieving a better quality of life: review of progress towards sustainable development. Government annual report 2002. DEFRA - Sustainable Development Unit.</p>	

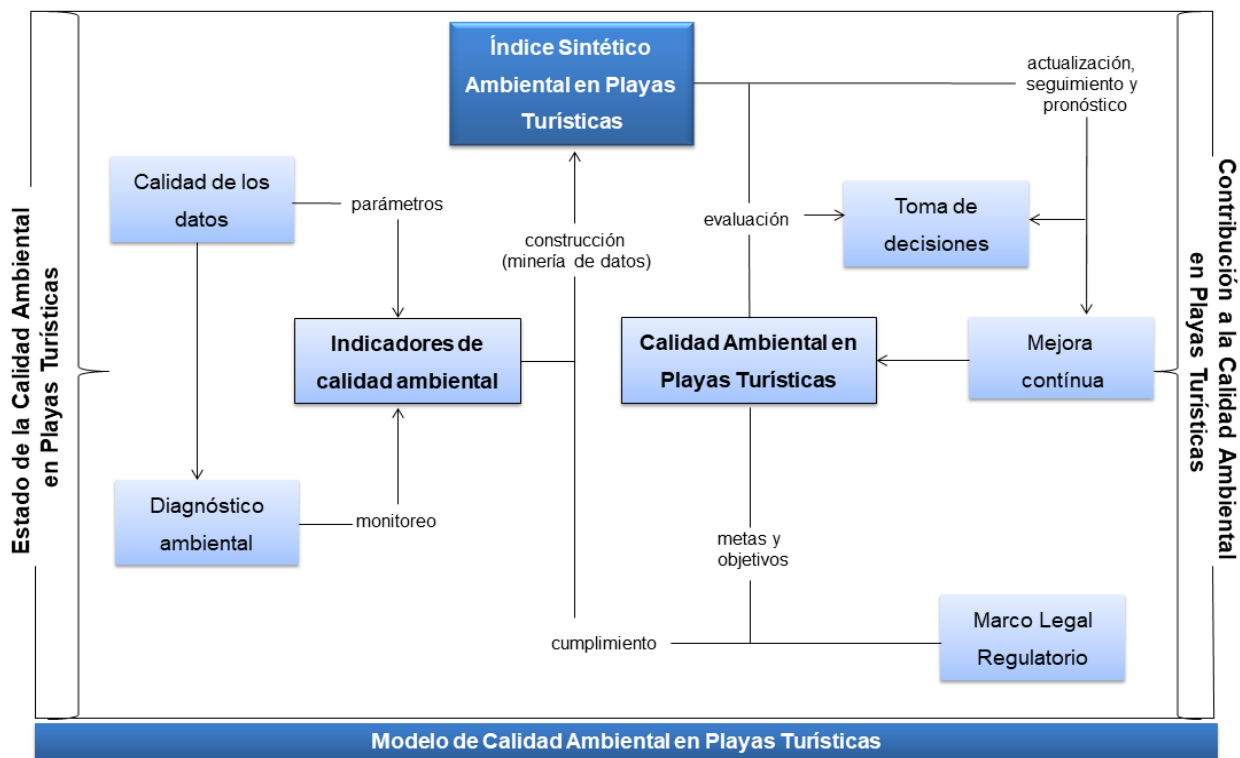
				<p>Sustainable Development Unit UK (2004). Quality of Life Counts. Indicators for a strategy for sustainable development for the United Kingdom. 2004 Update. Updating the baseline assessments made in 1999. DEFRA - Sustainable Development Unit.</p>	
				<p>Sustainable Development Unit UK (2003). Regional quality of Life Counts, 2003. Regional versions of the national headline Indicators of sustainable development. DEFRA - Sustainable Development Unit.</p>	
				<p>Sustainable Development Unit UK (2004). <i>Sustainable development indicators in your pocket 2006</i> Department of Environment, Food and Rural Affairs - Sustainable Development Unit, UK.</p>	
				<p>Sustainable Development Unit UK (2005). <i>Sustainable development indicators in your pocket 2006</i> Department of Environment, Food and Rural Affairs - Sustainable Development Unit, UK.</p>	
				<p>Sustainable Development Unit UK (2006). <i>Sustainable development indicators in your pocket 2006</i> Department of Environment, Food and Rural Affairs - Sustainable Development Unit, UK. http://www.sustainable-development.gov.uk/progress/index.htm</p>	
				<p>UK Government, (2005) 'Securing the Future - UK Government sustainable development strategy'. DEFRA, UK Government</p>	

Holanda		 http://www.mnp.nl/mno/index-en.html	Netherlands Environmental Assessment Agency		
Estados Unidos	Sistema de Indicadores de Desarrollo Sostenible	 http://www.sdi.gov/	U. S. Interagency Working Group on Sustainable Development Indicators	U.S. Interagency Working Group on Sustainable Development Indicators, (2001) Sustainable Development in the United States: An Experimental Set of Indicators. Washington DC. http://www.sdi.gov/ipBin22/pext.dll/Folder1/Infobase7/1?fn=main-j.htm&f=templates&2.0	
	Sistema de Indicadores Ambientales	 http://www.epa.gov/ebtp/apes/envi/environmental_indicators.html	EPA Environmental Protection Agency	United States Environmental Protection Agency, (2003) "Daft Report on the Environment (ROE)". Washington DC. United States Environmental Protection Agency, (2003) "Daft Report on the Environment Technical Document". Washington DC. http://cfpub2.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?id=56830	
				2005	
Suecia	Sustainable Development Indicators for Sweden	 http://www.scb.se/templates/Amnesomrade_12460.asp	Statistics Sweden The National Board of Housing, Building and Planning - Swedish Council on Sustainable Development	Statistics Sweden, (2002), "Sustainable Development Indicators for Sweden". http://www.scb.se/templates/Product_21323.aspx	
	Environmental Indicators Swedish Environmental Objectives Council	 http://www.naturvardsvetket.se/bokhandeln/dse/620-1240-1	Swedish Environmental Protection Agency (EPA) Environmental Objectives Council Swedish Environmental Advisory Council	Swedish Environmental Objectives Council, (2006), "Sweden's environmental objectives- buying into a better future" - deFacto 2006. A progress report from the Swedish Environmental Objectives Council. EPA. http://www.miljomal.nu/english/publications.php	

		 <p>http://www.miljomal.nu/english/english.php</p>	<p>(EAC)</p>	<p>Swedish Environmental Objectives Council, (2005), "Sweden's environmental objectives- for the sake of our children" - deFacto 2005. A progress report from the Swedish Environmental Objectives Council. EPA. http://www.miljomal.nu/english/publications.php</p>	
				<p>Swedish Environmental Objectives Council, (2004), "Sweden's environmental objectives- are we getting there?" - deFacto 2004. A progress report from the Swedish Environmental Objectives Council. EPA. http://www.miljomal.nu/english/publications.php</p>	

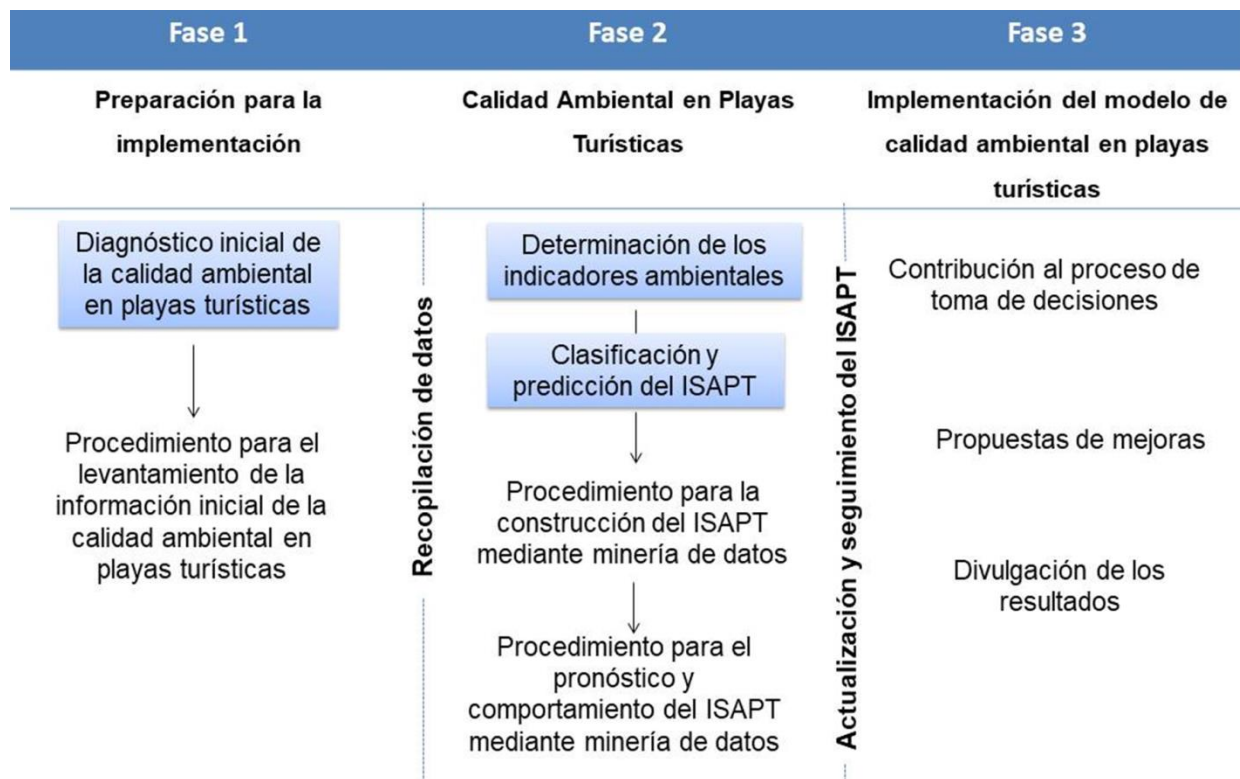
Fuente: Pérez Martínez (2022)

Anexo 4. Modelo de Calidad Ambiental en Playas Turísticas mediante el ISAPT.



Fuente: elaboración propia.

Anexo 5. Procedimiento general para la implementación del modelo



Fuente: elaboración propia.

Anexo 6. Procedimiento para la recopilación de datos de la calidad ambiental en playas turísticas

Etapa 1	Etapa 2
Determinación de los indicadores	Elaboración de las fichas técnicas de los indicadores y de la Base de Datos de Indicadores
Pasos	
<p>(1.1) Verificación de los requisitos prácticos de los indicadores</p> <p>(1.2) Selección y clasificación de los indicadores</p> <p>(1.3) Definición de importancia de los indicadores</p> <p>(1.4) Matriz de temas e indicadores</p> <p>(1.5) Análisis de escenarios</p>	<p>(2.1) Elaboración de las fichas técnicas De los indicadores</p> <p>(2.2) Elaboración de la base de datos De los indicadores</p>

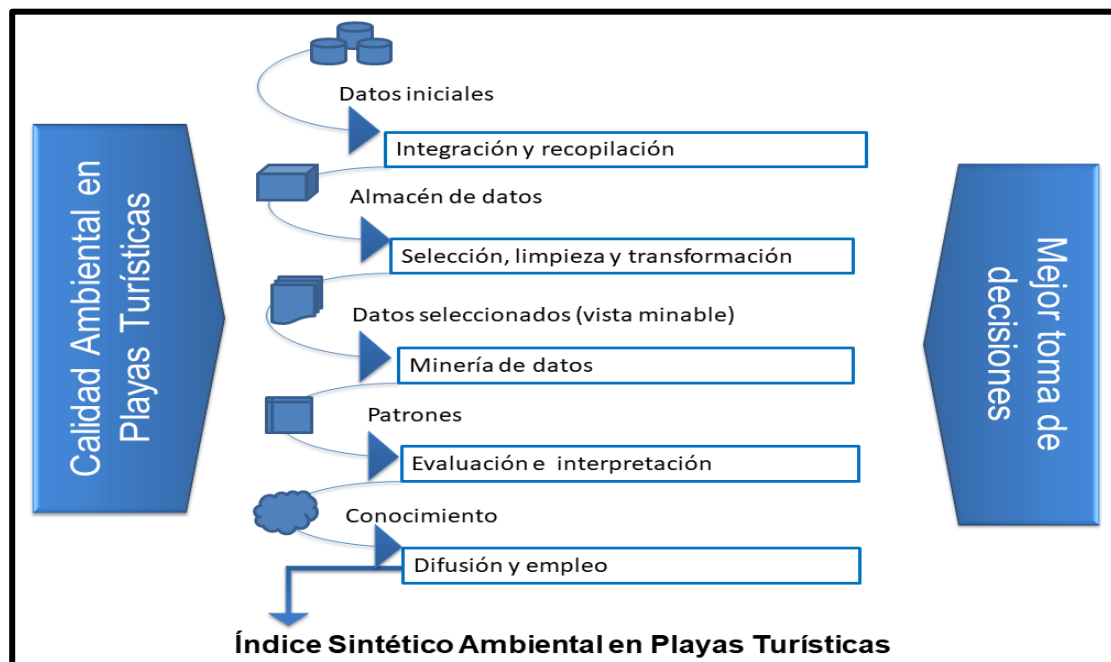
Fuente: elaboración propia.

Anexo 7. Ficha de presentación del indicador

PRESENTACIÓN DEL INDICADOR	
Indicador	
Definición e importancia	
Categoría del indicador	
Unidad de medida	
Periodicidad	
Escala de análisis	
Fuente	
Observaciones	
INTERPRETACIÓN DEL INDICADOR	
Valor actual	
Tendencia actual	
Tendencia deseada	
Pronóstico	
Evaluación	
TABLAS, GRÁFICOS Y MAPAS	

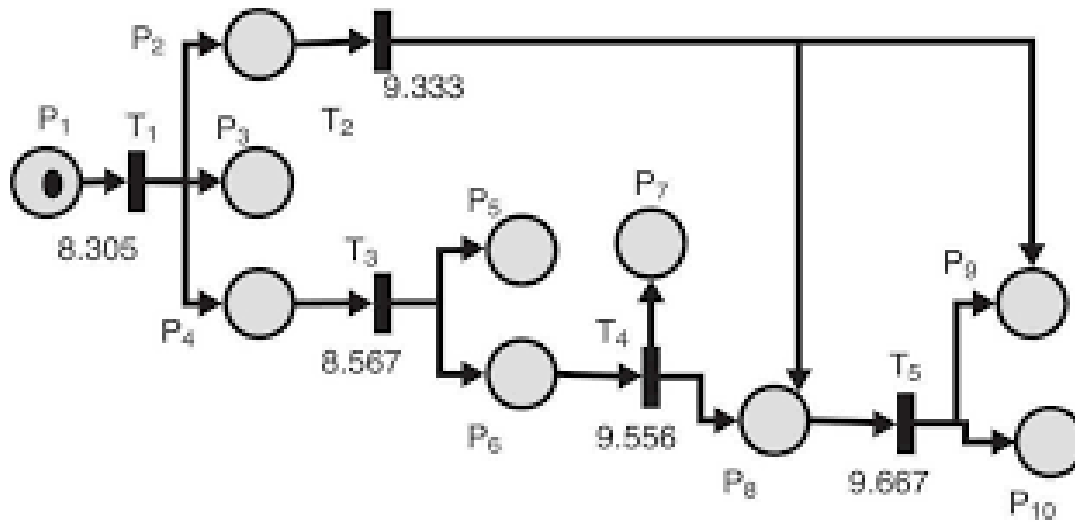
Fuente: elaboración propia a partir de Pérez Martínez (2022).

Anexo 8. Procedimiento para la construcción del ISAPT



Fuente: elaboración propia.

Anexo 9. Modelación del procedimiento mediante redes de Petri



Fuente: elaboración propia (salida de WoPeD).

Anexo 10. Desarrollo de la técnica de ladov

a) Cuadro Lógico de ladov empleado

	¿Considera Ud. que el procedimiento propuesto es factible de aplicar en las condiciones actuales de la calidad ambiental en playas turísticas?								
¿Considera Ud. que el procedimiento propuesto resulta provechoso para lograr evaluar la calidad ambiental en playas turísticas?	Si			No			No se		
	¿Si tuviera que evaluar la calidad ambiental de una playa turística, utilizaría el procedimiento propuesto?								
	Si	No se	No	Si	No se	No	Si	No se	No
Me satisface mucho	1	2	3	2	2	6	6	6	6
Más satisfecho que insatisfecho	2	2	6	2	3	3	6	3	6
Me es indiferente	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Más insatisfecho que satisfecho	6	3	6	3	4	4	3	4	4
No me satisface	6	6	6	6	4	4	6	4	5
No sé qué decir	2	3	6	3	3	3	6	3	4

Fuente: elaboración propia.

b) Resumen ladov.

Escala	Resultado	Cantidad	Porcentaje
1	Clara satisfacción	7	70
2	Más satisfecho que insatisfecho	3	30
3	No definida		
4	Más insatisfecho que satisfecho		
5	Clara insatisfacción		
6	Contradictoria		

Fuente: elaboración propia.

$$ISG = \frac{7*(+1) + 3*(+0.5) + 0*(0) + 0*(-0.5) + 0*(-1)}{N} = 0.85$$

N

Anexo 11. Encuesta del ISAPT

Fecha:	Sexo:	Edad:
Ciudad de origen:	Conocimientos de playas:	

De 1 a 5 , siendo 1 muy mala y 5 muy buena, con cuánto califica a esta playa desde el punto de vista ambiental?

Calificación

Ítem	Calificación
Malos olores (orines, materia fecal, humo, basura)	
Basura inorgánica en la arena (latas, botellas, bolsas)	
Basura orgánica en la arena (cáscaras, desperdicios, pepas)	
Basura en el mar, flotantes o no.	
Agua turbia (oscura, con sólidos suspendidos)	
Agua del mar muy fría o muy caliente	
Exceso de turistas	
Muebles y obstáculos en la zona activa de la playa (sillas, mesas, carritos del hotel)	

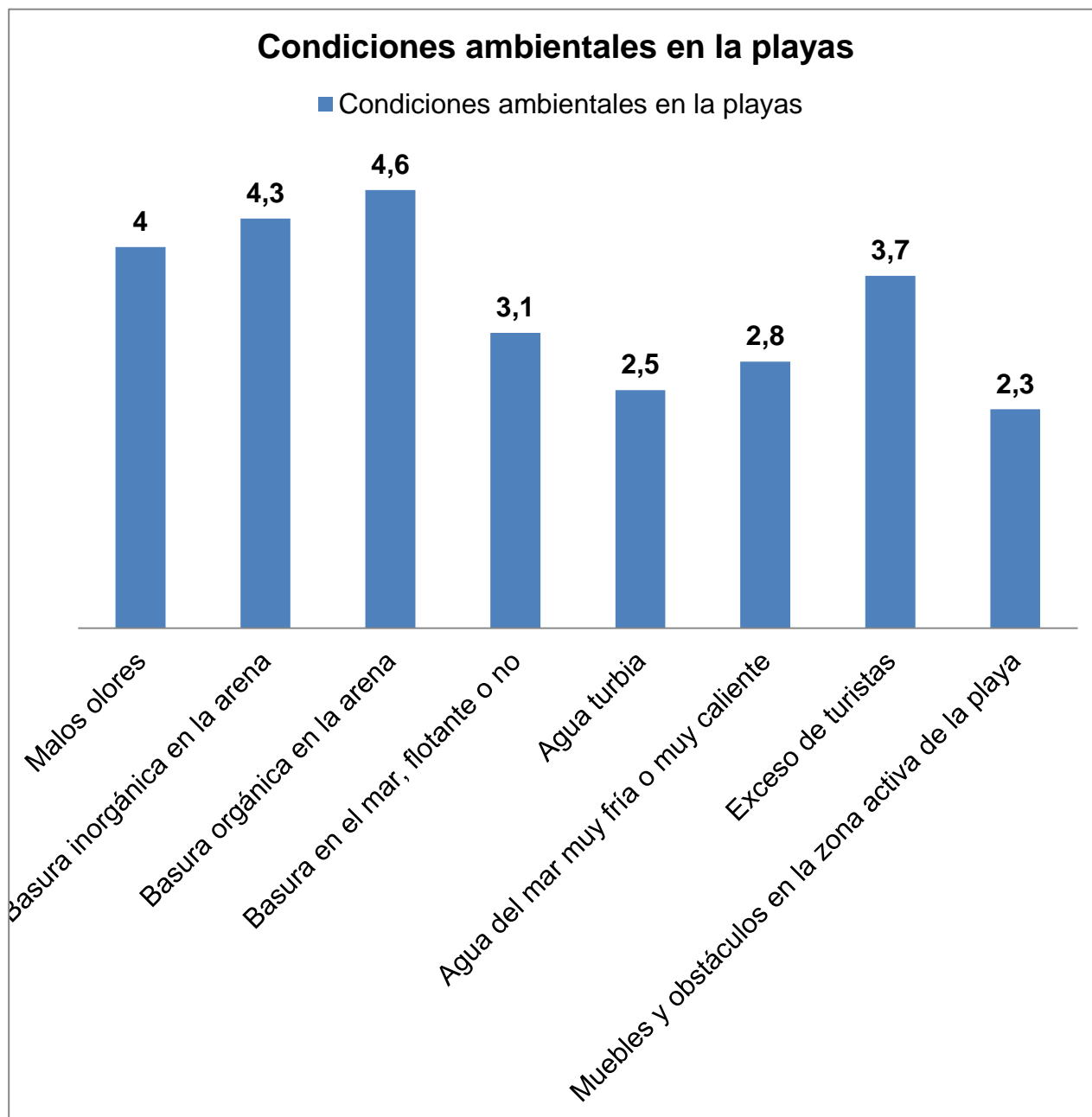
Fuente: elaboración propia.

Anexo 12. Análisis estadístico básico

Ítem	Media
Malos olores (orines, materia fecal, humo, basura)	2,3
Basura inorgánica en la arena (latas, botellas, bolsas)	2,5
Basura orgánica en la arena (cáscaras, desperdicios, pepas)	2,8
Basura en el mar, flotantes o no.	3,1
Agua turbia (oscura, con sólidos suspendidos)	3,9
Agua del mar muy fría o muy caliente	4,6
Exceso de turistas	4,3
Muebles y obstáculos en la zona activa de la playa (sillas, mesas, carritos del hotel)	4,0

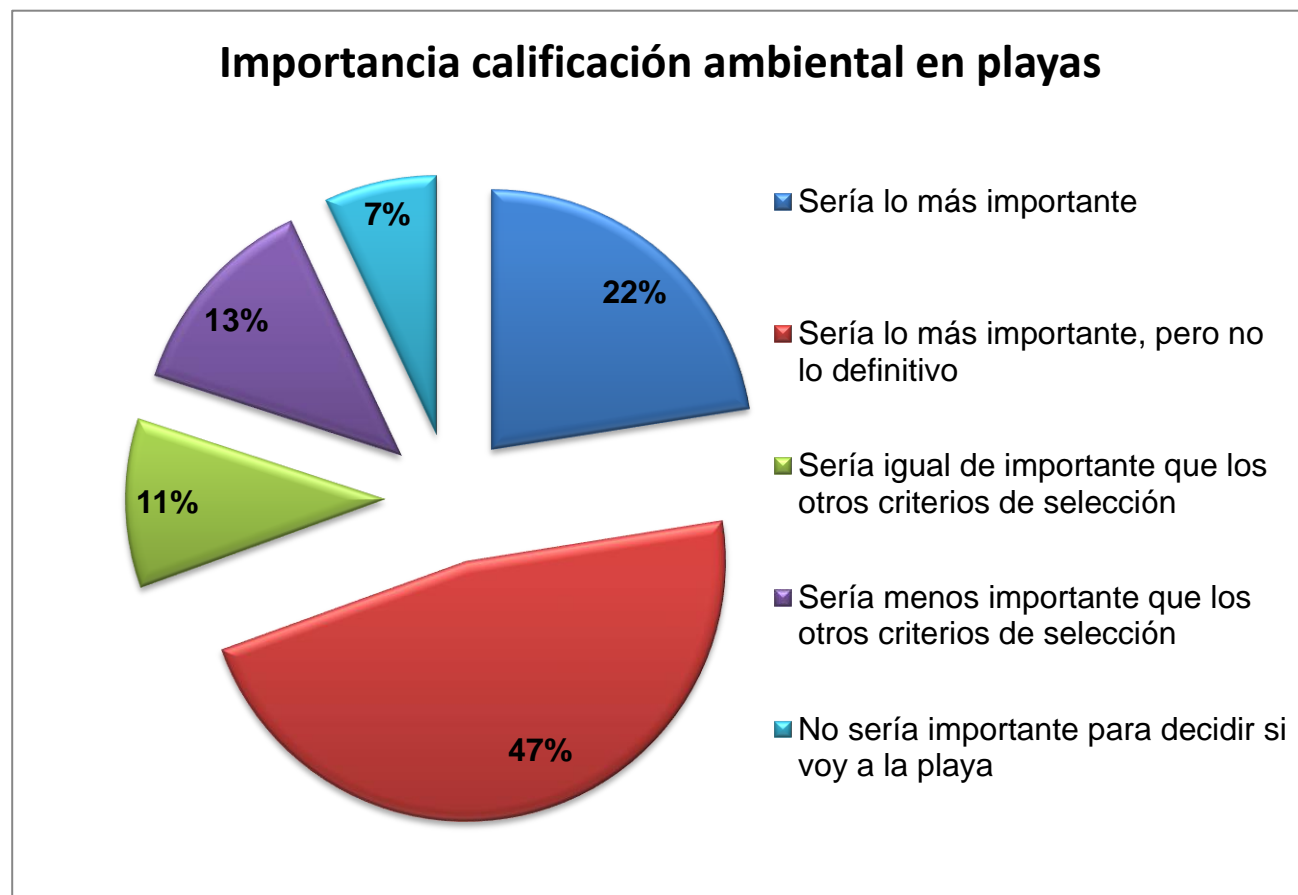
Fuente: elaboración propia.

Anexo 13. Condiciones ambientales molestas en la playa



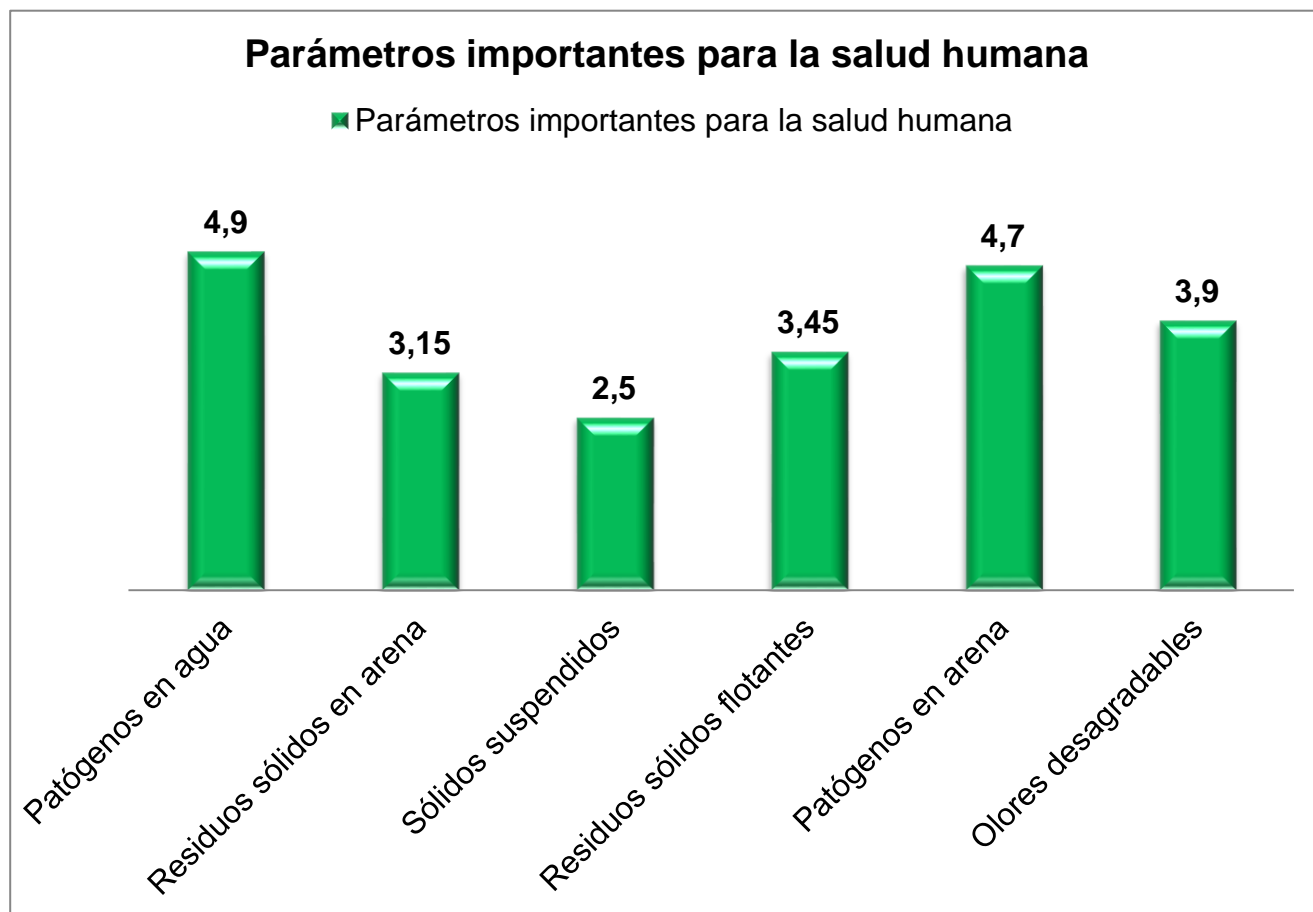
Fuente: elaboración propia.

Anexo 14. Importancia calificación ambiental en playas

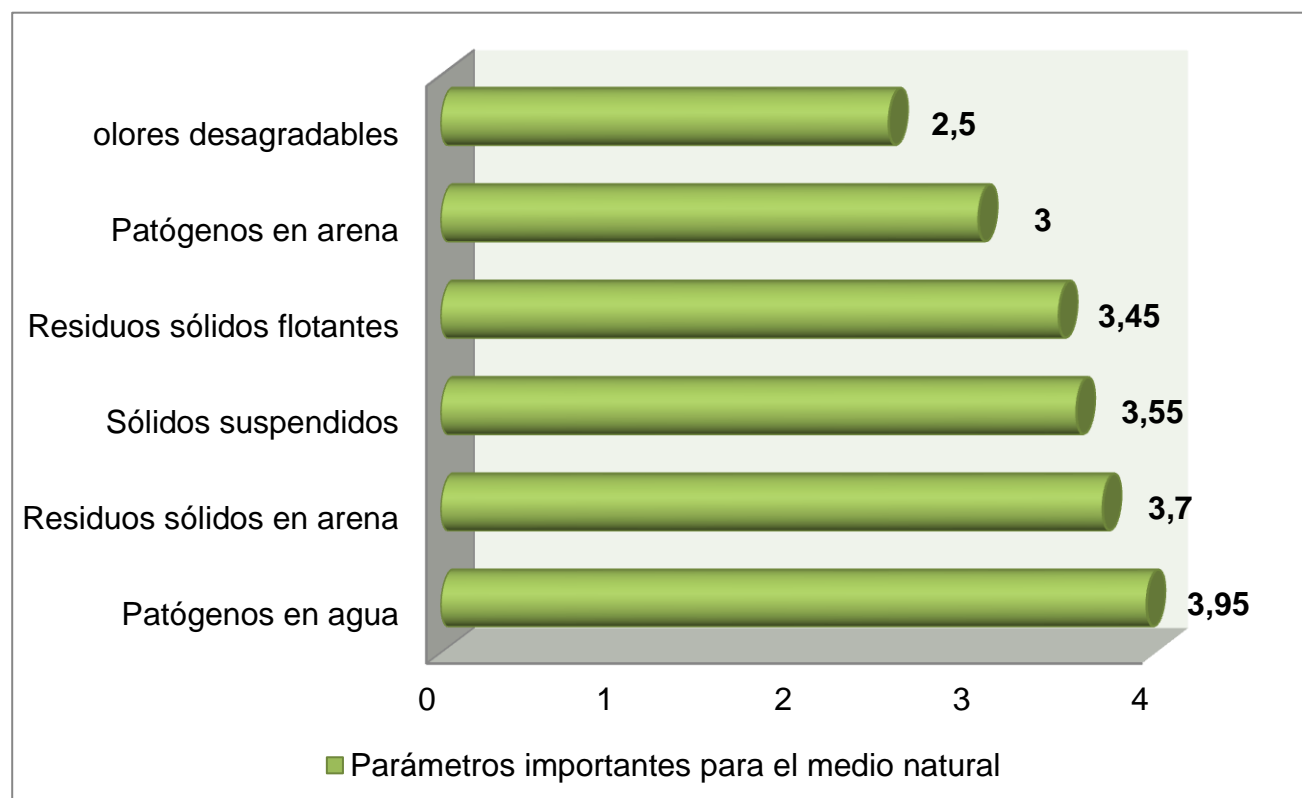


Fuente: elaboración propia.

Anexo 15. Parámetros importantes para la salud humana



Fuente: elaboración propia.

Anexo 16. Parámetros importantes para el medio natural

Fuente: elaboración propia.

Anexo 17. Indicadores del ISAPT.

TEMA	INDICADOR	PARÁMETRO
Medio Ambiente	Agua Litoral	Sólidos suspendidos en el agua litoral
		Residuos sólidos flotantes en el agua litoral
		Coliformes fecales en el agua litoral
	Arena de Playa	Coliformes fecales en la arena de playa
		Residuos sólidos en la arena de la playa
		Medio Ambiente
Turismo	Carga Turística	Carga turística de la playa
	Control Institucional	Uso eficiente de las zonas de la playa

Fuente: elaboración propia.

Anexo 18. Datos normalizados con estructura data frame (primeras 20 observaciones)

	Sepal.Length	Sepal.Width	Petal.Length	Petal.Width
1	0.6410256	0.4358974	0.1666667	0.01282051
2	0.6153846	0.3717949	0.1666667	0.01282051
3	0.5897436	0.3974359	0.1538462	0.01282051
4	0.5769231	0.3846154	0.1794872	0.01282051
5	0.6282051	0.4487179	0.1666667	0.01282051
6	0.6794872	0.4871795	0.2051282	0.03846154
7	0.5769231	0.4230769	0.1666667	0.02564103
8	0.6282051	0.4230769	0.1794872	0.01282051
9	0.5512821	0.3589744	0.1666667	0.01282051
10	0.6153846	0.3846154	0.1794872	0.00000000
11	0.6794872	0.4615385	0.1794872	0.01282051
12	0.6025641	0.4230769	0.1923077	0.01282051
13	0.6025641	0.3717949	0.1666667	0.00000000
14	0.5384615	0.3717949	0.1282051	0.00000000
15	0.7307692	0.5000000	0.1410256	0.01282051
16	0.7179487	0.5512821	0.1794872	0.03846154
17	0.6794872	0.4871795	0.1538462	0.03846154
18	0.6410256	0.4358974	0.1666667	0.02564103
19	0.7179487	0.4743590	0.2051282	0.02564103
20	0.6410256	0.4743590	0.1794872	0.02564103

Fuente: elaboración propia.

Anexo 19. Pasos a seguir para la aplicación del PCA a la construcción del ISAPT

La realidad fenoménica se manifiesta como un conjunto de internaciones propias de las partes que lo componen ya sean estos observables o de forma latente. En general, los fenómenos económicos pueden ser descritos por la interacción de un conjunto de variables, en este caso se dice que, esta descrito por una variable compleja, es decir que su descripción está en función de muchas variables, y estas a su vez por una batería de indicadores simples. Al momento de proponer la construcción del índice sintético, debe tenerse claro que variable compleja (fenómeno a describir) es la que pretende medir. La batería de indicadores debe responder a un marco teórico, asociado a dicha variable compleja. Los indicadores deben ser lo más variados posibles, en función de la información disponible, para reflejar todas las aristas del fenómeno a describir. Es importante no confundir la definición de variable compleja.

Componentes principales y análisis factorial

Dentro de las técnicas multivariantes, la reducción de la dimensión de los datos en el orden de las variables, resulta ser especialmente útil ya que permite agruparlas de manera robusta, y al mismo tiempo garantiza que los componentes (agrupaciones encontradas, denominadas también variables latentes) sean incorrelacionados, es decir por un lado las variables originales representadas en cada componente guardan la máxima correlación entre ellas, pero las variables latentes resultan ser excluyentes entre sí.

Cálculo de $V(X)$ y $R(X)$

A efectos prácticos, sólo se requiere que todas las variables sean métricas (variables numéricas), pero para los propósitos de elaboración de indicadores, se verificará también el grado de multicolinealidad de la batería de indicadores (variables dentro del *data frame*), se denotará en todo momento como X , o matriz de información, y \bar{X} el vector de medias (ecuación A.1 y A.2).

Se puede trabajar sobre la matriz de varianza-covarianza de X :

$$S(x) = (X - \bar{X}) * (X - \bar{X})^{n-1} \quad (\text{Ecuación A.1})$$

o sobre la matriz de correlación de X :

$$R(x) = ZXt * ZXn-1 \quad (\text{Ecuación A.2})$$

Donde ZX es la matriz de datos estandarizada (distribución normal, ecuación A.3).

$$ZXj = xj - xj\sigma X \quad (\text{Ecuación A.3})$$

Matriz de Información: X

```

library(readr)
library(kableExtra)
url_link<-"http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/agrane/libro/fi
cheros_datos/capitulo_7/datos_prob_7_3.txt"
mat_X<-read_table2(url_link,col_names = FALSE)

mat_X %>% head() %>%
  kable(caption = "Matriz de información:" ,align = "c",digits = 6) %>%
  kable_material(html_font = "sans-serif")

```

Figura A.3.2.1. Matriz de Información

13	24	380	0442	4	32	03	0'5
445	44	400	4583	5	24	55	0'4
00	43	080	432	8	50	334	4'0
02	48	310	0	2	50	50	0'4
454	40	440	022	0	21	00	0'2
30	44	010	3003	45	04	344	4'5
X4	X5	X3	X4	X2	X0	X1	X8

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de $V(X)$

Figura A.3.2.2. Matriz de variables centradas

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
-49.67	-0.67	303.89	1463.5	2.94	-60.17	196.72	0.71
44.33	4.33	43.89	-1484.5	-3.06	-97.17	-55.28	0.01
15.33	6.33	3.89	-2433.5	-4.06	-128.17	-124.28	-0.39
10.33	1.33	313.89	-2004.5	-1.06	-134.17	186.72	1.11
32.33	-0.67	-266.11	-1146.5	-7.06	-103.17	-122.28	-0.39
-6.67	9.33	23.89	3675.5	-5.06	-119.17	-51.28	-0.29

Fuente: elaboración propia.

Cálculo manual

```
library(dplyr)
library(kableExtra)
centrado<-function(x) {
  x-mean(x)
}
```

```
Xcentrada<-apply(X = mat_X,MARGIN = 2,centrado)
Xcentrada %>% head() %>%
  kable(caption = "Matriz de Variables centradas:",
        align = "c",
        digits = 2) %>%
  kable_material(html_font = "sans-serif")
```

Figura A.3.2.3. Cálculo de V(X) de forma manual.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	716.12	45.06	-2689.61	-16082.06	-121.63	-1019.06	-1844.37	-5.15
X2	45.06	46.94	-144.31	2756.71	-24.63	-938.41	-205.25	-0.42
X3	-2689.61	-144.31	36389.87	123889.71	740.82	838.33	17499.38	73.48
X4	-16082.06	2756.71	123889.71	5736372.383078.97	6672.44	140343.50	412.79	
X5	-121.63	-24.63	740.82	3078.97	51.47	405.58	565.22	1.59
X6	-1019.06	-938.41	838.33	6672.44	405.58	26579.56	3149.77	-2.96
X7	-1844.37	-205.25	17499.38	140343.50	565.22	3149.77	16879.39	64.51
X8	-5.15	-0.42	73.48	412.79	1.59	-2.96	64.51	0.28

Fuente: elaboración propia.

```
n_obs<-nrow(mat_X)
mat_V<-t(Xcentrada)%*%Xcentrada/(n_obs-1)
mat_V %>% kable(caption = "Cálculo de V(X) forma manual:" ,
               align = "c",
               digits = 2) %>%
  kable_material(html_font = "sans-serif") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))
```

Cálculo con R base

```

library(dplyr)
library(kableExtra)
cov(mat_X) %>%
  kable(caption="Cálculo de V(X) a través de R base",
        align = "c",
        digits = 2) %>%
  kable_material(html_font = "sans-serif") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))

```

Figura A.3.2.4. Cálculo de V(X). con R

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	716.12	45.06	-2689.61	-16082.06	-121.63	-1019.06	-1844.37	-5.15
X2	45.06	46.94	-144.31	2756.71	-24.63	-938.41	-205.25	-0.42
X3	-2689.61	-144.31	36389.87	123889.71	740.82	838.33	17499.38	73.48
X4	-16082.06	2756.71	123889.71	5736372.383078.97	6672.44	140343.50	412.79	
X5	-121.63	-24.63	740.82	3078.97	51.47	405.58	565.22	1.59
X6	-1019.06	-938.41	838.33	6672.44	405.58	26579.56	3149.77	-2.96
X7	-1844.37	-205.25	17499.38	140343.50	565.22	3149.77	16879.39	64.51
X8	-5.15	-0.42	73.48	412.79	1.59	-2.96	64.51	0.28

Fuente: salida de RStudio.

Cálculo de R(X)

Cálculo manual

```
Zx<-scale(x = mat_X,center =TRUE)
Zx %>% head() %>%
  kable(caption ="Matriz de Variables Estandarizadas:",
        align = "c",
        digits = 2) %>%
  kable_material(html_font = "sans-serif")
```

Figura A.3.2.5. Matriz de variables estandarizadas.

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
-1.86	-0.10	1.59	0.61	0.41	-0.37	1.51	1.34
1.66	0.63	0.23	-0.62	-0.43	-0.60	-0.43	0.02
0.57	0.92	0.02	-1.02	-0.57	-0.79	-0.96	-0.73
0.39	0.19	1.65	-0.84	-0.15	-0.82	1.44	2.09
1.21	-0.10	-1.39	-0.48	-0.98	-0.63	-0.94	-0.73
-0.25	1.36	0.13	1.53	-0.70	-0.73	-0.39	-0.54

Fuente: elaboración propia.

```
n_obs<-nrow(mat_X)
mat_R<-t(Zx)%*%Zx/(n_obs-1)
mat_R %>% kable(caption ="Cálculo de R(X) forma manual:" ,
               align = "c",
               digits = 2) %>%
```



```
kable_material(html_font = "sans-serif") %>%
kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))
```

Figura A.3.2.7. Cálculo de R(X) con R.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	1.00	0.25	-0.53	-0.25	-0.63	-0.23	-0.53	-0.36
X2	0.25	1.00	-0.11	0.17	-0.50	-0.84	-0.23	-0.12
X3	-0.53	-0.11	1.00	0.27	0.54	0.03	0.71	0.73
X4	-0.25	0.17	0.27	1.00	0.18	0.02	0.45	0.32
X5	-0.63	-0.50	0.54	0.18	1.00	0.35	0.61	0.42
X6	-0.23	-0.84	0.03	0.02	0.35	1.00	0.15	-0.03
X7	-0.53	-0.23	0.71	0.45	0.61	0.15	1.00	0.93
X8	-0.36	-0.12	0.73	0.32	0.42	-0.03	0.93	1.00

Fuente: salida de RStudio.

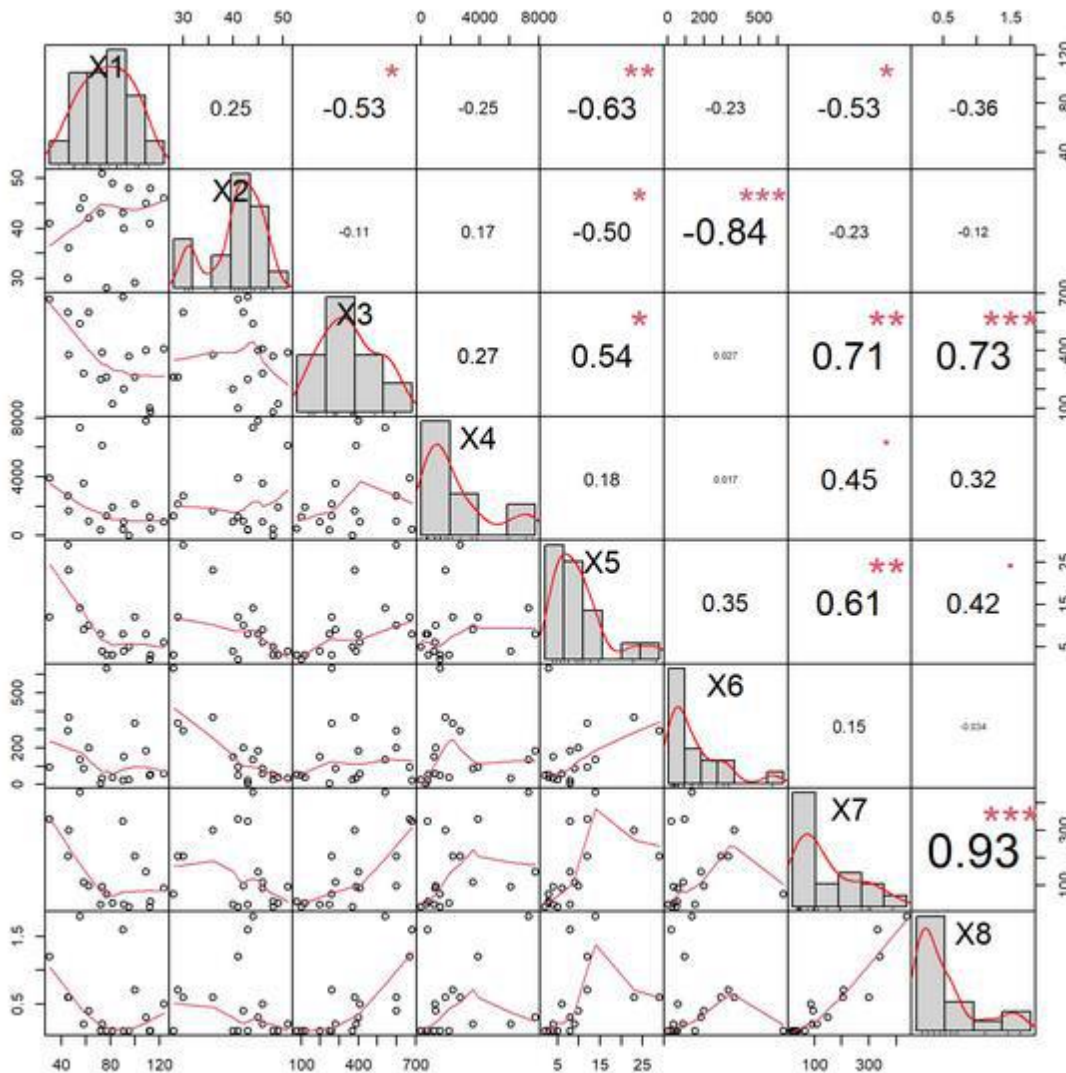
Versiones gráficas de R(X)

Pueden ser especialmente útiles en la presentación de reportes, además de proveer una vista rápida de algunas características propias de la correlación entre las variables.

Paquete *PerformanceAnalytics*

```
library(PerformanceAnalytics)  
chart.Correlation(as.matrix(mat_X), histogram = TRUE, pch=12)
```

Figura A.3.2.8. Histograma de R(X) con R.

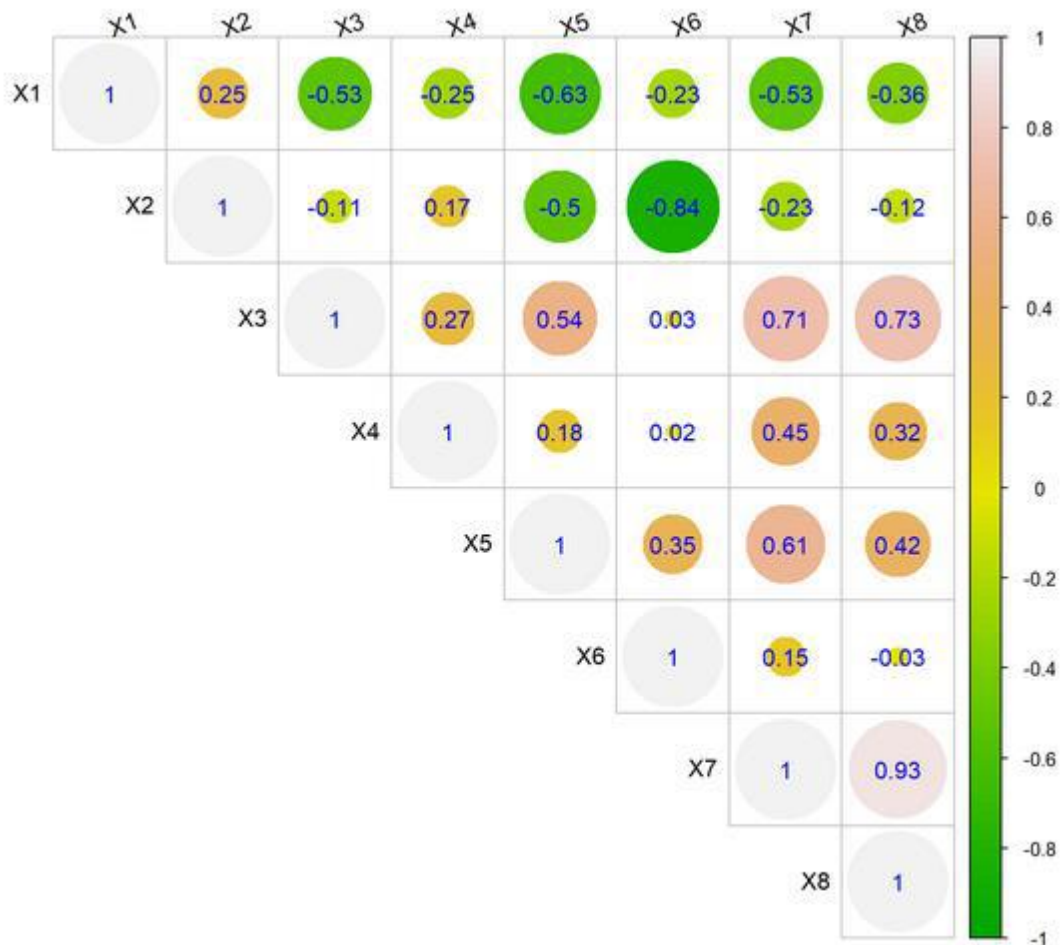


Fuente: salida de RStudio.

Paquete corrplot

```
library(corrplot)
library(grDevices)
library(Hmisc)
Mat_R<-rcorr(as.matrix(mat_X))
corrplot(Mat_R$r,
  p.mat = Mat_R$r,
  type="upper",
  tl.col="black",
  tl.srt = 20,
  pch.col = "blue",
  insig = "p-value",
  sig.level = -1,
  col = terrain.colors(100))
```

Figura A.3.2.9. Correlaciones de R(X) con R.



Fuente: salida de RStudio.

Extracción de los Componentes

La Primera componente Principal, se expresa como la combinación lineal de las variables originales (ecuación A.4):

$$C1_j = a_{11} \cdot x_{11} + a_{12} \cdot x_{12} + a_{13} \cdot x_{13} + \dots + a_{1n} \cdot x_{1n} \quad (\text{Ecuación A.4})$$

Matricialmente se tiene (ecuación A.5):

$$C1 = X \cdot a \quad (\text{Ecuación A.5})$$

Sí la matriz de información se encuentra normalizada, entonces (ecuación A.6):

$$C1 = Z \cdot a \quad (\text{Ecuación A.6})$$

Entonces la varianza de C1 se puede escribir como (ecuación A.7):

$$(C1) = \sum C1^2_{jn} - 1 \quad (\text{Ecuación A.7})$$

Matricialmente se tiene (ecuación A.8):

$$(C1) = C1^t \cdot C1 - 1 = (Z \cdot a)^t \cdot (Z \cdot a) - 1 = a^t \cdot Z^t \cdot Z \cdot a - 1 = a^t \cdot R(X) \cdot a \quad (\text{Ecuación A.8})$$

Deben elegirse los pesos a , de manera tal que $V(C1)$ sea máxima, y a debe ser de longitud unitaria, es decir de norma 1. Por lo tanto, el problema se reduce a la (ecuación A.9):

$$\begin{aligned} & \text{Max } a^t * R(X) * a \\ & \text{s.a } a^t * a = 1 \end{aligned} \quad (\text{Ecuación A.9})$$

Se aplica la técnica de los multiplicadores de Lagrange (ecuación A.10):

$$L = a^t * (X) * a - \lambda (a^t * a - 1) \quad (\text{Ecuación A.10})$$

Se aplica la condición de primer (A.11) orden:

$$\begin{aligned} \partial L / \partial a &= 2R(x)2a = 0 \\ \partial L / \partial \lambda &= a^t a - 1 = 1 \end{aligned} \quad (\text{Ecuación A.11})$$

Lo que implica (ecuación A.12):

$$\begin{aligned} [R(x) - \lambda I]a &= 0 \\ a^t a &= 1 \end{aligned} \quad (\text{Ecuación A.12})$$

Es decir, el máximo autovalor de $R(X)$ y el respectivo autovector (valores de a), queda resuelto el problema de maximización. De la misma manera se encuentran el resto de componentes. En general para encontrar la totalidad de los componentes principales, se deberán calcular los autovalores de $R(X)$ y los autovalores para cada uno de ellos.

Extracción

A partir de los datos de entrenamiento, se encontrarán *todos* los componentes de la batería de indicadores (dataframe):

```
library(kableExtra)
library(dplyr)
library(Hmisc)
Rx <- mat_X %>% as.matrix() %>% rcorr()
Rx$r %>% kable(caption="Matriz R(X)",
              align = "c",
              digits = 2) %>%
  kable_material(html_font = "sans-serif") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))
```

Tabla A.3.2.1. Matriz de datos.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	1.00	0.25	-0.53	-0.25	-0.63	-0.23	-0.53	-0.36
X2	0.25	1.00	-0.11	0.17	-0.50	-0.84	-0.23	-0.12
X3	-0.53	-0.11	1.00	0.27	0.54	0.03	0.71	0.73
X4	-0.25	0.17	0.27	1.00	0.18	0.02	0.45	0.32
X5	-0.63	-0.50	0.54	0.18	1.00	0.35	0.61	0.42
X6	-0.23	-0.84	0.03	0.02	0.35	1.00	0.15	-0.03
X7	-0.53	-0.23	0.71	0.45	0.61	0.15	1.00	0.93
X8	-0.36	-0.12	0.73	0.32	0.42	-0.03	0.93	1.00

Fuente: salida de RStudio.

```
Rx$P %>% kable(caption="p-values de R(X)",
  align = "c",
  digits = 2) %>%
  kable_classic_2(html_font = "sans-serif") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))
```

Tabla A.3.2.2. p-values de R(X)

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
X1	NA	0.33	0.02	0.32	0.00	0.35	0.02	0.14
X2	0.33	NA	0.66	0.51	0.03	0.00	0.36	0.65
X3	0.02	0.66	NA	0.28	0.02	0.92	0.00	0.00
X4	0.32	0.51	0.28	NA	0.48	0.95	0.06	0.19
X5	0.00	0.03	0.02	0.48	NA	0.16	0.01	0.08
X6	0.35	0.00	0.92	0.95	0.16	NA	0.56	0.89
X7	0.02	0.36	0.00	0.06	0.01	0.56	NA	0.00
X8	0.14	0.65	0.00	0.19	0.08	0.89	0.00	NA

Fuente: salida de RStudio.

Descomposición de autovalores y autovectores

```
library(stargazer)
descomposicion<-eigen(Rx$r)
t(descomposicion$values) %>% kable(caption="Autovalores de R(X)",
  align = "c",
  digits = 2) %>%
  kable classic 2(html_font = "sans-serif") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))
```

Tabla A.3.2.3. Autovalores de R(X)

Autovalores de R(X)							
3.75	1.93	0.84	0.72	0.34	0.31	0.1	0.01

Fuente: salida de RStudio.

```
descomposicion$vectors %>% kable(caption="Autovectores de R(X)",
  align = "c",
  digits = 2) %>%
  kable classic 2(html_font = "sans-serif") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))
```

Tabla A.3.2.4. Autovectores de R(X)

Autovectores de R(X)							
-0.37	-0.05	-0.03	0.71	-0.42	0.41	0.12	0.06
-0.22	-0.61	0.05	-0.24	0.05	0.01	0.70	-0.15
0.41	-0.20	-0.27	-0.02	0.36	0.75	-0.05	0.11
0.22	-0.29	0.88	0.04	-0.08	0.16	-0.23	-0.06
0.41	0.18	-0.09	-0.35	-0.75	0.18	0.19	-0.18
0.18	0.61	0.30	0.21	0.32	0.09	0.57	-0.18
0.47	-0.17	-0.01	0.28	-0.09	-0.34	0.26	0.69
0.41	-0.27	-0.21	0.45	0.04	-0.29	-0.07	-0.65

Fuente: salida de RStudio.

Cálculo con R

```

library(dplyr)
library(factoextra)
library(kableExtra)
library(stargazer)
library(ggplot2)
options(scipen = 99999)
PC<-princomp(x = mat_X, cor = TRUE, fix_sign = FALSE)
factoextra::get_eig(PC) %>% kable(caption="Resumen de PCA",
  align = "c",
  digits = 2) %>%
  kable_material(html_font = "sans-serif") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("hover"))

```

Tabla A.3.2.5. Resumen PCA

	eigenvalue	variance.percent	cumulative.variance.percent
Dim.1	3.75	46.92	46.92
Dim.2	1.93	24.11	71.03
Dim.3	0.84	10.45	81.48
Dim.4	0.72	9.04	90.52
Dim.5	0.34	4.26	94.77
Dim.6	0.31	3.81	98.59
Dim.7	0.10	1.24	99.83
Dim.8	0.01	0.17	100.00

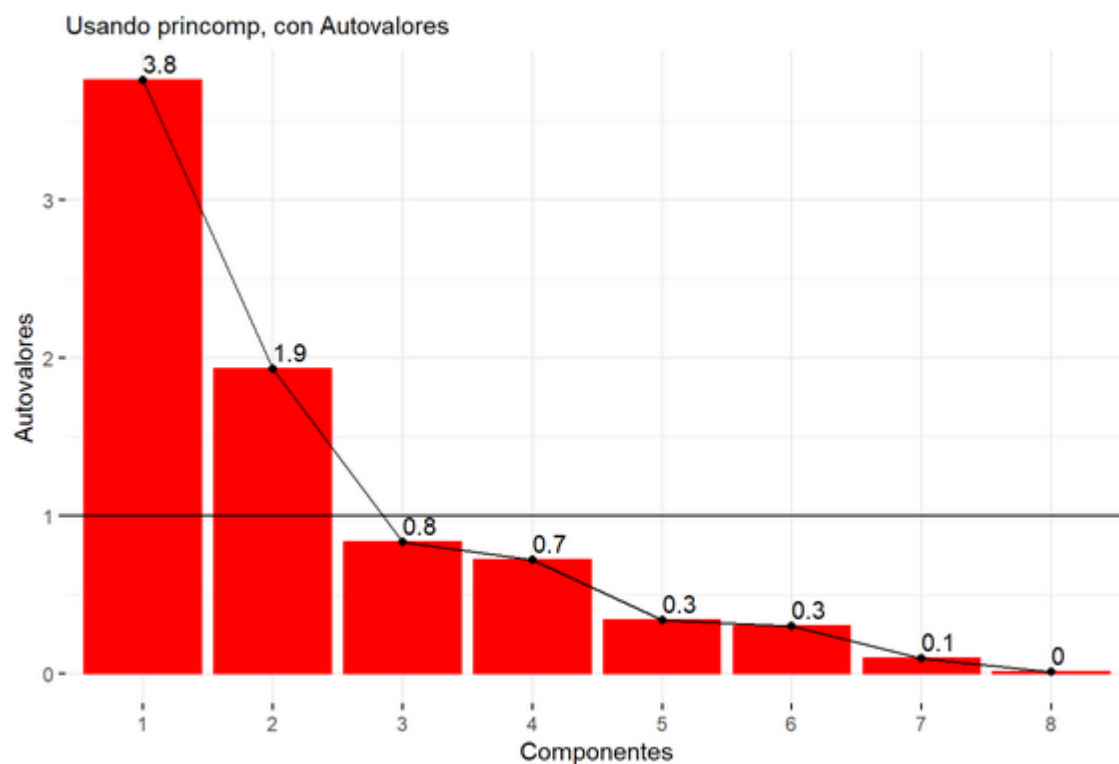
Fuente: salida de RStudio.

```

fviz_eig(PC,
  choice = "eigenvalue",
  barcolor = "red",
  barfill = "red",
  addlabels = TRUE,
  )+labs(title = "Gráfico de Sedimentación", subtitle = "Usando pr
incomp, con Autovalores")+
  xlab(label = "Componentes")+
  ylab(label = "Autovalores")+geom_hline(yintercept = 1)

```


Figura A.3.2.10. Gráfico de Sedimentación con autovalores.

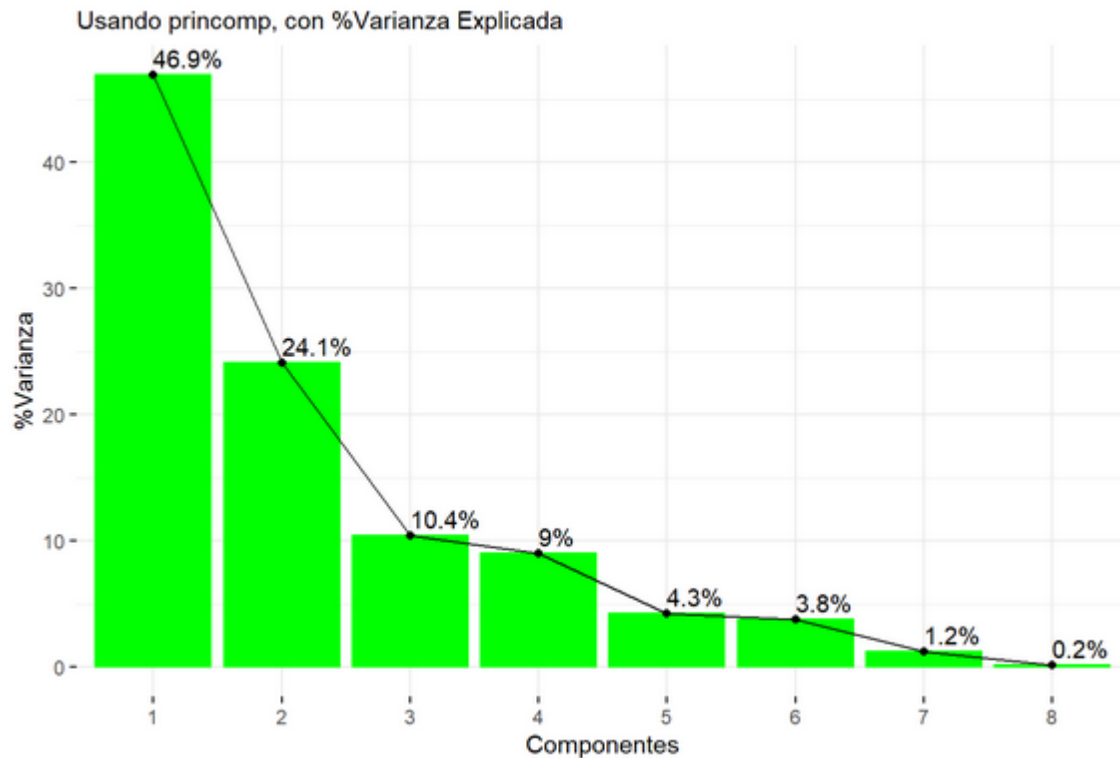


Fuente: salida de RStudio.

```
fviz eig(PC,
  choice = "variance",
  barcolor = "green",
  barfill = "green",
  addlabels = TRUE,
)+labs(title = "Gráfico de Sedimentación",
  subtitle = "Usando princomp, con %Varianza Explicada")+
```

```
xlab(label = "Componentes")+
ylab(label = "%Varianza")
```

Figura A.3.2.11. Gráfico de Sedimentación con varianza.



Fuente: salida de RStudio.

Correlación de los componentes con las variables (ecuación A.13):

$$r_{ij} = a_j \cdot \sqrt{\lambda_j} \quad (\text{Ecuación A.13})$$

```
library(dplyr)
library(kableExtra)
raiz_lambda<-as.matrix(sqrt(descomposicion$values))
autovectores<-descomposicion$vectors
corr_componentes_coordenadas<-vector(mode = "list")
for(j in 1:8){raiz_lambda[j]*autovectores[,j]->corr_componentes_coordenadas[[j]]}
corr_componentes_coordenadas %>% bind cols()->corr_componentes_coordenadas
names(corr_componentes_coordenadas)<-paste0("Comp",1:8)
corr_componentes_coordenadas %>% as.data.frame() %>%
  kable(caption="Correlación de X con las componentes",
        align = "c",
        digits = 2) %>%
  kable_material(html_font = "sans-serif") %>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))
```

Tabla A.3.2.6. Correlación de X con las componentes

Comp1	Comp2	Comp3	Comp4	Comp5	Comp6	Comp7	Comp8
-0.72	-0.06	-0.03	0.60	-0.25	0.22	0.04	0.01
-0.43	-0.85	0.04	-0.20	0.03	0.01	0.22	-0.02
0.80	-0.28	-0.25	-0.02	0.21	0.42	-0.02	0.01
0.42	-0.40	0.81	0.03	-0.05	0.09	-0.07	-0.01
0.80	0.25	-0.08	-0.29	-0.44	0.10	0.06	-0.02
0.34	0.84	0.27	0.18	0.19	0.05	0.18	-0.02
0.91	-0.23	-0.01	0.24	-0.05	-0.19	0.08	0.08
0.80	-0.38	-0.20	0.38	0.02	-0.16	-0.02	-0.08

Fuente: salida de RStudio.

Con Facto Extra

```
library(dplyr)
library(factoextra)
library(kableExtra)
variables_pca<-get_pca_var(PC)
variables_pca$coord%%>%
  kable(caption="Correlación de X con las componentes, usando factoextra",
        align = "c",
        digits = 2) %%>%
  kable_material(html_font = "sans-serif") %%>%
  kable_styling(bootstrap_options = c("striped", "hover"))
```

Tabla A.3.2.7. Correlación de X con las componentes, con *factoextra*

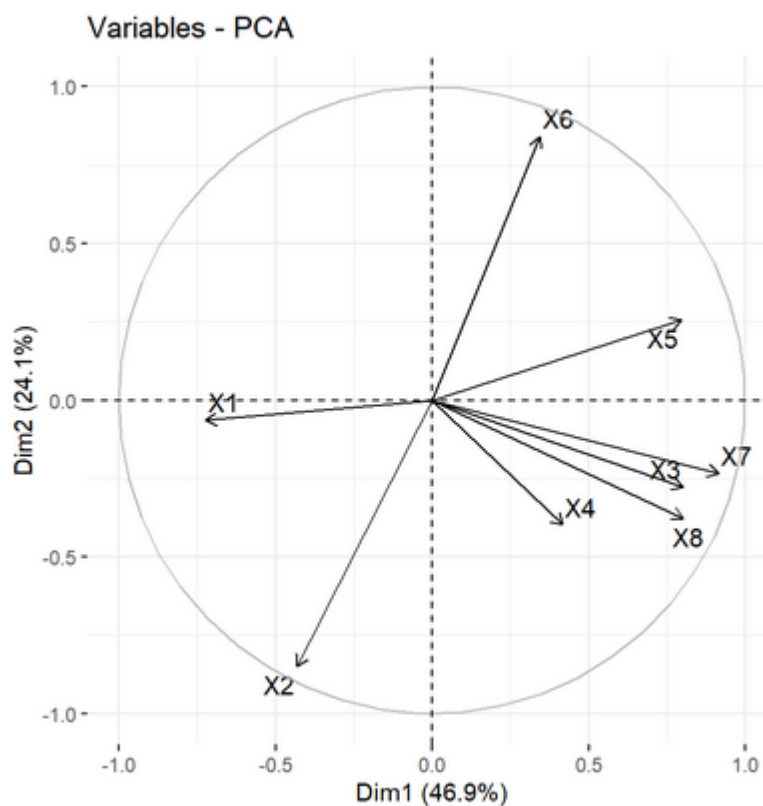
	Dim.1	Dim.2	Dim.3	Dim.4	Dim.5	Dim.6	Dim.7	Dim.8
X1	-0.72	-0.06	-0.03	0.60	0.25	0.22	0.04	0.01
X2	-0.43	-0.85	0.04	-0.20	-0.03	0.01	0.22	-0.02
X3	0.80	-0.28	-0.25	-0.02	-0.21	0.42	-0.02	0.01
X4	0.42	-0.40	0.81	0.03	0.05	0.09	-0.07	-0.01
X5	0.80	0.25	-0.08	-0.29	0.44	0.10	0.06	-0.02
X6	0.34	0.84	0.27	0.18	-0.19	0.05	0.18	-0.02
X7	0.91	-0.23	-0.01	0.24	0.05	-0.19	0.08	0.08
X8	0.80	-0.38	-0.20	0.38	-0.02	-0.16	-0.02	-0.08

Fuente: salida de RStudio.

Representación Gráfica de las correlaciones en los ejes de los componentes

```
fviz_pca_var(PC,repel = TRUE,axes = c(1,2))
```

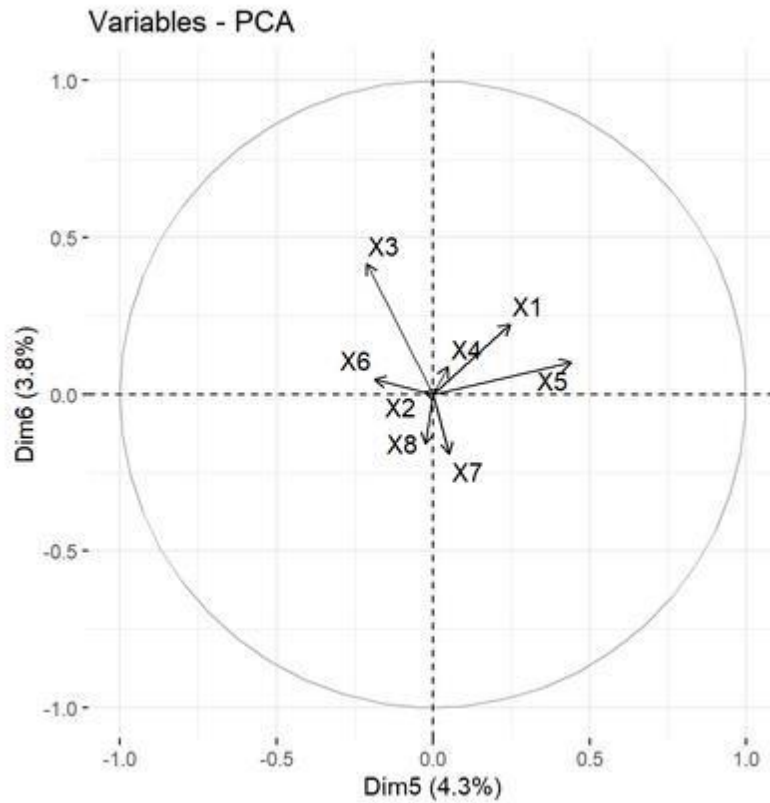
Figura A.3.2.12. Correlaciones en los ejes de los componentes (Dimensiones 1 y 2).



Fuente: salida de RStudio.

```
fviz_pca_var(PC,repel = TRUE,axes = c(3,4))
```

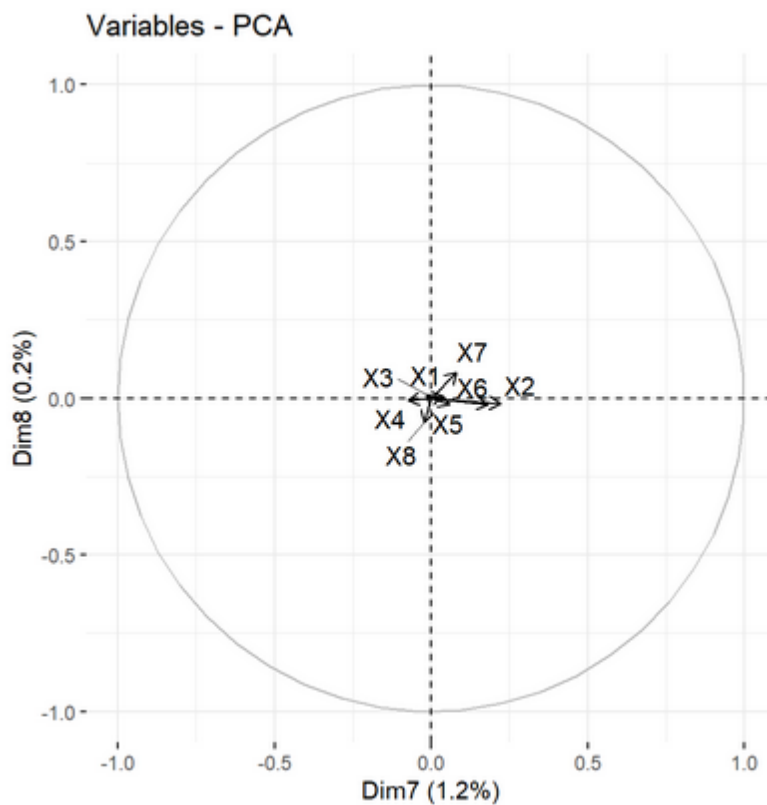
Figura A.3.2.13. Correlaciones en los ejes de los componentes (Dimensiones 3 y 4).



Fuente: salida de RStudio.

```
fviz_pca_var(PC, repel = TRUE, axes = c(7, 8))
```

Figura A.3.2.15. Correlaciones en los ejes de los componentes (Dimensiones 7 y 8).

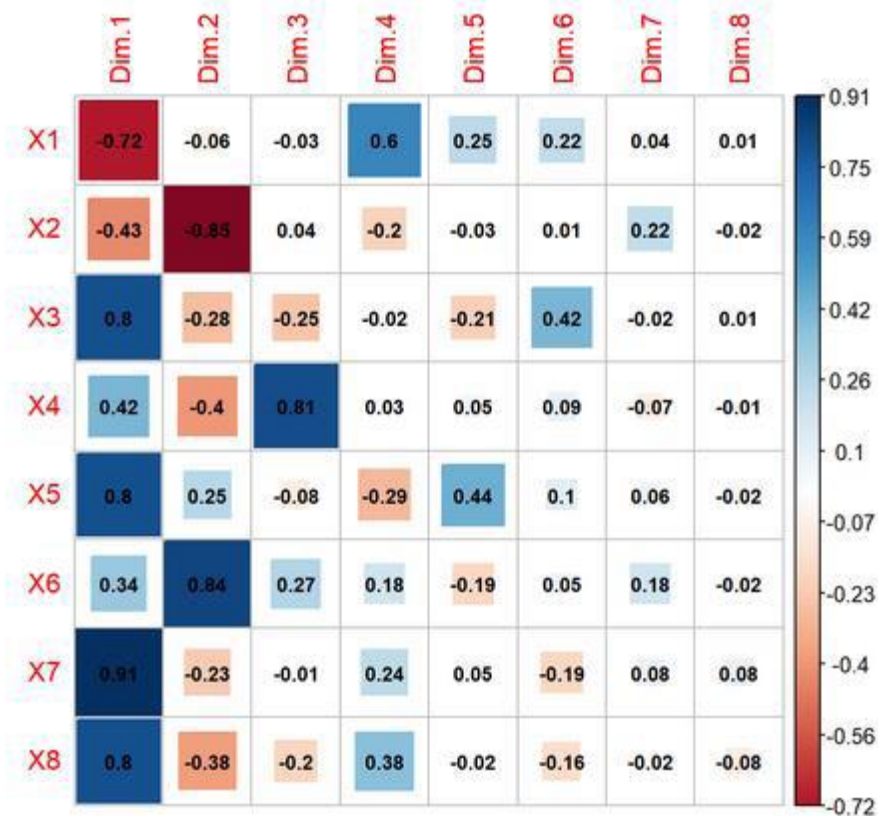


Fuente: salida de RStudio.

Representación alternativa

```
library(corrplot)
corrplot(variables_pca$coord, is.corr = FALSE, method = "square", addCoef
.col="black", number.cex = 0.75)
```

Figura A.3.2.16. Correlaciones en los ejes de los componentes (todas las dimensiones).



Fuente: salida de RStudio.

Análisis factorial

En el caso anterior se encontraron variables sintéticas que pueden sustituir a las variables originales, pero aún no se ha reducido la dimensión de la información. En este apartado se explicarán las características de la técnica de Componentes Principales, en cuanto a su uso dentro del Análisis Factorial.

El modelo factorial permite realizar la agrupación de las variables, garantiza la reducción de la dimensión del *dataframe* a nivel de variables. Existen “p” variables y “n” casos (la matriz X es de dimensión $n \times k$: $X_{n \times p}$). Hay “k” Factores comunes, en menor cantidad que las variables originales: ($k < p$), los F_j se denominan factores comunes al conjunto de variables del modelo y los ϵ_j representan los factores específicos de cada variable y los l_{ij} se denominan cargas factoriales (ecuaciones A.14 y A.15).

$$\begin{aligned}
 X_1 &= l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1k}F_k + \epsilon_1 \\
 X_2 &= l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2k}F_k + \epsilon_2 \quad (\text{Ecuación A.14}) \\
 \dots & \\
 X_p &= l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pk}F_k + \epsilon_p
 \end{aligned}$$

Matricialmente se puede escribir como:

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_p \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11}F_1 + l_{12}F_2 + \dots + l_{1k} \\ l_{21}F_1 + l_{22}F_2 + \dots + l_{2k} \\ \dots \\ l_{p1}F_1 + l_{p2}F_2 + \dots + l_{pk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ \dots \\ F \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \epsilon_1 \\ \epsilon_2 \\ \dots \\ \epsilon_p \end{bmatrix} \quad (\text{Ecuación A.15})$$

$$X = LF + \epsilon$$

Los supuestos del modelo son los siguientes (ecuaciones de la A.16 a la A.20):

- El valor esperado de las varianzas específicas son nulas:

$$E[\epsilon]=0 \quad (\text{Ecuación A.16})$$

- El valor esperado de los factores es nulo:

$$E[F]=0 \quad (\text{Ecuación A.17})$$

- Los factores son independientes entre si (factores ortogonales):

$$E[F \cdot F'] = I \quad (\text{Ecuación A.18})$$

- Las varianzas específicas son independientes entre si:

$$E[\epsilon \cdot \epsilon'] = \Omega \quad (\text{Ecuación A.19})$$

con Ω como matriz diagonal.

- La varianza común no está correlacionada con la varianza específica:

$$E[F \cdot \epsilon'] = 0 \quad (\text{Ecuación A.20})$$

Cálculo de las comunalidades y especificidades, tipifica la matriz de información, la expresión matricial queda como: $Z=L \cdot F+\epsilon$ (ecuación A.21). De la definición de la matriz de correlación, cuya representación matricial se muestra en (ecuación A.29), se tiene que (ecuación A.22):

$$R_p = E[Z \cdot Z'] \quad (\text{Ecuación A.22})$$

Se sustituye $Z=L \cdot F+\epsilon$ se tiene que (ecuación A.23):

$$R_p = E[(L \cdot F + \epsilon) \cdot (L \cdot F + \epsilon)'] \quad (\text{Ecuación A.23})$$

Se expande dentro del operador de expectativas (ecuación A.24):

$$R_p = E[L \cdot F \cdot F' L' + L \cdot F \cdot \epsilon' + (L \cdot F \cdot \epsilon')' + \epsilon \cdot \epsilon'] \quad (\text{Ecuación A.24})$$

Se aplica el operador de expectativas (ecuación A.25):

$$R_p = L \cdot E[F \cdot F'] \cdot L' + E[L \cdot F \cdot \epsilon'] + E[(L \cdot F \cdot \epsilon')' + E[\epsilon \cdot \epsilon']] \quad (\text{Ecuación A.25})$$

Se aplica los supuestos se tiene que (ecuación A.26):

$$R_p = L \cdot I \cdot L' + 0 + 0 + \Omega \quad (\text{Ecuación A.26})$$

Por lo que se tiene que (ecuación A.27):

$$R_p = L \cdot L' + \Omega \quad (\text{Ecuación A.28})$$

$$\begin{bmatrix} 1 & p_{12} & p_{13} & \dots & p_{1p} \\ p_{21} & 1 & p_{23} & \dots & p_{2p} \\ & & \dots & & \\ p_{p1} & p_{p2} & p_{p3} & \dots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1k} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2k} \\ & & \dots & \\ l_{p1} & l_{p2} & \dots & l_{pk} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & \dots & l_{1k} \\ l_{21} & l_{22} & \dots & l_{2k} \\ & & \dots & \\ l_{p1} & l_{p2} & \dots & l_{pk} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega_1^2 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \omega_2^2 & \dots & 0 \\ & & \dots & \\ 0 & 0 & \dots & \omega_p^2 \end{bmatrix}$$

(Ecuación A.29)

Al multiplicar $L \cdot L'$, sumar Ω e igualar los elementos de la diagonal principal, se tiene:

$$l = l_{j1}^2 + l_{j2}^2 + \dots + l_{jp}^2 + \omega_j^2 \quad (\text{Ecuación A.30})$$

En resumen,

$$h_{j2} = l_{j1}^2 + l_{j2}^2 + \dots + l_{jp}^2 \quad (\text{Ecuación A.31})$$

Donde:

- h_{j2} se denomina **comunalidad**, o varianza común de X_j derivada de los factores comunes (los F_j).
- ω_j^2 se denomina **especificidad**, o varianza específica, ocasionada por el factor específico de la variable el ϵ_j .

Extracción de los factores a través de Componentes Principales

Si se aplica la descomposición $R_p = V \cdot \Lambda \cdot V'$, con Λ como la matriz diagonal de autovalores y V como matriz de autovectores. Puede escribirse también así $R_p = V \cdot \Lambda^{1/2} \cdot \Lambda^{1/2} \cdot V'$. Se define $\phi = V \cdot \Lambda^{1/2}$, entonces puede reescribirse como $R_p = \phi \cdot \phi'$

Con ϕ como la correlación de las X con sus **Componentes Principales** se iguala a la expresión del modelo factorial se tiene que $\phi \cdot \phi' = L \cdot L' + \Omega$. A partir de las primeras "k" componentes, la varianza normalizada se puede obtener que $h_{j2} = l_{j1}^2 + l_{j2}^2 + \dots + l_{jk}^2$ y $\omega_j^2 = (k+1)^2 + l_{jp}^2$ y debe cumplirse $1 = l_{j1}^2 + l_{j2}^2 + \dots + l_{jk}^2 + (k+1)^2 + \dots + l_{jp}^2$.

Análisis factorial en R

```

library(psych)
library(corrplot)
library(dplyr)
#Modelo de 2 Factores (sin rotar)
numero_de_factores<-2
modelo_2_factores<-principal(r = Rx$r,
                             nfactors = numero_de_factores,
                             covar = FALSE,
                             rotate = "none")

modelo_2_factores

```

```

## Principal Components Analysis
## Call: principal(r = Rx$r, nfactors = numero_de_factores, rotate =
"none",
##      covar = FALSE)
## Standardized loadings (pattern matrix) based upon correlation matrix
##      PC1    PC2    h2    u2 com
## X1 -0.72  0.06  0.53  0.472  1.0
## X2 -0.43  0.85  0.91  0.093  1.5
## X3  0.80  0.28  0.72  0.280  1.2
## X4  0.42  0.40  0.33  0.668  2.0
## X5  0.80 -0.25  0.70  0.302  1.2
## X6  0.34 -0.84  0.82  0.176  1.3
## X7  0.91  0.23  0.89  0.108  1.1
## X8  0.80  0.38  0.78  0.217  1.4
##
##
##      SS loadings      PC1  PC2
## Proportion Var      0.47  0.24
## Cumulative Var      0.47  0.71
## Proportion Explained 0.66  0.34
## Cumulative Proportion 0.66  1.00
##
## Mean item complexity = 1.4
## Test of the hypothesis that 2 components are sufficient.
##
## The root mean square of the residuals (RMSR) is 0.09
##
## Fit based upon off diagonal values = 0.96

```

```

correlaciones_modelo<-variables_pca$coord

corrplot(correlaciones_modelo[,1:numero_de_factores],
         is.corr = FALSE,
         method = "square",addCoef.col="black",number.cex = 0.75)

```



```

## Principal Components Analysis
## Call: principal(r = Rm$r, nfactors = numero_de_factores, rotate =
"none",
## covar = FALSE)
## Standardized loadings (pattern matrix) based upon correlation matrix
##      PC1   PC2   PC3   h2   u2 com
## X1 -0.72  0.06 -0.03  0.53  0.472 1.0
## X2 -0.43  0.85  0.04  0.91  0.092 1.8
## X3  0.80  0.28 -0.25  0.78  0.219 1.4
## X4  0.42  0.40  0.81  0.98  0.017 2.0
## X5  0.80 -0.25 -0.08  0.71  0.295 1.2
## X6  0.34 -0.84  0.27  0.90  0.101 1.6
## X7  0.91  0.23 -0.01  0.89  0.108 1.1
## X8  0.80  0.38 -0.20  0.82  0.179 1.6
##
##
##      SS loadings      PC1  PC2  PC3
## Proportion Var      0.47 0.24 0.10
## Cumulative Var      0.47 0.71 0.81
## Proportion Explained 0.58 0.30 0.13
## Cumulative Proportion 0.58 0.87 1.00
##
## Mean item complexity = 1.4
## Test of the hypothesis that 3 components are sufficient.
##
## The root mean square of the residuals (RMSR) is 0.08
##
## Fit based upon off diagonal values = 0.97

```

```

correlaciones_modelo<-variables_pca$coord

corrplot(correlaciones_modelo[,1:numero_de_factores],
         is.corr = FALSE,
         method = "square",addCoef.col="black",number.cex = 0.75)

```



```

## Principal Components Analysis
## Call: principal(r = Rx$r, nfactors = numero_de_factores, rotate =
"none",
## covar = FALSE)
## Standardized loadings (pattern matrix) based upon correlation matrix
##      PC1  PC2  PC3  PC4  h2  u2 com
## X1 -0.72  0.06 -0.03  0.60  0.89  0.112  2.0
## X2 -0.43  0.85  0.04 -0.20  0.95  0.050  1.6
## X3  0.80  0.28 -0.25 -0.02  0.78  0.219  1.4
## X4  0.42  0.40  0.81  0.03  0.98  0.016  2.0
## X5  0.80 -0.25 -0.08 -0.29  0.79  0.208  1.5
## X6  0.34 -0.84  0.27  0.18  0.93  0.070  1.7
## X7  0.91  0.23 -0.01  0.24  0.95  0.052  1.3
## X8  0.80  0.38 -0.20  0.38  0.97  0.032  2.1
##
##
##      PC1  PC2  PC3  PC4
## SS loadings      3.75  1.93  0.84  0.72
## Proportion Var    0.47  0.24  0.10  0.09
## Cumulative Var    0.47  0.71  0.81  0.91
## Proportion Explained 0.52  0.27  0.12  0.10
## Cumulative Proportion 0.52  0.78  0.90  1.00
##
## Mean item complexity = 1.7

## Test of the hypothesis that 4 components are sufficient.
##
## The root mean square of the residuals (RMSR) is 0.04
##
## Fit based upon off diagonal values = 0.99

```

```

correlaciones_modelo<-variables_pca$coord

corrplot(correlaciones_modelo[,1:numero_de_factores],
is.corr = FALSE,
method = "square",addCoef.col="black",number.cex = 0.75)

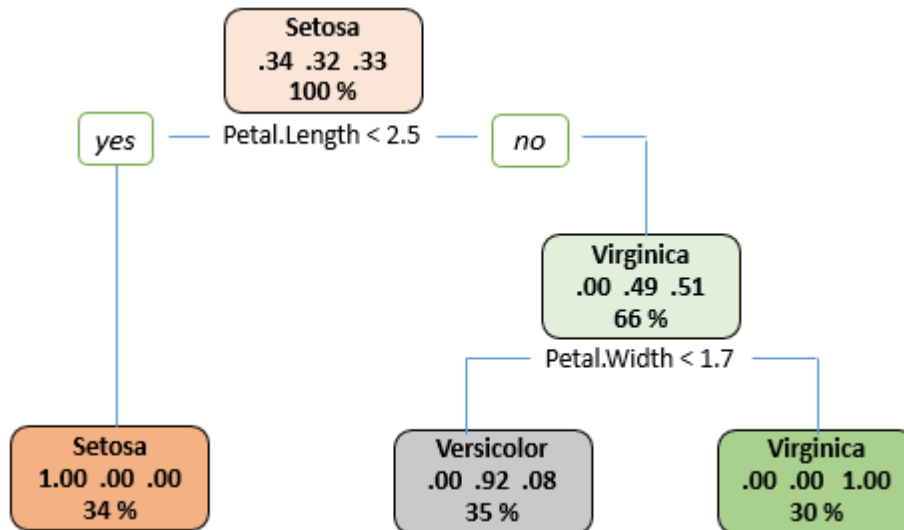
```

Figura A.3.2.19. Análisis factorial. Modelo 4 Factores.



Fuente: salida de RStudio.

Anexo 20. Gráfico del árbol de decisión generado.



Fuente: elaboración propia (salida de RStudio).

Anexo 21. Variables estandarizadas

X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
-1.86	-0.10	1.59	0.61	0.41	-0.37	1.51	1.34
1.66	0.63	0.23	-0.62	-0.43	-0.60	-0.43	0.02
0.57	0.92	0.02	-1.02	-0.57	-0.79	-0.96	-0.73
0.39	0.19	1.65	-0.84	-0.15	-0.82	1.44	2.09
1.21	-0.10	-1.39	-0.48	-0.98	-0.63	-0.94	-0.73
-0.25	1.36	0.13	1.53	-0.70	-0.73	-0.39	-0.54

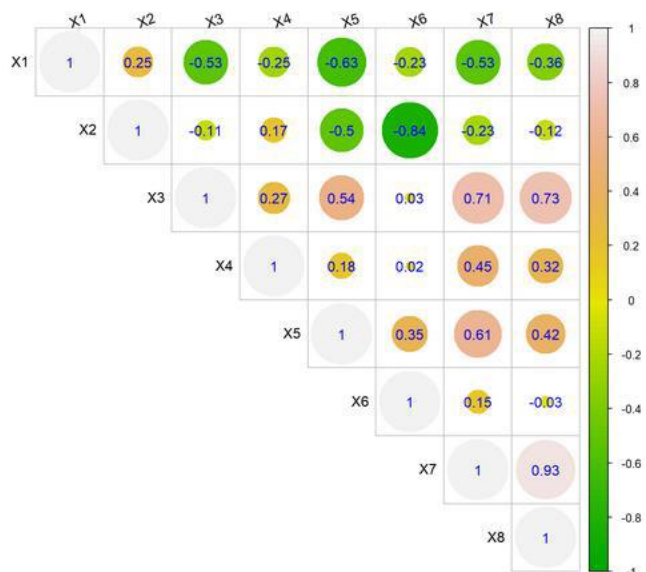
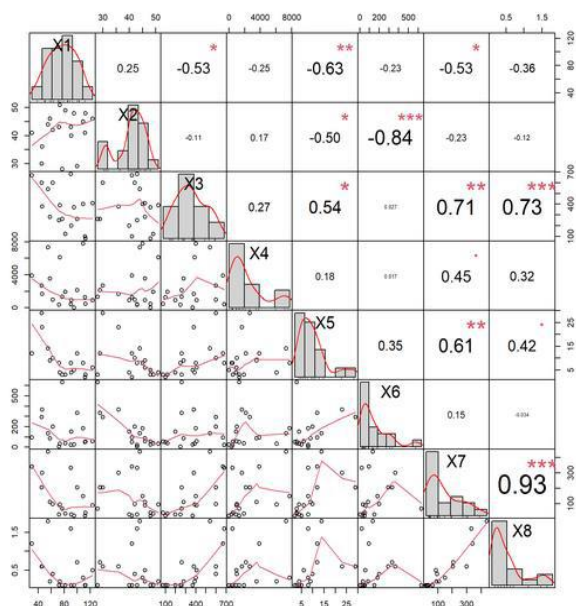
Fuente: elaboración propia (salida de RStudio).

Anexo 22. Pruebas empleadas

Prueba de Dickey-Fuller aumentada (ADF)	Es una versión aumentada de la prueba Dickey-Fuller para un conjunto más amplio y más complejo de procedimientos de series de tiempo. La estadística Dickey-Fuller Aumentada (ADF), utilizada en la prueba, fue un número negativo. Cuanto más negativo fuera el número seleccionado, más fuerte fue el rechazo de la hipótesis nula de que existe una raíz unitaria para un cierto nivel de confianza. Para la realización de esta prueba, se empleó la librería tseries que cuenta con esta prueba estadística cuya función se llama adf.test.
Prueba de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin	En base a su hipótesis nula de que no posee raíz unitaria. La función empleada fue kpss.test.
Prueba de Phillips-Perron	Cuya hipótesis nula es que posee raíz unitaria. Se basa en la prueba de Dickey-Fuller. Al igual que la prueba de Dickey-Fuller aumentada, la prueba de Phillips-Perron aborda la cuestión de que el proceso de generación de datos podría tener un orden superior de autocorrelación que es admitido en la ecuación de prueba. Mientras que la prueba de Dickey-Fuller aumentada aborda esta cuestión mediante la introducción de retardos de como variables independientes en la ecuación de la prueba, la prueba de Phillips-Perron hace una corrección no paramétrica a la estadística t-test. El ensayo es robusto con respecto a la autocorrelación y heterocedasticidad en el proceso de alteración de la ecuación de prueba. La función empleada en tseries fue pp.test.

Fuente: elaboración propia.

Anexo 23. Correlaciones entre las variables de los indicadores



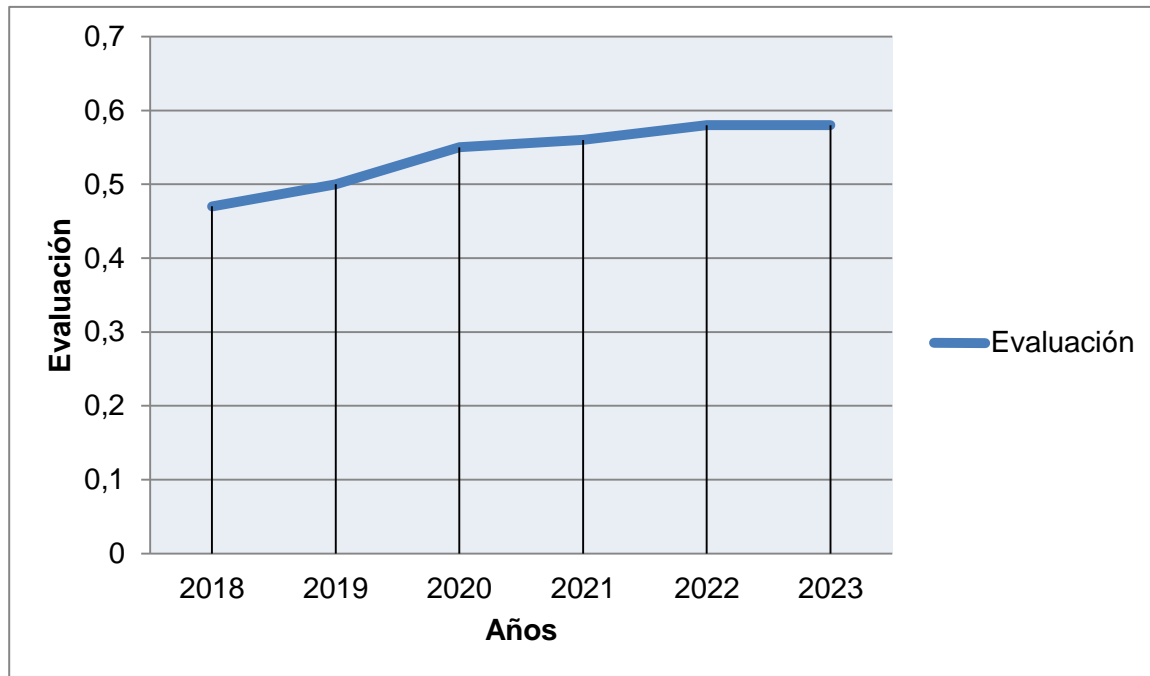
Fuente: elaboración propia.

Anexo 24. Escala Hedónica

Clasificación	Escala
Muy bueno	(0.80-1.00)
Bueno	(0.60-0.79)
Regular	(0.40-0.59)
Malo	(0.20-0.39)
Muy malo	(0.00-0.19)

Fuente: Nogueira, (2009).

Anexo 25. Evaluación del ISAPT en la playa turística del “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero”



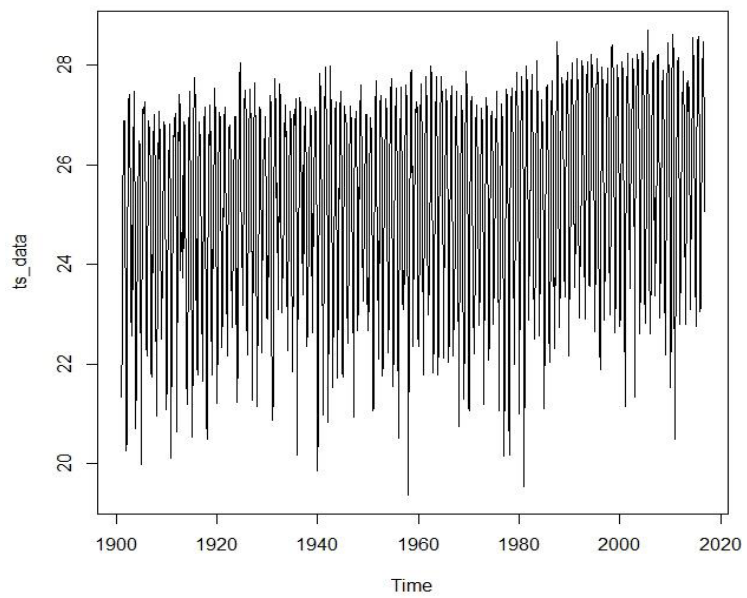
Fuente: elaboración propia.

Anexo 26. Muestra de los datos (ejemplo para un año específico).

Año	Mes	Medición
1901	Enero	21.3934
1901	Febrero	21.3323
1901	Marzo	22.6022
1901	Abril	22.7852
1901	Mayo	24.909
1901	Junio	26.673
1901	Julio	26.8807
1901	Agosto	26.8042
1901	Septiembre	26.8741
1901	Octubre	26.015
1901	Noviembre	21.8677
1901	Diciembre	21.5215

Fuente: elaboración propia.

Anexo 27. Gráfico de secuencia



Fuente: elaboración propia.

Anexo 28. Resultados de pruebas estadísticas en la serie original

Prueba	Resultado (valor p)	Según la hipótesis nula
Dickey-Fuller Aumentada	< 0.01	estacionaria
Kwiatkowski-Phillips- Schmidt-Shin	< 0.01	no estacionaria
Phillips-Perron	< 0.01	no estacionaria

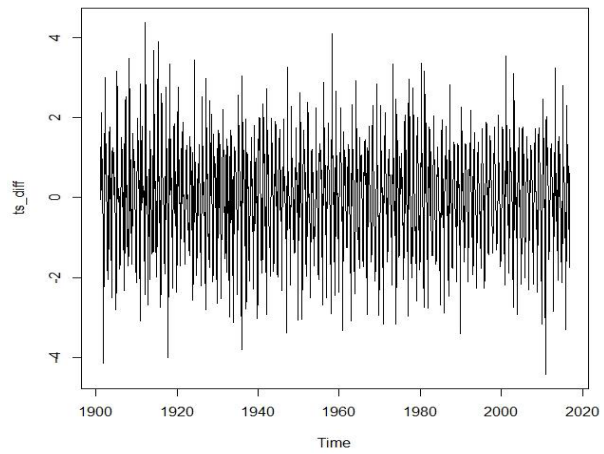
Fuente: elaboración propia.

Anexo 29. Resultados de pruebas estadísticas en la serie transformada

Prueba	Resultado (valor p)	Según la hipótesis nula
Dickey-Fuller Aumentada	< 0.01	estacionaria
Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin	> 0.1	estacionaria
Phillips-Perron	< 0.01	no estacionaria

Fuente: elaboración propia.

Anexo 30. Gráfico de secuencia de la serie transformada



Fuente: elaboración propia.

Anexo 31. Resultados de la prueba estadística a los modelos

Modelos	Valor p
ARIMA(2,1,2)(1,1,1)	0.9674
ARIMA(2,1,2)(1,1,2)	0.9736
ARIMA(2,1,2)(2,1,1)	0.9864
ARIMA(2,1,2)(2,1,2)	0.9376
HoltWinters()	< 2.2e-16

Fuente: elaboración propia.

Anexo 32. Resultados de AIC en los modelos ARIMA

Modelos	Valor AIC
ARIMA(2,1,2)(1,1,1)	3044.929
ARIMA(2,1,2)(1,1,2)	3043.881
ARIMA(2,1,2)(2,1,1)	3044.07
ARIMA(2,1,2)(2,1,2)	3042.96

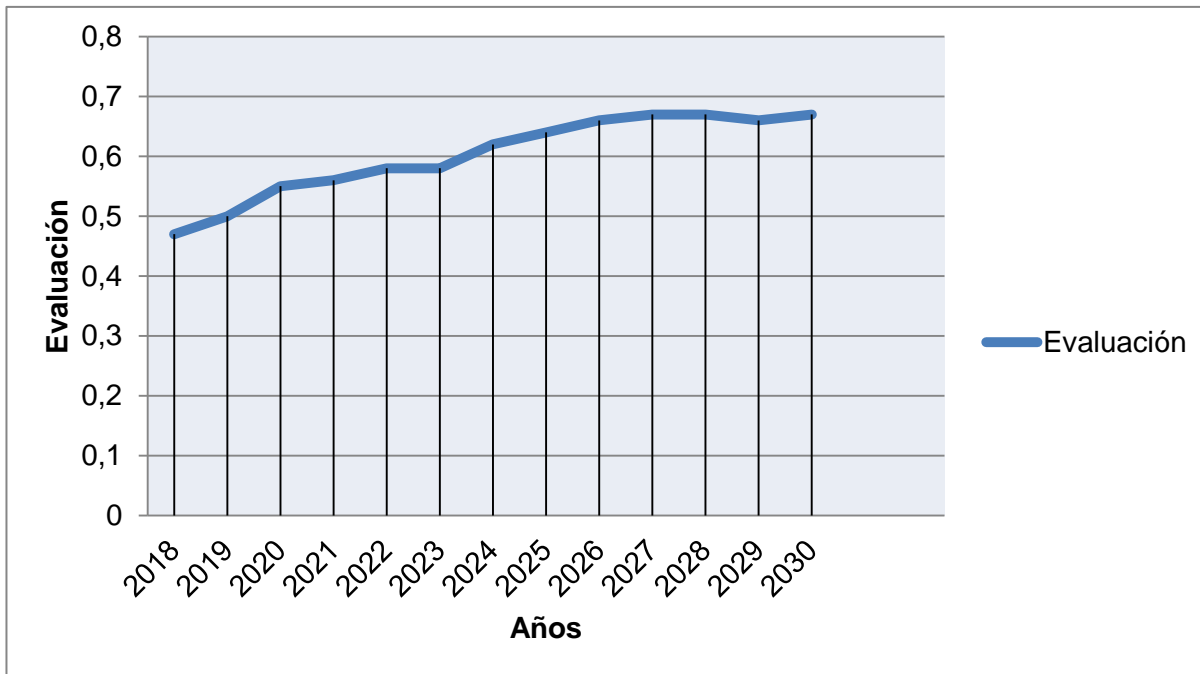
Fuente: elaboración propia.

Anexo 33. Predicciones para el año 2023 por variables (indicadores)

Año	Mes	Medición	ISAPT
2023	X1	0.29	0.64
2023	X2	0.18	
2023	X3	0.83	
2023	X4	0.45	
2023	X5	0.92	
2023	X6	0.18	
2023	X7	0.80	
2023	X8	1	

Fuente: elaboración propia.

Anexo 34. Pronóstico de comportamiento del ISAPT en la playa turística del “Hotel Iberostar Selection Bella Vista Varadero”



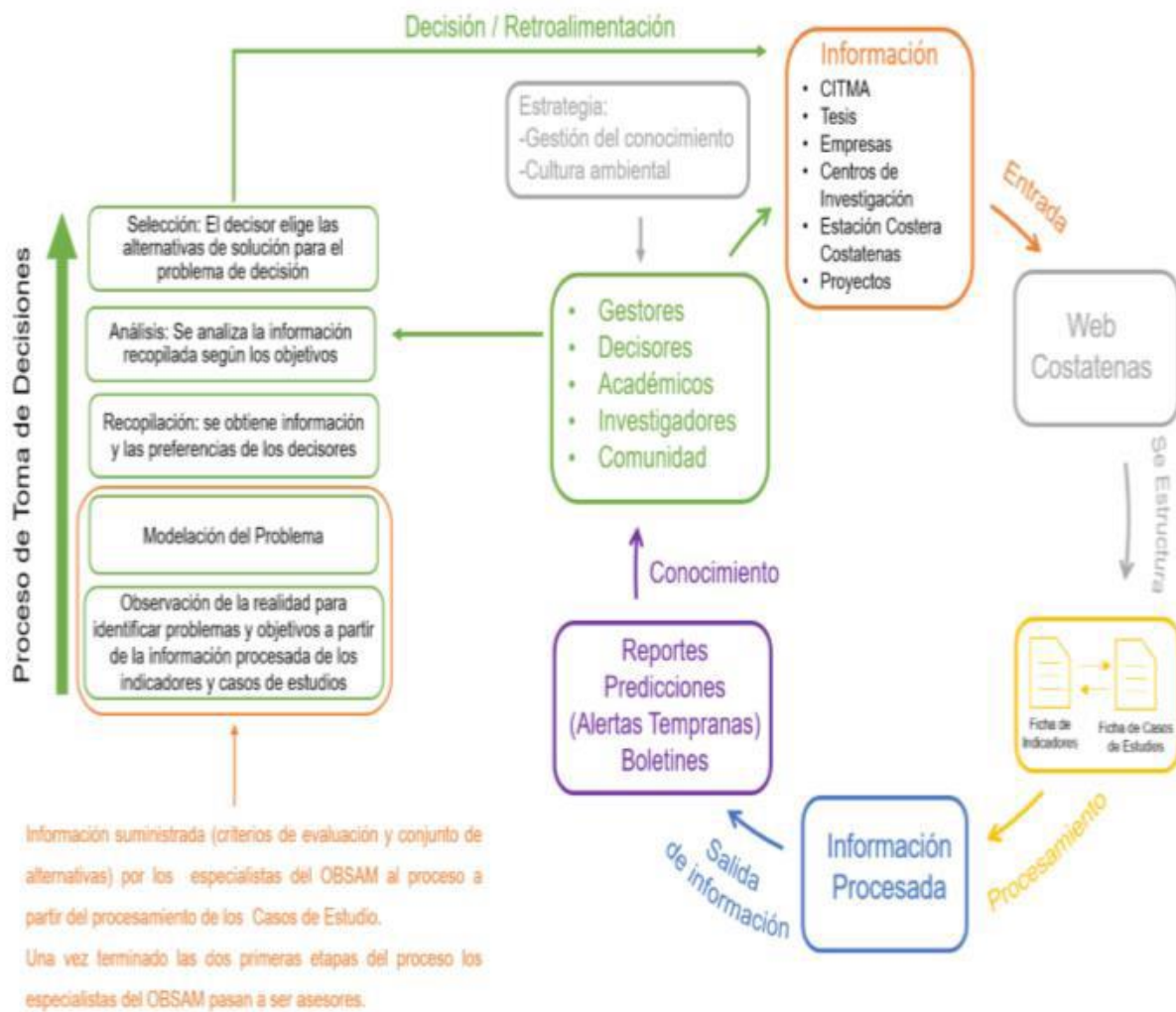
Fuente: elaboración propia.

Anexo 35. Vista web del Observatorio Ambiental Costatenas



Fuente: www.obsamcostatenas.umcc.cu

Anexo 36. Flujo de la información en el OBSAM-Costatenas



Fuente: (Pérez Martínez, 2022)

