

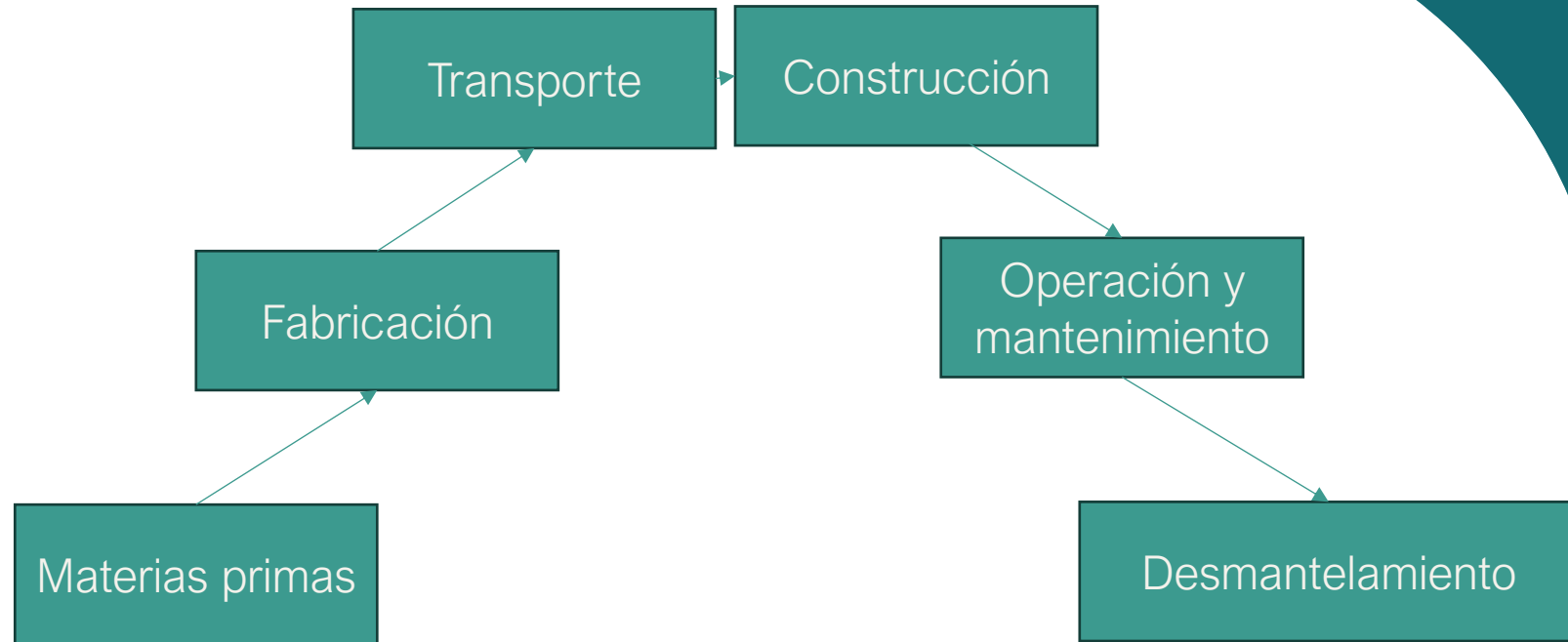


¿Qué tan “limpia” es la energía eólica costa afuera?

UNA MIRADA DESDE LA
SOSTENIBILIDAD EMPRESARIAL

Elsa Quicazán, PhD
Bióloga · Científica · Profesional Ambiental · Artista

Una tecnología no existe aislada.



Un proyecto offshore es una cadena de actividades, empresas y decisiones.

Pregunta

- Y si pensamos en todo el ciclo de vida del proyecto... ¿qué impactos ambientales creen ustedes que puede tener un proyecto eólico costa afuera?



Impactos ambientales de un proyecto eólico costa afuera



Cambio climático

Emisiones de GEI · huella de carbono



Recursos y materiales

Materias primas · consumo de recursos · residuos



Medio físico marino

Fondo marino · sedimentación · ruido submarino · campos electromagnéticos



Biodiversidad

Especies · hábitats · comunidades y procesos ecológicos

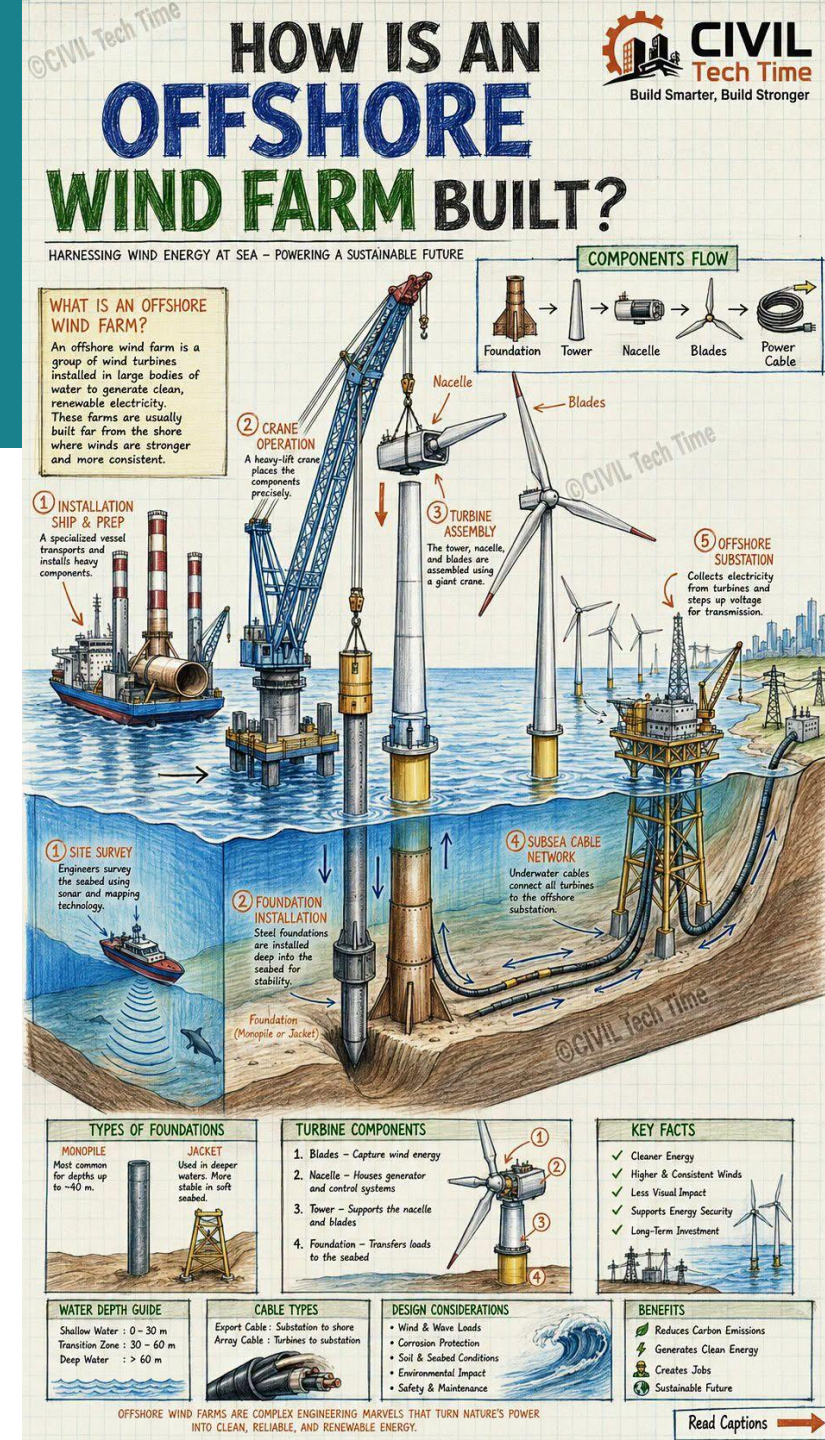


Muchos impactos, muchos actores

Un proyecto eólico offshore involucra una cadena de empresas, actividades y decisiones.

- Desarrollador → Fabricantes → Contratistas → Proveedores → Operadores

No todas las empresas tienen control
sobre los mismos impactos.



¿Qué hacía la empresa para la que trabajaba?



Contratista de construcción costa afuera

Principales actividades

- 🚧 Instalación de cimentaciones
- 🏗️ Instalación de aerogeneradores
- 🛜 Instalación de cables submarinos

Principal activo:

- Barcos especializados

¿Qué estaba bajo nuestro control?



La empresa

- 🚢 Operación de los barcos
- ⛽ Combustible utilizado
- 👷 Operaciones y procedimientos
- 🏢 Operación de oficinas
- ♻️ Residuos generados por nuestras actividades
- 🌍 Emisiones asociadas a nuestras operaciones

Sus clientes

- 📍 Ubicación del parque
- 🏗️ Diseño del parque
- 💡 Tipo y diseño de aerogeneradores
- 🔌 Diseño y tipo de cables
- 🐞 Estrategias de biodiversidad
- 🗑️ Manejo de residuos del proyecto

Podíamos influir en algunas cosas, pero no decidir sobre todas.

¿Quién es responsable de estos impactos?



Image courtesy of Ørsted/Rhode Island Current

- ¿ La empresa que los genera?
- ¿La empresa que toma la decisión?
- ¿El desarrollador del proyecto?
- ¿Toda la cadena de valor?

¿Tener control sobre un impacto y ser responsable por él son necesariamente lo mismo?

Los impactos cambian a lo largo del ciclo de vida



Photo by Unknown Author is licensed under [CC BY-ND](#)



Photo by Unknown Author is licensed under [CC BY-ND](#)



Photo: Offshore Wind Ørsted

Construcción

- 🚢 Tráfico marítimo
- 🔊 Ruido submarino
- 🌊 Alteración del fondo
- 👉 Emisiones
- 🐟 Perturbación de fauna

Operación

- ⚓ Mantenimiento
- 🔊 Ruido
- 🌊 Presencia de estructuras
- 👉 Emisiones
- 🐟 Interacciones ecológicas

Desmantelamiento

- 🚢 Tráfico marítimo
- 🔊 Ruido
- 🌊 Alteración del fondo
- 👉 Emisiones
- 🐟 Perturbación de fauna

La naturaleza y magnitud de los impactos dependen de la etapa del proyecto.

Una tecnología baja en carbono, pero no libre de emisiones



Image source: Cadeler

¿De dónde vienen las emisiones?

Materias primas → Fabricación → Transporte → Instalación →
Operación & mantenimiento → Desmantelamiento

La mayor parte de la huella de carbono ocurre
antes de que el aerogenerador produzca electricidad.

La energía renovable también necesita recursos



ACERO

Cimentaciones · torres · estructuras

COBRE

Cables · componentes eléctricos

CEMENTO

Infraestructura portuaria · cimentaciones asociadas

MATERIALES COMPUESTOS

Aspas · components

Descarbonizar el sistema energético no significa dejar de extraer recursos.



El océano no es un espacio vacío

ES UN ECOSISTEMA COMPLEJO QUE YA
TIENE ESTRUCTURA, VIDA E
INTERACCIONES.

Construir infraestructura = modificar un ecosistema



Image: De Wilde Noordzee - Filmkoepel



Image: losandes.com

ACTIVIDAD

Instalación de una cimentación



CAMBIO DE AMBIENTE

Ruido · vibración · alteración del fondo · nueva estructura



RESPUESTA ECOLÓGICA

Cambio de comportamiento · desplazamiento · colonización · modificar el hábitat



EFFECTO SOBRE LA BIODIVERSIDAD

Especies · comunidades · hábitats · procesos ecológicos

¿Cómo puede afectar un proyecto offshore a la biodiversidad?



Photo by Unknown Author is licensed under [CC BY-ND](#)



Photo by Unknown Author is licensed under [CC BY-ND](#)



Photo: Offshore Wind Ørsted

Construcción

-  Ruido submarino
-  Alteración del fondo marino
-  Sedimentación y turbidez
-  Tráfico y presencia de embarcaciones

Operación

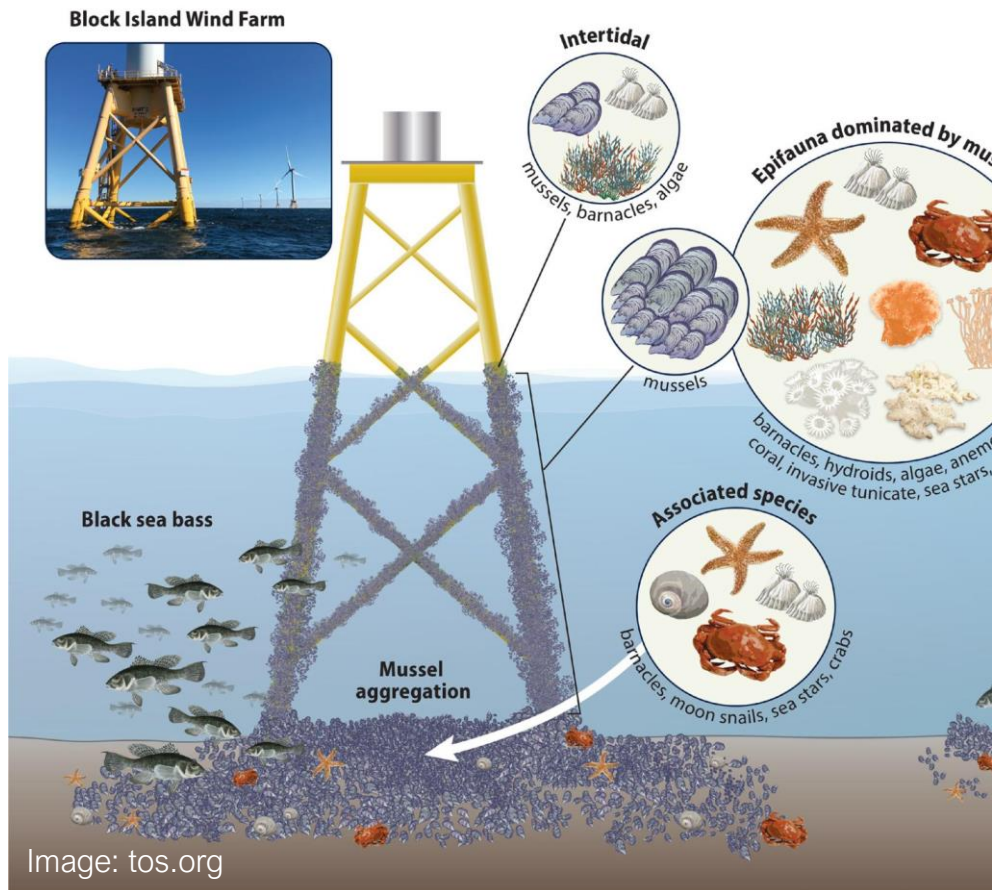
-  Nuevas estructuras y hábitats
-  Ruido y actividad de mantenimiento
-  Cables submarinos
-  Interacciones con aves, murciélagos y animales acuáticos

Desmantelamiento

-  Ruido y perturbación
-  Alteración del fondo
-  Remoción de estructuras

Los impactos dependen de la actividad, el lugar, el momento y las especies o comunidades presentes.

Un mismo proyecto puede tener efectos diferentes



🏗️ Una nueva estructura en el fondo marino

Puede significar:

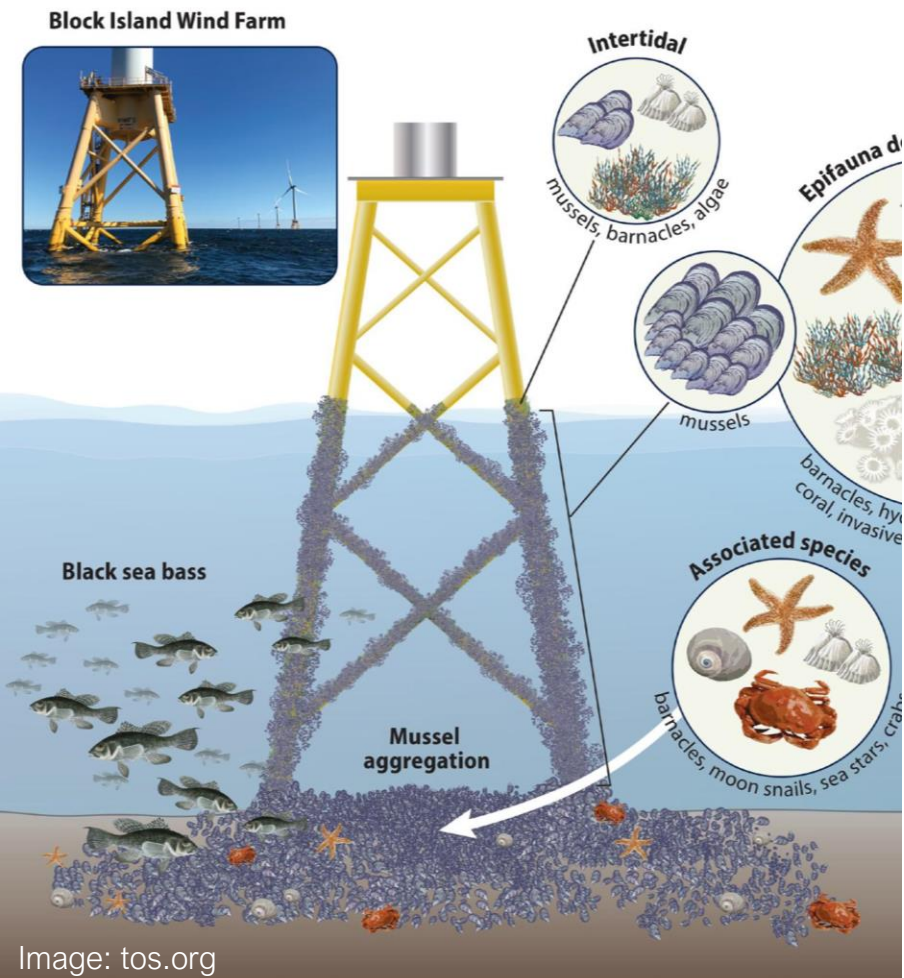
● Pérdida o alteración de un hábitat existente

PERO TAMBIÉN

● Creación de nuevo sustrato para otros organismos

El resultado depende de dónde, cómo y para quién diseñamos.

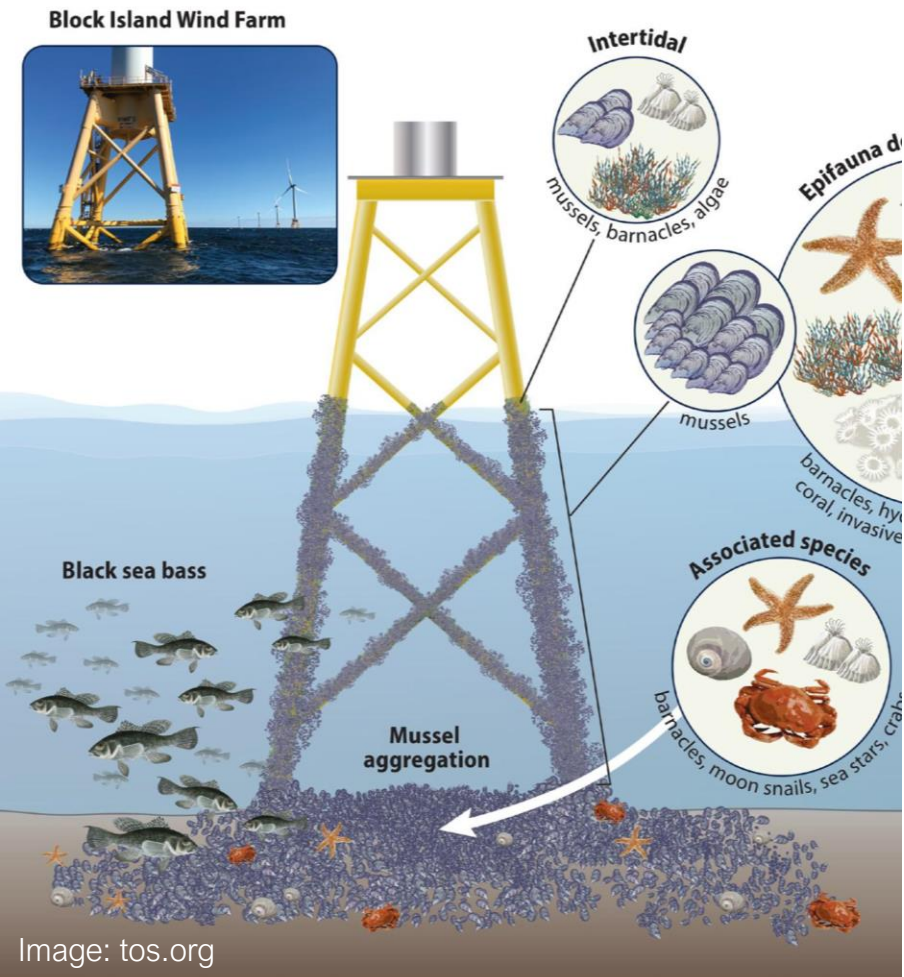
Pregunta



Si ustedes pudieran modificar el diseño de esta estructura antes de instalarla, ¿qué intentarían conseguir desde el punto de vista ecológico?

Piensen en: hábitat · especies · conectividad · refugio · biodiversidad

¿Y si cambiamos la pregunta?



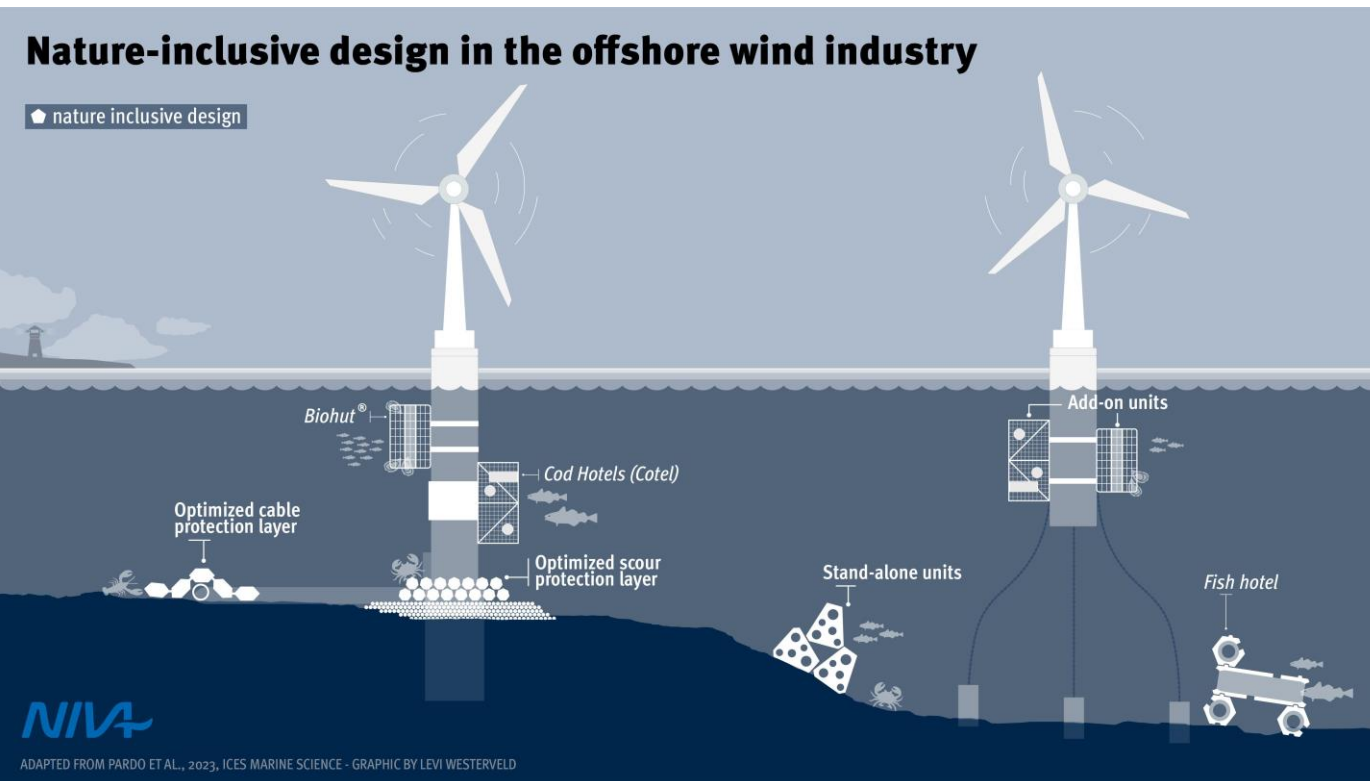
✗ ¿Cómo reducimos el impacto de la infraestructura?



🌱 ¿Cómo puede la infraestructura contribuir al ecosistema?

De “hacer menos daño” → a “diseñar para una interacción ecológica positiva”

NATURE – INCLUSIVE DESIGN



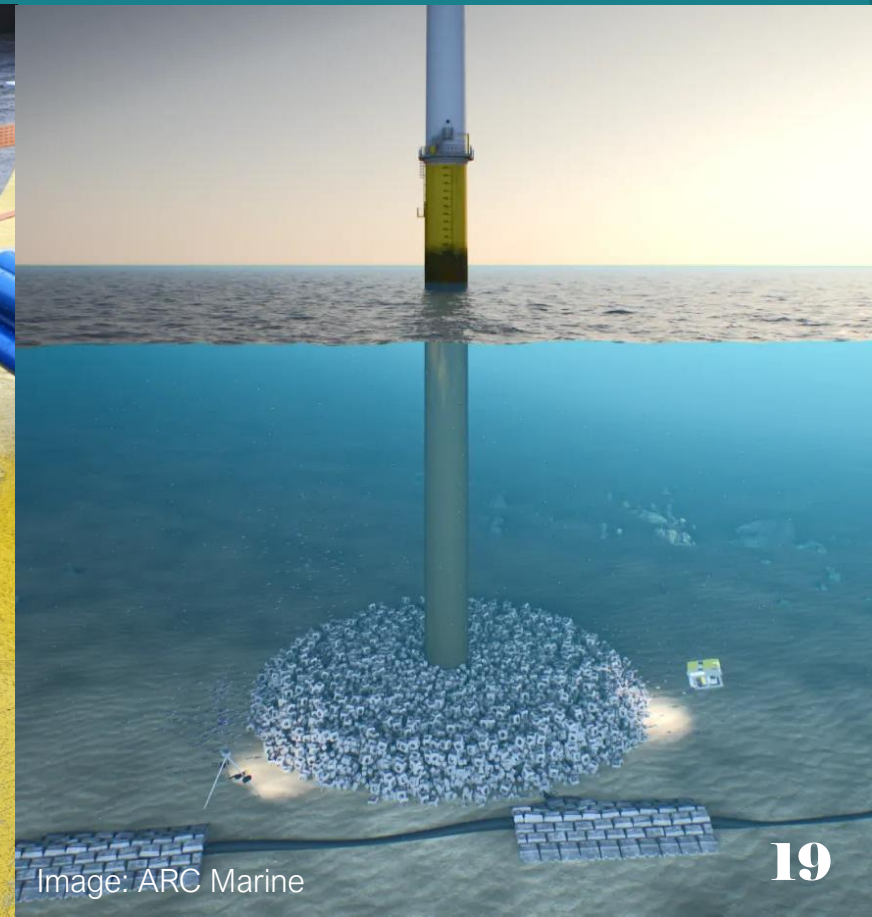
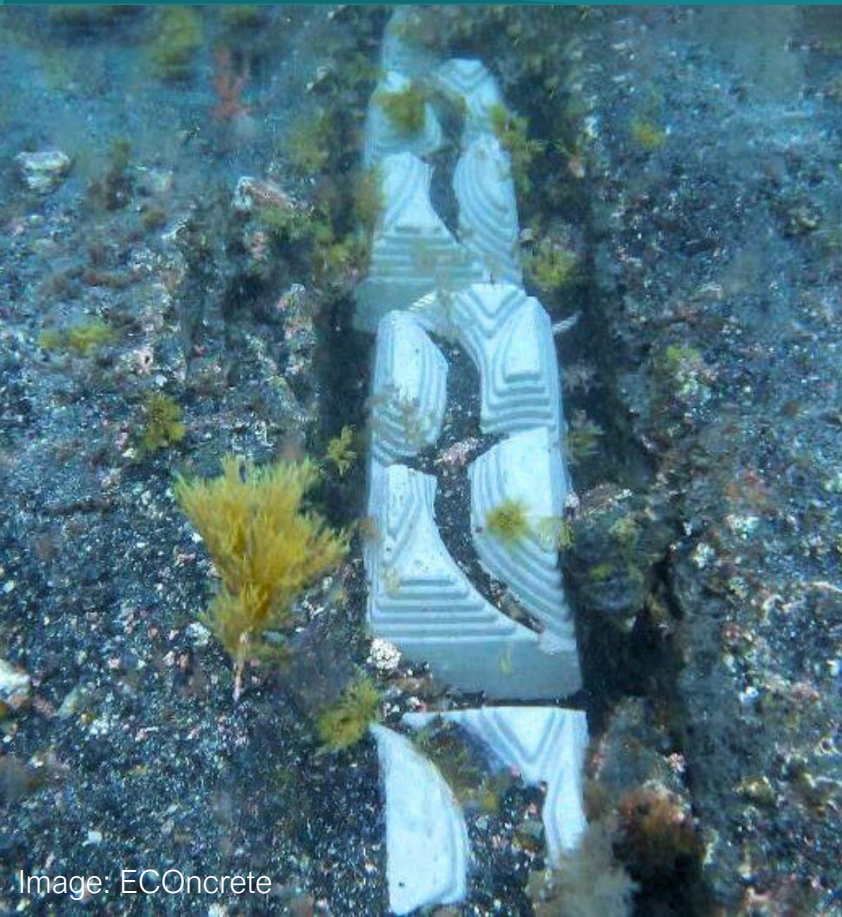
Diseñar infraestructura teniendo en cuenta, desde el inicio, su interacción con la naturaleza.

- **PREVENIR:** Evitar impactos innecesarios
- **MINIMIZAR:** Reducir los impactos inevitables
- **INTEGRAR:** Incorporar oportunidades para la naturaleza

La naturaleza no es una restricción al diseño.

También puede ser parte del diseño.

NATURE – INCLUSIVE DESIGN



¿Para quién estamos diseñando?

El objetivo ecológico debe guiar el diseño y el monitoreo.



NID no es simplemente “poner naturaleza” en una estructura.

Es definir qué resultado ecológico queremos conseguir y cómo sabremos si ocurrió.

¿Qué nos llevamos?

UNA INFRAESTRUCTURA SOSTENIBLE NO SE EVALÚA SOLAMENTE POR LO QUE PRODUCE.

También debemos preguntarnos:

- ¿Qué recursos requiere?
- ¿Qué impactos genera?
- ¿Quién tiene capacidad de decisión?
- ¿Qué ocurre durante todo su ciclo de vida?
- ¿Cómo interactúa con el ecosistema?

¿Podemos diseñarla de otra manera?



Image: EConcrete



Image: Ocean Health

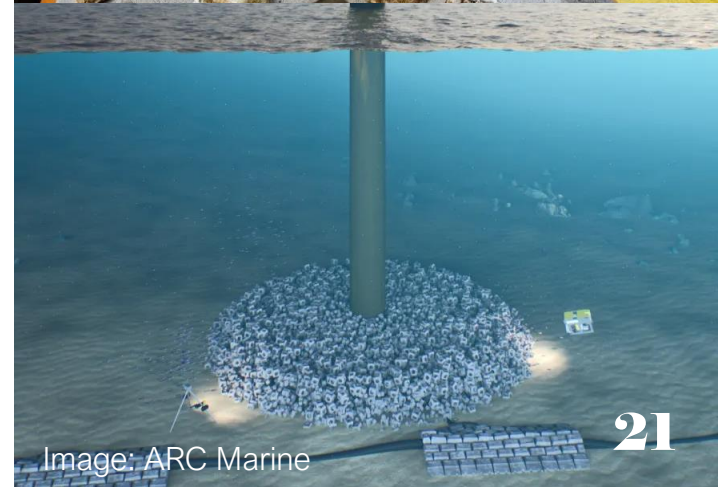


Image: ARC Marine



Gracias

Elsa Quicazán, PhD

bioinspirada@gmail.com · www.bioinspirada.com

Bióloga · Profesional Ambiental · Artista

SISTEMAS BIOLÓGICOS

Biomecánica Animal · Biomimética

ENERGÍA EÓLICA MARINA Y OCÉANO

Sostenibilidad Ambiental · Biodiversidad · Nature-Inclusive Design

ARTE Y CIENCIA

Ilustración de Naturaleza · Comunicación Científica

Illustration:
Elsa Quicazán.
Bioinspirada.



¿Qué tan baja es su huella de carbono?

Emisiones de ciclo de vida

Tecnología	Emisiones de ciclo de vida*
 Carbón	900–1.200 g CO ₂ e/kWh
 Gas natural	480–650 g CO ₂ e/kWh
 Eólica	~5–11 g CO ₂ /kWh

¿De dónde vienen las emisiones de la eólica?

Materiales + fabricación → principal fuente de emisiones en la energía eólica

Transporte + instalación → contribución adicional

Operación → muy baja

Desmantelamiento → contribución menor

Para la energía eólica: aproximadamente **79–83%** de las emisiones de ciclo de vida se asocian a la obtención de materiales y la fabricación.

*Valores reportados por NREL para tecnologías de generación eléctrica; el rango de **5–11 g CO₂/kWh** corresponde a plantas eólicas en general, no específicamente a offshore. Los proyectos offshore pueden presentar emisiones de ciclo de vida mayores que los terrestres.

Renovable ≠ cero emisiones

Pero su huella de carbono de ciclo de vida es muy inferior a la de los combustibles fósiles.

Fuente: NREL (2025), Life Cycle Greenhouse Gas Emissions from Electricity Generation.