

# HECHOS CIFRAS

---

## Holanda

Sector del Agua

Embajada del Reino de los Países Bajos en Chile

# Presentación

---

Desde hace más de dos mil años, cuando se construyeron los primeros diques de turba apilada en la región de Frisia, la población holandesa ha debido convivir estrechamente con el enorme poder del agua. En este sentido, no es casual que un país que a lo largo de toda su historia ha estado permanentemente amenazado por las inundaciones (60% de su actual territorio es susceptible de ser inundado por el mar o los ríos) haya desarrollado un **know how y expertise de clase mundial en la ingeniería hidráulica y la gobernanza y gestión de recursos hídricos.**

Hoy en día, ese invaluable conocimiento se exporta a todo el orbe. **El pujante cluster del agua holandés controla cerca del 40% de todo el mercado abierto de gestión de recursos hídricos en el mundo,** desde los proyectos de desarrollo costero en Dubai, Vietnam o Rumania a las obras de ingeniería hidráulica y los sistemas de tratamiento de aguas de última generación en Bangladesh y Colombia.

La innovación tecnológica en el sector es permanente, como lo demuestra el hecho de que grandes empresas, reparticiones gubernamentales, universidades e institutos de investigación aplicada holandeses son en conjunto **uno de los mayores generadores anuales de patentes globales de tecnologías del agua y marítimas.**

A veces, las innovaciones para mejorar la gestión del agua resultan extremadamente sencillas de implementar. Es el caso, por ejemplo, de Cocoon, un macetero biodegradable que permite reforestar en zonas áridas con sólo 25 litros de agua por árbol; la reforestación ayuda posteriormente a la retención del agua en el terreno. Se trata de un producto notable desarrollado por la empresa holandesa Land is Life, que ya se está introduciendo de forma experimental en La Serena (norte de Chile).

El sector del agua es una de las grandes apuestas de Holanda, una contribución de excelencia a un mundo que se adentra en un siglo XXI no exento de complejidades y rico en desafíos.

## Sector del agua en Holanda

# Cifras líquidas

El cluster marítimo holandés abarca **12** subsectores y **12.000** empresas, que dan empleo a **224.000** trabajadores. Sus exportaciones anuales alcanzan en la actualidad los **€22.500 millones**

**8º** lugar mundial en la generación anual de patentes globales de tecnologías del agua y marítimas

**40%**


del mercado abierto de gestión de recursos hídricos en el mundo es manejado por empresas holandesas

**21,5 millones**

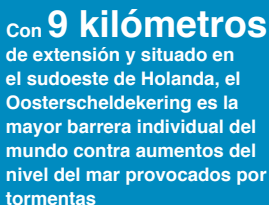
de metros cúbicos de arena posee la península del llamado Motor de Arena (Ter Heijde, provincia de Holanda del Sur), una innovadora solución de defensas costeras con ayuda de procesos naturales




Con cerca de  
**16.500**  
**kilómetros de**  
**diques y 300**  
**estructuras**  
**mayores,**  
el Plan Delta holandés  
constituye uno de los  
mayores proyectos de  
ingeniería en la historia.  
Está inscrito en el Libro  
Guinness de Récords  
como el mayor proyecto  
de defensas costeras en  
el mundo




**99,9%**  
**de los hogares**  
**holandeses**  
poseen acceso a agua  
potable de alta calidad  
completamente libre  
de cloración, y de  
mejor calidad que el  
agua embotellada en  
muchos países



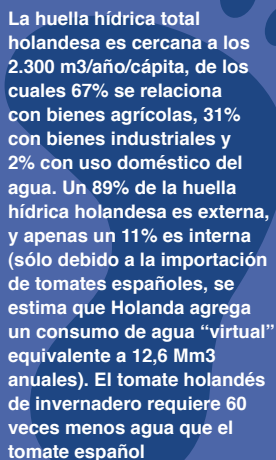
Con **9 kilómetros**  
de extensión y situado en  
el sudoeste de Holanda, el  
Oosterscheldekering es la  
mayor barrera individual del  
mundo contra aumentos del  
nivel del mar provocados por  
tormentas



La red de suministro  
de agua potable  
en Holanda posee  
pérdidas menores a  
**4%** gracias a los sistemas  
inteligentes implementados,  
que localizan una filtración  
al instante



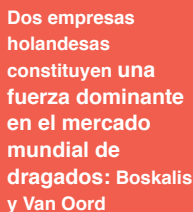
Holanda recibió de parte de la OCDE una calificación de 8,5 sobre 10 por su gobernanza del agua



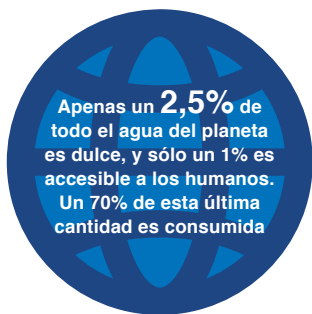
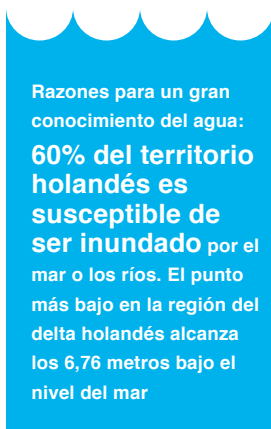
La huella hídrica total holandesa es cercana a los 2.300 m<sup>3</sup>/año/cápita, de los cuales 67% se relaciona con bienes agrícolas, 31% con bienes industriales y 2% con uso doméstico del agua. Un 89% de la huella hídrica holandesa es externa, y apenas un 11% es interna (sólo debido a la importación de tomates españoles, se estima que Holanda agrega un consumo de agua “virtual” equivalente a 12,6 Mm<sup>3</sup> anuales). El tomate holandés de invernadero requiere 60 veces menos agua que el tomate español



Las aguas residuales industriales presentan tal nivel de calidad luego de su tratamiento en Holanda que son usadas en las industrias alimentaria y de bebestibles



Dos empresas holandesas constituyen una fuerza dominante en el mercado mundial de dragados: Boskalis y Van Oord



# Garantizando el lugar del agua en la sociedad



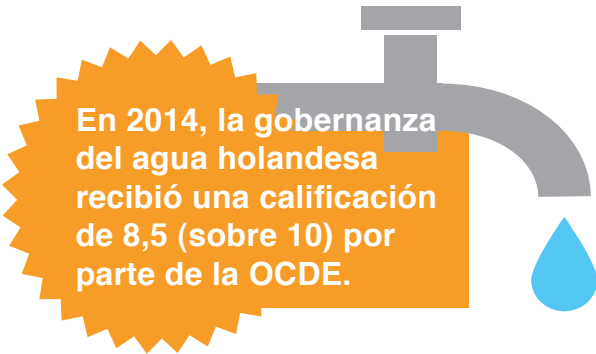


En la actualidad, Holanda es un referente global en la gestión de recursos hídricos. Desde el siglo XIII y la creación de las Autoridades Regionales del Agua (tradicionalmente conocidas como “consejos” o “juntas” del agua), la gobernanza del agua holandesa ha tenido éxito en el reclamo de tierras ganadas al mar y en mantener el territorio a salvo de inundaciones, todo esto a través del desarrollo de un sofisticado sistema de infraestructura. **Este desempeño ha dependido en gran medida de instituciones centenarias, flexibles y en constante evolución, que han favorecido el desarrollo de una ingeniería de clase mundial y una relación “en terreno” con todos los stakeholders** (el enfoque del “polder”).

Las características de la gobernanza del agua holandesa se han ido adaptando en el transcurso del tiempo, en respuesta a cambiantes condiciones económicas, políticas y ambientales. En los últimos 50 años, la tendencia ha sido hacia la consolidación: de las Autoridades Regionales del Agua (pasaron de 2.650 a 24); ministerios (la creación del Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente en 2010); empresas público-privadas de agua potable (de 200 pasaron a 10), y municipalidades. Los tipos de arreglos locales

en la cadena de aguas residuales se han incrementado, junto a la adopción de sucesivos planes como instrumentos de nivel nacional para la planificación estratégica a largo plazo.

Otras reformas relevantes incluyen la **modernización en 2006 del Rijkswaterstaat** (la autoridad nacional del agua y agencia ejecutiva del Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente) y la integración del conjunto de leyes relativas al agua en 2009 (8 leyes se combinaron en la **Ley Nacional del Agua**).



**En 2014, la gobernanza del agua holandesa recibió una calificación de 8,5 (sobre 10) por parte de la OCDE.**

La vigencia de un nuevo paradigma en torno a la “construcción con la naturaleza” (todo lo cual ha dado en llamarse “los Trabajos Delta del futuro”), junto a crecientes preocupaciones relativas al cambio climático y sus posibles consecuencias

en la seguridad hídrica y el abastecimiento de agua potable, motivaron la adopción de la **Ley Delta** en 2012. La ley estableció el programa Delta, el comisario Delta y el Fondo Delta, para avanzar en un enfoque adaptativo de gobernanza. **Se trata de un plan estratégico de gestión para garantizar la seguridad, cantidad y calidad de agua disponible para los ciudadanos hasta el año 2100.**

La gobernanza y el financiamiento holandeses en el sector del agua revisten características únicas, que incluyen una democracia funcionalmente descentralizada, un régimen impositivo específico y la recuperación de costos. Proveen una sólida base para algunas funciones de la gestión de recursos hídricos como el suministro de agua potable, la recolección y reciclaje de aguas residuales y la protección contra inundaciones.

Holanda también ha sido ampliamente reconocida por la innovadora implementación de los conceptos de gestión integrada de recursos hídricos y gestión de cuencas fluviales, la gobernanza del programa Delta (que incluye el compromiso de los gobiernos regionales) y el gran desempeño del suministro de agua potable en términos de calidad, confiabilidad y precio.

# De los desafíos a las oportunidades



**Desarrollado y probado en su propio territorio, Holanda implementa ahora en diversas urbes, regiones y países del mundo el enfoque Delta, un programa de planificación estratégica para el desarrollo integral de ciudades asociadas a ríos y deltas fluviales que incorpora sostenibilidad, aspectos socioeconómicos, institucionales y físicos.**

Un creciente porcentaje de la población en el mundo vive en deltas urbanos. Con el incremento del cambio climático, muchas ciudades establecidas en deltas se están enfrentando progresivamente a grandes desafíos en términos de crecimiento demográfico, subsidencia de terrenos, riesgos alternativos de inundaciones y sequías, erosión e intrusión salina, falta de planificación espacial en un contexto de actividades económicas que compiten entre sí por un espacio reducido y escasez de recursos naturales.

**Una gran respuesta a esta crisis global proviene de la gran experiencia en la gobernanza y gestión del agua en Holanda, reconocida internacionalmente.** Durante siglos los holandeses han aprendido a mitigar riesgos y proteger sus deltas, al tiempo que han explotado al máximo sus potencialidades. En la actualidad, el programa Delta holandés apunta a una protección sustentable de alcance nacional contra inundaciones y al abastecimiento de agua potable con diversos escenarios hasta el año 2100. **Fuera de Holanda, este enfoque integral ya está siendo adaptado y desarrollado por científicos, ingenieros y planificadores holandeses en conjunto con autoridades locales en diez países alrededor**

**del mundo: Bangladesh, Indonesia, Estados Unidos (Nueva York y Nueva Orleans), Egipto, Myanmar, Mozambique, Polonia, Vietnam y Colombia.**

Un espacio para estacionamientos o una plaza pueden cumplir temporalmente funciones de almacenamiento de aguas de otro modo desbordadas, como ha demostrado el programa Espacio para el Río en Holanda. La protección costera también ha significado nuevas oportunidades de vivienda y una nueva autopista para descongestionar el tráfico en Jakarta. Al tiempo que se vuelve más resiliente a Nueva York, se ha brindado mayor espacio recreativo y de esparcimiento a sus habitantes en el frente costero. En síntesis, se trata de analizar los retos desde distintas perspectivas para lograr que las ciudades sean más resilientes a los cambios globales, más habitables y económicamente viables.

Aunque el principal objetivo del enfoque Delta es la protección y el abastecimiento de agua, integrando para ello la ingeniería hidráulica, también se incorpora la planificación y ordenación del territorio y de la cadena de suministro de alimentos, energía, industria, vivienda y los espacios de recreación. Como vemos, se trata de una planificación que asocia



gran cantidad de aspectos implicados en un delta urbano. Y aunque las soluciones para cada caso son diferentes, las condiciones previas para la aplicación de un enfoque Delta sostenible son las mismas. De hecho, los denominados **“12 bloques de construcción para un enfoque Delta”** incluyen aspectos tan cruciales como la necesidad de vincular el proceso a la legislación y “despolitizarlo”, en el sentido de desvincularlo de decisiones políticas de corto plazo y relacionarlo robusta y flexiblemente al largo plazo; asimismo, el financiamiento privado es visto como una interesante oportunidad ante las vulnerabilidades del sistema político en el corto plazo. Resulta crucial, además, garantizar la toma de decisiones conjuntas entre los diferentes niveles de gobierno y los restantes *stakeholders*.

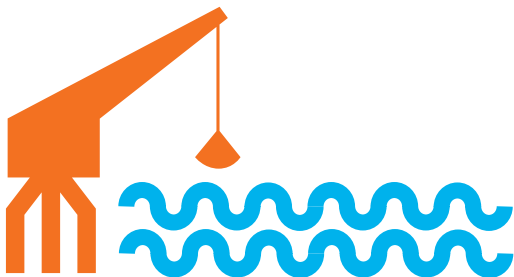
En definitiva, el enfoque Delta es un proceso de planificación estratégica para la gestión integrada del agua que ha demostrado ser muy exitoso en Holanda, y ha sido probado y desarrollado con socios internacionales.

## Cooperación en América Latina

Uno de ellos ha sido **Colombia**, país en el que los holandeses han contribuido a la búsqueda de soluciones basadas en un enfoque integrado a los problemas de ciudades emplazadas en deltas.

Luego de graves inundaciones en 2011, Colombia y Holanda comenzaron un fuerte trabajo conjunto que ha implicado el desarrollo de ciudades resilientes, mejorando la infraestructura portuaria, el transporte del agua, las defensas costeras y fluviales, y optimizando el uso del agua. Holanda ha ofrecido su experiencia en gestión integrada del agua, incorporando el concepto de “construcción con la naturaleza” (ver sección sobre gestión de bordes costeros). De esta forma, se replicó y adaptó el programa holandés “Espacio para el río”, con una innovadora visión que reduce los riesgos de inundación al crear espacios de almacenamiento temporal del agua y ensanchar los cursos de agua.





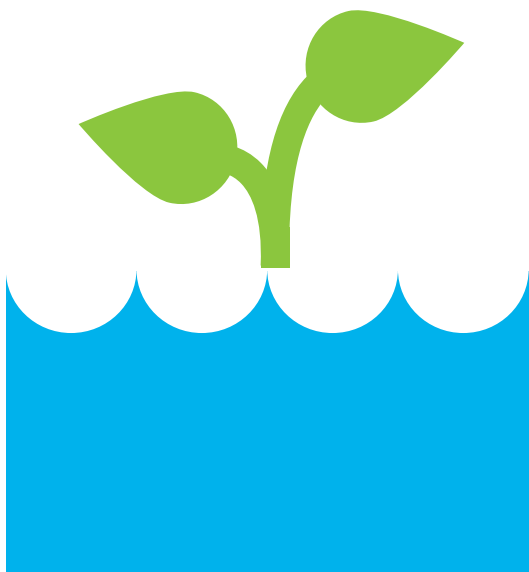
### **Otro caso se dio en el norte de Chile en**

**2015:** tras los importantes daños ocasionados por intensas e inusuales lluvias, la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas solicitó a la consultora de ingeniería holandesa Arcadis el estudio y caracterización de los aluviones ocurridos en las ciudades de Taltal y Antofagasta, en la II Región. En el mismo contexto, esta empresa de origen holandés y líder a nivel mundial en diseño y consultoría promueve el desarrollo sostenible de las ciudades —incorporadas en índices como el Water Index y el Sustainable City Index—, con una adecuada planificación territorial y el manejo de los recursos hídricos.

Más información en

**[www.dutchwatersector.com/expertise](http://www.dutchwatersector.com/expertise)**

# Más cultivos por cada gota de agua



En el futuro, cada vez menos agua per cápita estará disponible para la producción de alimentos. En 2050, apenas un tercio de lo que había en 1950, período en el que la población mundial debería pasar de 2.500 millones a 9 mil millones de personas. Esta población en crecimiento requiere más alimentos y agua para el consumo, al tiempo que la industria también necesita más agua para sus procesos y la disponibilidad de abonos naturales está decreciendo. **Para asegurar objetivos de seguridad alimentaria, necesariamente debe lograrse un mayor rendimiento por hectárea utilizando menos agua y nutrientes:** más cultivos por cada gota de agua.

Reducir el impacto del stress hídrico en el sector agroalimentario requiere de un manejo inteligente de los flujos de agua teniendo en cuenta todo el área de captación de un río. Pero esto no es suficiente. Las soluciones sustentables para el sector implican un balance adecuado de suelos apropiados, no demasiada ni muy poca agua y la cantidad de nutrientes realmente requerida por el suelo.

**En Holanda –segundo exportador mundial de productos agroalimentarios, sólo por debajo de EE.UU.–** ya se han implementado

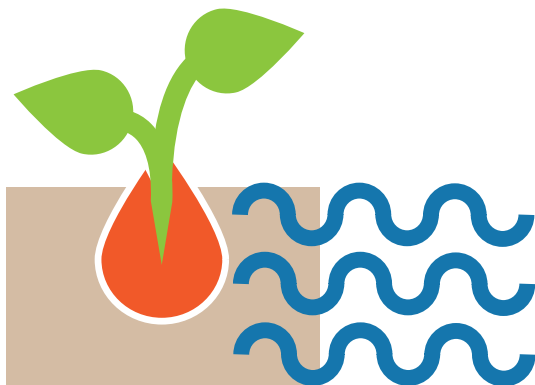
masivamente **innovadoras tecnologías como el monitoreo directo de cultivos y la geoinformación**, que brindan a los agricultores una información relevante respecto de sus recursos hídricos. **Tecnologías para la medición de calidades del suelo y niveles de humedad** están permitiendo mejores decisiones a la hora de irrigar y fertilizar. Por otra parte, condiciones ambientales más difíciles están impulsando **nuevas variedades de cultivos más resistentes a la sequía y la salinidad**.

La combinación de técnicas e información sobre fertilidad y humedad del suelo, capacidad de almacenamiento temporal del agua e irrigación, dan lugar a un enfoque integrado en el que **las tecnologías de la información juegan un rol crucial para conformar una agricultura inteligente**. Gracias a esto, los cultivos en invernaderos holandeses que utilizan alta tecnología constituyen una de las producciones agrícolas más eficientes del mundo.

Hay **aplicaciones holandesas** para medir los niveles de precipitación, evaporación de agua en las plantas, monitorización y predicción de inundaciones, mapas de riesgo, humedad del suelo y almacenamiento, rendimientos agrícolas, productividad del agua y cobertura, entre otros

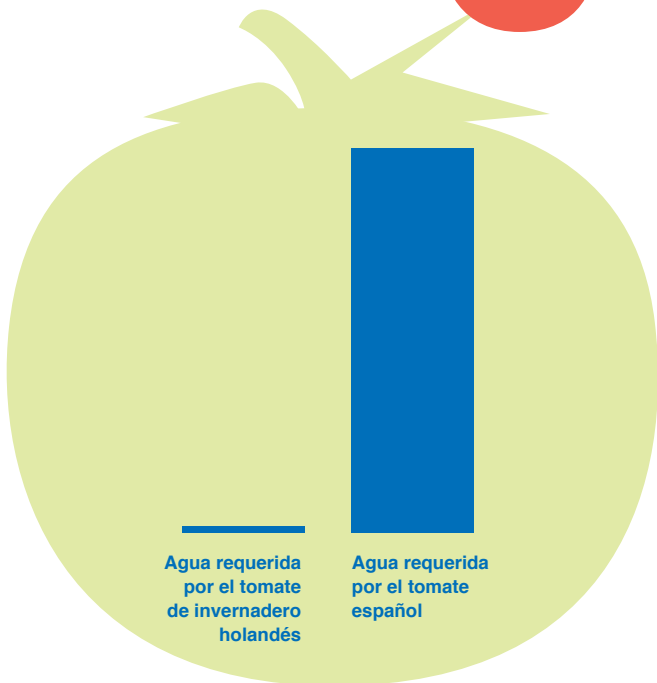
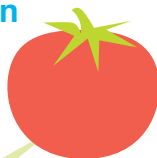
(ver “Soluciones Inteligentes para la Gestión del Agua” en este libro).

En este contexto de innovación, **destaca el caso de un centro experimental en la isla de Texel (noroeste de Holanda), que ha logrado desarrollar cultivos de papas, cebada y zanahorias regadas con agua de mar.** En el centro se investigan los niveles de tolerancia a la salinidad de cultivos tradicionales irrigándolos con concentraciones variables de sal. Se desarrollan así nuevas variedades más tolerantes a ésta.



## Diferentes tecnologías, diversas necesidades de irrigación

El tomate de industria español requiere 60 veces más agua para su crecimiento que el tomate holandés de invernadero



## La oferta tecnológica holandesa

Holanda está desempeñando un rol clave en el diseño de planes de agricultura inteligente, favoreciendo una temprana adaptación de la agricultura al cambio climático, el crecimiento de la población, los cambios en la demanda y la integración de mercados. **En la investigación sobre agricultura climáticamente inteligente destacan a nivel mundial en la actualidad la Universidad y el Centro de Investigación de Wageningen (Holanda).**

Por otra parte, en la **Plataforma Holandesa de Agua y Agroalimentos** se integran el *know how* y *expertise* de última generación de los sectores agroalimentario y del agua, con soluciones que van desde la gestión del agua a los suelos de calidad, balance de nutrientes, salinidad, calidad y cantidad de cosechas, variedades de cultivos, soluciones inteligentes de información y tratamiento de aguas residuales en la industria agroalimentaria. **Para contactarla, basta escribir al e-mail [agrifood@nwp.nl](mailto:agrifood@nwp.nl)**

Más información en:  
**[www.dutchwatersector.com](http://www.dutchwatersector.com)**

# Agua y alimentos

Generar un máximo impacto a todos los niveles de cuenca usando una perspectiva integradora para los aspectos relacionados con el agua y los agroalimentos

## 1 Agricultura de altura

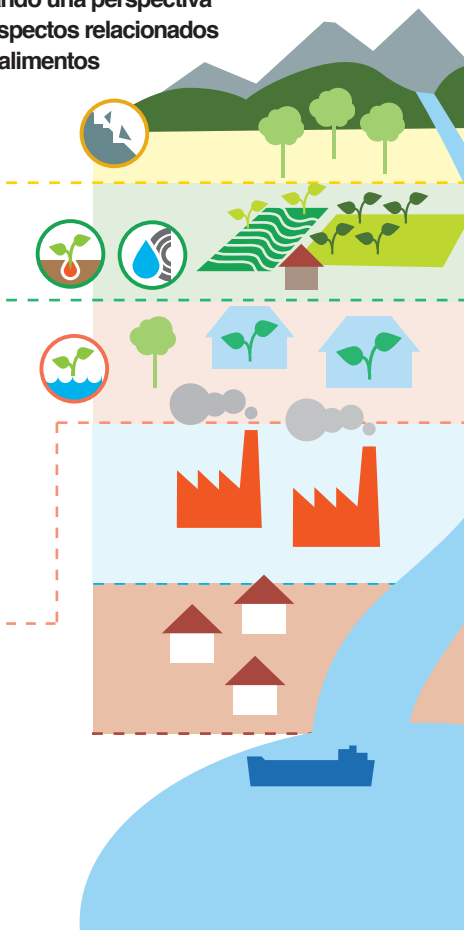
Erosión  
Reforestación/Delimitación de terreno

## 2 Agricultura de pisos bajos (de valles)

Insumos de alta calidad (semillas)  
Mejoramiento de suelos  
Sensores de humedad  
Drenaje controlado  
Técnicas de riego  
Hidroponía  
Análisis único de suelos  
Acuicultura

## 3 Invernaderos

Reutilización de aguas y nutrientes  
Reducción de emisiones  
Hidroponía  
Insumos de alta calidad (semillas)







## Temas generales (a todos los niveles de la cuenca 1, 2, 3, 4 y 5)

- Información geográfica y meteorológica
- Cosecha de agua
- Reutilización de agua
- Gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH)
- Cerrando el ciclo del agua
- Procesos de actores
- Salinización
- Planeamiento rural
- Gestión de riesgos e inundaciones
- Distribución y abastecimiento de agua potable
- Reciclaje de fósforo
- Recarga de agua

### 4 Industria

Huella hídrica  
Mejor calidad de recursos  
Suministro continuo de recursos  
Procesos de tratamiento de aguas  
Responsabilidad social corporativa

### 5 Centros urbanos

Agua de calidad para consumo humano  
Infraestructura hídrica  
Tratamiento de desagües

#### Jerarquía en la conservación del agua

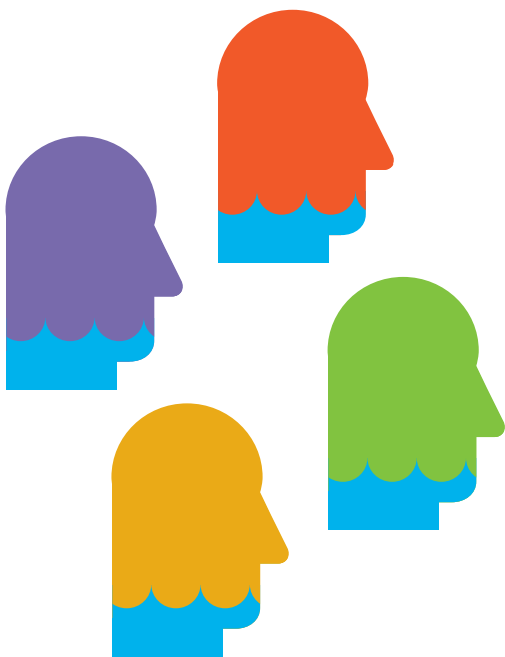
Reducir

Reutilizar

Reciclar

Suministro de agua potable

# Agua para todos



Tres grandes ríos fluyen desde Europa y a través de Holanda hacia el Mar del Norte. Este hecho quizás ha sido una de las principales causas de que los holandeses hayan desarrollado innovadoras tecnologías de purificación del agua.

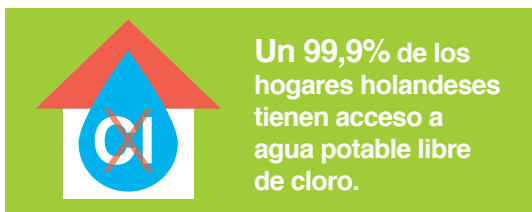
Uno de los casos más recientes data de 2005, cuando **el gobierno holandés prohibió el uso de cloro como método primario de desinfección del agua**. En la actualidad, un **99,9% de los hogares holandeses tienen acceso a agua potable libre de cloro**. Las empresas de suministro de agua potable –consorcios público-privados– utilizan la luz UV o el ozono para tratar el agua.

Hay que destacar el hecho de que esta decisión gubernamental, adoptada inicialmente ya en los años 70, tuvo una naturaleza estrictamente política, y que sus costos no fueron excesivos en el contexto de un país desarrollado, generando un gran beneficio en términos de salud para toda la población.

**Holanda está contribuyendo sustancialmente al logro del Objetivo de Desarrollo Sostenible (SDG 6) para Agua y Saneamiento de Naciones Unidas hacia 2030**. Esto implica, por una parte, el desarrollo de alta tecnología para

el suministro y reutilización del agua (ver sección “Tecnologías del agua y economía circular” en este libro). Por otra, la oferta de tecnologías innovadoras, sencillas y de bajo costo que pueden ser implementadas en áreas sin acceso al agua potable (ver el caso de los filtros cerámicos de agua Tulipán desarrollados por Basic Water Needs, empresa privada holandesa, en la sección “Cifras Líquidas” de este libro).

Los instrumentos financieros y una adecuada gobernanza son también prerequisites cruciales para asegurar que toda la población tenga acceso al agua potable y el saneamiento.



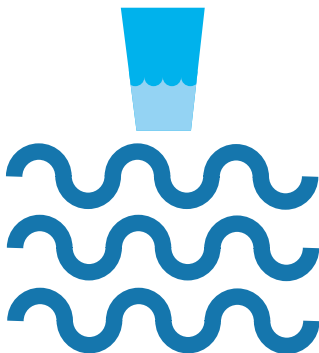
## **Desalinización**

Mención aparte merecen los nuevos desarrollos tecnológicos en desalinización para el suministro de agua potable. De hecho, la empresa

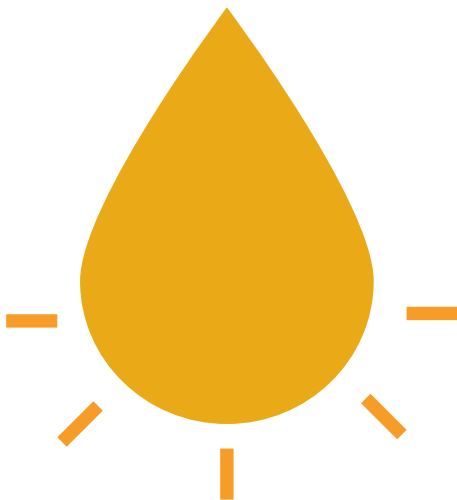
tecnológica holandesa Elemental Water Makers ya instaló en las Islas Vírgenes una planta desalinizadora que utiliza energía captada por paneles solares. **La solución provee 12.500 litros de agua potable diarios a partir del agua de mar y es escalable hasta 1.000.000 de litros diarios.** Pese a que la energía solar es variable, se asegura un proceso de osmosis inversa constante a través de un *buffer* de agua salada instalado a mayor altitud. El *buffer* provee la presión requerida para el proceso de desalinización usando la energía de la gravedad.

Más información en:

**[www.dutchwatersector.com/expertise](http://www.dutchwatersector.com/expertise)**



# Soluciones inteligentes para la gestión del agua



El cambio climático y el crecimiento demográfico han situado en los primeros lugares de la agenda internacional la gestión efectiva del agua, la seguridad alimentaria y la reducción de riesgos de eventos desastrosos. En este sentido, **un importante prerequisite para poder afrontar con éxito los eventos relacionados con el agua es el acceso a información confiable y precisa, susceptible de ser traducida en soluciones de información inteligentes.**

Éstas pueden proveer a gestores de recursos hídricos, responsables de políticas sectoriales, empresas, agricultores y otros usuarios finales con información sobre sus recursos y apoyarlos para incrementar la eficiencia en sus procesos de negocios, manejar mejor los riesgos y reducir el potencial impacto de eventos relacionados con el agua. Se trata de herramientas invaluable para la toma de decisiones y la gestión operacional, ya que permiten la gestión de actividades mediante un monitoreo y planificación basados en evidencias.

## **Soluciones a medida**

Las soluciones de información inteligentes se crean a lo largo de toda la cadena de valor. La **comunidad TIC/geodata holandesa**

posee equipos interdisciplinarios conformados por institutos de investigación y pequeñas y medianas empresas, los que en conjunto ofrecen servicios integrados para atender las necesidades de los usuarios finales, ayudándoles a gestionar los recursos hídricos y transfiriéndoles conocimientos.

Estas soluciones pueden ser aplicadas en un amplio espectro de ámbitos, desde el apoyo a la resiliencia de ciudades en deltas mediante la integración de sistemas de alerta temprana hasta el monitoreo de sequías, desde las mediciones de calidad del agua al incremento de productividad de ésta al incorporar asesoría específica en irrigación y fertilización adicional a las tecnologías disponibles “en terreno”. Actualmente, los holandeses desarrollan proyectos TIC en Europa, África, Asia, Latinoamérica y Norteamérica, en ámbitos como el análisis agrícola, localización, monitoreo con drones y soluciones de redes hídricas, entre otras.

Los servicios incluyen **adquisición de datos, procesamiento, almacenamiento, análisis y modelación, además de servicios de apoyo a la toma de decisiones (software), proveyendo análisis de escenarios prácticamente en tiempo real y el monitoreo de los indicadores**





**clave de rendimiento y/o desempeño  
utilizando técnicas de big data.**

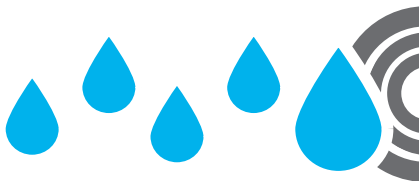
**Los productos y servicios de información  
ofrecidos no son en modo alguno  
“soluciones estáticas”. Pueden y suelen ser  
adaptados a las necesidades específicas de  
cada usuario final, combinando varios tipos  
de datos y tecnologías disponibles.**

**Las soluciones de información inteligentes  
son desarrolladas utilizando datos abiertos,**  
que en algunos casos ya son rutinariamente  
medidos mediante técnicas de monitoreo  
avanzadas y sensores operados remotamente,  
tales como los satélites de observación  
meteorológica y terrestre. Esto implica la  
disponibilidad de datos objetivos y consistentes,  
tanto en términos de espacio como de tiempo.

## Algunos ejemplos notables

Hay productos de información (aplicaciones) para medir los niveles de precipitación, evaporación de agua en las plantas, monitoreo y predicción de inundaciones, mapas de riesgo, humedad del suelo y almacenamiento, rendimientos agrícolas, productividad del agua y cobertura.

Destaca por ejemplo **3Di, una versátil herramienta para la gestión de recursos hídricos** desarrollada por la empresa Nelen & Schuurmans (Utrecht), Deltares y la Universidad Tecnológica de Delft. 3Di es utilizado en la gestión operacional del agua, en gestión de calamidades y en el diseño y planificación espacial. Los modelos interactivos de área de esta aplicación pueden visualizar los efectos de inundaciones, grandes precipitaciones y sequías, tanto para una situación actual (durante fuertes precipitaciones, por ejemplo) como para diversos escenarios climatológicos en entornos urbanos y rurales.



Una herramienta alternativa es la plataforma **HydroNET**, desarrollada por HydroLogic BV (Amersfoort), que provee soluciones inteligentes para la gestión operacional y estratégica del agua. Aplicaciones web inteligentes transforman los datos meteorológicos y de recursos hídricos provistos por radares y satélites en mapas y gráficos de alto valor para la toma de decisiones. La plataforma accede a los datos de todas las fuentes disponibles: sistemas telemétricos, bases de datos y *streams* de datos externos como los provistos por satélites y radares.

Asimismo, la empresa **VOF Dijk Monitoring Nederland** (Haarlem) ofrece un innovador **servicio de inspección y monitoreo de diques y presas**, asociando tecnologías de sensores, soluciones TIC y herramientas de diseño, a lo que suma la asesoría de expertos en geotecnia e hidrología. Uno de los socios de esta empresa es la prestigiosa consultora holandesa de ingeniería Arcadis.

Para conocer más proyectos y soluciones inteligentes de información en el sector del agua, visite **[www.dutchwatersector.com/expertise/smart-information-solutions/](http://www.dutchwatersector.com/expertise/smart-information-solutions/)**

# Construyendo con la naturaleza



**La ingeniería hidráulica holandesa vive una auténtica revolución en los últimos años tras adoptar el nuevo enfoque de “construcción con la naturaleza”**, que las empresas del país ya han aplicado con éxito en diversos países del orbe. El rediseño de fondos marinos, los arrecifes de ostras y el manejo de millones de metros cúbicos de arena que combaten eficazmente la erosión son algunas de las herramientas del nuevo *soft engineering*, que busca dejar atrás los impactos negativos de las grandes estructuras costeras y fluviales construidas en el pasado.

Por supuesto, no se trata de abandonar las grandes obras de defensas costeras –imprescindibles en casos climáticos extremos y en las que las empresas de ingeniería hidráulica holandesas destacan a nivel mundial–, sino de complementarlas donde y cuando sea posible con **intervenciones costeras de pequeña escala, flexibles y adaptativas, con ciclos de vida de una o dos décadas**. Se trata de soluciones nuevas que pueden adaptarse más fácilmente al incremento del cambio climático y el desarrollo socioeconómico.

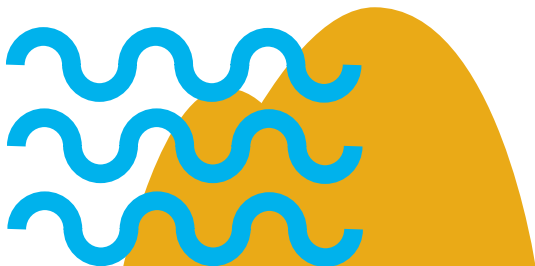
## Espacio para el Río

Fue con **el programa “Espacio para el Río”** que se produjo en Holanda un vuelco real en el enfoque adoptado para la gestión de bordes costeros. En vez de seguir combatiendo al agua y construir defensas aún mayores, **los holandeses escogieron brindar más espacio a los ríos, de modo que pudieran ejercer su conducta natural y al mismo tiempo, mejorar la calidad del paisaje.** Desde un comienzo, se trató de un programa multipropósito. La idea de mejorar la calidad espacial atrajo de inmediato a *stakeholders* y planificadores regionales, inspirándolos a hacer nuevas propuestas y ayudar así a las economías regionales.

El programa Espacio para el Río puede ser visto como uno de los primeros ejemplos de enfoques de “adaptación verde”. Más tarde, en 2012, finalizaría la construcción de un proyecto emblemático en torno a la idea de hacer un mejor uso del comportamiento de la naturaleza en lugar de constreñirlo: se trata del llamado **Motor de Arena**, localizado en Ter Heijde (provincia de Holanda del Sur), una solución de defensa costera consistente en una península de cerca de 21,5 millones de metros cúbicos de arena. En 20 años, se espera que el viento,

el oleaje y las corrientes terminen de distribuir dicha arena de un modo planificado. Al tiempo que cumple funciones de defensa costera y combate la erosión, el proyecto ya ha permitido en la actualidad nuevas especies de flora y fauna y la creación de espacios de recreación. El Motor de Arena fue desarrollado por la empresa holandesa Boskalis.

El mismo concepto fue aplicado en la construcción de **Maasvlakte II**, la nueva extensión del puerto de Rotterdam, donde **una isla artificial facilita que los sedimentos del río Rhin lleguen al Mar del Norte y no ingresen al puerto, lo que reduce la necesidad de dragado en el puerto.** Este tipo de soluciones no sólo son más amigables con el medio ambiente, sino que también generan un enorme ahorro al Estado holandés.



En la implementación de muchos de estos proyectos ha tenido una participación destacada **EcoShape**, consorcio conformado por empresas, institutos de investigación y reparticiones públicas holandesas que trabajan en conjunto para desarrollar soluciones sustentables e integradas de ingeniería hidráulica en regiones vulnerables. Veamos algunos otros proyectos en los que el consorcio ha participado.

### Ostras contra la erosión

En la primavera de 2013, la empresa Royal Haskoning DHV y el instituto de investigación Imares –ambos holandeses– asesoraron la construcción de un arrecife de ostras artificial en las costas de Bangladesh. El arrecife juega un importante rol en la protección contra inundaciones. Un bloque de 50 metros de altura conformado por tubos de desagüe de concreto, abierto en su parte superior, fue dispuesto en el fondo marino de la bahía de Bengala. Los tubos constituyen un excelente entorno para la reproducción de las ostras, que pronto alcanzan la edad adulta y conforman un arrecife completo. Éste reduce la fuerza del oleaje y las marejadas, de modo que la arena puede caer al fondo, lo que a su vez ayuda a proteger la costa de inundaciones. El arrecife de ostras también



atrae a cangrejos, camarones y peces, lo que estimula tanto la biodiversidad como la actividad pesquera. En Holanda ya se han implementado arrecifes semejantes en dos localidades del Escalda oriental (provincia de Zelanda).



### Dragado “verde”

Inevitablemente, el dragado afecta el ecosistema de los fondos marinos, a menudo conformados por barras de arena que corren en paralelo al movimiento de las mareas. Cuando la arena es extraída, el resultado es un fondo plano que limita sustancialmente la biodiversidad. Durante la construcción de Maas Plain 2, la fuerza de tareas Construyendo con la Naturaleza y el consorcio PUMA implementaron un nuevo método de dragado, consistente en la deposición de dos “crestas de arena” en áreas específicas. Estas áreas brindaron resultados prometedores: la variedad de plantas y animales es mayor y contienen cuatro a cinco veces más peces que las áreas aledañas.

Más información en **[www.ecoshape.nl](http://www.ecoshape.nl)**

# **Reducir, reutilizar, reciclar y recuperar**



El agua potable constituye un desafío en Holanda, país estuario de tres grandes ríos que atraviesan muchas ciudades e industrias europeas antes de arribar al Mar del Norte. En este sentido, el desarrollo de tecnologías de punta a nivel global en el tratamiento de aguas ha sido un camino obligado.

En los últimos años, sin embargo –y gracias a múltiples desarrollos tecnológicos–, **los holandeses ya no consideran las aguas residuales como un mero subproducto a procesar, sino como una valiosa fuente de energía renovable, materias primas y agua potable.** Este enfoque forma parte de un concepto mayor, en lo que puede denominarse una transición social hacia una economía circular.

**Holanda está liderando la adopción del concepto de economía circular,** enfoque en el que se asume que gran parte de lo que la sociedad produce como desecho puede constituir insumos para otros procesos productivos. La generación de valor (económico) agregado se mide a través de los procesos de reducción, reutilización y reciclaje. Las nuevas tecnologías del agua resultan claves en este contexto.

## Revolución tecnológica

En 2012 se inicia una nueva revolución tecnológica con la apertura de la primera **planta Nereda** de tratamiento de aguas. Se trata de un **proceso de purificación exento de químicos que utiliza las propiedades únicas de la biomasa aeróbica granular (lodo)**; es una tecnología sustentable, completamente biológica y de bajo costo. De hecho, requiere apenas un 25% de la superficie que utilizan las plantas de tratamiento de lodos biológicos activadas convencionalmente, además de ahorrar un 50% de energía en relación a estas últimas.

Esta galardonada tecnología fue desarrollada en conjunto por la Universidad Tecnológica de Delft, la Fundación Holandesa para la Investigación Aplicada del Agua (STOWA) y la empresa holandesa Royal Haskoning HDV. Actualmente ya hay más de 30 plantas Nereda de tratamiento de aguas residuales en operación o en construcción en los 5 continentes.

En 2014, por otra parte, PWN Technologies lanzó la primera planta de tratamiento que combina las **tecnologías de intercambio iónico (Suspended Ion Exchange-SIX) y filtración mediante membranas cerámicas (Ceramac).**

Ambas tecnologías son desarrolladas por PWN para el pre-tratamiento de aguas superficiales. Asociadas a las existentes **tecnologías UV-peróxido de hidrógeno (oxidación avanzada de aguas residuales) y filtración con carbón activo**, la tecnología holandesa se encamina a una robusta y sustentable producción de agua potable. De hecho, la tecnología Ceramac ya fue introducida en la operación de la planta Choa Chu Kang de la empresa de agua potable PUB en Singapur.

Por otra parte, **el gobierno holandés se asoció con empresas y centros de investigación para transformar ocho plantas de tratamiento de aguas residuales en “Fábricas de Energía”**. Y ya están alistándose para entrar en funcionamiento otras nueve. Se está llevando adelante la investigación para lograr la recuperación de



valiosas materias primas a partir de las aguas residuales, como el **alginato y la celulosa**. Y ya se están recuperando **fosfatos** en siete plantas de la red. En Amsterdam –cuyo municipio ya se ha comprometido con un extenso programa de economía circular–, 12 millones de metros cúbicos de **biogas** son producidos anualmente en la actualidad. Adicionalmente, este plan de tratamiento de aguas residuales está produciendo 500 toneladas de **estruvita** cada año (la estruvita es un componente básico de fertilizantes).

**El agua residual tratada puede ser usada en más ciclos: para la agricultura, donde ya existen pilotos para su uso en invernaderos, o para procesos industriales.** En la “fábrica de agua” de Emmen se produce agua pura a partir de agua residual que la empresa estatal NAM utiliza para la refinación de petróleo. En el caso de Dow Chemicals, el agua se usa hasta en tres ciclos: después del uso residual se trata para el proceso industrial, y luego se vuelve a tratar para las torres de enfriamiento.

Una combinación inteligente de las tecnologías existentes y nuevas hace que sea posible obtener energía a partir de aguas residuales, y que se pueda utilizar para abastecer los hogares con electricidad y biogás.

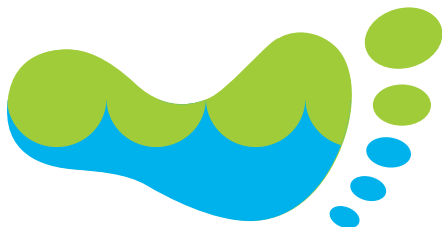
Por su parte, las juntas de agua cosechan anualmente una gran cantidad de plantas de agua, juncos y hierbas. Esto se ha visto como un producto de desecho. Pero ahora se pretende usarlo como un nuevo insumo para el papel, por ejemplo, y para la alimentación animal. Esta biomasa también puede servir como materia prima para biocombustibles. La bioenergía también reduce el uso de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo y, por ende, reduce las emisiones de gas de efecto invernadero.

Como se ve, las aguas residuales poseen múltiples alternativas de reutilización. El desafío que se ha planteado Holanda es aprovechar estas materias primas para darles nuevos usos.

Más información en:

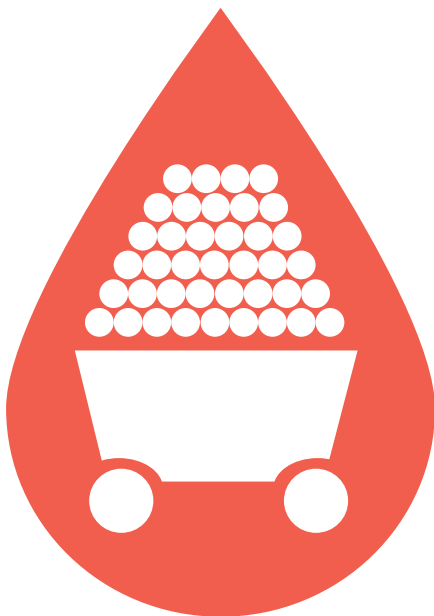
**[www.efgf.nl/](http://www.efgf.nl/)**

**[www.dutchwatersector.com/expertise/  
watertechnology-and-the-circular-economy/](http://www.dutchwatersector.com/expertise/watertechnology-and-the-circular-economy/)**



Agua en la minería

# Una gestión crítica





En la minería, la gestión del agua constituye un aspecto operacional crítico. Los desafíos para asegurar cantidades suficientes de agua a ser utilizada en las operaciones mineras y el difícil manejo de los impactos en las cuencas adyacentes, motivan la búsqueda de nuevas soluciones y estrategias para mejorar la gestión del uso del agua. Además del impacto ambiental, los impactos social y económico también constituyen aspectos críticos que deben ser tratados con responsabilidad y un enfoque diferente de la gestión del agua a lo largo de todo el ciclo de vida de las operaciones mineras.

Todos estos desafíos requieren soluciones sustentables. Y aunque los días de la minería holandesa hace mucho que quedaron atrás, Holanda puede ofrecer un *know how* de clase mundial en el ámbito de la gestión de recursos hídricos. El *cluster* del agua holandés está generando constantemente soluciones innovadoras e integradas que utilizan un enfoque de largo plazo.

**Para la industria minera, el sector del agua holandés provee no sólo una amplia oferta de *expertise* para mejorar las prácticas de gestión del agua en las propias operaciones mineras, sino también para mitigar el impacto de las actividades mineras en el medio ambiente, la calidad del agua y el uso de la tierra.**

## Al rescate

Una intervención destacada de empresas holandesas en el ámbito minero la constituye el tratamiento de aguas contaminadas con sulfatos y metales pesados en un curso de agua próximo a la mina de níquel de Talvivaara (sur de Finlandia), la mayor de Europa. Unos 220.000 metros cúbicos de sedimentos altamente contaminados no pudieron ser contenidos en 2012, luego que se detectaran pérdidas en una laguna de relave de 1,4 millones de metros cúbicos. **Para capturar los metales pesados y sulfatos en el barro y el agua residual se utilizó la tecnología avanzada de los contenedores TenCate Geotube, provistos por la empresa holandesa TenCate,** lográndose en tiempo récord la caída de los niveles de contaminación del agua bajo los límites impuestos por la autoridad ambiental local, con lo que la mina pudo reiniciar sus operaciones.

Para ver éste y otros proyectos e intervenciones de empresas holandesas en el sector minero alrededor del mundo, consultar en **[www.tencate.com/amer/water-and-environment/](http://www.tencate.com/amer/water-and-environment/)** y **[www.dutchwatersector.com/expertise/mining/](http://www.dutchwatersector.com/expertise/mining/)**

Actualmente se está desarrollando en Holanda una red que asocia el conocimiento y el *expertise* de diferentes organizaciones, instituciones y empresas. Esta red será la base de una nueva Plataforma del Agua y la Minería, que busca asociarse con la industria minera para proveer soluciones y estrategias requeridas por una minería sostenible, desarrollada en equilibrio con el medio ambiente, los recursos hídricos y la sociedad.



Educación

# Capital humano para los desafíos del mañana



**Holanda posee prestigiosas instituciones para la formación profesional en el sector del agua. Y un novedoso programa para jóvenes profesionales, en alianza con universidades, centros de investigación y empresas holandesas.**

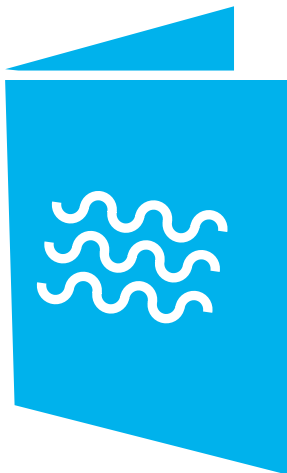
Los expertos en recursos hídricos son cada vez más necesarios: el desarrollo económico ha hecho que la demanda de agua potable se incremente en diversas partes del mundo, al tiempo que el cambio climático ha creado nuevos desafíos para los que el número de actuales expertos será claramente insuficiente.

Como resulta evidente en un país que es líder mundial en el sector del agua, Holanda posee destacadas instituciones de formación profesional en este ámbito. Entre las **casas de estudios regulares** que ofrecen programas en inglés en el sector del agua están la Universidad de Ciencias Aplicadas NHL (Leeuwarden); la Universidad Saxion de Ciencias Aplicadas (Enschede y Deventer); la Universidad Van Hall Larenstein de Ciencias Aplicadas (Leeuwarden, Wageningen y Velp); la Universidad de Wageningen y su prestigioso Centro de Investigación WUR (Wageningen); la Universidad HZ de Ciencias Aplicadas (Vlissingen); la

Universidad Tecnológica de Delft; la Universidad de Ciencias Aplicadas de Rotterdam, y la Universidad de Utrecht.

En cuanto a **centros de enseñanza especializada**, están el Instituto Unesco-IHE para la Educación Relativa al Agua, el Instituto Wetsus y la World Water Academy.

Más información en **[www.studyfinder.nl](http://www.studyfinder.nl)**



## Programas YEP

El Ministerio de Asuntos Exteriores de los Países Bajos y la Asociación Holandesa del Agua dieron inicio al Programa Joven Experto del Agua (YEP Water, por sus siglas en inglés), con el objetivo de contribuir a la disponibilidad continua de profesionalismo y experiencia internacional en este sector. La iniciativa ofrece a los jóvenes holandeses profesionales la oportunidad de adquirir experiencia profesional en el extranjero, y a profesionales jóvenes de otras nacionalidades la ocasión de dar sus primeros pasos en un entorno de trabajo internacional a través de organizaciones holandesas, aportando así a una nueva generación de expertos en agua. Los temas del programa están relacionados con la gestión eficiente del agua, en particular en el sector agrícola; la mejora de la gestión de las cuencas hidrográficas y estuarios seguros, y el acceso al agua potable y el saneamiento.

Más información en **[www.yepprogrammes.com](http://www.yepprogrammes.com)**



# LAND LIFE COMPANY

El cambio climático y la degradación de los suelos están entre las mayores amenazas que enfrenta nuestro mundo en la actualidad, destruyendo medios de vida alrededor del mundo. Land Life Company se ha propuesto restaurar parte de los 2 mil millones de hectáreas de tierra degradada. Con este fin, hemos desarrollado Cocoon, una tecnología de



bajo costo, eficiente en términos de uso de agua y biodegradable, que permite la plantación de árboles de modo sostenible y escalable. Esta disruptiva solución utiliza sólo 25 litros de agua por árbol e incrementa la tasa de supervivencia desde 0-20% a 80-95%, al tiempo que ayuda al árbol a desarrollar un fuerte sistema de raíces.

Land Life Company ha implementado exitosamente proyectos de restauración natural Cocoon en 15 países, incluyendo por ejemplo EE.UU., México, España, Sudáfrica, Arabia Saudí y Australia. También hemos iniciado un proyecto piloto en Chile en colaboración con el Instituto Forestal; los primeros resultados muestran una significativa disminución en el uso de agua y un incremento de la tasa de supervivencia en comparación con los métodos tradicionales.

---

Contacto:

**Willemijn Stoffels**

w.stoffels@landlifecompany.com

+31 6 20263794

Mauritskade 63 | 1092 AD Amsterdam | the Netherlands

[www.landlifecompany.com](http://www.landlifecompany.com)



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

- ¿Cómo podemos optimizar la distribución de agua dulce entre agua potable, energía, agricultura, industria y ecología?
- ¿Cómo implementamos una acuicultura y una producción pesquera sostenibles en el medio ambiente marino?
- ¿Cómo podemos reducir el uso de agua en la agricultura?
- ¿Cuáles son las mejores soluciones para monitorear la biota marina, incluidas las posibilidades de recolección de data por parte de la industria pesquera?
- ¿Cómo podemos prevenir el estrés térmico en las ciudades como resultado del cambio climático?
- ¿Cómo diseñar e implementar los conceptos de “Construcción con la Naturaleza” en sistemas costeros y de agua dulce?
- ¿Qué modelos y medidas son adecuados para reducir los daños por inundaciones?
- ¿Cómo podemos diseñar e implementar políticas de planificación espacial (marinas) y la explotación sostenible de recursos terrestres y marinos?
- ¿Cómo podemos recuperar nutrientes de los flujos residuales?

Éstas son sólo algunas preguntas que gobiernos, institutos de investigación, universidades, empresas y ONGs nos piden resolver. Wageningen University &

Research ofrece análisis y soluciones independientes basadas en evidencias a estos interrogantes. Buscamos incrementar la calidad de vida enfocándonos en el uso sostenible del medio ambiente viviente y sus recursos, incluyendo agua dulce, entornos costeros y marinos, suelos, atmósfera, biodiversidad y agricultura...

Como universidad, desarrollamos investigación científica y ofrecemos educación. Como instituto de investigación llevamos adelante investigación aplicada para generar soluciones prácticas. Como socio en el ámbito del conocimiento, trabajamos con ministerios, industria, ONGs y socios educativos.

Nuestra fuerza reside en nuestro enfoque integrado e interdisciplinario. Conectamos stakeholders y asociamos ciencias sociales, económicas, naturales y tecnológicas. Nuestros estudiantes de MSc y candidatos a PhD provienen de más de 100 países alrededor del mundo. Nuestros proyectos van desde la protección de los polders holandeses de las inundaciones al estudio de la captura de carbono en el Amazonas.

[www.wur.nl/en](http://www.wur.nl/en)

---

**Ria Hulsman**

Gerente America Latina

Wageningen UR

[ria.hulsman@wur.nl](mailto:ria.hulsman@wur.nl)

tel: +31317482383

móvil: +31-612797448



COLUBRIS ENVIRONMENT es un sólido y robusto grupo de empresas, que se ha comprometido por un futuro limpio, sano y habitable para las personas y la naturaleza. Somos un socio confiable en el sector industrial, que ofrece soluciones rentables para sus problemas medioambientales.

En tratamiento de aguas residuales, reciclaje de residuos y soluciones con base biológica, COLUBRIS ENVIRONMENT es único: un sistema constructor con una moderna planta de producción propia, alta ingeniería y mucha experiencia en gestión de proyectos.

Ofrecemos nuestra expertise en todos los posibles formatos, desde trabajos de ingeniería, maquinaria, piezas y partes de maquinaria,

técnicas de conducción hasta instalaciones completas –incluido el montaje, puesta en marcha, servicio y mantenimiento–.

El grupo de empresas COLUBRIS ENVIRONMENT está conformado por las siguientes compañías: Redox Water Technology, Redox Waste Recycling, Ingenieursbureau Schneider, K-Pack Water Technology y UCY Waste-Water to Energy.

Y todo es fabricado en nuestra planta de producción ColubrisTechnology.

Nuestro lema es: **¡Sustentabilidad holandesa para un futuro rentable!**

---

Contacto:

**Colubris Environment B.V.**

Stevinstraat 11-15

7102 DZ Winterswijk

Nederland (Países Bajos)

T: 0543 – 55 13 70

E: [office@colubris-environment.nl](mailto:office@colubris-environment.nl)

W: [www.colubris-environment.nl](http://www.colubris-environment.nl)

# Van Oord



## Marine ingenuity

**Van Oord** opera alrededor del mundo como contratista principal de dragado, ingeniería marítima y proyectos energéticos off-shore (petróleo, gas y viento), ofreciendo soluciones innovadoras a los retos marinos. La compañía opera en más de cincuenta países.

Somos una empresa privada de responsabilidad limitada cuya sede se encuentra en Rotterdam (Países Bajos). Nuestros empleados son profesionales emprendedores y entregados, apasionados por el agua y la tecnología. Entienden que la cooperación es crucial para obtener los mejores resultados posibles.

Van Oord es una empresa familiar que ofrece soluciones marítimas de gran valor, tanto para el día de hoy como para el futuro. Seguridad, sostenibilidad y continuidad van de la mano en este aspecto. Van Oord pone gran énfasis en su cadena de valor que se extiende desde proveedores a clientes.

Ofrecemos soluciones para:

**Transporte marítimo**

**Consumo de energía**

**Subida del nivel del mar**

**Urbanismo**

**Turismo**

---

**Van Oord Dredging and Marine Contractors bv**

PO Box 8574, 3009 AN Rotterdam, The Netherlands

Schaardijk 211, 3063 NH Rotterdam, The Netherlands

T +31 (0)88 8260000, F +31 (0)88 8265010, E [info@vanoord.com](mailto:info@vanoord.com)

[vanoord.com](http://vanoord.com), I [www.vanoord.com](http://www.vanoord.com)

## **Instituto holandés con expertise en agua,suelo y subsuelo**

Deltares es un instituto independiente especializado en tecnologías de deltas, con un gran conocimiento sobre el agua, el suelo y el subsuelo. Somos líderes en el desarrollo, la divulgación y la aplicación de conocimientos para la planificación sostenible y la gestión de deltas, costas y áreas fluviales vulnerables.

Nuestros profesionales realizan investigación aplicada y ofrecen asesoramiento especializado, en Holanda y en el extranjero, a clientes que desean ver implementados los últimos desarrollos del conocimiento. Asesoramos al Estado y a empresas en la búsqueda de soluciones apoyadas por la sociedad. Desarrollamos nuestros conocimientos junto a universidades, otros institutos de conocimiento y la empresa privada, en programas de investigación del Estado, pero también a través de la investigación por contrato. Deltares cuenta con 900 empleados y tiene sedes en Delft y en Utrecht.



Nuestro expertise:

- Gestión urbana del agua
- Gestión integral de la costa
- Gestión integral del agua
- Cambio climático
- Seguridad y riesgos
- Sistemas operativos de advertencia y gestión
- Calidad del agua y del suelo
- Presas y diques
- Obras hidráulicas
- Sector costa afuera
- Obras de entrada y salida
- Desarrollo territorial y medio ambiente
- Transporte e infraestructura de línea
- Management innovador
- Estudios estratégicos

---

Contacto:

**Hans van Duijne**

International Project Manager

T: +3188 3357776

M: +316 5354 8482

Visiting Address: Princetonlaan 6, 3584  
CB Utrecht, The Netherlands



# Boskalis

**Dredging & Marine Experts**

Boskalis es un actor global líder en el ámbito de la defensa costera y la protección de las riberas. Diseñamos, construimos y mantenemos barreras duras, tales como diques, represas y barreras contra inundaciones, así como defensas de mar blandas, entre ellas la repoblación en la playa y cerca de la costa. Además, ofrecemos soluciones innovadoras para formas de protección costera basadas en los principios de construcción con la naturaleza, como los motores de arena y el uso de manglares.

## **Garantizar la seguridad y el equilibrio natural**

La seguridad y el equilibrio natural son los aspectos más importantes de una buena protección costera. Nuestra vasta experiencia y especialización nos permiten ayudar con la evaluación económica y ambiental en un proyecto de protección costera. Tenemos un historial probado y la unidad para mantener un ecosistema bien equilibrado.

## Nuestras soluciones son innovadoras y se construyen con las fuerzas de la naturaleza

- Los motores de arena utilizan fuerzas naturales como las mareas, el viento, las corrientes y las olas para separar la arena a lo largo de la costa desde un lugar central de reposición.
- Creación de un sistema de reducción de olas: algunos ejemplos son el enfoque combinado de la recuperación de tierras y nuevos bosques de manglares para proteger la zona costera de Java del Norte, en Indonesia, y un dique reductor de olas en los Países Bajos. Se espera que un bosque de sauces, plantado a lo largo del frente del dique, pueda absorber hasta el 80% de la fuerza de las olas.

---

Boskalis International  
B.V.  
Rosmolenweg 20  
3356 LK Papendrecht  
PO Box 43  
3350 AA Papendrecht  
The Netherlands  
T +31 78 6969000  
F +31 78 6969555  
royal@boskalis.com  
www.boskalis.com

Estoril 200 Oficina 636  
Las Condes  
Santiago - Chile  
T + 56 2 895 3095  
jaap.scheele@boskalis.com



**UNESCO-IHE**  
Institute for Water Education

UNESCO-IHE (Institute for Water Education) es un instituto internacional creado en 2003 y enfocado en la educación en temas relacionados con el agua. El instituto es continuador de la tarea iniciada como IHE en 1957, con cursos de posgrado en ingeniería hidráulica para profesionales de países en desarrollo.

A nivel mundial es la institución más grande dedicada a la educación en temas relacionados con el agua, y es el único instituto dentro del sistema de la Organización de las Naciones Unidas acreditado para conferir títulos de maestría en ciencias (MSc).

Desde sus inicios en 1957, el instituto IHE, como era conocido, ha dado educación a nivel de posgrado a más de 15.000 profesionales (ingenieros y científicos) de 160 países. El instituto también ha graduado a más de 150 doctores (PhD) y ha ejecutado numerosos proyectos de investigación y de fortalecimiento institucional local a lo largo y ancho del mundo.

UNESCO-IHE ofrece programas de maestría en ciencias, doctorado, cursos cortos, cursos hechos a la medida y diplomados en temas relacionados al agua.

## **MSc en Ingeniería de Tratamiento y Distribución de Agua**

Maestría en Ciencias a tiempo completo, acreditada por el gobierno de los Países Bajos.

### **Temática:**

I) Tratamiento de agua superficial; II) Tratamiento de aguas subterráneas; III) Transporte y distribución de agua; IV) Desalinización, tecnologías de membrana y procesos avanzados de oxidación; V) Diseño de procesos y plantas de tratamiento de agua; VI) Provisión descentralizada de agua; VII) Trabajo de investigación.

**Lugar:** Delft, Países Bajos

**Comienzo:** Octubre (3<sup>a</sup> semana)

**Duración:** 18 meses

**Idioma:** Inglés

**[www.unesco-ihe.org/uws-wse](http://www.unesco-ihe.org/uws-wse)**

**Más información:** Dr.ir. Sergio Salinas  
([s.salinas@unesco-ihe.org](mailto:s.salinas@unesco-ihe.org))

**[www.unesco-ihe.org](http://www.unesco-ihe.org)**

De origen holandés y con más de 125 años en el mercado, Arcadis es reconocida mundialmente como líder en Design & Consultancy, destacando en las áreas de minería, infraestructura, energía, medio ambiente y recursos hídricos.

En Arcadis trabajamos en sintonía con nuestros especialistas presentes en todo el mundo, entregando a nuestros clientes, tanto privados como del sector público, soluciones sostenibles en el tiempo, para desafíos complejos. Para esto desarrollamos la aplicación de diseño, consultoría, ingeniería y servicios en las diversas etapas de los proyectos.

En materia de Recursos Hídricos, disponemos de un equipo altamente especializado, con un fuerte componente en modelación, que nos permite dar respuesta a las actuales y futuras necesidades de nuestros clientes, abarcando el ciclo completo del agua (ciclo hidrológico + uso sustentable).

**ASESORÍA ESTRATÉGICA Y ESPECIALIZADA  
EN RECURSOS HÍDRICOS**

Más de  
**30.000**  
proyectos  
en todo el  
mundo

**Número 1**  
en Aguas del  
Ranking ENR

Lanzó Índice  
de Ciudades  
Sostenibles  
en Agua  
2016

**Arcadis en Chile**

Antonio Varas 621

T: 2 2381 6000

C: [info.cl@arcadis.com](mailto:info.cl@arcadis.com)  
[arcadis.com](http://arcadis.com)

