

Pam Barcel, J., Peña-Puch, A.C., Rivera-Arriaga, E. 2025. Síntesis Diagnóstica del Manejo Integrado Costero en los Países Bajos. JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático 7(2): 25-44. doi 10.26359/52462.0707



Síntesis Diagnóstica del Manejo Integrado Costero en los Países Bajos

Diagnostic Synthesis of Integrated Coastal Management in The Netherlands

Javier Pan Barcel¹, Angelina del Carmen Peña-Puch^{2,} y Evelia Rivera-Arriaga²*

¹ Posgrado Multidisciplinario para el Manejo de la Zona Costero-Marina, Instituto EPOMEX- Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche.

² Instituto de Ecología, Pesquerías y Oceanografía del Golfo de México (EPOMEX), Universidad Autónoma de Campeche

** autor de correspondencia: angcpena@uacam.mx*

doi 10.26359/52462.0707

Recibido 01/enero/2025. Aceptado 20/mayo/2025

JAINA Costas y Mares ante el Cambio Climático

Coordinación editorial de este número: Yassir E. Torres Rojas

Este es un artículo bajo licencia Creative Commons CC BY-NC-ND.



Resumen

El Manejo Integral de Zonas Costeras (MIZC) es una estrategia global esencial para afrontar los desafíos de las áreas costeras, especialmente en Países Bajos, un país vulnerable a inundaciones y a la elevación del nivel del mar. La implementación del MIZC requiere la coordinación entre instituciones, políticas públicas y la participación ciudadana para mantener el equilibrio entre la conservación de ecosistemas y sus servicios y el bienestar social y el desarrollo de actividades económicas como la agricultura, pesca y turismo, entre otros. El objetivo de este artículo es hacer un diagnóstico rápido sobre el estado que guarda el manejo costero integrado a través de la metodología del Decálogo de Gestión Costera propuesto por Barragán (2014), el cual proporciona un marco útil para mejorar aspectos administrativos y jurídicos mediante la identificación de políticas, normativa, recursos y educación para la sostenibilidad, y su modelo FPEIR permite abordar problemas ambientales de manera integrada. Una adecuada implementación fortalecería la resiliencia de Países Bajos ante el cambio climático, protegiendo sus ecosistemas, comunidades e infraestructura costeras. Este diagnóstico pudo detectar que la incorporación del MIZC en las políticas públicas holandesas evidencia un compromiso con la sostenibilidad. Su efectividad requiere continuidad, recursos y medidas concretas. Aunque la legislación ambiental establece principios generales, es mediante regulaciones específicas que se aborda el manejo marino y costero, las cuales deben adaptarse a los nuevos desafíos. La planificación de inversiones debe equilibrar desarrollo económico y conservación, incluyendo la participación de comunidades locales en decisiones y beneficios. Para superar la escasa participación ciudadana, se requiere integrar a las comunidades, fortalecer la educación ambiental y mejorar los mecanismos de información.

Palabras claves: Decálogo de gestión costera, manejo costero, Países Bajos.

Abstract

Integrated Coastal Zone Management (ICZM) is a key global strategy for addressing the challenges faced by coastal areas, particularly in the Netherlands—a country highly vulnerable to flooding and sea-level rise. The effective implementation of ICZM requires coordination among institutions, public policies, and citizen participation to maintain a balance between ecosystem conservation and the development of economic activities such as agriculture, fisheries, and tourism, while ensuring social well-being. This article aims to present a rapid diagnostic of the current state of coastal management using the Decálogo de Gestión Costera methodology proposed by Barragán (2012). This framework offers useful guidance for improving administrative and legal aspects through the identification of policies, regulations, resources, and education for sustainability. Additionally, its FPEIR model enables an integrated approach to environmental issues. Proper implementation would enhance the Netherlands' resilience to climate change, safeguarding its coastal ecosystems, communities, and infrastructure. The diagnosis reveals that the inclusion of ICZM in Dutch public policy demonstrates a clear commitment to sustainability. However, its success depends on continuity, adequate resources, and concrete measures. While environmental legislation establishes general principles, specific regulations address marine and coastal resource management and must adapt to emerging challenges. Investment planning must strike a balance between economic growth and environmental protection, ensuring that local communities participate in decision-making and equitably benefit from coastal economic activities. Overcoming low levels of public engagement requires integrating communities, strengthening environmental education, and establishing effective information-sharing mechanisms.

Keywords: Management Decalogue, coastal management, the Netherlands.



Este artículo es parte de un conjunto de trabajos de los alumnos de la Maestría Multidisciplinaria para el Manejo de la Zona Costero-Marina del Instituto epomex, Universidad Autónoma de Campeche, que fue publicado en el Volumen especial 1 (2024), que contiene el análisis rápido de la capacidad de algunos países para implementar un programa de manejo integrado costero. Cada artículo utilizó la metodología propuesta por Barragán (2014) “Decálogo para la gestión integrada” que permite analizar el progreso legal, social, económico, político e institucional para implementar el manejo integrado costero en cada país.

Barragán Muñoz, J.M., 2014. Política, Gestión y Litoral, Unesco. Regional Office for Science and Technology for Latin America and the Caribbean, Editorial Tébar Flores, 685 p.

Introducción

Las zonas costeras son fundamentales por su valor ecológico, económico y social, al albergar ecosistemas como humedales y manglares que proveen servicios esenciales y contribuyen a la resiliencia climática (Klein *et al.*, 2014). No obstante, enfrentan fuertes presiones humanas, urbanización y cambio climático (Neumann *et al.*, 2015). Frente a estos desafíos, el Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) surge como una estrategia dinámica, participativa y multidisciplinaria que impulsa el desarrollo sostenible, la conservación ecosistémica y el bienestar comunitario (Cicin-Sain *et al.*, 1999). Este enfoque articula conocimiento científico, gestión de recursos y participación ciudadana para equilibrar intereses de conservación y desarrollo (Cummins & McKenna, 2010).

En los Países Bajos, país altamente vulnerable a inundaciones, el MIZC ha sido clave en proyectos como Delta Works y Room for the River, que combinan adaptación climática y restauración ecológica, sirviendo como modelos internacionales (Rijke *et al.*, 2012) y han impulsado un cambio de paradigma, pasando de la solo elevación de diques a una gestión integrada del riesgo, que combina seguridad hidráulica, calidad paisajística y participación social (Zevenbergen *et al.*, 2015; Klijn *et al.*, 2018; Verweij *et al.*, 2021; van Alphen, 2019). Este artículo propone un diagnóstico rápido sobre los insumos disponibles mediante el Decálogo de Gestión Costera (Barragán, 2012), útil para mejorar capacidades administrativas, normativas y educativas orientadas a la sostenibilidad.



Ubicación geográfica y generalidades

Países Bajos se sitúan en el noroeste de Europa, limitan al norte y oeste con el mar del Norte, al sur con Bélgica y al este con Alemania y posee un total de 1 275 km de línea de costa (figura 1), (CE, 2009). El territorio se divide en un total de 12 provincias, donde 3 municipios se encuentran en islas del Mar del Caribe (Wadden Sea, 2023).

La costa de los Países Bajos se extiende aproximadamente 451 km y presenta una diversidad de paisajes que incluyen playas, dunas y marismas (Waldman *et al.*, 2019). La llanura costera es propensa a la erosión y requiere atención constante para mantener su integridad. En los Países Bajos, el 60% de la población vive en áreas susceptibles de inundarse, ya sea por las crecidas de los ríos o por tormentas en la costa; el 25 % de los 17 millones de habitantes vive en territorios que está bajo el nivel del mar (González, 2023). Sin embargo, los patrones climáticos han cambiado en las últimas décadas, aumentando la frecuencia de eventos extremos (Klein 2021) y la vulnerabilidad y riesgo de los habitantes, economía, e infraestructura.



Figura 1. Ubicación de Países Bajos.
Fuente OCHA Services, 2020.

División de la costa en subregiones

La costa de los Países Bajos se puede dividir en tres subregiones principales (figura 2):

- Parte del Delta (zona sur): Dominada por dinámicas mareales.
- Costa de Holanda (parte central): Morfología arenosa dominada por tormentas.
- Mar de Frisia (zona norte): Caracterizada por islas barrera, con una morfología similar a la costa del Delta.

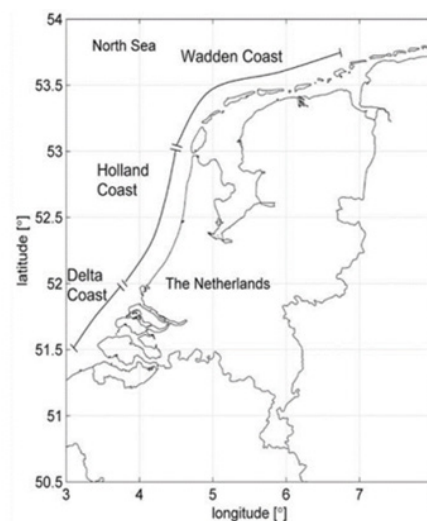


Figura 2. Subregiones de la costa de Países Bajos.
(Fuente: Giardino *et.al.*, 2009).



Características ambientales, socio económicas, culturales y geológicas

Características ambientales

El ecosistema costero de los Países Bajos está conformado por estuarios, llanuras de marea y dunas, destacando el Mar de Wadden por su biodiversidad y función en la protección contra inundaciones (Gerritsen, 2005). Especies como *Ammophila arenaria* son esenciales para la estabilidad de las dunas costeras (Arens *et al.*, 2001). El aumento del nivel del mar, las tormentas intensas y la erosión costera amenazan estos ecosistemas. Ante ello, Países Bajos ha adoptado enfoques innovadores como la “Ingeniería Verde”, promoviendo hábitats naturales para proteger la costa de manera sostenible (Rijkswaterstaat, 2014).

Los Países Bajos han recuperado alrededor de 7 000 km², un tercio de su territorio actual (figura 3), desde la Edad Media, intensificándose en el siglo XVII con sistemas de drenaje y diques. Los polders, áreas protegidas por diques, son usados para agricultura, urbanización y conservación ambiental. Ejemplos destacados son el Noordoostpolder (1942) y la provincia de Flevoland (1986) (Earth Magazine, 2011).

La erosión costera es un desafío crítico para los Países Bajos, cuya geografía los hace vulnerables. Durante tormentas, las dunas pueden retroceder

hasta 100 metros (Bosboom & Stive, 2024). Para mitigar estos efectos, se han adoptado medidas como la reposición de arena y estructuras de protección (González Parejo, 2016). Con un 60 % del territorio propenso a inundaciones, el país enfrenta riesgos crecientes, como lo evidenció la intensa lluvia de julio de 2021 que afectó a Limburgo, Brabante Septentrional y Zelanda. Estas precipitaciones han sido vinculadas al cambio climático (El Periódico de la Energía, 2021).

Características socioeconómicas

En noviembre de 2024, la población de los Países Bajos alcanzó los 18 045,683 habitantes (figura 4), según los datos más recientes del Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS, 2024). Con base en el Producto Interno Bruto (PIB) reportado en 2023, que fue de 1,068 mil millones de euros, y asumiendo un crecimiento económico moderado, se estima que el (PIB) *per cápita* en 2024 se mantuvo cercano al de 2023, que fue de aproximadamente 58 000 euros. Este indicador refleja la fortaleza económica de los Países Bajos como una de las economías más desarrolladas de Europa, caracterizada por un alto nivel de vida y una distribución moderada del ingreso entre su población.



Figura 3. Extensión territorial de Países Bajos en 1300 (izquierda) y la extensión actual (derecha). Fuente: Earth Magazine (2018).

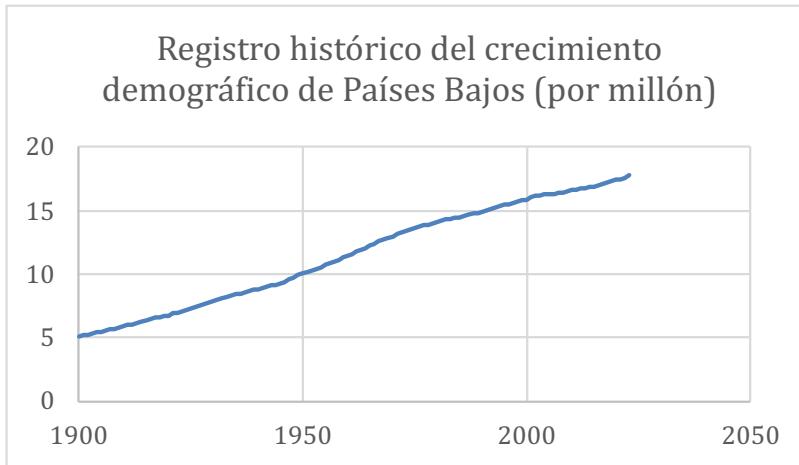


Figura 4. Crecimiento poblacional de Países Bajos. (Fuente: Centraal Bureau voor de Statistiek, 2024).

Las zonas costeras de los Países Bajos concentran más del 60 % de la población y albergan infraestructura estratégica como puertos, aeropuertos y zonas industriales clave (Steele *et al.*, 2017; World Bank, 2021). Ciudades como Rotterdam y Ámsterdam dependen de su acceso marítimo para el comercio y la logística. El turismo destaca como actividad económica relevante, junto con la pesca, importante en comunidades específicas, a pesar de su disminución. La agricultura en pólderes sigue vigente, aumentando la necesidad de sistemas eficaces de manejo del agua (Van der Meulen, 2003).

Características culturales

La relación histórica y cultural de los Países Bajos con el agua es un aspecto importante en la forma en que el país ha diseñado sus estrategias de adaptación costera. La construcción de diques, sistemas de pólderes y la constante batalla contra el agua ha moldeado no solo la geografía, sino también la identidad del país. Los neerlandeses han sido pioneros en la ingeniería del agua, siendo reconocidos por su capacidad para transformar áreas inundables en tierra productiva, lo que es evidente en la infraestructura de control de inundaciones, como la Barrera de Tormentas del Delta (Delta Works) (figura 5) (Zevenbergen *et al.*, 2013).

Las prácticas tradicionales de las comunidades costeras y pueblos pesqueros se han integrado al MIZC para el uso sostenible del entorno costero. Estas incluyen la construcción y el mantenimiento de diques y pólderes para gestionar el agua y proteger los asentamientos contra inundaciones, un legado medieval. También destacan técnicas de



Figura 5. Mapa del Mar de Wadden, declarado Patrimonio de la Humanidad por la UNESCO, abarcando áreas protegidas en los Países Bajos, Alemania y Dinamarca. (Fuente: Wadden Sea World Heritage, 2014).



pesca artesanal, cooperativas pesqueras que regulan el acceso a los recursos y el uso de embarcaciones tradicionales. Las prácticas de conservación de alimentos, como el ahumado y salado del pescado, reflejan un profundo entendimiento del medio ambiente costero (Van Koningsveld, 2008).

Características geológicas

Geológicamente, los Países Bajos poseen un litoral dinámico moldeado por la sedimentación de los ríos Rin, Mosa y Escalda, junto con la influencia del Mar del Norte (figura 6). Esta interacción ha generado planicies y dunas costeras que protegen frente a inundaciones, aunque el 26 % del territorio se encuentra por debajo del nivel del mar (Steele *et al.*, 2017). La subsidencia del suelo, causada por la extracción de agua subterránea y el asentamiento de sedimentos, incrementa la vulnerabilidad, requiriendo monitoreo constante y ajustes en la infraestructura de protección (Van der Meulen, 2003).



Figura 6. Barrera de Tormentas del Delta (Delta Works). (Fuente: Avakkian, 2022).

Recursos naturales costero-marinos

Los ecosistemas costeros de los Países Bajos son fundamentales para la biodiversidad y la resiliencia ambiental. Albergan aves migratorias, peces y plantas endémicas esenciales para la salud marina y terrestre (Smit *et al.*, 2020), incluyendo especies destacadas como la espátula euroasiática (*Platalea leucorodia*), el águila pescadora (*Pandion haliaetus*) y orquídeas adaptadas a dunas costeras (Van Dijk *et al.*, 2015).

Para proteger la biodiversidad, los Países Bajos han establecido una red de áreas naturales protegidas, como el Parque Nacional del Mar de Wadden, Zuid-Kennemerland y De Biesbosch (UNESCO; Rijkswaterstaat, 2022). Estos ecosistemas son vitales para especies amenazadas, la mitigación climática y la defensa contra inundaciones. Su conservación integra prácticas tradicionales y soluciones de ingeniería para fomentar una convivencia sostenible con el entorno (Van Koningsveld *et al.*, 2008).



Intervenciones humanas

Alrededor del 15 % de la costa de Países Bajos consisten en diques costeros y otras barreras hechas por el hombre, un 10 % de la costa consiste en playas planas alrededor de las islas del Mar de Frisia y un 75 % consiste en zonas dunares de distinta anchura que oscilan desde 100 m hasta varios km (Van Koningveld & Mulder, 2003).

Las intervenciones humanas, como los “Delta Works” (figura 7) y el sistema de diques, han transformado el paisaje costero. Si bien estos proyectos han mejorado la seguridad contra inundaciones, también han tenido efectos adversos sobre algunos hábitats naturales y la biodiversidad (Peters *et al.*, 2021). Los expertos consideran que la planificación sostenible mitiga estos impactos negativos a través de la restauración de ecosistemas y el manejo basado en la adaptación.

En este contexto, el programa Room for the River, que, aunque se implementa principalmente en los grandes ríos, forma parte de la misma estrategia nacional de gestión del agua y el litoral pues, en lugar de seguir elevando diques, se incrementa la capacidad de transporte de avenidas fluviales mediante la recuperación de llanuras de inundación, ensanchamiento de cauces y reconexión de antiguos polders (Klijn *et al.*, 2018). Estudios recientes destacan que estas intervenciones reducen el riesgo de falla de diques, generan nuevos hábitats inundables y mejoran el paisaje, al tiempo que re-



Figura 7. Delta Works Barrera Tormentas de Países Bajos. (Fuente: Hollandlandofwater.com)

quieren arreglos de gobernanza más complejos, con una combinación de instrumentos normativos, de planificación y de participación comunitaria (Verweij *et al.*, 2021; van Alphen, 2019). Así, los Delta Works y el sistema de diques siguen siendo la columna vertebral de la protección costera, pero se complementan con proyectos que “dan espacio al agua” y buscan equilibrar seguridad, conservación de ecosistemas y desarrollo territorial sostenible.

Amenazas costeras

A lo largo de su historia, los Países Bajos han enfrentado inundaciones extremas, como la del Mar del Norte en 1953, que motivó el Plan Delta, obra clave de protección hidráulica (Canon van Nederland, *s.f.*). Estrategias recientes como Espacio para el río buscan mejorar la gestión hídrica frente al cambio climático (El País, 2024).

Desde el siglo XXI, la erosión costera y la intrusión salina han ganado relevancia en las políticas de manejo costero. Estos fenómenos afectan ecosistemas vulnerables y comprometen la calidad del agua, especialmente en los polders agrícolas, donde el aumento del nivel del mar y la reducción de descargas fluviales intensifican los riesgos (Ligtvoet *et al.*, 2013; Gallego Jiménez, 2020).



Modelo de Indicadores FPEIR para MIZC

Se plantean los siguientes indicadores para elaborar un modelo FPEIR (tabla 1) que permita evaluar y gestionar los desafíos costeros de los Países Bajos, un país históricamente afectado por eventos meteorológicos extremos y desastres costeros, donde

la inundación es una de las principales amenazas debido a su baja elevación. Sin embargo, para efectos de este trabajo nos limitaremos a desarrollar un análisis general con base en ellos.

Metodología

Para el diagnóstico del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) en los Países Bajos, se abordaron los temas fundamentales propuestos en el Decálogo de Gestión Costera (tabla 2), organizados en las siguientes categorías: marco político y normativo; instituciones y asignación adecuada de com-

petencias; instrumentos estratégicos y operativos; recursos financieros y materiales; conocimientos esenciales: investigación, monitoreo e información; formación y capacitación; educación para la sostenibilidad y participación comunitaria.

Tabla 1. Indicadores para identificar las amenazas costeras mediante modelo FPEIR.

Forzante	Presión	Estado	Impacto	Respuesta
Cambio en el nivel del mar (mm/año).	Expansión urbana en zonas costeras (hectáreas/año).	Vulnerabilidad del litoral a la erosión (metros/año).	Pérdida de biodiversidad (número de especies en peligro).	Plan MIZC (presencia y actualización).
Frecuencia de eventos de subsidencia (número/año).	Extracción de agua subterránea (m ³ /año).	Calidad de los ecosistemas costeros (índice de salud ambiental).	Daños económicos por inundaciones (millones de euros/año).	Marco legal y político para costas y mares (presencia y actualización).
Temperatura media anual (°C).	Destrucción de ecosistemas costeros (No/año).	Nivel de salinización del agua en pólderes (ppm).	Efectos en especies migratorias (número de individuos afectados).	Instituciones gubernamentales (capacidades instaladas y cumplimiento para implementación).
Eventos de lluvia y sequía extremos.	Número de turistas en áreas protegidas (visitas/año).			Inversión en proyectos de protección costera (millones de euros/año).
				- Implementación de la Estrategia del Delta (cumplimiento en %).
				Número de proyectos de Ingeniería Verde (proyectos/año)

**Tabla 2.** Síntesis diagnóstica del Manejo Integrado en Iberoamérica (Barragán Muñoz, 2012).

Competencias	En la mayoría de los países, las competencias para el MIZC todavía están centralizadas, aunque se observan algunas tendencias hacia la descentralización.
Instituciones	Desde la década de 1990, los países han estado desarrollando un marco institucional más adecuado para el MIZC, siguiendo lo establecido en el capítulo 17 de la Agenda 21.
Instrumentos	Se han identificado múltiples iniciativas a niveles regionales y locales que se han convertido en los principales instrumentos para implementar políticas y normas.
Formación y capacitación	Actualmente, la región muestra progresos en la creación y consolidación de programas de formación de maestrías y posgrados en MIZC.
Recursos	Es habitual la escasez generalizada de recursos económicos asignados específicamente a programas de MIZC.
Conocimiento e Información	Se están realizando esfuerzos significativos para generar información útil que facilite la toma de decisiones y mejore el manejo de los espacios marinos y costeros.
Educación y sostenibilidad	Hay un creciente interés en iniciativas de educación ambiental centradas en el entorno costero y marino.
Participación	Se está promoviendo cada vez más la creación de mecanismos que faciliten la participación ciudadana en el proceso de toma de decisiones.

Proceso del MIZC: Fases e importancia

El proceso del MIZC sigue una serie de fases que estructuran el manejo de las zonas costeras de manera eficiente y sostenible. A continuación, se explican estas fases clave y su relevancia en el manejo costero:

- **Identificación de asuntos clave:** Se analiza la erosión, el aumento del nivel del mar, pérdida de biodiversidad y urbanización costera, incorporando participación pública para soluciones contextualizadas (Cicin-Sain & Knecht, 1998).
- **Preparación del plan:** Se diseñan estrategias coordinadas entre niveles de gobierno y sociedad civil, evaluando impactos ambientales y sociales (McKenna *et al.*, 2008).
- **Adopción formal y financiamiento:** El plan es aprobado legalmente y respaldado por cooperación entre sectores y fondos europeos, garantizando sostenibilidad financiera (Sorensen, 2002).
- **Implementación:** Se ejecutan acciones como infraestructuras de protección y restauración de hábitats, adaptándose a nuevas amenazas (Steele *et al.*, 2017).
- **Evaluación:** Se monitorean resultados, ajustan estrategias y miden impactos en conservación, economía y cohesión social. En Países Bajos, esta etapa es clave ante amenazas dinámicas como el cambio climático (Cicin-Sain & Knecht, 1998).



MODELO Fuerza-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (FPEIR)

El modelo FPEIR es un marco analítico utilizado para evaluar la interacción entre el ambiente y las actividades humanas (tabla 3). Este enfoque permite identificar los factores que impulsan los cambios

en el ecosistema, los impactos que generan, y las respuestas necesarias para mitigar dichos efectos, promoviendo la sostenibilidad (Kristensen, 2004).

Tabla 3. Modelo FPEIR.

Forzante	Presión	Estado	Impacto	Respuesta
Los forzantes son factores externos como el cambio climático, la expansión demográfica o el avance tecnológico, que influyen en el sistema ambiental. En las zonas costeras, los forzantes incluyen fenómenos como el aumento del nivel del mar o las tormentas, que generan presiones sobre el entorno natural (UNEP, 2007).	Las presiones son actividades humanas que resultan de los forzantes, como la urbanización, la sobreexplotación de recursos y la contaminación. Estas actividades generan estrés en los ecosistemas costeros y afectan su capacidad para sostenerse a largo plazo (OECD, 2003).	El estado se refiere a la condición actual de los ecosistemas y los recursos naturales, evaluado a través de indicadores como la calidad del aire, agua y biodiversidad. En las zonas costeras, el estado del medio ambiente refleja los impactos acumulados de las presiones humanas y naturales (Borja <i>et al.</i> , 2006).	Los impactos son los efectos de las presiones sobre la salud humana, la biodiversidad y la economía. En las costas, estos pueden incluir la erosión, la pérdida de biodiversidad y el aumento de riesgos de desastres naturales (Turner <i>et al.</i> , 1998).	Las respuestas son las políticas y acciones implementadas para mitigar los impactos y mejorar el estado ambiental. Estas respuestas incluyen leyes, programas de restauración y medidas de adaptación para lograr el desarrollo sostenible (EEA, 1999).

Resultados

Síntesis de la organización político-administrativa territorial del estado:

Políticas

Las políticas neerlandesas son proactivas y orientadas a la sostenibilidad, combinando gobernanza multinivel, participación ciudadana y adaptación al cambio climático. Entre las principales iniciativas:

- **Delta Programme (2010).** Plan nacional que garantiza seguridad hídrica y protección frente al aumento del nivel del mar. Alineado con la Waterwet, Art. 3.2. (Delta Programme, 2023).
- **National Water Plan (2009).** Visión integral de gestión del agua con estrategias sostenibles ante el cambio climático. (Dutch National Water Authority, 2022)

- **Room for the River (2007).** Programa que permite desbordamientos controlados para prevenir inundaciones y restaurar ecosistemas. (RIVM, 2020).
- **National Climate Adaptation Strategy (2016).** Directrices para infraestructura y biodiversidad sin base legal directa. (Dutch Ministry of Infrastructure and Water Management, 2016).
- **Blue Point Indicators (2012).** Indicadores de efectividad en seguridad y calidad del agua. Vinculados a la Ley de Agua, Art. 4. (Van der Linde *et al.*, 2021).
- **Water Management Policy (2009).** Enfoque integrado de calidad del agua, sostenibilidad y cambio climático. (Dutch National Water Authority, 2022).



- **Integrated Coastal Zone Management (ICZM).** Estrategia para manejo costero sostenible, alineada con la Ley de Protección Ambiental. (European Commission, 2007).
- **Water Framework Directive (2000).** Directiva de la UE que establece cooperación y sostenibilidad en gestión hídrica. (European Union, 2000).
- **Flood Risk Management Strategy (2015).** Evaluación y planificación para mitigar riesgos de inundación. Vinculada al Art. 4.1 de la Waterwet. (Dutch Ministry of Infrastructure and Water Management, 2015).

Las políticas de los Países Bajos demuestran un compromiso sólido con la gestión sostenible del agua y la resiliencia climática, especialmente frente a la amenaza del Mar del Norte. Con indicadores como el “Blue Point” para evaluar aspectos de seguridad hídrica, infraestructura y gobernanza, y mediante la participación ciudadana coordinada por la Rijkswaterstaat, el país integra efectivamente la gestión de riesgos de inundación y asegura un financiamiento adecuado en sus políticas públicas.

Conformación de la Normatividad

Los Países Bajos cuentan con un marco legal sólido para el manejo costero, basado en legislación nacional, directivas de la UE y tratados internacionales, lo que garantiza un enfoque integral y sostenible. Entre las normativas clave destacan:

- **Waterwet (2009).** Establece responsabilidades en protección contra inundaciones y calidad del agua. Artículo 3 define obligaciones institucionales (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2009).
- **Kustbeschermingswet (2007).** Regula la protección costera ante erosión e inundaciones. Artículo 5 establece medidas de seguridad (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2007).
- **Wet Ruimtelijke Ordening (2008).** Norma sobre uso del suelo y planificación sostenible en zonas costeras. Artículo 12 establece direc-

trices ambientales (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2008).

- **Natuurbeschermingswet (2013).** Base legal para conservar biodiversidad en zonas protegidas bajo Natura 2000. Artículo 4 regula obligaciones ecológicas (Ministerio de Agricultura, Naturaleza y Calidad Alimentaria, 2013).
- **Grondwaterwet (2009).** Regula la extracción de aguas subterráneas en zonas costeras. Artículo 8 limita la sobreexplotación (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2009).
- **Waterhuishoudingsplanwet (2005).** Promueve planificación integrada de infraestructura hídrica. Artículo 6 detalla disposiciones para zonas costeras (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2005).
- **Waterkwaliteitswet (2009).** Norma para gestionar la contaminación hídrica. Artículo 3 establece objetivos de calidad (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2009).
- **Wet op de Ruimtelijke Ordening (2010).** Refuerza planificación territorial sostenible con enfoque ambiental. Artículo 10 regula evaluaciones de impacto (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2010).

Estas leyes establecen un marco legal sólido e integral para el manejo de las zonas costeras en los Países Bajos, abordando de manera efectiva la protección contra inundaciones, garantizando la calidad del agua, promoviendo la conservación de la biodiversidad y asegurando un uso sostenible del suelo.

Competencias

En los Países Bajos, la gestión de las zonas costeras es una responsabilidad compartida entre diversas instituciones gubernamentales y organizaciones. A continuación, se detallan las principales entidades y sus competencias relacionadas con las zonas costeras:

- **Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua.** Responsable de políticas nacionales de infraestructura hídrica y protección costera



(Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, n.d.).

- **Rijkswaterstaat.** Agencia ejecutiva encargada de obras hidráulicas y defensa costera (Rijkswaterstaat, n.d.).
- **Ministerio de Defensa.** Coordina seguridad marítima y rescate a través de Kustwacht Nederland (Kustwacht Nederland, n.d.).
- **Ministerio de Justicia y Seguridad.** Supervisa el orden público en zonas costeras y aplica leyes marítimas (Ministerie van Justitie en Veiligheid, n.d.).
- **Ministerio de Agricultura, Naturaleza y Calidad Alimentaria.** Promueve la conservación de biodiversidad y el uso sostenible en áreas costeras (Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, n.d.).
- **Provincias costeras (Holanda Septentrional, Meridional, Zelanda, Frisia).** Competencias en ordenamiento territorial y desarrollo regional (Vlaanderen, 2019).
- **Juntas de aguas (Waterschappen).** Gestionan inundaciones, drenaje y calidad del agua (Vereniging van Waterbouwers, n.d.).
- **Institutos científicos y universidades.** Deltares, NIOZ y TU Delft ofrecen investigación y asesoría técnica en manejo costero (Deltares, n.d.; NIOZ, n.d.; TU Delft, n.d.).

Instituciones y reparto de funciones

El manejo costero en los Países Bajos es un proceso integral y colaborativo que reúne a diversas instituciones con funciones específicas para enfrentar desafíos como la gestión sostenible, la protección ante inundaciones y la adaptación climática.

- **Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua.** Coordina políticas nacionales de gestión hídrica y protección costera, regulando infraestructuras y acciones entre niveles gubernamentales (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2020).
- **Rijkswaterstaat.** Agencia ejecutiva encargada del mantenimiento de defensas costeras y pro-

yectos de restauración de ecosistemas en zonas vulnerables (Rijkswaterstaat, 2021).

- **KNMI (Instituto Nacional de Meteorología).** Proporciona monitoreo climático y pronósticos que respaldan la planificación adaptativa en el manejo costero (KNMI, 2020).
- **Comisión del Delta.** Asesora sobre seguridad hídrica y estrategias sostenibles de adaptación climática que combinan infraestructura y restauración ambiental (Delta Commissie, 2015).

Instrumentos estratégicos y operativo

- **Ley de gestión del agua (Waterwet).** Establecida en 2009, esta ley proporciona el marco legal para la gestión del agua, incluyendo la protección de las zonas costeras. Garantiza la calidad y cantidad del agua y la seguridad frente a inundaciones, esenciales en áreas vulnerables al aumento del nivel del mar (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2009).
- **Plan Nacional de Agua (Nationaal Waterplan).** Revisado cada seis años, este plan establece políticas y objetivos para la gestión del agua, abordando la calidad y protección de las costas contra inundaciones (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2021).
- **Estrategia Nacional de Adaptación (Nationaal Adaptatieplan).** Lanzada en 2016, esta estrategia prepara a las regiones para los efectos del cambio climático, mejorando la resiliencia de las zonas costeras ante el aumento del nivel del mar (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2016).
- **Ley de planificación espacial (Wet ruimtelijke ordening).** Desde 2008, regula el uso del suelo, asegurando que el desarrollo humano en zonas costeras no comprometa los ecosistemas y protegiendo contra la erosión (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2008).
- **Plan de gestión de la costa (Kustbeheerplan).** Revisado cada cinco años, este plan aborda la erosión costera y la planificación de la infraestructura, siendo clave para la adapta-



ción y mitigación ante el cambio climático en las costas (Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua, 2018).

Formación y capacitación

- **Programas de Posgrado.** Universidades neerlandesas ofrecen maestrías y doctorados en gestión costera, ecología marina y ordenamiento territorial. Destaca Wageningen por su enfoque en sostenibilidad (Wageningen University & Research, 2021). También se ofrece una Maestría en Manejo del Agua y Cambio Climático con especialización costera (Delft University of Technology, 2022).
- **Talleres y Seminarios.** Actividades organizadas por instituciones académicas y gubernamentales fomentan el intercambio entre expertos y responsables políticos (Rijkswaterstaat, 2023).
- **Cooperación Internacional.** Colaboraciones con la UE y UNESCO impulsan capacitación y proyectos conjuntos en manejo costero, fortaleciendo capacidades locales (European Commission, 2022).
- Es importante señalar que el enfoque en la formación en temas de manejo costero en los Países Bajos se centra en la integración de la teoría y la práctica, lo que permite a los estudiantes y profesionales obtener una formación en el manejo costero. Esto tiene ventajas significativas en términos de la preparación de los graduados para enfrentar los desafíos complejos en esta área crítica.

Recursos económicos financieros para el manejo costero

El manejo costero en los Países Bajos se beneficia de una variedad de recursos económicos y financieros que son esenciales para implementar proyectos y programas que promuevan el desarrollo sostenible en las zonas costeras. Estos recursos son fundamentales para enfrentar los desafíos asociados al cambio climático, la erosión costera y la conservación de los ecosistemas marinos.

- **Fondos Públicos:** El gobierno holandés asigna recursos a través de presupuestos nacionales y regionales para el manejo costero. Estos fondos son cruciales para llevar a cabo estudios, infraestructuras y programas de restauración de ecosistemas. La transparencia en la gestión de estos fondos es vital para asegurar su uso eficaz y responsable.
- **Fondos de la Unión Europea:** Los Países Bajos también acceden a fondos de la Unión Europea destinados a proyectos de medio ambiente y sostenibilidad. Por ejemplo, el Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP) apoya iniciativas que promueven el desarrollo sostenible de las comunidades costeras y la conservación de los recursos marinos (Comisión Europea, 2020).
- **Iniciativas Privadas y Alianzas Público-Privadas.** La colaboración con el sector privado a través de alianzas público-privadas permite financiar proyectos de infraestructura y conservación. Estas asociaciones pueden generar recursos adicionales y fomentar la innovación en el manejo costero. Las empresas pueden contribuir no solo financieramente, sino también aportando conocimientos y tecnologías.
- **Donaciones y Subvenciones Internacionales.** Organizaciones internacionales y fundaciones también proporcionan donaciones y subvenciones para proyectos relacionados con el manejo costero. Estas contribuciones son esenciales para el financiamiento de iniciativas específicas, como programas de restauración de humedales y proyectos de adaptación al cambio climático.
- **Programas de Investigación y Desarrollo.** La investigación sobre el cambio climático y el manejo de zonas costeras recibe financiamiento a través de programas de investigación nacionales y europeos. Estos recursos son utilizados para desarrollar nuevas tecnologías y enfoques de gestión que son críticos para la resiliencia costera (Rijkswaterstaat, 2019).

En conclusión, el manejo costero en los Países Bajos depende de una variedad de recursos econó-



micos y financieros que provienen de fuentes públicas, privadas e internacionales. La transparencia y la colaboración son clave para garantizar que estos recursos se utilicen de manera efectiva en pro del desarrollo sostenible de las zonas costeras.

Conocimiento e información

Los Países Bajos han establecido sólidas bases de datos para el monitoreo continuo de los ecosistemas costeros, utilizando herramientas avanzadas como Sistemas de Información Geográfica (SIG) y modelos de simulación para la evaluación y ajuste de políticas. Este enfoque tecnológico, apoyado por el Instituto Meteorológico de los Países Bajos (KNMI), facilita una mejor comprensión de los impactos del cambio climático en las zonas costeras (KNMI, 2023).

La experiencia acumulada por la Rijkswaterstaat, ministerios y universidades como Wageningen, Utrecht, Leiden y Groningen ha sido clave para innovar en el manejo costero, aplicando conocimientos en biotecnología e hidráulica dentro y fuera de Países Bajos (Deltares, 2020; Rijkswaterstaat, 2021).

Instituciones como Deltares, en colaboración con Rijkswaterstaat, lideran la recopilación de datos sobre dinámica costera, cambio climático y recursos hídricos mediante sistemas de alerta temprana y simulación (Deltares, 2020; Rijkswaterstaat, 2021). El Dutch Coastline Monitoring System aporta información continua sobre erosión y sedimentación, favoreciendo una gestión costera adaptativa (Ministry of Infrastructure and Water Management, 2020).

Educación para la sostenibilidad

Programas educativos en escuelas y universidades promueven la conciencia ambiental y la sostenibilidad, formando a las futuras generaciones sobre la importancia de conservar los recursos costeros (Wageningen University & Research, 2021). La educación ambiental se considera importante para fomentar una cultura de sostenibilidad.

El sistema educativo holandés incluye programas específicos sobre sostenibilidad y gestión ambiental en diversos niveles, desde la educación primaria hasta la universitaria. Universidades como Wageningen University y TU Delft ofrecen programas avanzados en ciencias ambientales, gestión del agua y sostenibilidad costera (Wageningen University, 2021; TU Delft, 2022).

Además, iniciativas como la Agenda Nacional de Educación para el Desarrollo Sostenible promueven la integración de estos temas en los currículos escolares y universitarios (Netherlands Enterprise Agency, 2021).

Participación ciudadana

En los Países Bajos, la implementación de la MIZC ha demostrado ser un enfoque eficaz para gestionar los desafíos costeros a largo plazo. La participación ciudadana, combinada con la validación jurídica, ha garantizado que las políticas implementadas sean legítimas, transparentes y respaldadas por la comunidad. Las acciones llevadas a cabo bajo el marco de la MIZC, como la construcción de infraestructuras de protección costera y la restauración de ecosistemas, han mejorado la resiliencia de las zonas costeras frente al cambio climático. El proceso cíclico de planificación, implementación y evaluación ha permitido que las políticas de manejo costero se adapten a nuevos desafíos, asegurando así una sostenibilidad a largo plazo (McKenna *et al.*, 2008).

La Ley de Participación Pública promueve la consulta ciudadana y asegura que las decisiones en torno al manejo costero sean inclusivas, reflejando preocupaciones ambientales y sociales (Government of the Netherlands, 2019).

Se fomenta la participación pública a través de consultas y talleres, involucrando a las comunidades locales en la planificación y gestión de proyectos de restauración y conservación (Dutch National Water Authority, 2022). Esta participación asegura que las voces de los ciudadanos se integren en la toma de decisiones.



La participación ciudadana es fundamental en el modelo neerlandés, donde la ciudadanía es involucrada activamente en la planificación y toma de decisiones a través de los consejos de agua.

Modelo FPEIR

Tabla 4. Análisis FPEIR aplicado a Países Bajos.

Factores	Descripción
Forzante	En los Países Bajos, los principales forzantes incluyen el cambio climático, el aumento del nivel del mar y la subsidencia del suelo. Según el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2021), el nivel del mar está subiendo debido al calentamiento global, lo que ejerce una presión significativa sobre los sistemas costeros del país. Este fenómeno es particularmente preocupante, ya que más del 26% del territorio de los Países Bajos está bajo el nivel del mar, lo que hace que la población y las infraestructuras sean altamente vulnerables a inundaciones (Gerritsen, 2005).
Presiones	Las principales presiones incluyen la urbanización y la expansión de la infraestructura en zonas costeras, así como la extracción de recursos como el agua subterránea y la tierra para la agricultura. La necesidad de espacio para viviendas, infraestructuras portuarias y actividades industriales también ha contribuido a la degradación del ecosistema costero (De Vriend, Van Koningsveld, & Aarninkhof, 2014). El turismo masivo y las actividades recreativas en las playas y áreas protegidas, como el Mar de Wadden, aumentan la presión sobre los hábitats costeros, afectando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Langen <i>et al.</i> , 2015). Estas actividades ponen en riesgo tanto los ecosistemas naturales como la capacidad del país para mantener un desarrollo costero sostenible.
Estado	En los Países Bajos, el estado del litoral está marcado por su elevada vulnerabilidad a las inundaciones y la erosión costera. El gobierno neerlandés ha invertido en proyectos innovadores como el "Zandmotor" (Motor de Arena) para contrarrestar la erosión y mejorar la resiliencia costera, lo que ha ayudado a estabilizar el litoral de manera sostenible (Rijkswaterstaat, 2014). Sin embargo, a pesar de estos esfuerzos, el aumento de la población en las zonas costeras, la presión sobre los ecosistemas marinos y los efectos del cambio climático continúan impactando negativamente la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del litoral. La agricultura en los polders también ha afectado el estado del suelo debido a la subsidencia y a la salinización del agua (Van der Meulen, 2003).
Impacto	Los principales impactos incluyen el riesgo de inundaciones y la pérdida de biodiversidad. Las inundaciones pueden causar pérdidas económicas significativas y poner en peligro la vida de millones de personas que viven en áreas costeras y bajo el nivel del mar (Zevenbergen <i>et al.</i> , 2013). Además, la pérdida de hábitats naturales debido a la expansión urbana y agrícola ha afectado negativamente a especies endémicas y migratorias, especialmente en zonas protegidas como el Mar de Wadden (Langen <i>et al.</i> , 2015). Estos impactos han generado una creciente preocupación por la capacidad de las zonas costeras neerlandesas para mantener su resiliencia ecológica y económica a largo plazo.
Respuesta	El manejo de las zonas costeras está muy avanzada gracias a iniciativas como la Estrategia del Delta, que combina el control de las aguas con la protección ambiental y el desarrollo sostenible (Wesselink <i>et al.</i> , 2015). Este enfoque ha permitido un equilibrio entre la expansión económica y la protección ambiental, basándose en principios de sostenibilidad y gestión adaptativa. Además, los Países Bajos han implementado soluciones innovadoras, como la Ingeniería Verde y el proyecto "Room for the River", que permiten la restauración natural de las llanuras de inundación y mejoran la seguridad ante crecidas y tormentas (Rijkswaterstaat, 2015). Estas respuestas han sido elogiadas a nivel internacional como ejemplos de buenas prácticas en el manejo integrado de zonas costeras. Además, los Países Bajos han implementado soluciones innovadoras, como la Ingeniería Verde y el proyecto "Room for the River", que permiten la restauración natural de las llanuras de inundación y mejoran la seguridad ante crecidas y tormentas (Rijkswaterstaat, 2015). Estas respuestas han sido elogiadas a nivel internacional como ejemplos de buenas prácticas en el manejo integrado de zonas costeras.



Análisis de resultados

El cambio climático y las actividades humanas están llevando a un deterioro creciente de los ecosistemas costeros en los Países Bajos. Este problema tiene consecuencias serias para la biodiversidad, la capacidad de las comunidades costeras para adaptarse y la defensa de las costas ante fenómenos como inundaciones. Por ello, el manejo sostenible de estas zonas marinas es fundamental para preservar estos ecosistemas valiosos y reducir los efectos negativos del cambio climático.

La introducción del Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) en las políticas públicas holandesas refleja un compromiso claro con la sostenibilidad y la conservación de las zonas costeras. Para que este enfoque sea exitoso, es esencial que se desarrolle de manera continua y cuente con recursos y medidas concretas que aseguren su implementación efectiva.

Además, las leyes en los Países Bajos establecen principios generales sobre la protección del medio ambiente, pero es a través de regulaciones más específicas que se aborda el manejo de los recursos marinos y costeros. Estas leyes deben adaptarse con el tiempo para responder a las problemáticas relacionadas con la sostenibilidad y la conservación del entorno.

Las inversiones en infraestructura y recursos deben ser planificadas de manera sostenible, buscando un equilibrio entre el desarrollo económico y la protección del medio ambiente. Además, es importante que las comunidades locales participen en la toma de decisiones y se beneficien equitativamente

de las actividades económicas en sus regiones costeras.

Para abordar la falta de participación ciudadana y la sostenibilidad de los proyectos, es necesario un enfoque que incluya a las comunidades locales, fomente la educación ambiental y establezca mecanismos efectivos para la recopilación y el intercambio de información. Estos elementos son fundamentales para asegurar un manejo costero sostenible en los Países Bajos y en otros lugares del mundo.

El Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) exige una toma de decisiones inclusiva, basada en la participación ciudadana y la gobernanza democrática. Dado que las zonas costeras son espacios con múltiples usos y recursos en competencia (turismo, pesca, conservación, entre otros), es esencial que las comunidades locales, junto con otros actores clave, formen parte del proceso de toma de decisiones. La participación ciudadana garantiza que las soluciones adoptadas sean socialmente equitativas y ambientalmente sostenibles, lo que aumenta la legitimidad y la eficacia de las acciones implementadas.

Además, la validación jurídica del MIZC asegura que las políticas costeras cumplan con los marcos normativos nacionales e internacionales. En los Países Bajos, donde el cambio climático y la subida del nivel del mar plantean amenazas graves, la validación jurídica es especialmente importante para garantizar la sostenibilidad a largo plazo y para proteger tanto a las poblaciones locales como los ecosistemas costeros.

Conclusiones

El Manejo Integrado de Zonas Costeras (MIZC) en los Países Bajos ha demostrado ser un enfoque fundamental para enfrentar los desafíos actuales y futuros relacionados con el cambio climático, la protección de las comunidades costeras y la sostenibilidad de los recursos marinos. El éxito del MIZC

en este país radica en la implementación de políticas a largo plazo, como el Plan Delta y el programa “Room for the River”, que a su vez permitirán una adaptación eficaz a las amenazas del aumento del nivel del mar y las inundaciones.



La colaboración entre diferentes niveles de gobierno, instituciones científicas, el sector privado y la sociedad civil ha sido un pilar importante para el manejo costero en los Países Bajos. Este modelo de gobernanza ha logrado una coordinación efectiva que maximiza los recursos disponibles y asegura que las políticas públicas respondan a las necesidades tanto de la protección ambiental como del desarrollo económico sostenible.

El modelo FPEIR (Fuerzas impulsoras, Presiones, Estado, Impactos y Respuesta) ha sido fundamental en el manejo costero de los Países Bajos, ya que permite identificar cómo las fuerzas impulsoras, como el cambio climático, generan presiones sobre los recursos marinos y costeros, evaluando sus impactos. A través de este análisis, se desarrollan políticas adaptativas que responden de manera efectiva a los desafíos ambientales. Su aplicación ha

facilitado soluciones que combinan infraestructura e innovación, garantizando la resiliencia costera a largo plazo.

La combinación de soluciones basadas en la naturaleza, como la restauración de dunas y la creación de humedales, con infraestructuras robustas de ingeniería, refuerza la resiliencia del país frente a los impactos climáticos. Asimismo, la inversión en investigación y educación ha permitido que las futuras generaciones, así como los profesionales actuales, se formen en torno a los principios de la sostenibilidad y la conservación costera. La experiencia neerlandesa en el manejo costero sirve de ejemplo para otras naciones que buscan implementar enfoques similares, demostrando que la coordinación, la innovación y la cooperación son claves para garantizar la sostenibilidad de las zonas costeras.

Referencias

- Arens, S. M., Baas, A. C. W., Van Boxel, J. H., & Kalkman, C. (2001). Influence of reed stem density on foredune development. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26(11), 1161-1176. <https://doi.org/10.1002/esp.257>.
- Barragán Muñoz, J. M. (Coord.). (2012). Síntesis diagnóstica del Manejo Integrado en Iberoamérica.
- Borja, Á., Franco, J., & Pérez, V. (2006). Assessing the quality of coastal waters using the European Water Framework Directive: The case of the Basque Country. *Marine Pollution Bulletin*, 53(3-4), 106-118. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.06.006>
- Canon van Nederland. (s.f.). De Watersnoodramp 1953. Recuperado de: <https://www.canonvannederland.nl>
- CE. (2009). Country Profile Netherlands. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/water-management/country-profile-netherlands>
- Centraal Bureau voor de Statistiek (CBS). (2024). Gross Domestic Product (GDP) and population data. Retrieved from <https://www.cbs.nl/en-gb>.
- Cicin-Sain, B., & Knecht, R. W. (1998). Integrated Coastal and Ocean Management: Concepts and Practices. Island Press.
- Cicin-Sain, B., *et al.* (1999). Framework for Coastal Management. *Coastal Management*, 27(1), 1-20. <https://doi.org/10.1080/089207599263935>
- Comisión Europea. (2007). The European Community's Integrated Coastal Zone Management (ICZM) Strategy. Retrieved from <https://ec.europa.eu/environment/iczm/home.htm>
- De Vriend, H. J., Van Koningsveld, M., & Aarninkhof, S. G. J. (2014). Building with Nature: The New Dutch Approach to the Management of Coasts and Rivers. The Nature Conservancy.
- Delft University of Technology. (2022). Master's in Water Management and Climate Change. Retrieved from <https://www.tudelft.nl/en/>
- Delta Commissie. (2015). Delta Programme: Working on the Future. Retrieved from <https://www.deltacommissie.com/>
- Delta Programme. (2023). Delta Programme: 2023 Update. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/delta-programme>
- Deltares. (n.d.). Deltares - Research and knowledge for the delta. Retrieved from <https://www.deltares.nl/en/>
- Dutch Ministry of Infrastructure and Water Management. (2015). Flood Risk Management Strategy. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/flood-risk-management>
- Dutch Ministry of Infrastructure and Water Management. (2016). National Climate Adaptation Strategy. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/climate-change/adaptation>
- Dutch National Water Authority. (2022). Water Management Policy. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/water-management/water-management-policy>
- Earth Magazine. (2018). Dutch Masters: The Netherlands Exports Flood-Control Expertise. Recuperado de: <https://>



- www.earthmagazine.org/article/dutch-masters-netherlands-exports-flood-control-expertise/.
- El Periódico de la Energía. (2021). Las inundaciones en Alemania y Países Bajos, causadas por el cambio climático. Recuperado de <https://elperiodicodelaenergia.com/las-inundaciones-en-alemania-y-paises-bajos-causadas-por-el-cambio-climatico/>.
- Euronews. (2023). Fuertes lluvias y vientos causan inundaciones en Europa. Recuperado de: <https://es.euronews.com/2023/12/26/fuertes-lluvias-y-vientos-causan-inundaciones-en-europa>.
- European Commission. (2020). European Maritime and Fisheries Fund (EMFF). Retrieved from https://ec.europa.eu/fisheries/cfp/emff_en
- European Union. (2000). Water Framework Directive. Retrieved from <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32000L0060>
- Gallego Jiménez, A. (2020). Saltwater Intrusion and Its Impact on Agriculture in the Netherlands. *Agriculture*, 10(2), 36. <https://doi.org/10.3390/agriculture10020036>
- Gerritsen, H. (2005). Ecosystem Management in the Wadden Sea: A Case Study. In A. R. S. Baird, T. H. M. W. Dijkstra, & J. M. C. van de Koppel (Eds.), *The Wadden Sea Ecosystem: A Dynamic and Diverse System* (pp. 12-25).
- Gerritsen, H. (2005). What happened in 1953? The Big Flood in the Netherlands in retrospect. *Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 363(1831), 1271-1291. <https://doi.org/10.1098/rsta.2005.1568>.
- Giardino, J. R., et al. (2009). Coastal erosion: Human and Natural factors. *Earth Surface Processes and Landforms*, 34(2), 197-211. <https://doi.org/10.1002/esp.1718>
- Klein, R. J. T., et al. (2014). Integrating climate change adaptation and disaster risk reduction: A systematic literature review. *Environmental Science & Policy*, 36, 123-133. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2013.07.002>
- Klein, R. J. T., et al. (2021). Climate Change Adaptation: A Framework for Coastal Communities. *Coastal Management*, 49(3), 209-227. <https://doi.org/10.1080/08920753.2021.1909353>
- Klijn, F., Asselman, N., & Wagenaar, D. (2018). Room for rivers: Risk reduction by enhancing the flood conveyance capacity of the Netherlands' large rivers. *Geosciences*, 8(6), 224. <https://doi.org/10.3390/geosciences8060224>
- Kristensen, P. (2004). The DPSIR Framework. In M. J. M. De Vries & R. H. G. De Graaf (Eds.), *A Framework for Evaluating Environmental Indicators* (pp. 35-39).
- Kustwacht Nederland. (n.d.). Dutch Coastguard - Overview and Mission. Retrieved from <https://www.kustwacht.nl/>
- Langen, A., et al. (2015). The impact of tourism on coastal ecosystems: The Wadden Sea case. *Ocean & Coastal Management*, 104, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.09.013>.
- Ligtvoet, W., et al. (2013). Impact of Climate Change on Flooding in the Netherlands: A Case Study. *Journal of Coastal Research*, 29(6), 1271-1279. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-12-00025.1>
- McKenna, J., Cooper, J. A. G., & O'Hagan, A. M. (2008). Integrated coastal zone management: A review of the process and its applications. *Coastal Management*, 36(4), 456-474. <https://doi.org/10.1080/08920750802435163>
- Ministerio de Agricultura, Naturaleza y Calidad Alimentaria. (2013). Nature Protection Act. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/nature-protection>
- Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua. (2005). Water Management Infrastructure Plan. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/water-management/water-management-infrastructure-plan>
- Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua. (2007). Coastal Protection Act. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/coastal-management>
- Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua. (2008). Spatial Planning Act. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/spatial-planning>
- Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua. (2009). Water Management Act. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/water-management/water-law>
- Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua. (2009). Water Quality Act (Waterkwaliteitswet). Retrieved from <https://www.government.nl/topics/water-management/water-quality-law>
- Ministerio de Infraestructura y Gestión del Agua. (2010). Territorial Order Act. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/spatial-planning>
- Netherlands Enterprise Agency. (2021). National Agenda for Education for Sustainable Development. Retrieved from <https://www.government.nl/topics/education-sustainable-development>
- NIOZ. (n.d.). Royal Netherlands Institute for Sea Research - Research and Education. Retrieved from <https://www.nioz.nl/en>
- OCHA Services. (2024). Location of the Netherlands. Retrieved from <https://www.unocha.org/countries/netherlands>
- OECD. (2003). Environmental Indicators for Agriculture. Retrieved from <https://www.oecd.org/tad/sustainable-agriculture/2080173.pdf>
- Peters, A., et al. (2021). Ecosystem impacts of coastal interventions: Insights from the Netherlands. *Marine Ecology Progress Series*, 681, 183-195. <https://doi.org/10.3354/meps13940>
- Rijkswaterstaat. (2014). Building with Nature: Sustainable protection of the Dutch coast. Recuperado de <https://www.rijkswaterstaat.nl/english/water-systems/protecting-the-netherlands-against-flooding/building-with-nature>.
- Rijkswaterstaat. (2014). Innovative Water Management Strategies: Green Engineering. Retrieved from <https://www.rijkswaterstaat.nl/en>
- Rijkswaterstaat. (2015). Room for the River: Innovative Flood Management. Retrieved from <https://www.rijkswaterstaat.nl/en/room-for-the-river>



- Rijkswaterstaat. (2019). Climate Change and Coastal Management in the Netherlands. Retrieved from <https://www.rijkswaterstaat.nl/en/climate-change>
- Rijkswaterstaat. (2021). Deltares and Rijkswaterstaat: Collaboration for Coastal Management. Retrieved from <https://www.deltares.nl/en/>
- Rijkswaterstaat. (2022). National Parks in the Netherlands. Recuperado de: <https://www.rijkswaterstaat.nl>
- RIVM. (2020). Room for the River: Overview and Implementation. Retrieved from <https://www.rivm.nl/en/documenten/room-for-the-river-overview-and-implementation>
- Smit, H., et al. (2020). Biodiversity in Dutch Coastal Ecosystems: Current Status and Future Prospects. *Journal of Marine Science and Engineering*, 8(9), 674. <https://doi.org/10.3390/jmse8090674>
- Sorensen, J. (2002). Coastal Zone Management: The U.S. Experience. *Coastal Management*, 30(2), 113-135. <https://doi.org/10.1080/089207502317074195>
- Steele, K., et al. (2017). Vulnerability of Coastal Communities: A Study on the Netherlands. *Environmental Science & Policy*, 69, 141-152. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.11.008>
- Tu Delft. (n.d.). Delft University of Technology - Education in Coastal Management. Retrieved from <https://www.tudelft.nl/en/>
- UNEP. (2007). An Introduction to the DPSIR Framework. Retrieved from <https://www.unep.org/resources/report/introduction-dpsir-framework>
- UNESCO. (2014). Wadden Sea. Recuperado de: <https://whc.unesco.org/en/list/1314/>
- van Alphen, S. (2020). Room for the river: Innovation, or tradition? The case of the Noordwaard. En C. Hein (Ed.), *Adaptive strategies for water heritage: Past, present and future* (pp. 308-323). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-00268-8_16
- Van der Linde, A., et al. (2021). Blue Point Indicators: Evaluating Water Security Policies in the Netherlands. *Water*, 13(10), 1381. <https://doi.org/10.3390/w13101381>
- Van der Meulen, S. (2003). Subsidence and Its Impact on Coastal Management in the Netherlands. *Journal of Coastal Research*, 19(3), 602-610. [https://doi.org/10.2112/1551-5036\(2003\)19\[602:SAIICO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.2112/1551-5036(2003)19[602:SAIICO]2.0.CO;2)
- Van Dijk, A. J., Kuper, J. P., & Foppen, R. P. B. (2015). Bird migration and biodiversity in the Netherlands. *Journal of Coastal Ecology*, 12(3), 234-246.
- Van Koningsveld, M., & Mulder, J. P. M. (2003). Coastal Engineering in the Netherlands: New Developments. In *Proceedings of the Coastal Engineering Conference* (pp. 351-362).
- Van Koningsveld, M., Mulder, J. P. M., Stive, M. J. F., Van der Valk, L., & Van der Weck, A. W. (2008). Living with sea-level rise and climate change: A case study of the Netherlands. *Journal of Coastal Research*, 24(2), 367-379. <https://doi.org/10.2112/07A-0010.1>
- Verweij, S., Busscher, T., & van den Brink, M. (2021). Effective policy instrument mixes for implementing integrated flood risk management: An analysis of the "Room for the River" program. *Environmental Science & Policy*, 116, 204-212. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2020.12.003> research.rug.nl
- Wadden Sea World (2014). Map for Wadden Sea Area. Recuperado de <https://www.waddensea-worldheritage.org/resource-type/map>.
- Wadden Sea. (2023). Wadden Sea Islands and Regions. Retrieved from <https://www.waddensea-worldheritage.org/>
- Waldman, J. R., et al. (2019). Ecological and Economic Value of Dutch Coastal Ecosystems: A Review. *Environmental Science & Policy*, 95, 18-30. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.04.018>
- World Bank. (2021). The role of infrastructure in economic development: A case study of the Netherlands. Recuperado de: <https://www.worldbank.org>
- Zevenbergen, C., Rijke, J., van Herk, S., & Bloemen, P. (2015). Room for the River: A stepping stone in adaptive delta management. *International Journal of Water Governance*, 3(3), 121-140. <https://doi.org/10.7564/14-IJWG63>