



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS
DE HIDALGO**

**INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES**

**DOCTORADO EN CIENCIAS DEL DESARROLLO
REGIONAL**

TESIS

**“LA GESTIÓN DEL AGUA EN LOS DESTINOS TURÍSTICOS DE LA REGIÓN
NORTE DE QUINTANA ROO Y EL ODS 6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO”**

**PARA OBTENER EL GRADO DE DOCTORA EN CIENCIAS DEL DESARROLLO
REGIONAL**

PRESENTA

M.A.I.T Marcia Sofía Maciel Alvarado

Director de Tesis

Dr. Rubén Chávez Rivera

Co- director

Dr. José Manuel Brotons Martínez

Morelia Michoacán, julio de 2025.

RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO I FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	13
1.1 ANTECEDENTES.....	13
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	16
1.3 CONTEXTO	19
1.3.1 CONTEXTO AMBIENTAL	19
1.3.2 CONTEXTO SOCIAL.....	20
1.3.3 CONTEXTO ECONÓMICO	22
1.4 OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)	22
1.5 PREGUNTA GENERAL.....	24
1.6 PREGUNTAS PARTICULARES.....	24
1.7 OBJETIVO GENERAL.....	25
1.8 OBJETIVOS PARTICULARES	25
1.9 JUSTIFICACIÓN	26
1.10 HIPÓTESIS	27
1.11 MÉTODO	28
1.12 LÓGICA DIFUSA	28
CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL.....	29
2.1 REGIÓN PENÍNSULA DE YUCATÁN	29
2.3 MARCO JURÍDICO Y POLÍTICAS PÚBLICAS RELACIONADAS CON LA GESTIÓN DEL AGUA EN MÉXICO.....	42
2.4 SITUACIÓN ACTUAL DEL AGUA EN LA REGIÓN HIDROLÓGICA ADMINISTRATIVA XVII PENÍNSULA DE YUCATÁN	44
2.4.1 RECARGA	47
2.4.2 EFICIENCIA FÍSICA	49
2.4.3 CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN	50
2.4.4 PRESIÓN HÍDRICA	51
2.4.5 USO DE SUELO	51
2.4.6 USO DEL AGUA	52
2.4.7 VULNERABILIDAD DEL ACUÍFERO.....	53
2.4.8 RETORNO DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES.....	55
2.4.9 SITUACIÓN DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE, DRENAJE Y SANEAMIENTO	56
2.4.10 INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA.....	57
2.4.11 CALIDAD DEL AGUA	57
2.4.12 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	58
2.4.13 CONTAMINACIÓN DEL AGUA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.....	59
2.4.14 PRINCIPALES PROBLEMÁTICAS DE LA RHA "PENÍNSULA DE YUCATÁN"	61
2.5 REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO	64
2.6 REGIONALIZACIÓN ECONÓMICA FUNCIONAL	65

2.7 CICLO DE VIDA DE LOS DESTINOS TURÍSTICOS	66
2.8 MUNICIPIOS DE LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO.....	68
2.9 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS MUNICIPIOS DE LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO	71
2.10 ACTIVIDAD TURÍSTICA Y LA GESTIÓN DEL AGUA	73
2.11 EL HOTEL Y LA GESTIÓN DEL AGUA	75
2.12 TENDENCIAS FUTURAS DEL AGUA EN MÉXICO	76
CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	79
3.1 DESARROLLO REGIONAL.....	79
3.2 DESARROLLO SUSTENTABLE.....	84
3.3 TURISMO SOSTENIBLE	88
3.4 GOBERNANZA DEL AGUA	90
3.5 GESTIÓN DEL AGUA	92
3.6 INFRAESTRUCTURA HÍDRICA.....	94
3.7 CONTAMINACIÓN MARINA	100
3.8 COMPORTAMIENTO RESPONSABLE DE LOS TURISTAS QUE EVITEN LA CONTAMINACIÓN DEL AGUA	101
3.9 COMPORTAMIENTO RESPONSABLE CON EL USO DEL AGUA DE LOS RESIDENTES LOCALES	103
3.10 USO EFICIENTE DEL AGUA EN LOS HOTELES	104
3.11 DESARROLLO URBANO SOSTENIBLE.....	107
3.12 CAPACIDAD DE CARGA TURÍSTICA	110
3.13 SALUD COSTERA	113
CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO	116
4.1 HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	117
4.2 LAS VARIABLES.....	119
4.3 RELACIÓN DE LA LÓGICA DIFUSA CON LAS VARIABLES	120
4.4 INDICADORES PARA MEDIR LA GESTIÓN DEL AGUA.....	126
4.5 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	132
4.6 DISEÑO DEL INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	132
4.6.1 TAMAÑO DE LA MUESTRA	135
4.6.2 FIABILIDAD DEL INSTRUMENTO.....	137
4.7 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	138
4.8 CRITERIO PARA EVALUAR LA GESTIÓN DEL AGUA.....	141
4.9 TEORÍA DE LA DECISIÓN DE LA INCERTIDUMBRE	142
4.10 TEORÍA DE LOS SUBCONJUNTOS BORROSOS.....	143
4.11 CONCEPTOS DE LOS SUBCONJUNTOS BORROSOS	143

4.12 OPERACIONES CON SUBCONJUNTOS BORROSOS:	145
4.12.1 NÚMEROS BORROSOS	145
4.12.2 OPERACIONES CON NÚMEROS BORROSOS	147
4.13 RELACIONES DIFUSAS	150
4.14 PROPIEDADES DE LAS RELACIONES	152
4.15 LA ORDENACIÓN	156
4.16 GRAFOS DE LA ORDENACIÓN DE LOS DESTINOS TURÍSTICOS DE LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO	166
CAPÍTULO V RESULTADOS	169
CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS	186
CONCLUSIONES	195
LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES	197
SIGLAS	199
GLOSARIO	203
REFERENCIAS	205
ANEXOS	217
ANEXO I CUESTIONARIO PARA EVALUAR LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL DESTINO TURÍSTICO	218
ANEXO II RESULTADOS	221
ANEXO III PRUEBA ANOVA	222
ANEXO IV ANÁLISIS DESCRIPTIVO	245

FIGURA1 MAPA DE REGIONES HIDROLÓGICAS	14
FIGURA2 PROYECCIÓN DE LLEGADAS DE TURISTAS A QUINTANA ROO AL AÑO 2030	16
FIGURA3 REGIÓN PENÍNSULA DE YUCATÁN	29
FIGURA4 ÓRGANO DE CONSEJO DE CUENCA DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	38
FIGURA5 ACUÍFEROS EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	45
FIGURA6 RECARGA TOTAL POR UNIDAD DE PLANEACIÓN	48
FIGURA7 SEQUÍA EN LA REGIÓN PENÍNSULA DE YUCATÁN.....	49
FIGURA8 . PROPORCIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA SUBTERRÁNEA CONCESIONADO PARA LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO POR USO DE AGUA.	51
FIGURA9 VULNERABILIDAD DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	54
FIGURA10 UBICACIÓN DE POZOS DE DESCARGA PÚBLICO URBANO (POZOS DE ABSORCIÓN O INYECCIÓN).	55
FIGURA11 SITIOS DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA EN LA ZONA URBANA Y TURÍSTICA DE CANCÚN .	60
FIGURA12 REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO	65
FIGURA13 EL CICLO DE LA GOBERNANZA DEL AGUA	91
FIGURA14 DERECHO HUMANO AL AGUA	92
FIGURA15 CICLO HIDROSOCIAL	93
FIGURA16 GRAFOS SAGITADOS.....	166

TABLA1 METAS DEL ODS 6	23
TABLA2 ESTRUCTURA DE LA ASAMBLEA DE LOS USUARIOS DE AGUAS NACIONALES DE LA REGIÓN XII PENINSULA DE YUCATÁN.....	39
TABLA3 ÓRGANOS AUXILIARES DEL COMITÉ DE CUENCA.	40
TABLA4 NORMATIVIDAD FEDERAL CON APLICACIÓN A LA REGIÓN XII:	43
TABLA5 NORMATIVIDAD ESTATAL Y MUNICIPAL CON APLICACIÓN A LA REGIÓN XII LEYES Y REGLAMENTOS.	44
TABLA6 DISPONIBILIDAD DE AGUA POR ACUÍFERO (HM ³)	46
TABLA7 DATOS HISTÓRICOS DEL VALOR DE RECARGA MEDIA Y DISPONIBILIDAD DEL 2011 AL 2020 DE LA RHA XII PENÍNSULA DE YUCATÁN	46
TABLA8 RECARGA DEL ACUÍFERO PENÍNSULA DE YUCATÁN	48
TABLA9 POBLACIÓN DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	50
TABLA10 USOS DE AGUA EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN	53
TABLA11 COBERTURA DE ALCANTARILLADO Y DRENAJE	57
TABLA12 PLANTAS DE TRATAMIENTO POR ENTIDAD FEDERATIVA.....	58
TABLA13 SITUACIÓN DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES ESTATALES AL 2020	63
TABLA14 CARACTERÍSTICAS DEL CICLO DE VIDA DE CADA DESTINO	67
TABLA15 INDICADORES DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN LOS DESTINOS TURÍSTICOS DE LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO.	72
TABLA16 ETAPA DEL CICLO DE VIDA DE CADA DESTINO TURÍSTICO	73
TABLA17 ESCENARIO DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA SUBTERRÁNEA AL 2050 BAJO EFECTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO Y EL DESARROLLO DEL TREN MAYA EN MM ³ /AÑO.	78
TABLA 18 TEORÍAS DEL DESARROLLO REGIONAL	80
TABLA19 BUENAS PRÁCTICAS EN LOS HOTELES.....	105
TABLA20 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	123
TABLA21 INDICADORES DEL ODS AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO	126
TABLA22 INDICADORES PARA LA SOSTENIBILIDAD DE LA GESTIÓN DEL SUMINISTRO DEL AGUA EN ZONAS URBANAS.....	127
TABLA23 INDICADORES PARA MEDIR LA GESTIÓN DEL AGUA EN LOS DESTINOS TURÍSTICOS DE QUINTANA ROO	129
TABLA24 ESCALA TIPO LIKERT	133
TABLA25 POBLACIÓN Y NÚMERO DE HOTELES DE GRAND TURISMO O CATEGORÍA ESPECIAL EN LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO.....	136
TABLA26 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	138
TABLA27 CRITERIO PARA EVALUAR LA GESTIÓN DEL AGUA.....	141
TABLA28 MATRIZ BORROSA	157
TABLA29 COMPARACIÓN DE LOS DESTINOS TURÍSTICOS.....	158
TABLA 30 MATRIZ AGREGADA DE LAS RESPUESTAS DE LOS EXPERTOS.....	159
TABLA31 MATRIZ A CORTE 0.75	161
TABLA 32 ORDEN DE LOS DESTINOS.....	168
TABLA 33 NIVEL DE GESTIÓN DEL AGUA ESPERADA PARA EL 2030 EN HOLBOX (DESTINO TURÍSTICO EMERGENTE).	172
TABLA 34 NIVEL DE GESTIÓN DEL AGUA ESPERADA PARA EL 2030 EN COZUMEL (DESTINO TURÍSTICO CONSOLIDADO).	175
TABLA 35 NIVEL DE GESTIÓN DEL AGUA ESPERADA PARA EL 2030 EN ISLA MUJERES (DESTINO TURÍSTICO CONSOLIDADO).	177
TABLA 36 NIVEL DE GESTIÓN DEL AGUA ESPERADA PARA EL 2030 EN CANCÚN (DESTINO TURÍSTICO MADURO).	179
TABLA 37 NIVEL DE GESTIÓN DEL AGUA ESPERADA PARA EL 2030 EN PLAYA DEL CARMEN (DESTINO TURÍSTICO MADURO).....	181
TABLA 38 NIVEL DE GESTIÓN DEL AGUA ESPERADA PARA EL 2030 EN PUERTO MORELOS (DESTINO TURÍSTICO CONSOLIDADO).....	183
TABLA 39 CUESTIONARIO PARA EVALUAR LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL DESTINO TURÍSTICO	218

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por la inspiración, la fe y el amor que me ha regalado, gracias a mis padres Marcial y Leticia porque desde niña me dieron la libertad de elegir mi propio camino personal y profesional con respeto, amor y apoyo incondicional.

Gracias a mi familia y amigos por su paciencia, apoyo, respeto, amor y motivación que me dieron durante este proceso.

Gracias a mis asesores Rubén y José Manuel que compartieron su conocimiento conmigo, por su paciencia, apoyo, motivación y guía que me dieron para escribir la tesis.

Gracias a mis sinodales Carlos Ortiz (que compartió conmigo el apasionante mundo del desarrollo sustentable), José Alfredo Uribe y José Odón por sus valiosos comentarios para mejorar la tesis, por su paciencia apoyo y motivación.

Gracias a Vicente Ferreyra de SUSTENTUR por abrirme las puertas para conectar con los expertos en la Gestión del Agua en Quintana Roo, sin ese apoyo hubiera sido muy difícil llegar a ellos.

Gracias a todos los expertos del sector público y privado que participaron en esta investigación por su tiempo y su confianza para poder estudiar este tema acerca de este valioso recurso.

Gracias a Secretaría de Ciencias, Humanidades, Tecnología e Innovación, por proveer los recursos necesarios para este estudio, por la confianza y el apoyo.

Gracias a la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y al Instituto de investigaciones económicas y empresariales (ININEE) por abrirme sus puertas, por su confianza, gracias a todos mis profesores por lo compartido y aprendido, gracias por permitirme ser parte de esta comunidad.

Resumen

La presente investigación evaluó el nivel de alineación de la gestión del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6: "Agua limpia y saneamiento", proyectado para el año 2030. Se aplicó la Lógica Difusa y la ordenación basada en el algoritmo de Kaufmann y Gil-Aluja (1995), considerando variables como infraestructura hidráulica, contaminación del agua, comportamiento turístico y local, uso eficiente del agua en hoteles, desarrollo urbano sostenible y salud costera.

Los resultados indicaron que Holbox, al encontrarse en una etapa emergente del ciclo de desarrollo turístico, muestra el mayor rezago en la gestión del agua, con una probabilidad baja de alcanzar el ODS 6 debido a la falta de regulación urbanística, ausencia de estudios de capacidad de carga y cobertura limitada en el tratamiento de aguas residuales. Cozumel, se encuentra en transición y enfrenta desafíos relacionados con la instalación de una planta desaladora y la participación limitada del sector hotelero en estrategias hídricas.

Por otro lado, los destinos consolidados (Puerto Morelos e Isla Mujeres) y los maduros (Cancún y Playa del Carmen) presentan un mayor potencial para cumplir con el ODS 6, aunque enfrentan retos en estudios de capacidad de carga y regulación ambiental. Se evidenció que los destinos gestionados por organismos privados muestran mejor desempeño en la administración del recurso hídrico en comparación con aquellos dirigidos por entes públicos.

Palabras clave: Gestión del agua, ODS 6, Región Norte de Quintana Roo, Lógica Difusa, uso del agua en los hoteles.

Abstract

This research evaluated the level of alignment of water management in tourist destinations in the Northern Region of Quintana Roo with SDG 6: "Clean Water and Sanitation," projected for 2030. Fuzzy Logic and ordering based on the Kaufmann and Gil-Aluja (1995) algorithm were applied, considering variables such as hydraulic infrastructure, water pollution, tourist and local behavior, efficient water use in hotels, sustainable urban development, and coastal health.

The results indicated that Holbox, in an emerging stage of the tourism development cycle, shows the most significant lag in water management. It is unlikely to achieve SDG 6 due to the lack of urban planning regulations, the absence of carrying capacity studies, and limited wastewater treatment coverage. Cozumel, which is in transition, faces challenges related to the installation of a desalination plant and the limited participation of the hotel sector in water strategies.

On the other hand, established destinations (Puerto Morelos and Isla Mujeres) and mature ones (Cancún and Playa del Carmen) have greater potential to meet SDG 6. However, they face challenges in conducting capacity studies and environmental regulation. Destinations managed by private organizations show better performance in water resource management than those managed by public entities.

Introducción

El recurso hídrico es esencial para cubrir las necesidades básicas humanas, sin embargo, su conservación es un reto cada vez mayor, debido a que la disponibilidad de agua dulce disminuye a causa del crecimiento poblacional, del cambio climático y de la contaminación derivada de las aguas residuales agrícolas y urbanas, por lo que para el año 2050 se pronostica un estrés hídrico a nivel mundial (OCDE, 2015).

Derivado de esta preocupación mundial por el medio ambiente, la ONU en 2015 publica la agenda 2030, donde plasma los objetivos para el desarrollo sostenible, dentro de los cuales el sexto se enfoca en la conservación del recurso hídrico, este objetivo es llamado “agua limpia y saneamiento”, el cual debe ser perseguido por todos los sectores económicos en todas las naciones (ONU,2015).

Para el desarrollo de la actividad turística se consumen grandes cantidades de agua, por lo tanto es importante que los destinos turísticos enfoquen su atención en la forma en la que la gestionan (Gössling *et al.*, 2012) con base en ello, el presente estudio tiene por objetivo evaluar a que nivel se encontrará alineada la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, para valorar cuáles son las necesidades prioritarias y en que aspecto.

La Región Norte del Estado de Quintana Roo, está integrada por los siguientes destinos turísticos: Cancún, Playa del Carmen, Tulum, Puerto Morelos, Holbox, Isla Mujeres y Cozumel (CONAGUA,2021). Es un área de gran biodiversidad donde ecosistemas como manglares, dunas, arrecifes y selvas han sufrido el impacto del desarrollo turístico. Además, su suelo kárstico presenta un desafío ambiental significativo, ya que su alta porosidad y permeabilidad facilitan la infiltración rápida del agua, transportando contaminantes hacia los acuíferos subterráneos, por lo que las aguas residuales de los hoteles y desarrollos habitacionales que no tengan una filtración adecuada comprometen la calidad del agua potable.

Por otro lado, la economía de esta región depende en gran medida del turismo con una derrama económica de \$17,927.05 millones de dólares en 2022

(SEDETUR,2022). Además, en ella se concentra el 75% de la población estatal (INEGI,2020), lo que ha representado un desafío para el desarrollo de la infraestructura hídrica, que debe expandirse a la par del crecimiento poblacional y turístico.

De acuerdo con (Cárdenas, 2019), el turismo ha sido el motor de desarrollo para la región, sin embargo, los destinos que reciben turistas de forma masiva han sido relacionados con el uso insostenible de los recursos (Gabarda-Mallorquí *et al.*, 2017). Por esta razón ha crecido la preocupación acerca de la responsabilidad de los destinos turísticos en el cuidado del agua (Han *et al.*, 2018) debido al incremento acelerado de los turistas. Para que la actividad turística continúe es necesario que se desarrolle de una manera sustentable (Tirado *et al.*, 2019).

Para evaluar a que nivel se encontrará alineada la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, se utilizó la Lógica Difusa y se preguntó a las autoridades gubernamentales y a los gerentes de calidad de los hoteles de los siete destinos turísticos cuestiones relativas a sus perspectivas futuras para la gestión del agua respecto a las metas que propone el sexto objetivo de la agenda 2030. Y con base a las respuestas se realizó una ordenación entre los siete destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo considerando el ciclo de vida en el que se encuentra cada destino.

La ordenación consta de cuatro etapas, en la primera de ellas se obtuvieron las funciones de pertenencia por destino turístico a cada cuestión, es decir el grado al que estarán alineados con cada meta para el 2030, a continuación en la segunda se agregaron las opiniones de los expertos, dónde se representó cada pregunta dentro de una matriz borrosa, posteriormente en la tercera se buscaron los objetos similares o indiferentes dentro de la matriz y por último en la cuarta se realizó la ordenación de los destinos turísticos a través del grafo sagitado con base en la matriz anterior. El estudio está estructurado en cinco capítulos. El primero presenta los fundamentos de la investigación, el segundo aborda el marco referencial, en el tercero se exploran los conceptos y teorías vinculados a la gestión del agua en los

destinos turísticos, en el cuarto se detalla la metodología empleada y en el quinto se exponen los resultados y las conclusiones del estudio.

LA GESTIÓN DEL AGUA EN LOS DESTINOS TURÍSTICOS DE LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO

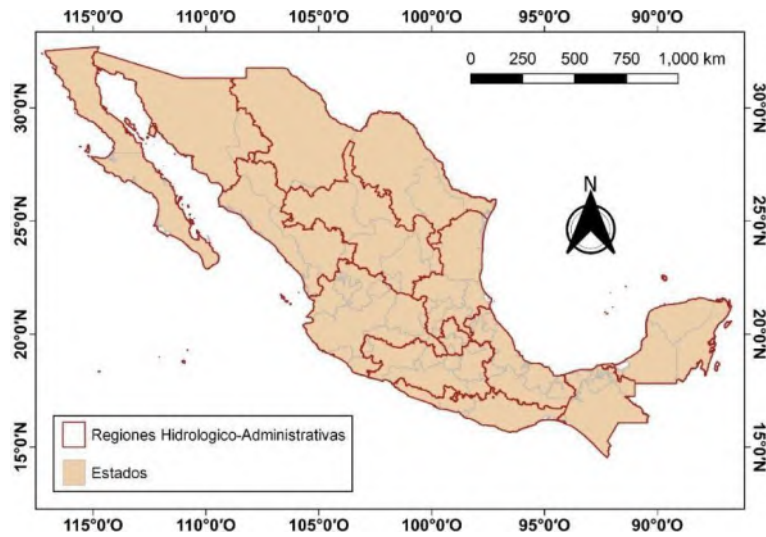
CAPÍTULO I Fundamentos de la investigación

Empezaremos por explorar los antecedentes de la gestión del agua en México y el contexto ambiental, social y económico del estado de Quintana Roo donde se desarrolla el problema, al plantearlo también se definirán las preguntas, objetivos, justificación e hipótesis de la investigación, así como el Método y la Metodología que se usarán para la misma.

1.1 Antecedentes

La gestión del agua en México es llevada a cabo a través de 13 regiones hidrológico-administrativas (Figura1.) que están integradas por 1,471 cuencas hidrológicas las cuales son la unidad territorial y ecológica básica para la administración del recurso hídrico en el país, 1,389 de ellas son exorreicas (cuyas aguas llegan al mar o al océano) , 77 son endorreicas (cuyas aguas desembocan en lagunas interiores) y 5 son arreicas (donde los ríos no llegan a confluir, sino que se pierden o infiltran), éstas últimas están ubicadas en la Región XII Península de Yucatán (SEMARNAT;2013, p. 13).

FIGURA1 Mapa de regiones hidrológicas



Fuente: CONAGUA (2021).

Las cuencas hidrológicas inicialmente fueron construidas para generar el desarrollo agroindustrial de las regiones y en respuesta a los problemas de salubridad e higiene que obstaculizaban el desarrollo en general de la población (Calderón, 2017), sin embargo, la construcción de estas, no se realizó con la visión de un desarrollo sustentable, sino que solo se planeó el desarrollo socioeconómico, porque se pensaba que el recurso del agua sería inagotable (Manzano;2017).

Sin esta consciencia del cuidado del recurso hídrico, a través de las cuencas se construyeron infraestructuras de riego, hidroeléctricas para la navegación y para el suministro de agua para las zonas urbanas, lo cual causó la sobreexplotación del recurso y contribuyó a la contaminación bioquímica en los ecosistemas acuáticos, además de provocar cambios en la estructura de los distintos cuerpos de agua de donde se extrajo (GWP, 2009).

Esta situación de crecimiento económico sin cuidado ambiental generó la necesidad de establecer la Gestión Integral del Recurso Hídrico como prioridad, la primera vez que se reconoció esta necesidad a nivel mundial fue en 1972 en la cumbre de Estocolmo (ONU,1972).

Posteriormente con base en la importancia de gestionar el agua de forma integral en el año de 1996 fue creada la Global Water Partnership (Asociación mundial del agua) que es una red internacional para estimular la Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) y para asegurar su desarrollo y gestión. La GWP está integrada por instituciones gubernamentales de países desarrollados y en desarrollo, organismos de las Naciones Unidas, bancos multilaterales y bilaterales de desarrollo, asociaciones de profesionales, instituciones de investigación, organizaciones no gubernamentales y el sector privado (GWP,2022).

Por otro lado, respecto a la dimensión social de la gestión del agua el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales de las Naciones Unidas, en el año 2002 reconoce el derecho universal del agua y lo definió como, el derecho de todos “a disponer de agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para el uso personal y doméstico” y este derecho se encuentra directamente asociado al derecho a la salud, la vivienda y la alimentación digna (CNDH, 2014).

Respecto a la gestión del recurso hídrico en el país, en el año de 1992 se publicó la Ley Aguas Nacionales en México (LAN) con el fin de regular el cobro de derecho del agua después de la privatización del recurso hídrico; la privatización de los servicios de agua y saneamiento en México fueron consecuencia del modelo económico neoliberal que adoptaron los países latinoamericanos en la década de los noventa. Posteriormente, en el año 2012, México reconoce el derecho humano al agua, el cual se encuentra reflejado en el Artículo 4° de la Constitución de los Estados Unidos Mexicanos (IMTA, 2021).

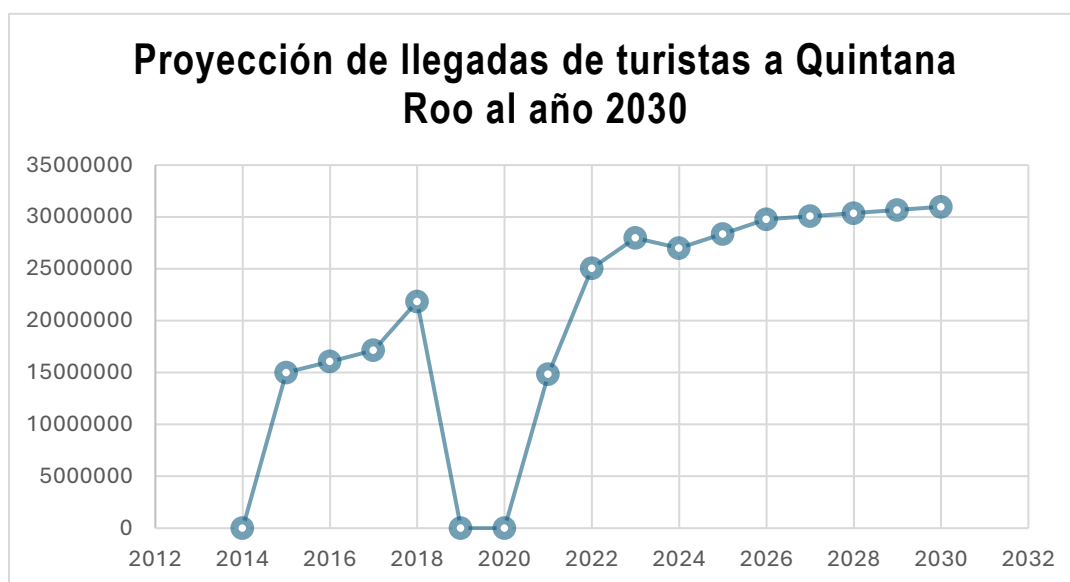
Para Pedrozo (2020) La privatización del agua tuvo como resultado la desigualdad de la distribución del recurso hídrico en el país, argumentando que las grandes empresas acaparan el recurso hídrico, bajo la justificación de que generan empleos a la población, y que el suministro de agua potable se concentró en las zonas urbanas, dejando de lado a las zonas rurales.

Respecto al consumo de agua de los hoteles en México los hoteles de Quintana Roo en su conjunto consumen 30.3 % del volumen anual del agua del Sector Turístico del país (Santacruz *et al.*, 2020) y la tendencia es que aumente el número

de turistas que visiten el estado; durante el año 2022 la llegada de turistas aumentó en un 45.5% comparado con el año 2021.

A continuación, en la Figura2, se muestra una proyección de las llegadas de turistas al Estado de Quintana Roo, para el año 2030, se estiman alrededor de 19 000 000 millones de turistas.

FIGURA2 Proyección de Llegadas de turistas a Quintana Roo al año 2030



Fuente: SEDETUR (2021).

1.2 Planteamiento del problema

El agua, como recurso esencial, satisface las necesidades humanas fundamentales, abarcando desde la alimentación hasta el impulso del desarrollo socioeconómico de una región (Yeleriere, 2018). Por ello, la gestión hídrica se presenta como uno de los retos más complejos en el ámbito de la sostenibilidad que enfrentan las naciones (Camkin, 2016), debido a que requiere coordinar distintas dimensiones interrelacionadas: la social, económica, ambiental y administrativa (Pouya *et al.*, 2020).

Por otro lado, de acuerdo con Mohammed (2014) la actividad turística se ha

desarrollado como una política alternativa para el crecimiento económico de los países en vía de desarrollo, y a su vez es un catalizador para el desarrollo regional. Sin embargo, ha sido un asunto complejo equilibrar el crecimiento económico y al mismo tiempo aprovechar los recursos naturales de una forma sustentable (Benge *et al*; 2018).

Un claro ejemplo es la Región Norte del Estado de Quintana Roo, México, que ha experimentado un crecimiento económico impulsado por la actividad turística. Durante el año 2022, esta región registró una derrama económica de \$17,927.05 millones de dólares. (SEDETUR, 2022).

Y generó 940 mil empleos (INEGI, 2022). Esta dinámica ha incentivado la inmigración desde los estados del centro y sur del país, iniciada en la década de 1970 con la fundación del Centro Integralmente Planeado Cancún. Como resultado, la población se cuadruplicó en un período de 50 años (INEGI, 2020), sin contabilizar a la población flotante que llega a la región durante las temporadas de alta ocupación hotelera.

Al mismo tiempo la demanda de turistas es cada vez mayor, durante el año 2022 el Estado de Quintana Roo recibió 19, 680 330 turistas (SEDETUR,2023) de los cuales 10, 305, 497 millones de llegadas corresponden a la Región Norte de Quintana Roo (SEDETUR,2022); se estima que el consumo de agua por persona durante un día en un hotel oscila entre 150 y 300 L., sin contar los consumos indirectos como el riego de los jardines y el llenado de la alberca en los hoteles (Gössling ,2012).

Sin embargo, este crecimiento urbano aumenta la presión hídrica en la región no solo porque la demanda del agua crece, sino también porque su calidad decrece (Antonova *et al*; 2020). El problema se agrava porque el tipo de terreno en la región es kárstico, significa que está constituido por rocas compactas y solubles donde se genera poco flujo de agua superficial (Monroy,2018). De tal manera que los cuerpos de agua superficiales están más propensos a la contaminación por las aguas residuales que son vertidas sin tratamiento previo, ya sea por falta de plantas tratadoras de aguas residuales con la suficiente cobertura, o porque las existentes carecen del mantenimiento adecuado o de la capacidad técnica para operarlas

(Morgan-Sagastume *et al.*, 2022). Además, al ser un terreno poroso las aguas superficiales se mezclan directamente con las subterráneas, lo que ha provocado contaminación en los acuíferos subterráneos, incluso se han encontrado altos niveles de coliformes fecales (Kauffer *et al.*, 2011). Asimismo se estima que 2,136.60 Mm³/año, provenientes de las lluvias en la RHA XII Península de Yucatán ingresan al acuífero con carga de contaminantes (CONAGUA, 2021).

A su vez, se ha puesto en riesgo la conservación y protección de ecosistemas fundamentales como los arrecifes de coral, las dunas costeras y los manglares los cuales ofrecen numerosos servicios, entre ellos la protección frente a inundaciones, la regulación hídrica, la recarga de acuíferos, la mejora de la calidad del agua al funcionar como filtros biológicos, la prevención de la erosión costera, la captura de carbono, y el resguardo de diversas especies de flora y fauna (SEMARNAT, 2016).

Por otro lado, de acuerdo con la literatura consultada, las investigaciones realizadas en México sobre la gestión del agua en relación con la actividad turística son limitadas, y sus resultados se centran en la cantidad de agua consumida por los hoteles. Sin embargo, conocer estas cifras no basta para evaluar si un destino turístico maneja adecuadamente el recurso hídrico. Para lograr una gestión efectiva del recurso hídrico, es fundamental analizar cada una de las variables contempladas en el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6 (ODS 6), "Agua limpia y saneamiento". Este estudio considera tanto la perspectiva de las autoridades gubernamentales como la de los gerentes de hoteles, quienes juegan un papel clave en la implementación de estrategias sustentables. Asimismo, es esencial evaluar sus expectativas respecto al cumplimiento del ODS 6 y los avances proyectados hacia el año 2030.

1.3 Contexto

A continuación, se describe el contexto en el que se ha desarrollado la Región Norte de Quintana Roo, se describen sus características ambientales, económicas y sociales.

1.3.1 Contexto ambiental

De acuerdo con información del INEGI (2002) el Estado de Quintana Roo se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán que, además, comprende los estados de Campeche y Yucatán y parte de los países de Guatemala y Belice, tiene suelos poco profundos, los principales son los litosoles, rendzinas, y el Solonchak que se encuentra a lo largo de la costa.

El 90% de la superficie de la entidad está cubierta por selva, de la cual se extraen maderas valiosas como la caoba y el cedro rojo. En la zona costera, se encuentran manglares, tulares, dunas, petenes y áreas de palmar, ecosistemas esenciales para la biodiversidad (INEGI, 2020). Entre la vegetación característica de Quintana Roo, destacan los manglares, que pueden alcanzar alturas de 1 a 30 metros. Estos ecosistemas cumplen funciones clave, como servir de hábitat y fuente de alimento para la fauna local, actuar como barreras naturales frente a inundaciones y huracanes, y filtrar el agua, contribuyendo a su purificación y conservación (CONABIO, 2021). El clima de la región es subhúmedo, su temperatura promedio es de 26 ° C y las precipitaciones al sur del país son abundantes (INEGI, 2020), la precipitación normal anual es de 1267 mm y el agua renovable per cápita es de 1046 m³ /hab./año (CONAGUA, 2018).

Respecto a su hidrografía cuenta con el Río Hondo, Azul, Escondido y Ucum, otros cuerpos de agua y laguna son: Conil, Chakmochuk, Bacalar, Nichupté, San Felipe, Chunyaxche, Chichancanab y Campechén (INEGI, 2002). Cuenta con reservas de la biosfera tales como son: Banco Chinchorro, Arrecifes de Sian Ka'an y Tiburón Ballena, así como con parques nacionales: Tulum, arrecife de Puerto Morelos, Isla Contoy, Arrecifes de Cozumel, Costa occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc (INEGI, 2002).

Por lo que respecta a la actividad turística, esta ha ido desplazando al manglar y a la vegetación de las dunas costeras, por la construcción de hoteles y plazas comerciales (INEGI, 2002). Mientras que la agricultura ocupa solo un 5% del territorio estatal y el clima favorece a los cultivos de caña de azúcar, chile jalapeño, maíz, arroz, hortalizas y frutales como chicozapote, naranja, toronja, papaya, limón agrio, mango y piña entre otros (INEGI, 2020). Respecto al uso del recurso hídrico en el Estado, el 52 % es para los servicios, el 26% es de uso agropecuario y 17 % es para abastecimiento público urbano. (Morgan-Sagastume *et al.*, 2022).

El cuidado ambiental es un asunto de importancia internacional, y en el año 2015 se elaboró por parte de la Organización Mundial de las Naciones Unidas la agenda 2030 para el desarrollo sostenible, donde se plasmaron los objetivos a seguir para conseguir dicho fin ,el sexto de los objetivos, se relaciona con el presente proyecto que es el de garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, proponen hacer uso eficiente del agua en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento para hacer frente a la escasez del agua (ONU, 2015 ; p.21).

Por su parte, la agenda nacional mexicana 2030 para el desarrollo sostenible, propone evitar que el crecimiento económico deteriore al medio ambiente, a través políticas que promuevan un turismo sustentable (PNUD, 2021). Mientras que, a nivel estatal, el Gobierno del Estado de Quintana Roo, expresa en su Plan maestro de turismo sustentable 2030, que se debe integrar el agua y su saneamiento como estrategias de negocio, a través de una gestión integral del agua, desde su consumo, hasta el manejo de las aguas residuales, para conservar la afluencia de turistas al destino. (SEDETUR, 2021).

1.3.2 Contexto social

De acuerdo con el INEGI (2020) el Estado de Quintana Roo, está ubicado en el extremo este del país, tiene una extensión aproximada de 42 535 km² y representa

el 2.19 % de la República Mexicana y el 30.66 % del territorio peninsular, limita al norte con Yucatán y el Golfo de México, hacia el este con el mar caribe, al sur con Belice y la Bahía de Chetumal y al oeste con los Estados de Campeche y Yucatán.

Respecto a la división del recurso hídrico, el Estado de Quintana Roo pertenece a la Región Hidrológica Administrativa XII y a la región hidrológica 33; La región sureste representa dos terceras partes de agua en el país, esta abundancia de agua genera la necesidad de protección contra inundaciones y de prestar atención a la gestión del drenaje (CONAGUA, 2018).

Quintana Roo cuenta con 11 municipios, la población del Estado es de 1 857 985 habitantes, el municipio con mayor número de habitantes es el municipio de Benito Juárez, al cual pertenece la ciudad de Cancún con 888,797 habitantes de los cuáles 441, 181 son mujeres y 447, 616 son hombres, y esta población representa el 47.83 % de la población estatal, por tal motivo es una de las ciudades metropolitanas del Estado, la segunda es la ciudad de Chetumal.

La densidad de población es de 979.4 habitantes por km², existen 287 053 viviendas y en las cuales viven en promedio 3.2 habitantes y la edad media es de 29 años, la mayoría de la población es soltera representando el 33% de ella, seguido del 29.4% de la población casada y el 26.7 % vive en unión libre.

Respecto el acceso a los servicios básicos, el 92.6 % de las viviendas cuentan con agua entubada, pero solo el 25.5 % cuenta con cisterna o aljibe y solo el 72.6 % está afiliado a servicios de salud.

A nivel educativo, el grado de escolaridad de la población mayor a 15 años es de 9.6 años, y 6.95% de la población habla lengua indígena, principalmente la lengua maya (INEGI, 2020).

El Estado de Quintana Roo se caracteriza por ser un destino con una fuerte presencia de inmigrantes. Un ejemplo de ello es la ciudad de Cancún destaca como un punto clave de inmigración, con una población extranjera mayoritariamente procedente de Estados Unidos, alcanzando aproximadamente 353,000 personas.

En cuanto a la migración interna, se registra un flujo significativo de habitantes provenientes del Estado de Tabasco, con 39,800 personas que han elegido Quintana Roo como su nueva residencia. Las razones principales para esta movilidad son laborales, seguidas de motivos familiares (INEGI, 2020). A pesar de que Quintana Roo es visto como un Estado al cuál inmigrar para obtener mejores oportunidades laborales, el CONEVAL (2020) reporta que 892,9 miles de personas viven en pobreza en el Estado.

1.3.3 Contexto Económico

Según los datos del censo del INEGI (2020), el Estado de Quintana Roo contribuyó con el 1.6% al PIB nacional en 2019. Su economía depende en gran medida del sector servicios, donde se encuentra el 86.5% de la población ocupada, especialmente en actividades relacionadas con el turismo. La población ocupada en el estado asciende a 618,179 habitantes, de los cuales 164,946 trabajan dentro del municipio de Benito Juárez. En cuanto a la distribución de género, 40.6% son mujeres y 59.4% hombres. La tasa de desocupación se sitúa en 6.21%, mientras que 3.5% de la población presenta alguna discapacidad. Además, por cada 100 personas ocupadas, 38 son dependientes. Respecto a la posesión de bienes en la ciudad de Cancún, solo el 40.7% de la población cuenta con automóvil, el 41.1% tiene computadora y el 94.8% dispone de celular, aunque únicamente el 61.3% tiene acceso a internet.

1.4 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

De acuerdo con la ONU (2015) Los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) son un programa adoptado por las Naciones Unidas desde el año 2015 como una convocatoria universal para proteger al planeta y reducir la pobreza. En total son 17 objetivos y 169 metas y se encuentran integrados, es decir los resultados en un área, tendrán impacto en otras áreas, los ODS buscan lograr el equilibrio entre las esferas: social, económica y ambiental.

Directamente relacionado con la gestión del agua se encuentra el objetivo 6 “*Agua limpia y saneamiento*”, el cual se enfoca en: “Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”, a continuación, se muestran las metas que integran este objetivo (TABLA1).

TABLA1 Metas del ODS 6

Metas del ODS 6
6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos.
6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.
6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.
6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.
6.5 De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.
6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.

6.a De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.

6.b Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

Fuente: Elaboración propia con base en la ONU (2015).

1.5 Pregunta general

¿A qué nivel se encontrará alineada la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos que integran la Región Norte de Quintana Roo de acuerdo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030?

1.6 Preguntas particulares

1. ¿A qué nivel se encontrará alineada la gestión del agua respecto a la infraestructura de agua limpia y saneamiento en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030?

2.- ¿A qué nivel se encontrará alineada la gestión del agua respecto a la calidad del agua en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030?

3.- ¿A qué nivel se encontrará alineada la gestión del agua respecto al comportamiento responsable con el medio ambiente de los turistas en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030?

4. ¿A qué nivel se encontrará alineada la gestión del agua respecto a el comportamiento responsable con el medio ambiente de los locales en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y*

saneamiento” para el año 2030?

5.- ¿A qué nivel se encontrará alineada la gestión del agua respecto al uso eficiente del agua en los hoteles para el cuidado del agua en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030?

6.- ¿A qué nivel se encontrará alineada la gestión del agua respecto al desarrollo urbano sustentable en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030?

7.- A qué nivel se encontrará alineada la gestión del agua respecto a la salud costera en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030?

1.7 Objetivo General

Evaluar a que nivel se encontrará alineada la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030, para valorar cuáles son las necesidades prioritarias y en que aspecto.

1.8 Objetivos particulares

1.- Evaluar a que el nivel se encontrará la gestión del agua respecto a la infraestructura de agua limpia y saneamiento en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo de acuerdo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030.

2.- Evaluar a que el nivel se encontrará la gestión del agua respecto a la calidad del agua en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo de acuerdo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030.

3.- Evaluar a que el nivel se encontrará la gestión del agua respecto al comportamiento responsable con el medio ambiente de los turistas en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo de acuerdo con el ODS 6 “*Agua limpia y*

saneamiento” para el año 2030.

4.- Evaluar a que el nivel se encontrará la gestión del agua respecto a el comportamiento responsable con el medio ambiente de los locales en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo de acuerdo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030.

5.- Evaluar a que el nivel se encontrará la gestión del agua respecto al el uso eficiente del agua en los hoteles para el cuidado del agua en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo de acuerdo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030.

6.- Evaluarla a que el nivel se encontrará gestión del agua respecto al desarrollo urbano sustentable en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo de acuerdo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030.

7.- Evaluar a que el nivel se encontrará la gestión del agua respecto a la salud costera en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo para el año 2030.

1.9 Justificación

La relación entre la gestión del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo y el ODS 6 de agua limpia y saneamiento, toma relevancia en esta región, porque en ella se encuentra la mayor concentración de la población de 1, 857,985 habitantes que tiene el Estado de la Quintana Roo (INEGI,2020)en la Región Norte habitan 1,385,377 concentrando al 75% de la población, esto genera una mayor demanda de infraestructura para brindar agua limpia y saneamiento, así como infraestructura de aguas residuales municipales, que se encuentran rezagadas debido a que la población aumenta de manera acelerada y los procesos para obtener el recurso económico en millones de dólares es lento.

Por otro lado, Quintana Roo es el Estado que ocupa el primer lugar a nivel nacional por la aportación que hace al PIBE en las actividades relacionadas

con servicios de alojamiento y restauración contribuyendo con 16% de total de 23% que reporta esta actividad económica en el país (INEGI,2019).

También es el Estado que emplea el uso del agua en el sector servicios, a diferencia de la mayoría de los estados donde el mayor uso del agua es para la agricultura, el volumen total concesionado hm³/ año es de 52 para servicios, 26 para el sector agropecuario y 17 al público urbano (Morgan-Sagastume *et al.*, 2022).

Se aumenta el grado de importancia al considerar el vulnerable suelo cárstico de la Región hidrológica Península de Yucatán, donde al ser un suelo poroso se mezclan y contaminan con mayor facilidad las aguas superficiales y subterráneas.

Es esencial concientizar a los destinos turísticos sobre el rol que juegan el sector hotelero, las autoridades municipales, los turistas y los locales respecto al cumplimiento del ODS 6 de “Agua limpia y saneamiento” y su cumplimiento para el año 2030, debido a que este objetivo se elaboró a nivel global, pero es importante integrarlo a nivel local y en un contexto turístico. Evaluar cada uno de los destinos turísticos que integran una región permite conocer sus necesidades específicas. A través de la lógica difusa, se puede determinar el grado de estas necesidades y, mediante la ordenación, identificar en qué destinos se requieren acciones prioritarias. La gestión del agua a nivel regional, debido a que comparten los mismos indicadores de disponibilidad y calidad del agua, puede desestimar datos importantes sobre las diferencias entre destinos, por lo que al evaluarlos como subconjuntos de una misma región proporciona información valiosa.

1.10 Hipótesis

El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de

vida en la que se encuentra en cada destino.

1.11 Método

El presente estudio se fundamenta en la aplicación del método científico, entendido como un conjunto de pasos estructurados para la generación de conocimiento objetivo. Según Navarro (2014), este método se caracteriza por su rigor y por su capacidad de justificar teórica y empíricamente la veracidad del conocimiento obtenido.

Para la presente investigación, se ha elegido la Lógica Difusa como metodología central, ya que su aplicación en la gestión del agua en regiones como el norte de Quintana Roo permite abordar situaciones imprecisas e inciertas. En esta zona, la variabilidad climática, el crecimiento poblacional y la presión turística generan desafíos significativos en la distribución y conservación de los recursos hídricos, por lo que la Lógica Difusa ofrece un enfoque flexible y preciso para la toma de decisiones y la optimización del uso del agua.

1.12 Lógica Difusa

La Lógica Difusa es una metodología que sirve para representar la percepción humana y ha sido una herramienta efectiva para la toma de decisiones, además ha sido usada para proporcionar certidumbre en escenarios inciertos y vagos, sus aplicaciones son efectivas tanto en el ámbito teórico como en el práctico (Wu & Xu; 2021). Un escenario de incertidumbre para los destinos turísticos es la preocupación por el cambio climático, debido a que el recurso hídrico disponible en el mundo podría disminuir en cantidad y calidad, lo que impactaría directamente en la actividad turística, se trata de una situación compleja en la que tomar las decisiones acertadas se convierte en un reto, ya que estas no pueden ser binarias, la Lógica Difusa permite evaluar un rango de posibilidades más amplio, como se mencionó anteriormente este estudio evalúa cada meta del ODS, de acuerdo al cumplimiento del ODS que se espera de cada destino turístico de la Región Norte de Quintana Roo.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

2.1 Región Península de Yucatán

De acuerdo con la regionalización de Bassols (1983) México se divide en 9 regiones que son Noroeste, Norte, Noreste, Centro-Norte, Centro-Occidente, Centro, Sur, Este y Península de Yucatán, el presente estudio se enfoca en la región Península que incluye a los estados de: Campeche, Quintana Roo y Yucatán (Figura3).

Para estudiar una región es necesario identificar los procesos espaciales y sociales que la integran, es decir el territorio y las relaciones socioeconómicas que se construyen dentro de la misma, debido a que los actores que habitan dentro de determinado territorio son los que a través de las actividades humanas contribuyen a la riqueza o pobreza de dicha región (Delgadillo *et al*; 2011).

Figura3 Región Península de Yucatán



Fuente: Elaboración propia

Las características propias de la región Península de Yucatán son las siguientes:

1. Localización y extensión

La península de Yucatán se encuentra en el extremo oriental del país, comprende los estados de Campeche, Yucatán y Quintana Roo. Las coordenadas extremas de la región son: al norte 21°36' y sur 17° 49' latitud norte del ecuador, al oriente 86° 44' y al poniente 90° 59' longitud oeste de meridiano de Greenwich.

El total de la superficie es de 144,220.59 km² colinda al norte y al poniente con el Golfo de México, al sur con la República de Guatemala, al oriente con el Mar Caribe, al suroeste con Tabasco y al sureste con Belice, país con el que comparte la cuenca del Río Hondo (CONAGUA, 2021).

2. Fisiografía

La región queda comprendida entre provincia fisiográfica de la península de Yucatán está formada por una plataforma calcárea de origen marino, dentro de la Península de Yucatán, a la parte norte se le conoce como Sierrita de Ticul, que ha desarrollado una red subterránea y cavernosa por donde fluye el agua, a estas estructuras bajo el agua se les conoce como cenotes, esta península fisiográfica cuenta con tres subprovincias, que son: el carso yucateco, el carso y lomerío de Campeche y la costa baja de Quintana Roo (INEGI, 2016).

3. Carso Yucateco

Presenta un relieve plano, está constituido por rocas calizas y presenta abundantes cenotes.

4. Carso y lomerío Campeche

Se localiza al suroeste de la región, su relieve lo integran lomeríos y llanuras y esta principalmente constituido por calizas cársticas, se localiza la Sierrita de Ticul en el Cerro Benito Juárez.

5. Costa baja de Quintana Roo

Se encuentra al sureste de la región, limita al este con el mar Caribe y al sur con el río Hondo, al oriente se encuentran lagunas costeras que alternan con las bahías, Ascensión al norte, espíritu santo al este y al sur la bahía de Chetumal está formada por llanuras rocosas e inundables y playas salinas e inundables.

6. Hidrografía

De acuerdo con la regionalización las regiones hidrológicas administrativas hecha por CONAGUA, la presente región es denominada como “La Región Hidrológica Administrativa XVII de la Península de Yucatán”, que a su vez se encuentra integrada por las regiones hidrológicas número 30 (Grijalva-Usumacinta) , 31 (Yucatán Oeste) , 32 (Yucatán Norte) y 33 (Yucatán este) , dentro de esta última se encuentra el Estado de Quintana Roo, también la integran la subcuenca del arroyo Ucum o Río Escondido, donde se ubican las lagunas Chacán-Batán; además queda incluida una parte de la región hidrológica 30 (Grijalva-Usumacinta), con la Cuenca Laguna de Términos y el municipio de Palizada, Campeche. (CONAGUA, 2021).

7. Cuencas de la Región Hidrológica Administrativa XII

La Región Hidrológica Administrativa XII, está integrada por cuatro cuencas hidrológicas principales: una cuenca criptorreica ubicada en el estado de Yucatán y en el norte de Quintana Roo; la cuenca del río Hondo, al sur de este último; la cuenca del río Champotón, ubicada en Campeche y que se extiende entre el suroeste y noroeste de la región y la cuenca del río Candelaria también en Campeche, localizada en el suroeste de la Península (Kauffer *et al*; 2011).

La primera cuenca Criptorreica es a la que pertenece el municipio de Benito Juárez en Cancún, que tiene un suelo de naturaleza carstico, razón por la cual no hay formaciones superficiales de agua, en su lugar existe un sistema de formas cársticas que incluye cenotes, poljes y sistemas de cuevas de proporciones considerables, que van desde los cientos de metros de profundidad (Kauffer *et al*; 2011).

Las aguas superficiales de importancia que existen en la Región son los ríos Palizada, Candelaria y Champotón, otros escurrimientos como los ríos Chumpán y Mamantel en Campeche, el río Hondo y el arroyo río escondido en Quintana Roo; En el resto de la Región los arroyos son intermitentes, que solo funcionan cuando tienen suficiente agua y descargan en sumideros (Conagua, 2021). Las características de los suelos calcáreos permiten que el agua que se precipita se infiltre y que el flujo del agua sea de manera subterránea.

Estas aguas subterráneas fluyen radialmente de las zonas de mayor precipitación, ubicadas al sur de Xpujil, se distribuyen hacia el noroeste, noreste y norte donde se realiza la descarga natural del acuífero, y alimenta a los esteros y lagunas costeras, cargadas de las sustancias que se adicionan al flujo en su recorrido. Esta dinámica ambiental ha originado cinco unidades hidrogeológicas, que en dirección Norte-Sur se presentan como sigue: región costera; círculo, semicírculo o anillo de cenotes; planicie interior; región de cerros y valles y cuencas escalonadas (CONAGUA, 2021).

8. Condiciones Climáticas

El clima que predomina en la región es el clima cálido subhúmedo con régimen de lluvias intermedio y humedad media, cubre 53.5 %de la superficie delimitada, se distribuye en una franja que limita al oriente con el Mar Caribe, desde Mahahual hasta Puerto Morelos, en Quintana Roo, este mismo clima se presenta en la región centro que abarca desde Carrillo Puerto en Campeche, hasta Tizimín en Yucatán, el clima más seco dentro del clima subhúmedo se desde el centro de Bacalar en Quintana Roo hasta Mérida en Yucatán, el resto del territorio que varía en clima subhúmedo con lluvias en verano y semiseco muy cálido con lluvias en verano (INEGI,2016), su temperatura media anual oscila entre 26 y 27.6°C y las temperaturas más elevadas se presentan entre los meses de mayo y agosto (CONAGUA, 2021).

Por su ubicación, la península recibe la influencia de los vientos alisios, los cuales producen un gran aporte de lluvias durante el verano, (CONAGUA, 2021) en el sur, cubriendo la mayor parte de los estados de Quintana Roo y Campeche y el vértice del cono sur de Yucatán, el promedio anual de precipitación oscila entre 1,438 y 1,561 mm, mientras que en el resto de la región las precipitaciones registradas oscilan entre los 940 y 1,132 mm.

9. Vegetación

La mayor parte de la península está cubierta por vegetación tropical estacional como la selva baja caducifolia, mediana subcaducifolia y mediana subperennifolia. Los bosques húmedos como las selvas altas subperennifolia y altas perennifolias sólo ocupan áreas reducidas al sur de la península (CONAGUA, 2021).

10. Áreas naturales protegidas

De acuerdo con CONAP (2018) la Región Península de Yucatán y Caribe Mexicano está conformada por 25 Áreas Naturales Protegidas reconocidas a nivel mundial por su alto valor ambiental, las cuales suman 8,562,758 hectáreas y se clasifican de la siguiente manera:

Reservas de la biosfera: Arrecifes de Sian Ka'an, banco Chinchorro, Calakmul, Caribe Mexicano, Los Petenes, Ría Celestún, Ría Lagartos, Sian Ka'an y tiburón ballena.

Parques nacionales: Tulum, Arrecife Alacranes, Arrecifes de Cozumel, Arrecifes de Xcalak, Dzibilchaltún, Isla Contoy, Arrecife de Puerto Morelos, Costa Occidental de Isla Mujeres, Punta Cancún y Punta Nizuc.

Áreas de Protección de Flora y Fauna: Yum Balam, Uaymil, Manglares de Nichupté, Otoch Maax Yetel Kooh, Balaan Kaax y de la Isla Cozumel.

11. Características socioeconómicas

La población total de la península es de 5, 107,246 habitantes, 46.6% son hombres y el 50.4% son mujeres, el 85.3 % vive en las zonas urbanas, principalmente en Cancún, Mérida y Campeche y solo el 14.4 % en zonas rurales (CONAGUA, 2021).

La mayor demografía dentro de la región se presenta en la Ciudad de Cancún que en la década de los 70's fue diseñada como centro integralmente planeado para fomentar el crecimiento económico a través de la actividad turística, la población inicial fue de 1, 097, 192 habitantes, en el año 2020 se registraron 5, 107, 246 habitantes, cuadruplicándose la población en 50 años, este crecimiento poblacional ha sido del 2.2% por encima del crecimiento total nacional del 1.4% , también creció el PIB que en la década de los 70's fue de 0.31 % en la economía nacional y en el año 2019 a casi 50 años de haber sido construido, el PIB en la economía fue de 2.4 % (INEGI, 2020), es

decir un incremento del 700 por ciento.

Al año 2020, los principales resultados económicos arrojaban un PIB Regional de 1, 073,100 millones de pesos, a los cuales el estado de Campeche hizo la mayor contribución aportando el 43 por ciento, producto de la actividad secundaria extractiva del petróleo; Quintana Roo contribuyó con el 26.5 por ciento principalmente por actividades de servicios de alojamiento y de alimentos y bebidas, y Yucatán con el 30.5 por ciento principalmente por actividades de comercio, (INEGI,2020). Particularmente, el Estado de Quintana Roo, está ubicado en el extremo este del país, tiene una extensión aproximada de 42 535 km², este territorio representa el 2.19 % de la República Mexicana y el 30.66 % del territorio peninsular, limita al norte con Yucatán y el Golfo de México, hacia el este con el mar caribe, al sur con Belice y la Bahía de Chemal, al oeste con los Estados de Campeche y Yucatán; El Estado cuenta con 2 zonas metropolitanas Cancún y Chetumal (INEGI, 2002). El estado de Quintana Roo se encuentra dentro de una sola provincia fisiográfica llamada Península de Yucatán que, además, comprende los estados de Campeche y Yucatán y parte de los países de Guatemala y Belice, tiene suelos poco profundos, los principales son los litosoles, rendzinas, y el solonchak que se encuentra a lo largo de la costa (INEGI,2002).

Quintana Roo se constituyó como Estado soberano en 1974, cuenta con 11 municipios, 12 puertos y 4 aeropuertos internacionales. La población del Estado es de 1 857 985 habitantes, el municipio con mayor número de habitantes es el municipio de Benito Juárez, al cual pertenece la Ciudad de Cancún con 888,797 habitantes de los cuáles 441, 181 son mujeres y 447, 616 son hombres (INEGI, 2020), representan el 47.83 % de la población estatal. El Estado se divide en 3 regiones: Región norte, Zona Maya y Región sur, la determinación de estas ha sido con base en sus características geográficas, de integración territorial, de sus actividades productivas y por sus actividades culturales y sociales (INAFED, 2020).La ciudad de Cancún corresponde a la Región Norte, esta región integra a los municipios de Isla

Mujeres, Benito Juárez, Cozumel y la costa del municipio de Solidaridad, abarca 3,238 Km² equivalente al 6.4 % de la extensión territorial del Estado y en ella se asientan 1,857,985 habitantes que representa el 60 % del total de la población estatal (INEGI,2020).

Respecto a las actividades económicas, las principales son los servicios relacionados con el turismo, el comercio y la pesca (principalmente camarón y langosta); Los destinos turísticos que la integran son: Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos, Isla Mujeres, La Isla de Cozumel y Holbox (SEDETUR, 2021).La segunda región es la de la zona maya está integrada por los municipios Felipe Carrillo Puerto, José María Morelos, Lázaro Cárdenas y el territorio interior del municipio de Solidaridad, que abarca con 28,845 Km² el 56.7% de la extensión territorial del Estado, en ella se asientan 248,969.99 habitantes que representa el 13.4 % del total de la población estatal. Las principales actividades económicas son la agricultura, la ganadería, la apicultura, la explotación forestal, el chicle y la pesca. El rendimiento agropecuario es poco porque las características del suelo y clima y la falta de tecnología agrícola influyen en la falta de crecimiento económico de la región, por lo cual la población joven decide emigrar a los centros turísticos, la población que se queda se distribuye en pequeñas comunidades (INAFED, 2020).

Por último, la región sur está integrada por el municipio de Othón P. Blanco, abarca con 18,760 Km² el 36.9 % de la extensión territorial del Estado y en ella se asientan 685,596.465 habitantes que representa el 26.6 % del total de la población estatal. Los habitantes de esta región son los descendientes de los mayas, se estima que la población indígena es de 11%. Al igual que la región de la zona maya la población se dispersa en pequeñas localidades, lo que dificulta el establecimiento de la infraestructura para los servicios básicos (INAFED, 2020).

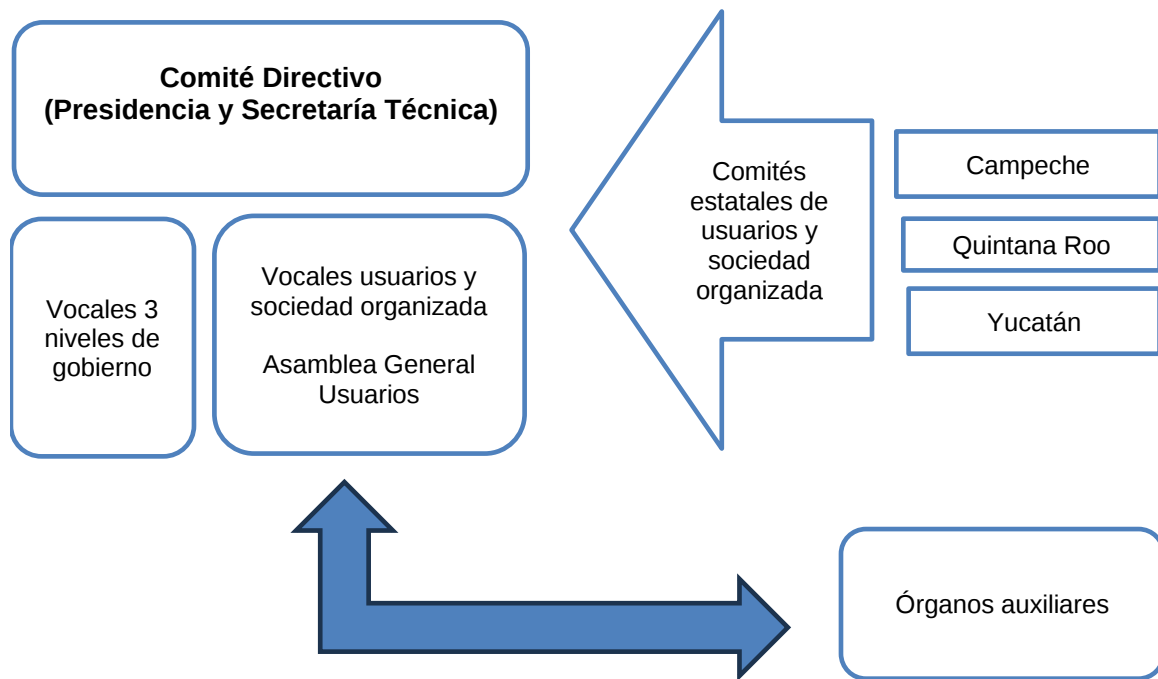
2.2 Región hidrológica- administrativa XII Península de Yucatán

La regionalización hídrica del Estado de Quintana Roo, no se define por la división político-social, sino por los límites que marca la naturaleza, es por eso por lo que el Estado de Quintana Roo pertenece a la Región de Península de Yucatán XII (SINA, 2022).

Las cuencas de México, que son las unidades básicas de la gestión de los recursos hídricos están organizadas en 37 regiones hidrológicas agrupadas en las 13 regiones hidrológico-administrativas, que son gestionadas por el órgano administrativo, normativo, técnico y consultivo llamado La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA,2013), por lo que podemos afirmar que la gestión del agua se realiza a nivel regional. Sin embargo, a nivel local, CONAGUA incorporara la participación ciudadana en la toma de decisiones sobre el agua a través de la Coordinación General de Atención a Emergencias y Consejos de Cuenca y de la Gerencia de Consejos de Cuenca.

A continuación, se muestra la estructura del Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán (Figura4).

FIGURA4 Órgano de Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán



Fuente: CONAGUA (2023).

La representación en el Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán se distribuye de la siguiente manera: 57 % corresponde a la sociedad y 43 % al gobierno, con un total de 33 vocalías, donde 19 pertenecen a la sociedad y 14 al gobierno CONAGUA (2023).

TABLA2 Estructura de la asamblea de los usuarios de aguas nacionales de la Región XII Península de Yucatán.

ASAMBLEA GENERAL DE USUARIOS (AGU)	
USUARIOS DE AGUAS NACIONALES	COMITÉ DIRECTIVO
1. Agrícola	1. PRESIDENTE CIUDADANO (Sector Ambiental)
2. Pecuario	2. SECRETARIO TECNICO Organismo de Cuenca de la Península De Yucatán (OCPY)
3. Industrial	
4. Servicios	MUNICIPAL
5. Publico Urbano	1. Champotón
6. Distritos Temporal Tecnificado	2. Cozumel
7. Acuícola	3. Ticul
SOCIEDAD ORGANIZADA	ESTATAL
1. Ambiental	1. Campeche
2. Forestal	2. Quintana Roo
3. Equidad de Genero	3. Yucatán
4. Indígena	
5. Joven	
ACADEMIA	FEDERAL
1. Universidad Autónoma del Carmen (UNACAR)	1. USUARIOS SEMARNAT
2. Tecnológico Nacional de México, Campus Chetumal (ITCH)	2. SADER
3. Universidad Marista de Mérida	3. ECONOMÍA
	4. ENERGIA
INVESTIGACIÓN	5. SHCP
1. Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía (EPOMEX) de la Universidad Autónoma de Campeche (UAC)	6. SALUD
2. Centro de Investigación Científica de Yucatán Unidad de Ciencias del Agua- (CICY-UCIA)	7. BIENESTAR

3. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP)	
---	--

Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (2023)

Respecto a los órganos auxiliares el Consejo de Cuenca de la Península de Yucatán está conformada por 13, distribuidos de la siguiente manera: 4 en Campeche, 2 en Yucatán y 7 en Quintana Roo.

TABLA3 Órganos auxiliares del comité de cuenca.

Órganos auxiliares
Comisión de Cuenca del Río Hondo
Comisión de Cuenca del Río Candelaria
Comité de Cuenca de Tulum
Comité de Cuenca del Sistema Lagunar de Bacalar
Comité de Cuenca de Solidaridad
COTAS Para la Zona Geohidrológica Metropolitana de Yucatán
Comité de Playas Limpias de Cancún - Riviera Maya
Comité de Playas Limpias del Municipio de Campeche
Comité de Playas Limpias del Municipio de Champotón
Comité de Playas Limpias de la Costa Norte del Estado de Yucatán
Comité de Playas Limpias Costa Maya
Comité de Playas Limpias del Municipio de Carmen
Comité de Cuenca de Cozumel

Fuente: Elaboración propia con base en CONAGUA (2023)

Estas comisiones y comités de cuenca favorecen transformar las decisiones del Consejo de Cuenca en acciones operativas y viables (CONAGUA,2023).

Además, cuenta con 11 Grupos Especializados de Trabajo en los tres estados, enfocados en distintas áreas clave:

1. Saneamiento

2. Humedales
3. Educación, comunicación y cultura del agua y
4. Cambio climático y prevención de desastres.

La conversión de decisiones en acciones se materializa a través de los programas de gestión, herramientas de planificación que, con base en un diagnóstico, permiten organizar y priorizar diversas iniciativas enfocadas en el saneamiento de cuencas, subcuencas, barrancas, acuíferos y cuerpos de agua dentro del territorio del comité. Su propósito es prevenir, detener o corregir la contaminación, así como garantizar el equilibrio entre la oferta y la demanda de agua para distintos usos, promoviendo su aprovechamiento eficiente y sustentable en cada etapa del ciclo hidrológico (CONAGUA,2023).

La Región de Península de Yucatán XII está integrada por 128 municipios de los Estados de Campeche con 11 municipios, Yucatán con 106 y Quintana Roo con 11 que son los siguientes: Bacalar, Benito Juárez, Cozumel, Felipe Carrillo Puerto, Isla Mujeres, José María Morelos, Lázaro Cárdenas, Othón P. Blanco, Puerto Morelos, Solidaridad y Tulum (DOF, 2010) cuenta con una extensión territorial de 141, 736 km² y representa y el 7% del territorio nacional (INEGI, 2002).La región se encuentra al sureste del país, colinda al norte y al poniente con el golfo de México, al sur con el país Guatemala y comparte la cuenca del río Candelaria y la Cuenca de Río hondo, al suroeste con Chiapas y Tabasco, y al sureste con Belice y con este país comparte la cuenca del río Hondo. Dentro de la RHA XII se localizan las regiones hidrológicas 30, 31, 32 y 33 que corresponden a la región Grijalva – Usumacinta, Yucatán Oeste, Yucatán Norte y Yucatán Este respectivamente. (CONAGUA, 2013).

La región se encuentra en una zona kárstica, donde existe una alta permeabilidad en el suelo, el agua se infiltra rápidamente, por eso es necesario gestionar de manera sustentable las actividades económicas que se desarrollan en el territorio porque tienen efectos en los sistemas de cuevas y flujos subterráneos y ecosistemas marinos (Conagua,2021).

2.3 Marco jurídico y políticas públicas relacionadas con la Gestión del Agua en México

El desarrollo de las regiones del país depende del recurso del hídrico, y para poder gestionarlo y conservarlo se necesita una gobernanza fuerte (Velasco, 2019; Pouya *et al.* 2020 & Kamkari *et al.* 2020) además de una reestructuración en las leyes que gestionan el manejo del recurso hídrico que regulen su uso industrial y urbano, y promuevan una cultura de conservación ambiental. (Xue *et al.* 2020).

De acuerdo con la OCDE (2016), la política pública tiene como objetivo mejorar la competitividad, el desempeño turístico y la innovación, en el contexto actual el tema de innovación deberá aplicarse a los procesos para lograr el desarrollo sustentable en los destinos turísticos.

Las leyes para regular la gestión del agua en el país comienzan con la aprobación de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) a finales de 1992 y de su Reglamento a principios de 1994 y la comisión nacional del agua (Conagua, 2006).

Dentro del programa hídrico por organismo de cuenca XII Península de Yucatán, visión 2030, CONAGUA (2006) identifica 30 leyes que se relacionan con la gestión del agua (TABLA4):

TABLA4 Normatividad federal con aplicación a la Región XII:

Leyes y Reglamentos	• Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos • Ley Orgánica de la Administración Pública Federal • Ley General de Bienes Nacionales • Ley de Aguas Nacionales • Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales • Reglamento Interior de la Comisión Nacional del Agua • Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente • Ley General de Salud • Ley Federal sobre Metrología y Normalización • Ley de Pesca • Ley Forestal • Ley Minera • Ley de Navegación • Ley Federal de Derechos • Ley de Contribución de Mejoras por Obras Públicas de Infraestructura Hidráulica • Ley Agraria • Ley del Impuesto sobre la Renta • Ley de Distritos de Desarrollo Rural • Ley Orgánica de los Tribunales Agrarios • Ley de Adquisiciones, Arrendamientos y Servicios del Sector Público • Ley de Capitalización del PROCAMPO • Ley Federal del Mar • Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos • Ley de Desarrollo Social • Ley de Premios, Estímulos y Recompensas Civiles • Ley de Ciencia y Tecnología • Código Penal Federal • Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales • Normas Oficiales Mexicanas
Decretos	Decreto por el que se condonan los créditos generados por los adeudos en el pago del derecho por el uso, aprovechamiento o explotación de aguas nacionales a cargo de los contribuyentes que se indican

Fuente: Elaboración propia, CONAGUA (2021).

TABLA5 Normatividad estatal y municipal con aplicación a la Región XII Leyes y reglamentos.

Estado de Quintana Roo	• Constitución Política del Estado Libre y Soberano de Quintana Roo. • Ley de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo. • Ley Orgánica Municipal del Estado de Quintana Roo. • Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección del Ambiente del Estado de Quintana Roo. • Ley de Salud del Estado Quintana Roo • Ley de Fomento para la Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico para el Estado de Quintana Roo • Código Penal para el Estado Libre y Soberano de Quintana Roo • Ley de Turismo del Estado de Quintana Roo
------------------------	---

Fuente: Elaboración propia, CONAGUA (2021).

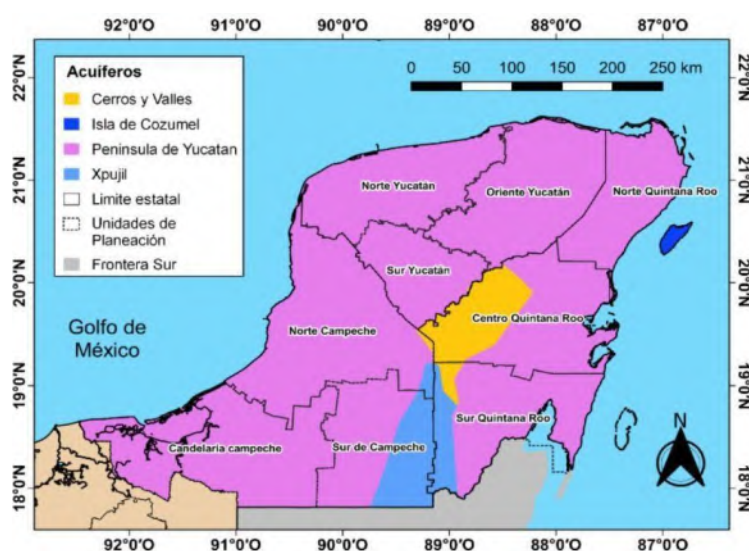
2.4 Situación actual del agua en la Región Hidrológica Administrativa XVII Península de Yucatán

Para diagnosticar la situación hídrica de la región es necesario conocer la disponibilidad (TABLAS 6 y 7) y la calidad del agua en la Península tanto en lo que refiere a las aguas superficiales, como a las aguas subterráneas. Respecto a las aguas superficiales el río de mayor importancia es el Río Hondo que sirve de frontera con 125 km entre México y Belice y se forma de la confluencia del arroyo azul y el río bravo (DOF,2023), es importante considerar que la cantidad de agua que fluye puede variar según la época del año, sin embargo, en el balance de las

aguas superficiales el escurrimiento total de la Región se estima en 5,328 hm³ al año (CONAGUA, 2020).

En el caso de las aguas subterráneas el cálculo de la disponibilidad debe ser por acuífero, de acuerdo con los estudios técnicos correspondientes y conforme a los lineamientos que considera la “NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015, Conservación del recurso agua- Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales” (DOF,2015). A continuación, en el mapa (Figura5) se muestran los acuíferos que integran al organismo de cuenca XII Península de Yucatán y las unidades de planeación en las que la CONAGUA los divide para facilitar su gestión. Para el Estado de Campeche corresponde el acuífero de Xpujil y las unidades de planeación son Campeche Norte, Campeche Sur y Campeche Candelaria; Para Quintana Roo, corresponden los acuíferos de Isla de Cozumel, Cerros y valles y Península de Yucatán y corresponden las unidades de planeación Quintana Roo Norte, Quintana Roo Centro y Quintana Roo Sur y por último para Yucatán el acuífero de la Península de Yucatán y las unidades Yucatán Norte, Yucatán Oriente y Yucatán Sur.

FIGURA5 Acuíferos en la Península de Yucatán



Fuente: Tomada de CONAGUA (2021).

TABLA6 Disponibilidad de agua por acuífero (hm³)

Acuífero	Recarga media anual	Descarga natural comprometida	Volumen concesionado	Volumen de extracción de aguas concesionadas en estudios técnicos (VEAS)	Disponibilidad media anual de agua subterránea
Xpujil	2099.4	1784.1	7.1	0.9	307.2
Cerros y Valles	1194.2	854.9	22.6	31.8	284.9
Isla de Cozumel	208.7	160.4	17.7	0.6	29.9
Península de Yucatán	21 813.4	14 542.2	4657.8	226.4	2386.9
Total	25315.7	17341.6	4762.3	259.9	3008.9

Fuente: DOF (2020)

TABLA7 Datos históricos del valor de recarga media y disponibilidad del 2011 al 2020 de la RHA XII Península de Yucatán

Año	Recarga media Mm ³ /año (Precipitación mm)	Descarga Natural Comprometida Mm ³ /año	Disponibilidad total Mm ³ /año	Volumen de extracción de aguas subterráneas Mm ³ /año	Disponibilidad media de agua subterránea Mm ³ /año
2020	25 315.70 (1,214.16 m) 14.6%	17 305.60 68.30%	7974.06	4965.25	30008.91
2018	25 315.70			1343.50	3487.32
2017	25 315.70			1343.50	4065.26
2016	25 315.70			1343.50	4065.26
2015	25 315.70			1343.50	4065.26
2014	25 315.70			1343.50	4065.26
2013	25315.70 (1 671.53 mm)	19 411.94 76.60%	5 903.76	1343.50	4065.26
2012	25 315.70				5691
2011	25 315.70				5150
2004-2008	37 790.22 (1259.04 mm)19.5%	25 697.34 Estimado 68%	12 092 88	2 368.00	9724.8 estimado
1995	34 959.70 (1 283.06 mm) 19.1%	23 7772.59 Estimado 68%	11 187.11	1023.61	10 163.44 estimado

Fuente: CONAGUA (2020).

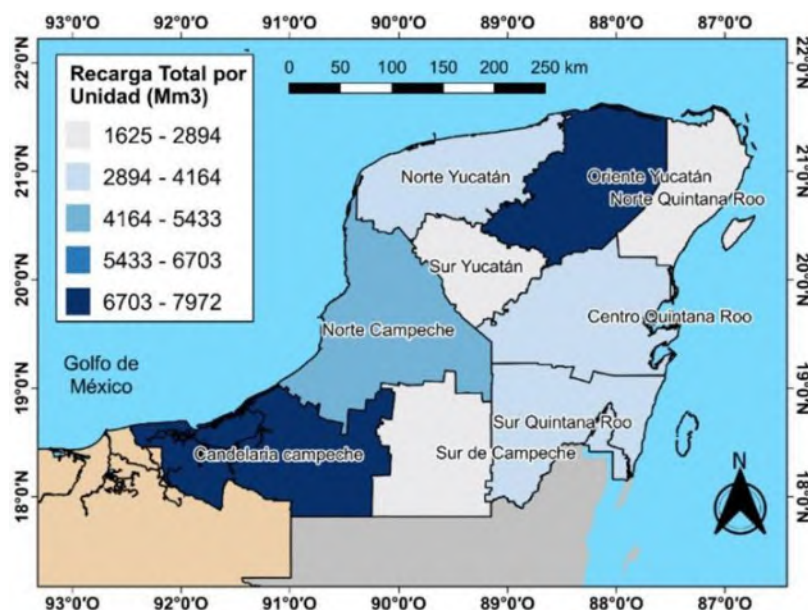
La disponibilidad total del recurso hídrico en la Región Península de Yucatán en año 2020 fue de 7,974.06 Mm³/año, mientras que en 2004 era de 12 902.88 Mm³/año, es posible observar que ha disminuido 4, 118.82 Mm³/año en 16 años.

2.4.1 Recarga

La recarga de agua subterránea ocurre principalmente por la infiltración de la precipitación que por lo menos debe de ser de 798 mm/año, por debajo de este límite no existe recarga en la región (CONAGUA,2021) El promedio de precipitación total en la Península de Yucatán es actualmente de 1,259.04 mm. Además de la precipitación, la recarga también suele ocurrir por la infiltración de cuerpos superficiales o por exceso de agua en zonas agrícolas (IMTA 2019).

Las zonas más importantes de recarga dentro de la Península son la parte suroccidental y nororiental de Campeche, en el resto de las áreas la recarga vertical no es significativa e incluso en algunas áreas costeras de la Península no reciben recarga vertical alguna, sin embargo, pueden recibir recargas vía flujos subterráneos (CONAGUA,2021). En el siguiente mapa (FIGURA6) se identificaron los mm de recarga de cada unidad de planeación, el rango de variación de la recarga más baja es la que corresponde a la zona norte de Quintana Roo con 1,624.69 Mm³, y la más alta de a 7,972.23 Mm³, que corresponde al centro de Campeche, mientras que la recarga vertical total para la Península de Yucatán es de 37,790.22 Mm³ anual.

FIGURA6 Recarga total por unidad de planeación



Fuente: CONAGUA (2020)

TABLA8 Recarga del acuífero Península de Yucatán

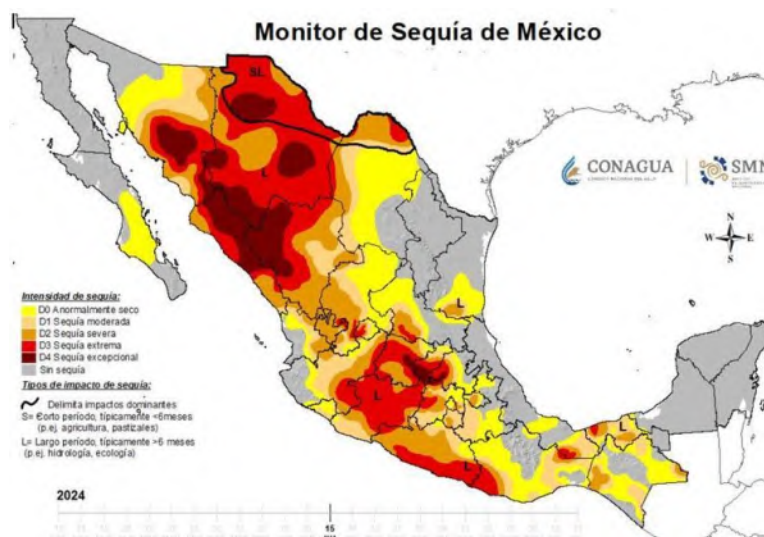
Fuente	Recarga	Descarga Natural Comprometida	Extracción	Presión sobre la disponibilidad
DOF (2020)	25107	17181.2	4 880.76	61.60%
DOF (2011)	25107	17181.2	3413.09	43.10%
Bauer-Gottwein <i>et al.</i> (2011)	37793.55	24902.01	4616.46	35.80%

Fuente: CONAGUA (2020).

A diferencia de las otras regiones hidrológicas del país, la Península de Yucatán no enfrenta problemas de sequía, a excepción de Cozumel que en los años 2018 y 2019 sufrió un fenómeno del “agua salada” debido a la alta concentración de minerales en el suministro de agua, el Dr. Frausto Martínez de la Universidad Autónoma de Quintana Roo explicó que esta situación no se debió a una contaminación directa con agua de mar, sino a una reducción

en el volumen de agua dulce disponible, lo que incrementó la concentración de minerales. Por esta razón, es necesario hacer un uso eficiente del agua para mitigar posibles efectos negativos.

FIGURA7 Sequía en la Región Península de Yucatán



Fuente: CONAGUA (2024)

2.4.2 Eficiencia Física

La eficiencia física evalúa la eficiencia entre el agua consumida y la producida, es decir, es el volumen de agua consumido (m^3) entre el volumen anual de agua potable producido (m^3). En este rubro los sistemas de la PY con una eficiencia promedio regional de 51.33% se encuentran por debajo del promedio nacional de 57.04%.

El Consumo (l/h/d) mide el volumen de agua consumido ($m^3/año$) entre habitantes, estima el consumo real de agua sin tomar en cuenta las pérdidas por fugas en la red y tomas domiciliarias.

En este rubro los sistemas de la PY con un consumo promedio regional de 118.55 l/hab/día resulta superior al promedio nacional de 103.22 l/hab/día. Los sistemas

con mayor consumo (mayor a 150 l/hab/día) son Campeche, Mérida, Yucatán y Playa del Carmen, Quintana Roo.

2.4.3 Crecimiento de la población

A continuación, se muestra una TABLA9 de la población de la Península de Yucatán por unidad de planeación.

TABLA9 Población de la Península de Yucatán

Entidad/ Unidad de Planeación	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2015	2020
Campeche	251556	420553	535185	690689	754730	822 441	899931	928363
CampN	167345	267773	347493	398853	435526	470735	511801	532285
CampC	84211	152780	187692	295390	295390	324824	359706	364364
CampS				23115	23814	26 882	28424	31714
Quintana Roo	88150	225985	493277	874963	1135309	1325578	1501562	1857985
QRooN	19489	77108	248301	575382	817427	969820	1119127	1459428
QRooC	32314	50878	72413	91417	98119	111205	119244	123155
QRooS	36347	97999	172563	208164	219763	244553	263191	275402
Yucatán	757486	1063733	1362940	1658210	1818948	1955 577	2097175	2320898
YucN	520358	764221	984990	1204893	1321368	1422796	1532071	1725548
YucO	142835	177776	219206	266327	297645	318456	338198	356459
YucS	94293	121736	158744	186990	199935	214325	226906	238891
Total	1097192	1710271	2391402	3223862	3708987	4103596	4498668	5107246

Fuente: CONAGUA (2021)

Se puede observar el crecimiento acelerado que se generó en la Región Norte de Quintana Roo de 19 489 habitantes en 1970 a 1, 459 428 en el año 2020 al igual que en la unidad de planeación norte de Yucatán de 520 358 habitantes a 1 725 548, gracias al crecimiento del municipio de Benito Juárez en Quintana Roo y de la ciudad de Mérida en Yucatán.

Actualmente, en promedio cada habitante de la Península consume 340.90 litros por día, mientras que en la región norte de Quintana Roo es de 286.90 litros por día, se observa que la mayor extracción es en Campeche norte con 649.34 litros por día (CONAGUA, 2021).

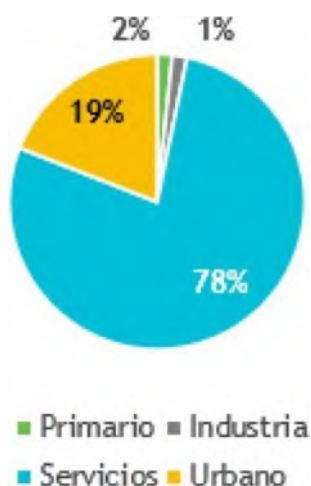
Por otro lado, en 2020, la región norte de Quintana Roo experimentó la mayor

demanda turística. Playa del Carmen destacó con un 18.6 % de los turistas nacionales y un 52.4 % de los visitantes internacionales, mientras que Cancún registró un 16.0 % del turismo nacional y un 38.5 % del internacional.

2.4.4 Presión hídrica

A través de la relación entre la recarga del acuífero y su explotación, se puede concluir el grado de presión. La presión sobre la disponibilidad total del acuífero, en la unidad de planeación Quintana Roo norte asciende a 86.75 %, por lo que sólo está a 13.25 % de ser ocupada por los diversos sectores productivo y público urbano, colocando en riesgo la Descarga Natural Comprometida (salud de ecosistemas y dilución de contaminantes). En la Figura8 se muestra la proporción del volumen de agua subterránea concesionado para la Región Norte de Quintana Roo por uso de agua.

FIGURA8 . Proporción del volumen de agua subterránea concesionado para la Región Norte de Quintana Roo por uso de agua.



Fuente: CONAGUA (2021)

2.4.5 Uso de suelo

Actualmente, las actividades agroindustriales, ganaderas y el turismo masivo han afectado a la Península, tan solo en el 2013 se perdieron 80 mil hectáreas de

cobertura vegetal (40% del total del país) equivalentes al 2.3 % de la superficie arbolada de la región, es importante tener en cuenta que esta cobertura vegetal brinda diversos servicios ambientales, sin embargo la modificación de flujos de agua, la contaminación y la falta de planeación en el desarrollo han ocasionado la degradación y la pérdida progresiva (CONAGUA,2020).

Por otro lado, a favor de la conservación en la Península de Yucatán se ubican 23 sitios RAMSAR (tratado intergubernamental y de cooperación internacional para conservar y hacer uso racional de los humedales y sus recursos) con un área total de 27,535 km², de los cuales tres se encuentran en Campeche con el 36 por ciento de la superficie total, 12 en Quintana Roo con el 42 por ciento de superficie y ocho en Yucatán con el 22 por ciento. También encuentran 432 humedales, entre continentales y artificiales, que abarcan un área total de 35,423 km² y 43 Áreas Naturales Protegidas (ANP) en diferentes modalidades. Las mismas, abarcan un área total de 47 276.7 km².

2.4.6 Uso del agua

A continuación, se muestra en la TABLA10 los usos del agua en la Península de Yucatán. Se puede observar que el mayor uso es el agrícola en la región con 3168.03 Mm³/año, seguido de los servicios con 655.88 Mm³/año, mientras que en Quintana Roo el total del uso del agua es de 907.71 Mm³/año, siendo el mayor uso el de servicios con 626.66 Mm³/año, y particularmente en la unidad de planeación del norte de Quintana Roo se usan 625.47 Mm³/año en servicios.

TABLA10 Usos de agua en la Península de Yucatán

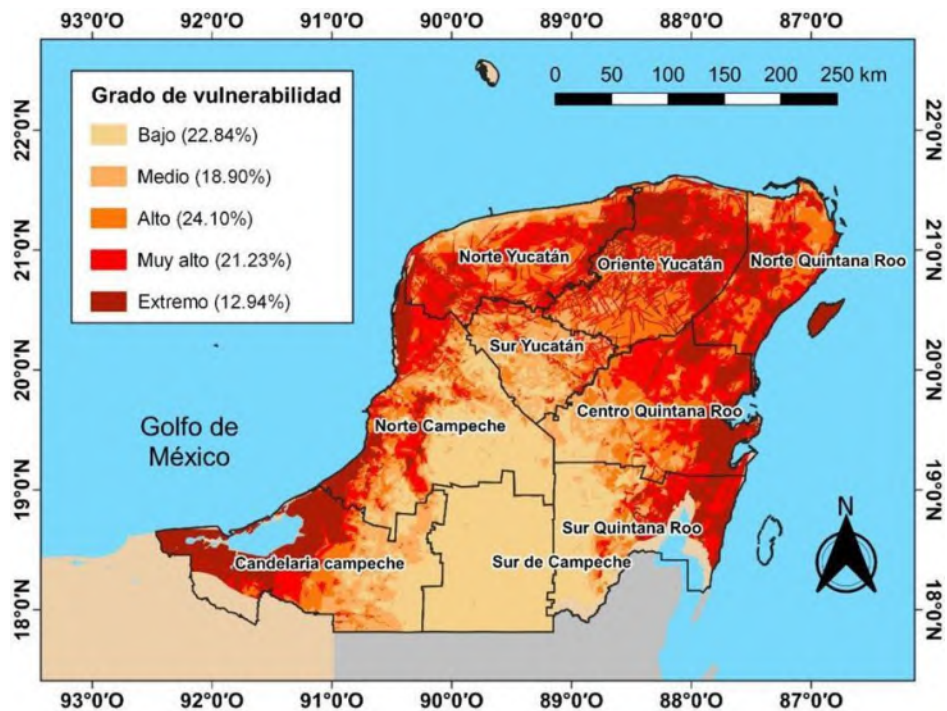
Actividad	Campeche Mm³/año	Yucatán Mm³/año	Quintana Roo Mm³/año	Total	% del total.
Acuacultura	18.54	2.34	1.32	22.2	0.4700
Agrícola	1068.14	1751.95	347.94	3168.03	68.300
Agroindustrial	0.18	0.04	0.05	0.27	0.005
Doméstico	0.11	0.2		0.31	0.005
Industrial	20.06	51.74	15.39	87.19	1.88
Otros	0.02			0.02	0.0005
Pecuario	9.99	41.73	0.94	52.66	1.1300
Público Urbano	173.09	249.37	211.18	633.64	13.6
Servicios	6.96	22.26	626.66	655.88	14.1
Múltiples	1.39	10.18	5.02	14.09	0.30
Total	1298.5	2130.67	1208.51	4637.68	100
%	28%	46%	26%		

Fuente: CONAGUA (2020)

2.4.7 Vulnerabilidad del acuífero

La vulnerabilidad del agua subterránea frente a los contaminantes generados por las actividades humanas toma en cuenta las características geológicas, hidrológicas e hidrogeológicas de un área, sin embargo, es independiente de la naturaleza de los contaminantes, a continuación, en la Figura9 se muestra la vulnerabilidad de la Península de Yucatán.

FIGURA9 Vulnerabilidad de la Península de Yucatán



Fuente: CONAGUA (2020)

A mayor volumen de aguas residuales generado es mayor la vulnerabilidad que presenta el territorio, en las zonas de Campeche Norte y Quintana Roo Norte la vulnerabilidad es muy alta, seguido por las Unidades Yucatán norte, con grado “Alto” y “Muy Alto”, y Yucatán oriente, en donde la vulnerabilidad “Extrema” predomina.

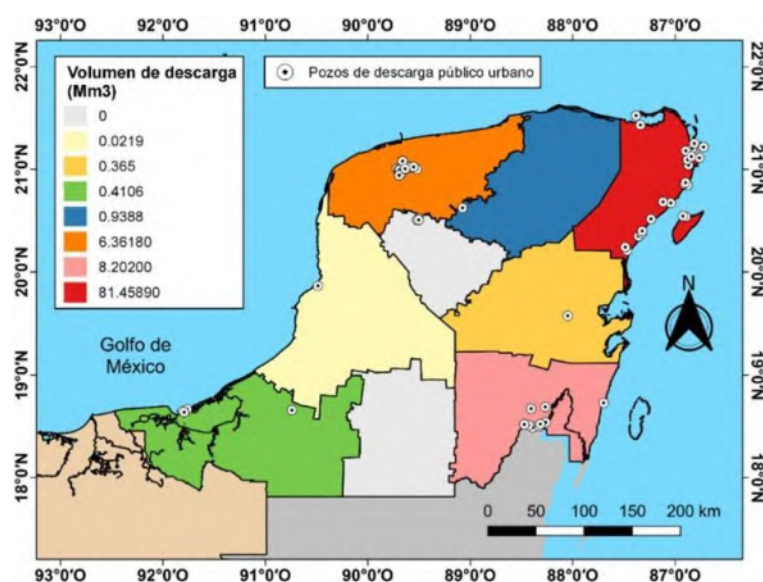
La actividad agrícola es la que mayor cantidad de agua de descarga presenta, y tiene una mayor dispersión territorial, por lo que es la que resulta complejo controlarla, seguida de las descargas público-urbanas que a diferencia se encuentran bien localizadas y por último las descargas de la agroindustria y pecuarias en la unidad de planeación Yucatán Norte.

2.4.8 Retorno de descargas de aguas residuales

De acuerdo con el REPDA para junio del 2020 en la península de Yucatán se tienen 6,756 permisos de descarga de aguas residuales emitidos por la CONAGUA para un volumen total de 956.25 millones de metros cúbicos (que corresponden a 3,684 títulos de concesión y 51 títulos de asignación de agua). El 68% de este volumen corresponde a aguas residuales provenientes de uso servicios, otro 16.5% son aguas que provienen de uso industrial, un 10% son descargas de uso público urbano, un 3.6% al uso acuícola y un 0.67% al uso pecuario.

Las descargas de aguas residuales derivadas del servicio público urbano provienen de 163 pozos (Figura10) de inyección vinculados a plantas de tratamiento de aguas residuales municipales, con una descarga total de 97.76 Mm³/año. Dichos pozos se encuentran principalmente en la Región Norte de Quintana Roo, con descargas de 82.39 Mm³ anuales (el 83.31% del total por la actividad asociada al turismo), seguido por la unidad de planeación del Sur de Quintana Roo y la unidad de planeación de Yucatán Norte con 8.202 y 6.3618 Mm³/año respectivamente.

FIGURA10 Ubicación de pozos de descarga público urbano (pozos de absorción o inyección).



Fuente: CONAGUA (2021)

2.4.9 Situación de los servicios de agua potable, drenaje y saneamiento

La inversión en infraestructura de agua potable, drenaje y saneamiento a nivel peninsular alcanzó en el año 2020 un monto acumulado de 18.4 mil millones de pesos, con aportaciones principalmente de la CONAGUA, estados y municipios. De este monto, el 30% corresponde a Campeche, un 41% a Quintana Roo y un 29% a Yucatán, debido al crecimiento poblacional acelerado Quintana Roo debió de buscar fuentes de financiamiento alternativas y obtuvo 1,887 millones de pesos, de los cuales de los que un 52% corresponden a recursos de programas normados por la CONAGUA, un 45% a otros programas (FAFEF, FIFONMETROR23, FISE, FONSUR, FORTAFIN -R23, PDR-R23 y PEI) y un 4% a recursos propios. El 46% de esta inversión la dedicó a acciones de drenaje sanitario, un 7% a drenaje pluvial y el 47% a obras de agua potable.

Cobertura de agua potable

El estado de campeche reporta un 93%, el de Quintana Roo 97% y el estado de Yucatán el 98% (CONAGUA, 2021).

Cobertura en saneamiento

Mientras que Yucatán es el Estado que mayor cobertura de agua potable tiene de la región, no así en saneamiento, que cuenta con el 87% de cobertura, Campeche con el 92% y Quintana Roo con el 96%.

En la TABLA11 se muestra la cobertura de alcantarillado y drenaje en la Región de la Península de Yucatán.

TABLA11 Cobertura de alcantarillado y drenaje

Estado	Total, de viviendas	Disponen de drenaje	Red pública	Fosa o tanque séptico
Campeche	260 221	94%	9%	90%
Quintana Roo	574 124	97%	74%	24%
Yucatán	656 907	92%	13%	85%

Fuente: CONAGUA (2021).

2.4.10 Inversión en infraestructura

El Fondo de Aportaciones a la Infraestructura Social (FAIS) ha destinado en la Península de Yucatán cerca de 4 mil 887 millones de pesos de 2014 a 2019 en rubros relacionados con Agua y Saneamiento y obras para la provisión y preservación de la calidad del agua, de ese total se invirtieron 540 913 566 millones de pesos en la Región Norte de Quintana Roo, la prioridad de inversión fue la instalación del drenaje sanitario con 259, 928, 903 millones de pesos, seguido de los pozos de absorción, la red de sistema de agua potable y por último los sanitarios con biodigestores.

2.4.11 Calidad del agua

Para conocer la calidad del agua la RHA XII Península de Yucatán cuenta con 331 puntos de monitoreo del agua, 78 de ellos se ubican en Campeche, 138 en Quintana Roo y 115 sitios en Yucatán que opera la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua, esta red también brinda información sobre el índice de calidad del agua en forma de semáforo, el cual califica el grado de cumplimiento de los diversos parámetros estudiados con las normativas aplicables y límites de tolerancia permitidos. Dicho semáforo está conformado de acuerdo con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 y la Norma Oficial Mexicana NOM-001- SEMARNAT -1996 (CONAGUA,2020).

El semáforo muestra que en la Península de Yucatán del total de 331 sitios, 60 (46%) presentan una calidad excelente, 64 sitios (49%) presentan una calidad aceptable, prestándose valores significativos en los parámetros de SDT, Conductividad y Dureza, que son producto de las condiciones geohidrológicas y que limitarían algunos usos, por último 7 sitios (5%) presentan una calidad limitada, ya que se presentan valores significativos de Nitritos, Dureza, Arsénico, Fierro, Coliformes Fecales y Plomo (Derivado de descargas de aguas residuales, actividades industriales y agropecuarias)(CONAGUA,2021).

2.4.12 Tratamiento de aguas residuales

La Península de Yucatán cuenta con 77 plantas en operación, con una capacidad instalada de 3,672 litros por segundo y un caudal tratado de 2,346 litros por segundo. Los niveles de cobertura de tratamiento regional se encuentran por debajo del nivel nacional, Campeche presenta mayor cobertura con 67%, Quintana Roo 57.2% y Yucatán solo el 5.3 % (CONAGUA,2021).

TABLA12 Plantas de tratamiento por entidad federativa.

Entidad	En operación			
	Número de plantas	Capacidad instalada (l/s)	Caudal tratado (l/s)	Cobertura de tratamiento %
Campeche	19	515	94	67
Quintana Roo	29	3012	2017	57.2
Yucatán	29	509	235	5.3
Regional	77	3672	2346	
Nacional	2642	194715	141479	65.7

Fuente: CONAGUA (2021)

2.4.13 Contaminación del agua en la Península de Yucatán

Los acuíferos de la región son muy vulnerables a la contaminación debido a que presentan un suelo tipo cárstico con una estructura geológica fracturada y de gran permeabilidad, con un sistema de cenotes que permiten el flujo del agua subterránea de tierra adentro hacia la costa, lo cual, facilita la rápida infiltración y transporte de contaminantes. Uno de los graves problemas de contaminación de la península son el agua extraída para uso público que no recibe un tratamiento de plantas que tienen un permiso concesionado para descargas de aguas nacionales, así como el fecalismo al aire libre que genera contaminación en las aguas subterráneas, el porcentaje que representan estas descargas es del 60% y la infiltración de compuestos orgánicos y biológicos derivados de las actividades pecuarias, principalmente la de cerdos (CONAGUA,2020).

La contaminación derivada de las granjas porcícolas y avícolas que se encuentran principalmente en la zona geohidrológica del anillo de cenotes en Yucatán Norte; y se manifiesta principalmente por la presencia de amonio y sulfatos que son tóxicos para los peces y la vida marina, además el exceso de nutrientes favorece el crecimiento de las algas, favoreciendo la proliferación de larvas de insectos nocivos, y se provoca la eutrofización de los cuerpos de agua.

Además, la precipitación pluvial se infiltra directo en el acuífero, se estima que esto equivale a un volumen de 344.5 Hm³ de agua que arrastra y transporta directo al acuífero un conjunto de contaminantes, que incluyen grasas, aceites y múltiples compuestos químicos y son fuente de contaminación del acuífero.

Por otro lado, el agua total utilizada para riego agrícola, parte se evapotranspira, otra parte se infiltra en el suelo y otra logra entrar a las aguas subterráneas. CONAGUA estima que el 30 % de la extracción total de este uso se retorna al acuífero incorporando en este caso mucho de los contaminantes utilizados como plaguicidas y herbicidas, incluyendo fertilizantes químicos, se estima que son 396,000 m³ los que se infiltran en el acuífero por esta actividad.

Fuentes de contaminación en la zona urbana y turística de Cancún

1. -Asentamientos habitacionales regulares e irregulares (aproximadamente 3,150 ha) que carecen del servicio de alcantarillado; además del Ejido Bonfil con superficie de 4,000 ha. Y con una población estimada de 320,000; caudal del agua residual infiltrado de aproximadamente 400 a 450 litros por segundo.
2. -Existen zonas habitacionales con cobertura en que los usuarios no han conectado sus descargas de agua residual al alcantarillado.
3. -Carecen de alcantarillado corredores con desarrollos turísticos, servicios y usos mixtos: Puerto Juárez – Punta Sam (4.5 km) y carretera 307 de Parque Cancún – Aeropuerto (10 km).
4. - Grave problema de disposición de basura y residuos sólidos y de manejo especial, en la periferia de la ciudad, en terrenos desocupados, en la cercanía a cenotes urbanos y de los sistemas lagunares, con impacto directo en la calidad de agua de las lagunas por lavado y lixiviación por la lluvia.

A continuación, se muestra la FIGURA11 de los sitios de monitoreo de la calidad del agua en Cancún.

FIGURA11 Sitios de monitoreo de calidad del agua en la zona urbana y turística de Cancún



Fuente: (CONAGUA,2021).

2.4.14 Principales problemáticas de la RHA “Península de Yucatán”

De acuerdo con el Plan Hídrico Regional (2021) las principales problemáticas del agua son: el acceso a los servicios de agua potable y saneamiento insuficiente e inequitativo, el uso ineficiente del agua que afecta a la población y a los sectores productivos y el deterioro cualitativo y cuantitativo del agua en cuencas y acuíferos.

Infraestructura de agua potable y saneamiento insuficiente e inequitativo

El principal problema es la falta de acceso al agua potable para uso doméstico, esto debido a la falta de cobertura de red, a que el tandeo de agua en la red proporciona agua insuficiente para las necesidades básicas, a la falta de sistemas de almacenamiento para reducir impacto en el tandeo, a la falta de sistemas de bombeo, falta de cobertura de drenaje a la inequidad en la distribución porque se priorizan a los hoteles y a algunas zonas urbanas, a la falta de pozos de extracción, a la red insuficiente de agua potable en islas, a que el crecimiento poblacional rebasa la capacidad de la red de abastecimiento y a las zonas de extracción difíciles y costosas para la perforación. Seguido de fugas en el sistema del agua potable, porque el agua con exceso de sal facilita que las tuberías se dañen.

Calidad y uso eficiente del agua

La presencia de contaminantes en el recurso hídrico es un problema de gran importancia regional, ya que compromete la salud pública y la seguridad alimenticia.

Los problemas que se presentan respecto a la calidad del agua son los siguientes: falta o exceso de cloración, existen plantas potabilizadoras mal diseñadas o mal mantenidas y personal mal capacitado, no hay suficiente filtrado de metales pesados, no se cumplen los estándares de consumo humano, las plantas potabilizadoras municipales que dedican mayor atención al sector hotelero, el

almacenamiento de agua abierto genera el dengue, las desaladoras y plantas de tratamiento de agua son insuficientes, el agua contiene exceso de minerales como sarro, azufre y calcio, hacen falta fosas sépticas funcionales, falta supervisión en la construcción de fosas, existen descargas de aguas residuales mediante sumideros, hace falta de cultura y consciencia sobre los riesgos de la contaminación y el desperdicio por falta de la cultura del agua en la población, falta de interés en las escuelas, falta de interés por instalar servicios ahorradores, otorgamiento de concesiones sin análisis de disponibilidad de agua, falta de regulación y vigilancia del consumo del agua, uso excesivo de agua para limpiar y mantener albercas, uso excesivo de agroquímicos, no hay regulación en los tipos de agroquímicos permitidos y las descargas de aguas contaminadas no reguladas.

Además, el flujo subterráneo de aguas contaminadas fluye a otras zonas, por ejemplo, la contaminación del Sur de Yucatán fluye a los cuerpos de agua del Centro de Quintana Roo, las granjas porcícolas y avícolas tiran sus residuos al manto freático y contaminan a través de los residuos sólidos y la materia orgánica y por último el mal manejo de la basura que a falta de recolección genera tiraderos comunitarios a cielo abierto que se inundan y la basura fluye a ríos y el mar.

Las descargas e infiltración de aguas residuales no tratadas

La contaminación del acuífero se debe principalmente a la falta de tratamiento de aguas residuales. Los diversos sistemas de drenaje presentan distintos niveles de riesgo: las viviendas sin drenaje carecen completamente de tratamiento, mientras que las fosas sépticas alcanzan una eficiencia promedio del 40% al 60%. Por otro lado, las plantas de tratamiento logran una eficiencia superior al 90%, lo que resalta la importancia de su implementación para la protección del recurso hídrico.

TABLA13 Situación del tratamiento de aguas residuales estatales al 2020

Estado	PTARs	Caudal tratado		Factor de planta	Vivienda con acceso a la red pública	Volumen tratado por vivienda conectada a la red m3/año
		l/s	m³/año			
Campeche	19	94	2966414	62.30%	24484	121
Quintana Roo	703	2343	73964	70.40%	423520	175
Yucatán	29	235	7416036	46.20%	85 720	87
Total, PY	80	2673	84347153		533724	158

Fuente: CONAGUA (2021)

Falta de uso eficiente del suelo evitando la deforestación

Esta problemática se trata del crecimiento urbano no planificado e irregular, el incremento de asentos irregulares por la obra del tren maya, la migración de población marginada, la deforestación y afectación a manglares, la pérdida de conectividad hidrológica por carreteras, la salinización de manglares y la deforestación para desarrollo turístico o infraestructura urbana.

Falta de inversión en tecnología para el cuidado del agua

Los recursos financieros son insuficientes para hacer frente a las necesidades de inversión, incluso para los requerimientos de operación y mantenimiento regular de la infraestructura actual, falta de inversión en drenaje, no hay dinero para identificar y reparar fugas, falta de inversión en mantenimiento y actualización de tuberías de la red pública, falta de capacidades locales para construir y operar plantas tratadoras de aguas residuales y no hay suficiente exigencia para la implementación de plantas de tratamiento privadas.

La falta de inversión se deriva de la falta de financiamiento, por un lado, la falta de recursos gubernamentales de la federación y los estados, pero también la necesidad de otras fuentes de financiamiento. Algunas de estas fuentes son la

recaudación de pagos por el servicio de agua potable, recaudación filantrópica por parte de Organizaciones de la Sociedad Civil, cobros y multas a empresas, financiamiento internacional y cofinanciamiento, entre otros.

Falta de gestión integrada

Esta falta de gestión inicia desde que la información relacionada con el agua en la Península es escasa dispersa y poco sistematizada lo que se traduce en muchas dificultades para la planeación y para la toma de decisiones del manejo integrado del recurso hídrico. El monitoreo actual de la situación del acuífero es insuficiente, además los coordinadores de los Órganos Auxiliares a nivel de Gerencia, los vocales, usuarios del agua, representantes de la sociedad civil e indígena, investigación y academia tienen visiones distintas, lo que genera una falta de articulación, por otro lado, muchos municipios carecen de capacidades técnicas, humanas, administrativas, económicas, financieras y ambientales, además cada tres años que cambia la administración se inicia desde cero lo que retrasa los posibles avances en materia de gestión, por parte de la población existe una limitada cultura del agua y la falta de interés y herramientas para participar en la gestión del agua.

2.5 Región Norte de Quintana Roo

El estado de Quintana Roo se divide en 3 regiones: norte, centro o maya y sur, esta división se generó debido a que en cada una de ellas se realizan diferentes actividades económicas, dentro de cada una existe una diversidad en los recursos naturales y se manifiestan diferentes necesidades socio-culturales, el presente estudio se sitúa en la región norte que es la región donde principalmente se lleva a cabo la actividad turística y en la cual la mayoría de la población pertenece a otros estados de la República (SEP,2014).

FIGURA12 Región Norte de Quintana Roo



Fuente: Tomada de SEP (2014).

2.6 Regionalización económica funcional

A través de este tipo de regionalización se determina como se estructura y funciona la actividad económica en el espacio, a través de las interrelaciones existentes entre las actividades económicas, su espacio de localización y sus funciones, en esta regionalización se observa la cohesión interna y la separación externa de los flujos espaciales (Albarrán,2017).De acuerdo con Montalvo-Hernández (2015) una regionalización turística debe basarse en el comportamiento de los territorios, su identidad, sus capacidades y su perfil turístico como elementos para atraer a turistas internacionales.

En Quintana Roo, los municipios de la región norte comparten una dinámica turística similar, recibiendo visitantes que llegan a través del Aeropuerto Internacional de Cancún. Además, las principales cadenas hoteleras tienen presencia en cada uno de los seis municipios que conforman esta región: Solidaridad (Playa del Carmen), Benito Juárez (Cancún), Puerto Morelos, Lázaro Cárdenas (Holbox), Isla Mujeres y Cozumel, lo que permite una oferta diversificada y accesible para los turistas.

Esta región inició con el establecimiento de la ciudad de Cancún en el año 1970, misma que pertenece al proyecto de los Centros Integralmente Planeados de FONATUR, y de manera paulatina se fueron sumando los municipios vecinos (García,2008), cabe mencionar que fue hasta 1993 cuando se integró el municipio de Solidaridad, con la intención de conectar el corredor turístico Cancún-Tulum, que se le conoce comercialmente como Riviera maya, para potencializar el desarrollo turístico de la región (Marín, 2008, p. 122).

A este fenómeno (Ramírez *et al.*, 2016) lo nombra regionalización turística, porque fue a través de la actividad turística que se urbanizó la región norte de Quintana Roo y se convirtió en un motor de empleo, sin embargo, esta es muy vulnerable debido a su alta dependencia del sector turismo, que cualquier crisis medioambiental es capaz de frenar la economía.

2.7 Ciclo de vida de los destinos turísticos

Considerando el ciclo de vida de los destinos turísticos, SEDETUR (2021) ha elaborado la siguiente TABLA14 que clasifica a los destinos de acuerdo con las características de oferta de infraestructura, llegada de turistas y productos turísticos, el posicionamiento del destino, su dependencia a la actividad turística y su situación ambiental y social.

TABLA14 Características del ciclo de vida de cada destino

Comportamiento e impacto del turismo							
Tipo de destino	Número de Turistas	Oferta de alojamiento y otros servicios	Desarrollo de productos y actividades complementarias	Marca Destino	Dependencia de la economía local al turismo	Estado del patrimonio natural y cultural	Estructura y conflictos sociales
Potencial	Incipiente	Incipiente/nula	Insipiente/ nula	Sin marca	Poca	En estado pristino o bien conservado	Pocos conflictos, se conservan tradiciones locales
Emergente	Constante y en crecimiento	En crecimiento desordenado para atender demanda	Pocos productos y actividades	Marca desarrollada	Entre media y alta	En buen estado, pero en riesgo de deterioro	Se empieza a ver conflictos por los recursos
En desarrollo	En franco crecimiento	En crecimiento estabilizado	Desarrollo de productos mas especializados	Marca en proceso de posicionamiento	Alta	En estado regular se empiezan a observar los problemas	Conflictos aislados en crecimiento
Consolidado	En crecimiento tendencial	Crecimiento lento	Desarrollo de productos masivos	Marca posicionada	Alta	Se encuentran problemas más importantes	Conflictos más complejos y multivariantes
Maduro	Crecimiento nulo, lento o decrecimiento	Crecimiento nulo, lento o decrecimiento	Crecimiento lento o nulo	Estacionamiento en el desarrollo de productos	Alta, pero diversificándose	Degradación clara de ecosistemas y/o patrimonio cultural	Importantes conflictos sociales derivados de la actividad

Fuente: SEDETUR (2021).

2.8 Municipios de la Región Norte de Quintana Roo

1. Cancún

Cancún significa en lengua maya “Nido de Serpientes” y fue ocupado originalmente por el grupo maya los Itzaes, ellos construyeron los centros ceremoniales de Tulum, Coba y Kohunlich (SEPOMEX, 2020). Se encuentra ubicado en las coordenadas 21°09'38"N 86°50'51"O al noreste del Estado de Quintana Roo, fue cartografiado por primera vez en 1776 por el español Juan de Dios González (SEPOMEX, 2020), es reconocido como destino turístico internacional, es el primero de los centros integralmente planeados (CIP) de FONATUR EN 1974, un año después se constituyó el municipio de Benito Juárez, donde cuya cabecera es Cancún (SEDETUR, 2016).

El desarrollo de la zona hotelera cuenta con 23 km de hoteles, comercios y residenciales frente a la playa, cuenta con 5 campos de golf, y con playas públicas como playa tortugas, marlín y playa delfines, esta última tiene la certificación blue flag y playas limpias, así como el parque público de Playa Langosta. También cuenta con 4 universidades públicas y es sede de 3 equipos deportivos profesionales: los Tigres, de béisbol; los Potros del Atlante y los Pioneros de Quintana Roo, ambos de fútbol (SEPOMEX, 2020).

2. Puerto Morelos

Se localiza entre las coordenadas geográficas 20° 51' 13" Norte, 86° 52' 31" Oeste, frente a sus costas se encuentra una barrera arrecifal la cual forma parte del Gran Cinturón de Arrecifes del Atlántico Occidental y que es la segunda barrera de arrecifes más grande del mundo y es un área natural protegida, desde 1998.

Cuenta con una población de 26,921 habitantes (INEGI, 2020) es el undécimo municipio de Quintana Roo, a partir del año 2016, su extensión territorial es de 1 mil 043.921 kilómetros cuadrados y su litoral costero de 17.7 kilómetros cuadrados.

Es en el año de 1889 cuando se funda la primera empresa que le pertenecía a Faustino Martínez y se llamaba “Compañía colonizadora de la costa oriental de Yucatán”, pero fue hasta el siglo XX, cuando pasó a manos del Banco de Londres y del Banco de México que se crea un pequeño puerto exportador de chicle, palo de tinte y maderas preciosas, de ahí nació Puerto Corcho, hoy conocido como Puerto Morelos.

La superficie del centro de la población de Puerto Morelos se encuentra distribuido sobre una planicie kárstica costera de inundación, en donde se ubica el mayor porcentaje del desarrollo urbano actual, el 46.34% de la población se conforma en una zona de costa de inundación intermareal constituida mayormente por humedales, cuenta con ecosistemas de playa, duna costera, manglares y selva húmeda.

3. Solidaridad (Playa del Carmen)

Playa del Carmen. - es la cabecera del municipio de Solidaridad, Quintana Roo, localizado al sureste de México, y al sur de Cancún. Ubicada en las coordenadas 20,62° Norte y 87,07° Oeste.

cuenta con un litoral de 80 Km. en la costa del Mar Caribe, está constituida por una vegetación selvática mediana subperennifolia y subcaducifolia, y selva baja subperennifolia, comunidades de manglares, arrecifes coralinos, cenotes, playas y una vasta flora y fauna.

Su principal actividad económica es el turismo y el acelerado crecimiento poblacional ha favorecido la industria de la construcción, su población está conformada por nacionales y extranjeros.

4. Isla Mujeres

El municipio de Isla Mujeres, Quintana Roo, se localiza en la parte norte del estado, a los 21°15' latitud norte y 86°45' longitud oeste. Tiene una extensión

de 1,100 km² y comprende Isla Mujeres, Isla Blanca, Isla Contoy y una gran parte la zona continental, es un terreno plano con elevaciones no mayores a los 20 metros y su constitución está formada en la mayor parte por piedra caliza y materiales arenosos que datan del cuaternario reciente, por vegetación secundaria, algunas zonas de mangle y costas, no tiene corrientes superficiales de agua y se consideran tres lagunas: la Laguna Conil, compartida con el municipio de Lázaro Cárdenas; la Laguna Chakmochuk y la Laguna Macax, que son entradas del Mar Caribe.

Entre las áreas naturales protegidas en el municipio están el Parque Nacional Isla Contoy que incluye la isla y el ambiente marino alrededor de ella. Isla Contoy tiene una extensión de 7.3 Km. de largo por 800 metros de ancho.

5. Cozumel

En el idioma maya Cozumel significa "Isla de las Golondrinas" se localiza entre las coordenadas extremas, al Norte 20 grados 36', al Sur 20 grados 16' de Latitud Norte; al Este 86 grados 44' y Oeste 87 grados 20' de Longitud Oeste, tiene una extensión total de 647.33 km² lo que representa el 1.27 % del estado. Comprende la isla de Cozumel, islotes y cayos adyacentes resaltando su orografía la cual se destaca por ser una planicie sin elevaciones importantes que no llegan a más de 20 metros de altura, la isla mide alrededor de 48 km de Norte a Sur y 14.8 km de Este a Oeste, su población de acuerdo con el censo de (INEGI,2020) es de 88,626 habitantes.

En cuanto a hidrografía, en Cozumel al igual que en la mayor parte del territorio del estado, carece de corrientes superficiales de agua debido a la permeabilidad del suelo, sin embargo, en la zona sur se localizan entradas de agua marina, conocidas como lagunas, siendo Laguna Colombia y Chankanaab y al norte Laguna Ciega todas ellas de agua salobre; En la isla se alberga cerca del 40 por ciento de la flora de Quintana Roo: 23 especies

de anfibios y reptiles, 224 de aves, 15 de mamíferos terrestres y 24 de murciélagos, de las que al menos 31 son endémicas, como la lagartija pica sombra, el mapache pigmeo, el coatí isleño, el pez sapo espléndida, y el cenizotle.

6. Holbox (Lázaro Cárdenas)

7. El municipio de Lázaro Cárdenas está situado en el extremo norte de Quintana Roo, se localiza en las coordenadas extremas al norte 26°36', sur 20° 35' de latitud norte, al este 87° 05' y al oeste 87° 44' de longitud oeste, su cabecera municipal se ubica en Kantunilkin, cuenta con 29, 171 habitantes y se encuentra dividido en dos alcaldías Holbox e Ignacio Zaragoza, su nombre es en honor al General Lázaro Cárdenas del Río, porque fue él quien restituyó la autonomía del territorio, es una llanura rocosa y salina, respecto a su hidrografía está conformado por laguna chabela, laguna recreo y no tiene corrientes de agua disponibles.

2.9 Situación actual de los municipios de la Región Norte de Quintana Roo

A continuación, se muestra la TABLA15 con los principales indicadores respecto a la gestión del agua en los seis municipios que integran la Región Norte de Quintana Roo.

TABLA15 Indicadores de la gestión del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo.

Agua	Variables	Indicadores para cada destino turístico		Cancún	Puerto Morelos	Playa del Carmen	Isla Mujeres	Cozumel	Lázaro Cárdenas (Holbox)
	Acceso al agua potable	Proporción de la población que tiene acceso a servicios de agua potable		98.6%	72%	95.5%	94.42%	70.06%	96.01%
	Contaminación del agua	Proporción de tratamiento de aguas residuales en cada		99.92%	57%	95.5%	97%	69.64%	8.20%
		Organismo Operador de Agua potable y		Aguakan	Aguakan	Aguakan	Aguakan	CAPA	CAPA
		Número de plantas tratadoras de aguas		10	1	4	1	2	1
Tierra	Desarrollo urbano sustentable	Número de regulaciones municipales	Programa de Desarrollo	✓ 2018-2030	No cuenta	✓ 2010-2050	✓ 2010-2030	✓ 2006, última modificac	No cuenta con PDU
			Programa de Ordenamiento	✓ 2014	Se publican avances	✓ 2009	✓ 2001	✓ 2008	No cuenta con POEL
			Reglamento de	✓ última reforma	✓ 2017	✓ 2007	✓ 2002	✓ 2010	No cuenta con reglamento
			Reglamento de						
	Salud costera	Reglamento de Ecología	✓ 1996	✓ 2019	✓ 2008	✓ 2009	✓ 2006	No cuenta con reglamento	
Número de entrevistas a autoridades regionales				2					
Número de entrevistas a autoridades estatales				1					
Número de entrevistas a autoridades municipales y hoteleros				5	5	5	5	5	5

Fuente: Elaboración propia con base en los planes de desarrollo de cada municipio, (SEDETUR, 2021 y Morgan *et al.* 2022).

TABLA16 Etapa del ciclo de vida de cada destino turístico

Región Norte de Quintana Roo				
Etapa del ciclo de vida del destino	Potenciales	Emergentes	Consolidados	Maduros
Destinos				
		Holbox	Cozumel	Playa del Carmen
			Puerto Morelos	Cancún
			Isla Mujeres	

Fuente: Elaboración propia con base en SEDETUR (2021).

2.10 Actividad turística y la gestión del agua

El turismo y diversas actividades humanas dependen de los servicios proporcionados por los ecosistemas costeros. Sin embargo, la sobreexplotación de los recursos naturales debido a la actividad turística está ejerciendo una presión significativa sobre estos ecosistemas, afectando su equilibrio y poniendo en riesgo a las especies que los habitan, lo que genera un impacto negativo en el ambiente (Drius, 2019).

Desde la década de 1950, con el auge de los hoteles todo incluido (Guerrero y Ramos, 2014), la demanda turística ha aumentado considerablemente, lo que ha provocado un incremento en el consumo de agua en los centros urbanos y turísticos (Morote *et al.*, 2018).

El agua es un recurso esencial para la actividad turística, utilizada en múltiples procesos como el uso en baños, lavandería, producción de alimentos, recreación, deportes acuáticos y el riego de jardines (Brito *et al.*, 2020; Santa Cruz *et al.*, 2020). Los hoteles de lujo con certificación de diamantes consumen más agua que aquellos

de menor categoría, por lo que optimizar su gestión hídrica se ha convertido en una estrategia competitiva clave (Brito *et al.*, 2020). La eficiencia en el manejo del recurso hídrico se define como la relación entre el beneficio obtenido y el consumo mínimo posible (IRP, 2019). En el proceso de producción de servicios de hospedaje, a mayor nivel de lujo ofrecido, mayor es el consumo de agua.

A nivel global, el consumo de agua por parte de la industria turística representa un porcentaje relativamente bajo en comparación con otras actividades productivas, como la agricultura o la industria, las cuales contribuyen en un 90 % a la pérdida de biodiversidad y al estrés hídrico (SEMARNAT, 2021). No obstante, a nivel local y regional, el impacto puede ser significativo, especialmente en destinos turísticos con problemas de escasez de agua o con crecimiento poblacional acelerado (Gössling, 2012; Brito *et al.*, 2020).

Un ejemplo es la isla de Holbox en la Región Norte de Quintana Roo, ubicada a cuatro horas de Cancún, que en agosto de 2017 enfrentó un desabasto de agua debido a la alta concentración de residentes y turistas. La infraestructura hídrica, diseñada en los años 70 para abastecer a 800 personas, fue sobrepasada por la creciente población de 5,000 habitantes, de los cuales 1,200 residen solo en temporada alta, sumados a un promedio de 3,000 visitantes (IMTA, 2017).

El agua es un recurso natural renovable, es decir un recurso con ciclos de regeneración por encima de su nivel o uso de extracción (SEMARNAT, 2021, p.14), aunque sea un recurso que se regenere es importante considerar su disponibilidad en el tiempo que tarda en regenerarse, en cantidad y ritmo de consumo.

Debido a la vulnerabilidad ambiental las prácticas de sustentabilidad han tomado relevancia en el sector hotelero (Kularatne *et al.*, 2019), el cuidado del agua y su disminución de consumo en los hoteles motiva al turista a participar en el cuidado del ambiente, además de generar una buena imagen que se traduce en lealtad hacia los hoteles (Han *et al.*, 2018).

La falta de consciencia del uso del agua por parte de las empresas turísticas y los turistas puede generar conflictos con los residentes de la comunidad local y por el acceso al agua que es un derecho universal, debido a la sobreexplotación del

recurso hídrico por la empresa turística, además de que el uso no sustentable impacta negativamente en el ambiente (Page *et al.* 2012). Es una disyuntiva ya que impacta negativamente en el ambiente, pero genera empleos (Benge, 2018).

Algunas de las problemáticas que genera la actividad turística son daños al ambiente desde la construcción de los complejos turísticos por la deforestación que conlleva, la migración de los residentes locales que al encarecerse el destino se tienen que mudar a otro más accesible económicamente, en algunos casos expropiación de tierras ejidales y la desigualdad en la distribución de agua durante la temporada alta mientras que los hoteles siempre son abastecidos, existen residentes locales que no tienen acceso al agua (IMTA, 2021) y en la mayoría de los destinos turísticos los hoteles pagan tarifas menores por el consumo del agua que no corresponden al costo de extracción y distribución, esto debido a que se ha utilizado como un elemento de negociación para los proyectos y para atraer inversión extranjera (Armenta, 2015).

2.11 El hotel y la gestión del agua

El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2021) subraya la necesidad de transformar las ciudades para avanzar hacia un desarrollo sostenible integral. Este enfoque abarca las dimensiones social, económica, ambiental y, más recientemente, la de gobernanza. También enfatiza la importancia de una gestión eficiente de los recursos, incluyendo el recurso hídrico. En este contexto, los hoteles forman parte de la infraestructura urbana y deben alinearse con estos principios. Desde 1970, el desarrollo sostenible ha considerado principalmente las dimensiones social, económica y ambiental; sin embargo, en la actualidad, se ha incorporado la dimensión de gobernanza, la cual asigna responsabilidades tanto a los gobiernos como a las empresas privadas y a los consumidores finales. Las entidades económicas en general están buscando ser más sostenibles cada día, por ejemplo, ya existen hoteles sustentables que buscan minimizar el impacto al medio ambiente (Wearing, 2001).

Actualmente, no existe un indicador específico para medir la gestión del agua en los hoteles. Las metodologías internacionales vigentes evalúan el consumo de agua en términos generales dentro de la industria hotelera, el cual representa uno de los sectores turísticos con mayor demanda de este recurso (Antonova *et al.*, 2021). Además, la sostenibilidad hotelera se ha convertido en una estrategia competitiva que contribuye a mejorar la imagen de los establecimientos (Han *et al.*, 2015).

Por otro lado, Kremer *et al.* (2021) investigaron el comportamiento y las motivaciones de los turistas al elegir hoteles sustentables, encontrando que aquellos con una actitud responsable y una mayor conciencia sobre el calentamiento global tienen una preferencia por estos alojamientos. En cuanto al consumo de agua, un turista suele utilizar más en un hotel que en su hogar, pasando de un promedio de 160 litros diarios en casa a cerca de 300 litros en un hotel (Gössling *et al.*, 2012).

Según la revisión de literatura de Antonova *et al.* (2021) sobre el recurso hídrico en los hoteles, la mayoría de los estudios se centran en calcular el volumen de consumo de agua en estos establecimientos. En segundo lugar, se encuentran los artículos que analizan la gestión del agua. Sin embargo, menos de diez investigaciones han abordado los impactos de dicha gestión y las buenas prácticas implementadas en el sector. Por ello, el autor sugiere la realización de una investigación cualitativa que profundice en estos aspectos.

2.12 Tendencias futuras del agua en México

La tendencia futura del agua en México se encuentra directamente relacionada con el aumento demográfico, se estima que para el 2030 la población mexicana se incrementará en 12.74 millones de personas, es decir 137.48 millones de mexicanos, lo cual implica un aumento del 31% del uso del agua, lo que impactará de forma diversa la disponibilidad natural media del agua per cápita regional (CONAGUA,2019).

A nivel de la Región de la Península de Yucatán, para el año 2050 se predice un

incremento poblacional del 36 % respecto al 2020, debido al cambio climático y al tren maya y la presión por la disponibilidad del agua sería más del 114 % para la Unidad de Planeación del Norte de Campeche, de 153 % para Yucatán Norte y para el caso de Quintana Roo Norte asciende a más del 300 %, mientras que en Yucatán Sur sería de un 111 %. Por otro lado, el cálculo de turistas para el 2030 se estima que habría un aumento global de 27,410,327 turistas nacionales y extranjeros en 2020 a 30,591,291 en 2030. Esto implicaría 3,180,964 turistas más, que representan un 11.6 % del total de 2020.

A nivel nacional para el año 2030, el indicador de agua renovable per cápita (este mide la cantidad total de agua renovable disponible por año en relación con el tamaño de la población, permitiendo calcular cuánta agua le corresponde a cada persona) se estima que será de 3,358 m³/hab/año, (CONAGUA,2023) mientras que, en la Región Hidrológica de la Península de Yucatán, se prevé que el agua renovable per cápita será de 5117 m³/hab/año. (CONAGUA,2023).

Respecto al Estado de Quintana Roo, se espera que en año 2030 el agua renovable sea de 780 m³/hab/año de acuerdo con las proyecciones de CONAPO (CCPY,2023).

Se prevé que en la Región Norte de Quintana Roo a causa de las altas tasas de consumo del agua del sector turístico, se podría llegar a extraer hasta cuatro veces más del agua disponible (CONAGUA,2020). A continuación, se muestra la TABLA17 con el escenario de la disponibilidad del agua en la Región Península de Yucatán para el año 2050.

TABLA17 Escenario de la disponibilidad de agua subterránea al 2050 bajo efectos del cambio climático y el desarrollo del Tren Maya en Mm³/año.

UP	Población	Recarga	DNC	Disponibilidad Total	Extracción anual	Disponibilidad media	Presión sobre disponibilidad total%
CampN	951 397	2 729	1 801	928	1646	-719	177%
CampC	610 465	4 094	2 702	1 392	469	923	34%
CampS	59 559	1 286	849	437	13	424	3%
QRooN	2 361 418	835	551	284	1176	-892	414%
QRooC	242 791	1743	1151	593	94	499	16%
QRooS	634 041	1824	1204	620	698	-77	112%
YucN	2 599 627	1742	1150	592	1409	-817	238%
YucO	499 479	3866	2552	1314	974	340	74%
YucS	296 200	1269	837	431	744	-312	172%
Total	8 254 977	19 388	12 796	12 796	6592	7 224	110%
Cambio respecto al 2020	64%			-48.70%	62%	-108%	216%

Fuente: CONAGUA (2021)

Es prioritario el cuidado y la conservación del agua en la Región, debido a que su sobreexplotación puede tener consecuencias devastadoras como afectaciones a los ecosistemas y la sociedad.

CAPÍTULO III MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

3.1 Desarrollo Regional

El desarrollo regional es un concepto que ha evolucionado a través del tiempo, esto corresponde a los cambios y desafíos que enfrentan las regiones constantemente, al principio se le consideraba desarrollo únicamente al crecimiento económico y a la industrialización de los países o regiones, sin embargo, el concepto evolucionó y cambió del enfoque material al enfoque de las capacidades humanas (Valenzo *et al.*, 2016) lo que significa que el desarrollo tiene más que ver con el ser que con el tener, aunque sin dejar de lado que para concebir el desarrollo es necesario que en primer lugar se encuentren cubiertas las necesidades básicas del individuo (Boisier, 2006).

Este nuevo enfoque dio espacio a que el concepto de desarrollo sea interpretado como el logro de condiciones culturales, institucionales, éticas, políticas, económicas y del entorno que potencian la transformación de los seres humanos (Boisier, 2006).

Para (Medeiros, 2022) el objetivo del desarrollo regional es responder a las necesidades de desarrollo de las regiones adoptando políticas socioeconómicas, medioambientales, territoriales y de gobernanza. Estas necesidades surgen a medida que las innovaciones y el conocimiento se van difundiendo en las organizaciones económicas y sociales provocando que los cambios sean inminentes (Vázquez Barquero, 2007).

Por su parte Delgadillo *et al.* (2001) argumenta que para que exista desarrollo se debe reflejar en los indicadores como el aumento del PIB y el progreso tecnológico, en una distribución equitativa del ingreso y en la preservación de los recursos naturales y el medio ambiente, así como una adecuada organización territorial.

Según MacKinnon *et al.* (2019) el desarrollo puede existir si se integran las relaciones entre las instituciones públicas y privadas, el mercado, los activos intra y

extra regionales, y si se introducen los mecanismos impulsores del cambio, por ejemplo, el uso de nuevos paradigmas tecnológicos, la transferencia tecnológica entre las regiones y la promoción de la heterogeneidad entre agentes e instituciones para fomentar la innovación.

Por su parte, la OCDE (2016) considera que el desarrollo de la región América Latina y el Caribe se encuentra en aumentar la productividad, promover la inclusión social y fortalecer las instituciones y la gobernanza.

Mientras que a nivel nacional para Delgadillo *et al.* (2001) el desarrollo en México se trata de conciliar el modelo de desarrollo nacional, orientado hacia el mercado internacional, a pesar de las desigualdades socioeconómicas, políticas y ambientales entre las regiones.

En la búsqueda del desarrollo los países han desarrollado diferentes teorías para lograrlo, a continuación, se muestra la TABLA18 de las teorías del desarrollo regional a través del tiempo (Medeiros, 2022) que permite tener un panorama completo de forma resumida.

Tabla 18 Teorías del Desarrollo Regional

Paradigmas teóricos	Justificación	Principales fuentes
Teoría de la ubicación de la empresa	El desarrollo regional depende en gran medida de la existencia de empresas en la región, la infraestructura de transportación y costos.	(Isard, 1949) (Hoover, 1948)
Teorías neoclásicas tradicionales	El desarrollo regional se ve afectado principalmente por factores relacionados con la capacidad de suministro, incluido el libre comercio entre regiones, competencia perfecta e información, el progreso tecnológico determinado	(Borts & Stein 1964) (Cheshire & Malecki, 2004)

	exógenamente, y un camino de crecimiento de equilibrio que conduce a una convergencia de tasas de crecimiento entre regiones / dotación y productividad (el 'modelo de Borts y Stein' y el "teoría de la igualación de precios de los factores").	
Teorías Keynesianas	El desarrollo regional está impulsado en gran medida por la demanda, actividades de producción de bienes y servicios teoría" y "teoría de entrada-salida").	(Tiebout, 1956) (Kriklas, 1992)
Teorías de centro-periferia	El desarrollo regional es inherentemente desigual ya que contempla regiones avanzadas (líderes) y subdesarrolladas (rezagadas) / dotación de recursos ('teoría de la causalidad acumulativa', 'crecimiento teoría del polo/centro de crecimiento', y 'lugar central teoría del polo/centro de crecimiento', y 'lugar central teoría').	(Myrdal, 1957; Nelson, 1993)
Teoría del desarrollo funcional	El desarrollo regional puede lograrse mediante aprovechar los recursos regionales seleccionados para crear crecimiento generativo. Por lo tanto, es posible llevar una región a etapas más altas de desarrollo	(Friedman & Weaver, 1979; Nelson, 1993)

	organizando en torno a una función principal íntimamente relacionada con sus recursos dotación / fondos de inversión originarios de regiones líderes, reducir las importaciones de bienes y servicios y reinvertir localmente los ahorros creados regionalmente, regional descentralizada organización administrativa.	
Teoría de la etapa	El desarrollo regional se da a través de cinco etapas: (1) tradicional, (2) condiciones previas para el despegue, (3) despegue, (4) madurez y (5) consumo masivo /tecnología, flujos de inversión, física infraestructura, mano de obra calificada	(Rostow, 1960) (Nelson, 1993)
Teorías de desequilibrio	El desarrollo regional es impulsado por fuerzas desequilibrantes / estructura productiva, tecnología, infraestructuras, dinámica del mercado, ('desequilibrio dinámico schumpeteriano', 'desequilibrio regional teoría del ciclo de vida' y 'teoría del ciclo de vida del producto').	(Schumpeter, 1939) (Nelson 1993)
Teorías neoclásicas del crecimiento endógeno	El desarrollo regional depende no sólo del crecimiento regional a largo plazo como resultado de la	(Grossman & Helpmman, 1994) (Magrini, 1997)

	acumulación de capital y trabajo, sino también en la economía endógena, factores / capital humano, I+D+i, innovación, derrames de conocimiento y derrames tecnológicos.	
Nuevas teorías de la Geografía Económica	El desarrollo regional depende del equilibrio entre centrípeta (aglomerante) y centrífuga fuerzas (dispersoras) para determinar la extensión y forma de concentración regional de actividades económicas / Centrípeta: tamaño del mercado, costos de transporte, vínculos cooperativos y funcionales entre empresas, mercados laborales densos con una diversidad de habilidades, y economías de escala externas como el derrames Centrífugo: inmovilidad laboral, tierras bajas conocimiento costos y deseconomías externas de varios tipos como la congestión	(Martin, 1999) (Hudson, 2009)

Tomado de Medeiros (2022).

Dentro de las teorías mencionadas anteriormente en el cuadro, resaltan dos que se encuentran en polos opuestos que son el modelo de desarrollo exógeno y el modelo de desarrollo endógeno, el equilibrio entre estas dos posturas podría generar un equilibrio en las regiones, sin embargo cada región tiene un contexto único y no necesariamente las políticas que sean beneficiosas para unas, tendrían que

funcionar en otras, de acuerdo con Bunge (1985) los países desarrollados y subdesarrollados tienen un proceso diferente, se pueden relacionar entre ellos, pero no es posible hablar de un solo concepto de desarrollo en general.

Por un lado, el modelo exógeno de desarrollo que sostenía que el capital físico por sí solo podría sostener el crecimiento económico, a través de la acumulación del capital y de mano de obra en las ciudades, pero ese modelo no favoreció a todas las regiones del mundo, este modelo permitió que los países desarrollados industrializados siguieran aumentando su capital con tasas de crecimiento positivas y altas asociadas a una mayor tasa de ahorro e inversión. (Farinango *et al.*, 2020).

Mientras que para los países subdesarrollados en contraparte surgió el modelo endógeno que parte de la idea de que el desarrollo económico en una región solo puede ocurrir a través de la actividad social y el emprendimiento con la intención de protegerse de las empresas multinacionales, este modelo se basa en la innovación, la creatividad y el enfoque único (Shebanin *et al.*, 2022), se sustituye a la ubicación y disponibilidad de recursos económicos como principal factor de desarrollo (Medeiros, 2022), se trata de contrarrestar los efectos de la globalización, encontrando el equilibrio entre el emprendimiento e innovación dentro de la región y la inversión y adquisición de tecnología extranjero (Delgadillo *et al.*;2001).

De acuerdo con lo anterior el desarrollo regional es un proceso de integración del desarrollo sustentable, económico, social, territorial, tecnológico y de las instituciones para mejorar las condiciones de vida en las regiones.

3.2 Desarrollo sustentable

En la búsqueda del desarrollo, la industrialización de los países, el crecimiento poblacional exponencial, y el uso desmedido de los recursos naturales han impactado negativamente al planeta, ante este escenario en 1972 Meadows *et al.* publicaron la obra “los límites del crecimiento, un informe para el proyecto del Club de Roma sobre la situación de la humanidad”, donde exponen que tanto países desarrollados como en desarrollo pertenecen al mismo sistema global de la

naturaleza y argumentan que es probable que no se puedan soportar las altas tasas de crecimiento económico y demográfico más allá del 2100, incluso con tecnología avanzada, haciendo énfasis que los recursos naturales de la tierra son finitos.

En ese mismo año en Estocolmo Suecia, se creó el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con la finalidad de defender, educar y facilitar el desarrollo sustentable. Quince años más tarde, en el año 1987 se presentó el informe Brundtland, nombrado “nuestro futuro común”,

realizado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, el cual se enfoca en tres dimensiones, en la económica, la social y la ambiental y define al desarrollo sustentable como:

“El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer las propias” (Brundtland,1987).

Después de veinte años de nuestro futuro común, en 1992 se celebró la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), también conocida como la 'Cumbre para la Tierra' en Río de Janeiro, Brasil, su principal objetivo fue producir una agenda y un nuevo plan para la acción internacional sobre cuestiones ambientales y de desarrollo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, porque estas son las responsables del calentamiento global (ONU,1992).

El pronóstico acerca del calentamiento global es que en promedio puede aumentar la temperatura del planeta de 1.4 a 5.8 grados centígrados, lo que generaría diversas consecuencias como reducción sustancial de agua dulce en el planeta, lo que pone en peligro a cualquier actividad económica humana y por supuesto a la seguridad alimentaria, otros riesgos son que la reducción del hielo marino puede generar inundaciones y la extinción de varias especies, además de incendios forestales entre otras consecuencias que ponen en riesgo la vida humana en la Tierra (Misra,2014).

Sin embargo, en algunos países siguen enfocados en el crecimiento económico y

se muestran escépticos respecto al calentamiento global, por ejemplo, en E.U.A el 17% de la población rechaza o no está seguro si el cambio climático está ocurriendo y el 52% no está seguro o rechaza que la crisis climática sea a causa del hombre, incluso hay quienes piensan que el cambio climático es la voluntad de Dios o es un castigo del cielo (Grindal *et al.*, 2023).

A pesar del debate respecto al cambio climático, en 1997 se lleva a cabo el protocolo de Kioto, donde la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio

Climático compromete a los países industrializados a limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y alientan a los países a que adopten políticas y medidas de mitigación, sin embargo, fue hasta el 2005 que 30 países industrializados aceptaron el acuerdo, después de ese encuentro continuaron varias conferencias y hasta 28 años después de la creación de PNUMA, en el 2015 se publica la Agenda 2030 sobre el desarrollo sostenible que busca la protección del planeta, a través de 17 objetivos que a su vez están integradas por 169 metas que integran las dimensiones económica, social y ambiental (ONU,2015).

Dentro de ellos se encuentra el objetivo número 6 llamado “Agua limpia y saneamiento” que pretende garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos, en todos los países, que es el objetivo en el que se enfoca el presente estudio.

En México, la Ley de Aguas Nacionales (1992) tiene una definición para el desarrollo sustentable: Proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter hídrico, económico, social y ambiental, que tiende a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, que se fundamenta en las medidas necesarias para la preservación del equilibrio hidrológico, el aprovechamiento y protección de los recursos hídricos, de manera que no se comprometa la satisfacción de las necesidades de agua de las generaciones futuras.

Para Brown (1989) las generaciones futuras estarán expuestas a tres problemas principales que serán: el agotamiento de los recursos, la degradación en la calidad de estos y la falta de acceso al uso y ventajas de los recursos recibidos por las últimas generaciones.

Para dar solución al problema ambiental y disminuir los efectos negativos en las futuras generaciones, distintos investigadores han presentado diversas propuestas. Bifani (1997) clasifica en cuatro enfoques las distintas visiones respecto al desarrollo sustentable y son:

1. El ecológico: que solo se enfoca en conservar el medio ambiente, y deja de lado el interés por el desarrollo económico de la región.
2. El intergeneracional: que se enfoca en que las generaciones futuras puedan disfrutar de las mismas condiciones ambientales, pero no atiende la esfera social en el momento presente.
3. El económico: que cuida el crecimiento económico, con el menor impacto al medio ambiente, disminuyendo sus emisiones de carbono al menos en teoría, sin embargo, solo mide el impacto.
4. En la actividad de gestión: en el que se plantea que la sociedad debe de ser un buen administrador de los servicios ecosistémicos, a través de la política ambiental.

Sin embargo, para que el desarrollo sustentable se logre, es preciso integrar estos cuatro enfoques de manera equilibrada, que las generaciones presentes satisfagan las necesidades de la sociedad de manera equitativa social y económicamente sin rebasar la capacidad de carga del ecosistema, teniendo en cuenta que las decisiones presentes deben de considerar el largo plazo (Escobedo y Andrade, 2018).

3.3 Turismo Sostenible

El Turismo puede relacionarse de manera directa o indirecta con cada uno de los objetivos para el desarrollo sostenible de la Agenda 2030, sin embargo, el presente estudio se enfoca en particular en su relación con el sexto objetivo “Agua limpia y saneamiento”.

Desde el año 1948, La Declaración Universal de los Derechos Humanos (DUDH) institucionaliza y universaliza el derecho al turismo estableciendo (ONU, 1948): “Toda persona tiene derecho a circular libremente, a elegir su residencia en el territorio de un Estado, así como a salir de cualquier país, incluso del propio, y a regresar a su país” (Artículo 13; p.4); y que: “Toda persona tiene derecho al descanso, al disfrute del tiempo libre, a una limitación razonable de la duración del trabajo y a vacaciones periódicas pagadas” (Artículo 24; p.7).

La Organización Mundial del Turismo define al turismo como: “Las actividades que realizan las personas durante sus viajes y estancias en lugares distintos al de su entorno habitual, por un período de tiempo consecutivo inferior a un año con fines de ocio, por negocios y otros motivos no relacionados con el ejercicio de una actividad remunerada en el lugar visitado” (OMT, 1985).

Posteriormente, la OMT considera al Turismo Sostenible como una vía hacia la gestión de todos los recursos, de forma que puedan satisfacer las necesidades económicas, sociales y estéticas, respetando al mismo tiempo, la integridad cultural, los procesos ecológicos esenciales, la diversidad biológica y los sistemas que sostienen la vida” (OMT, 1999 p. 221).

Mientras que, actualmente al Turismo sostenible lo define como: " Un modelo de desarrollo económico concebido para mejorar la calidad de vida de la comunidad receptora, facilitar al visitante una experiencia de alta calidad y mantener la calidad del medio ambiente del que tanto la comunidad anfitriona como los visitantes dependen" (OMT, 2021).

Por su parte, el congreso de la Asociación Internacional de científicos expertos en turismo (AIEST) definió al Turismo Sostenible como “Un turismo que mantiene un

equilibrio entre los intereses sociales, económicos y ecológicos, integrando las actividades económicas y recreativas con el objeto de buscar la conservación de los valores naturales y culturales” (AIEST, 1991; p. 46).

Es importante para el turismo sostenible agregar la dimensión cultural, debido a que los proyectos turísticos se ubican en territorios donde habitan comunidades que tienen tradiciones propias, las cuales son importante conservar, de la misma manera que se conservan los recursos naturales.

Desde su perspectiva, en 1994 la Asociación de Estados del Caribe aporta el concepto de Zona de Turismo Sostenible en el Caribe (AEC), donde delimita territorialmente, a las zonas turísticas sostenibles, plantea que: " El establecimiento de la Zona de Turismo sustentable es el producto de una política deliberada y concertada entre los países miembros que facilite la acción del sector público y privado, y la cooperación regional en el marco de una planeación, en la cual se articulan de manera permanente y armónica la operación rentable del sector turístico, la previsión y control eficaz del impacto sobre otras ramas de las economías de los países y el medio ambiente, la cultura, así como compartir con las comunidades los beneficios generados por la actividad" (AEC,1994).

Al año siguiente en 1995 se formuló la carta de Lanzarote, donde se compromete la actividad turística con la sostenibilidad junto con el código ético mundial del turismo, plantea 18 objetivos sostenibles del turismo (OMT,1995).

Y se publicó la Agenda 21 para Viajes y Turismo en la que traducen el Programa 21 en un plan de acción para los viajes y el turismo, en la elaboración de esta agenda participaron El Consejo Mundial de Viajes y Turismo (WTTC), la Organización Mundial de Turismo (OMT), y el Consejo de la Tierra (OMT,1995).

Actualmente el Turismo Sostenible se rige bajo los objetivos del Desarrollo Sostenible para el 2030 (PNUMA, 2015).

3.4 Gobernanza del agua

La gobernanza hídrica se refiere al conjunto de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que regulan la gestión y el desarrollo de los recursos hídricos (IMTA,2021).Para crear políticas públicas que generen resultados, la OCDE (2015) propone los principios de gobernanza del agua que son: la efectividad, la eficiencia y la confianza y participación; Para que la efectividad se pueda desarrollar se necesitan metas claras y coherentes en todos los niveles de gobierno, se trata de asignar roles y responsabilidades claras, definir las escalas apropiadas de las cuencas, que exista coherencia en las políticas y adecuar el nivel de capacitación de las autoridades para hacer frente a los retos hidrosociales.

Mientras que la eficiencia se refiere a maximizar los beneficios de la gestión sustentable del agua al menor costo para la sociedad, para lograrla se necesita obtener datos e información clara, establecer los planes de financiación, que exista claridad en los marcos regulatorios y una gobernanza innovadora. Por lo que respecta a la confianza y participación se busca la inclusión de todos los actores involucrados en la gestión del agua de manera equitativa, a través del monitoreo y la evaluación, el arbitraje entre usuarios urbanos, rurales y futuras generaciones, se necesita integridad y transparencia; para que la gobernanza sea buena se debe evitar que esta genere costos excesivos y que no resuelva las necesidades particulares de cada región.

A continuación, se muestra el ciclo de la Gobernanza del Agua (FIGURA13), que inicia en la formulación de políticas y estrategias, donde se incluyen los principios bajo los cuales se encuentran fundamentadas, posteriormente, se realizan las acciones para implementar dichas políticas, se monitorean a través de los indicadores y al final se evalúan las brechas que impiden su cumplimiento, de esta forma se crean nuevos instrumentos para superar las brechas y el ciclo comienza nuevamente.

FIGURA13 El ciclo de la Gobernanza del agua



Fuente: Tomado de OCDE 2015

En México, la Ley de Aguas Nacionales (LAN) ha sido fundamental en la política nacional del agua y su gestión. Según Alpuche *et al.* (2021), esta legislación ha promovido la descentralización del manejo del agua, definido las bases financieras para su administración, establecido responsabilidades sobre su gestión, reconfigurado el marco regulatorio y creado un mercado con precios correspondientes. Además, ha permitido la participación del sector privado en la prestación de servicios hídricos a través de concesiones. De acuerdo con CONAGUA (2015) la federación, los estados y los municipios tienen la obligación primordial de proteger y promover los derechos humanos de toda la población, y el derecho al agua es uno de ellos, corresponde a los municipios la prestación de los servicios de agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales en los términos de los artículos 115 y 122 de la Constitución Mexicana.

Para ello se crean políticas públicas que sean parte de la solución de las demandas de la sociedad, en el sector hídrico la buena prestación de los servicios de agua potable y saneamiento se consideran indispensables para la salud pública, la equidad social, el desarrollo económico y la sustentabilidad ambiental.

Las políticas públicas en el ámbito estatal respecto a la gestión del agua parten del derecho humano al agua de tener derecho a agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible. La siguiente FIGURA14 resume a que se refiere cada característica.

FIGURA14 Derecho Humano al Agua



Elaboración propia con base en CONAGUA (2015).

3.5 Gestión del agua

Para una gestión adecuada del agua es importante responder a las preguntas de ¿Qué hacer?, ¿Quién lo hará? ¿Por qué? y ¿Cómo?, el grado de éxito depende de la congruencia que exista entre las respuestas y los acuerdos que se logren entre los diversos actores involucrados para lograr el mismo objetivo, además se requiere tener la información adecuada y accesible, capacidad, integridad y transparencia

para gestionar (OCDE,2015).

“El agua, mediante sus sistemas de flujo subterráneos, define los entornos locales y regionales, vinculando el relieve, el suelo, la vegetación e incluso el clima de cualquier territorio-ambiente” (CONAGUA, 2021). Y su gestión implica realizar un estudio de los aspectos físicos, económicos y de las relaciones de poder en torno al ciclo del agua, el ciclo hidrosocial del agua relaciona el recurso hídrico con la sociedad y permite realizar este análisis (Baños, 2020).

Las fases del ciclo hidrosocial se muestran en la FIGURA15:

FIGURA15 Ciclo hidrosocial



Elaboración propia con base en (Baños, 2020).

1. **Entradas al sistema urbano:** se refiere al suministro del agua superficial o subterránea, que necesita un proceso de potabilización y después de ser tratada se distribuye para su consumo.
2. **Consumo urbano del agua:** puede incluir los usos domésticos y comerciales, el consumo del agua aumenta durante las temporadas vacacionales en los destinos turísticos, tanto por el aumento de flujo de

turistas como el aumento de empleados eventuales para atenderlos.

3. **Las salidas del sistema:** se refiere al agua residual y al agua pluvial que ha sido drenada, se necesita un tratamiento para la reutilización de las aguas negras a través de diferentes técnicas.
4. **Reutilización del agua:** el aprovechamiento de las aguas pluviales y el agua después de recibir el tratamiento puede retomar el ciclo urbano para riego de parques y jardines.

Al estudiar la gestión del agua, es fundamental reconocer su característica de unicidad. Al igual que el aire, el agua constituye una única entidad, independientemente de su clasificación en superficial, subterránea o marina (CONAGUA, 2021). Por eso su gestión involucra a todos los seres humanos, ya sea que su participación sea desde el sector público, privado, el ámbito académico o desde un lugar sin fines de lucro en la toma de decisiones y de las políticas públicas, sin agua no es posible el desarrollo, el recurso hídrico es vital para la salud, el medio ambiente, la agricultura, la energía, la planificación espacial, el desarrollo regional y la mitigación de la pobreza (OCDE, 2015).

Por su parte, El Programa de las Naciones Unidas (2015) para el Medio Ambiente, establece como objetivo número seis “agua limpia y saneamiento” para lograr que toda la población mundial tenga acceso al agua y alcanzar el desarrollo sostenible en todas las naciones, para ello es necesario establecer una gestión eficiente del recurso hídrico.

3.6 Infraestructura hídrica

La infraestructura hidráulica sirve para almacenar y distribuir el agua a la población, su acelerado crecimiento demanda una mayor infraestructura, así como renovación y mantenimiento para la ya existente. El valor de la infraestructura va más allá de los análisis de costo-beneficio por todos los beneficios que proporciona a la población UNESCO (2019).

A continuación, se muestran los distintos tipos de instalaciones que integran una

infraestructura hidráulica:

Planta potabilizadora de agua

Es una instalación que se encarga de someter el agua superficial o subterránea de cualquier cuerpo de agua a varios procesos con la finalidad de garantizar que sea apta para el consumo humano y para el uso de diversas actividades.

De acuerdo con CONAGUA (2017) estas son las fases del agua en una planta potabilizadora:

- **Fase 1: Captación:** Se trata de la recolección del agua con ayuda de electrobombas que llevan el recurso hídrico hasta la cámara de carga pasando por filtros de diferentes tamaños para eliminar la mayor cantidad de residuos sólidos.
- **Fase 2: Coagulación:**
 - En esta etapa se hace la separación de las partículas sólidas del agua que se conocen como coágulo y se eliminan las algas y plancton.
- **Fase 3: Sedimentación:** En esta etapa, por la gravedad, el coágulo cae al fondo del tanque sedimentador y el agua queda lista para el próximo proceso.
- **Fase 4: Filtración:** El agua es conducida a través de un medio poroso, la mayoría de las veces arena o carbón, con la finalidad de remover las partículas sólidas suspendidas en el agua para clarificarla.
- **Fase 5: Desinfección:** En esta fase se eliminan los organismos y agentes patógenos causantes de enfermedades y el agua queda lista para su uso.
- **Fase 6 Distribución.**

Planta desaladora:

Es una instalación que permite extraer el agua de los acuíferos costeros y pasarla por un proceso de desalación, puede ser de toma abierta que significa que es directamente tomada del mar, pero que se tiene que someter a varios tratamientos

para eliminar las partículas contaminantes, o las obras de captación en el acuífero litoral que suele requerir un menor tratamiento para retirar la materia contaminante (Pulido, 2007).

Las fases de una planta desaladora de acuerdo con (Pulido, 2007):

- Fase 1: Toma de agua de mar
- Fase 2: Depósito de agua de mar
- Fase 3: Paso del agua por filtros de arena
- Fase 4: Paso del agua por filtros de caucho
- Fase 5: Bombeo recuperación de energía
- Fase 6: Paso del agua por bastidores de osmosis inversa
- Fase 7: Depósito del agua tratada.
- Fase 8: Se envía el agua a la red de distribución.

De acuerdo con (Pulido *et al.*, 2015) las consecuencias de usar plantas desaladoras es el elevado costo de explotación y el riesgo de sobreexplotar los acuíferos y la generación de aguas concentradas en sales conocidas como salmuera que pueden afectar el medio marino (Berná, 2015).

Alcantarillado sanitario

Un sistema de alcantarillado consiste en una serie de tuberías y obras complementarias, necesarias para recibir, conducir, ventilar y evacuar las aguas residuales de la población, a continuación, se muestra su clasificación de acuerdo con CONAGUA (2009).

Clasificación

Los sistemas de alcantarillado pueden ser de dos tipos: convencionales o no convencionales. Son sistemas con tuberías de grandes diámetros que permiten una

gran flexibilidad en la operación del sistema, debida en muchos casos a la incertidumbre en los parámetros que definen el caudal: densidad poblacional y su estimación futura, o por su mantenimiento inadecuado o nulo.

Los sistemas de alcantarillado no convencionales ofrecen un servicio de saneamiento básico de poblaciones de bajos recursos económicos, son sistemas poco flexibles, que requieren de mayor definición y control de los parámetros de diseño, en especial del caudal, mantenimiento intensivo y, en gran medida, de la cultura en la comunidad que acepte y controle el sistema dentro de las limitaciones que éstos pueden tener.

Los sistemas convencionales de alcantarillado se clasifican en: Alcantarillado separado: es aquel en el cual se independiza la evacuación de aguas residuales y lluvia.

1. Alcantarillado sanitario: sistema diseñado para recolectar exclusivamente las aguas residuales domésticas e industriales.
2. Alcantarillado pluvial: sistema de evacuación de la escorrentía superficial producida por la precipitación.

Alcantarillado combinado: conduce simultáneamente las aguas residuales, domésticas e industriales, y las aguas de lluvia, es una solución económica inicial,

Sin embargo, no es lo óptimo para ofrecer una solución global de saneamiento que incluye la planta de tratamiento de aguas.

Fosas sépticas

De acuerdo con IMTA (2003) las fosas sépticas son estructuras sencillas para el tratamiento primario de las aguas residuales de una vivienda, conjuntos habitacionales, escuelas, comercios, hospitales y servicios sanitarios de algunas industrias ubicados en zonas urbanas o rurales, con abastecimiento de agua domiciliario, pero carencia de alcantarillado. El efluente de las fosas se descarga al subsuelo mediante un sistema de absorción.

El tanque o fosa séptica realiza la sedimentación, almacenamiento y digestión de la materia orgánica presente en las aguas residuales como sólidos sedimentables y

suspendidos. El tiempo de retención del agua dentro del tanque es de 24 a 48 horas, estos tanques sépticos funcionan de manera continua y por gravedad. Pueden ser de forma circular o rectangular. El agua residual entra al tanque mediante una "T" que descarga a una profundidad de 20 a 35 cm por debajo del nivel del agua, y la parte inferior de la junta de entrada (tubo/ pared) debe ubicarse 5 cm por arriba, la entrada al tanque séptico está prevista para disipar la velocidad del agua entrante, minimizar la turbulencia y evitar cortos circuitos. Dentro de la cámara, el agua fluye lentamente para propiciar que los sólidos sedimentables se depositen en el fondo, mientras que los sólidos suspendidos son arrastrados en el efluente. Las grasas permanecen en el interior formando en la superficie una nata o espuma que aísla el líquido del aire propiciando condiciones anaerobias en el agua.

Los sólidos sedimentables se van acumulando en el fondo del tanque formando los lodos sépticos o anaerobios, donde una fracción se transforma en gases, reduciendo la cantidad de lodo acumulado. Los lodos deben permanecer en el fondo dos o tres años para que se lleve a cabo la degradación completa, donde las bacterias facultativas o anaerobias degradan la materia orgánica tal como proteínas, carbohidratos y grasas de los lodos, convirtiéndolas en compuestos y sustancias más estables, como nitritos y nitratos, metano, bióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno y otras sustancias que generan olores, al final la estructura de salida debe retener el lodo y la nata para permitir sólo la salida de agua clarificada con bajo contenido de sólidos suspendidos.

Es una instalación que se encarga de eliminar elementos contaminantes ya sean de tipo orgánico o inorgánico, en forma de partículas de suspensión o disueltas, para convertirla en agua de calidad que pueda ser reutilizada en diferentes usos (Morgan- Sagastume *et al.*, 2022).

Tecnologías para el tratamiento de agua residual

En los sistemas de tratamiento de aguas residuales, al separar el agua de la materia contaminante, esta solo se puede transformar o transferir por la ley de la

conservación de la materia, por esta razón siempre se producirán residuos como los lodos, los cuales deben también tratarse adecuadamente.

Morgan-Sagastume *et al.* (2022) Clasifican las tecnologías para el tratamiento del agua residual de la siguiente manera:

1. **Fisicoquímicos:** tamizado, filtración, sedimentación, flotación, adsorción, absorción, desorción, oxidación química, filtración con membranas, coagulación, precipitación e intercambio iónico.
2. **Tratamiento de lodos:** Composteo, tratamiento con cal, tratamiento térmico, digestión anaerobia, digestión aerobia.
3. **Biológicos:**

Para remover la materia orgánica biodegradable, existen los tratamientos aerobios y anaerobios:

- a. **Aerobios**, estos sistemas se identifican bajo 5 procesos y son: las variantes de los lodos activados, filtro precolador, discos biológicos rotatorios, filtro sumergido y el sistema de lagunas de estabilización, este sistema de lagunas no necesita equipo electromecánico, requiere muy poco personal y puede producir agua para riego.
- b. **Anaerobios**, estos sistemas no dependen de suministro de oxígeno, se pueden utilizar si la temperatura del agua es mayor a los 20° C, y los sistemas se identifican como: Fosa séptica, tanque Imhoff, contacto anaerobio, filtro anaerobio, reactor de lecho de lodos, reactor de lecho expandido.
- c. **Sistemas naturales** construidos (Sistemas lagunares, humedales, escurrimiento) Estos se diseñan de acuerdo con las transformaciones naturales solo que buscan aumentar su capacidad, a través de unidades de procesos controlados.
- d. **Tratamiento de aguas residuales municipales**

De acuerdo con Morgan-Sagastume *et al.* (2022) la selección del tratamiento depende de factores como el destino del agua tratada, el área accesible y los

recursos económicos disponibles, sin embargo, lo recomendable para los caudales grandes 350 l/s en la Península de Yucatán es el siguiente tren de tratamiento:

Lodos activados completamente mezclados – digestor anaerobio de alta tasa con integración energética de la planta – filtración y desinfección de esa forma se ahorra del 65% en cuanto al consumo energético.

Tratamiento de aguas residuales para hoteles

De acuerdo con Morgan-Sagastume *et al.* (2022) la selección del tratamiento se hace con base en el área tratada que para los hoteles es compacta y aunque es costosa, los hoteles de alta gama lo pueden costear, para los hoteles de la Península de Yucatán es el siguiente tratamiento:

Lodos activados aireación extendida--- Filtración y desinfección.

3.7 Contaminación marina

Se considera contaminación marina cuando el agua se degrada con sustancias tóxicas ya sean físicas, químicas o biológicas que pueden ser dañinas para los ecosistemas marino-costeros y para los seres humanos (Singh & Poonia, 2022).

Los cambios de la calidad del agua se pueden dar manera natural como resultado de la interacción del agua-roca lo que provoca que se incrementan las sustancias disueltas (Perry *et al.*; 2002) o a causa de las actividades antropogénicas tales como el crecimiento acelerado de la población, las descargas de aguas residuales, la falta de planeación en la urbanización y en el desarrollo de diferentes actividades económicas (industria, agricultura, acuacultura y el turismo) que han generado contaminación en los mares (Cejudo *et al.*, 2023) y la eutrofización (Borbolla *et al.*, 2020), la cual es un término que se usa para identificar a los incrementos de nutrientes que resultan de actividades humanas, en comparación con los que se dan por causas naturales (IMTA, 2020).

De acuerdo con Singh & Poonia (2022) El agua se considera contaminada cuando tiene concentraciones mayores de los límites permitidos para los siguientes parámetros:

1. **Parámetros Físicos:** Se refieren al color, olor, turbiedad, conductividad eléctrica, y son fáciles de identificar a simple vista.
2. **Parámetros Químicos:** Se refieren a las concentraciones de nitrato, flúor, iones, metales, alcalinidad y sólidos disueltos.
3. **Parámetros Biológicos:** Se refieren a bacterias, algas, virus, cuando la contaminación afecta directamente a plantas y animales, sobre todo estos parámetros aumentan durante la temporada de lluvias (Borbolla *et al.*, 2020). Estos parámetros necesitan constante monitoreo, para detectar la calidad del agua y proteger la salud de los ecosistemas marino-costeros, la humana y para la seguridad alimentaria (Toyosada *et al.*, 2017), la falta de calidad del agua incluso puede generar movimientos sociales de migración, así como la disminución del turismo (Cejudo *et al.*, 2023).

Por otro lado, con el crecimiento de la población, aumenta la producción de basura de productos difíciles de degradar como productos a base de plástico, caucho, vidrios, tela, madera procesada y metales (Ebanks *et al.*, 2024) o compuestos emergentes como fármacos y productos de cuidado personal, cremas solares, drogas, antidepresivos, analgésicos, entre otros (IMTA, 2014), que en muchas ocasiones terminan en el mar perjudicando a mamíferos y especies acuáticas (Toyosada *et al.*, 2017).

3.8 Comportamiento responsable de los turistas que eviten la contaminación del agua

El comportamiento de los turistas esta influenciado por varios factores entre ellos se encuentran las motivaciones e intereses del grupo al que pertenecen (Frias *et al.*, 2021), de acuerdo con Butnaru *et al.*, (2022) son los factores culturales, psicológicos, personales y económicos los que influyen en el comportamiento proambiental de los turistas, mientras que (Fakfare *et al.*, 2024) toma en cuenta los factores cognitivos, afectivos y la normatividad del lugar al que visitan; un ejemplo de los factores normativos son las políticas de cuidado del agua que implemente el hotel, que directamente hacia el turista se tratan de políticas que reducen el

consumo del agua como reutilizar las toallas y la ropa de cama durante la estancia (Santacruz *et al.*, 2020), sin embargo además de cuidar la cantidad de agua que se consume dentro del hotel, es importante cuidar la calidad de la misma fuera de él a través de las plantas tratadoras de aguas residuales que disminuyen la contaminación marina.

Respecto a los turistas, un comportamiento que contribuye a la contaminación marina y con ello la disminución de la calidad del agua es el uso de protectores solares en grandes cantidades que se desprenden de la piel en el mar al practicar las actividades acuáticas propias del turismo de sol y playa como nadar, bucear, hacer esnórquel, entre otras; Sus efectos negativos van desde afectar a la flora y fauna del lugar hasta la concentración de estas sustancias nocivas en los peces destinados al consumo humano (Rodríguez Jiménez & Ramírez, 2022).

Aunque existe una mayor consciencia de los turistas por consumir productos amigables con el medio ambiente como el uso de protectores solares biodegradables elaborados a partir de aceites naturales y extractos de algas (Rodríguez Jiménez & Ramírez, 2022), algunos turistas limitan el consumo de los mismos a causa de un presupuesto reducido (Frias *et al.*, 2021), otros desconfían de la confiabilidad de los productos gracias al greenwashing (Velaoras *et al.*, 2024) o al escepticismo en general respecto al cambio climático y la necesidad del cuidado del agua (Grindal *et al.*, 2023), sin embargo existen turistas principalmente de las generaciones más jóvenes como la generación Z que están dispuestos a pagar por productos y servicios que se encuentren comprometidos con el medio ambiente (Velaoras *et al.*, 2024, Pradeep & Pradeep, 2023), finalmente las decisiones respecto al consumo y comportamiento proambiental de los turistas dependen de las motivaciones internas que son diversas al encontrarse condicionadas por los valores personales y de los factores externos que se encuentran relacionados con la influencia reciben a través de las redes sociales, la familia, los amigos, el hotel donde se hospeden o el gobierno del destino al que visitan (Tirado, 2019; Fakfare *et al.*, 2024).

3.9 Comportamiento responsable con el uso del agua de los residentes locales

El comportamiento responsable con el uso del agua y el consumo de los productos biodegradables de los residentes locales en los destinos turísticos depende al igual que en los turistas de motivaciones internas y externas (Tirado *et al.*, 2019), entre las motivaciones internas se encuentran los valores personales, la consciencia ambiental y el deseo los consumidores de ser ejemplo respecto al cuidado del medio ambiente para las futuras generaciones (Arias, 2024; Al-Shahrani *et al.*, 2024), mientras que las motivaciones externas incluyen el soporte de la familia, la educación ambiental en la escuela y en el centro de trabajo, las legislaciones vigentes respecto al uso del agua y la oferta de productos biodegradables (Arias, 2024; Sierra-Barón & Páramo, 2024; Ortega *et al.*, 2024).

De acuerdo con Ríos & Niño (2022) es necesario tomar en cuenta estas motivaciones para que los residentes de los destinos turísticos también adopten hábitos de consumo de productos biodegradables o de lo contrario no se puede garantizar el desarrollo sustentable en el destino. Para Melchor & Romero (2024) la principal barrera para que los consumidores elijan productos biodegradables que cuidan la calidad del agua como productos de limpieza (detergentes), productos de cuidado personal (shampoo, cremas, filtros solares, etc.) y productos de plástico (bolsas y desechables) es el precio elevado de los mismos, otra barrera es la dificultad para cambiar de hábitos y para dejar la comodidad de consumir los mismos productos que ya conocen (Arias, 2024; Melchor & Romero, 2024). Por otro lado, hay consumidores que sienten satisfacción al consumir productos biodegradables o que han tenido buenas experiencias con los mismos, lo que los motiva a seguir haciendo uso de ellos o se comportan de esa manera para recibir reconocimiento social (Arias, 2024; Sierra & Páramo, 2024). Existen diferentes perfiles respecto al consumo de productos biodegradables, Melchor & Romero (2024) definen tres, en primer lugar, los que están dispuestos a usarlos y pagar por ellos, el segundo se refiere a los consumidores que necesitan más información para empezar a usarlos y el tercero los que necesitan asegurarse de que los productos sean de confianza y estén dentro de un marco legal. Por otro lado, está un grupo de

residentes locales que no consumen productos biodegradables, pero que tienen un comportamiento responsable con el uso del agua al reducir su consumo de agua en casa, algunos motivados por la conciencia del cuidado del agua y otros para disminuir el costo de esta en la factura del servicio (Arias,2024).

Diversos autores sugieren que, para incentivar el consumo de productos biodegradables y el uso responsable del agua en los residentes locales de los destinos turísticos, es necesario que en las escuelas se le de mayor importancia a la educación ambiental ya que a través de ella es posible influir en los valores y comportamientos sostenibles (Arias,2024; Al-Shahrani *et al.*, 2024, Ríos & Niño,2022, Sierra & Páramo, 2024 y Sepulveda, 2023).

3.10 Uso eficiente del agua en los hoteles

El uso eficiente del agua en los hoteles se relaciona con el ODS 6 de agua limpia y saneamiento, en su meta 6.4 que propone aumentar el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores. Para poder aplicar este objetivo general al sector hotelero se requieren acciones y políticas concretas que se lleven a cabo dentro de las operaciones diarias de los hoteles (Antonova *et al.*, 2021).

Estas políticas internas parten de la necesidad de los hoteles de cumplir con las leyes nacionales relacionadas con el manejo del agua, posteriormente los gerentes del hotel comunican estas políticas a los colaboradores y a los huéspedes(Hazarhun *et al.*, 2024) en esta etapa es el gerente quién tiene el role principal de educar con el ejemplo y de inspirar y entrenar al recurso humano dentro del hotel para llevar a cabo las acciones necesarias para el cuidado del agua (Guo *et al.*, 2019; Khan *et al.*, 2022), posterior a ello se debe tomar en cuenta la retroalimentación de los huéspedes(Hazarhun *et al.*, 2024) y de esa manera los hoteles pueden ofertar un buen servicio equilibrado entre la satisfacción del cliente y el cuidado del agua.

El indicador más común para calcular el consumo del agua en los hoteles es la cantidad de litros por huésped por noche (Gabarda-Mallorquí *et al.*, 2017; Hocaoglu, 2017; Hof *et al.*, 2018; Tirado *et al.*, 2019). Sin embargo, este indicador solo calcula

los consumos directos, para calcular los consumos indirectos se deben de incluir el riego de los jardines y los campos de golf, el uso de agua en áreas públicas y el llenado de las albercas, otro factor poco explorado dentro de los consumos indirectos de los hoteles es el cálculo del agua que se evapora en las albercas que Hof *et al.*, (2018) lo considera importante al afirmar que se desperdician grandes cantidades de agua por este motivo. Para (Gabarda-Mallorquí *et al.*, 2017) son tres variables las que influyen en mayor o menor grado en el consumo del agua dentro del hotel y son: su capacidad física, las áreas que requieran uso de agua y el modelo de gestión empresarial y ambiental que maneje.

De acuerdo con Tirado *et al.*, (2019) el consumo de agua en hoteles se encuentra en el rango desde 594 litros hasta 224 litros por huésped por noche, mientras que en una investigación realizada por Hocaoglu (2017) los consumos promedios por huésped que van desde 830 a 250 litros por noche, estas cifras varían de acuerdo con las variables antes mencionadas, sin embargo, estos datos permiten estimar el consumo de manera general.

A continuación, en la TABLA19 se muestran algunas de las buenas prácticas que se implementan dentro de los hoteles para tener un uso eficiente del agua, de acuerdo con (Tirado *et al.*, 2019) pueden clasificarse en avanzadas y simples, dependiendo del nivel de las complicaciones técnicas y de la inversión económica que se requiera para llevarlas a cabo.

TABLA19 Buenas prácticas en los hoteles

Buenas prácticas simples	
Accesorios de bajo caudal	Se refieren a aireadores de grifos, limitadores de agua y rociadores en los grifos
Grifos infrarrojos	Se refieren a grifos de manos libres con luz led
Inodoros de baja descarga	inodoros con opción de doble descarga, o dispositivos de ajuste de cisterna o nuevos dispositivos de bajo flujo
Aparatos eficientes en cocinas	Grifos de bajo caudal con pedal, lavavajillas eficientes, vaporizadores sin agua, rociadores eficientes

Sistemas de riego inteligentes	Instalación de temporizadores o sistemas de programación para optimizar el sistema de riego
Vegetación con menores requerimientos de agua	Plantación de especies autóctonas, bien adaptadas al clima
Reutilización de blancos	Se les motiva a los huéspedes a reutilizar su toalla, para reducir el gasto del agua
Prácticas en cocina	Se le indica al personal que remoje previamente los utensilios sucios antes de limpiarlos para reducir el uso de agua en la limpieza
	Se enciende la máquina lavaplatos hasta que está totalmente llena
Prácticas en lavandería	Se enciende la lavadora hasta que está totalmente llena
	Se le da mantenimiento periódicamente a la lavadora para evitar las fugas de agua
Prácticas para cuidar la calidad del agua	Usar detergentes naturales libres de tóxicos
	Uso de productos libres de tóxico para hacer la limpieza
	Uso de aceites naturales y vegetales en cocina
	Uso de papel biodegradable
Prácticas en el área exterior	El hotel cuenta con medidores en sitio para medir la evaporación de las fuentes
	Se tapa la alberca para reducir la evaporación
	El hotel tiene estrategias de riego de jardines que garantizan el mínimo desperdicio del agua
Buenas prácticas avanzadas	
Instalación de submedidores por zonas	Su medición del uso de agua en cocina, habitaciones, lavandería, áreas de piscina, baños públicos o jardín
Aguas residuales para riego	Reutilización de aguas grises tratadas de baños y lavabos para regar
Recolección y uso de agua de lluvia	Recolección de agua de lluvia para lavar la ropa, irrigación u otros usos no potables
Reducción de la presión del agua	Instalación de reductores de presión, o grupos de presión con variador de frecuencia
Detección de fugas y control de pérdidas de agua	Inspección periódica de la red de agua utilizando equipos y dispositivos.

Programa de manejo de agua	Un programa que minimice los problemas del agua en las comunidades de alrededor
Rastreo del uso del agua a lo largo del tiempo	Monitorear el consumo del agua en el hotel mensual y anualmente
Auditoría del agua por departamento	Realización de auditoría del agua que se utiliza por departamento
Cálculo de agua	El hotel tiene identificado ¿Cuál es el consumo de agua por huésped por noche?
Labor social	Participar en actividades que tienen que ver con colaborar con iniciativas para la gestión del agua en las comunidades locales

Elaboración propia de acuerdo con (Tirado *et al.*, 2019) EarthCheck (2015) (Gabarda-Mallorquí *et al.*, 2017; Han *et al.*, 2018; Hocaoglu, 2017; Hazarhun *et al.*, 2024).

Los hoteles que optan por llevar a cabo buenas prácticas con respecto al uso del agua y están certificados con algún distintivo sustentable, obtienen los siguientes beneficios : El uso de la certificación como una guía para manejar el agua sustentablemente con lineamientos que se apegan al ODS- 6, mejorar la eficiencia en el uso del agua, la reducción de costos en la producción del servicio, la competitividad en el mercado y la lealtad de los huéspedes, además de atraer huéspedes más conscientes dispuestos a pagar por hoteles comprometidos con el medio ambiente (Kaithlin, 2024; Ketut Budarma *et al.*, 2020; Velaoras *et al.*, 2024) Además de mejorar la relación con los habitantes locales, porque las buenas prácticas les generan una percepción más positiva de los hoteles (Molina-Murillo, 2019).

3.11 Desarrollo Urbano Sostenible

A partir de la década de los sesenta empezó una migración masiva de la población rural a las capitales de los estados, este fenómeno generó la necesidad de estudiarlo, a través del concepto de desarrollo urbano sustentable que se refiere al estudio de los procesos relacionados con el crecimiento de las ciudades de forma equilibrada entre los aspectos ambientales, sociales y económicos de las mismas (CEPAL,2006).

La actividad turística está directamente relacionada con el desarrollo urbano sustentable, especialmente para las ciudades en las que es la principal fuente de ingreso y los hoteles constituyen la principal infraestructura de sus actividades (Antonova *et al.*, 2021), por esta razón juegan un papel crucial para la mejora de la gestión del agua, además de los hoteles, los destinos turísticos exitosos necesitan conjuntos habitacionales que satisfagan la demanda de la fuerza laboral, principalmente en los que ocurre un crecimiento poblacional acelerado (Eggimann *et al.*, 2018).

Actualmente, respecto al desarrollo urbano sustentable en la agenda 2030 de los objetivos del desarrollo sostenible se propone el objetivo 11 llamado Ciudades y Comunidades Sostenibles que busca lograr que los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

Este objetivo se relaciona con la gestión del agua en la meta 11.1 que habla acerca de asegurar la vivienda y los servicios básicos adecuados y reducir el impacto ambiental de las ciudades.

El resto de las metas del objetivo 11 buscan el desarrollo urbano sostenible reduciendo el impacto negativo per cápita en las ciudades, gestionando los desechos municipales, conservando el patrimonio cultural y natural , haciendo uso eficiente de los recursos, considerando la sostenibilidad espacial y urbana, procurando que las ciudades protejan, conserven y promuevan sus ecosistemas, agua, hábitats naturales y diversidad biológica, así como la necesidad de la producción y consumo sostenible (ONU, 2015).

Particularmente, en relación con el ODS de agua limpia y saneamiento , La Nueva Agenda Urbana resalta la importancia de “sistemas de provisión de infraestructura y servicios protectores, accesibles y sostenibles de agua, saneamiento e higiene, alcantarillado, gestión de desechos sólidos, drenaje urbano, reducción de la contaminación del aire y gestión de aguas pluviales, con el fin de mejorar la seguridad en caso de desastres relacionados con el agua, mejorar la salud, garantizar el acceso universal y equitativo a agua potable segura y asequible para todos (ONU-Habitat,2020).

La Nueva Agenda Urbana también propone los siguientes principios para el ODS 6 de Agua limpia y saneamiento:

1. Inversión significativa para garantizar una cobertura total de agua potable, saneamiento y gestión de aguas residuales. Esta inversión corresponde a los organismos nacionales e internacionales, al gobierno, al sector privado y al pago de usuario.
2. -El agua y el saneamiento deben generar estructuras administrativas que monitoreen el suministro del recurso hídrico en las ciudades.
3. La planificación de los recursos hídricos está vinculada al uso del suelo. La planificación del sistema de agua debe considerar los usos de suelo de los servicios, agropecuario, y público urbano, así como los impactos potenciales de la industria en las fuentes de agua y estudios de capacidad de carga, también deben llevarse a cabo campañas de concienciación para fomentar la aprobación social de las aguas residuales.

Por otro lado, de acuerdo con Selerio *et al.*, (2021) existen barreras que impiden el desarrollo urbano hídrico y son las siguientes: falta de entrenamiento y guía técnica de las plantas potabilizadoras y de tratamiento de aguas residuales, herramientas inadecuadas para tomar decisiones, falta de información, falta de adopción de los comportamientos sustentables por parte de la población, falta de seguimiento de las políticas públicas, falta de expertos en el manejo urbano del agua, no existe el suficiente conocimiento científico acerca del tema, falta de regulaciones que incluyan incentivos y sanciones, regulaciones restrictivas y la cultura de desperdicio de agua en las comunidades locales.

Estas barreras afectan en general a todo tipo de ciudades, sin embargo en los destinos turísticos del caribe, donde se encuentran los hoteles en la línea costera y el agua residual se descarga en el mar, resultan de vital importancia las plantas tratadoras de agua y la guía técnica para operarlas, se requieren plantas de tratamiento de agua residual tanto centralizadas que pueden estar a cargo de los municipios como las descentralizadas desde la unidad mínima que es una casa, hasta hoteles con más de mil habitaciones (Morgan-Sagastume *et al.*, 2022).

3.12 Capacidad de carga turística

Ante el crecimiento turístico masivo ha surgido la pregunta entre diversos investigadores para determinar ¿Cuál es el límite de turistas e infraestructura que puede soportar un espacio turístico sin perjudicarlo?, es necesario contestar esta pregunta porque su respuesta puede brindar una guía para establecer los reglamentos y las políticas públicas que promuevan la gestión sustentable dentro de un destino turístico.

El concepto de capacidad de carga turística se define como un método de análisis que delimita los impactos negativos que puede generar la actividad turística y guía la toma de decisiones (Larraga *et al*;2022).

De acuerdo con Nájera *et al*; (2025) la carga turística se ha usado como indicador para medir a que grado es permitido el uso de áreas naturales protegidas y destinos turísticos para realizar actividades recreativas, tomando en cuenta el espacio físico y el comportamiento de los turistas.

Para estimar la carga turística se deben de considerar diferentes dimensiones.

Bernal *et. al* (2024) consideran las siguientes:

1. **La capacidad de carga ecológica:** El máximo nivel de turismo que permite preservar el balance natural del ambiente en un destino turístico.
2. **La planeación urbana:** El máximo nivel de turismo que permite preservar el balance del ambiente urbano en un destino turístico, principalmente en infraestructura y equipamiento.
3. **Cultural:** El máximo nivel de turismo que permite preservar el balance del ambiente cultural en un destino turístico, principalmente en las tradiciones y costumbres, así como el legado histórico.
4. **Económica:** El máximo nivel de turismo que permite preservar el balance del ambiente económico en un destino turístico, haciendo compatible la capacidad económica receptora con los ingresos económicos que proporciona el turismo.
5. **Institucional:** El máximo nivel de turismo que permite preservar el balance

del ambiente político en un destino turístico, haciendo compatibles los esfuerzos de los administradores públicos para regular y controlar el crecimiento turístico y los servicios a los residentes.

6. •**Capacidad psicológica de los residentes:** El máximo nivel de tolerancia de los residentes en un destino turístico, basado en el equilibrio social del entorno.

Por su parte Nájera *et al.* (2025) consideran las siguientes dimensiones para estimar la capacidad de carga:

7. •**Física:** Número de personas que pueden ocupar físicamente en un espacio.
8. •**Social:** Implica los niveles de masificación y saturación turística.
9. •**Operativa:** Se consideran los servicios y la seguridad del espacio.

Mientras que Mestanza *et al.* (2019), consideran que para determinar la capacidad de carga se debe de evaluar la capacidad física, real y efectiva del destino.

1. •**Física:** Número de personas que pueden ocupar físicamente en un espacio.
2. •**Real:** se consideran seis factores de corrección: social, accesibilidad, erodabilidad, anegamiento, vegetación y fauna.
3. •**Efectiva:** Se considera como la capacidad de manejo y administración de destinos, incluye considerar la existencia o no de políticas públicas, la infraestructura y el equipamiento del lugar.

Por otro lado, Lárraga *et al.* (2022) consideran el siguiente criterio para evaluarla:

2.5 Insostenible: de 0 a 2.5 aquellos centros turísticos que no cuentan con un plan de gestión del entorno comunitario.

5.0 En vías de sostenibilidad: de 2.6 a 5.0
aquellos centros turísticos con un plan de gestión del entorno comunitario, pero no cuenta con un comité de vigilancia y regulación de la capacidad de carga turística.

7.5 Sostenibilidad en consolidación: de 5.1 a 7.5

aquellos centros turísticos con un plan de gestión del entorno comunitario y cuenta con un comité de vigilancia y regulación de la capacidad de carga turística.

10.0

Sostenible: de 7.6 a 10.0

aquellos centros turísticos con un plan de gestión del entorno comunitario y cuenta con un comité de vigilancia y regulación de la capacidad de carga turística, además cuenta con un centro de formación para el desarrollo comunitario.

El concepto de capacidad de carga está relacionado con el ciclo de vida de un destino turístico, cuando estos niveles se encuentran sobrepasada la capacidad del espacio, empieza el declive de la calidad del servicio y los turistas buscan destinos alternativos (Larraga *et al*;2022).

Por otro lado, la OMT (2018) propone 11 estrategias gestionar la carga turística y evitar el declive de los destinos turísticos:

1. Promover la dispersión de visitantes dentro de la ciudad.
2. Promover la dispersión de visitantes basada en el tiempo.
3. Estimular nuevos itinerarios y atracciones.
4. Revisar y adaptar la regulación.
5. Mejorar la segmentación de visitantes.
6. Asegurar que las comunidades locales se beneficien del turismo.
7. Crear experiencias urbanas tanto para residentes como para visitantes.
8. Mejorar la infraestructura y las instalaciones de la ciudad.

9. Comunicar y comprometerse con las partes interesadas locales.
10. Comunicar y comprometerse con los visitantes.
11. Establecer medidas de monitoreo.

Por último, los estudios de la capacidad de carga y las acciones que se llevan a cabo para regularla apoyan el desarrollo sustentable de los destinos, promoviendo el uso responsable de los recursos.

3.13 Salud Costera

La gestión del agua se relaciona con la salud costera en la meta 6.6 del ODS 6 Agua limpia y saneamiento que dice: “De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.”

Los ecosistemas marino-costeros tienen una estrecha relación con la gestión del agua y los servicios ecosistémicos que brindan son de vital importancia para mantener el equilibrio en el medio ambiente, es por eso que ha tomado relevancia el enfoque basado en ecosistemas para su gestión, porque se centra en la salud y resiliencia de los ecosistemas marinos con el fin de garantizar su existencia para las generaciones futuras ya sea a través de la conservación, restauración o rehabilitación de los mismos (Jiménez, 2021).

A continuación, se describen cada uno de los ecosistemas marino-costeros:

Arrecifes

Los arrecifes son estructuras submarinas formadas por rocas, corales y otros organismos marinos, albergan una gran cantidad de fauna marina, además actúan como una barrera de protección al reducir los riesgos de inundación y en el proceso de formación de litorales arenosos, realizan la función de retener al carbono y por su belleza son atractivos para los turistas (Morrison *et al.*, 2020).

Los corales que conforman los arrecifes mantienen una estrecha relación mutualista con las algas zooxantelas. Sin embargo, cuando la temperatura del océano supera

los 29-32 °C, excediendo el rango óptimo de 24-28 °C, esta asociación se ve afectada, lo que provoca el blanqueamiento del coral, uno de los problemas más graves para los arrecifes (Zambrano *et al.*, 2022).

Además, los arrecifes enfrentan otro desafío significativo: la proliferación de algas que llegan a dominar los corales. Este fenómeno ocurre debido al impacto de huracanes, la sobrepesca de peces herbívoros y el exceso de nutrientes en el agua, lo que altera el equilibrio del ecosistema (Zambrano *et al.*, 2022). Una de las consecuencias de la pérdida de arrecife está directamente relacionada con los problemas de erosión de las dunas costeras (Beck *et al.* 2020), debido a que todos los ecosistemas marino-costeros se encuentran interrelacionados.

Dunas

Las dunas al igual que los arrecifes y el manglar cumplen una función protectora ante las tormentas y huracanes además ofrecen un servicio hedónico y de recreación para los turistas (Martínez *et al.*, 2017).

De acuerdo con Olivares (2022) los cambios en las costas se producen por diversas causas, entre ellas por las variaciones del nivel del mar, por la deriva litoral de sedimentos a lo largo de la costa inducida por el oleaje, por la disponibilidad de sedimentos procedentes de otras fuentes y por las tormentas que son capaces de modificar a la duna en un corto tiempo. Por otro lado, el crecimiento de la población a lo largo de las costas, principalmente en la primera línea de mar ha contribuido a su degradación y pérdida.

De acuerdo con Martínez *et al.* (2017) existen elementos positivos y negativos que se pueden encontrar en las dunas y permiten diagnosticar el estado de estas.

Dentro de los positivos se encuentran: Los propágulos (semillas, esporas, esquejes, rizomas, tubérculos o cualquier otra parte de la planta que tenga la capacidad de desarrollarse en una nueva planta de la misma región geográfica), las especies endémicas, las especies de alta calidad, las especies de alta prioridad y las áreas naturales protegidas cercanas.

Mientras que los negativos son: la infraestructura permanente que destruye las

dunas costeras y elimina la vegetación natural, la desestabilización por pisoteo y pastoreo, zonas de deflación (son zonas erosionadas por la red de camino), la infraestructura temporal, plantaciones exóticas, la degradación y pérdida de vegetación, la extracción de arena, pérdida de sedimentos y erosión, descarga de aguas en la playa, proximidad a sitios turísticos y la infraestructura sobre la línea de costa (rompeolas, muros de protección, escolleras). Ambos elementos positivos y negativos permiten identificar si una duna necesita solo medidas de conservación, restauración o rehabilitación para desarrollar un turismo sustentable.

Manglar

Al igual que los arrecifes, el manglar evita la erosión de la duna ayudando a la estabilización de la línea de costa y sirve de protección de las tormentas, su estructura forestal brinda servicios ecosistémicos como la captura de carbono tanto en el aire como en el suelo, además de que diversas especies de aves residen en ellos (Echeverría-Ávila *et al.*, 2019). Otra de sus funciones es purificar el agua lo que ayuda a disminuir la contaminación marina (Obando & Dicao, 2018).

Los bosques de manglar al igual que los ecosistemas anteriores han sido degradados debido al aumento de las presiones antrópicas como la deforestación, la contaminación del agua, el alto contenido de metales pesados en el agua y la falta de planeación de las actividades económicas en armonía con el medio ambiente (Robles *et al.*, 2019).

A pesar de la importancia de los ecosistemas marino-costeros por los servicios ecosistémicos que proporcionan, existen actividades humanas a nivel local como el acelerado desarrollo en las costas por la construcción de hoteles, la contaminación que se deriva de la actividad turística y urbana en cada destino que ocasionan el declive en el estado de salud de estos ecosistemas (Zambrano *et al.*, 2022), Otros factores que perjudican a la salud costera es el cambio climático a nivel global, además de la dificultad para combinar intereses entre todos los involucrados y llevar a cabo una gestión integral de la costa (Jiménez, 2021).

CAPÍTULO IV MARCO METODOLÓGICO

El presente capítulo es acerca del método y la metodología que se utilizan para llevar a cabo la investigación, la cual combina los enfoques cualitativo y cuantitativo, desde un enfoque cualitativo se evalúan las perspectivas de las autoridades de gobierno y de los gerentes de calidad de los hoteles a cerca de la gestión futura del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo y desde el enfoque cuantitativo a cada perspectiva se le asigna un valor considerando el grado del cumplimiento esperado de cada una de las preguntas, lo que permite evaluar a que grado se espera que los destinos turísticos estén alineados con el cumplimiento del sexto objetivo de agua limpia y saneamiento de la agenda 2030 y cuáles de ellos lo estarán en mayor o menor grado.

Se trata de un estudio descriptivo porque especifica las características respecto a la gestión del agua en cada destino turístico de la Región Norte de Quintana Roo y predice la gestión futura del agua.

Este estudio se realiza con base en el Método Científico y en la Metodología de la Lógica Difusa a través de una evaluación de las perspectivas de los expertos, respecto de la gestión futura del agua entre los destinos turísticos dentro de una misma región con lo cual se genera una visión del conjunto y no una de cada destino por separado.

Método

El presente estudio se fundamenta en la aplicación del método científico, entendido como un conjunto de pasos estructurados para la generación de conocimiento objetivo. Según Navarro (2014), este método se caracteriza por su rigor y por su capacidad de justificar teórica y empíricamente la veracidad del conocimiento obtenido.

Para la presente investigación, se ha elegido la Lógica Difusa como metodología central, ya que su aplicación en la gestión del agua en regiones como el norte de Quintana Roo permite abordar situaciones imprecisas e inciertas. En esta zona, la

variabilidad climática, el crecimiento poblacional y la presión turística generan desafíos significativos en la distribución y conservación de los recursos hídricos, por lo que la Lógica Difusa ofrece un enfoque flexible y preciso para la toma de decisiones y la optimización del uso del agua.

Lógica Difusa

La Lógica Difusa es una metodología que sirve para representar la percepción humana y ha sido una herramienta efectiva para la toma de decisiones, además ha sido usada para proporcionar certidumbre en escenarios inciertos y vagos, sus aplicaciones son efectivas tanto en el ámbito teórico como en el práctico (Wu & Xu; 2021). Un escenario de incertidumbre para los destinos turísticos es la preocupación por el cambio climático, debido a que el recurso hídrico disponible en el mundo podría disminuir en cantidad y calidad, lo que impactaría directamente en la actividad turística, se trata de una situación compleja en la que tomar las decisiones acertadas se convierte en un reto, ya que estas no pueden ser binarias, la Lógica Difusa permite evaluar un rango de posibilidades más amplio, como se mencionó anteriormente este estudio evalúa cada meta del ODS, de acuerdo al cumplimiento del ODS que se espera de cada destino turístico de la Región Norte de Quintana Roo.

4.1 Hipótesis de la investigación

Hipótesis general

El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

Hipótesis particulares

H1.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca de la infraestructura hidráulica de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H2.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca de la contaminación marina de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H3.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca del comportamiento responsable de los turistas con el medio ambiente de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H4.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca del comportamiento responsable de los locales con el medio ambiente de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H5.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca uso eficiente del agua en los hoteles con el medio ambiente de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H6.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca desarrollo urbano sustentable de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de

Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H7.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca de la salud costera de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

4.2 Las variables

Variable dependiente

La Gestión del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo.

Variables independientes

- 1.- La gestión del agua respecto a la infraestructura de agua limpia y saneamiento en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo.
- 2.- La gestión del agua respecto a la contaminación del agua en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo.
- 3.-La gestión del agua respecto al comportamiento responsable de los turistas con el medio ambiente en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo.
- 4.- La gestión del agua respecto comportamiento responsable de los residentes locales con el medio ambiente en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo.
- 5.- La gestión del agua respecto al uso eficiente del agua en los hoteles de cada destino de la Región Norte de Quintana Roo.
- 6.- La gestión del agua en relación con el Desarrollo Urbano Sustentable en cada

destino de la Región Norte de Quintana Roo.

7.- La gestión del agua respecto a la salud costera para el cuidado del agua en cada destino de la Región Norte de Quintana Roo.

4.3 Relación de la Lógica Difusa con las variables

La Lógica Difusa es una herramienta clave en contextos de incertidumbre para facilitar la toma de decisiones en entornos complejos (Li & Yang, 2003), por ejemplo: en la toma de decisiones sobre la gestión del recurso hídrico en los destinos turísticos, además permite tomar en cuenta la intensidad de las perspectivas de los expertos respecto a las decisiones que deben tomarse a cerca de la gestión y no se limita a respuestas binarias de sí o no, en su lugar permite elegir dentro de una amplia gama de opciones (Vila *et al.*, 2018).

En torno al tema de la gestión del agua son muchos los factores que afectan su planificación y su organización, por lo cual es necesario que expertos asignen un peso a cada factor para evaluar cuales son los más importantes de acuerdo al contexto del lugar, para evaluar los aspectos tanto cuantitativos como los cualitativos, en el presente estudio se toman en cuenta el porcentaje de cobertura del servicio de agua potable y saneamiento, del tratamiento de aguas residuales, así como el número de regulaciones que protegen los recursos naturales de la sobreexplotación del uso urbano y turístico (como factores cuantitativos), mientras que el comportamiento responsable con uso del agua por parte de los turistas, los habitantes locales y la participación del sector privado en el uso eficiente del recurso hídrico (como factores cualitativos) estos factores corresponden a las metas del ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” de agenda 2030, y con base en ellas los expertos evaluaron cada meta del ODS, de acuerdo con su perspectiva y expectativa del cumplimiento del ODS que tendrá cada destino. Para evaluar si la gestión del recurso hídrico, está integrada desde el contexto global al local, la comparación entre los 6 diferentes destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo permite evaluar cual es destino que requiere prioritariamente atención

y en que aspecto de la gestión hídrica.

Es importante identificar cual es el destino con mayores necesidades debido a que tanto el sector público como el privado buscan optimizar el recurso financiero y la Lógica Difusa permite ordenar las perspectivas de los expertos con mayor precisión (Selerio *et al.*, 2021) al ponderar la importancia de cada factor.

Por su parte, Kumaravel *et al.* (2020) utilizó la Lógica Difusa para evaluar los índices de la calidad del recurso hídrico y hacer clasificaciones de acuerdo con nivel de contaminación en distintos cuerpos de agua, además de permitir esta clasificación; a través de la Lógica Difusa es posible evaluar con precisión distintas variaciones temporales en la calidad del agua (Yardimci *et al.*, 2005).

Según su perspectiva Anjum *et al.*; (2024) utilizaron la Lógica Difusa para resolver las complejidades de la planificación urbana, para mejorar la precisión de la evaluación al obtener información detallada sobre las ventajas y desventajas respecto a diversos aspectos como la tecnología para ciudades inteligentes, el desarrollo basado en la comunidad, la inversión en infraestructura verde y el desarrollo orientado al transporte.

Por otro lado, la Lógica Difusa también se ha utilizado para priorizar que variables influyen en el desarrollo del turismo sostenible, para evaluar cuales ODS son más relevantes para destinos turísticos emergentes o en las ciudades ya establecidas a través del índice de advertencia integral del desarrollo urbano sostenible con el fin de evitar que la ciudad se aleje de cumplir con las metas sustentables y sea posible mantener el equilibrio entre el desarrollo urbano y la protección del medio ambiente (Anjum *et al.*, 2024), la Lógica Difusa también se ha usado para evaluar otros indicadores como la carga ambiental en las eco ciudades y el crecimiento poblacional (Liu, 2012). Respecto al comportamiento de los turistas, la Lógica Difusa ha sido usada para evaluar las motivaciones de las decisiones de compra al permitir medir datos imprecisos, lo cual evita que se pierdan relaciones importantes entre las variables que aporten información con mayor precisión, al mostrar a que grado se sienten motivados al realizar una compra, porque la Lógica Difusa permite reconocer, representar y manipular datos ambiguos como el comportamiento

humano (D'Urso *et al.*, 2020). Con base en la opinión de los expertos es posible identificar las necesidades y patrones de comportamiento del turista (Vujičić *et al.*, 2020) al ser diversos los factores que influyen en la toma de decisiones es posible agruparlos en conjuntos y con esta información realizar un análisis cualitativo, a través conjuntos difusos, es decir conjuntos que no tienen una frontera definida con exactitud para una característica, sino que esta característica puede encontrarse en diferente en grado en cada turista (Correia *et al.*, 2019), en el presente estudio se evalúa el comportamiento de los turistas y de habitantes locales respecto a la compra de productos biodegradables que coadyuvan a disminuir la contaminación del agua.

En relación con la salud costera, la Lógica Difusa ha sido utilizada para evaluar el paisaje costero y ha permitido reducir la subjetividad de los expertos y con base en ello clasificar el paisaje evaluando cada parámetro, por ejemplo, en una escala de atributos de uno a cinco puntos, desde presencia/ausencia o baja calidad (1) hasta excelente/excepcional (5). Y al mismo tiempo en diferentes áreas (Williams *et al.*, 2012) y que van desde los sitios de Clase 1, con paisajes de máxima calidad, hasta los de Clase 5, con paisajes pobres; a su vez se ha utilizado para evaluar la idoneidad de la recuperación costera, debido a que es un proceso complejo que requiere evaluar muchos criterios, esta aplicación permitió evaluar si la costa es adecuada, débilmente adecuada, no adecuada o prohibida, para iniciar un proceso de recuperación, se generó una herramienta para la gestión de la salud costera y su protección (Feng *et al.*, 2014).

Y en la presente investigación la Lógica Difusa permite evaluar cada una de las variables que integran la gestión futura del recurso hídrico por los expertos con base en el ODS 6 en los seis destinos turísticos que conforman la Región Norte de Quintana Roo.

TABLA20 Operacionalización de las variables

Gestión del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo según el ODS 6 "Agua limpia y saneamiento" de la agenda 2030	Variables	Indicadores para cada destino turístico	Preguntas
	Infraestructura de agua potable y saneamiento	Proporción de la población que tiene acceso a servicios de agua potable	1.- ¿Considera que, en los próximos cinco años en el (destino turístico), se contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?
		Proporción de la población que tiene acceso a drenaje y alcantarillado	2.- ¿Considera que, en los próximos cinco años el (destino turístico) se contará con la infraestructura de saneamiento e higiene adecuados para satisfacer al 100% de la población?
	Contaminación marina	Proporción de aguas residuales tratadas de una manera adecuada	3.- ¿Considera que el (destino turístico) dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por la población?
		Proporción de hoteleros que planeen invertir en plantas tratadoras de aguas residuales	4.- ¿Considera que en los próximos cinco años los hoteles de la zona hotelera del (destino turístico) tengan la disposición de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales?

	Comportamiento responsable de los turistas que eviten la contaminación del agua	Proporción de turistas que se espera que tengan un comportamiento que evite la contaminación marina	5.- ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten (el destino turístico) que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?
	Comportamiento responsable de los residentes locales que eviten la contaminación del agua	Proporción de locales que se espera que tengan un comportamiento que evite la contaminación marina	6.- ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de residentes locales del (destino turístico) que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?
	Uso eficiente del agua en los hoteles	Porcentaje de hoteles que participan en certificaciones que avalen el uso eficiente del agua en los hoteles	7.- ¿Qué porcentaje de hoteles del (destino turístico), considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general?
		Porcentaje de hoteles que se espera que participen en certificaciones que avalen específicamente el uso eficiente del agua en los hoteles	8.- ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del (destino turístico), considera que en los próximos cinco años buscarán certificarse específicamente bajo el Distintivo de hotel hidro sustentable años?

		Porcentaje de hoteles que se espera que instalen medidores de agua para eficientar el uso del agua	9.- ¿Es posible que los hoteles de la zona hotelera del (destino turístico) coloquen medidores de agua para cada área del hotel, en los próximos cinco años?
	Desarrollo urbano sustentable	Número de regulaciones municipales, respecto a la capacidad de carga	10.- ¿Considera que la regulación respecto a la construcción de hoteles es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del (destino turístico) con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años?
	Salud Costera	Porcentaje de la participación en proyectos enfocados en la protección de la salud costera	11.- ¿Qué porcentaje de hoteles ubicados en la zona hotelera del (destino turístico) considera que, en los próximos cinco años, estarán involucrados en proyectos enfocados en la salud costera?

Fuente: Elaboración propia con base en (Arias, 2024; Fakfare *et al.*, 2024; Hazarhun *et al.*, 2024; Kaithlin, 2024; Mendoza *et al.*, 2024; Morgan- Sagastume *et al.*, 2022; ONU, 2015; Rodríguez Jiménez & Ramírez, 2022; Sierra & Páramo, 2024; Tirado *et al.*, 2019 Velaoras *et al.*, 2024 Hazarhun *et al.*, 2024).

4.4 Indicadores para medir la gestión del agua

A nivel mundial, la ONU propone 11 indicadores para monitorear el cumplimiento de las metas del ODS-6 en los países y son los siguientes:

TABLA21 Indicadores del ODS Agua limpia y saneamiento

6.1.1 Proporción de la población que utiliza servicios de suministro de agua potable gestionados sin riesgos.
6.2 Proporción de la población que utiliza servicios de saneamiento gestionados sin riesgos (2022)
6.2 1b Proporción de la población que dispone de instalaciones para el lavado de manos con agua y jabón en el hogar
6.3.1 Proporción del flujo de aguas residuales tratadas (de manera adecuada)
6.3.2 Nivel de proporción de masas de agua de buena calidad
6.4.1 Cambio en el uso eficiente de los recursos hídricos con el paso del tiempo
6.4.2 Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce en proporción a los recursos de agua dulce disponibles
6.5.1 Grado de implementación de la gestión integrada de los recursos hídricos (0-100)
6.5.2 Proporción de la superficie de cuencas transfronterizas sujetas a arreglos operacionales para la cooperación en materia de aguas
6.6.1 Proporción de cuencas hidrográficas que experimentan grandes cambios en la extensión del agua superficial
6.a.1 Volumen de desembolsos de la asistencia oficial para el desarrollo destinada al agua y el saneamiento

Elaboración propia, basada en el portal de datos sobre el ODS 6 de la ONU-Agua (2024) <https://sdg6data.org/>.

Respecto a México, (Mendoza-Gómez *et al.*, 2024) proponen con base en el ODS-6, los siguientes indicadores para evaluar la sostenibilidad de la gestión del suministro del agua en las zonas urbanas y lo clasifican dentro de cinco dimensiones, que incluyen el aspecto social, ambiental, la calidad del agua, la eficiencia del uso del agua y los aspectos institucionales y de coordinación política.

TABLA22 Indicadores para la sostenibilidad de la gestión del suministro del agua en zonas urbanas.

Aspectos sociales
Acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento
Aspectos ambientales
Preservación de los ecosistemas
Nivel de estrés hídrico
Disponibilidad de los recursos hídricos
Cambio climático (precipitación)
Calidad del agua
Aguas residuales tratadas
Eficiencia del uso del agua
Extracción subterránea de agua para el uso doméstico, industrial, comercial etc.
Aspectos institucionales y de coordinación política
Grado de implementación integrada de los recursos hídricos
Participación de los sectores en la gestión del agua y saneamiento

Fuente: Elaboración propia con base en (Mendoza *et al.*, 2024).

El presente estudio se realiza con base en los indicadores propuestos por la ONU en el objetivo 6 de agua limpia y saneamiento de la agenda 2030, en los indicadores de sostenibilidad propuestos por Mendoza *et al*; 2024 y en indicadores elaborados con base en la revisión de la literatura (En la TABLA23) de abajo se muestran las referencias para cada indicador).

Los indicadores fueron aplicados a los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo, cada uno pertenece a un municipio diferente, sin embargo, al pertenecer a la misma cuenca de la Península de Yucatán comparten los mismos indicadores para: La disponibilidad y el estrés del recurso hídrico, el nivel de precipitación, la calidad del agua y el uso. Sin embargo, es posible diferenciar la gestión del agua entre cada municipio con los indicadores que se muestran a continuación:

TABLA23 Indicadores para medir la gestión del agua en los destinos turísticos de Quintana Roo

	Variables	Las metas del ODS6	Indicadores para cada destino turístico	Referencia
Gestión del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo según el ODS 6 "Agua limpia y saneamiento" de la agenda 2030	Infraestructura de agua potable y saneamiento	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos	Proporción de la población que tiene acceso a servicios de agua potable	ODS- 6
		6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad	Proporción de la población que tiene acceso a drenaje y alcantarillado	ODS- 6
	Contaminación marina	6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	Proporción de aguas residuales tratadas de una manera adecuada	ODS- 6
			Proporción de hoteleros que planeen invertir en plantas tratadoras de aguas residuales	(Morgan-Sagastume <i>et al.</i> , 2022)

	Comportamiento responsable de los turistas con el medio ambiente		Proporción de turistas que se espera que tengan un comportamiento que evite la contaminación marina	(Rodríguez Jiménez & Ramírez, 2022) (Fakfare <i>et al.</i> , 2024)
	Comportamiento responsable de los locales con el medio ambiente		Proporción de locales que se espera que tengan un comportamiento que evite la contaminación marina	(Arias, 2024) (Sierra & Páramo, 2024)
	Uso eficiente del agua en los hoteles	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua	Porcentaje de hoteles que participan en certificaciones que avalen el uso eficiente del agua en los hoteles	(Hazarhun <i>et al.</i> , 2024) (Velaoras <i>et al.</i> , 2024)
			Porcentaje de hoteles que se espera que participen en certificaciones que avalen específicamente el uso eficiente del agua en los hoteles	(Hazarhun <i>et al.</i> , 2024) (Velaoras <i>et al.</i> , 2024)

			Porcentaje de hoteles que se espera que instalen medidores de agua para eficientar el uso del agua	(Kaithlin, 2024) (Tirado <i>et al.</i> , 2019)
	Desarrollo urbano sustentable		Número de regulaciones municipales, respecto a la capacidad de carga	(Selerio <i>et al.</i> , 2021)
	Salud Costera	6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos	Porcentaje de la participación en proyectos enfocados en la protección de la salud costera	(Mendoza <i>et al.</i> , 2024).

Fuente: Elaboración propia con base en (Arias, 2024; Fakfare *et al.*, 2024; Hazarhun *et al.*, 2024; Kaithlin, 2024; Mendoza *et al.*, 2024; Morgan- Sagastume *et al.*, 2022; ONU, 2015; Rodríguez Jiménez & Ramírez, 2022; Sierra & Páramo, 2024; Selerio *et al.*, 2021; Tirado *et al.*, 2019 Velaoras *et al.*, 2024 Hazarhun *et al.*, 2024).

4.5 Diseño de la investigación

El diseño de investigación, según Kerlinger (2002), constituye un marco metodológico esencial para la obtención de evidencia empírica sobre las relaciones dentro de un problema de estudio. En el caso de la presente investigación, se ha adoptado un diseño no experimental y transversal, lo que implica que las variables no han sido manipuladas directamente, sino que se han observado en su contexto natural sin intervención.

Al ser un estudio de tipo transversal, su principal característica es que la recolección de datos se ha llevado a cabo en un solo punto temporal, permitiendo analizar la situación en un momento determinado, sin considerar cambios o evoluciones a lo largo del tiempo. Esta metodología es particularmente útil cuando se busca describir fenómenos, identificar relaciones entre variables y obtener una visión panorámica de un problema sin necesidad de realizar un seguimiento longitudinal.

Asimismo, la investigación se llevó a cabo durante el segundo semestre del año 2023, lo que delimita el periodo de estudio y puede influir en la interpretación de los hallazgos, ya que factores contextuales como cambios económicos, sociales o tecnológicos pueden haber impactado los resultados.

4.6 Diseño del instrumento para la recolección de datos

En el presente estudio se ha diseñado un cuestionario estructurado de 11 preguntas, el cual se encuentra en el anexo I, con el propósito de recolectar datos clave relacionados a la gestión del agua. La formulación de las preguntas se ha basado en la literatura revisada y ha sido enriquecido mediante la asistencia a diversos foros especializados, los cuales han proporcionado una perspectiva actualizada y multidisciplinaria sobre las discusiones en torno al Turismo Sustentable, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, y la salud costera en Quintana Roo. La participación en estos espacios permitió identificar los desafíos emergentes, tendencias y mejores prácticas dentro de cada ámbito.

El diseño metodológico del cuestionario responde a una estructura que busca obtener información valiosa de los expertos, facilitando el análisis de datos y la ordenación de los destinos turísticos. Su contenido refleja un enfoque interdisciplinario, integrando dimensiones ambientales, económicas y sociales del Turismo Sustentable y la Gestión del Recurso Hídrico. Para el cuestionario se utilizó una escala tipo Likert. Las escalas Likert varían desde tres a siete niveles de grado y tienen por objeto recolectar información cualitativa como preferencias, actitudes y opiniones, son utilizados por que son sencillas de aplicar y facilitan la recolección de datos al requerir poco tiempo para elegir alguna opción dentro de una encuesta (Machuca *et al*; 2023).

El presente estudio utilizó la escala Likert en cinco niveles de grado.

TABLA24 Escala tipo Likert

1	2	3	4	5
0	0.25	0.50	0.75	1

Que se traduce en:

Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
0	0.25	0.50	0.75	1

El cero indica que la respuesta tiene nula alineación con el cumplimiento del ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” o con los indicadores propuestos, 0.25 existe alineación al 25%, 0.50 al 50%, 0.75 al 75% y finalmente el uno indica una alineación total.

Por otro lado, respecto a los expertos se ha llevado a cabo un proceso de selección para identificar a profesionales con conocimientos y experiencia en la gestión del agua en la Región Norte de Quintana Roo, a los cuales se les pidió que contestarán la encuesta y además se les entrevistó con las mismas preguntas de forma abierta,

para poder interpretar los resultados del cuestionario.

Los expertos consultados abarcan a autoridades gubernamentales, representantes del sector privado, gerentes del área de calidad en los hoteles (que son quienes se encargan de supervisar las certificaciones), investigadores académicos y miembros de la sociedad civil. Esta diversidad de perspectivas asegura un análisis integral y una comprensión profunda de los desafíos y oportunidades en la administración del recurso hídrico en los destinos turísticos de la región.

Se entrevistaron a Autoridades de gobierno de La Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y la Comisión de Agua Potable y Alcantarillado (CAPA) que son entidades clave en la gestión del recurso hídrico, tanto en regulación como en infraestructura. También a autoridades de la SEDETUR que, al estar enfocada en el desarrollo turístico, también juega un papel importante en la planificación sustentable del agua y a las áreas de ecología en los ayuntamientos municipales que aportaron la visión ambiental local.

Respecto al sector privado: Se entrevistó a administrativos de Aguakan, como proveedor del recurso en Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen e Isla Mujeres, es una fuente de información confiable sobre el manejo, suministro y desafíos hídricos en la región.

Por su parte del sector hotelero se entrevistaron a los encargados del área sustentable en las Asociaciones de Hoteles y Moteles de cada destino, así como los gerentes de calidad en los hoteles que son los responsables de implementar buenas prácticas y cumplir con certificaciones relacionadas con el uso eficiente del agua. Esto los convierte en actores clave para evaluar la gestión del recurso hídrico dentro del sector turístico.

Por otro lado, del Sector académico: Se entrevistaron a los investigadores de la Universidad Autónoma del Estado de Quintana Roo que cuentan con publicaciones sobre la gestión del agua y que aportaron un enfoque científico y que cuentan con datos relevantes referente a la gestión del agua.

Respecto a la Sociedad civil, se entrevistaron a al Presidente del Comité de Cuenca y asociaciones civiles como Amigos de Sian Ka'an y Centinelas del Agua que juegan

un papel fundamental en la conservación del recurso hídrico y el monitoreo de su uso. Su perspectiva permite incluir la visión comunitaria y ambiental en el estudio.

4.6.1 Tamaño de la muestra

Dado que la Lógica Difusa no se emplea para realizar inferencias estadísticas desde un enfoque probabilístico, no requiere un tamaño de muestra específico para representar la población estudiada. En su lugar, aborda la incertidumbre de tipo lingüístico y se basa en la información disponible. Por ello, se considera un muestreo de conveniencia (Rodríguez & Huertas, 2016), que al enfocarse en expertos permite obtener conocimiento profundo y especializado sobre el tema, dado que el número de personas con experiencia en la gestión del agua es reducido.

Para la muestra se consideraron a los establecimientos de Grand Turismo que están principalmente en la línea costera, debido a que los hoteles de la ciudad están conectados directamente a la red del drenaje público y son los grandes hoteles los que cuentan con una concesión propia para la extracción de agua, así como con sus propias plantas de tratamiento de aguas residuales, a continuación se muestra una TABLA donde se enlistan los destinos turísticos y el número de hoteles Grand turismo que tienen y el número de habitantes por municipio.

TABLA25 Población y número de hoteles de Grand Turismo o categoría especial en la Región Norte de Quintana Roo.

Municipio	Destino Turístico	Número de habitantes	Número de hoteles de Grand Turismo	Número de entrevistas
Cozumel	Isla Cozumel	88,626	12	5
Isla Mujeres	Isla Mujeres	22,686	20	5
Lázaro Cárdenas	Isla de Holbox	1,841	4	5
Benito Juárez	Cancún	911,503	72	8
Puerto Morelos	Puerto Morelos	26,921	17	5
Solidaridad	Riviera Maya (considerando hasta Playa del Carmen).	333,800	108	5
Total		1,385,377	233	33

Fuente: DNUE (2021).

Se realizaron 33 entrevistas, 8 de ellas fueron respondidas por expertos en el destino turístico de Cancún y en el resto de los destinos turísticos fueron 5 los expertos entrevistados; se realizaron de manera presencial o a través de llamadas vía zoom para responder el cuestionario de manera abierta lo que permitió conocer a profundidad la visión del experto respecto a la gestión del agua en la región y proporcionó los elementos para facilitar la interpretación de los datos obtenidos por el segundo instrumento que fue una encuesta cerrada con las mismas preguntas que la entrevista, este doble ejercicio permitió corroborar los datos que dieron en la entrevista personal y al ser cerrada la encuesta aplicada en escala Likert, permitió realizar la ordenación de los datos al asignar un valor a una perspectiva, mientras que la entrevista aportó una visión más amplia.

4.6.2 Fiabilidad del instrumento

Para conocer la fiabilidad del instrumento se llevó a cabo un análisis estadístico, el método que se aplicó fue el Alfa de Cronbach a través del programa estadístico SPSS, (Statistical Package for the Social Sciences), la fórmula en la que se basa el programa es la siguiente:

$$\alpha = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_{sum}^2} \right)$$

Donde se tiene que k = al número de ítems de la prueba.

S_i^2 = a la varianza de los ítems.

S^2_{sum} es la varianza de la prueba total.

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	Número de elementos
.884	11

Para la elaboración de la operacionalización de las variables, se tomaron como referencia cada una de las metas propuestas en el objetivo 6 agua limpia y saneamiento de la agenda 2030 (TABLA25), considerando los indicadores para la gestión del agua mencionados arriba.

4.7 Operacionalización de las variables

TABLA26 Operacionalización de las variables

Gestión del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de QROO. según el ODS 6 "Agua limpia y saneamiento" de la agenda 2030	Variables	Indicadores para cada destino turístico	Preguntas
	Infraestructura de agua potable y saneamiento	Proporción de la población que tiene acceso a servicios de agua potable	1.- ¿Considera que, en los próximos cinco años en el (destino turístico), se contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?
		Proporción de la población que tiene acceso a drenaje y alcantarillado	2.- ¿Considera que, en los próximos cinco años el (destino turístico) se contará con la infraestructura de saneamiento e higiene adecuados para satisfacer al 100% de la población?
	Contaminación marina	Proporción de aguas residuales tratadas de una manera adecuada	3.- ¿Considera que el (destino turístico) dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por la población?

		Proporción de hoteleros que planeen invertir en plantas tratadoras de aguas residuales	4.- ¿Considera que en los próximos cinco años los hoteles de la zona hotelera del (destino turístico) tengan la disposición de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales?
	Comportamiento responsable de los turistas que eviten la contaminación del agua	Proporción de turistas que se espera que tengan un comportamiento que evite la contaminación marina	5.- ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten (el destino turístico) que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?
	Comportamiento responsable de los residentes locales que eviten la contaminación del agua	Proporción de locales que se espera que tengan un comportamiento que evite la contaminación marina	6.- ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de residentes locales del (destino turístico) que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?
	Uso eficiente del agua en los hoteles	Porcentaje de hoteles que participan en certificaciones que avalen el uso eficiente del agua en los hoteles	7.- ¿Qué porcentaje de hoteles del (destino turístico), considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general?

		Porcentaje de hoteles que se espera que participen en certificaciones que avalen específicamente el uso eficiente del agua en los hoteles	8.- ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del (destino turístico), considera que en los próximos cinco años buscarán certificarse específicamente bajo el Distintivo de hotel hidro sustentable años?
--	--	---	---

		Porcentaje de hoteles que se espera que instalen medidores de agua para eficientar el uso del agua	9.- ¿Es posible que los hoteles de la zona hotelera del (destino turístico) coloquen medidores de agua para cada área del hotel, en los próximos cinco años?
	Desarrollo urbano sustentable	Número de regulaciones municipales, respecto a la capacidad de carga	10.- ¿Considera que la regulación respecto a la construcción de hoteles es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del (destino turístico) con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años?
	Salud Costera	Porcentaje de la participación en proyectos enfocados en la protección de la salud costera	11.- ¿Qué porcentaje de hoteles ubicados en la zona hotelera del (destino turístico) considera que, en los próximos cinco años, estarán involucrados en proyectos enfocados en la salud costera?

Fuente: Elaboración propia con base en (Arias, 2024; Fakfare *et al.*, 2024; Hazarhun *et al.*, 2024; Kaithlin, 2024; Mendoza *et al.*, 2024; Morgan-Sagastume *et al.*, 2022; ONU, 2015; Rodríguez Jiménez & Ramírez, 2022; Sierra & Páramo, 2024; Tirado *et al.*, 2019 Velaoras *et al.*, 2024 Hazarhun *et al.*, 2024).

4.8 Criterio para evaluar la gestión del agua

Para evaluar la gestión futura del agua en Quintana Roo se utilizó el siguiente criterio utilizado por PNUMA (2018) “Grado de aplicación de la gestión integrada del agua”. de acuerdo con el ODS 6 Agua limpia y saneamiento.

TABLA27 Criterio para evaluar la gestión del agua

Nivel de implementación de la Gestión integral del agua	Rango de Puntuación	Referencia	Hacia el 2030
Muy alto	81%-100%	Cumplir con las metas del ODS 6	Es probable que los municipios de esta categoría cumplan el objetivo global, o ya lo hayan hecho, pero deberán seguir centrados para consolidarlo.
Alto	61%-80%	Implementar la mayoría de los elementos del ODS 6 en programas a largo plazo	Los municipios de esta categoría son potencialmente capaces de cumplir el objetivo, pero los esfuerzos sostenidos deben centrarse en las metas para 2030.
Regular	41%-60%	Han institucionalizado la mayoría de los elementos del ODS6	Los municipios de estas tres categorías más bajas probablemente no cumplan el objetivo global a menos que el progreso se acelere significativamente.
Bajo	21% -40%	Han comenzado a desarrollar elementos del ODS6	Los municipios en las tres categorías más bajas deberían intentar establecer metas municipales sobre la base del contexto de la región.
Muy bajo	0- 20%		

Fuente: PNUMA (2018).

4.9 Teoría de la decisión de la incertidumbre

La Teoría de la Decisión se usa en la vida diaria de un individuo, de una comunidad, una empresa o un destino y sus áreas de aplicación son muy amplias, en todas las actividades humanas se requiere estar tomando constantemente decisiones con la finalidad de resolver los problemas de la manera más eficiente, es decir se busca minimizar el riesgo y aumentar las posibilidades de éxito (Emelyanov, 2018).

Para resolver dichos problemas, esta Teoría se basa en las ciencias exactas como la Estadística, la Probabilidad, Teoría de juegos, así como en Ciencias Sociales tanto Económicas como Psicológicas (Emelyanov, 2018), sin embargo la mayoría de los problemas, están rodeados por un contexto caótico y de incertidumbre, es por eso que la Teoría de la Decisión en la Incertidumbre nace de la necesidad de evaluar situaciones bajo condiciones no controlables, es decir en las que se tienen que considerar elementos subjetivos, algunos ejemplos de estos elementos son las preferencias, intenciones, actitudes, perspectivas o percepciones (Blanco-Mesa *et al.*, 2020); tomar una decisión en incertidumbre significa que se conocen las consecuencias, sin embargo, no en que grado se van a presentar (Merigó, 2007).

Las consecuencias se van a presentar porque son una posibilidad no una probabilidad, sin embargo, no se cuenta con la suficiente información del pasado para predecirlo y es por eso por lo que se realizan valuaciones de los eventos presentes para conocer los futuros (Lekara Bayo & Odunayo, 2020).

De acuerdo con (Karni, 2022) para conocer los posibles resultados de sus acciones, los tomadores de decisiones asignan consecuencias a los eventos y le atribuyen una probabilidad subjetiva, porque los tomadores de decisiones necesitan conocer cuál es el valor máximo o mínimo de un evento condicionado por una serie de restricciones (Bierman, 1994), se trata de traducir eventos a un lenguaje técnico (Emelyanov, 2018).

4.10 Teoría de los subconjuntos borrosos

Los conjuntos borrosos se usan para la toma de decisiones porque pueden traducir al lenguaje matemático las variables que son difíciles de cuantificar de forma binaria (Li & Yang, 2003).

De acuerdo con (Zadeh, 1965, pg. 338) “Un conjunto borroso es una clase de objetos con un continuo de grado de Afiliación”. A continuación, se compara un subconjunto ordinario de uno borroso:

Dentro de un conjunto ordinario, se forman subconjuntos que poseen una característica concreta y este subconjunto solo cuenta con dos opciones de poseer la característica concreta o no, y la función de pertenencia se representa de la siguiente manera.

$$\forall x \in E:$$
$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 1 & \text{si } x \in A \\ 0 & \text{si } x \notin A \end{cases}$$

Mientras que los subconjuntos borrosos de Zadeh pueden tomar cualquier valor del intervalo $[0,1]$, es decir, que existen elementos de E que cumplen la característica que define el subconjunto A , pero en un cierto grado. Entonces, la función de pertenencia de A queda definida como:

$$\forall x \in E:$$
$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \alpha \in [0,1]$$

4.11 Conceptos de los subconjuntos borrosos

Soporte

El soporte de un subconjunto borroso está formado por todos aquellos

elementos del referencial E cuya función de pertenencia es mayor que cero:

$$\text{Sop}(A) = \{x \in E / \mu_{\tilde{A}}(x) > 0\}$$

Núcleo

El núcleo de un subconjunto borroso está formado por todos aquellos elementos del referencial E cuya función de pertenencia es igual a uno:

$$\text{Nucl}(A) = \{x \in E / \mu_{\tilde{A}}(x) = 1\}$$

α – corte

$$A_{\alpha} = \{x \in E / \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \alpha\}$$

Si el conjunto referencial E son los números reales, entonces el nivel de presunción (A_{α}) sería un intervalo de confianza.

$$A_{\alpha} = \{x \in E / \mu_{\tilde{A}}(x) \leq \alpha\} = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$$

a_1 es el valor mínimo y a_2 es el valor máximo

Normalidad

Un conjunto borroso $A \subset R$ es normal si el máximo de su función de pertenencia es 1

$$\bigvee_x \mu_{\tilde{A}}(x) = 1$$

Dicho máximo se puede alcanzar en un único punto o en varios puntos

Convexidad. Cada nivel de presunción α define un subconjunto de confianza, que al tratarse de números reales viene definido en forma de intervalo de confianza

$A_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$. El conjunto $\tilde{A}$ con intervalos de confianza $[a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$ se dice que es convexo si dado un nivel de presunción α

$$\forall \lambda \in [0,1], \lambda a_1(\alpha) + (1-\lambda)a_2(\alpha) \in \tilde{A}$$

4.12 Operaciones con subconjuntos borrosos:

A continuación, definimos las operaciones de intersección, unión y complementación

- Intersección

$$\tilde{A} \cap \tilde{B} \Leftrightarrow \forall x \in E, \mu_{\tilde{A} \cap \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(x)$$

La operación de intersección toma el mínimo. Es decir, si se dispone de dos subconjuntos borrosos, para cada valor de x, esta operación toma el mínimo de ambos subconjuntos.

- Unión

$$\tilde{A} \cup \tilde{B} \Leftrightarrow \forall x \in E, \mu_{\tilde{A} \cup \tilde{B}}(x) = \mu_{\tilde{A}}(x) \vee \mu_{\tilde{B}}(x)$$

- Complementación

$$\forall x \in E, \mu_{\tilde{A}^c}(x) = 1 - \mu_{\tilde{A}}(x)$$

Para cada valor de x, se toma el valor 1 menos el valor de la función de pertenencia.

4.12.1 Números borrosos

Se denomina número borroso a un subconjunto borroso cuyo referencial pertenece al conjunto de los números reales, cuya función característica o de pertenencia es

normal y convexa. Un número borroso se puede representar mediante tres formas distintas:

a) En forma de intervalos de confianza, tripletas o cuádruplos:

- $[a_1, a_2]$, que indica que un número puede variar entre a_1 y a_2 .
- $[a_1, a_2, a_3]$, que indica que el número puede variar entre a_1 y a_3 , y es el número a_2 el presente un nivel máximo de presunción.
- $[a_1, [a_2, a_3], a_4]$, el número puede variar entre a_1 y a_4 , y el nivel de máxima presunción se encuentra entre a_2 y a_3 .
-

b) En forma de α -cortes. Por ejemplo $[3\alpha + 5, 10 - 2\alpha]$. Téngase presente que α se corresponde con el eje de ordenadas (eje y), mientras que la x se corresponde con el eje de abscisas. Para usar funciones habituales, tendríamos que hacer para el extremo inferior

$$3\alpha + 5 = x$$

$$\alpha = \frac{x - 5}{3}$$

Y para el extremo superior:

$$10 - 2\alpha = x$$

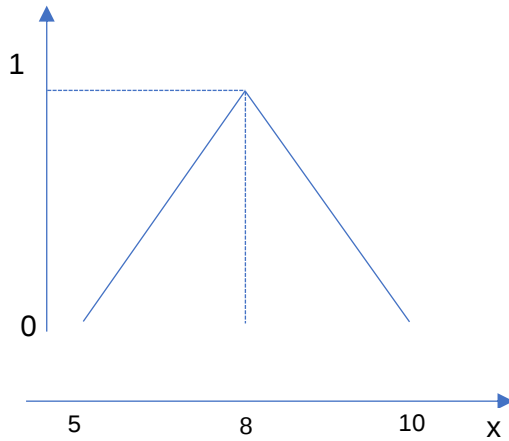
$$\alpha = \frac{10 - x}{2}$$

Esta forma se corresponde con la siguiente forma de representar números borrosos:

c) A través de la función de pertenencia. Siguiendo con el ejemplo anterior, se podría representar de la forma siguiente.

$$\mu_{\tilde{A}}(x) = \begin{cases} 0 & x < 5 \\ \frac{x-5}{3} & 5 \leq x \leq 8 \\ \frac{10-x}{2} & 8 < x \leq 10 \\ 0 & x > 10 \end{cases}$$

Cuya representación gráfica es



Que podemos definir en forma de tripleta $[5, 8, 10]$, α -cortes, $\left[\frac{x-5}{3}, \frac{10-x}{2}\right]$, o a través de la función de pertenencia, definida anteriormente.

4.12.2 Operaciones con números borrosos

a) Suma

a.1. Caso continuo. Sean dos números borrosos definidos por sus α -cortes, $A = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$ y $B = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$, se define α -cortes del número borroso suma $C = [c_1(\alpha), c_2(\alpha)]$ como:

$$\begin{aligned} C &= [c_1(\alpha), c_2(\alpha)] = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)] (+) [b_1(\alpha), b_2(\alpha)] \\ &= [a_1(\alpha) + b_1(\alpha), a_2(\alpha) + b_2(\alpha)] \end{aligned}$$

a.2. Caso discreto. Se usa la convulsión maxmin para la suma que se define como

$$\mu_{\tilde{A}(+) \tilde{B}}(z) = \bigvee_{z=x+y} (\mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(y))$$

b) Resta

b.1. Caso continuo. Sean dos números borrosos definidos por sus α -cortes, $A_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$ y $B_\alpha = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$, se define el α -corte del número borroso resta $C_\alpha = [c_1(\alpha), c_2(\alpha)]$ como:

$$\begin{aligned} C_\alpha &= [c_1(\alpha), c_2(\alpha)] = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)](-)[b_1(\alpha), b_2(\alpha)] \\ &= [a_1(\alpha) - b_2(\alpha), a_2(\alpha) - b_1(\alpha)] \end{aligned}$$

b.2. Caso discreto. Se usa la convulsión maxmin para la suma que se define como

$$\mu_{\tilde{A}(-)\tilde{B}}(z) = \bigvee_{z=x-y} (\mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(y))$$

c) Multiplicación de números borrosos.

c.1. Caso continuo. Sean dos números borrosos $\tilde{A}$ y $\tilde{B}$ definidos por sus α -cortes, $A_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$ y $B_\alpha = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$, se definen el α -corte del número borroso $\tilde{C} = \tilde{A}(\cdot)\tilde{B}$ como

$$\begin{aligned} C_\alpha &= A_\alpha(\cdot)B_\alpha = [c_1(\alpha), c_2(\alpha)] \\ &= \left[\begin{array}{l} \min(a_1(\alpha) \cdot b_1(\alpha), a_1(\alpha) \cdot b_2(\alpha), a_2(\alpha) \cdot b_1(\alpha), a_2(\alpha) \cdot b_2(\alpha)), \\ \max(a_1(\alpha) \cdot b_1(\alpha), a_1(\alpha) \cdot b_2(\alpha), a_2(\alpha) \cdot b_1(\alpha), a_2(\alpha) \cdot b_2(\alpha)) \end{array} \right] \end{aligned}$$

Nota: en R^+ el resultado obtenido es:

$$C_\alpha = A_\alpha(\cdot)B_\alpha = [c_1(\alpha), c_2(\alpha)] = [a_1(\alpha) \cdot b_1(\alpha), a_2(\alpha) \cdot b_2(\alpha)]$$

c.2. Caso discreto. Se usa la convulsión maxmin para la suma que se define como

$$\mu_{\tilde{A}(\cdot)\tilde{B}}(z) = \bigvee_{z=x \cdot y} (\mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(y))$$

d) División de números borrosos

d.1. Ámbito continuo. Sean dos números borrosos $\tilde{A}$ y $\tilde{B}$ definidos por sus α -cortes, $A_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$ y $B_\alpha = [b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$, se definen el α -corte del número borroso

$\tilde{C} = \tilde{A}(\div)\tilde{B}$ como el producto $\tilde{A}$ por el pseudo-inverso de $\tilde{B}$ ($\tilde{B}^{-1}$)

$$C_\alpha = A_\alpha(\div)B_\alpha = [c_1(\alpha), c_2(\alpha)] = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)](\div)[b_1(\alpha), b_2(\alpha)]$$

El pseudo-inverso se define en R^+ o en R^-

1. En R^+

$$C_\alpha = A_\alpha(\div)B_\alpha = A_\alpha(\cdot)B_\alpha^{-1} = \left[\frac{a_1(\alpha)}{b_2(\alpha)}, \frac{a_2(\alpha)}{b_1(\alpha)} \right]$$

En R^-

$$C_\alpha = A_\alpha(\div)B_\alpha = A_\alpha(\cdot)B_\alpha^{-1} = \left[\frac{a_2(\alpha)}{b_1(\alpha)}, \frac{a_1(\alpha)}{b_2(\alpha)} \right]$$

d.2. Ámbito discreto

$$\forall x, y, z \in R^+ \text{ o } R^-$$

$$\mu_{A \div B}(z) = \bigvee_{z=x(\div)y} (\mu_{\tilde{A}}(x) \wedge \mu_{\tilde{B}}(y))$$

e) Multiplicación por un número real

e.1. Caso continuo. Sean un número borroso $\tilde{A}$ definido por su α -corte $A_\alpha = [a_1(\alpha), a_2(\alpha)]$ y sea un número real k , se define el producto $k(\cdot)\tilde{A}$ como:

$$\begin{aligned} k(\cdot)\tilde{A} &= k \cdot [a_1(\alpha), a_2(\alpha)] \\ &= [\min(k \cdot a_1(\alpha), k \cdot a_2(\alpha)), \max(k \cdot a_1(\alpha), k \cdot a_2(\alpha))] \end{aligned}$$

e.2. Caso discreto. Sean z y k dos números reales, se define el producto $k(\cdot)\tilde{A}$ como

$$\mu_{k\tilde{A}}(z) = \mu_{\tilde{A}}(k \cdot z)$$

Nota: para la división se procede en ambos casos de la misma forma sin más que sustituir k por $1/k$

4.13 Relaciones difusas

Gil Aluja (1998) define relación como todo tipo de asociación capaz de poner en evidencia los niveles de conexión existente entre objetos físicos o mentales perteneciente a un mismo conjunto o entre objetos de distintos conjuntos. A fin de analizar la relación se parte de un conjunto referencial de elementos

$$E_1 = \{a_1, a_n, \dots, a_n\}$$

Entre los cuales puede existir cierto tipo de relación a un determinado nivel.

También puede analizarse la relación entre cada uno de los elementos de dicho conjunto y los de otro conjunto E_2 :

$$E_2 = \{b_1, b_n, \dots, b_m\}$$

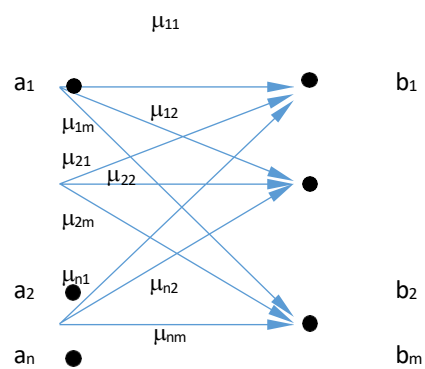
Estas relaciones pueden ser representadas en forma matricial

	b_1	b_2	...	b_m
a_1	μ_{11}	μ_{12}	...	μ_{1m}
a_2	μ_{21}	μ_{22}	...	μ_{2m}
...	...	...	...	...
a_n	μ_{n1}	μ_{n2}	...	μ_{nm}

Donde $\mu_{ij} \in [0,1]$, representa la intensidad de la relación entre los elementos i y j ,

$$i, j \in \{1, 2, \dots, n\}$$

siendo $i = a_1, a_2, \dots, a_n$ y $j = b_1, b_2, \dots, b_m$. También pueden representarse en forma sagitada:



4.14 Propiedades de las relaciones

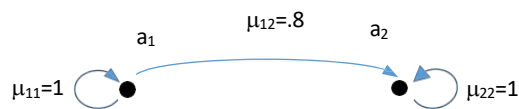
Sea un referencial $E = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$ y considerando una relación borrosa $\tilde{R} \subset E \times$

E . Se analizan las propiedades de reflexividad, simetría, transitividad y antisimetría:

Reflexividad

$$\forall x \in E \quad \mu_{\tilde{R}}(x, x) = 1$$

En forma sagitada, supondría la existencia de un bucle en cada vértice



En forma matricial, esta propiedad equivale a tener los elementos de la diagonal principal iguales a uno, es decir, que un elemento es indiferente a sí mismo. A modo de ejemplo se muestra la siguiente relación entre los cuatro elementos, que es reflexiva por estar la diagonal compuesta de unos.

	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
a ₁	1	.7	.3	.4
a ₂	.4	1	.2	.5
a ₃	.2	.6	1	.6
a ₄	.5	.9	.7	1

Simetría

$$\forall x, y \in E: \mu_{\tilde{R}}(x, y) = \mu_{\tilde{R}}(y, x)$$

Esta propiedad indica que, si existe un arco que va de x a y, debe de existir otro arco que vaya de y hacia x con el mismo valor. Por ejemplo:

	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
a ₁	.4	.7	.3	.4
a ₂	.7	.6	.2	.5
a ₃	.3	.2	.8	.6
a ₄	.4	.5	.6	1

Transitividad

Establece que la relación directa entre dos elementos ha de ser igual o mayor a la más grande de las relaciones indirectas. Para una relación borrosa, la transitividad se escribe

$$\forall x, y, z \in E: \mu_{\tilde{R}}(x, z) \geq \bigvee_y [\mu_{\tilde{R}}(x, y) \wedge \mu_{\tilde{R}}(y, z)]$$

donde $\wedge$ significa mínimo y $\bigvee_y$ mínimo con relación a y.

	a ₁	a ₂	a ₃	a ₄
a ₁	0.4	0.1	0.1	0.1
a ₂	0.8	0.3	0.2	0.2
a ₃	0.8	0.7	0.8	0.4
a ₄	1	0.9	1	0.7

Para comprobar que una relación es transitiva se puede construir la convolución maxmin de la relación borrosa R

$$[\tilde{R}] \circ [\tilde{R}] = [\tilde{R}]^2$$

Donde el símbolo $\circ$ expresa la convolución maxmin de R por R, es decir:

$$\forall x, y, z \in E: \mu_{\tilde{R} \circ \tilde{R}}(x, z) \geq \bigvee_y [\mu_{\tilde{R}}(x, y) \wedge \mu_{\tilde{R}}(y, z)]$$

De aquí se puede concluir que para la existencia de transitividad es necesario y suficiente que $[\tilde{R}]$ no sea mayor que la originaria $[R]$. Para un ejemplo específico se muestra $[\tilde{R}]$

		a1	a2	a3	a4
	a1	0.4	0.1	0.1	0.1
$[\tilde{R}] =$	a2	0.8	0.3	0.2	0.2
	a3	0.8	0.7	0.8	0.4
	a4	1	0.9	1	0.7

Y se obtiene $[\tilde{R}]^2 = [\tilde{R}] \circ [\tilde{R}]$

		a1	a2	a3	a4
	a1	0.4	0.1	0.1	0.1
$[\tilde{R}]^2 =$	a2	0.4	0.3	0.2	0.2
	a3	0.8	0.7	0.8	0.4
	a4	0.8	0.7	0.8	0.7

Cada elemento se ha obtenido aplicando la expresión de la convolución maxmin anterior. Así, por ejemplo, la obtención del elemento 2-3 se ha obtenido como $\max(\min(0.8; 0.1), \min(0.3; 0.2), \min(0.2; 0.8); \min(0.2; 0.8)) = \max(0.1; 0.1; 0.2; 0.2) = 0.2$. (en

$\lceil \tilde{R} \rceil$ se han marcado de negrita). Como puede verse, cada elemento de $\lceil \tilde{R} \rceil^2$ es igual o inferior que su correspondiente elemento de $\lceil R \rceil$.

1. Anti-simetría. Se consideran dos tipos de anti-simetría: anti-simetría borrosa y anti-simetría perfecta

a) Anti-simetría borrosa

$\forall x, y \in E$ con $x \neq y$ $\mu_{\tilde{R}}(x, y) \neq \mu_{\tilde{R}}(y, z)$ o bien exclusivo $\mu_{\tilde{R}}(x, y) = \mu_{\tilde{R}}(y, z) = 0$

	a1	a2	a3	a4
a1	0.4	0.1	0.1	0.1
a2	0.8	0.3	0.2	0.2
a3	0.8	0.7	0.8	0.4
a4	1	0.9	1	0.7

Como puede verse, por ejemplo, el elemento $a_{31} = 0.8$ es diferente al elemento $a_{13} = 0.1$

b) anti-simetría perfecta

$\forall x, y \in E$ con $x \neq y$ $\mu_{\tilde{R}}(x, y) > 0 \Rightarrow \mu_{\tilde{R}}(y, z) = 0$

	a1	a2	a3	a4
a1	0.4	0.1	0	0.1
a2	0	0.3	0	0
a3	0.8	0.7	0.8	0
a4	0	0.9	1	0.7

En este caso, $a_{31} = 0.8$ y el elemento a_{13} solo puede tomar el valor 0, que es el que realmente toma. Lo mismo sucede con el resto de los pares de valores.

4.15 La ordenación

Etapas 1.

La primera etapa consiste en la obtención de las funciones de pertenencia por cada una de las cuestiones, a partir de esta relación borrosa se realiza una matriz cuadrada por cada una de las preguntas, la primera columna de la matriz se indica el destino turístico, en las siguientes cinco columnas se indica el número de personas que contestaron en cada una de las opciones de respuesta, las cuales miden el valor entre 0 y 1 y la última columna μ muestra el grado de cada una de las características evaluadas, es decir, la intensidad con que cada valor con respecto a la gestión del agua se manifiesta en mayor o en menor grado, en el siguiente ejemplo (Tabla28) se muestra la matriz de las respuestas de expertos respecto a la pregunta ¿Considera que en los próximos cinco años en el municipio de Benito Juárez, contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible? y se obtiene de la siguiente forma $(0 \times 0 + 0 \times 0.25 + 0 \times 0.5 + 1 \times 0.75 + 7 \times 1) / 8 = 0.969$, este resultado corresponde al cálculo de la primer pregunta y del destino turístico 1 Cancún.

TABLA28 Matriz borrosa

1.- ¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio de Benito Juárez, contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?						
SA	1	2	3	4	5	μ
Benito Juárez				1	7	0.969
Solidaridad (Playa del Carmen)					5	1
Puerto Morelos				1	4	0.95
Isla Mujeres					5	1
Cozumel		1		2	2	0.75
Lázaro Cárdenas (Holbox)	1				4	0.8

Elaboración propia

Etapas

Etapas

Etapas

Agregación de opiniones. En esta matriz cada característica, es decir cada pregunta está representada por SA, SB, SC, SD, SE, SF, SG, SH, SI, SJ (TABLA28) y de esta manera los elementos de la matriz toman los siguientes valores:

$$a_{ij}(S_A) = \begin{cases} 1 & \mu_{iA} \geq \mu_{jA} \\ 0 & \mu_{iA} \leq \mu_{jA} \end{cases}$$

Se considera μ_{iJ} la función característica de la fila i , columna J , de la relación borrosa $[R]$, como se muestra en la Tabla29, donde se coloca una x en la diagonal para realizar una comparación entre los destinos turísticos.

Continuando con el ejemplo de la etapa 1, a continuación, se muestra la comparación de los destinos turísticos para la característica SA, en este caso esta característica representa la perspectiva futura acerca de la situación de la infraestructura de agua potable en cinco años.

TABLA29 Comparación de los destinos turísticos

SA	¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio de Benito Juárez, contará con la infraestructura de agua limpia y saneamiento necesaria para satisfacer al 100% de la población?					
	Benito Juárez (Cancún)	Solidaridad	Puerto Morelos	Isla Mujeres	Cozumel	Lázaro Cárdenas (Holbox)
Benito Juárez (Cancún)	x	1	0	1	0	0
Solidaridad (Playa del Carmen)	0	x	1	1	1	1
Puerto Morelos	1	1	x	1	0	0
Isla Mujeres	0	0	0	x	0	0
Cozumel	1	1	1	1	x	1
Lázaro Cárdenas (Holbox)	1	1	1	1	0	x

Elaboración propia

Se realiza esta misma matriz para cada una de las preguntas y posteriormente se suman los unos de cada casilla, para generar la matriz agregada, que se muestra en la siguiente Tabla30.

TABLA 30 Matriz agregada de las respuestas de los expertos

S1	¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio de Benito Juárez, contará con la infraestructura de agua limpia y saneamiento necesaria para satisfacer al 100% de la población?					
	Benito Juárez (Cancún)	Solidaridad (Playa del Carmen)	Puerto Morelos	Isla Mujeres	Cozumel	Lázaro Cárdenas (Holbox)
Benito Juárez (Cancún)	x	8	7	4	4	2
Solidaridad (Playa del Carmen)	2	x	6	8	8	8
Puerto Morelos	4	4	x	5	1	1
Isla Mujeres	6	5	6	x	5	6
Cozumel	7	8	10	6	x	7
Lázaro Cárdenas (Holbox)	9	9	10	5	4	x

Para obtener el α -corte 0.75, se toman aquellos valores donde se obtiene 0.75 o un número mayor y se sustituyen por uno y el resto por cero.

Antes de hacer la ordenación es necesario buscar la existencia de circuitos, es decir, objetos que sean indiferentes y no se puedan ordenar, para este tipo de clases de equivalencia que se ordenan a través del “subgrafo fuertemente convexo”.

Etapa 3. Búsqueda de objetos similares o indiferentes. Para realizar esta búsqueda se utiliza el algoritmo de cierre transitivo y cierre transitivo inverso de uno de los elementos del referencial.

1.- Con base en la matriz S0.75, (Tabla 31) se toma uno de los elementos del referencial de E1, en este caso tomaremos al destino turístico 1 (Cancún) y se obtiene su cierre transitivo (Γ {Destino turístico 1}) y cierre transitivo inverso (Γ^- {Destino turístico 1}).

2.- Al hacer el cierre transitivo del Γ {Destino turístico 1} que se encuentra representada por la columna derecha se anota cero en la casilla correspondiente al destino turístico 1 y se observa en qué elementos de la fila hay un uno y por cada 1 que exista en la fila, se coloca un uno en la columna derecha, para el proceso del cierre transitivo inverso que se encuentra representado en la fila que se encuentra debajo de la matriz, se anota un uno por cada columna del destino turístico 1 (Cancún), en este caso en la fila del destino 6 (Holbox) se encuentran tres unos, que se colocan en el cierre transitivo, mientras que en el cierre transitivo inverso, se colocan los unos que se encuentran en las columnas de los destinos 1 (Cancún) ,2 (Playa del Carmen)y 3 (Puerto Morelos).

TABLA31 Matriz α corte 0.75

		1	2	3	4	5	6	
		Benito Juárez (Cancún)	Solidaridad (Playa del Carmen)	Puerto Morelos	Isla Mujeres	Cozumel	Lázaro Cárdenas (Holbox)	Transitivo o T(a1)
1	Benito Juárez (Cancún)	x						0
2	Solidaridad (Playa del Carmen)		x					
3	Puerto Morelos			x				
4	Isla Mujeres				x			
5	Cozumel			1		x		
6	Lázaro Cárdenas (Holbox)	1	1	1			x	
Transitivo inverso T-1(a1)		0					1	

3.- Se obtiene la intersección entre el cierre transitivo y el cierre transitivo inverso del destino 1: $\Gamma \{\text{Destino 1}\} \cap \Gamma^{-} \{\text{Destino 1}\} = \{d1\} \cap \{d1, d6\} \rightarrow \{d1\}$.

Ahora se elimina el primer destino (Cancún) y se repite el proceso del cierre transitivo y cierre transitivo inverso para el siguiente destino (Playa del Carmen)

		2	3	4	5	6	
		Solidaridad (Playa del Carmen)	Puerto Morelos	Isla Mujeres	Cozumel	Lázaro Cárdenas (Holbox)	Transitivo o T(a1)
2	Solidaridad (Playa del Carmen)	x					0
3	Puerto Morelos		x				
4	Isla Mujeres			x			
5	Cozumel		1		x		
6	Lázaro Cárdenas (Holbox)	1	1			x	
Transitivo inverso T-1(a1)		0				1	

Destino 2: $\Gamma \{ \text{Destino 2} \} \cap \Gamma^{-} \{ \text{Destino 2} \} = \{d2\} \cap \{d2, d6\} \rightarrow \{d2\}.$

Posteriormente, se repite el proceso para el siguiente destino (Puerto Morelos):

		3	4	5	6
		Puerto Morelos	Isla Mujeres	Cozumel	Lázaro Cárdenas (Holbox)
3	Puerto Morelos	x			
4	Isla Mujeres		x		
5	Cozumel	1		x	
6	Lázaro Cárdenas (Holbox)	1			x

Transitivo o T(a1)
0

Transitivo inverso T-1(a1)	0		1	1
----------------------------	---	--	---	---

Destino 3: $\Gamma \{ \text{Destino 3} \} \cap \Gamma^{-} \{ \text{Destino 3} \} = \{d3\} \cap \{d3, d5, d6\} \rightarrow \{d3\}$.

De la misma manera, se continua con el siguiente destino (Isla Mujeres)

		4	5	6
		Isla Mujeres	Cozumel	Lázaro Cárdenas (Holbox)
4	Isla Mujeres	x		
5	Cozumel		x	
6	Lázaro Cárdenas (Holbox)			x

Transitivo o T(a1)	0		
--------------------	---	--	--

Transitivo inverso T-1(a1)	0		
----------------------------	---	--	--

Destino 4: $\Gamma \{ \text{Destino 4} \} \cap \Gamma^{-} \{ \text{Destino 4} \} = \{d4\} \cap \{d4\} \rightarrow \{d4\}$.

Ahora se hace el cierre transitivo e intransitivo para el destino de Cozumel

		5	6
		Cozumel	Lázaro Cárdenas (Holbox)
5	Cozumel	x	
6	Lázaro Cárdenas (Holbox)		x

Transitivo o T(a1)	0	
--------------------	---	--

Transitivo inverso T-1(a1)	0	
----------------------------	---	--

Destino 5: $\Gamma \{ \text{Destino 5} \} \cap \Gamma^{-} \{ \text{Destino 5} \} = \{d5\} \cap \{d5\} \rightarrow \{d5\}$.

Y, por último, se repite el proceso para Holbox:

		6	
		Lázaro Cárdenas (Holbox)	
6	Lázaro Cárdenas (Holbox)	x	0

Transitivo o T(a1)
0

Transitivo inverso T-1(a1)	0	
----------------------------	---	--

Destino 6: $\Gamma \{ \text{Destino 6} \} \cap \Gamma^{-} \{ \text{Destino 6} \} = \{d6\} \cap \{d6\} \rightarrow \{d6\}$.

Las clases de equivalencia obtenidas son: C₁: {d1}; C₂: {d2}; C₃: {d3}; C₄: {d,4} , C₅: {d,5}; C₆: {d,6}.

Etapas 4. Ordenación (Kaufmann y Gil-Aluja, 1997). Se presenta el grafo sagitado, donde el origen con mayor número de vectores indica que destino turístico necesita tomar prioritariamente acciones con respecto a la gestión del agua en la Región Norte de Quintana Roo.

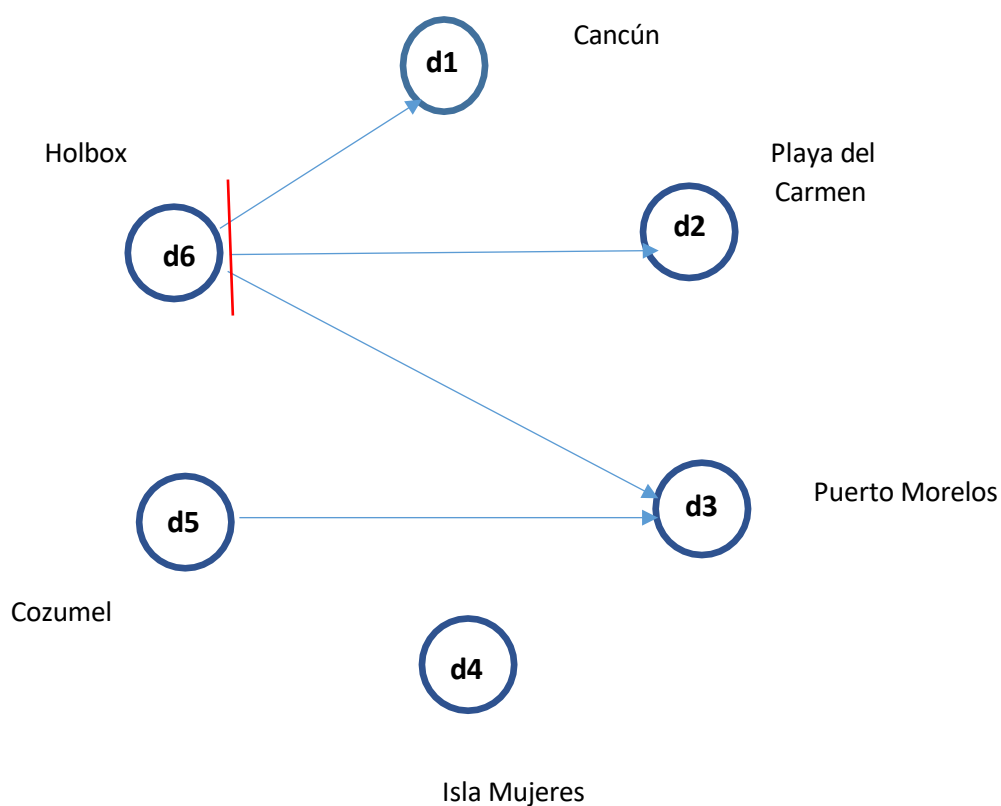
El grafo (Figura 16) se elabora con base en la matriz S0.75 (Tabla 31), como se puede observar el destino donde se originan mayor número de vectores es el destino 6 (Holbox), a continuación, se buscan los vértices que no tienen predecesor y se van descartando del grafo y de esta manera se van asignando los niveles, el primer nivel indica que destino necesita tomar prioritariamente acciones con respecto a la gestión del agua.

Se descartan los arcos que salen del primer nivel y se repite el proceso para obtener los siguientes niveles y de esta manera se obtiene el orden de destinos que se presenta en la Tabla 32 de los niveles, siendo el sexto destino turístico emergente (Holbox) en el que se necesitan priorizar las acciones respecto a la gestión del agua, seguido del destino 5 Cozumel, y en tercer lugar los cuatro destinos (Cancún, Playa

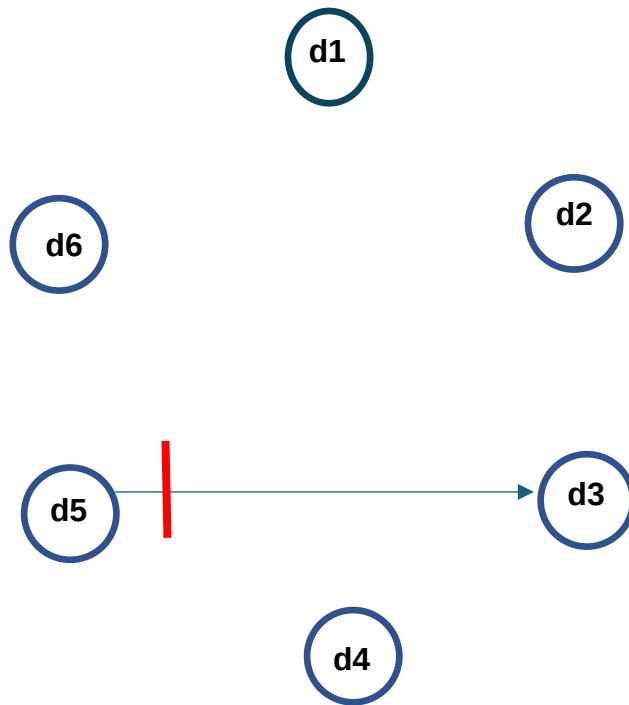
del Carmen, Puerto Morelos e Isla Mujeres) los cuales no se pueden ordenar, porque los expertos asignaron valores similares en cada pregunta lo que generó que se encuentren en el mismo lugar de importancia.

4.16 Grafos de la ordenación de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo

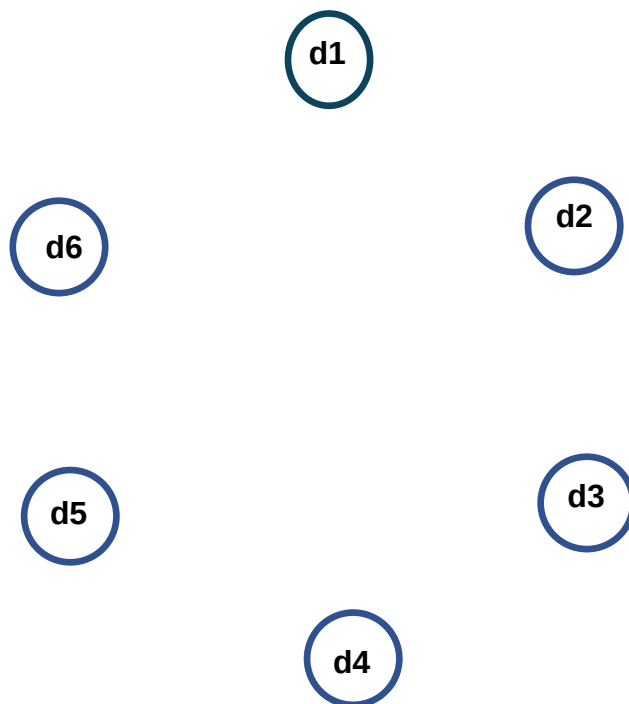
FIGURA16 Grafos sagitados



D6 Holbox con más vectores



D6 Holbox < D5 Cozumel < {D1, D2, D3 y D4}



D6 Holbox < D5 Cozumel < {D1, D2, D3 y D4}

TABLA 32 Orden de los destinos

Nivel	Destino
N ₁	Holbox
N ₂	Cozumel
N ₃	Cancún, Playa del Carmen, Puerto Morelos e Isla Mujeres

Elaboración propia

CAPÍTULO V RESULTADOS

Se llevó a cabo un proceso de ordenación de los datos obtenidos, determinando las funciones de pertenencia para cada destino turístico en relación con las preguntas planteadas. Se consultó a un panel de 33 expertos en la materia, quienes respondieron a un conjunto de 11 preguntas específicas sobre la gestión del agua en la Región Norte de Quintana Roo. Este enfoque permitió obtener una visión multidimensional sobre los desafíos, estrategias y posibles soluciones en el manejo de los recursos hídricos dentro del sector turístico de la región.

La investigación confirma que Holbox es el destino turístico donde resulta esencial priorizar acciones en la gestión del agua para alcanzar el ODS 6, “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030. Es importante mencionar que es el único destino de la Región que se encuentra en la etapa del ciclo de vida emergente

Además, Holbox es el único destino turístico de los seis analizados que no constituye un municipio independiente, ya que forma parte del municipio de Lázaro Cárdenas. Además, es la localidad con la menor cobertura en el tratamiento de aguas residuales, alcanzando apenas el 8.6% (CAPA, 2023). Sumado a esto, ni Holbox ni el municipio al que pertenece disponen de un Programa de Desarrollo Urbano, un Programa de Ordenamiento Ecológico Local, un Reglamento de Ecología ni una normativa de construcción municipal.

Los resultados en la Tabla 40 (Anexo II) Respecto a las preguntas 1 y 2 (Anexo II), donde se plantea si ¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio de Lázaro Cárdenas, contará con la infraestructura de agua potable y saneamiento necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible? muestran que los expertos están de acuerdo en que, en un plazo de cinco años, Holbox contará con una infraestructura hidráulica completamente equipada. Mientras que respecto a la pregunta 3 (Anexo II) ¿Considera que el destino turístico dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por

la población? Los expertos están totalmente en desacuerdo y consideran que solo un 20% estará cubierto (Anexo II), este resultado se refuerza con el dato obtenido en el análisis ANOVA, prueba Scheffé (para tamaños distintos de cada destino) llevado a cabo (anexo III) sobre la misma pregunta 3 y mostró que existe una diferencia significativa de 0.05 de Holbox con respecto a al resto de los destinos turísticos; esta baja expectativa está relacionada con que actualmente el drenaje en el destino es insuficiente y se desborda con las lluvias.

Respecto a la pregunta 4 ¿Considera que en los próximos cinco años los hoteles de la zona hotelera de Cancún tengan la disposición de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales en la zona hotelera del municipio de Benito Juárez? Los expertos manifestaron que se espera que solo un 70% del sector estén de acuerdo en invertir en ellas, coincide con el análisis ANOVA (Anexo III) se identificó una diferencia significativa junto con Isla Mujeres y Cozumel, es decir, los tres destinos insulares, en cuanto a la menor disposición de los hoteles a invertir en plantas tratadoras de aguas residuales en contraste con los demás destinos turísticos.

Por otro lado, están de acuerdo que los turistas y los locales adoptarán comportamientos más sustentables con el medio ambiente (preguntas 5 y 6 del anexo II) En cuanto al compromiso ambiental de los hoteles (preguntas 7 y 8 del anexo II), consideran que un 75 % buscará tener una certificación ambiental general y solo el 13 % estaría dispuesto a certificarse bajo un estándar de sostenibilidad hídrica.

A cerca del uso eficiente del recurso al instalar medidores de agua en cada área del hotel (pregunta 9, anexo II) consideran que el sector se encuentra en desacuerdo debido a que solo el 35% de los hoteles estarían interesados en tomar esta medida respuesta que se ve reforzada nuevamente por el análisis ANOVA (III) porque existe una diferencia significativa del 5% de Holbox con respecto a Isla Mujeres, donde Isla Mujeres si está muy interesado en colocar medidores, cabe mencionar que el proveedor del recurso hídrico de Holbox es un proveedor público, mientras en Isla Mujeres es uno privado.

En relación con la pregunta 10, (Anexo II) de la existencia de una regulación efectiva que prevenga la saturación del destino turístico mediante nuevos desarrollos en los próximos cinco años, los expertos de encuentran totalmente en desacuerdo, de hecho, uno de ellos mencionó que otro aspecto sin regulación son los hospedajes de Airbnb, los cuales no están registrados formalmente y consumen grandes volúmenes de agua.

Mientras que para la pregunta 11 (Anexo II) consideran que solo un 30 % participaría en proyectos dirigidos a la conservación costera. Además, los expertos señalaron que, debido a la ubicación remota de la isla, PROFEPA no realiza un monitoreo adecuado, los hoteles carecen de licencia ambiental, no se ha definido claramente la zona turística y los residentes locales no reportan problemas de agua en sus viviendas, lo que evidencia una falta de conciencia y cultura ambiental en la población.

Con base en el criterio para evaluar la gestión del agua PNUMA (2018) se realizó la siguiente TABLA 33 acerca de la gestión del agua que se espera para el 2030 en Holbox.

TABLA 33 Nivel de gestión del agua esperada para el 2030 en Holbox (destino turístico emergente).

Destino	Variables	Las metas del ODS6	Nivel de cumplimiento esperado al 2030
Holbox	Acceso al agua potable	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos	Alto
	Contaminación del agua	6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad	Alto
		6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	Regular
	Uso eficiente del agua en los hoteles	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua	Bajo
	Desarrollo Urbano Sustentable y Salud Costera	6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos	Bajo
	Promedio general		Regular

Fuente: Elaboración propia con base en el criterio de PNUMA (2018).

En segundo lugar, el destino que necesita priorizar las acciones respecto a la gestión del agua para el cumplimiento del ODS 6 de “*Agua limpia y saneamiento*” es el destino de Cozumel, cabe mencionar que el organismo operador de agua potable y saneamiento público para ambas islas Holbox y Cozumel es CAPA.

Respecto a la pregunta 1 y 2 (Anexo II) los expertos coinciden en que, dentro de cinco años, la infraestructura de agua potable y saneamiento en Cozumel tendrá una cobertura aproximadamente del 75%. Sin embargo, en la actualidad, es imprescindible la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales en

la zona sur de la isla, así como una planta desaladora. Cabe destacar que Cozumel es el único de los seis destinos turísticos que busca implementar una planta desaladora, aunque el proceso de adquisición es lento debido a los altos costos y la falta de presupuesto ambiental suficiente. Además, el agua de rechazo generada por la desalación puede representar un riesgo para los ecosistemas marinos.

Por otro lado, prevén que el destino no se expandirá más, ya que las islas tienen un desarrollo limitado. No obstante, aún es necesario regularizar algunos asentamientos humanos que ya están establecidos. En cuanto a la contaminación marina, se señala que ciertos hoteles carecen de trampas de grasa, lo que provoca la descarga directa de grasas, residuos y solventes al mar, afectando el ecosistema y la biodiversidad.

Consideran que solo el 40% de los hoteleros participaría en proyectos a favor de la salud costera (pregunta 11, anexo II) porque muchos de los propietarios no residen en la isla y no sienten el arraigo y la voluntad de cuidar el territorio.

Están de acuerdo en que la tendencia de los turistas será tener un comportamiento responsable con el medio ambiente, mientras que para los locales será un proceso más lento, debido a la falta de educación ambiental y porque tienen menor poder adquisitivo para consumir productos biodegradables que los turistas (preguntas 5 y 6, anexo II).

Se encuentran en desacuerdo respecto a que la regulación respecto de la construcción de hoteles sea suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico Cozumel (pregunta 10, anexo II), nuevamente no existe el monitoreo suficiente, además de una regulación laxa, por un lado, los hoteles no deberían de rebasar los cinco pisos y por otro los inversionistas los necesitan para garantizar el retorno de la inversión de la propiedad y por esa razón no respetan las regulaciones, además respecto a la capacidad de carga hídrica, es decir el balance hídrico no se tiene claridad, porque existen discrepancias entre los científicos respecto al cálculo.

En cuanto a la obtención de certificaciones generales en sustentabilidad o hidro sustentables (preguntas 7 y 8, anexo II), se estima que el 55% de los hoteles

estarían interesados. Sin embargo, señalaron que el sector hotelero tiende a mostrar resistencia al cambio, así como un interés limitado en el cumplimiento de normas ambientales cuando no existen incentivos que faciliten su adopción.

Por otro lado, en relación con la pregunta 7 ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del destino turístico, considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general? el análisis ANOVA (anexo III) reveló una diferencia significativa de 5% por parte de Cozumel en comparación con los demás destinos turísticos.

Asimismo, se identificó una diferencia significativa junto con Isla Mujeres y Holbox—es decir, los tres destinos insulares—en cuanto a la menor disposición de los hoteles a invertir en plantas tratadoras de aguas residuales (pregunta 4, anexo II) en contraste con los demás destinos turísticos.

A continuación, se muestra la TABLA 34 con la gestión del agua esperada para el 2030 en Cozumel con base al criterio de PNUMA (2018).

TABLA 34 Nivel de gestión del agua esperada para el 2030 en Cozumel (destino turístico consolidado).

Destino	Variables	Las metas del ODS6	Nivel de cumplimiento esperado al 2030
Cozumel	Acceso al agua potable	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos	Alto
	Contaminación del agua	6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad	Alto
		6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	Regular
	Uso eficiente del agua en los hoteles	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua	Regular
	Desarrollo Urbano Sustentable y Salud Costera	6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos	Bajo
	Promedio general		Regular

Fuente: Elaboración propia con base en el criterio de PNUMA (2018).

En el mismo tercer lugar de importancia se encuentran los destinos turísticos de Isla Mujeres, Cancún, Playa del Carmen y Puerto Morelos, no se pueden ordenar porque están al mismo nivel, cabe resaltar que los expertos que se entrevistaron para cada destino son distintos y aun así calificaron con el mismo nivel de importancia las cuestiones, estos destinos tienen en común que el organismo operador que les provee el recurso hídrico es la empresa privada “Aguakan”.

En Isla Mujeres los expertos se encuentran totalmente de acuerdo en que, en los

próximos cinco años en el municipio de Isla Mujeres, será necesario ampliar la infraestructura de agua potable y saneamiento y se encontrará cubierto al 100%.(pregunta 1 y 2, anexo II) Sin embargo, es una infraestructura vulnerable ya que tienen la instalación de tubería submarina y necesitan de buzos especializados cuando se requiere reparar alguna falla, ampliar la infraestructura será un proceso lento ya que tanto hoteleros como usuarios en general tardan en realizar los pagos por el servicio de agua.

Están totalmente de acuerdo en que el destino turístico de Isla Mujeres dentro de los siguientes cinco años necesitará plantas de tratamiento de aguas residuales con mayor capacidad y que contará con ellas al 100%, actualmente ya es necesario darle mantenimiento ya que es una instalación antigua y carece de rebombeo.

Respecto a la participación del sector hotelero en proyectos a favor de la salud costera se pronostica solo un 10% de participación (pregunta 11, anexo II), porque algunos hoteles solo rentan el espacio, no son propietarios del terreno y no tienen un sentimiento de pertenencia.

Están de acuerdo con que los turistas tendrán un comportamiento más responsable con el medio ambiente porque es una tendencia mundial y además consideran que es labor del sector hotelero sensibilizar a los turistas acerca de la importancia de cuidar el medio ambiente, mientras que respecto a los locales no se encuentran ni de acuerdo ni en desacuerdo, pero observan una resistencia de la población por ser productos caros y en algunas ocasiones solo greenwash (preguntas 5 y 6, anexo II).

Están totalmente en desacuerdo respecto a que la regulación de la construcción de hoteles sea suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico Isla Mujeres con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años, principalmente porque no existe un estudio al respecto (pregunta 10, anexo II).

Consideran que menos del 25% de los hoteleros buscarán certificarse bajo un distintivo de hotel hidro sustentable en los próximos cinco años (pregunta 8, anexo II), porque no se asigna presupuesto para el cuidado del medio ambiente debido a

que los turistas no pernoctan, en su mayoría visitan la isla solo para realizar tours.

Por otro lado, el análisis ANOVA realizado (anexo III) reveló una diferencia significativa de 0.05 acerca del aumento del número de turistas que tendrán la disposición a tener comportamientos responsables con el medio ambiente (pregunta 5, anexo II) por parte de Isla Mujeres en comparación con el resto de los destinos turísticos. Asimismo, se identificó una diferencia significativa junto con Cozumel y Holbox—es decir, los tres destinos insulares—en cuanto a la menor disposición de los hoteles a invertir en plantas tratadoras de aguas residuales en contraste con los demás destinos turísticos. A continuación, se muestra la Tabla 35 con la gestión del agua esperada para el 2030 en Isla Mujeres con base al criterio de PNUMA (2018).

TABLA 35 Nivel de gestión del agua esperada para el 2030 en Isla Mujeres (destino turístico consolidado).

Destino	Variables	Las metas del ODS6	Nivel de cumplimiento esperado al 2030
Isla Mujeres	Acceso al agua potable	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos	Muy Alto
	Contaminación del agua	6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad	Muy Alto
		6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	Alto
	Uso eficiente del agua en los hoteles	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua	Regular
	Desarrollo Urbano Sustentable y Salud Costera	6.6 De aquí a 2030, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos	Bajo
	Promedio general		Alto

Fuente: Elaboración propia con base en el criterio de PNUMA (2018).

Mientras que en el destino turístico de Cancún los expertos consideran que, en los próximos cinco años en el municipio de Benito Juárez, será necesario ampliar la infraestructura de agua potable y saneamiento por el aumento de la población y los servicios estarán cubiertos al 100%, se considera que la población crecerá a la par de la oferta turística.

Los expertos se encuentran totalmente de acuerdo en que será necesario ampliar la infraestructura de plantas tratadoras de aguas residuales (pregunta 3, anexo II) y esperan una cobertura total del 100% en el municipio. Respecto a la participación del sector hotelero en proyectos que promuevan la salud costera, estiman que el 31% de los hoteles se involucrará (pregunta 11, anexo II). Sin embargo, uno de los expertos considera que este porcentaje podría llegar al 75%, basado en el interés manifestado por las cadenas hoteleras españolas en Cancún, las cuales han expresado su compromiso con iniciativas de cuidado ambiental.

Además, están de acuerdo en que la conducta del turista será responsable con el cuidado del medio ambiente y el consumo de productos biodegradables, mientras como en los destinos anteriores consideran que por el costo de los productos los locales manifestarán mayor resistencia a consumirlos (preguntas 5 y 6, anexo II).

Están en desacuerdo respecto a que la regulación de la construcción de hoteles es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico Benito Juárez con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años (pregunta 10, anexo II), principalmente porque hace falta un estudio que estime la capacidad de carga.

A continuación, se muestra la Tabla 36 con la gestión del agua esperada para el 2030 en Cancún con base al criterio de PNUMA (2018).

TABLA 36 Nivel de gestión del agua esperada para el 2030 en Cancún (destino turístico maduro).

Destino	Variables	Las metas del ODS6	Nivel de cumplimiento esperado al 2030
Cancún	Acceso al agua potable	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos	Muy Alto
	Contaminación del agua	6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad	Muy Alto
		6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	Alto
	Uso eficiente del agua en los hoteles	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua	Regular
	Desarrollo Urbano Sustentable y Salud Costera	6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos	Bajo
	Promedio general		Alto

Elaboración propia con base en el criterio de PNUMA (2018).

Respecto al destino turístico de Playa del Carmen los expertos consideran que, en los próximos cinco años en el municipio de Solidaridad, será necesario ampliar la infraestructura de agua potable y saneamiento por el aumento de la población y los servicios estarán cubiertos al 100%. (pregunta 1 y 2, anexo II)

Respecto a la pregunta 4 ¿Considera que en los próximos cinco años los hoteles de Playa del Carmen tengan la disposición de invertir en instalar más plantas de

tratamiento de agua residuales? (anexo II) Los expertos se encuentran de acuerdo proyectando una cobertura del 85% en el destino.

En cuanto a la participación del sector hotelero en iniciativas que favorezcan la salud costera (pregunta 11, anexo II), estiman que alcanzará el 50%.

Sin embargo, no se encuentran ni de acuerdo ni en desacuerdo respecto a la pregunta 5 ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten Playa del Carmen que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables? De hecho, el análisis ANOVA (anexo III) confirma esta incertidumbre, ya que se identificó una diferencia con un nivel de significancia de 0.05 en el municipio de Solidaridad (Playa del Carmen) en comparación con Puerto Morelos.

Sin embargo, están de acuerdo con que los habitantes locales tendrán un comportamiento responsable respecto a evitar la contaminación marina (pregunta 6 anexo II); consideran que el 80% del sector hotelero tendrá una certificación ambiental general (pregunta 7, anexo II), mientras que solo el 30% se interesaría en el distintivo hidrosustentable (pregunta 8, anexo II), argumentan que la operación del hotel es muy dinámica lo que reduce el tiempo para implementar nuevos distintivos, además de que el distintivo hidrosustentable tiene solo validez nacional y el sector opta por invertir en certificaciones que les brinden reconocimiento a nivel internacional; están de acuerdo con el uso de medidores de agua para eficientar su uso dentro del hotel (pregunta 9, anexo II) y al igual que los destinos anteriores están en desacuerdo con que exista una regulación robusta respecto a la capacidad de carga en el destino (pregunta 10, anexo II).

A continuación, se muestra una Tabla 37 con la gestión del agua esperada para el 2030 en Playa del Carmen con base al criterio de PNUMA (2018).

TABLA 37 Nivel de gestión del agua esperada para el 2030 en Playa del Carmen (destino turístico maduro).

Destino	Variables	Las metas del ODS6	Nivel de cumplimiento esperado al 2030
Playa del Carmen	Acceso al agua potable	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos	Muy Alto
	Contaminación del agua	6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad	Muy Alto
		6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	Alto
	Uso eficiente del agua en los hoteles	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua	Alto
	Desarrollo Urbano Sustentable y Salud Costera	6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos	Bajo
	Promedio general		Alto

Elaboración propia con base en el criterio de PNUMA (2018).

Por su parte, en el destino turístico de Puerto Morelos los expertos están totalmente de acuerdo en que en los próximos cinco años en el municipio será necesario ampliar la infraestructura de agua potable y saneamiento y plantas tratadoras de aguas residuales proyectando que tendrán una cobertura al 100%, (preguntas 1,2 y 3, anexo II) están de acuerdo con que los turistas y los locales tendrán comportamientos responsables para disminuir la contaminación del agua (preguntas 5 y 6), mientras que respecto al sector hotelero consideran que el 75% de los hoteles si contará con una certificación ambiental general, mientras que solo

el 50% optará por el distintivo hidro- sustentable (preguntas 7 y 8, anexo II), y solo el 45% participaría en proyectos relacionados con la salud costera (pregunta 11, anexo II), además están de acuerdo con que se colocarán medidores de agua en los hoteles, mientras que no están ni de acuerdo ni en desacuerdo con respecto a que la regulación respecto a la capacidad de carga no sea lo suficientemente robusta (pregunta 10, anexo II).

A continuación, se muestra la Tabla 38 con la gestión del agua esperada para el 2030 en Puerto Morelos con base al criterio de PNUMA (2018).

TABLA 38 Nivel de gestión del agua esperada para el 2030 en Puerto Morelos (destino turístico consolidado).

Destino	Variables	Las metas del ODS6	Nivel de cumplimiento esperado al 2030
Puerto Morelos	Acceso al agua potable	6.1 De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos	Muy alto
	Contaminación del agua	6.2 De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad	Muy alto
		6.3 De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial	Muy alto
	Uso eficiente del agua en los hoteles	6.4 De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua	Alto
	Desarrollo Urbano Sustentable y Salud Costera	6.6 De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos	Bajo
	Promedio general		Alto

Elaboración propia con base en el criterio de PNUMA (2018).

Respecto a la hipótesis general planteada “El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 *Agua limpia y saneamiento* para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino”.

Se concluyó que el único destino que muestra una diferencia significativa es Holbox que se encuentra en una etapa emergente, es decir en la etapa más temprana del ciclo del desarrollo de un destino turístico, es en esta etapa donde se necesita mayor

atención para lograr el cumplimiento del ODS 6.

Por su parte, en los destinos de Cozumel, Puerto Morelos e Isla Mujeres que se encuentran en una etapa consolidada y Cancún y Playa del Carmen que se encuentran en una etapa madura no se encontraron diferencias significativas por pertenecer a una etapa diferente del ciclo.

Respecto a la primera hipótesis:

H1.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca de la infraestructura hidráulica de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

Se concluyó que Holbox y Cozumel muestran un nivel “alto”, a diferencia de los cuatro destinos restantes, Isla Mujeres, Cancún, Playa del Carmen y Puerto Morelos que cuentan con un nivel de “Muy Alto” sin embargo la diferencia de estos niveles no está relacionada con el ciclo de vida de cada destino.

En relación con la segunda, tercera y cuarta hipótesis:

H2.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca de la contaminación marina de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H3.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca del comportamiento responsable de los turistas con el medio ambiente de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H4.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca del comportamiento responsable de los locales con el medio ambiente de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS

6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

Se concluyó que Holbox y Cozumel muestran un nivel “regular”, a diferencia de los cuatro destinos restantes, Isla Mujeres, Cancún, Playa del Carmen y Puerto Morelos que cuentan con un nivel de “Muy Alto” sin embargo la diferencia de estos niveles no está relacionada con el ciclo de vida de cada destino.

Por otro lado, para la quinta hipótesis:

H5.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca uso eficiente del agua en los hoteles con el medio ambiente de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

Se concluyó que Holbox muestra un nivel “bajo”, mientras Cozumel, Isla Mujeres y Cancún muestran un nivel “regular” y Playa del Carmen y Puerto Morelos un nivel “alto” estos últimos están en una etapa del ciclo de vida consolidado, sin embargo, la diferencia de niveles no está directamente relacionada con el ciclo de vida de cada destino.

Finalmente, para las hipótesis 6 y 7:

H6.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca desarrollo urbano sustentable de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

H7.- El nivel al que se encontrará alineada la gestión del agua acerca de la salud costera de en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con respecto al ODS 6 “Agua limpia y saneamiento” para el año 2030, estará relacionado con la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra en cada destino.

Se concluyó que los 6 destinos reportaron un nivel “bajo” lo que demuestra que este nivel no está directamente relacionado con el ciclo de vida de los destinos.

CAPÍTULO VI DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La gestión del agua está directamente relacionada con el crecimiento poblacional, a medida que la población crece, el reto para abastecerla se multiplica, a su vez, se intensifica el desafío por conservar la calidad del recurso hídrico, al aumentar la cantidad de agua que necesita ser tratada. Se estima que para el 2030 la población mexicana se incrementará en 12.74 millones de personas, es decir un total de 137.48 millones de mexicanos, lo cual implica un aumento del 31% del uso del agua (CONAGUA,2019).

De acuerdo con el IMTA (2017) el ciudadano mexicano consume alrededor de 1,978 metros cúbicos de agua por año, de los cuales el 5% es utilizado para actividades cotidianas como la preparación de los alimentos, limpieza personal y del hogar, mientras que el otro 95 % representa el consumo indirecto, que involucra hábitos alimenticios, patrones de consumo y estilos de vida.

A nivel nacional para el año 2030, se estima que el indicador de agua renovable per cápita será de 3,358 m³/hab/año, (CONAGUA,2023) mientras que, en la Región hidrológica de la Península de Yucatán, se prevé que será de 5117 m³/hab/año. (CONAGUA,2023). Y particularmente en el Estado de Quintana Roo, se espera que sea de 780 m³/hab/año de acuerdo con las proyecciones de CONAPO (CCPY,2023). Por ello, es necesario revisar la relación de la población con el uso y la conservación del agua, porque su sobreexplotación o la falta de tratamiento de las aguas residuales puede tener consecuencias destructivas para los ecosistemas naturales y para la sociedad. Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que será necesario aumentar la infraestructura de agua limpia y saneamiento (Tabla 40,anexo II), así como de plantas de tratadoras de agua residual dentro de cinco años debido al incremento poblacional que se pronostica en un incremento del 36% para el año 2050 en la Región Norte de Quintana Roo (CONAGUA, 2020); Para Ibarrán (2017) el aumento de la densidad poblacional y las actividades económicas perjudican directamente la calidad del agua, sin embargo considera que con tiempo, inversión y programas adecuados esta situación se puede revertir.

Partiendo de que la gestión del agua es llevada a cabo de manera regional por la CONAGUA. Al compartir una misma región hidrológica, los destinos turísticos tienen las mismas condiciones de disponibilidad, calidad y usos del agua, ya que se abastecen de la misma cuenca. No obstante, la demanda del flujo hídrico varía en cada municipio o destino turístico. Esto es demostrado por un modelo de flujo hídrico desarrollado por Hernández-Flores *et al.* (2021), el cual vincula la caracterización de la disponibilidad y la demanda de agua en el destino turístico de Cozumel. Al integrar la variable de la demanda, el modelo permite identificar las necesidades específicas del destino en relación con la gestión del agua. Otro aspecto importante para considerar es la etapa del ciclo de vida turístico en el que se encuentra cada destino, Holbox es un destino emergente, Puerto Morelos e Isla Mujeres son consolidados, mientras que Cancún y Playa del Carmen son destinos maduros.

Para priorizar las diferentes necesidades de cada destino en la Región Norte de Quintana Roo, el presente estudio evalúa las variables de infraestructura, contaminación marina, comportamiento responsable para disminuir la contaminación del agua de los turistas y locales, el uso eficiente del agua en los hoteles, el desarrollo urbano sustentable y la salud costera.

En los seis destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo: Cancún, Puerto Morelos, Playa del Carmen, Isla Mujeres, Cozumel y Holbox los expertos tienen expectativas en un nivel muy alto de acuerdo con el criterio utilizado de que la infraestructura hidráulica abarcará una cobertura del 95% al 100% de la población dentro de cinco años y el porcentaje que falta corresponderá a los habitantes de los asentamientos irregulares que permanecerán sin estar conectados a la red del drenaje.

Sin embargo, en la situación actual los destinos de Cancún, Puerto Morelos e Isla Mujeres tienen un nivel muy alto en su infraestructura, aunque en las Islas de Holbox y Cozumel la cobertura de agua potable también se encuentra en un nivel alto, en las plantas tratadoras de agua existe un rezago. Por su parte, Holbox manifiesta un nivel muy bajo del 20% de cobertura, y en Cozumel la cobertura se encuentra al 70%, aunque es un nivel alto se espera que se construya una planta tratadora de

agua al sur del destino, lo que puede contribuir a que también consiga un nivel muy alto en el cumplimiento del ODS 6, sin embargo, es un proceso largo el que lleva que los municipios accedan al recurso económico para realizar estas inversiones significativas.

Cabe mencionar que los destinos que cuentan con un nivel muy alto de cobertura en el tratamiento de aguas residuales pertenecen a municipios donde el proveedor del servicio del recurso hídrico pertenece al sector privado, mientras que Cozumel y Holbox son provistos por el sector público, otra diferencia radica en que estos últimos son islas, según Fakfare *et al.* (2024) las islas son ecosistemas más frágiles susceptibles a los efectos negativos del turismo, aun cuando el destino de Isla Mujeres pertenece a un organismo privado de agua, la situación de contar con una red submarina agrega un grado de dificultad al mantenimiento de la infraestructura hidráulica.

Para Hernández- Flores *et al.* (2021) la centralización de CONAGUA es la que impide que CAPA como institución este facultada para resolver problemas de manera local en el destino de Cozumel, sumado a la falta de financiamiento a y a la ausencia de integración de los usuarios.

De acuerdo con la UNESCO (2019) en muchos casos el ingreso de organismos operadores públicos apenas alcanza para los costos de operación y mantenimiento, lo que impide modernizar y expandir los servicios; Además de que las poblaciones menores a 2000 habitantes quedan fuera de los presupuestos públicos, por ejemplo, la Isla de Holbox que cuenta con tan solo 1198 habitantes.

Al tener pocos habitantes, se instalaron alcantarillados no convencionales que resultan más económicos, pero solo ofrecen un saneamiento básico CONAGUA (2009). Aunque existe un proyecto de saneamiento integral para la Isla de Holbox BANOBRAS (2021) aún no se ha llegado a la meta de la cobertura en el tratamiento de aguas residuales.

Por su parte Morgan-Sagastume *et al.* (2022) sugieren que es necesario que en los tres niveles de gobierno existan programas que apoyen a los organismos operadores de agua y que estos programas se encuentren ligados a esquemas

tarifarios que hagan posible su autofinanciamiento. Además de que importante sensibilizar a la población para aceptar el pago por el servicio del suministro de agua y su saneamiento y que se definan tarifas asociadas en particular al tratamiento de aguas residuales para que esto posibilite cubrir los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura.

Por otro lado, respecto al sector privado los expertos consideran que se deberían imponer multas a los hoteles que no tengan una gestión adecuada del tratamiento de aguas residuales, pero a la vez incentivarlos para que puedan adquirir tecnologías para llevarlo a cabo.

La situación de la infraestructura hidráulica se relaciona directamente con el desarrollo sustentable urbano, que, a su vez, está estrechamente vinculado con la actividad turística en los destinos donde esta es la principal actividad económica (Antonova *et al.*, 2021) a la par que aumenta la infraestructura hotelera incrementa la necesidad de los conjuntos habitacionales con los servicios básicos para la mano de obra.

Para lograr un desarrollo urbano sostenible se necesita encontrar un equilibrio entre el crecimiento económico que genera la actividad turística y el impacto ambiental, pese a esto, los destinos turísticos de la región norte de Quintana Roo no cuentan con estudios de capacidad de carga que permitan conocer el número de personas que pueden recrearse en un espacio sin impactar al medio ambiente.

Esto explica los resultados proyectados a cinco años de un nivel de entre muy bajo a regular, respecto a tener una regulación robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga, en Puerto Morelos esperan que tenga un nivel regular, Cancún y Playa del Carmen e Isla Mujeres bajo y Holbox muy bajo (Tablas 34,35,36 y 37).

Al estudiar la situación actual de los municipios respecto a las regulaciones para el desarrollo urbano se encontró que el municipio Lázaro Cárdenas que es a donde pertenece Holbox no cuenta con un programa de desarrollo urbano, ni de ordenamiento ecológico local, ni reglamentos para la construcción, ni de ecología.

Para Lárraga *et al.* (2022) los lugares que no tienen un plan de gestión se consideran insostenibles como es el caso de Lázaro Cárdenas (Holbox), mientras que los que

cuentan con un plan de gestión del entorno comunitario, pero que no cuentan con un comité de vigilancia y regulación de la capacidad de carga turística, los evalúa en el nivel de vías de sostenibilidad como es el caso del resto de los municipios: Playa del Carmen, Cozumel, Isla Mujeres, Puerto Morelos y Cancún, al tener estos niveles tan bajos se sugiere que establezcan metas municipales respecto a conocer la capacidad de carga de los destinos y que se lleve a cabo el monitoreo del cumplimiento de los reglamentos actuales, aunque se tienen programas de desarrollo urbano en los demás destinos, no se realizan actividades de monitoreo debido a la falta de inspectores por parte del gobierno.

Por su parte, ante esta situación la OMT (2018) sugiere revisar y adaptar la regulación, promover la dispersión de los turistas en espacio y tiempo, asegurarse que las comunidades locales se beneficien verdaderamente del turismo y establecer medidas de monitoreo.

Al aumentar la población en estos destinos toma mayor relevancia evitar la contaminación del agua a través del tratamiento correcto de aguas residuales municipales, por esta razón, para Morgan-Sagastume *et al.* (2022) resultan de vital importancia las plantas tratadoras de agua en los hoteles que se encuentran en las líneas costeras y que además cuenten con guía técnica para operarlas, Selerio *et al.*, (2021) coincide al argumentar que una de las mayores barreras para que los destinos turísticos tengan un adecuado tratamiento de aguas residuales es la falta de capacitación para operar las plantas.

Al consultar a los expertos acerca de que si los hoteles de la zona hotelera de cada destino estaban dispuestos a invertir en plantas tratadoras de agua, nuevamente las Islas mostraron un nivel bajo de participación por parte del sector hotelero: Holbox, Cozumel e Isla Mujeres, la principal razón para esta resistencia son los montos de inversión elevados que se requieren para llevarlo a cabo, los expertos consideran que será un proceso más lento, mientras que Puerto Morelos, Cancún y Playa del Carmen manifiestan un nivel muy alto de compromiso ante la necesidad del crecimiento de población.

Para disminuir la contaminación marina es necesaria la participación de los turistas

y de los residentes locales, los seis destinos coinciden en tener una expectativa en un nivel alto acerca de que los turistas tendrán comportamientos cada vez más sustentables, esta visión concuerda con los autores Velaoras *et al.* (2024) y Pradeep & Pradeep (2023) en relación a que los turistas están dispuestos a pagar por productos y servicios comprometidos con el medio ambiente, aunque existen turistas escépticos al cambio climático y se preocupan de no caer en comprar productos o servicios que solo sean greenwashing (Grindal *et al.*, 2023), la tendencia se dirige hacia el comportamiento responsable con el medio ambiente.

Mientras que la expectativa para los locales es en los destinos de Holbox, Cozumel, Isla Mujeres y Cancún, argumentan que, aunque tengan la intención de hacerlo, el poder adquisitivo es una limitante, tal como lo señalan Melchor y Romero (2024).

Por otro lado, la barrera del poder adquisitivo ayuda al uso eficiente del agua porque los locales buscan reducir el consumo de agua para reducir el costo de la factura por el servicio (Arias, 2024). Sin embargo, en los destinos de Puerto Morelos y Playa del Carmen tienen una expectativa en un nivel alto de que los locales aumentarán su consciencia acerca de los beneficios del uso de productos biodegradables y del reconocimiento social que se recibe al usarlos (Sierra & Páramo, 2024). Aunque varios expertos consideraron que algunos residentes locales y dueños de los hoteles no evitan la contaminación del agua en los destinos turísticos, porque carecen de un sentido de pertenencia al ser migrantes de otros estados del país e incluso de otros países.

Al tratar el tema de la contaminación del agua es importante considerar la característica de unicidad del agua, como se explica en el Programa de Gestión del Comité de Cuenca (2021, pg. 35) “El agua es la misma en todo el planeta Tierra desde su creación; y desde la ciencia, considerando le han asignado distintos nombres: superficial, subterránea y marina. Sin embargo, una característica principal e intrínseca del agua: ser una única entidad, tal como lo es, el aire en la atmósfera”.

Por eso, con que uno de los municipios que pertenece a la región contamine el agua al no tener un adecuado tratamiento de aguas residuales genera que se contamine

el resto, cada municipio debería de hacerse cargo de sus aguas residuales teniendo en cuenta el impacto que tienen.

Los expertos consideran que tanto en turistas como en locales será un proceso lento de educación y consciencia ambiental, donde tanto el sector público como el privado deben de fomentarlo.

Es importante dar a conocer que las buenas prácticas no solo radican en la eficiencia del uso del recurso como la mayoría de la literatura lo indica, sino también enfatizar en medidas que cuiden la calidad del agua como el uso de productos biodegradables.

El sector privado puede influir en esta educación y concientización, desde las aerolíneas y agencias de viajes que pueden proporcionar información de cuidado ambiental a los turistas. De acuerdo con Guo *et al.*, (2019) y Khan *et al.*, (2022), los gerentes de los hoteles pueden inspirar a los empleados (es decir residentes locales) y a los huéspedes a tener un comportamiento orientado hacia la conservación del agua, a su vez los hoteles responden a las exigencias legales y normativas de los municipios, desde ahí debe empezar la cadena que inspire a todos los involucrados a cuidar el recurso hídrico.

Una de las formas de verificar el uso eficiente del agua es a través de las certificaciones ambientales. Respecto a las certificaciones ambientales generales, los destinos de Cancún e Isla mujeres consideran dentro de cinco años contar con un nivel de certificación muy alto, Puerto Morelos, Holbox y Playa del Carmen en un nivel alto y con una expectativa menor el destino de Cozumel esperando un nivel regular para la certificación general en los hoteles de la zona hotelera.

Mientras que para una certificación particularmente enfocada en la gestión del agua, se espera un nivel de participación de nivel muy bajo a regular, en los destinos de Cancún y Holbox se espera un nivel muy bajo, mientras que en Isla Mujeres y Playa del Carmen se espera un nivel bajo y Puerto Morelos y Cozumel esperan un nivel regular, la diferencia entre las certificaciones ambientales generales y las enfocadas a un distintivo hidro sustentable radica en que el distintivo hidro sustentable tiene solo un alcance nacional y el sector hotelero busca certificaciones internacionales y

los expertos consideran que los hoteles no lo van a buscar si no es una exigencia por parte del gobierno o de los turistas.

Por último, se les consultó a los expertos sobre la posible participación del sector hotelero en la salud costera del destino donde se encuentran, debido a que los ecosistemas marino-costeros tienen una estrecha relación con la gestión del agua y los servicios ecosistémicos que brindan son de vital importancia para mantener el equilibrio en el medio ambiente (Jiménez, 2021).

La participación esperada es de nivel bajo a regular, en Isla Mujeres se espera un nivel muy bajo de participación, en Holbox, Cozumel y Cancún esperan la participación a un nivel bajo, sin embargo, en Cancún uno de los expertos comentó que él esperaba un nivel alto, debido a que las cadenas españolas están dispuestas a participar en la salud costera y ocupan el 75% de los hoteles en Cancún. Mientras que en Puerto Morelos y Playa del Carmen se espera un nivel regular de participación, esto se debe nuevamente a la falta del sentido de pertenencia de los dueños de los hoteles y a que el personal de los hoteles se encuentra muy ocupado en su propia operación y no cuentan con el tiempo y el personal suficiente para participar en este tipo de proyectos.

Sin embargo, se sugiere que se involucren tanto el sector público como el privado en la salud y resiliencia de los ecosistemas marinos con el fin de garantizar su existencia para las generaciones futuras ya sea a través de proyectos para la conservación, restauración o rehabilitación de estos (Jiménez, 2021).

Por otro lado, Holbox que es el destino más alejado de cumplir el ODS 6, se encuentra en fase emergente al igual que los destinos que emergen del proceso de expansión turística hacia el sur del Estado, derivado la instalación en el aeropuerto de Tulum y del tren maya, por eso es importante identificar las oportunidades y amenazas respecto a la gestión del agua, para evitar replicarlas en los nuevos destinos.

Respecto a la metodología de la Lógica Difusa en otras investigaciones relacionadas con las variables del presente estudio la utilizaron solo para ponderar con mayor precisión la importancia de las variables de cada estudio con base en las

opiniones de los expertos (Selerio *et al.*, 2021; Yarmidici *et al.*, 2005), por su parte (Kumaravel *et al.*, 2020; Williams *et al.*, 2012; Feng *et al.*, 2014 y Correia *et al.*, 2019) la utilizaron para hacer clasificaciones al agrupar diversos factores en conjuntos borrosos, además ha sido utilizada para priorizar variables y evaluar indicadores que influyen en el desarrollo sostenible (Liu, 2012; Anjum *et al.*, 2024).

Mientras que en el presente estudio, la Lógica difusa permitió tomar en cuenta la intensidad de las perspectivas de los expertos respecto a las decisiones que deben tomarse a cerca de la gestión del recurso hídrico en los seis destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con base en las metas propuestas por el ODS 6, tomando en cuenta factores cuantitativos como la cobertura del servicio de agua potable, del tratamiento de aguas residuales, así como el número de regulaciones que protegen los recursos naturales de la sobreexplotación del uso urbano y turístico y factores cualitativos como el comportamiento responsable con uso del agua por parte de los turistas, los habitantes locales y la participación del sector privado en el uso eficiente del recurso hídrico.

Algunas diferencias de este estudio con los anteriores son que en este se entrevistan a autoridades del sector público como del sector privado, cuando generalmente en estudios previos se han enfocado en uno o de otro, además se realizó particularmente para medir el ODS 6 en destinos turísticos, es decir a nivel local, cuando regularmente se han hecho estudios para evaluar el ODS a nivel regional.

Lo que permitió generar una visión integral de hacia dónde va la gestión del agua en los 6 destinos para el año 2030, al realizar una ordenación de estos fue posible evaluar a que nivel se encuentra alineado cada destino con el ODS 6 y cuál es el que requiere prioritariamente atención y en que aspecto.

CONCLUSIONES

La Lógica Difusa y la ordenación elaborada de acuerdo con el algoritmo de Kaufmann y Gil-Aluja (1995) permitieron evaluar a que nivel se encontrará alineada la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo con el ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030. Para ello se tomaron en cuenta las siguientes variables: la infraestructura hidráulica, la contaminación del agua, el comportamiento responsable para evitar la contaminación del agua por parte de turistas y locales, el uso eficiente del agua en los hoteles, el desarrollo urbano sostenible y la salud costera en cada uno de los destinos turísticos de la región.

Según la hipótesis planteada, "El nivel de alineación de la gestión del agua en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo respecto al ODS 6 “*Agua limpia y saneamiento*” para el año 2030 estará relacionado a la etapa del ciclo de vida en la que se encuentre cada destino".

Se concluyó que el único destino que muestra una diferencia significativa es Holbox que se encuentra en una etapa emergente, es decir en la etapa más temprana del ciclo del desarrollo de un destino turístico, es en esta etapa donde se necesita mayor atención para lograr el cumplimiento del ODS 6.

Por su parte, en los destinos de Cozumel, Puerto Morelos e Isla Mujeres que se encuentran en una etapa consolidada y Cancún y Playa del Carmen que se encuentran en una etapa madura no se encontraron diferencias significativas por pertenecer a una etapa diferente del ciclo.

Se dedujo que el destino que estará más alejado de cumplir con el ODS 6 en el año 2030 es Holbox, el cual se encuentra en la etapa de ciclo de vida emergente. Según el criterio evaluado, Holbox presenta un nivel de gestión del agua clasificado como regular, por lo que es poco probable que alcance el ODS 6 a menos que se aceleren significativamente los procesos necesarios para lograrlo. Entre los principales desafíos que enfrenta Holbox destacan la ausencia de un plan de desarrollo urbano en el municipio al que pertenece, así como la falta de reglamentos municipales para

la construcción de hoteles en la isla, y de estudios sobre la capacidad de carga del destino. Además, uno de los retos críticos es ampliar la cobertura de plantas de tratamiento de aguas residuales, porque actualmente cuenta con una cobertura de solo el 20%.

En segundo lugar, el destino turístico que se encuentra más distante de la alineación con el ODS 6 es Cozumel. Actualmente, está en proceso de transición con la instalación de una planta tratadora de aguas residuales en la zona sur, además de una planta desaladora, cuya construcción ha generado controversia debido a los posibles impactos negativos en los ecosistemas marinos costeros. Asimismo, los expertos mantienen expectativas bajas respecto a la implicación del sector hotelero en iniciativas que fomenten una mejor gestión del agua, se encuentra en un nivel regular de acuerdo con el criterio utilizado, al igual que Holbox, solo que, en menor grado, cabe destacar que ambos destinos son islas y que la gestión del agua se encuentra bajo la dirección de un organismo público.

Por otro lado, los cuatro destinos turísticos restantes comparten el mismo nivel, clasificado como alto de acuerdo con el criterio empleado. Cancún y Playa del Carmen, identificados como destinos maduros, junto con Puerto Morelos e Isla Mujeres, considerados destinos consolidados, muestran un gran potencial para alcanzar el objetivo. No obstante, es crucial que los esfuerzos se mantengan orientados hacia las metas proyectadas para el año 2030. Una característica común entre estos destinos es la falta de estudios sobre capacidad de carga, fundamentales para asegurar un desarrollo urbano sostenible y una gestión del agua que prevenga la sobreexplotación y contaminación de los acuíferos. Cabe destacar que los cuatro destinos son gestionados por un organismo privado.

Finalmente, este estudio resalta la importancia de promover una integración más sólida de las Islas con la región. Aunque la gestión del agua se lleva a cabo a nivel regional, son los municipios responsables de los destinos turísticos quienes deben priorizar la planificación del desarrollo urbano. Esto debe realizarse con base en estudios de capacidad de carga e impacto ambiental, además de garantizar el adecuado tratamiento de aguas residuales y el monitoreo del cumplimiento de las

normas y los reglamentos ambientales en cada uno de los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo, con el objetivo de alinearse al propósito global de "agua limpia y saneamiento".

Asimismo, es fundamental que los resultados de este estudio sean considerados para los destinos turísticos emergentes en el sur del Estado de Quintana Roo, evitando así los mismos errores relacionados con la falta de planeación para un desarrollo sostenible y la carencia de plantas tratadoras de aguas residuales con cobertura amplia y operación eficiente.

Limitaciones y futuras investigaciones

Este estudio se llevó a cabo exclusivamente en los seis municipios que conforman la Región Norte de Quintana Roo. Se recomienda que futuras investigaciones abarquen todos los destinos turísticos de la Península de Yucatán, dado que todos los municipios de esta región forman parte de la misma cuenca hidrográfica.

En cuanto al acceso a la información, se realizaron consultas a expertos tanto del sector público como del privado sobre la gestión del agua. Los expertos del sector hotelero que participaron en las entrevistas fueron contactados principalmente en foros y congresos dedicados al cuidado del medio ambiente. No obstante, se presentaron dificultades para acceder a expertos hoteleros fuera de este contexto. Por ello, se considera que en futuras investigaciones sería valioso incluir las opiniones de representantes de otros hoteles.

Asimismo, se recomienda que futuras investigaciones se centren en analizar el comportamiento de turistas y residentes locales a través de la Lógica Difusa definiendo distintos perfiles en relación con el uso y la conservación del agua. Además, se necesita explorar el sentido de pertenencia que ambos grupos desarrollan hacia el territorio que habitan o visitan, con el objetivo de entender mejor su impacto y sus actitudes frente a los recursos hídricos.

También, se recomienda usar la ordenación para priorizar las actividades que deben llevar a cabo los comités de cuenca con el fin de optimizar los recursos financieros y humanos.

Por otra parte, sería interesante abordar la gestión del agua desde un enfoque sistémico que posibilite el estudio de las interrelaciones entre los diversos actores que conforman tanto el micro como el macroentorno. Este enfoque permitiría identificar dinámicas clave y, a partir de ello, diseñar acciones estratégicas orientadas a transformar la realidad de manera sostenible.

Finalmente, a nivel nacional y regional se cuenta con la institución de CONAGUA, así como con normativas, reglamentos, mecanismos y la existencia de tecnologías hidráulicas diseñadas para abordar los desafíos relacionados con la gestión del agua. A partir de este punto, el reto radica en integrar estos recursos a nivel local, fomentando la colaboración entre los distintos actores involucrados y asegurando que el proceso de gestión se complete mediante un monitoreo adecuado de los resultados. Es fundamental que todos los implicados reconozcan su pertenencia a un mismo territorio y que comparten los mismos recursos naturales, colaborando unidos bajo una visión común para cuidar y conservar el agua, fuente esencial de vida para el desarrollo de los destinos turísticos.

SIGLAS

AEC: Asociación de Estados del Caribe aporta el concepto de Zona de Turismo Sostenible en el Caribe

AGU: Asamblea general de usuarios.

AIEST: (Asociación Internacional de Expertos Científicos en Turismo) es una organización fundada en 1951 que reúne a académicos y profesionales del turismo.

BANOBRAS: Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos, una institución de banca de desarrollo en México. Su función principal es financiar proyectos de infraestructura y servicios públicos, apoyando a gobiernos estatales y municipales en la gestión de recursos para obras como carreteras, agua potable, saneamiento y transporte.

DNUE: Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas. Es un registro creado por el INEGI que proporciona información detallada sobre negocios y establecimientos en México, incluyendo su ubicación, actividad económica y tamaño.

DOF: El Diario Oficial de la Federación es el medio oficial del gobierno de México para la publicación de leyes, decretos, acuerdos, reglamentos y disposiciones generales.

CAPA: Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo, México. Este organismo gubernamental se encarga de la administración y gestión del agua potable y alcantarillado en la región.

CEPAL: Es la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, un organismo de las Naciones Unidas creado en 1948 para promover el desarrollo económico y social en la región.

CICY-UCIA: Centro de Investigación Científica de Yucatán Unidad de Ciencias del Agua.

CNUMAD: conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el

Desarrollo.

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua es un organismo administrativo desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) en México. Su función principal es administrar, regular, controlar y proteger las aguas nacionales del país.

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Es una institución del gobierno de México creada en 1992 con el propósito de promover, coordinar y realizar actividades relacionadas con el conocimiento, conservación y uso sustentable de la biodiversidad.

CONEVAL: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social es un organismo público descentralizado en México, con autonomía técnica, encargado de evaluar la política social y medir la pobreza en el país.

COTAS: Comités Técnicos de Aguas Subterráneas.

DUDH: La Declaración Universal de los Derechos Humanos.

EPOMEX: Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía.

FAFEF: Fondo de Aportaciones para el Fortalecimiento de las Entidades Federativas.

FISE: es el Fondo de Infraestructura Social para las Entidades.

FAIS: Fondo de Aportaciones para la Infraestructura Social.

FONSUR: es el Fondo del Sursureste, un programa de financiamiento en México destinado a apoyar el desarrollo de las entidades federativas de la región sursureste del país.

FORTAFIN: Fondo para el Fortalecimiento Financiero, un recurso asignado dentro del Ramo General 23 del Presupuesto de Egresos de la Federación en México.

GEI: gases de efecto invernadero.

GIRH: Gestión Integrada de los Recursos Hídricos. Es un enfoque que busca administrar el agua de manera coordinada con la tierra y otros recursos

relacionados, con el objetivo de maximizar el bienestar social y económico sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas

GWP: El Global Water Partnership (GWP) por sus siglas en Inglés es una organización intergubernamental y una red de acción mundial que promueve la gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH) para garantizar la seguridad hídrica y el desarrollo sostenible.

IMTA: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua es un organismo público descentralizado en México que se dedica a la investigación y desarrollo tecnológico relacionado con el manejo del agua.

INAFED: Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal en México. Este organismo, dependiente de la Secretaría de Gobernación, tiene como objetivo fortalecer las capacidades institucionales de los gobiernos municipales y estatales.

INEGI El Instituto Nacional de Estadística y Geografía es un organismo autónomo de México encargado de recopilar, analizar y difundir información sobre el territorio, la población y la economía del país.

INIFAP: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.

ITCH: Instituto Tecnológico Nacional de México, Campus Chetumal.

IRP: Panel Internacional de Recursos (por sus siglas en Inglés), es una plataforma científica establecida por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) en 2007.

NOM: Norma Oficial Mexicana.

SADER: Es la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México. Es una dependencia del Poder Ejecutivo Federal encargada de diseñar, planear, ejecutar y coordinar las políticas públicas en materia agropecuaria.

SEDETUR: es la abreviatura de la Secretaría de Turismo, una entidad gubernamental encargada de promover, regular y desarrollar el turismo en Quintana Roo.

SEMARNAT: es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México.

Es la institución encargada de diseñar y aplicar políticas ambientales para la protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales del país.

SHCP: La Secretaría de Hacienda y Crédito Público es la dependencia del gobierno de México encargada de diseñar, planear, ejecutar y coordinar las políticas públicas en materia de economía y finanzas.

SINA Sistema Nacional Ambiental. Es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales.

OCPY: Organismo de Cuenca de la Península De Yucatán.

OMT: Es la Organización Mundial del Turismo, un organismo internacional especializado de las Naciones Unidas que promueve el turismo sostenible y responsable a nivel global.

ONU: La Organización de las Naciones Unidas es la mayor organización internacional del mundo, creada en 1945 tras la Segunda Guerra Mundial con el objetivo de mantener la paz y la seguridad internacionales, fomentar la cooperación entre países y promover los derechos humanos.

ONU-Habitat: es el Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, una agencia de la ONU que trabaja para promover el desarrollo urbano sostenible.

REPDA: Registro Público de Derechos de Agua, administrado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en México.

UNACAR: Universidad Autónoma del Carmen.

WTTC: World Travel & Tourism Council por sus siglas en inglés es una organización global que representa al sector privado de viajes y turismo.

GLOSARIO

Acuífero: Formación geológica subterránea que almacena agua y permite su extracción mediante pozos.

Balance hídrico: Relación entre la cantidad de agua que entra y sale de un sistema, ya sea una región, un ecosistema o una infraestructura hídrica. Se calcula considerando factores como la precipitación, la evaporación, la infiltración y el consumo humano, con el objetivo de garantizar una gestión sostenible del recurso.

Cuenca hidrográfica: Área geográfica delimitada por elevaciones naturales donde el agua de lluvia, ríos y arroyos drena hacia un cuerpo de agua común, como un lago, río o mar. Su gestión es clave para la conservación del recurso hídrico, ya que involucra factores como la disponibilidad de agua, el uso humano, la biodiversidad y la prevención de contaminación.

Contaminación hídrica: Alteración de la calidad del agua debido a la presencia de sustancias nocivas provenientes de actividades humanas.

Desalinización: Proceso mediante el cual se eliminan las sales del agua de mar para hacerla apta para el consumo humano.

Desarrollo urbano sustentable: Modelo de planificación y crecimiento de ciudades que busca equilibrar el bienestar social, el desarrollo económico y la conservación ambiental. Implica el uso eficiente de recursos naturales, la reducción de impactos ambientales, la promoción de espacios verdes, la movilidad sostenible y la integración de tecnologías limpias para garantizar una mejor calidad de vida para las generaciones presentes y futuras.

Eutrofización: Acumulación excesiva de nutrientes en cuerpos de agua que provoca el crecimiento descontrolado de algas y afecta la biodiversidad.

Filtración natural: Proceso de purificación del agua que ocurre al atravesar capas de suelo y rocas, eliminando impurezas y contaminantes.

Gestión integrada del recurso hídrico: Estrategia para administrar el agua de

manera sostenible, considerando aspectos ambientales, sociales y económicos.

Greenwashing: Estrategia de marketing utilizada por empresas o entidades para aparentar ser ambientalmente responsables sin aplicar realmente prácticas sostenibles. Se caracteriza por declaraciones engañosas, el uso de términos vagos o la exageración de esfuerzos ecológicos con el objetivo de mejorar la imagen corporativa ante los consumidores y la sociedad.

Huella hídrica: Medida del volumen total de agua consumida directa e indirectamente por actividades humanas, incluyendo el turismo.

Indicadores de calidad del agua: Parámetros utilizados para evaluar si el agua es apta para el consumo humano o para actividades recreativas.

Infraestructura hídrica: Sistemas de abastecimiento, distribución y tratamiento del agua en un destino turístico.

Recarga de acuíferos: Acción de devolver agua a los acuíferos subterráneos para evitar su sobreexplotación y mantener su equilibrio hídrico.

Regulación hídrica: Conjunto de normas y políticas que buscan garantizar el uso eficiente y equitativo del agua en zonas turísticas.

Reutilización del agua: Aprovechamiento de aguas tratadas en actividades como riego, limpieza urbana y otros usos no potables.

Saneamiento hídrico: Procesos de tratamiento y disposición segura de aguas residuales para evitar contaminación ambiental.

Sequía: Periodo prolongado de escasez de agua que afecta el suministro para actividades humanas y ecosistemas.

Tratamiento de aguas residuales: Procesos físicos, químicos y biológicos para eliminar contaminantes antes de verter el agua nuevamente en el medio ambiente.

Turismo sostenible: Enfoque turístico que busca minimizar impactos ambientales, incluyendo el uso responsable y eficiente del agua.

REFERENCIAS

- AEC (1994) Convenio para el establecimiento de la zona de turismo sustentable del caribe. Colombia. <https://faolex.fao.org/docs/pdf/mul92147.pdf#:~:text=El%20objeto%20del%20presente%20Convenio%20es%20el%20establecimiento,desarrollo%20integral%20de%20la%20regi%C3%B3n%20del%20Gran%20Caribe.>
- AIEST (1991). 41 Congreso de International Association of Scientific Experts in Tourism. AIEST. Alemania. https://www.aiest.org/org/idt/idt_aiest.nsf/
- Albarrán (2017) Regionalización funcional, Universidad Autónoma del Estado de México, México, recuperado de: http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/70949/secme-28748_1.pdf?sequence=1
- Alpuche Álvarez, Y. A., Nava, L. F., Carpio Candelero, M. A., & Contreras Chablé, D. I. (2021). Linking science and public policy: The national waters law under the perspectives of systems thinking and ecosystem services. *Gestion y Politica Publica*, 30(2), 133–170. <https://doi.org/10.29265/gypv.v30i2.881>
- Al-Shahrani, F. A., Al-Ghamdi, N., & Aslam, M. (2024). Awareness of Sustainable Development Goals and Its Relationship to Sustainable Behavior. *OALib*, 11(06), 1–20. <https://doi.org/10.4236/oalib.1111555>
- Anjum, M., Min, H., Sharma, G., & Ahmed, Z. (2024). Advancing Sustainable Urban Development: Navigating Complexity with Spherical Fuzzy Decision Making. *Symmetry*, 16(6). <https://doi.org/10.3390/sym16060670>
- Antonova, N., Ruiz-Rosa, I., & Mendoza-Jiménez, J. (2021). Water resources in the hotel industry: a systematic literature review. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 33(2), 628– 649. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-07-2020-0711>
- Arias, C. (2024). Understanding The Drivers and Barriers Towards Sustainable Consumption: An Approach by Linking a Pedagogical Strategy of Active Learning with Adopting Sustainable Behaviors by Students. *Journal of Sustainability Perspectives*, 4, 270–293. <https://doi.org/10.14710/jsp.2024.25041>
- Armenta G. (2015) Sin agua no hay turismo, el Financiero. Recuperado de: <https://agua.org.mx/sin-agua-no-hay-turismo/>
- BANOBRA (2021) Proyecto Saneamiento Integral Y Sustentable para Holbox, municipio de Lázaro Cárdenas, Quintana Roo, recuperado de: <https://www.fonadin.gob.mx/fni2/fp87/>
- Baños (2020) *Saturación turística en destinos costeros*, UGI Estambul, recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/348418079_Saturacion_turistica_en_destinos_costeros_Consideraciones_en_relacion_a_las_necesidades_de_espacio_en_las_playas_y_la_gestion_de_la_demanda_de_agua
- Bassols (1983) México formación de regiones económicas, influencias, factores y sistemas; Universidad Autónoma de México, recuperado de: <http://ru.iiec.unam.mx/1442/1/ForRegEco.pdf>
- Beck, M.W., Heck, N., Acosta, M., Schill, S., McNulty, V., y Pflieger, K (2020). The Value of Reefs for Protecting the Most Vulnerable Populations in the Dominican Republic, Jamaica, and Grenada. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Benge, L., & Neef, A. (2018). Tourism in Bali is at the interface of resource conflicts, water crises, and security threats. *Community, Environment and Disaster Risk Management*, 19, 33–52. <https://doi.org/10.1108/S2040-726220180000019002>
- Berná, L. (2015). *Estimación del Impacto Ambiental de la salmuera procedente del rechazo de una desaladora sobre praderas de Posidonia oceánica*.
- Bernal, B., Montero, N., & Vázquez, S. (2024). A Comparative Study of the Tourism Carrying Capacity of the State of Baja California between 2019 and 2022. *Sustainability (Switzerland)*, 16(10). <https://doi.org/10.3390/su16103938>

- BID. (2020). *DE ESTRUCTURAS A SERVICIOS El camino a una mejor infraestructura en América Latina y el Caribe*. Recuperado de: <https://flagships.iadb.org/es/DIA2020/de-estructuras-a-servicios>
- Bierman, B. Hausman (1994) Análisis cuantitativo para la toma de decisiones. *EE. UU.: Addisonwesley Iberoamericana*.
- Bifani Paolo (1997), Medio Ambiente y Desarrollo, Guadalajara, México, Universidad de Guadalajara.
- Blanco-Mesa, F., León-Castro, E., & Acosta-Sandoval, A. (2020). Strategic Decision-Making in Uncertain Environments. *Revista de Metodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 30, 79–96. <https://doi.org/10.46661/REVMETODOSCUANTECONEMPRESA.3845>
- Boisier, S. (2006). América Latina en un medio siglo (1950/2000): el desarrollo, ¿donde estuvo?. *Investigaciones Regionales-Journal of Regional Research*, (9), 145-167.
- Borbolla, J., Ugalde-Silva, P., León-Borges, J., & Díaz-Hernández, J. A. (2020). Total and faecal coliforms presence in cenotes of Cancun, Quintana Roo, Mexico. *BioRisk*, 15, 31–43. <https://doi.org/10.3897/biorisk.15.58455>
- Brito, M. (2019) La política Nacional para la gobernanza hídrica, Panorama y perspectivas del agua en México. Recuperado de: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/06/CI_62.pdf
- Brown, E; (1989) En imparcialidad con las generaciones futuras: Derecho internacional, patrimonio común y equidad entre generaciones; United Nations University of Tokio, Japan, Transnational publishers, Inc, Dobbs Ferry New York
- Brundtland, Gro Harlem. "Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común." *Documentos de las Naciones, Recolección de un 416* (1987). <https://digitallibrary.un.org/record/139811?v=pdf>
- Bunge, M. (1985). *Foundations and Philosophy of Science Unid. En Economía y Filosofía* (págs. 25-79). Madrid. España: TECNOS
- Butnaru, G. I., Niță, V., Melinte, C., Anichiti, A., & Brînză, G. (2022). The Nexus between Sustainable Behaviour of Tourists from Generation Z and the Factors That Influence the Protection of Environmental Quality. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141912103>
- Calderón, M. A. (2017). LÁZARO CÁRDENAS DEL RÍO Y LAS COMISIONES HIDROLÓGICAS. CARDENISMO: AUJE Y CAÍDA DE UN LEGADO POLÍTICO Y SOCIAL, Boston: Revista de Crítica Literaria Latinoamericana, 2017, pp. 229-253, : <https://www.researchgate.net/publication/331654052>
- Camkin, J. (2016). Sharing stakeholder knowledge across water management boundaries and interfaces: experiences from Australian and New Zealand ‘HELP’ basins. *Australian Journal of Water Resources*, 20(1), 53–64. <https://doi.org/10.1080/13241583.2016.1211471>
- CAPA (2023) Comisión de Agua Potable y Alcantarillado del Estado de Quintana Roo. Comparecencia, XVII Legislatura, Recuperado de: https://www.capa.gob.mx/doctos/transparencia/Trans_proactiva/PRESENTACIÓN%20CAPA%202023%20XVII%20LEGISLATURA%20LOCAL.pdf
- Cárdenas Gómez, E. P. (2019). Municipios turísticos en Quintana Roo: origen y problemáticas. *Turismo y Sociedad*, 26, 89–110. <https://doi.org/10.18601/01207555.n26.04>
- Cejudo, E., Acosta-González, G., Ortega-Camacho, D., & Ventura-Sanchez, K. (2021). Water quality in natural protected areas in Cancun, Mexico: A historic perspective for decision makers. *Regional Studies in Marine Science*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.102035>
- Cejudo, E., Acosta, G., & Ortega, D. (2023). *Cambios en la calidad del agua en Quintana Roo haciendo uso de la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua*: Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/370650606_Cambios_en_la_calidad_del_agua_en_Quintana_Roo_haciendo_uso_de_la_Red_Nacional_de_Medicion_de_Calidad_del_Agua.
- CCPY (2023) Comité de cuenca de la Península de Yucatán, Programa de gestión del comité de cuenca de Cozumel

2023-2027.

CCPY (2023) Comité de cuenca de la Península de Yucatán Taller regional de capacitación en “programas gestión de los órganos auxiliares” Cancún, México.

CEPAL (2006) División de Recursos Naturales e Infraestructura, publicación de las Naciones Unidas, recuperado de: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6303>

CNDH (2014) Comisión Nacional de Derechos humanos, El derecho humano al agua potable y al saneamiento, primera edición, México, recuperado de: <https://www.cndh.org.mx/documento/el-derecho-humano-al-agua-potable-y-saneamiento>

CONABIO (2021) Comisión Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad, Biodiversidad, Manglares, recuperado de: <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/manglares>

Comisión Nacional del Agua CONAGUA (2013) Península de Yucatán, Región Hidrológico-administrativo. Recuperado de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/106604/XII_Peninsula_de_Yucat_n_2_de_6_.pdf

CONAGUA (2009) Manual de agua potable, Alcantarillado y saneamiento: Alcantarillado Sanitario, recuperado de: <https://agua.org.mx/biblioteca/manual-de-agua-potable-alcantarillado-y-saneamiento-alcantarillado-sanitario/>

CONAGUA (2017) ¿Qué es una planta potabilizadora?, recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua/articulos/que-es-una-planta-potabilizadora?idiom=es>

CONAGUA (2018) Atlas del Agua en México, recuperado de: https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/AAM_2018.pdf

CONAGUA (2019) Sistema Nacional de Información del Agua, Escenarios futuros, recuperado de: <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/escenarios-futuros>

CONAGUA (2021) Programa hídrico regional, Región administrativa XII, península de Yucatán. México, recuperado de: https://files.conagua.gob.mx/conagua/generico/PNH/PHR_20212024_RHA_XII_Pen%C3%ADnsula_de_Yucat%C3%A1n.pdf

CONAGUA (2023) Atlas del agua en México, recuperado de: [CONAGUA-Sistema Nacional de Información del Agua](#)

CONAGUA (2024) Monitoreo de sequía en México <https://datos.gob.mx/busca/dataset/monitor-de-sequia-en-mexico-de-conagua>

CONEVAL (2020) Medición multidimensional de la pobreza, recuperado de: <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/QuintanaRoo/Paginas/principal.aspx>

Correia, A., Kozak, M., & Kim, S. (Sam). (2019). Investigation of Luxury Values in Shopping Tourism Using a Fuzzy-Set Approach. *Journal of Travel Research*, 58(1), 77–91. <https://doi.org/10.1177/0047287517741005>

DATATUR (2021) Compendio Estadístico; [Recuperado de:](#) <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/CompendioEstadistico.aspx>

DATATUR (2021) Empleo Turístico. [Recuperado de:](#) <https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ResultadosITET.aspx>

Delgadillo, J.; Torres, F Y Gasca. J (2011) El desarrollo regional de México en el vértice de los milenios, Textos breves de Economía, Universidad Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, Miguel ángel Porrúa, México ISBN 970-701-169-6

Diario Oficial de la Federación DOF (2010) Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los

organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua. Recuperado de:
http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5137623&fecha=01/04/2010

Diario Oficial de la Federación DOF (2015) NORMA Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015,
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/110530/NOM_011_CONAGUA_2015.pdf

Diario Oficial de la Federación DOF (2023) Acuerdo por el que se actualiza la disponibilidad media anual de agua subterránea de los 653 acuíferos de los Estados Unidos Mexicanos, mismos que forman parte de las regiones hidrológico-administrativas que se indican.
https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5708074

DNUE (2021) Directorio Estadística Nacional de Unidades Económicas. Establecimientos económicos, recuperado de:
<https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>.

Drius *et al.*. (2019) Tackling challenges for Mediterranean sustainable coastal tourism: An ecosystem service perspective *Science of the total environment*: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.121>

D'Urso, P., Disegna, M., & Massari, R. (2020). Satisfaction and Tourism Expenditure Behaviour. *Social Indicators Research*, 149(3), 1081–1106. <https://doi.org/10.1007/s11205-020-02272-4>

Ebanks, B. F., Moody Garth, S. N., Rivas Suazo, E. G., Siu Estrada, E. A., & Flores-Pacheco, J. A. (2024). Contaminación por macrobasura marina en la barra de Hong Sound, Bluefields, Costa Caribe Sur de Nicaragua. Wani, 80. <https://doi.org/10.5377/wani.v40i80.17761>

Echeverría-Ávila, S., Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A., Canales-Delgadillo, J., Brito-Pérez, R., Merino-Ibarra, M., & Vovides, A. (2019). Natural regeneration of degraded mangrove sites in response to hydrological restoration. *Madera y Bosques*, 25(1). <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511754>

Emelyanov, A. S. (2018). Theory of decision-making: the logical-mathematical aspects. *International Journal of Advanced Studies*, 8(2), 22-39.

Eggimann, S., Truffer, B., Feldmann, U., & Maurer, M. (2018). Screening European market potentials for small modular wastewater treatment systems – an inroad to sustainability transitions in urban water management? *Land Use Policy*, 78, 711–725. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.07.031>

Escalera *et al.*. (2014). Modelo de planejamento socioambiental alicerçado em base de dados de indicadores de sustentabilidade no contexto do desenvolvimento local. <i>PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural</i>, <i>12</i> (4), 791–805. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2014.12.058>

Escobedo Guerrero Gabriela Guadalupe y Andrade Vallejo María Antonieta (2018) Desarrollo Sustentable. Estrategia en las empresas para un futuro mejor, Alfaomega Grupo editor, México.

Fakfare, P., Manosuthi, N., Lee, J. S., Promsivapallop, P., Kang, H., & Han, H. (2024). Eliciting small island tourists' ecological protection, water conservation, and waste reduction behaviours. *Journal of Destination Marketing and Management*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2024.100900>

Farinango Salazar, R. A., Banderas Benítez, V. E., Serrano Orellana, K. M., & Sotomayor Cabrera, K. K. (2020). Perspectiva crítica de los modelos de crecimiento: exógeno y endógeno AK, Ecuador. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(2), 52-58.

Feng, L., Zhu, X., & Sun, X. (2014). Assessing coastal reclamation suitability based on a fuzzy-AHP comprehensive evaluation framework: A case study of Lianyungang, China. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1–2), 102–111. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.10.029>

Frias, A., Raskova, E., Costa, Á., & Cabral, J. (2021). Obtaining data values from tourist preferences. *Sustainability (Switzerland)*, 13(18). <https://doi.org/10.3390/su131810276>

- García (2008) Las regiones de México: Breviario geográfico e histórico / Bernardo, primera edición, Colegio de México.
- Gabarda-Mallorquí, A., Garcia, X., & Ribas, A. (2017). Mass tourism and water efficiency in the hotel industry: A case study. <i>International Journal of Hospitality Management</i>, <i>61</i>, 82–93.
<https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2016.11.006>
- Gil-Aluja, J. (1998). The interactive management of human resources in uncertainty. Kluwer Academic Publishers.
- Gössling, S., Peeters, P., Hall, C.M., Ceron, J.P., Dubois, G., Lehmann, L.V. and Scott, D. (2012). “Tourism and water use: supply, demand, and security. an international review”, *Tourism Management*, Vol. 33 No. 1, pp. 1-15, doi: [10.1016/j.tourman.2011.03.015](https://doi.org/10.1016/j.tourman.2011.03.015).
- Grindal, M., Sarathchandra, D., & Haltinner, K. (2023). White Identity and Climate Change Skepticism: Assessing the Mediating Roles of Social Dominance Orientation and Conspiratorial Ideation. *Climate*, 11(2).
<https://doi.org/10.3390/cli11020026>
- Guerrero P. y Ramos J. (2014) Introducción al Turismo, grupo editorial Patria. México.
- Guo, L., Xu, Y., Liu, G., Wang, T., & Du, C. (2019). Understanding firm performance on green sustainable practices through managers’ ascribed responsibility and waste management: Green self-efficacy as moderator. *Sustainability (Switzerland)*, 11(18). <https://doi.org/10.3390/su11184976>
- GWP (2009) Global Water Partnership, Manual para la gestión integrada de recursos hídricos en cuencas, Londres, Inglaterra, recuperado de:
https://www.rioc.org/IMG/pdf/RIOC_GWP_Manual_para_la_gestion_integrada.pdf
- GWP (2022) Global Water Partnership, Quiénes somos, recuperado de: <https://www.gwp.org/es/GWP-Sud-America/ACERCA/quien/GWP/>
- Han, H., & Yoon, H. (2015). Customer retention in the eco-friendly hotel sector: examining the diverse processes of post-purchase decision-making. *Journal of Sustainable Tourism*, 23(7), 1095-1113.
<https://doi.org/10.1080/09669582.2015.1044535>
- Han, H., Lee, J. S., Trang, H. L. T., & Kim, W. (2018). Water conservation and waste reduction management for increasing guest loyalty and green hotel practices. *International Journal of Hospitality Management*, 75, 58-66. <https://doi.org/10.1016/j.ijhm.2018.03.012>
- Hazarhun, E., Çetinsöz, B. C., & KOÇAK BİLGIN, Y. (2024). Analysis of the website of hotels with sustainable tourism certificate: The case of Türkiye. *Journal of Tourism Leisure and Hospitality*, 5(2), 96–108.
<https://doi.org/10.48119/toleho.1327095>
- Hernández-Flores, G., Gutiérrez-Aguirre, M. A., & Cervantes Martínez, A. (2021). El Manejo Integrado de los Recursos Hídricos en el acuífero insular de Cozumel, Quintana Roo, México. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 4(1), 7–17. <https://doi.org/10.22206/cac.2021.v4i1.pp7-17>
- Hof, A., Morán-Tejeda, E., Lorenzo-Lacruz, J., & Blázquez-Salom, M. (2018). Swimming pool evaporative water loss and water use in the Balearic Islands (Spain). *Water (Switzerland)*, 10(12).
<https://doi.org/10.3390/w10121883>
- IMTA (2003) Serie autodidáctica de medición de la calidad del agua, segunda parte, recuperado de: <http://repositorio.imta.mx/handle/20.500.12013/1638>
- IMTA (2014) Laboratorio de la calidad del agua <https://www.gob.mx/imta/articulos/el-laboratorio-de-calidad-del-agua-del-imta-es-de-los-primeros-en-el-pais-con-la-capacidad-para-realizar-analisis-de-compuestos-emergentes>
- IMTA (2017) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua Holbox amenazada con cerrar al turismo por falta de luz y agua. Economía Hoy [Recuperado de: https://agua.org.mx/holbox-amenazada-cerrar-al-turismo-falta-](https://agua.org.mx/holbox-amenazada-cerrar-al-turismo-falta-)

[luz-agua/](#)

IMTA (2017) Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, Mexicanos por encima del promedio mundial en consumo de agua, Recuperado de: <https://www.gob.mx/imta/articulos/mexicanos-por-encima-del-promedio-mundial-en-consumo-de-agua>

IMTA (2019) Aguas subterráneas <https://www.gob.mx/imta/articulos/aguas-subterraneas>

IMTA (2020) <https://www.gob.mx/imta/articulos/la-eutrofizacion-de-cuerpos-de-agua-un-sintoma-antropogenico-que-requiere-atencion> DOI: 10.24850/b-imta-perspectivas-2020-08.

IMTA (2021) Chile y México: desafíos y nuevos paradigmas de gestión del agua <https://www.gob.mx/imta/articulos/chile-y-mexico-desafios-y-nuevos-paradigmas-de-gestion-del-agua?idiom=es>

IMTA (2021) Gobierno abierto y gobernanza del agua: promesas y desafíos, Recuperado de: <https://www.gob.mx/imta/es/articulos/gobierno-abierto-y-gobernanza-del-agua-promesas-y-desafios?idiom=es>

INAFED Instituto Nacional Para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (s.f) Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México, recuperado de: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM23quintanaroo/regionalizacion.html>

INEGI (2016) Estudio de información integrada del acuífero carstico Península de Yucatán, Instituto Nacional de Estadística y Geografía, recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estru_c/702825086886_1.pdf

INEGI (2002) Estudio Hidrológico del Estado de Quintana Roo. Recuperado de: http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/historicos/2104/702825224196/702825224196_1.pdf

INEGI (2019) Mini monografía del censo económico 2019. Recuperado de: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2019/doc/minimonografia/mnac_ro_ce2019.pdf

INEGI (2020) Cuéntame información por entidad 2020, recuperado de: <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/qroo/territorio/clima.aspx?tema=me>

IRP (2019), Panel Internacional de Recursos, Global Resources Outlook 2019.

Jiménez, O. (2021). *Modelo Sistémico Viable para la autogestión de las Playas de Puerto Escondido, Oaxaca*.

Kaithlin, J. (2024). *Green Certification and Its Impact on Hotel Marketability and Profitability*. 3(2), 2024. www.carijournals.org40

Karni, E. (2022). A theory-based decision model. *Journal of Economic Theory*, 201. <https://doi.org/10.1016/j.jet.2022.105444>

Kauffer Michel, E. F., Luz, C., & Aguilar, V. (2011). Challenges of water management in a constructed watershed: the Yucatán peninsula watershed in Mexico. In *Aqua-LAC* (Vol. 3, Issue 2).

Kaufman, A. (1997). La creatividad en la gestión de empresas. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (30-31), 75–75. Recuperado a partir de <https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/888>

Ketut Budarma, I., Istri, C., & Widhari, S. (2020). *A new decade for social changes Competitive Advantage of Green Hospitality Business Practices in 5 Star Hotels in Bali*. www.techniumscience.com

- Khan, N. U., Cheng, J., Yasir, M., Saufi, R. A., Nawi, N. C., & Bazkiaei, H. A. (2022). Antecedents of Employee Green Behavior in the Hospitality Industry. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.836109>
- Kremer, C., Flach, L., & Sallaberry, J. (2021). Accommodation in Sustainable Hotels: Application of the Theory of Planned Behavior by Structural Equation Modeling. *SSRN Electronic Journal*, 21–39. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3902839>
- Kularatne, T., Wilson, C., Månsson, J., Hoang, V., & Lee, B. (2019). Do environmentally sustainable practices make hotels more efficient? A study of major hotels in Sri Lanka. *Tourism Management*, 71, 213–225. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2018.09.009>
- Kumaravel, R., Sudarsan, J. S., Reymond, D. J., Ramesh, S., & Ikshwaak, B. N. (2020). Surface lake water quality index estimation using fuzzy logic interface. *AIP Conference Proceedings*, 2277. <https://doi.org/10.1063/5.0025434>
- LAN Ley de Aguas Nacionales (1992) Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, recuperado de: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>
- Lárraga, R., et al. (2022). Indicador de sostenibilidad para el turismo para el desarrollo comunitario “Sistema de comunidades rurales sinergia del turismo sostenible para el desarrollo local, EUMED. Servicios Académicos Intercontinentales S. L. recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/357379812_DESARROLLO_COMUNITARIO_indicadores_de_turismo_sostenible
- Lekara Bayo, P., & Odunayo, A. (2020). Strategic Decision Making: Process and Aid to Better Decision Making in Organizations: A Literature Review Approach Total quality management and competitiveness of Money Deposit Banks in Rivers state View project Absorptive capacity and Dynamic capabilities of telecommunications firms in South-South Nigeria View project. <https://www.researchgate.net/publication/360504196>
- LGT, Ley general de Turismo (2019), Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, recuperado de: https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGT_310719.pdf
- Li, D.-F., & Yang, J.-B. (2003). A multiattribute decision making approach using intuitionistic fuzzy sets. <https://www.researchgate.net/publication/221398647>
- Liu, Y. (2012). Modelling sustainable urban growth in a rapidly urbanising region using a fuzzy-constrained cellular automata approach. *International Journal of Geographical Information Science*, 26(1), 151–167. <https://doi.org/10.1080/13658816.2011.577434>
- Machuca Yaguana, J. A., Aldonado Machuca, M. E. M., & Vines, F. V. (2023). Tratamiento y representación de datos provenientes de escalas tipo Likert. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 736–747. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.6905
- Manzano, L. R. (2017). *Modelo Hidrogeomático de Indicadores Sistémicos para la gestión integrada de recursos hídricos*. <https://1library.co/document/zw0v4oly-modelo-hidrogeomatico-indicadores-sistemicos-gestion-integrada-recursos-hidricos.html>
- Marín, G. (2008). Territorio de resistencia, integración mercantil y producción del espacio turístico en Quintana Roo: trayectorias y transformaciones del mundo maya. En A. Castellanos y J. A. Machuca (compás.), *Turismo, identidades y exclusión* (pp. 97–142). México, D. F.: Universidad Autónoma.
- Martínez, M. L., García, J., Vazquez, G., & Lighgow, D. (2017). *Universidad Autónoma del Estado de Morelos Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Meadows Donatella et al. (1972). The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the

predicament of mankind. New York: Universe Books,
<https://www.un.org/es/conferences/environment/rio1992>

- Melchor, M., & Romero, X. (2024). Consumer characterization from their preferences towards biodegradable packaging, a market segmentation. *European Public and Social Innovation Review*, 9. <https://doi.org/10.31637/EPSIR-2024-801>
- Mendoza, M., Tagle-Zamora, D., Caldera-Ortega, A. R., Mora-Rodríguez, J., Carreño-Aguilera, G., & Delgado-Galván, X. (2024). Indicadores de la gestión del suministro de agua en zonas urbanas para evaluar su sostenibilidad. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 15(5), 192–240. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2024-05-04>
- Merigó, J. (2007). Nuevas extensiones a los operadores OWA y su aplicación. Facultad de economía y empresa departamento de economía y organización de empresas.
- Mesta, M. (2019) La política Nacional para la gobernanza hídrica, Panorama y perspectivas del agua en México. *Recuperado de:* https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/06/CI_62.pdf
- Meztanza, C., Capa, S., Yolanda, M., & Gutiérrez, J. (n.d.). *TOURISM CARRYING CAPACITY, A TOOL FOR SUSTAINABLE MANAGEMENT IN PROTECTED AREAS*. <https://orcid.org/0000-0003-2401-4151>
- Misra, A. K. (2014). Climate change and challenges of water and food security. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), 153-165. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.04.006>
- Mohammed, A. (2014). Tourism Development Policy Versus Practice in Ghana: The Case of Lake Bosomtwe Basin. *European Scientific Journal March*, 10(7), 1857–7881.
- Molina-Murillo, S. A. (2019). Sustainable Tourism Certification and its Perceived Socio-economic Impacts in Costa Rican Hotels. *PASOS Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 17(2), 363–372. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2019.17.025>
- Monroy-Ríos E (2018) El sistema cárstico-antropogénico de la Península de Yucatán. *Karst Geochemistry and Hydrogeology – Blog personal*. Publicado el 7 de octubre, 2018. Fecha de consulta: [dd/mm/aa]. <https://sites.northwestern.edu/monroyrios/entradas-en-espanol/sistema-carstico-antropogenico/>
- Morgan-Sagastume, J. M., Castro-Martínez, M., & Noyola, A. (2022). Tecnologías para el desarrollo de un esquema integral de tratamiento de aguas residuales en la Península de Yucatán (Vol. 1). Amigos de Sian Ka'an, AC <https://www.amigosdesiankaan.org/biblioteca-virtual>.
- Morrison, T. H., Adger, N., Barnett, J., Brown, K., Possingham, H., & Hughes, T. (2020). Advancing Coral Reef Governance into the Anthropocene. In *One Earth* (Vol. 2, Issue 1, pp. 64–74). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.014>
- Morote Seguido, Á. F., Hernández, M., & Rico Amorós, A. M. (2018). Patrones de consumo de agua en usos turístico-residenciales en la costa de Alicante (España) (2005-2015). Una tendencia desigual influida por la tipología urbana y grado de ocupación. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 38(2), 357–383. <https://doi.org/10.5209/aguc.62484>
- Montalvo-Hernández (2015) La pertinencia de nodos turísticos en el modelo de regionalización funcional en México: un enfoque de EMC, 20° Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. Cuernavaca, Morelos del 17 al 20 de noviembre de 2015. AMECIDER – CRIM, UNAM. Recuperado de: <http://ru.iiiec.unam.mx/3019/1/Eje11-228-Montalvo-Hernandez.pdf>
- Nájera González, O., Beltrán Bojórquez, N. M., Marcelino Flores, S. M. L., & Nájera González, A. (2025). Capacidad de carga turística en playa Novillero, Nayarit, México. In *Sostenibilidad, sustentabilidad y medioambiente. Nuevas tendencias* (pp. 47–68). Astra Ediciones. <https://doi.org/10.61728/AE24004251>
- Navarro, C. (2014). *Epistemología y metodología*. Grupo Editorial Patria.

- Obando, M. B., & Dicao, G. A. (2018). *INFLUENCIA DEL ECOSISTEMA MANGLAR COMO BIOPURIFICADOR CIUDAD DE GUAYAQUIL*. www.eumed.net/rev/delos/27
- OCDE (2015) La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, Principios de Gobernanza de Agua de la OCDE, recuperado de: <https://www.oecd.org/cfe/regionaldevelopment/OECD-Principles-Water-spanish.pdf>
- OCDE (2016) La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico, Programa regional para América Latina y el Caribe, recuperado de: <https://www.oecd.org/latin-america/programa-regional/>
- Olivares, Alberto. (2022). *NUEVO DERECHO DE LOS OCEANOS*. EDITORIAL TIRANT LO.
- OMT (1985) Organización Mundial de Turismo. Estudio sobre la evolución del tiempo libre y el derecho a las vacaciones. Madrid: OMT. <https://www.unwto.org/es/omt-historia>
- OMT (1995) Organización Mundial del Turismo, “Carta del turismo sostenible”, Declaraciones de la OMT, volumen 5, número 4, OMT, Madrid, DOI: <https://doi.org/10.18111/unwtodeclarations.1995.05.04>.
- Organización Mundial del Turismo. (OMT) 1995. Agenda 21 for the travel & tourism industry. Towards Environmentally Sustainable Development. Madrid. <https://www.eunwto.org/doi/book/10.18111/9789284403714>
- OMT (1999) Organización Mundial del Turismo. Desarrollo Turístico Sostenible: Guía para Administraciones Locales. Madrid. <https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284403073>
- OMT (2018) Overtourism ’? – *Understanding and Managing Urban Tourism Growth beyond Perceptions, Volume 2: Case Studies*, UNWTO, Madrid, DOI: <https://doi.org/10.18111/9789284420629>.
- OMT (2021) (Organización mundial del turismo) Global and regional tourism performance, recuperado de: <https://www.unwto.org/global-and-regional-tourism-performance>
- ONU (1948) Declaración Universal de Derechos Humanos: https://www.ohchr.org/sites/default/files/UDHR/Documents/UDHR_Translations/spn.pdf
- ONU (1973) Informe de la conferencia de las naciones unidas sobre el medio humano <https://docs.un.org/es/A/CONF.48/14/Rev.1>
- https://www.ohchr.org/sites/default/files/UDHR/Documents/UDHR_Translations/spn.pdf
- ONU 2015. Transformar nuestro mundo: La agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, Nueva York, recuperado de: <https://undocs.org/es/A/RES/70/1>
- ONU (2016) Brookes and Cayelan, Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all, recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/293014203_Ensure_availability_and_sustainable_management_of_water_and_sanitation_for_all
- ONU-AGUA (2024). Portal de datos de la ONU-Agua (<https://sdg6data.org/>) el 18 de enero de 2024
- ONU-HABITAD (2019) Índice de las ciudades prósperas [ONU-Habitat - Iniciativa de las Ciudades Prósperas, CPI](#)
- ONU- HABITAD (2020) Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, La Nueva Agenda Urbana, Número ISBN :(Volumen) 978-92-1-132869-1, recuperado de: [ONU-Habitat - La Nueva Agenda Urbana en español](#)
- Ortega, Y., Rivas, S. A., Pinto Gómez, J. M., & Lozano rivera, D. (2024). El Ecodiseño: un llamado a la conciencia en el uso de polímeros biodegradables y no biodegradables. *Gestión y Ambiente*, 26(1), 12. <https://doi.org/10.15446/ga.v26n1.110077>
- Page, S. J., Essex, S., & Causevic, S. (2014). Tourist attitudes towards water use in the developing world: A comparative analysis. *Tourism Management Perspectives*, 10, 57-67. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2014.01.004>

- Pedrozo (2020) Repaso histórico del agua en México- Parte II 1917-1970, Perspectivas IMTA, N°. 26, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, <https://doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2020-26>
- Perry, E., Velázquez-Oliman, G., Marin, L. (2002). Thehydrogeochemistry of the karst aquifer system of the northernYucatan Peninsula, Mexico. *International Geology Review*. 44(3): 191-221. <https://doi.org/10.2747/0020-6814.44.3.191>
- PNUD, 2021, Objetivos del Desarrollo sostenible, México, recuperado de: <https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/sustainable-development-goals/goal-8-decent-work-and-economic-growth.html>
- Pouya, S., & Turkoglu, H. (2020). Evaluation of the water resource plans in Turkey based on sustainable water management principles. *Sustainable Water Resources Management*, 6(5). <https://doi.org/10.1007/s40899-020-00444-1>
- PNUMA (2014) Un Objetivo Global para el Agua Post-2015: Síntesis de las Principales Conclusiones y Recomendaciones de la ONU-Agua, recuperado de: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/pdf/findings_and_recommendations_post2015_goal_water_sp_a.pdf
- PNUMA (2021) El peso de las ciudades en América Latina y el Caribe: Requerimientos futuros de recursos potenciales y rutas de actuación, recuperado de: <https://www.unep.org/resources/report/el-peso-de-las-ciudades-en-america-latina-y-el-caribe-requerimientos-futuros-de>
- Pradeep, S., & Pradeep, M. (2023). Awareness of sustainability, climate emergency, and generation Z's consumer behaviour in UAE. *Cleaner and Responsible Consumption*, 11. <https://doi.org/10.1016/j.clrc.2023.100137>
- Provencio E. & Caravias J. (2019) Este País. México. Recuperado de: <https://ceiba.org.mx/jcl-y-epd- injustificado-presupuesto-federal-medio-ambiente/>
- Pulido, A., & Rodríguez, T. (2007). desaladoras. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 3(15), 274–279.
- Pulido, A., Vallejos, A., & Sola, F. (2015). REFLEXIONES SOBRE LAS PLANTAS DESALADORAS DE ANDALUCÍA. SEE PROFILE. <https://www.researchgate.net/publication/283715742>
- Ramírez, A. (2020) La falta de sustento del desarrollo sustentable, Perspectivas sobre la evaluación de impactos sociales, Juan Pablo editores; Instituto Politécnico Nacional; México.
- Ríos, C. T. D., & Niño, P. K. B. (2022). Environmental Attitudes of Residents in Santander, Colombia, a Journey Towards Sustainable Development, Promoted from the Tourism Sector. *Producción y Limpia*, 17(1), 136–147. <https://doi.org/10.22507/PML.V17N1A8>
- Robles, K., Ortiz Reyes, A., Urrego Giraldo, L. E., & Romero Tabarez, M. (2019). Diversidad e interacciones biológicas en el ecosistema de manglar. *Revista de Ciencias*, 22(2). <https://doi.org/10.25100/rc.v22i2.7925>
- Rodríguez, M. L., & Huertas, Y. E. (2016). Metodología para el Diseño de Conjuntos Difusos Tipo-2 a partir de Opiniones de Expertos. *Ingeniería*, 21(2), 121–137. <https://doi.org/10.14483/udistrital.jour.reving.2016.2.a01>
- Rodríguez Jiménez, J., & Ramírez, T. (2022). Cremas solares: una nueva amenaza para las aguas litorales. *Encuentros En La Biología*, 15(183), 7–9. <https://doi.org/10.24310/enbio.v15i183.17120>
- Santacruz De León, E. E., & Santacruz De León, G. (2020). Consumo de agua en establecimientos hoteleros de México. *Estudios y perspectivas en turismo*, 29(1), 120-136.

- SECTUR (2018) Nuestro Turismo, el gran motor de la economía nacional. México [Recuperado de: www.gob.mx/sector/acciones-y-programas/turismo-2040-una-politica-turistica-de-estado](http://www.gob.mx/sector/acciones-y-programas/turismo-2040-una-politica-turistica-de-estado)
- SEDETUR (2016) Cartilla turística Escolar. Recuperado de: <https://qroo.gob.mx/sedetur/cartilla-turistica-escolar>
- SEDETUR (2021) Plan maestro de turismo sustentable Quintana Roo 2030, recuperado el 06/08/2021 de: <https://sedeturqroo.gob.mx/pmts2030>
- SEDETUR (2022) Indicadores Turísticos de Quintana Roo, recuperado de: <https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicador-Tur-EneDic-2022.pdf>
- SEDETUR (2023) Indicadores Turísticos de Quintana Roo, recuperado de: <https://sedeturqroo.gob.mx/ARCHIVOS/indicadores/Indicador-Tur-EneDic-2023.pdf>
- Selerio, E. F., Arcadio, R. D., Medio, G. J., Natad, J. R. P., & Pedregosa, G. A. (2021). On the complex causal relationship of barriers to sustainable urban water management: a fuzzy multi-criteria analysis. *Urban Water Journal*, 18(1), 12–24. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2020.1846064>
- SEMARNAT (2013) Cuencas hidrográficas. Fundamentos y perspectivas para su manejo y gestión, México, recuperado.
- SEMARNAT (2016) Manglares mexicanos <https://www.gob.mx/semarnat/articulos/manglares-mexicanos#:~:text=Los%20manglares%20proporcionan%20importantes%20servicios,al%20servir%20como%20filtro%20biol%C3%B3gico.>
- SEMARNAT (2021) Educación ambiental, recuperado de: <https://www.gob.mx/semarnat/educacionambiental/es/articulos/importancia-del-agua-y-las-problematicas-socio-ambientales?idiom=es>
- SEP (2014) Secretaría de Educación Pública. La entidad donde vivo. Quintana Roo, cuarta edición, México. recuperado de: https://issuu.com/sbasica/docs/quintana-roo_8d4011679a1079
- Sepulveda, C. O., Ramón, L., Moreno, M., Teresa, N., & López, M. (2023). *Explorando las Emociones y la Conciencia del Agua en Sonora*. <https://www.researchgate.net/publication/376786970>
- Shebanin, V., Shebanina, O., Kormyshkin, Y., Kliuchnyk, A., Umanska, V., & Reshetilov, G. (2022). LOCAL ECONOMIC DEVELOPMENT: ITS POTENTIAL AND QUALITY IN THE CONTEXT OF GLOBALIZATION. *International Journal for Quality Research*, 16(4), 1001–1012. <https://doi.org/10.24874/IJQR16.04-02>
- Sierra, W., & Páramo, P. (2024). *Estrategias para Promover Comportamientos Urbanos Responsables en los Campus Universitarios: Un Análisis Cualitativo del Alcance*. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2024.7078>
- Singh, N., & Poonia, T. (2022). *Challenges of water contamination in urban areas*. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91838-1.00008-7>
- SINA (2022) Sistema Nacional de Información del agua, agua y salud, recuperado de: <https://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php?p=4>
- Tirado, D., Nilsson, W., Deyà-Tortella, B., & García, C. (2019). Implementation of water-saving measures in hotels in Mallorca. *Sustainability (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/su11236880>
- Toyosada, K., Otani, T., Shimizu, Y., & Managi, S. (2017). Water quality study on the hot and cold water supply systems at vietnamese hotels. *Water (Switzerland)*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/w9040251>
- UNESCO (2019) El agua en un mundo en constante cambio, el tercer informe sobre el desarrollo hídrico en el mundo, recuperado de: https://agua.org.mx/wpcontent/uploads/2019/12/wwap_WWDR3_Facts_and_Figures_SP.pdf
- Valenzo M; Rodríguez R; Martínez J. (2016) Estudio de Desarrollo Regional: desde una perspectiva bibliométrica,

INCEPTUM, Vol. XI, No. 20. Enero - Junio, 2016, pp. 5 – 2

Barquero, A. V. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones regionales-Journal of regional research*, (11), 183-210.

Velasco, A. (2019). Retos para la legislación hídrica. Centro Mexicano de Derecho ambiental. Recuperado de: https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2021/06/CI_62.pdf

Velaoras, K., Menegaki, A. N., Polyzos, S., & Gotzamani, K. (2024). *The Role of Environmental Certifications in the Hospitality Industry: Assessing Sustainability, Consumer Preferences and Economic Impact*. <https://doi.org/10.20944/preprints202410.2124.v2>

Vila, M., Afsordegan, A., Agell, N., Sánchez, M., & Costa, G. (2018). Influential factors in water planning for sustainable tourism destinations. *Journal of Sustainable Tourism*, 26(7), 1241–1256. <https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1433183>

Vasiljević, D. A. (2020). Fuzzy modelling of tourist motivation: An age-related model for sustainable, multi-attraction, urban destinations. *Sustainability (Switzerland)*, 12(20), 1–19. <https://doi.org/10.3390/su12208698>

Vujičić, M. D., Kennell, J., Morrison, A., Filimonau, V., Štajner Papuga, I., Stankov, U., & Vasiljević, D. A. (2020). Fuzzy modelling of tourist motivation: An age-related model for sustainable, multi-attraction, urban destinations. *Sustainability*, 12(20), 8698.

Wearing, S., & Neil, J. (2001). Ecoturismo: impactos, potencialidades e posibilidades. Barueri, SP: Manole.

Williams, A. T., Micallef, A., Anfuso, G., & Gallego-Fernandez, J. B. (2012). Andalusia, Spain: An Assessment of Coastal Scenery. *Landscape Research*, 37(3), 327–349. <https://doi.org/10.1080/01426397.2011.590586>

Wu, H., & Zeshui, X. U. (2021). Fuzzy logic in decision support: Methods, applications and future trends. *International journal of computers communications & control*, 16(1).

Yarmidici, A., Muhametoglu, A., & Oguz, H. (2005). *A Fuzzy Logic Application to Environment Management System: A Case Study for Goksu Streams Water Quality Assesment*.

Yeleliere, E., Cobbina, S. J., & Duwiejuah, A. B. (2018). Review of Ghana's water resources: the quality and management with particular focus on freshwater resources. *Applied Water Science*, 8(3), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s13201-018-0736-4>

Zadeh, L. A. (1965). Fuzzy S e t s *. In *INFOR~ATIO~ AND CONTROL* (Vol. 8).

Zambrano, S. J., Croquer, A., Irazabal, I., & Torres, R. (2022). Factores globales y locales que inciden sobre la degradación de los arrecifes coralinos: una revisión para la República Dominicana. *AULA Revista de Humanidades y Ciencias Sociales*, 68(1), 31–60. <https://doi.org/10.33413/aulahcs.2022.68i1.194>

ANEXOS

Anexo I Cuestionario para evaluar la Gestión del Agua en el destino turístico

TABLA 39 Cuestionario para evaluar La Gestión del Agua en el destino turístico

Cuestionario para evaluar la Gestión del Agua en la Región Norte de Quintana Roo	Respuestas				
1.- ¿Considera que en los próximos cinco años en el municipio del (destino turístico), contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
2.- ¿Considera que en los próximos cinco años en el municipio del (destino turístico), contará con la infraestructura de higiene y saneamiento necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
3.- ¿Considera que el municipio dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales con mayor capacidad?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
4.- ¿Considera que los hoteles del (destino turístico) dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por la población?	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo

5.- ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten el (destino turístico) que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	En desacuerdo	Totalmente en desacuerdo
6.- ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de residentes locales del (destino turístico) que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
7.- ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del (destino turístico), considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general?	Menos del 25% de los hoteles	El 25% de los hoteles	El 50% de los hoteles	El 75% de los hoteles	El 100% de los hoteles
8.- ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del (destino turístico), considera que en los próximos cinco años buscarán certificarse específicamente bajo el Distintivo de hotel hidro sustentable años?	Menos del 25% de los hoteles	El 25% de los hoteles	El 50% de los hoteles	El 75% de los hoteles	El 100% de los hoteles
9.- ¿Es posible que los hoteles de la zona hotelera de Cancún coloquen medidores de agua para cada área del hotel, en los próximos cinco años?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
10.- ¿Considera que la regulación respecto a la construcción de hoteles es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del (destino turístico) con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años?	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo

11.- ¿Qué porcentaje de hoteles ubicados en la zona hotelera del (destino turístico) considera que, en los próximos cinco años, estarán involucrados en proyectos enfocados en la salud costera?	Menos del 25% de los hoteles	El 25% de los hoteles	El 50% de los hoteles	El 75% de los hoteles	El 100% de los hoteles
--	------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------

Elaboración propia con base ONU (2015).

Anexo II Resultados

	1.-¿Considera que, en los próximos cinco años en el destino turístico, contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y	2.-¿Considera que en los próximos cinco años el destino turístico, contará con la infraestructura de saneamiento e higiene adecuados para satisfacer al 100% de la población?	3.-¿Considera que el destino turístico dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas	4.-¿Considera que en los próximos cinco años los hoteles del destino turístico tengan la disposición de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales?	5.-¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten el destino turístico que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de	6.-¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de residentes locales del destino turístico que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de	7.-¿Qué porcentaje de hoteles del destino turístico, considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general?	8.-¿Qué porcentaje de hoteles del destino turístico, considera que en los próximos cinco años buscarán certificarse específicamente bajo el Distintivo de hotel hidrosustentable años?	9.-¿Es posible que los hoteles del destino turístico coloquen medidores de agua para cada área del hotel, en los próximos cinco años?	10.-¿Considera que la regulación respecto a la construcción de hoteles es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años?	11.-¿Qué porcentaje de hoteles ubicados en la zona hotelera del destino turístico considera que en los próximos cinco años, estarán involucrados en proyectos enfocados en la salud costera?
Pregunta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Benito Juárez (Cancún)	0.97	0.97	1.00	0.81	0.59	0.53	1.00	0.14	0.67	0.22	0.31
Solidaridad (Playa del Carmen)	1.00	1.00	1.00	0.85	0.50	0.60	0.80	0.30	0.75	0.30	0.50
Puerto Morelos	0.95	0.95	0.95	0.90	1.00	0.70	0.80	0.50	0.75	0.35	0.45
Isla Mujeres	1.00	1.00	1.00	0.15	0.81	0.50	0.85	0.20	0.95	0.20	0.10
Cozumel	0.75	0.75	0.75	0.30	0.67	0.67	0.55	0.55	0.55	0.10	0.40
Lázaro Cárdenas (Holbox)	0.80	0.80	0.20	0.70	0.85	0.80	0.75	0.13	0.35	0.15	0.30

Anexo III Prueba Anova

ANOVA

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1. ¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio de IM, contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?	Entre grupos	4,858	5	,972	1,281	,301
	Dentro de grupos	20,475	27	,758		
	Total	25,333	32			
2. ¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio de IM, contará con la infraestructura de saneamiento e higiene adecuados para satisfacer al 100% de la población?	Entre grupos	4,858	5	,972	1,281	,301
	Dentro de grupos	20,475	27	,758		
	Total	25,333	32			
3. ¿Considera que, el municipio de IM dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por la población?	Entre grupos	41,841	5	8,368	17,229	,000
	Dentro de grupos	13,600	28	,486		
	Total	55,441	33			
4. ¿Considera que, en los próximos cinco años los hoteles de la zona hotelera de IM tengan la disposición de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales en la zona hotelera del municipio de Benito Juárez?	Entre grupos	41,482	5	8,296	9,868	,000
	Dentro de grupos	22,700	27	,841		
	Total	64,182	32			
5. ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten IM que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?	Entre grupos	14,357	5	2,871	4,518	,004
	Dentro de grupos	17,158	27	,635		
	Total	31,515	32			
6. ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de residentes locales del destino turístico IM que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?	Entre grupos	5,492	5	1,098	1,337	,278
	Dentro de grupos	23,008	28	,822		
	Total	28,500	33			
7. ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística de IM, considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general?	Entre grupos	10,461	5	2,092	3,621	,012
	Dentro de grupos	15,600	27	,578		
	Total	26,061	32			
8. ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística de IM, considera que en los próximos cinco años	Entre grupos	19,557	5	3,911	4,382	,005
	Dentro de grupos					
	Total					

buscarán certificarse específicamente bajo el Distintivo de hotel hidrosustentable años?	Dentro de grupos	22,314	25,893		
	Total	41,871	30		
9. ¿Es posible que los hoteles de la zona hotelera de IM coloquen medidores de agua para cada área del hotel, en los próximos cinco años?	Entre grupos	16,641	5 3,328	3,759	,011
	Dentro de grupos	22,133	25,885		
	Total	38,774	30		
10. ¿Considera que la regulación respecto a la construcción de hoteles es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico IM con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años?	Entre grupos	6,786	5 1,357	1,574	,201
	Dentro de grupos	23,275	27,862		
	Total	30,061	32		
11. ¿Qué porcentaje de hoteles ubicados en la zona hotelera de IM considera que, en los próximos cinco años, estarán involucrados en proyectos enfocados en la salud costera?	Entre grupos	7,033	5 1,407	1,107	,380
	Dentro de grupos	34,300	27 1,270		
	Total	41,333	32		

Comparaciones múltiples
Scheffe

Variable dependiente	(I) DESTINO TURÍSTICO	(J) DESTINO TURÍSTICO	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
1. ¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio de IM, contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?	CANCÚN	SOLIDARIDAD	-,12500	,49645	1,000	-1,9053	1,6553
		PUERTO MORELOS	,07500	,49645	1,000	-1,7053	1,8553
		ISLA MUJERES	-,12500	,49645	1,000	-1,9053	1,6553
		COZUMEL	,87500	,49645	,685	-,9053	2,6553
		HOLBOX	,67500	,49645	,865	-1,1053	2,4553
		SOLIDARIDAD	,12500	,49645	1,000	-1,6553	1,9053
	SOLIDARIDAD	CANCÚN	,12500	,49645	1,000	-1,6553	1,9053
		PUERTO MORELOS	,20000	,55076	1,000	-1,7750	2,1750
		ISLA MUJERES	,00000	,55076	1,000	-1,9750	1,9750
		COZUMEL	1,00000	,55076	,657	-,9750	2,9750
		HOLBOX	,80000	,55076	,829	-1,1750	2,7750
		PUERTO MORELOS	-,07500	,49645	1,000	-1,8553	1,7053
	PUERTO MORELOS	SOLIDARIDAD	-,20000	,55076	1,000	-2,1750	1,7750
		ISLA MUJERES	-,20000	,55076	1,000	-2,1750	1,7750
		COZUMEL	,80000	,55076	,829	-1,1750	2,7750
		HOLBOX	,60000	,55076	,943	-1,3750	2,5750
		ISLA MUJERES	-,12500	,49645	1,000	-1,6553	1,9053
		SOLIDARIDAD	,00000	,55076	1,000	-1,9750	1,9750
	ISLA MUJERES	CANCÚN	,12500	,49645	1,000	-1,6553	1,9053
		SOLIDARIDAD	,00000	,55076	1,000	-1,9750	1,9750
		PUERTO MORELOS	,20000	,55076	1,000	-1,7750	2,1750
		COZUMEL	1,00000	,55076	,657	-,9750	2,9750
		HOLBOX	,80000	,55076	,829	-1,1750	2,7750
		COZUMEL	-,87500	,49645	,685	-2,6553	,9053
	COZUMEL	SOLIDARIDAD	-1,00000	,55076	,657	-2,9750	,9750
		PUERTO MORELOS	-,80000	,55076	,829	-2,7750	1,1750
		ISLA MUJERES	-1,00000	,55076	,657	-2,9750	,9750
		HOLBOX	-,20000	,55076	1,000	-2,1750	1,7750
		HOLBOX	-,67500	,49645	,865	-2,4553	1,1053
		SOLIDARIDAD	-,80000	,55076	,829	-1,1750	1,1750

						2,7750	
		PUERTO MORELOS	- ,60000	,55076	,943	-	1,3750
		ISLA MUJERES	- ,80000	,55076	,829	-	1,1750
						2,7750	
		COZUMEL	,20000	,55076	1,000	-	2,1750
						1,7750	
2. ¿Considera que en los próximos cinco años en el municipio de IM, contará con la infraestructura de saneamiento e higiene adecuados para satisfacer al 100% de la población?	CANCÚN	SOLIDARIDAD	- ,12500	,49645	1,000	-	1,6553
						1,9053	
		PUERTO MORELOS	,07500	,49645	1,000	-	1,8553
						1,7053	
		ISLA MUJERES	- ,12500	,49645	1,000	-	1,6553
						1,9053	
	COZUMEL	COZUMEL	,87500	,49645	,685	- ,9053	2,6553
		HOLBOX	,67500	,49645	,865	-	2,4553
						1,1053	
		SOLIDARIDAD	,12500	,49645	1,000	-	1,9053
						1,6553	
		PUERTO MORELOS	,20000	,55076	1,000	-	2,1750
	ISLA MUJERES	ISLA MUJERES	,00000	,55076	1,000	-	1,9750
						1,9750	
		COZUMEL	1,00000	,55076	,657	- ,9750	2,9750
		HOLBOX	,80000	,55076	,829	-	2,7750
						1,1750	
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	- ,07500	,49645	1,000	-	1,7053
						1,8553	
		SOLIDARIDAD	- ,20000	,55076	1,000	-	1,7750
						2,1750	
		ISLA MUJERES	- ,20000	,55076	1,000	-	1,7750
						2,1750	
	COZUMEL	COZUMEL	,80000	,55076	,829	-	2,7750
						1,1750	
		HOLBOX	,60000	,55076	,943	-	2,5750
						1,3750	
	ISLA MUJERES	CANCÚN	,12500	,49645	1,000	-	1,9053
						1,6553	
		SOLIDARIDAD	,00000	,55076	1,000	-	1,9750
						1,9750	
		PUERTO MORELOS	,20000	,55076	1,000	-	2,1750
						1,7750	
	COZUMEL	COZUMEL	1,00000	,55076	,657	- ,9750	2,9750
		HOLBOX	,80000	,55076	,829	-	2,7750
						1,1750	
	COZUMEL	CANCÚN	- ,87500	,49645	,685	-	,9053
						2,6553	
		SOLIDARIDAD	-1,00000	,55076	,657	-	,9750
						2,9750	
		PUERTO MORELOS	- ,80000	,55076	,829	-	1,1750
						2,7750	
	COZUMEL	ISLA MUJERES	-1,00000	,55076	,657	-	,9750
						2,9750	
		HOLBOX	- ,20000	,55076	1,000	-	1,7750
						2,1750	

3. ¿Considera que el municipio de IM dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por la población ?	HOLBOX	CANCÚN	- ,67500	,49645	,865	- 2,4553	1,1053
		SOLIDARIDAD	- ,80000	,55076	,829	- 2,7750	1,1750
		PUERTO MORELOS	- ,60000	,55076	,943	- 2,5750	1,3750
		ISLA MUJERES	- ,80000	,55076	,829	- 2,7750	1,1750
		COZUMEL	,20000	,55076	1,000	- 1,7750	2,1750
	CANCÚN	SOLIDARIDAD	,00000	,39731	1,000	- 1,4209	1,4209
		PUERTO MORELOS	,20000	,39731	,998	- 1,2209	1,6209
		ISLA MUJERES	,00000	,39731	1,000	- 1,4209	1,4209
		COZUMEL	1,00000	,37639	,251	- ,3461	2,3461
		HOLBOX	3,20000*	,39731	,000	1,7791	4,6209
	SOLIDARIDAD	CANCÚN	,00000	,39731	1,000	- 1,4209	1,4209
		PUERTO MORELOS	,20000	,44078	,999	- 1,3764	1,7764
		ISLA MUJERES	,00000	,44078	1,000	- 1,5764	1,5764
		COZUMEL	1,00000	,42201	,371	- ,5093	2,5093
		HOLBOX	3,20000*	,44078	,000	1,6236	4,7764
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	- ,20000	,39731	,998	- 1,6209	1,2209
		SOLIDARIDAD	- ,20000	,44078	,999	- 1,7764	1,3764
		ISLA MUJERES	- ,20000	,44078	,999	- 1,7764	1,3764
		COZUMEL	,80000	,42201	,615	- ,7093	2,3093
		HOLBOX	3,00000*	,44078	,000	1,4236	4,5764
	ISLA MUJERES	CANCÚN	,00000	,39731	1,000	- 1,4209	1,4209
		SOLIDARIDAD	,00000	,44078	1,000	- 1,5764	1,5764
		PUERTO MORELOS	,20000	,44078	,999	- 1,3764	1,7764
		COZUMEL	1,00000	,42201	,371	- ,5093	2,5093
		HOLBOX	3,20000*	,44078	,000	1,6236	4,7764
	COZUMEL	CANCÚN	-1,00000	,37639	,251	- 2,3461	,3461
		SOLIDARIDAD	-1,00000	,42201	,371	- 2,5093	,5093
		PUERTO MORELOS	- ,80000	,42201	,615	- 2,3093	,7093
		ISLA MUJERES	-1,00000	,42201	,371	- 2,5093	,5093
		HOLBOX	2,20000*	,42201	,001	,6907	3,7093
	HOLBOX	CANCÚN	-3,20000*	,39731	,000	- 4,6209	-1,7791

			SOLIDARIDAD	-3,20000*	,44078	,000	-4,7764	-1,6236
			PUERTO MORELOS	-3,00000*	,44078	,000	-4,5764	-1,4236
			ISLA MUJERES	-3,20000*	,44078	,000	-4,7764	-1,6236
			COZUMEL	-2,20000*	,42201	,001	-3,7093	-,6907
4. ¿Considera que en los próximos cinco años los hoteles de la zona hotelera de IM tengan la dispocisión de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales en la zona hotelera del municipio de Benito Juárez?	CANCÚN	SOLIDARIDA D	-,15000	,52272	1,000	-2,0245	1,7245	
		PUERTO MORELOS	-,35000	,52272	,993	-2,2245	1,5245	
		ISLA MUJERES	2,65000*	,52272	,002	,7755	4,5245	
		COZUMEL	2,05000*	,52272	,025	,1755	3,9245	
		HOLBOX	,45000	,52272	,979	-1,4245	2,3245	
	SOLIDARIDA D	CANCÚN	,15000	,52272	1,000	-1,7245	2,0245	
		PUERTO MORELOS	-,20000	,57991	1,000	-2,2796	1,8796	
		ISLA MUJERES	2,80000*	,57991	,003	,7204	4,8796	
		COZUMEL	2,20000*	,57991	,033	,1204	4,2796	
		HOLBOX	,60000	,57991	,954	-1,4796	2,6796	
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	,35000	,52272	,993	-1,5245	2,2245	
		SOLIDARIDA D	,20000	,57991	1,000	-1,8796	2,2796	
		ISLA MUJERES	3,00000*	,57991	,002	,9204	5,0796	
		COZUMEL	2,40000*	,57991	,016	,3204	4,4796	
		HOLBOX	,80000	,57991	,858	-1,2796	2,8796	
	ISLA MUJERES	CANCÚN	-2,65000*	,52272	,002	-4,5245	-,7755	
		SOLIDARIDA D	-	,57991	,003	-	-,7204	

		D	2,80000*			4,879 6	
		PUERTO MORELOS	- 3,00000*	,57991	,002	- 5,079 6	-,9204
		COZUMEL	-,60000	,57991	,954	- 2,679 6	1,4796
		HOLBOX	- 2,20000*	,57991	,033	- 4,279 6	-,1204
	COZUMEL	CANCÚN	- 2,05000*	,52272	,025	- 3,924 5	-,1755
		SOLIDARIDA D	- 2,20000*	,57991	,033	- 4,279 6	-,1204
		PUERTO MORELOS	- 2,40000*	,57991	,016	- 4,479 6	-,3204
		ISLA MUJERES	,60000	,57991	,954	- 1,479 6	2,6796
		HOLBOX	-1,60000	,57991	,216	- 3,679 6	,4796
	HOLBOX	CANCÚN	-,45000	,52272	,979	- 2,324 5	1,4245
		SOLIDARIDA D	-,60000	,57991	,954	- 2,679 6	1,4796
		PUERTO MORELOS	-,80000	,57991	,858	- 2,879 6	1,2796
		ISLA MUJERES	2,20000*	,57991	,033	,1204	4,2796
		COZUMEL	1,60000	,57991	,216	-,4796	3,6796
5. ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten IM que esten dispuestos a reducir la	CANCÚN	SOLIDARIDA D	,37500	,45446	,982	- 1,254 7	2,0047
		PUERTO MORELOS	-1,62500	,45446	,051	- 3,254 7	,0047
		ISLA MUJERES	-,87500	,48817	,669	- 2,625 6	,8756
		COZUMEL	-,29167	,43053	,993	- 1,835	1,2522

contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables ?				5	
	HOLBOX	-1,02500	,45446	,427	- ,6047 2,654 7
	SOLIDARIDA D	CANCÚN	- ,37500	,45446	,982 - 1,2547 2,004 7
		PUERTO MORELOS	- 2,00000*	,50418	,023 - -,1920 3,808 0
		ISLA MUJERES	-1,25000	,53476	,387 - ,6677 3,167 7
		COZUMEL	- ,66667	,48272	,857 - 1,0644 2,397 7
		HOLBOX	-1,40000	,50418	,210 - ,4080 3,208 0
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	1,62500	,45446	,051 - ,0047 3,2547
		SOLIDARIDA D	2,00000*	,50418	,023 ,1920 3,8080
		ISLA MUJERES	,75000	,53476	,849 - 2,6677 1,167 7
		COZUMEL	1,33333	,48272	,215 -,3977 3,0644
		HOLBOX	,60000	,50418	,918 - 2,4080 1,208 0
	ISLA MUJERES	CANCÚN	,87500	,48817	,669 -,8756 2,6256
		SOLIDARIDA D	1,25000	,53476	,387 -,6677 3,1677
		PUERTO MORELOS	- ,75000	,53476	,849 - 1,1677 2,667 7
		COZUMEL	,58333	,51458	,932 - 2,4286 1,261 9
		HOLBOX	- ,15000	,53476	1,00 - 1,7677 0 2,067 7
	COZUMEL	CANCÚN	,29167	,43053	,993 - 1,8355 1,252 2
		SOLIDARIDA D	,66667	,48272	,857 - 2,3977 1,064 4
		PUERTO MORELOS	-1,33333	,48272	,215 - ,3977 3,064

						4	
		ISLA MUJERES	- ,58333	,51458	,932	- 2,4286	1,2619
		HOLBOX	- ,73333	,48272	,801	- 2,4644	,9977
	HOLBOX	CANCÚN	1,02500	,45446	,427	- ,6047	2,6547
		SOLIDARIDAD	1,40000	,50418	,210	- ,4080	3,2080
		PUERTO MORELOS	- ,60000	,50418	,918	- 2,4080	1,2080
		ISLA MUJERES	,15000	,53476	1,000	- 1,7677	2,0677
		COZUMEL	,73333	,48272	,801	- ,9977	2,4644
6. ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de residentes locales del destino turístico IM que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables ?	CANCÚN	SOLIDARIDAD	- ,27500	,51678	,998	- 2,1232	1,5732
		PUERTO MORELOS	- ,67500	,51678	,883	- 2,5232	1,1732
		ISLA MUJERES	,12500	,51678	1,000	- 1,7232	1,9732
		COZUMEL	- ,54167	,48956	,939	- 2,2925	1,2092
		HOLBOX	-1,07500	,51678	,516	- 2,9232	,7732
	SOLIDARIDAD	CANCÚN	,27500	,51678	,998	- 1,5732	2,1232
		PUERTO MORELOS	- ,40000	,57332	,992	- 2,4504	1,6504
		ISLA MUJERES	,40000	,57332	,992	- 1,6504	2,4504
		COZUMEL	- ,26667	,54891	,999	- 2,2298	1,6964
		HOLBOX	- ,80000	,57332	,852	- 2,8504	1,2504
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	,67500	,51678	,883	- 1,173	2,5232

					2	
	SOLIDARIDA D	,40000	,57332	,992	- 1,650 4	2,4504
	ISLA MUJERES	,80000	,57332	,852	- 1,250 4	2,8504
	COZUMEL	,13333	,54891	1,00 0	- 1,829 8	2,0964
	HOLBOX	-,40000	,57332	,992	- 2,450 4	1,6504
ISLA MUJERES	CANCÚN	-,12500	,51678	1,00 0	- 1,973 2	1,7232
	SOLIDARIDA D	-,40000	,57332	,992	- 2,450 4	1,6504
	PUERTO MORELOS	-,80000	,57332	,852	- 2,850 4	1,2504
	COZUMEL	-,66667	,54891	,912	- 2,629 8	1,2964
	HOLBOX	-1,20000	,57332	,510	- 3,250 4	,8504
COZUMEL	CANCÚN	,54167	,48956	,939	- 1,209 2	2,2925
	SOLIDARIDA D	,26667	,54891	,999	- 1,696 4	2,2298
	PUERTO MORELOS	-,13333	,54891	1,00 0	- 2,096 4	1,8298
	ISLA MUJERES	,66667	,54891	,912	- 1,296 4	2,6298
	HOLBOX	-,53333	,54891	,964	- 2,496 4	1,4298
HOLBOX	CANCÚN	1,07500	,51678	,516	-,7732	2,9232
	SOLIDARIDA D	,80000	,57332	,852	- 1,250 4	2,8504
	PUERTO MORELOS	,40000	,57332	,992	- 1,650	2,4504

						4	
		ISLA MUJERES	1,20000	,57332	,510	-,8504	3,2504
		COZUMEL	,53333	,54891	,964	-1,4298	2,4964
7. ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística de IM, considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general?	CANCÚN	SOLIDARIDAD	,80000	,43333	,641	-,7539	2,3539
		PUERTO MORELOS	,80000	,43333	,641	-,7539	2,3539
		ISLA MUJERES	,60000	,43333	,856	-,9539	2,1539
		COZUMEL	1,80000*	,43333	,015	,2461	3,3539
		HOLBOX	1,00000	,43333	,401	-,5539	2,5539
	SOLIDARIDAD	CANCÚN	-,80000	,43333	,641	-2,3539	,7539
		PUERTO MORELOS	,00000	,48074	1,000	-1,7239	1,7239
		ISLA MUJERES	-,20000	,48074	,999	-1,9239	1,5239
		COZUMEL	1,00000	,48074	,517	-,7239	2,7239
		HOLBOX	,20000	,48074	,999	-1,5239	1,9239
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	-,80000	,43333	,641	-2,3539	,7539
		SOLIDARIDAD	,00000	,48074	1,000	-1,7239	1,7239
		ISLA MUJERES	-,20000	,48074	,999	-1,9239	1,5239
		COZUMEL	1,00000	,48074	,517	-,7239	2,7239
		HOLBOX	,20000	,48074	,999	-1,5239	1,9239
	ISLA MUJERES	CANCÚN	-,60000	,43333	,856	-2,1539	,9539
		SOLIDARIDAD	,20000	,48074	,999	-1,5239	1,9239
		PUERTO MORELOS	,20000	,48074	,999	-1,5239	1,9239

		COZUMEL	1,20000	,48074	,315	-,5239	2,9239
		HOLBOX	,40000	,48074	,982	- 1,323 9	2,1239
COZUMEL		CANCÚN	- 1,80000*	,43333	,015	- 3,353 9	-,2461
		SOLIDARIDA D	-1,00000	,48074	,517	- 2,723 9	,7239
		PUERTO MORELOS	-1,00000	,48074	,517	- 2,723 9	,7239
		ISLA MUJERES	-1,20000	,48074	,315	- 2,923 9	,5239
		HOLBOX	-,80000	,48074	,734	- 2,523 9	,9239
HOLBOX		CANCÚN	-1,00000	,43333	,401	- 2,553 9	,5539
		SOLIDARIDA D	-,20000	,48074	,999	- 1,923 9	1,5239
		PUERTO MORELOS	-,20000	,48074	,999	- 1,923 9	1,5239
		ISLA MUJERES	-,40000	,48074	,982	- 2,123 9	1,3239
		COZUMEL	,80000	,48074	,734	-,9239	2,5239
8. ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística de IM, considerará que en los próximos cinco años buscarán certificarse específicamente bajo el Distintivo de hotel hidrosustentable años?	CANCÚN	SOLIDARIDA D	-,62857	,55319	,932	- 2,624 3	1,3671
		PUERTO MORELOS	-1,42857	,55319	,283	- 3,424 3	,5671
		ISLA MUJERES	,57143	,55319	,954	- 1,424 3	2,5671
		COZUMEL	-1,62857	,55319	,164	- 3,624 3	,3671
		HOLBOX	,07143	,59216	1,00 0	- 2,064 9	2,2077
		SOLIDARIDA D	,62857	,55319	,932	- 1,367	2,6243

					1	
	PUERTO MORELOS	- ,80000	,59752	,872	- 2,9556	1,3556
	ISLA MUJERES	1,20000	,59752	,556	-,9556	3,3556
	COZUMEL	-1,00000	,59752	,729	- 3,1556	1,1556
	HOLBOX	,70000	,63376	,939	- 1,5864	2,9864
PUERTO MORELOS	CANCÚN	1,42857	,55319	,283	-,5671	3,4243
	SOLIDARIDAD	,80000	,59752	,872	- 1,3556	2,9556
	ISLA MUJERES	2,00000	,59752	,082	-,1556	4,1556
	COZUMEL	-,20000	,59752	1,000	- 2,3556	1,9556
	HOLBOX	1,50000	,63376	,375	-,7864	3,7864
ISLA MUJERES	CANCÚN	-,57143	,55319	,954	- 2,5671	1,4243
	SOLIDARIDAD	-1,20000	,59752	,556	- 3,3556	,9556
	PUERTO MORELOS	-2,00000	,59752	,082	- 4,1556	,1556
	COZUMEL	- 2,20000*	,59752	,043	- 4,3556	-,0444
	HOLBOX	-,50000	,63376	,986	- 2,7864	1,7864
COZUMEL	CANCÚN	1,62857	,55319	,164	-,3671	3,6243
	SOLIDARIDAD	1,00000	,59752	,729	- 1,1556	3,1556
	PUERTO MORELOS	,20000	,59752	1,000	- 1,9556	2,3556
	ISLA MUJERES	2,20000*	,59752	,043	,0444	4,3556
	HOLBOX	1,70000	,63376	,245	-,5864	3,9864
HOLBOX	CANCÚN	-,07143	,59216	1,000	- 2,207	2,0649

						7	
		SOLIDARIDA D	-,70000	,63376	,939	- 2,986 4	1,5864
		PUERTO MORELOS	-1,50000	,63376	,375	- 3,786 4	,7864
		ISLA MUJERES	,50000	,63376	,986	- 1,786 4	2,7864
		COZUMEL	-1,70000	,63376	,245	- 3,986 4	,5864
9. ¿Es posible que los hoteles de la zona hotelera de IM coloquen medidores de agua para cada área del hotel, en los próximos cinco años?	CANCÚN	SOLIDARIDA D	-,33333	,56976	,996	- 2,388 8	1,7221
		PUERTO MORELOS	-,33333	,56976	,996	- 2,388 8	1,7221
		ISLA MUJERES	-1,13333	,56976	,566	- 3,188 8	,9221
		COZUMEL	,46667	,56976	,983	- 1,588 8	2,5221
		HOLBOX	1,26667	,56976	,445	-,7888	3,3221
	SOLIDARIDA D	CANCÚN	,33333	,56976	,996	- 1,722 1	2,3888
		PUERTO MORELOS	,00000	,59509	1,00 0	- 2,146 9	2,1469
		ISLA MUJERES	-,80000	,59509	,870	- 2,946 9	1,3469
		COZUMEL	,80000	,59509	,870	- 1,346 9	2,9469
		HOLBOX	1,60000	,59509	,243	-,5469	3,7469
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	,33333	,56976	,996	- 1,722 1	2,3888
		SOLIDARIDA D	,00000	,59509	1,00 0	- 2,146 9	2,1469
		ISLA MUJERES	-,80000	,59509	,870	- 2,946 9	1,3469
		COZUMEL	,80000	,59509	,870	-	2,9469

					1,346 9	
		HOLBOX	1,60000	,59509	,243	-,5469 3,7469
	ISLA MUJERES	CANCÚN	1,13333	,56976	,566	-,9221 3,1888
		SOLIDARIDA D	,80000	,59509	,870	- 1,346 9 2,9469
		PUERTO MORELOS	,80000	,59509	,870	- 1,346 9 2,9469
		COZUMEL	1,60000	,59509	,243	-,5469 3,7469
		HOLBOX	2,40000*	,59509	,021	,2531 4,5469
	COZUMEL	CANCÚN	-,46667	,56976	,983	- 2,522 1 1,5888
		SOLIDARIDA D	-,80000	,59509	,870	- 2,946 9 1,3469
		PUERTO MORELOS	-,80000	,59509	,870	- 2,946 9 1,3469
		ISLA MUJERES	-1,60000	,59509	,243	- 3,746 9 ,5469
		HOLBOX	,80000	,59509	,870	- 1,346 9 2,9469
	HOLBOX	CANCÚN	-1,26667	,56976	,445	- 3,322 1 ,7888
		SOLIDARIDA D	-1,60000	,59509	,243	- 3,746 9 ,5469
		PUERTO MORELOS	-1,60000	,59509	,243	- 3,746 9 ,5469
		ISLA MUJERES	- 2,40000*	,59509	,021	- 4,546 9 -,2531
		COZUMEL	-,80000	,59509	,870	- 2,946 9 1,3469
10. ¿Considera que la regulación respecto a la construcción de hoteles, es suficientemente	CANCÚN	SOLIDARIDA D	-,32500	,52930	,995	- 2,223 1 1,5731
		PUERTO MORELOS	-,52500	,52930	,961	- 2,423 1 1,3731
		ISLA	,87500	,52930	,739	- 2,7731

robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico IM con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años?	MUJERES					1,023 1	
		COZUMEL	,47500	,52930	,975	- 1,423 1	2,3731
		HOLBOX	,27500	,52930	,998	- 1,623 1	2,1731
	SOLIDARIDA D	CANCÚN	,32500	,52930	,995	- 1,573 1	2,2231
		PUERTO MORELOS	-,20000	,58721	1,00 0	- 2,305 7	1,9057
		ISLA MUJERES	1,20000	,58721	,536	-,9057	3,3057
		COZUMEL	,80000	,58721	,864	- 1,305 7	2,9057
		HOLBOX	,60000	,58721	,956	- 1,505 7	2,7057
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	,52500	,52930	,961	- 1,373 1	2,4231
		SOLIDARIDA D	,20000	,58721	1,00 0	- 1,905 7	2,3057
		ISLA MUJERES	1,40000	,58721	,365	-,7057	3,5057
		COZUMEL	1,00000	,58721	,715	- 1,105 7	3,1057
		HOLBOX	,80000	,58721	,864	- 1,305 7	2,9057
	ISLA MUJERES	CANCÚN	-,87500	,52930	,739	- 2,773 1	1,0231
		SOLIDARIDA D	-1,20000	,58721	,536	- 3,305 7	,9057
		PUERTO MORELOS	-1,40000	,58721	,365	- 3,505 7	,7057
		COZUMEL	-,40000	,58721	,993	- 2,505 7	1,7057
		HOLBOX	-,60000	,58721	,956	-	1,5057

					2,705	
					7	
	COZUMEL	CANCÚN	-,47500	,52930	,975	- 1,4231
		SOLIDARIDAD	-,80000	,58721	,864	- 2,3731
		PUERTO MORELOS	-1,00000	,58721	,715	- 2,9057
		ISLA MUJERES	,40000	,58721	,993	- 3,1057
		HOLBOX	-,20000	,58721	1,000	- 1,7057
						2,3057
	HOLBOX	CANCÚN	-,27500	,52930	,998	- 1,6231
		SOLIDARIDAD	-,60000	,58721	,956	- 2,1731
		PUERTO MORELOS	-,80000	,58721	,864	- 2,7057
		ISLA MUJERES	,60000	,58721	,956	- 2,9057
		COZUMEL	,20000	,58721	1,000	- 1,3057
						1,9057
11. ¿Qué porcentaje de hoteles ubicados en la zona hotelera de IM considera que en los próximos cinco años, estarán involucrados en proyectos enfocados en la salud costera?	CANCÚN	SOLIDARIDAD	-,55000	,64255	,979	- 1,7542
		PUERTO MORELOS	-,55000	,64255	,979	- 2,8542
		ISLA MUJERES	,85000	,64255	,878	- 2,8542
		COZUMEL	-,35000	,64255	,997	- 3,1542
		HOLBOX	,05000	,64255	1,000	- 1,4542
						2,6542
	SOLIDARIDAD	CANCÚN	,55000	,64255	,979	- 2,3542
		PUERTO MORELOS	,00000	,71285	1,000	- 2,2542
		ISLA MUJERES	1,40000	,71285	,579	- 2,8542
		COZUMEL	,20000	,71285	1,000	- 1,7542
		HOLBOX	,60000	,71285	,981	- 2,5563
						2,5563
	PUERTO MORELOS	CANCÚN	,55000	,64255	,979	- 3,9563
		SOLIDARIDAD	,00000	,71285	1,000	- 1,1563
		ISLA MUJERES	1,40000	,71285	,579	- 2,7563
		COZUMEL	,20000	,71285	1,000	- 3,1563
		HOLBOX	,60000	,71285	,981	- 1,9563
						1,9563
	ISLA MUJERES	CANCÚN	-,85000	,64255	,878	- 1,4542

					3,1542	
	SOLIDARIDAD	-1,40000	,71285	,579	-	1,1563
					3,9563	
	PUERTO MORELOS	-1,40000	,71285	,579	-	1,1563
					3,9563	
	COZUMEL	-1,20000	,71285	,725	-	1,3563
					3,7563	
	HOLBOX	-,80000	,71285	,935	-	1,7563
					3,3563	
COZUMEL	CANCÚN	,35000	,64255	,997	-	2,6542
					1,9542	
	SOLIDARIDAD	-,20000	,71285	1,000	-	2,3563
					2,7563	
	PUERTO MORELOS	-,20000	,71285	1,000	-	2,3563
					2,7563	
	ISLA MUJERES	1,20000	,71285	,725	-	3,7563
					1,3563	
	HOLBOX	,40000	,71285	,997	-	2,9563
					2,1563	
HOLBOX	CANCÚN	-,05000	,64255	1,000	-	2,2542
					2,3542	
	SOLIDARIDAD	-,60000	,71285	,981	-	1,9563
					3,1563	
	PUERTO MORELOS	-,60000	,71285	,981	-	1,9563
					3,1563	
	ISLA MUJERES	,80000	,71285	,935	-	3,3563
					1,7563	
	COZUMEL	-,40000	,71285	,997	-	2,1563
					2,9563	

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Diferencias entre destinos, prueba Scheffé, IBM SPSS Statistics

1. **¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio del destino turístico, contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?**

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
COZUMEL	5	4,0000
HOLBOX	5	4,2000
PUERTO MORELOS	5	4,8000
CANCÚN	8	4,8750
SOLIDARIDAD	5	5,0000
ISLA MUJERES	5	5,0000
Sig.		,626

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.333.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

2. **¿Considera que, en los próximos cinco años en el destino turístico, contará con la infraestructura de saneamiento e higiene adecuados para satisfacer al 100% de la población?**

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
COZUMEL	5	4,0000
HOLBOX	5	4,2000
PUERTO MORELOS	5	4,8000
CANCÚN	8	4,8750
SOLIDARIDAD	5	5,0000
ISLA MUJERES	5	5,0000
Sig.		,626

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.333.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

3. ¿Considera que el destino turístico dentro de los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por la población?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
HOLBOX	5	1,8000	
COZUMEL	6		4,0000
PUERTO MORELOS	5		4,8000
CANCÚN	8		5,0000
SOLIDARIDAD	5		5,0000
ISLA MUJERES	5		5,0000
Sig.		1,000	,367

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.496.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

4. ¿Considera que en los próximos cinco años los hoteles de la zona hotelera del destino turístico tengan la disposición de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales en la zona hotelera del municipio de Benito Juárez?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
ISLA MUJERES	5	1,6000		
COZUMEL	5	2,2000	2,2000	
HOLBOX	5		3,8000	3,8000
CANCÚN	8			4,2500
SOLIDARIDAD	5			4,4000
PUERTO MORELOS	5			4,6000
Sig.		,947	,188	,840

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.333.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

5. ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten el destino turístico estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
SOLIDARIDAD	5	3,0000	
CANCÚN	8	3,3750	3,3750
COZUMEL	6	3,6667	3,6667

ISLA MUJERES	4	4,2500	4,2500
HOLBOX	5	4,4000	4,4000
PUERTO MORELOS	5		5,0000
Sig.		,188	,086

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.255.
- Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

6. ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de residentes locales del destino turístico que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05
		1
ISLA MUJERES	5	3,0000
CANCÚN	8	3,1250
SOLIDARIDAD	5	3,4000
COZUMEL	6	3,6667
PUERTO MORELOS	5	3,8000
HOLBOX	5	4,2000
Sig.		,457

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.496.
- Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

7. ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del destino turístico, considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
COZUMEL	5	3,2000	
HOLBOX	5	4,0000	4,0000
SOLIDARIDAD	5	4,2000	4,2000
PUERTO MORELOS	5	4,2000	4,2000
ISLA MUJERES	5	4,4000	4,4000
CANCÚN	8		5,0000
Sig.		,282	,481

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.333.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

8. ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del destino turístico, considera que en los próximos cinco años buscarán certificarse específicamente bajo el Distintivo de hotel hidrosustentable años?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
ISLA MUJERES	5	1,0000	
HOLBOX	4	1,5000	1,5000
CANCÚN	7	1,5714	1,5714
SOLIDARIDAD	5	2,2000	2,2000
PUERTO MORELOS	5	3,0000	3,0000
COZUMEL	5		3,2000
Sig.		,080	,189

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.030.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

9. ¿Es posible que los hoteles de la zona hotelera del destino turístico coloquen medidores de agua para cada área del hotel, en los próximos cinco años?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
HOLBOX	5	2,4000	
COZUMEL	5	3,2000	3,2000
CANCÚN	6	3,6667	3,6667
SOLIDARIDAD	5	4,0000	4,0000
PUERTO MORELOS	5	4,0000	4,0000
ISLA MUJERES	5		4,8000
Sig.		,229	,229

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.143.

b. Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

10. ¿Considera que la regulación respecto a la construcción de hoteles, es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
ISLA MUJERES	5	1,0000
COZUMEL	5	1,4000
HOLBOX	5	1,6000
CANCÚN	8	1,8750
SOLIDARIDAD	5	2,2000
PUERTO MORELOS	5	2,4000
Sig.		,330

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.333.
- Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

11. ¿Qué porcentaje de hoteles ubicados en la zona hotelera del destino turístico considera que, en los próximos cinco años, estarán involucrados en proyectos enfocados en la salud costera?

Scheffe^{a,b}

DESTINO TURÍSTICO	N	Subconjunto para alfa = 0.05 1
ISLA MUJERES	5	1,4000
HOLBOX	5	2,2000
CANCÚN	8	2,2500
COZUMEL	5	2,6000
SOLIDARIDAD	5	2,8000
PUERTO MORELOS	5	2,8000
Sig.		,544

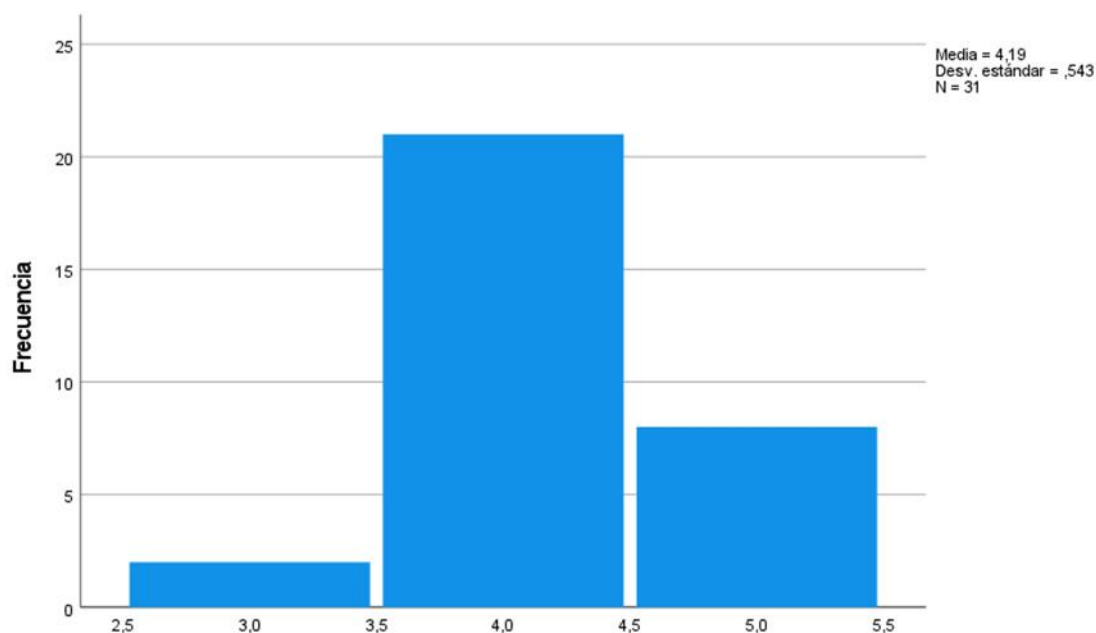
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

- Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5.333.
- Los tamaños de grupo no son iguales. Se utiliza la media armónica de los tamaños de grupo. Los niveles de error de tipo I no están garantizados.

Anexo IV Análisis descriptivo

Como complemento a los resultados obtenidos a través de la Lógica Difusa y la ordenación se realizó el siguiente análisis descriptivo que identifica las tendencias respecto a la gestión del agua en los destinos turísticos de la Región Norte de Quintana Roo.

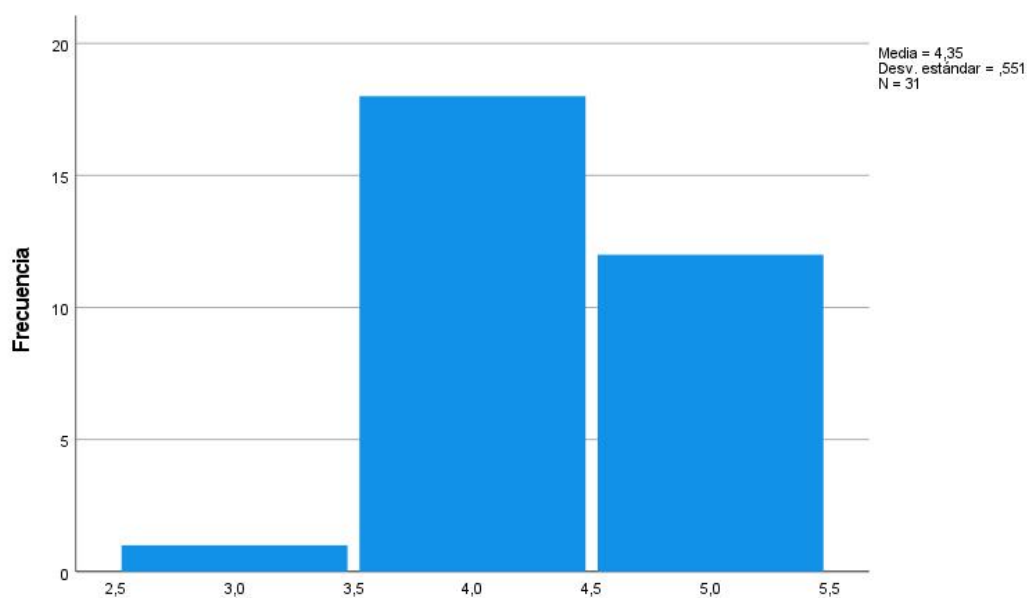
1.- ¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio del (Destino turístico correspondiente), contará con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible?



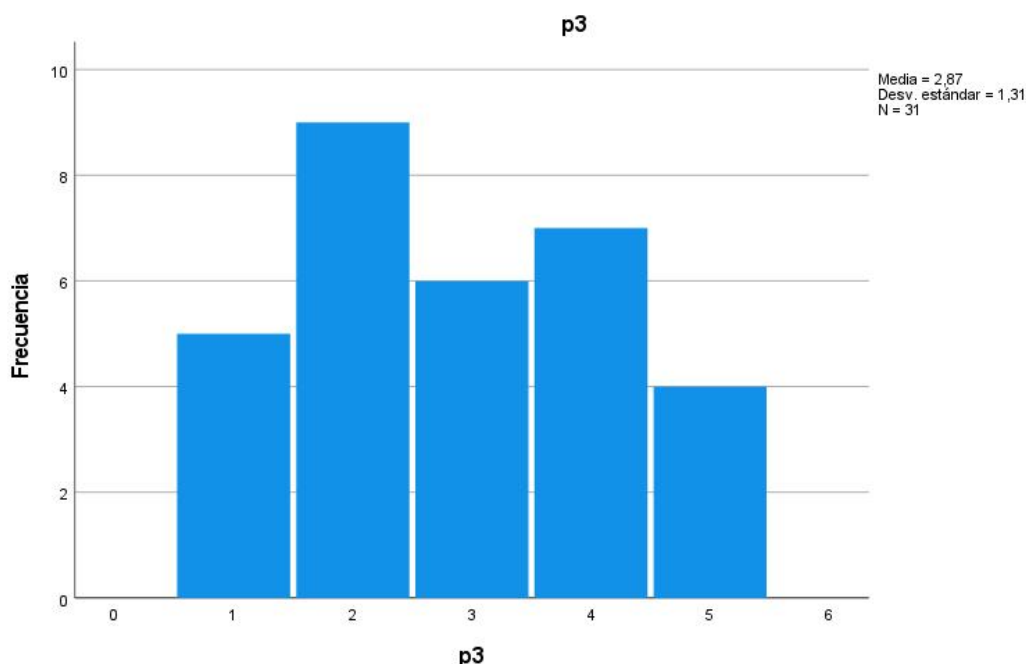
La tendencia es que en los próximos cinco años en la Región Norte de Quintana Roo los municipios contarán con la infraestructura de agua potable necesaria para satisfacer al 100% de la población de manera equitativa y asequible en un 93.5 % lo cual indica un nivel muy alto en el cumplimiento de la meta 6.1 del OD6 Agua limpia y saneamiento: “De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos”.

2.- ¿Considera que, en los próximos cinco años en el municipio del (Destino turístico correspondiente), contará con la infraestructura de saneamiento e higiene adecuados para satisfacer al 100% de la población?

La tendencia es que en los próximos cinco años en la Región Norte de Quintana Roo los municipios contarán con la infraestructura de saneamiento e higiene adecuados para satisfacer al 100% de la población en un 96.8 % lo cual indica un nivel muy alto en el cumplimiento de la meta 6.2 del ODS 6 Agua limpia y saneamiento: “De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres y las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad”.

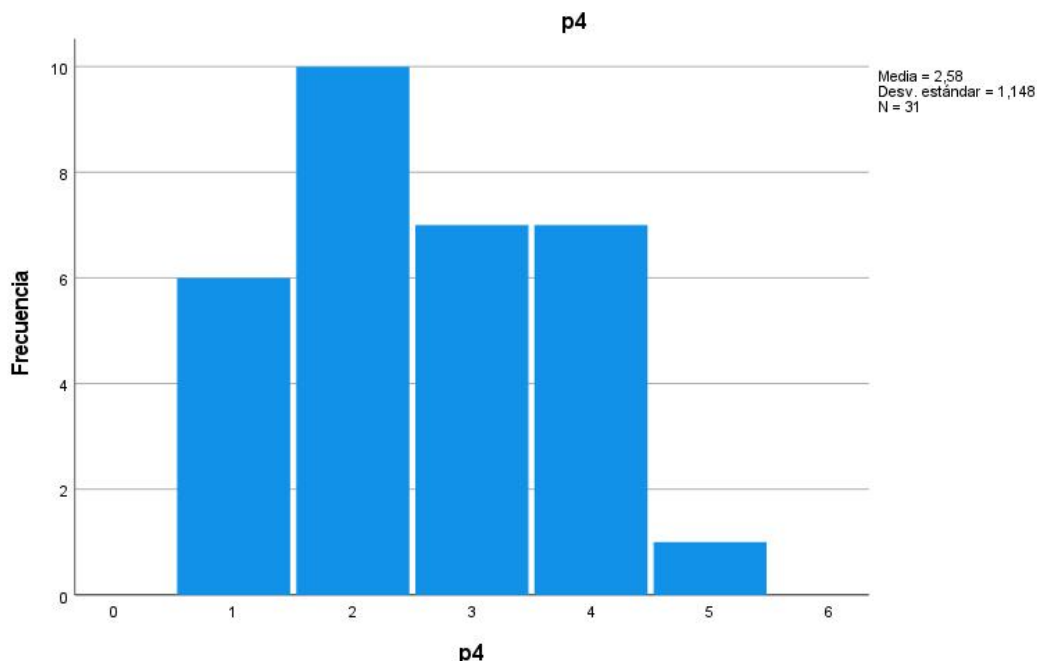


3.- ¿Considera que el municipio del (Destino turístico correspondiente) en los siguientes cinco años contará con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por la población?



La tendencia de que en los próximos cinco años en la Región Norte de Quintana Roo los municipios contarán con plantas de tratamiento de aguas residuales adecuadas para tratar el 100% de las aguas residuales producidas por la población es de 71% lo cual indica un nivel alto al implementar la mayoría de los elementos del ODS 6 en la meta 6.3 “De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial”. Se puede apreciar que los municipios son potencialmente capaces de cumplir el objetivo, pero deberán seguirse esforzando para lograrlo.

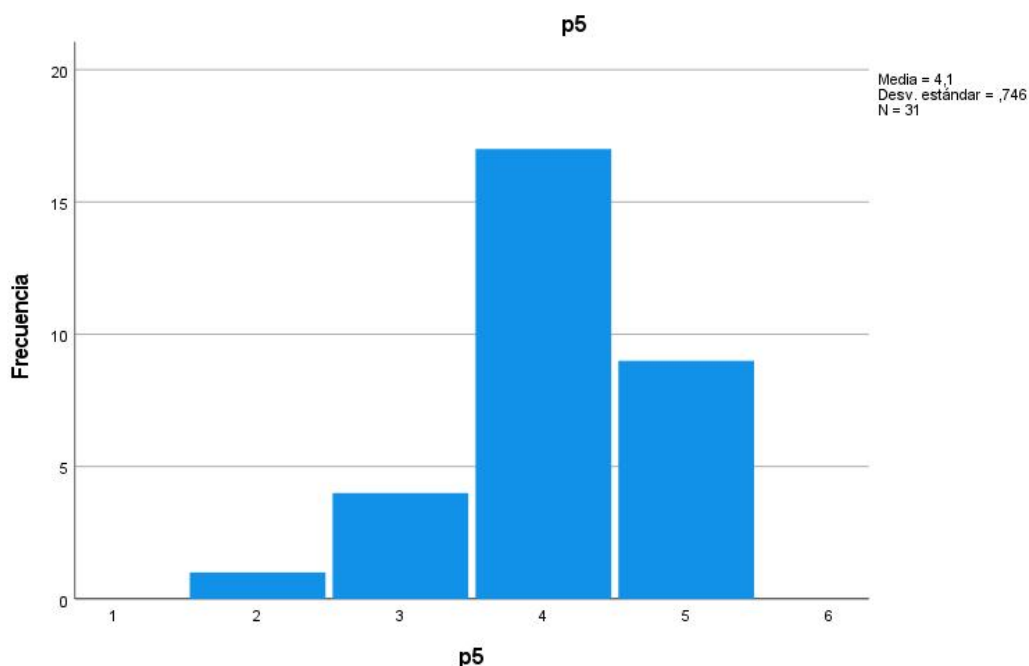
4.- ¿Considera que en los próximos cinco años los hoteles de la zona hotelera del (destino turístico correspondiente) tengan la disposición de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales?



La tendencia de que en los próximos cinco años en la Región Norte de Quintana Roo el sector hotelero tendrá más disposición de invertir en instalar más plantas de tratamiento de agua residuales es del 77.5 % lo cual indica un nivel alto al implementar la mayoría de los elementos del ODS 6 en la meta 6.3: “De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

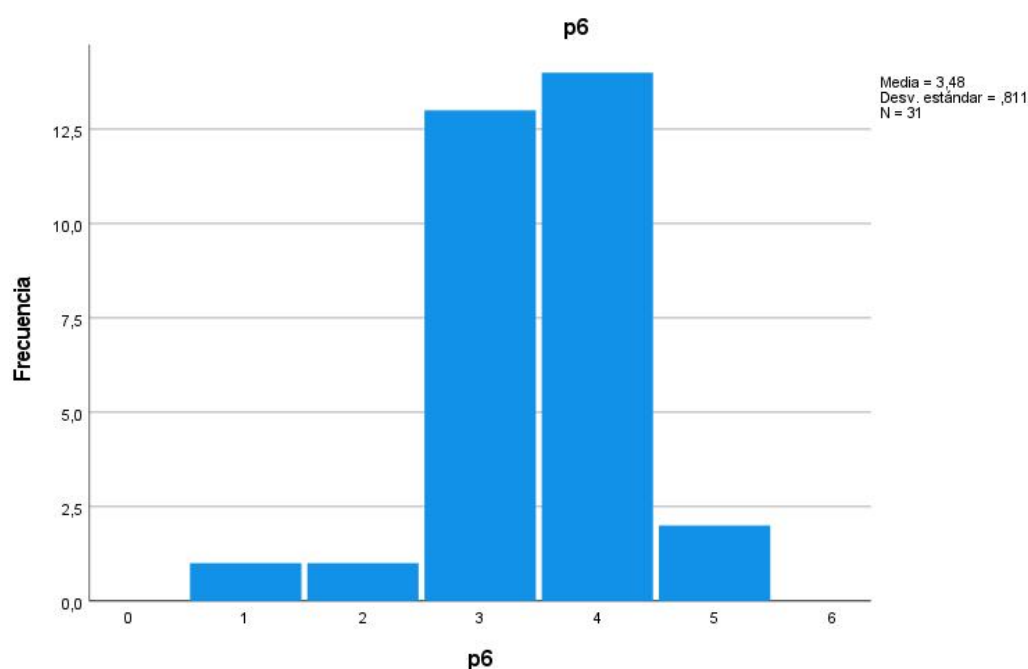
Sin embargo, se debería seguir incentivando a los hoteles a que lo hagan y se capaciten en su uso.

5.- ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de turistas que visiten (el destino turístico correspondiente) que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?



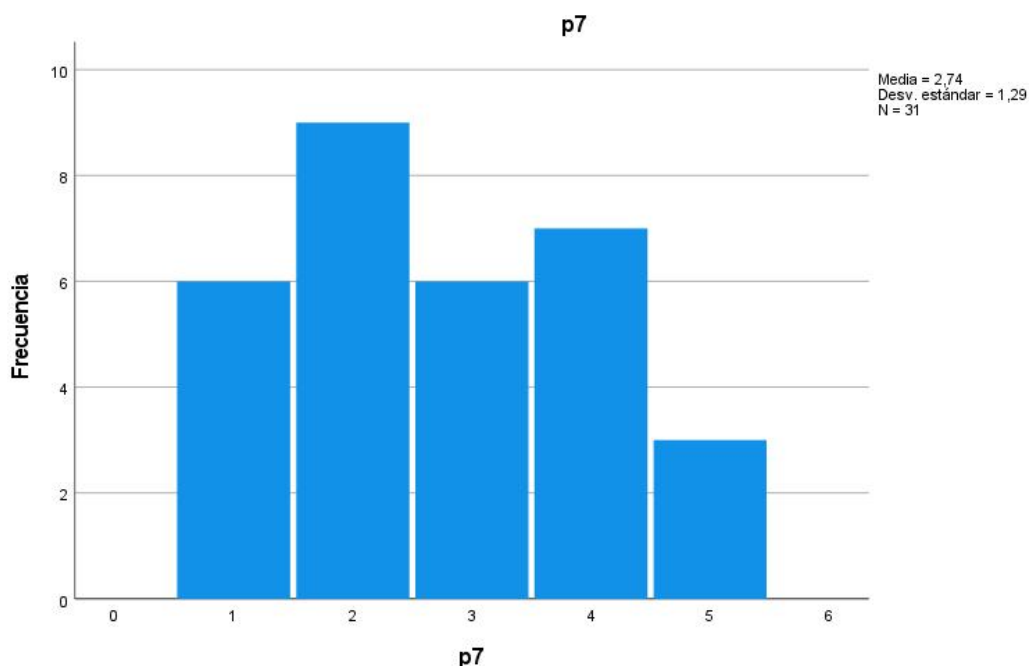
La tendencia a que en los próximos cinco años aumente el número de turistas que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables es de 83.8 % lo que muestra un nivel muy alto para cumplir con la meta 6.3 del ODS 6: “De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

6.- ¿Considera que en los próximos cinco años aumentará el número de residentes locales del (destino turístico que corresponda) estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables?



La tendencia a que en los próximos cinco años aumente el número de residentes locales que estén dispuestos a reducir la contaminación marina haciendo uso de productos biodegradables es de 87.1 % lo que muestra un nivel muy alto para cumplir con la meta 6.3 del ODS 6: “De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, eliminando el vertimiento y minimizando la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.

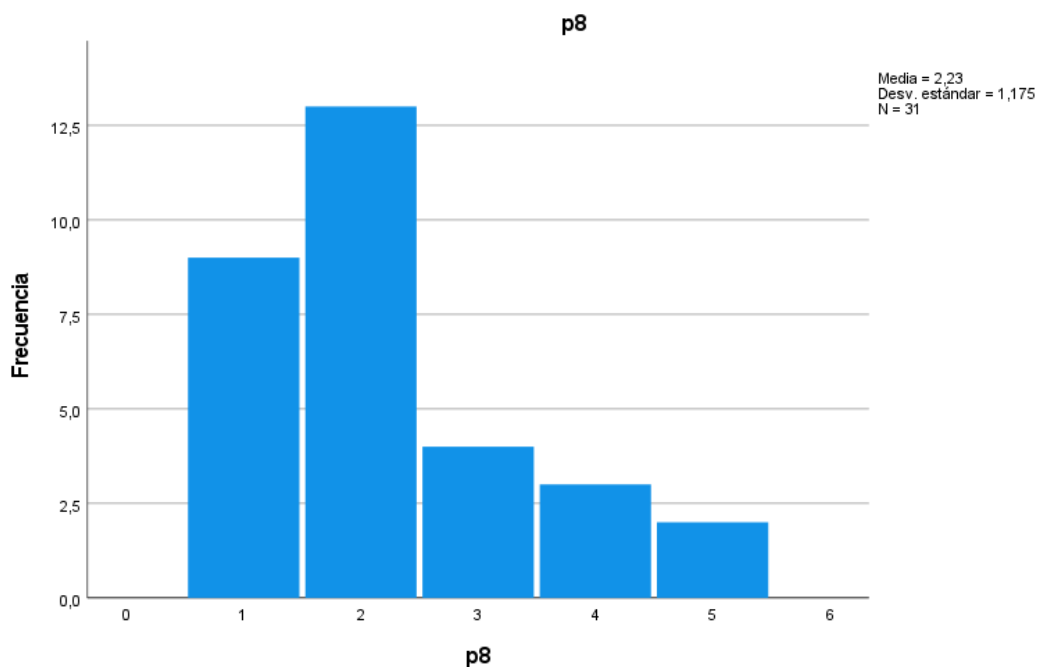
7.- ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del (Destino turístico correspondiente), considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua a través de una certificación ambiental general?



La tendencia de los hoteles que se considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua, a través de una certificación ambiental general es de 51.6 % lo que muestra un nivel regular para cumplir con la meta 6.4 del ODS 6: “De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”.

Probablemente no cumplan el objetivo global a menos que el progreso se acelere significativamente.

8.- ¿Qué porcentaje de hoteles de la zona turística del (Destino turístico que corresponde), considera que en los próximos cinco años buscarán certificarse específicamente bajo el Distintivo de hotel hidro sustentable?

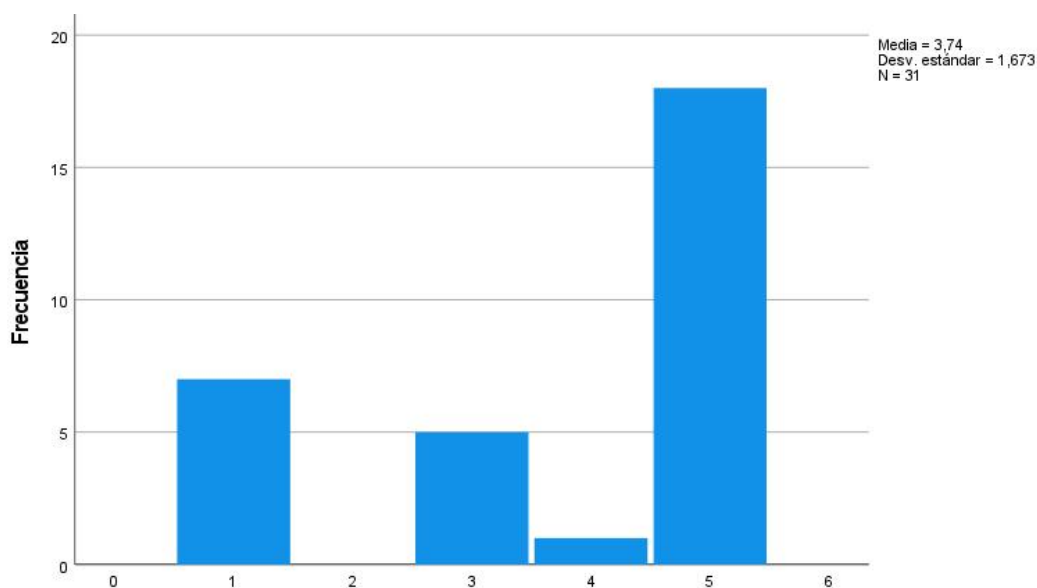


La tendencia de los hoteles que se considera que en los próximos cinco años se certificarán en el uso eficiente del agua, a través de una certificación ambiental del distintivo hidro sustentable en un 29% lo que muestra un nivel bajo para cumplir con la meta 6.4 del ODS 6: “De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”. Deberán intentar establecer metas municipales sobre la base del contexto de la región.

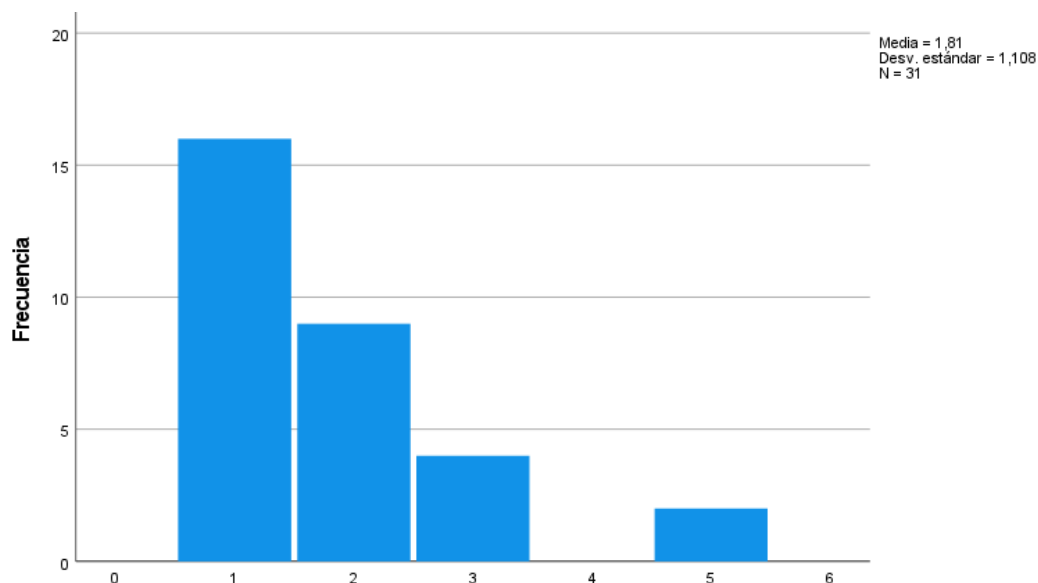
9.- ¿Es posible que los hoteles de la zona hotelera del (Destino turístico que corresponde) coloquen medidores de agua para cada área del hotel, en los próximos cinco años?

La tendencia de los hoteles que se considera que en los próximos cinco años, colocarán medidores de agua para cada área del hotel es de 61% lo que muestra un nivel alto para cumplir con la meta 6.4 del ODS 6: “De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua”.

Son potencialmente capaces de cumplir el objetivo, pero los esfuerzos sostenidos deben centrarse en las metas para 2030.

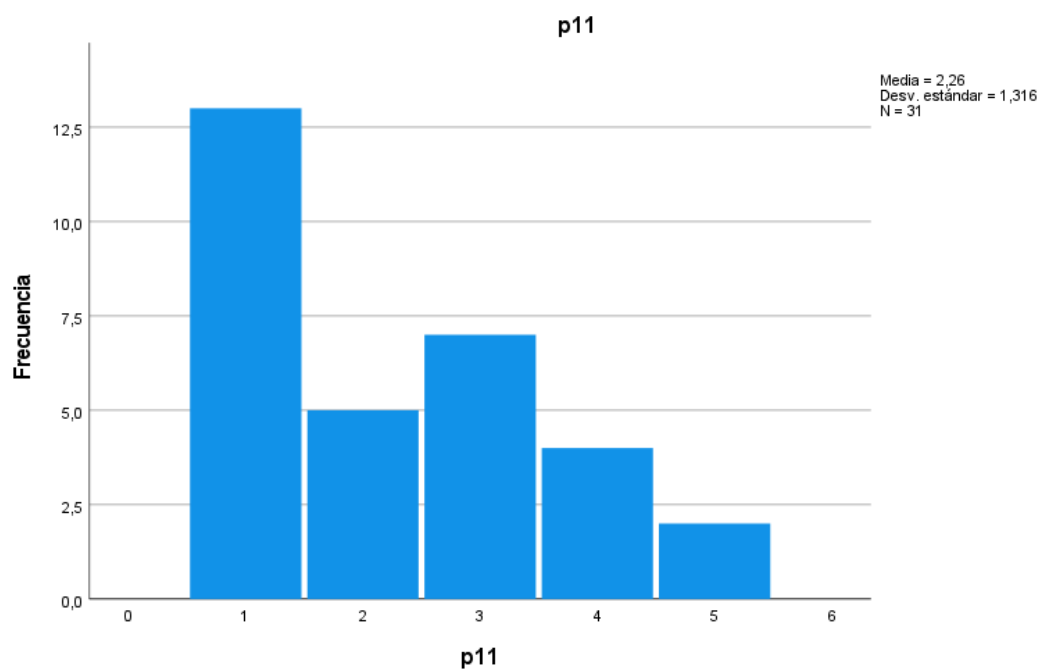


10.- ¿Considera que la regulación respecto a la construcción de hoteles es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años?



La tendencia de que la regulación respecto a la construcción de hoteles es suficientemente robusta para evitar que se rebase la capacidad de carga del destino turístico con la construcción de nuevos desarrollos en los próximos cinco años es del 19% lo que muestra un nivel muy bajo para el cumplimiento de la meta 6.5 del ODS 6 “De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, por lo tanto deberán intentar establecer metas municipales sobre la base en estudios de capacidad de carga turística.

11.- ¿Qué porcentaje de hoteles ubicados en la zona hotelera del (Destino turístico correspondiente) considera que, en los próximos cinco años, estarán involucrados en proyectos enfocados en la salud costera?



Marcia Sofía Maciel Alvarado

LA GESTIÓN DEL AGUA EN LOS DESTINOS TURÍSTICOS DE LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO.pdf



AVANCES TESIS



AVANCES TESIS



Instituto Politecnico Nacional

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::14652:461752611

Fecha de entrega

23 may 2025, 3:28 p.m. GMT-6

Fecha de descarga

23 may 2025, 3:37 p.m. GMT-6

Nombre de archivo

LA GESTIÓN DEL AGUA EN LOS DESTINOS TURÍSTICOS DE LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO.pdf

Tamaño de archivo

2.4 MB

247 Páginas

62.348 Palabras

322.067 Caracteres

17% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Small Matches (less than 10 words)
- Submitted works

Top Sources

- 15%  Internet sources
- 8%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



A quien corresponda,

Por este medio, quien abajo firma, bajo protesta de decir verdad, declara lo siguiente:

Que presenta para revisión de originalidad el manuscrito cuyos detalles se especifican abajo.

Que todas las fuentes consultadas para la elaboración del manuscrito están debidamente identificadas dentro del cuerpo del texto, e incluidas en la lista de referencias.

Que, en caso de haber usado un sistema de inteligencia artificial, en cualquier etapa del desarrollo de su trabajo, lo ha especificado en la tabla que se encuentra en este documento.

Que conoce la normativa de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, en particular los Incisos IX y XII del artículo 85, y los artículos 88 y 101 del Estatuto Universitario de la UMSNH, además del transitorio tercero del Reglamento General para los Estudios de Posgrado de la UMSNH.

Datos del manuscrito que se presenta a revisión		
Programa educativo	Doctorado en Ciencias del Desarrollo Regional	
Título del trabajo	LAGESTIÓN DEL AGUA EN LOS DESTINOS TURÍSTICOS DE LA REGIÓN NORTE DE QUINTANA ROO Y EL ODS 6 AGUA LIMPIA Y SANEAMIENTO	
	Nombre	Correo electrónico
Autor/es	Marcia Sofía Maciel Alvarado	2132167e@umich.mx
Director	Rubén Chávez Rivera	ruben.chavez@umich.mx
Codirector	José Manuel Brotons Martínez	jm.brotons@umh.es
Coordinador del programa	Antonio Favila Tello	doc.cs.desarrollo.regional@umich.mx

Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Asistencia en la redacción	No	

Formato de Declaración de Originalidad y Uso de Inteligencia Artificial

Coordinación General de Estudios de Posgrado
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo



Uso de Inteligencia Artificial		
Rubro	Uso (sí/no)	Descripción
Traducción al español	No	
Traducción a otra lengua	No	
Revisión y corrección de estilo	No	
Análisis de datos	No	
Búsqueda y organización de información	No	
Formateo de las referencias bibliográficas	No	
Generación de contenido multimedia	No	
Otro	No	

Datos del solicitante	
Nombre y firma	
Lugar y fecha	Morelia Michoacán, 01 de julio de 2025