UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

TESIS DOCTORAL

Por compendio de publicaciones

PAISAJES DE LA ENERGÍA MARINA

Un atlas energético del Mediterráneo

Programa Interuniversitario de Doctorado
Ciudad, Territorio y Planificación Sostenible

Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Málaga
Universidad de Málaga

2024

Doctorando
Daniel Cueto Mondéjar

Director
Dr. Francisco Javier Castellano Pulido

Tutor
Dr. Luis Javier Machuca Casares

eAM ESCUELA ARQUITECTURA MÁLAGA | UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

AUTOR: Daniel Cueto Mondéjar

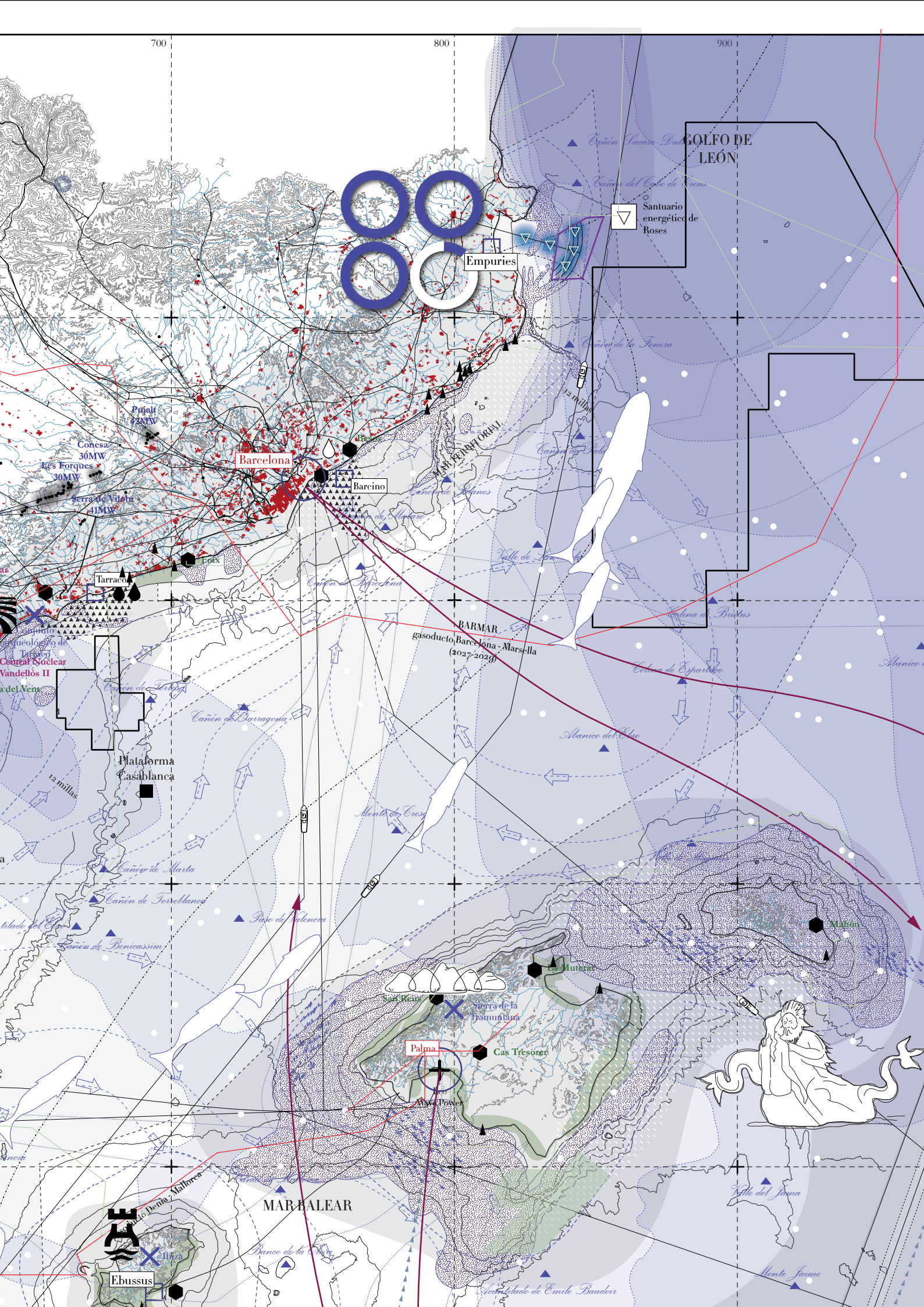
http://orcid.org/0009-0002-6326-4719

EDITA: Publicaciones y Divulgación Científica. Universidad de Málaga



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional:
Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización
pero con el reconocimiento y atribución de los autores.
No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/legalcode

Esta Tesis Doctoral está depositada en el Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga (RIUMA): riuma.uma.es


700
800
900
GOLFO DE LEÓN
Santuario energético de Roses
Empuries
Barcelona
Barcino
Reus
Tarraco
Foix
Conesa 30MW
Les Forques 30MW
Serra de Vilobí 41MW
Pujalt 22MW
Cañón de la Fonera
Cañón de Blanes
Cañón de Arenys
Cañón de Barcelona
Cañón de Tarragona
Cañón de Marta
Cañón de Torrelbanca
Cañón de Benicassim
Talud de Valencia
Monte de Cresta
Abanico del Ebro
Cubeta de Esparraco
Colina de Brutus
Valle de Joana
Monte Jaime
Talud de Emile Baudot
Banco de la Nieve
MAR BALEAR
BARMAR
gasoducto Barcelona - Marsella
(2027-2029)
MAR TERRITORIAL
12 millas
Plataforma Casablanca
Central Nuclear Vandellós II
Mahon
Mutera
San Reus
Sierra de la Tramuntana
Palma
Cas Tresorer
Punta Prohet
Ibiza
Ebussus
Ruta Denia - Mallorca

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD DE LA TESIS PRESENTADA PARA OBTENER EL TÍTULO DE DOCTOR

D./Dña DANIEL CUETO MONDÉJAR
Estudiante del programa de doctorado CIUDAD, TERRITORIO Y PLANIFICACIÓN SOSTENIBLE de la Universidad de Málaga, autor/a de la tesis, presentada para la obtención del título de doctor por la Universidad de Málaga, titulada: PAISAJES DE LA ENERGÍA MARINA. UN ATLAS ENERGÉTICO DEL MEDITERRÁNEO

Realizada bajo la tutorización de LUIS JAVIER MACHUCA CASARES y dirección de FRANCISCO JAVIER CASTELLANO PULIDO (si tuviera varios directores deberá hacer constar el nombre de todos)

DECLARO QUE:

La tesis presentada es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, conforme al ordenamiento jurídico vigente (Real Decreto Legislativo 1/1996, de 12 de abril, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, regularizando, aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), modificado por la Ley 2/2019, de 1 de marzo.

Igualmente asumo, ante a la Universidad de Málaga y ante cualquier otra instancia, la responsabilidad que pudiera derivarse en caso de plagio de contenidos en la tesis presentada, conforme al ordenamiento jurídico vigente.

En Málaga, a 17 de OCTUBRE de 2024

Fdo.: DANIEL CUETO MONDÉJAR Doctorando/a	Fdo.: LUIS JAVIER MACHUCA CASARES Tutor/a
Fdo.: FRANCISCO JAVIER CASTELLANO PULIDO	

Edificio Pabellón de Gobierno. Campus El Ejido. 29071
Tel.: 952 13 10 28 / 952 13 14 61 / 952 13 71 10
E-mail: doctorado@uma.es

Dr. Francisco Javier Castellano Pulido, profesor titular de Proyectos Arquitectónicos, y Dr. Luis Javier Machuca Casares, profesor titular de Expresión Gráfica Arquitectónica, adscritos al Departamento de Arte y Arquitectura de la Universidad de Málaga,

HACEN CONSTAR QUE:

El trabajo de investigación realizado y presentado por el doctorando D. Daniel Cueto Mondéjar que han dirigido y tutorizado con el título: **PAISAJES DE LA ENERGÍA MARINA. UN ATLAS ENERGÉTICO DEL MEDITERRÁNEO**, reúne, en nuestra valoración, todos los indicios de calidad y rigor científicos exigidos para ser defendida ante la Comisión Académica y el tribunal que se designe en la Universidad de Málaga, en orden a ser evaluado y juzgado para la obtención del título de Doctor por la Universidad de Málaga con Mención Internacional, conforme al Real Decreto 99/2011, de 28 de enero, por el que se regulan las enseñanzas oficiales de doctorado. Finalmente, hacemos constar que las publicaciones que conforman esta tesis por compendio no han sido utilizadas en tesis precedentes.

Por todo lo anterior, como director y tutor del trabajo de investigación realizado por Daniel Cueto Mondéjar, autorizamos a que se inicien los trámites para la defensa y evaluación de esta tesis por compendio de artículos ante la Comisión Académica del Programa de Doctorado Interuniversitario Ciudad, Territorio y Planificación Sostenible.

En Málaga, a 17 de octubre de 2024

Fdo. Francisco Javier Castellano Pulido

Director de la tesis

Fdo. Luis Javier Machuca Casares

Tutor de la tesis

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PAISAJES DE LA ENERGÍA MARINA

Un atlas energético del Mediterráneo

Daniel Cueto Mondéjar

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Índice

Índice
Prólogo
Presentación de las publicaciones que avalan la Tesis doctoral 1
I. INTRODUCCIÓN 3
Objetivos 4
Estructura 6
Metodología general 8
II. MARCO TEÓRICO 12
II. I Cuatro miradas sobre el mar y la energía. 12
Mito y naturaleza 17
Superficie e imagen 25
Recurso y hábitat 35
Palimpsesto y utopía 42
II.II Los paisajes de la energía marina 54
Paisajes de la energía 54
Integración y percepción 65
II. III La energía en la ordenación marina 87
La planificación marítima en España 92
Un escenario para 2050 102
II. IV Monstruos marinos. Las arquitecturas de la energía marina 111
Sistemas de producción energética 112
Impacto ambiental 126
Diseño y energía marina 127
Experiencias en España 135
III METODOLOGÍA 138
III.I Metodología general 138
Investigación a través del diseño 139
Cartografías narrativas 143

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

II.II Metodología específica 150
Publicación I 150
Publicación II 160
Publicación III 166
IV. PUBLICACIONES APORTADAS 176
Los batiscafos 176
Publicación I
Publicación II
Publicación III
V. CONCLUSIONES. Las futuras Atlántidas 181
Resultados globales y discusión 188
Futuras líneas de investigación 208
VI. ABSTRACT 213
Introduction 213
Main and specific objectives 227
Methodology 228
Papers 229
Results and Conclusions 234
VII. BIBLIOGRAFÍA GENERAL 236
VII.I Fuentes gráficas 246

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Prólogo

La temática propuesta en esta Tesis Doctoral trata de combinar dos inquietudes personales que han ido tomando forma a lo largo de mi trayectoria académica y profesional: la infraestructura como herramienta de diseño para el paisaje y el territorio y, por otro lado, la energía como elemento vertebrador de la construcción de las sociedades a lo largo de la historia.

Durante mis años universitarios se produjo un acercamiento paulatino al mundo de la energía que empezaría en la Universidad de Graz en relación al edificio y su metabolismo energético de la mano del arquitecto e ingeniero Brian Cody. Posteriormente, en la Universidad Técnica de Sídney convergieron los paisajes postindustriales producidos por los combustibles fósiles y la costa como territorio de incertidumbre. Poco después, mi Proyecto Final de Carrera se alimentó de conceptos como la termodinámica y la entropía para reciclar un conjunto edificatorio en la periferia de la Vega granadina en una ruina-jardín. Finalmente, en mis primeros pasos profesionales en Austria pude aproximarme de una manera más directa al ámbito de la energía. Esta vez fue desde la infraestructura capaz de generarla, participando en procesos de diseño y proyectos de investigación dedicados al diseño de dispositivos multifuncionales flotantes, uniendo definitivamente el medio acuático y las energías renovables. De aquí surgiría la base para que, alentado por mi director, me adentrara en este ámbito de la infraestructura energética y el océano.

Este ámbito de estudio, aparentemente tan alejado de la disciplina, resulta atractivo y, al mismo tiempo, útil para evaluar y expandir la práctica arquitectónica actual. Su carácter especulativo permite trabajar con pocas restricciones y aproximarse de forma divergente a un ámbito poco estudiado hasta ahora desde el pensamiento arquitectónico.

Los desafíos que suponía el tema propuesto han sido transformados en incentivos que han sustentado el avance de la investigación. El trabajo sobre el contexto marino ha conllevado una gran dificultad al no tratarse de un paisaje habitual para la disciplina. Se ha planteado además la exigencia fundamental de intentar homologar las herramientas del proyecto de arquitectura al ámbito científico. La mirada externa de la disciplina me ha permitido pensar sobre el propio proceso de diseño al que me enfrento cada día en la práctica profesional y ponerlo en crisis. Intentar mantener la coherencia en el uso del método de investigación al tiempo que se aporta un acercamiento sistemático y riguroso compatible con la perspectiva técnica del sector energético, ha sido uno de los objetivos de esta tesis.

En este recorrido por las infraestructuras energéticas en el mar, un hallazgo importante ha sido descubrir la relevancia de los procesos espaciales que operan en el territorio, dirigidos por las

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

dinámicas políticas y económicas a gran escala y entender la importancia de la gestión del territorio dentro de la red global de flujos de toda índole que atraviesan mares y océanos. La arquitectura, gracias a las herramientas de que dispone para la comunicación y la información, desde su capacidad de síntesis, tiene la posibilidad de crear imaginarios que puedan transmitirse a las comunidades para ofrecer una comprensión más profunda del mundo. Desde ese compromiso, este estudio también se realiza con la intención de explicitar procesos y dinámicas de desarrollo a menudo opacas que nos conciernen y que deben ser desplazados al debate público.

Finalmente me gustaría agradecer a todos los que de forma directa o indirecta han sido parte de esta tesis. Quiero mencionar especialmente a Javier, mi director, por la confianza dada para formar parte de esta línea de investigación, además de por su constante apoyo y mirada crítica. Del mismo modo, indispensable ha sido la tutela de Clemens y del *Institut für Gestaltung* que me acogió con generosidad en la Universidad de Innsbruck para la realización de la estancia de investigación de este doctorado. Por último, no podría olvidarme de Markus y Eva con los que inicié este maravilloso camino de la investigación, del mar y de la energía.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Presentación de las publicaciones que avalan la Tesis doctoral

La presentación de esta tesis está formada por un compendio de tres publicaciones – dos artículos y un capítulo de libro – Se cumplen así los requisitos exigidos por la normativa de la Universidad de Málaga y las exigencias de la Comisión de Doctorado y el Director de la tesis.

Las referencias de las publicaciones académicas incluidas en el cuerpo de la tesis son las siguientes:

Publicación 1 – artículo en revista indexada

Cueto Mondéjar, D., y Castellano Pulido, F. J. (2023). Nuevas formas de ocupación del mar: La infraestructura energética renovable. Constelaciones. Revista De Arquitectura De La Universidad CEU San Pablo, (11), 247–263. https://doi.org/10.31921/constelaciones.n11a14

Constelaciones es una revista indexada en los siguientes catálogos: Avery Index, Web of Science, ErihPlus, Latindex y MIAR.

Publicación 2 – artículo en revista indexada

Cueto Mondéjar, D., y Castellano Pulido, F. J. (2023). La integración de la energía renovable en el paisaje litoral europeo. Revista rita, 20, 188-211. https://doi.org/10.24192/2386-7027(2023)(v20)(10)

RITA es una revista indexada en los siguientes catálogos: Emerging Sources Citation Index (Clarivate), Scopus, Avery Index, DIALNET, DOAJ. SJR Q2 (0.12 en 2022)

Publicación 3 – capítulo de libro

Cueto Mondéjar, D., y Castellano Pulido, F. J. (2024). Los paisajes de la energía en el mar: propuestas multifuncionales para el litoral mediterráneo español. En: Mediterranean landscape in transition. Nuevos enfoques para hacer frente a los nuevos retos sociales y medioambientales. Ed. Tirant lo Blanch. 205-219. ISBN: 9788411832380

La editorial *Tiranto Lo Blanch* se encuentra en SPI: Ranking general (editoriales españolas y extranjeras). Posición 1 de 96 (Editoriales españolas) y Posición 4 según expertos españoles (españolas y extranjeras): ICEE: 1037.000.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Otros contenidos de la tesis han formado parte de los siguientes congresos:

Comunicación 1

Nuevas geografías del turismo costero: los paisajes de la energía marina

Congreso: TOURISCAPE2 Transversal Tourism and Landscape. International Scientific

Fecha: Noviembre 2020

Lugar: Barcelona, España

Autores: Cueto-Mondejar Daniel, Castellano-Pulido Francisco Javier, García-Píriz Tomás

Comunicación 2

Landscapes of Marine Energy: An Overview

Congreso: INCREaSE 2019. International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century

Fecha: Enero 2020

Lugar: Faro, Portugal

Autores: Cueto-Mondejar Daniel, Castellano-Pulido Francisco Javier, García-Píriz Tomás

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

I. INTRODUCCIÓN



Fig.1. Montaje con turbinas. Elaboración propia a partir de *La bahía de Marsella, vista desde L'Estaque*. Paul Cezanne, 1886.

Desde las últimas décadas del siglo XX, los conceptos de urbanización han ido evolucionando desde la centralidad de la metrópolis hasta la postmetrópolis policéntrica y regional ocupando elámbito rural y difuminando sus límites [1] . Asimismo, se ha ido expandiendo exponencialmente la escala de las transformaciones espaciales al ritmo de los procesos globalizadores contemporáneos desde lo regional y territorial a lo planetario. Grandes corredores de transporte o de infraestructura, telecomunicaciones y energía se han diseñado para territorializar los flujos de capital a nivel global. Mares y océanos son ya también objeto de estos procesos de urbanización albergando áreas de gran intensidad de ocupación tanto por actividades económicas diversas como la pesca, la producción energética o el transporte de mercancías. En entornos marinos más acotados como pueden ser los del Mar del Norte o el Mar Báltico y en costas densas como las del Mar Mediterráneo son más apreciables los importantes impactos que desde hace décadas amenazan los equilibrios de sus entornos naturales [1].

En el caso del sector energético es fácilmente visible el impacto que supone su planificación y su infraestructura como agentes urbanizadores fundamentales que se han extendido desde el litoral hasta aguas internacionales rápidamente y que han aumentado su presencia desde la aparición de las energías renovables. De este modo,

1 El caso del Mar del Norte es paradigmático. Punteado de plataformas petrolíferas, y marcado por oleoductos de costa a costa, se plantea ahora su futuro renovable con la planificación de enormes parques eólicos marinos que ya se están construyendo.

[1] *Bélanger P (2012) Landscape infrastructure : urbanism beyond engineering. In: Infrastructure Sustainability and Design. Routledge, p 40*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

los dispositivos energéticos se extienden también globalmente y generan sus propias lógicas espaciales que nada tienen que ver con el territorio físico o con la construcción cultural de un espacio colectivo como es el océano **[Fig.1]**..

Objetivos

El trabajo desarrollado en esta Tesis Doctoral atiende a las urgencias impuestas por un contexto actual de aceleración de la transición energética, una realidad en mares y océanos. El análisis de esta situación permite desvelar las lógicas o procesos de territorialización que la energía está desplegando en el mar. Este es el punto de partida para, en el marco de este trabajo, proponer nuevas metodologías para el análisis y la intervención desde el proyecto de arquitectura. Se sitúa, de este modo, la transición energética en un plano espacial a través del que este trabajo se pregunta de qué manera deben proyectarse los parques energéticos en el mar y qué factores son relevantes desde el punto de vista del paisaje para entenderlos como una parte integrada del territorio. A partir del conocimiento proveniente del campo de la arquitectura y del paisaje, esta investigación busca aplicar su mirada y sus herramientas a un sector que, hasta el momento, ha sido abordado principalmente desde una aproximación ingenieril. Para ello, se determinan tres objetivos generales de esta Tesis Doctoral, desglosados en diez objetivos específicos:

1. Reflexionar sobre las metodologías de planeamiento territorial actuales a través de la revisión del planeamiento de ordenación marina vigente en relación a la energía.

    1a Proponer una visión integrada del territorio energético que vincule tierra, litoral y mar.

    1b Cuestionar los sistemas de zonificación actuales tanto en el planeamiento marino como en el terrestre en relación a temas como la ecología, la cultura y la historia.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

1c Diseñar una cartografía multidisciplinar como base para proyectar los futuros proyectos de la energía marina en el Mediterráneo español.

2. Ampliar las estrategias actuales de integración de las infraestructuras en el paisaje utilizando las energías marinas como caso de estudio.

2a Aplicar una mirada cultural de la integración que atienda a la complejidad de factores que tienen lugar en los paisajes marinos y terrestres.

2b Expandir los criterios de intervención en el paisaje marino más allá de los impuestos por el sector energético.

2c Desarrollar estrategias de ordenación en el mar que sean propiamente marinas, evitando replicar enfoques propios del ámbito terrestre.

3. Explorar el papel que pueden desempeñar las disciplinas del diseño en los proyectos de infraestructura aplicando procesos propios de la arquitectura y el paisaje a los parques energéticos en el mar.

3a Crear un inventario de proyectos de la energía en el mar estudiados desde parámetros arquitectónicos

3b Analizar el potencial de las estrategias proyectuales de la arquitectura, mediante sus referencias y herramientas, en el contexto de las energías marinas.

3c Definir una metodología general que facilite la participación de diversos agentes en la toma de decisiones sobre los proyectos de la energía marina.

3d Generar escenarios espaciales deseables para la transición energética basados en una mirada cultural

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Estructura

El formato de esta tesis es una combinación entre la monografía tradicional y el compendio de artículos. Esta hibridación viene motivada por el interés en sacar partido a las ventajas que ambas opciones ofrecen. Por un lado, como si de una monografía se tratase, se aporta un marco teórico amplio. Esto permite una introducción más completa para un tema escasamente tratado en la arquitectura. En esta parte de la tesis, además, se presenta el punto de vista sobre el que pivotan posteriormente las publicaciones, por lo que se mejorará la comprensión de las mismas.

Por otro lado, la elección de la presentación del compendio como cuerpo central de la tesis tiene que ver con las posibilidades de síntesis que promueve este tipo de texto y además la capacidad de divulgación que pueden ofrecer para los resultados de este trabajo.

En definitiva, se busca con esta propuesta enriquecer la tesis y hacerla más completa para que sea lo más útil posible tanto en el ámbito proyectual como en el académico.

El trabajo se divide en cinco capítulos: introducción, marco teórico, publicaciones y conclusiones. Tras la introducción que presenta la tesis, el marco teórico abarca la revisión de los temas concernientes al ámbito de la energía marina. Su soporte es el mar y, por tanto, se ha investigado qué relaciones culturales han establecido las comunidades a lo largo de la historia para entender cómo puede inspirar a las futuras (1). Posteriormente, se estudian conceptos importantes para una aproximación paisajística al tema como son los relativos al impacto, la integración y la percepción, así como a las tendencias y las miradas actuales de los paisajes industriales (2). Finalmente, se aborda el estado de la cuestión del sector energético marino, tanto en el planeamiento que regula su implantación (3), como en las tecnologías de producción energética (4). Este capítulo inicial construye la mirada de la que se han alimentado los resultados de este trabajo que se plasmarán de manera sucesiva en cada una de las

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

publicaciones aportadas en la segunda parte de la tesis. Queda dividido, por tanto, de la siguiente manera:

1. Cuatro miradas sobre el mar y la energía
2. Los paisajes de la energía marina
3. La energía en la ordenación marina
4. Monstruos marinos. Las arquitecturas de la energía marina

La tercera parte, concluido el marco teórico, incluye la metodología general y la metodología específica de cada publicación e introduce a la cuarta parte de la tesis constituida por las publicaciones indexadas aportadas como compendio. Finalmente, el quinto capítulo presenta las conclusiones generales y la discusión de la tesis. Se aporta, para ello, un resumen de las conclusiones de cada artículo y unos resultados globales que relacionan el marco teórico y los artículos. Se proponen, de esta manera, una Metodología general y los llamados, Marco espacial y Atlas energético. La primera presenta un proceso de proyecto dirigido a los paisajes de la energía. Con el segundo se aporta una suerte de "urbanismo energético marino" y el tercero, por su parte, sintetiza en una cartografía territorial una lectura innovadora del Mediterráneo español desde la mirada de la cultura, la energía y la arquitectura del paisaje.

La aproximación a los paisajes marítimos que se propone a lo largo de todo el trabajo justifica la incorporación de cierta terminología propia de este ámbito. Son analogías que ayudan a contextualizar el marco teórico y que van a dar nombre a algunas secciones. Las miradas culturales hacia el mar son denominadas Cartas náuticas, la infraestructura para la captación de la energía en el mar recibe el nombre de Monstruos marinos, las publicaciones aportadas son los Batiscafos y, finalmente, las conclusiones tienen el subtítulo de Futuras Atlántidas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Metodología general

El ámbito de trabajo que comprende esta Tesis Doctoral supone lidiar con dos factores de gran interés para el estudio del paisaje contemporáneo como son la incertidumbre y la complejidad. La energía marina opera en un terreno especulativo, pendiente de desarrollos tecnológicos futuros aún por conocer. Por otro lado, la escala de los proyectos implica a numerosos agentes ecológicos, sociales, económicos y culturales que interactúan de forma continua y sobre un medio dinámico como es el marino con resultados impredecibles. Es por ello que la metodología de investigación escogida para dar respuesta a los objetivos de la sección anterior se basa en la Investigación a través del diseño (Research by design) siendo esta complementada mediante las llamadas cartografías narrativas. La Investigación a través del diseño permite asumir la incertidumbre como material para proponer potenciales escenarios futuros, en este caso espaciales que, con una base rigurosa procedente de las regulaciones actuales, puedan proyectarse a través del proyecto de la arquitectura para construir ensayos de realidades posibles y deseables. Las cartografías narrativas, por su parte, van a permitir atender a la complejidad existente en los proyectos de la energía en el mar y sintetizarla simultáneamente para así visibilizarla y hacerla comprensible. De este modo se concreta un proceso de recogida de datos, análisis y representación que confronta disciplinas distintas y que tiene como resultado un escenario sobre el que intervenir en mar dentro de unas reglas que determinan las intersecciones de la información que estos mapas presentan.

La metodología se describe con más detalle en el capítulo de Metodología general y específica y se completa con los procedimientos específicos utilizados en los tres artículos que forman parte del compendio. El primero de ellos constituye una revisión del ámbito de trabajo, la energía en el mar, y la aportación de un nuevo marco conceptual. El segundo, por su parte, añade un análisis de casos de tres

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.2. Mapa conceptual de la Tesis Doctoral. Elaboración

proyectos energéticos marinos existentes y propone un compendio de estrategias de aplicación práctica. Finalmente, el tercer texto presenta tres propuestas de paisajes energéticos marinos en el Mar Mediterráneo.

A modo de guía para la "navegación" por esta tesis dedicada, se incluye un mapa conceptual que introduce los temas fundamentales abordados y sus resultados poniendo en relación el marco teórico, los objetivos planteados, las publicaciones aportadas y los resultados generales **[Fig.2].**

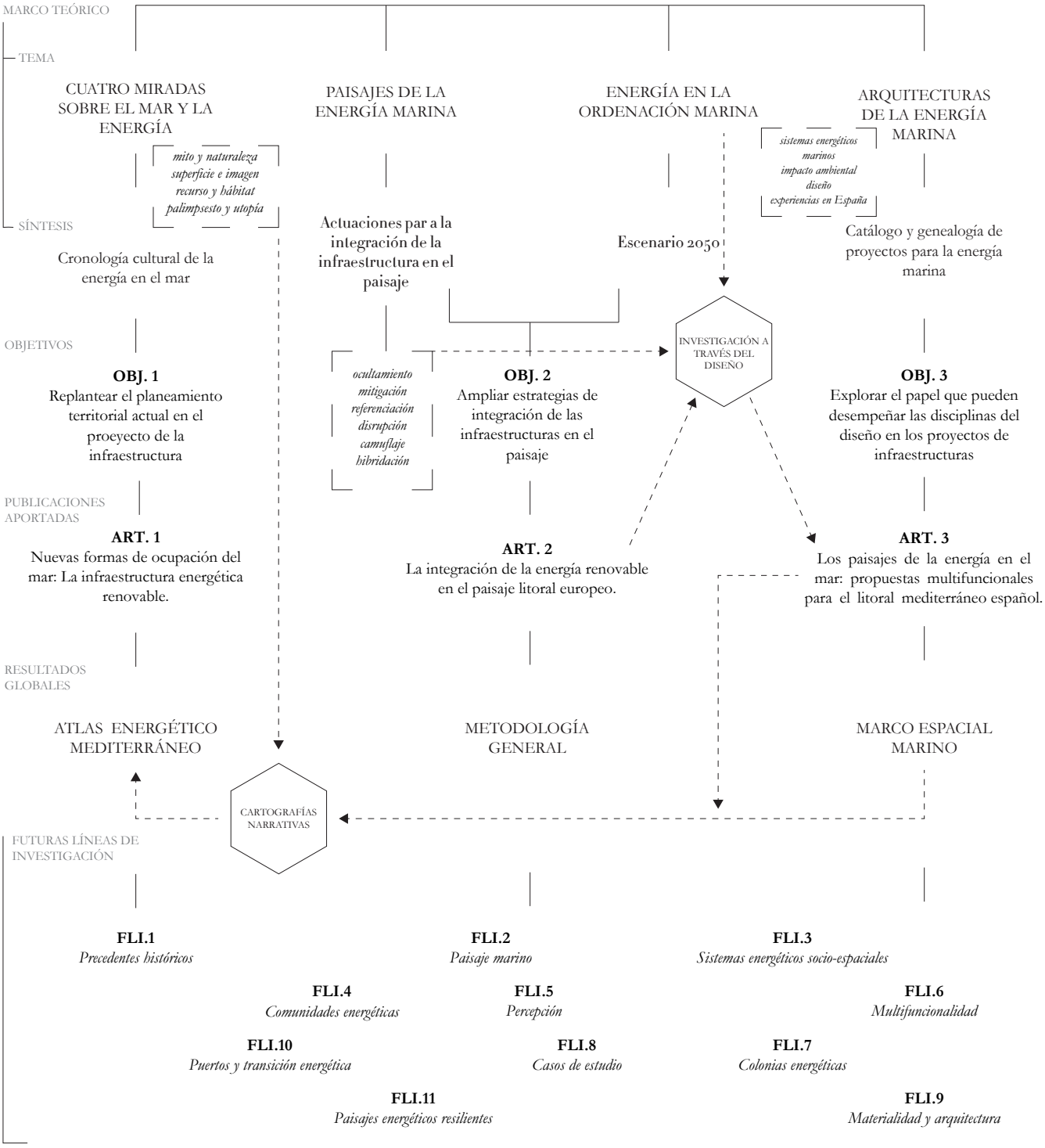
//////

PAISAJES DE LA ENERGÍA MARINA | Mapa conceptual

Metodología aplicada en la tesis

XXXXX Secciones de la tesis

conceptos desarrollados



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

MARCO TEÓRICO

Las Cartas Náuticas



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

II. MARCO TEÓRICO

II. I Cuatro miradas sobre el mar y la energía.

El mar es el soporte de la infraestructura energética estudiada en este trabajo. Para entender la integración de las arquitecturas de la energía es necesario conocer las particularidades de un paisaje muy alejado del ámbito terrestre. Se encuentra dominado absolutamente por el agua como elemento de cota de elevación constante y únicamente salpicado por puntuales extensiones de tierra que emergen del fondo marino. Aparenta uniformidad, pero es una "piel" sensible al tono del cielo, los reflejos del sol o el empuje de las corrientes y las masas de aire [2]. El océano puede ser también terreno de lo emocional y de lo cultural como expresión de una conexión íntima entre la materialidad experimentada y el simbolismo que se opone a una aparente abstracción. El apego al mar por parte de las comunidades que se relacionan con él procederá del resultado de la creación de vínculos cotidianos o eventuales, de experiencias propias o de la generación de un imaginario colectivo, de sus leyendas y de sus hazañas. Sin embargo, la violencia que despliega y su insondable profundidad lo han convertido en un terreno incómodo para las sociedades y de alguna manera les sigue siendo ajeno, impidiendo su reconocimiento completo como territorio de lo social [3]. Al fin y al cabo, el ser humano es eminentemente terrestre, requiere de un plano estable horizontal que soporte sus actividades más básicas y sólo grandes avances tecnológicos han permitido la apropiación de los otros medios, el agua y el aire. Gracias a la mediación de la tecnología, el paisaje marino es y ha sido escenario de múltiples intercambios entre la actividad humana y la naturaleza preexistente, algunos que transforman físicamente el medio, como la construcción de

[2] *Steinberg PE (2001) The social construction of the ocean. Cambridge University Press*

[3] *Gee K, Siedschlag D (2019) A place-based perspective on marine and coastal space. 36:1–16*.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.3. Cartografía marina del Mediterráneo de procedencia árabe. Aproximadamente año 90 d. C. Descripción diagramática de los puertos principales e islas principales.

infraestructuras y otros invisibles, operados mediante la regulación y la planificación, pero con un gran impacto en el territorio[2]. El medio marino es, así, un producto de complejas interacciones entre fuerzas antropogénicas y sistemas biofísicos.

Se puede reconocer, merced a las actividades que la sociedad desempeña en el océano y el litoral, cómo el paisaje como construcción cultural evoluciona con un rol diferente y un valor simbólico determinado propio de cada momento histórico. El papel que ha desempeñado lo marino en la historia ha sido adelantado o desarrollado por diferentes interpretaciones filosóficas y expresiones artísticas que han materializado el entendimiento con el mar de una comunidad **[Fig.3]**. Los múltiples significados que se han atribuido al mar y sus formas culturales han ido cambiando a lo largo de la historia. Sin embargo, dentro de una lógica cronológica, las lecturas del mar han permanecido impregnándose de sus predecesoras y evolucionando hasta estar presentes todas ellas en la percepción contemporánea. Se pueden definir cuatro visiones culturales predominantes que han construido la mirada hacia el mar: *mito y naturaleza, superficie e imagen, recurso y hábitat* y *palimpsesto y utopía.*



Fig.3

2 Arqueología subacuática, especies animales y vegetales protegidas, recursos minerales, oleoductos y cableados, por ejemplo, cualifican el espacio líquido aparentemente vacío y promueven el desarrollo de actividades económicas como la pesca, el ocio marítimo, el transporte o la industria.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

El recorrido por esta sucesión de conceptos asociados de forma fragmentaria puede verse como un conjunto de cuestiones en las que se enarbolan las nociones de mar, energía y cultura y que resultan en una propuesta de cronología que acoge aquellos nombres y miradas que van a condicionar esta tesis. Se intenta mostrar así una visión del mar completa que recoge gran parte de los hitos culturales de la historia en relación al mar. El orden planteado se puede considerar cronológico, aunque sería más realista entenderlo como una transición de miradas que se superponen con diferentes equilibrios. Existen también dos argumentos principales que los atraviesan. Cada mirada propuesta — *Mito y naturaleza, Superficie e imagen, Recurso y hábitat* y *Palimpsesto y utopía* — muestra una dimensión espacio-temporal del mar. Existe también, por otra parte, un hilo energético que va mostrando las dimensiones espaciales de la infraestructura, tanto del recurso, como de las tecnologías y de las políticas que las implantan.

Las aproximaciones planteadas descubren un "océano conceptual" con diferentes dimensiones espaciales que pueden corresponderse respectivamente con cada una de las cuatro anteriores.

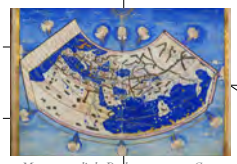
Las cuatro miradas hacia lo marino se plasman en una cronología general **[Fig.4]** que ordena las referencias visuales mostradas en el apartado citado y también en el resto del trabajo. Distingue tres líneas temporales —cartografías, arte y arquitecturas— y además una línea de hitos relevantes relacionados con el mar. Su disposición permite vincular el momento histórico entre cada una de las diferentes líneas y al mismo tiempo visualizar la evolución de cada una de ellas. Los elementos dispuestos aparecen con un símbolo que conecta la imagen y el hito con las miradas culturales mencionadas.

//////

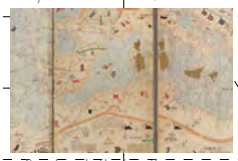
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CRONOLOGÍA CULTURAL DE LA ENERGÍA

CARTOGRAFÍA



1. Mapamundi de Ptolomeo, 200 a.C.



2. Portulano de Abraham Cresques, 1375



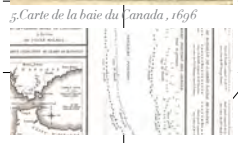
3. Tratado de Tordesillas , 1494



4. Carta Marina, Olaus Magnus 1539



5.Carte de la baie du Canada , 1696



6. Carta de la batalla de Málaga, 1704



7. Mapa del primer telégrafo submarino transatlántico , 1858



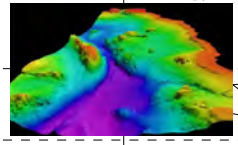
8.Mapa del Imperio Británico en 1886



9. Atlantic Ocean, Georges Philip, 1905



10. Time and Tide Atlantic Chart, 1942



11. Levantamiento Topobatimétrico del Mar de Alborán y el Estrecho de Gibraltar, 2008



12. Death by Rescue, Forensic Oceanography, 2020

ARTE



13. El triunfo de Neptuno y Anfitrite, ~~paramentos Argelia~~



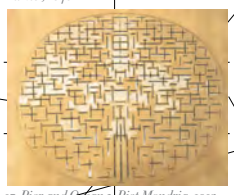
14. Paisaje con la caída de Icaro, Pieter Brugel el viejo, 1560



15. ~~Dutch whalers near Spitsbergen~~, Abraham Storck 1690



16. Mar tormentoso con naufragio Turner, 1870



17. Pier and Ocean 3, Piet Mondria, 1915



18. Apollo 17 Astronauts Capture NASA,



19. Mid-Atlantic, from Fish Story, Allan Sekula, 1988-1995



20. Vicissitudes, Jason deCaires Taylor,



21. Safe Passage, Ai Weiwei, 2020



22. El mundo según Homero, 900 a.C.



23. Batalla de Lepanto, Anónimo, c.1590



24. Oficial y chica sonriendo, Vermeer, 1657



25. Gran ola de Kanagawa, Hokusai 1830



26. Jardín en St Adresse, C. Monet, 1867



27. Arearea, Paul Gauguin, 1892



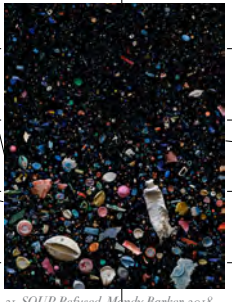
28. NE EN, Hiroshi Sugimoto, 1948



29. Spiral Jetty , R Smithson, 1970



30. The Wet Prayer, Tecita Dean, 2013



31. SOUP, Refused, Mandy Barker, 2018

▲ MITO Y NATURALEZA

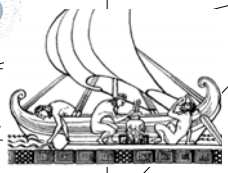
■ SUPERFICIE E IMAGEN

▼ RECURSO Y HÁBITAT

● PALIMPSESTO Y UTOPÍA

ARQUITECTURA


32. Barco de remo egipcio, el Cairo, 2600 b.C., Egipto


33. Barco de destilación según el método de St Basil, 400 a.C. , Grecia


34. Monstruos marinos en torno a barco, Adriaen Collaert, 1594-1598

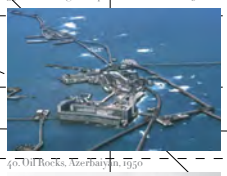

35. Excavadora submarina manual, 1614


36. Perkins Tide Mill Maine USA, 1749


37. Vapor por el río Delaware, John Fileh, 1787


38. Planta de eléctrica de Deptford, 1887


39. GH Eldridge drillpiers Santa Barbara, 1901


40. Oil Rocks, Azerbaiyán, 1950


41. MH-1A Sturgis. central nuclear flotante, 1961


42. Vindeby windpark, 1991


43. Penguin wave energy converter, 2010


44. Arca de Noé. El inicio de la inundación, trasmitasrta. kirchner, augsburg, 1675


45. Castillos flotantes franceses, caricatura, 1759



46. La ville flottante, J Verne, 1871


47. Atlantropa, H Sörgel, 1928


48. Transatlántico Ile de France, 1936


49. Ocean city, Kiyonori Kikutake, 1962


50. THUMS ISlands, Joseph Linesch, 1965



51. Eneropa, OMA, 2010

-1000
- Primeros barcos de vela egipcios
- Odisea, Homero

0
- Critias, Platón
- Aparición de los primeros astrolabios

500
- Mapamundi de Ptolomeo
- Primera expedición marítima musulmana en el Mediterráneo, Chipre

1000
- Llegada de los vikingos al Mediterráneo
- Introducción de los molinos de viento en Europa

1200
- Orígenes de la Liga Hanseática en el Mar Báltico
- Proliferación de los molinos de mareas

1400
- Invención de la brújula seca
- Firma del tratado de Tordesillas

1500
- Aparición de la carabela
- Primeros tsunamis registrados en Japón

1550
- Utopía, Tomás Moro
- Vuelta al mundo de Magallanes y Elcano
- Firma del tratado de Zaragoza para el reparto del Pacífico
- Publicación de la proyección cartográfica de Mercator

1600
- Publicación de Mare liberum, Hugo Grotius

1650
- Fundación de la Compañía Neerlandesa de las Indias Orientales
- Publicación de La Nueva Atlántida, Francis Bacon
- Fundación de la Royal Society

1700
- Batalla de Málaga
- Invento del pararrayos, B Franklin

1750
- Mito del buen salvaje, JJ Rousseau
- Primer balneario de Europa en Brighton
- Primer viaje de James Cook

1800
- Viaje Político-Científico Alrededor Del Mundo, Malaspina y Bustamante
- Primeros barcos de vapor transatlánticos con viajeros

1850
- Primera carta de vientos y corrientes del Atlántico, Maury
- Primera inmersión del Ictíneo, Narcís Monturiol

1900
- Publicación de 20.000 leguas de viaje submarino, J Verne
- Inicio de actividad de Summerland oil field

1910
- Construcción del primer parque solar, el Cairo

1920
- Invención del sónar moderno, Paul Langevin
- Fundación de la Organización Hidrográfica Internacional

1930
- Aprobación del plan GOELRO para la electrificación de la URSS
- Invención del batitermógrafo

1940
- Primera brújula moderna
- Fabricación del primer reactor nuclear

1950
- Primera inmersión del batiscafo tripulado de Piccard en Dakar
- Primer viaje de un buque de contenedores, el Gateway City

1960
- Inicio de actividad de la primera planta mareomotriz en el valle del Rance

1970
- Triton city, B Fuller
- Inicio de actividad de Oil rocks, Baku Arzebaiyán

1980
- Estreno de Tiburón, S Spielberg
- Estreno de Mad Max, G Miller
- Declaración de la ZEE en la Convención de sobre el Derecho del Mar

1990
- Primer instalación eólica offshore en Dinamarca

2000
- Firma del Protocolo de Kyoto
- Inicio de actividad de la primera planta undimotriz comercial en Mutriku

2010
- Fundación de The Seasteading Institute, Friedman
- Instalación de plataforma petrolífera Berkut

2020
- Presentación de los planes de ordenación de marítima en España

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.4. Cronología cultural de la energía. Elaboración propia.

Fig.5. Monje frente al mar. Caspar David Friedrich, 1809.

.

Mito y naturaleza

La reflexión sobre el mar siempre ha tendido a ser objeto de especulación y de relato. Por encima del medio terrestre o del aéreo, el marino se ha prestado a la narración desde tiempos inmemoriales e incluso hoy en día se resiste a apartarse completamente de su carácter enigmático, alimentado por manifestaciones culturales que exaltan su diversidad de significados **[Fig.5].** Trabajar sobre el paisaje marino implica entender aspectos culturales que persisten a lo largo de la historia y que determinan nuestra percepción actual. Mirar a la mitología marina es fundamental, tanto por su presencia transversal en el imaginario de todas las civilziaciones como por su enrome relación con las fuerzas de la naturaleza que definen el ámbito esta tesis como son el viento, el oleaje y las mareas.



Fig.5

El mito es una narración que presenta una historia parte de una tradición que ha sido transmitida a lo largo de generaciones de forma oral o escrita. La mitología como memoria construye cultura, por tanto, forma parte de la identidad de una comunidad. El relato que se crea da explicación a un mundo que no entendemos. Los primeros

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.6. La gran ola de Kanagawa. Hokusai, 1830.



Fig.7. Representación del mundo tal y cómo era concebido en los tiempos de Homero, ca. -900 a.C.

mitos surgen para explicar aquello que excede lo humano, como el origen de la vida o la muerte [4]. El océano ha sido origen del mundo según varias culturas. Su indeterminación e informidad lo ha ligado a lo primigenio. En occidente, por ejemplo, el Dios cristiano suprime el caos original, produce la luz y separa las aguas para crear el mundo[3] [5].

Las fuerzas de la naturaleza en el mar son tratadas por la mayor parte de las mitologías y son personificadas y divinizadas. Son convertidas en seres que, aun excepcionales, muestran las debilidades y fortalezas de cualquier humano, pero cuyas fuerzas creativas y destructivas inciden según su voluntad en el curso de los acontecimientos de la historia de un pueblo [6] **[Fig.6]** [4].



Fig.6

En el Mediterráneo, el ámbito de trabajo de esta tesis, las culturas fenicia y griega, con gran relación con el mar aportaron numerosas deidades que habitaron los confines de lo conocido **[Fig.7].** Muchas de ellas justificaban las energías que se producían en el mar y que determinaban gran parte de su actividad cultural y económica.Uno de los mayores mitos occidentales, Poseidón en la Grecia antigua Neptuno en la tradición romana, dios de los mares, cuyo poder se extendía sobre islas y costas era capaz de desencadenar

3 En la cultura grecorromana, también asociada a la creación estaba Afrodita, Venus en la tradición romana, fuerza generadora de vida y diosa del amor.

4 Raijin y Fujin eran, en la cultura japonesa, los dioses de la tormenta y el viento respectivamente. Controlaban el clima y pueden causar tormentas y oleajes poderosos provocando grandes impactos en la vida marina y las actividades de navegación [158].

[4] *Caldwell R (1993) Introduction The Nature And Function Of Myth. In: The Origin of The Gods. Oxford University PressNew York, NY, pp 3–17*

[5] *Calatrava J (2022) Agua y espacio construido. Dearq 34:4–15*

[6] *Losada JM (2014) Los mitos del mar. In: Abordajes. Mitos y reflexiones sobre el mar. Instituto Español de Oceanografía, pp 13–19*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.8. Arca de Noé. Simon de Myle, 1570



Fig.9. El diluvio. Gustave Doré, 1866.

terribles vientos y tormentas sobre ellas y destruir y proteger las embarcaciones a su antojo, levantando tempestades para limpiar de vanidades a los humanos como mostraban las historias homéricas [7]. Al igual que con las olas, muchos atribuyeron las mareas a los diversos dioses de sus propias mitologías. En el sintoísmo, el dios Watatsumi era un dragón que además de dominar a los peces y demás seres del mar también controlaba las mareas, moviendo las aguas del océano a su antojo y formando los temidos tsunamis [8]. En la Grecia clásica, incluso Platón insistía en que las mareas eran producidas por los tragos de un enorme animal que habitaba en una caverna.



Fig.8

Con la llegada de los monoteísmos, los fenómenos naturales se atribuyeron a la voluntad de un único dios, juez moral punitivo. El mito del diluvio universal lo ejemplifica con claridad y en diferentes versiones ha sido asumido por culturas diversas. El Arca de Noé **[Fig.8 y 9]** en la Biblia y otros ejemplos como la historia del héroe sumerio Ziusudra o la epopeya mesopotámica de Gilgamesh dan cuenta de ello[5]. Estas historias muestran a una humanidad a merced de la energía de las aguas y de su fuerza de destrucción. De hecho, la domesticación

5 También hubo ejemplos en lugares distantes. Algunas tribus de aborígenes australianos hablan de un dios lunar con forma de rana que se bebió todas las aguas de la tierra escupiéndolas e inundándolo todo. En China, por su parte, el dios *Kong-Kong* perforó la bóveda celeste y dejó caer millones de litros sobre el mundo.

[7] *Dillon M (2019) Gods in Ancient Greece and Rome. Oxford Res Encycl Relig.*

[8] *Li Z, Liu K (2023) Cultural Exchange in the East Asian Seas in Light of the Acceptance of Mazu Beliefs by Japanese Sea Gods. Relig 2023, Vol 14, Page 361 14:361.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.10. Mapamundi de Ptolomeo. Facsímil de Jacobus Angelus. S. XV. Basado en libro Geografía de Ptolomeo escrito aproximadamente en el año 150 que compilaban el conocimiento catográfico hasta el momento. Gracias a sus notas se empezaron a utilizar medidas de longitud y latitud como referencia geográfica.

Fig.11. Carta Marina. Olaus Magnus, 1539.

de su amenaza se convertiría en un reto para todas las civilizaciones. La importancia que tuvo el control del agua para la prosperidad social delegó en las construcciones hidráulicas un carácter sagrado. La técnica se combinaba con la oración, las procesiones o los votos para obtener la bendición de los dioses [9].

Con la llegada de la Edad Media las inexplicables energías del mar tomaron forma de monstruos marinos. Su fondo oscuro, sus aguas frías y su infinitud promovieron todo tipo de leyendas sobre abismos oceánicos donde desaparecían barcos o emergían criaturas fantásticas que los atemorizaban [10] **[Fig.10]**.



Fig.11

Estos monstruos procedían de vivencias de marineros que impresionados distorsionaban sus visiones y alimentaban las leyendas **[Fig.11]**. Algunos de estas criaturas han pervivido en nuestro imaginario como el dragón, la sirena o el kraken y otros eran animales reales poco frecuentes en la Europa continental como los narvales, considerados unicornios marinos de gran agresividad, capaces de hundir navíos enteros[6]. Incluso después, durante los siglos XV y XVI, cuando los conocimientos geográficos de la costa permitían ya un gran detalle, era común mantener la representación de estas criaturas sobre

6 En el atlas portulano mallorquín de Abraham Cresques (1375) se pueden apreciar sirenas y criaturas mitad pez mitad perro. Dos siglos después la carta marina de Escandinavia y del Atlántico Norte, obra de Olaus Magnus (1539), constituye un antes y un después en la representación de estos seres influyendo enormemente en el imaginario del Renacimiento.

[9] *López IR (1999) Mar y mitología en las culturas mediterráneas. Alderabán*

[10] *Hendrikx S (2018) Monstrosities from the Sea. Taxonomy and tradition in Conrad Gessner's (1516-1565) discussion of cetaceans and sea-monsters. Anthropozoologica 53:125–137.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.12. La balsa de la medusa, Theodore Gericault, 1818.

Fig.13. Mar tormentoso y naufragio. JMW Turner, 1840.

áreas de escasa información y sería a partir de mediados del siglo XVI cuando los monstruos van dando paso a escenas de pesca más realistas, a navíos históricos o a instrumentos de navegación [11].

La fascinación por las fuerzas de la naturaleza y sus motores siguió siendo objeto de interés de la cultura siglos después. Escritores y pintores románticos del siglo XIX mostraron su atracción por la vastedad marina y su energía destructiva como analogía de la propia fuerza creativa del nuevo concepto de artista que surgía en la época **[Fig.12]**. Se trata de un reconocimiento de la autonomía de la naturaleza, más allá de dioses y leyendas, de su inevitabilidad y lo imprevisible de su fuerza. Enormes olas rompiendo barcos o frentes marítimos representaban el genio del artista luchando por expresarse y desafiar a una sociedad estereotipada que no los entendía. J.M.W Turner sería un gran ejemplo de este enfrentamiento con la naturaleza feroz del mar, tema que ocuparía una gran cantidad de sus lienzos **[Fig.13]**. A través de este escenario reflejaría la tragedia humana ante un fondo inmisericorde en el que las atmósferas conseguidas son capaces de introducir al observador en el desasosiego de estar a merced de las fuerzas de la naturaleza[7].



Fig.13

7 En la pintura inacabada Mar tormentoso y naufragio de 1885 la energía marina se muestra con toda su violencia y evanescencia. Su abstracción genera una cualidad borrosa que le proporciona una profundidad atmosférica poco entendida en su tiempo, pero muy apreciada décadas después.

[11] *González González FJ (2014) El océano desconocido: ciencia y fantasía en la antigua cartografía náutica (siglos XIII-XVIII). In: Abordajes. Mitos y reflexiones sobre el mar. Instituto Español de Oceanografía, p 271*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.14. Cartel de la película Tiburón estrenada en 1975 dirigida por Steven Spielberg.

Fig.15. The Wet Prayer, Tacita Dean, 2013.

Con el paso de los siglos y pese a los mayores conocimientos del territorio marino y su racionalización, las profundidades y la extensión de los mares han sido fuente de numerosas incursiones artísticas que incidían en el mito y la leyenda. Desde Moby Dick en el siglo XIX, pasando Tiburón de Steven Spielberg ya en los años 70 **[Fig.14]** y hasta la pléyade de blockbusters nacidos a su sombra han mostrado a monstruos que han desafiado la seguridad de nuestras sociedades civilizadas. Estas obras eran capaces de combinar lo siniestro del leviatán marino con un cierto cientifismo derivado de toda una envolvente técnica propia de la novela decimonónica de ciencia ficción. El mundo contemporáneo también prestaría atención a la vulnerabilidad del hombre frente a la capacidad destructiva de la naturaleza. Obras cinematográficas especulan constantemente con ciudades arrasadas por "tsunamis" de distinta procedencia como "Lo imposible" de Juan Antonio Bayona (2012) o "2012" de Roland Emmerich (2009) y aprovechan las capacidades de los efectos especiales para recrear las catástrofes con precisión. Ni siquiera la irrupción del cine como medio que puede reflejar la experiencia de la catástrofe ha disuadido al arte tradicional de preocuparse por sus derivadas sociales y filosóficas. Tacita Dean es una artista británica que también se siente atraída por la violencia latente del océano y su capacidad para empequeñecer y aislar al individuo en escenarios traumáticos de naufragio y abandono **[Fig.15].**



Fig.15

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.16. Esclusa Kembs-Niffer. Le Corbusier, 1961.



Fig.17. Central hidroeléctrica de Proaza. Joaquín Vaquero Palacios, 1954.

El temor a la catástrofe acuática siempre ha sido una constante en las poblaciones ribereñas, zonas siempre ricas en recursos y con acceso a las rutas de intercambio. Sin embargo, desde sus orígenes, la exposición a las fuerzas del oleaje y las tempestades o a las crecidas de los ríos y sus corrientes han requerido de la constante protección de la sociedad frente a sus perjuicios desde una voluntad defensiva. Diques y esclusas se han convertido en algunas de las obras más importantes de la civilización, permitiendo desecar territorios enormes en Países Bajos, proteger la producción agrícola de la sequía con el dique de Saemangeum en Corea del Norte de 34 km de longitud o prevenir la inundación de una ciudad como Venecia mediante el proyecto MOSE (Modulo Sperimentale Elettromeccanico). A medida que la domesticación del agua se convertía en una función urbana fundamental los arquitectos se incorporaron al diseño de sus equipamientos con ejemplos históricos como la Schützenhaus de Otto Wagner en Viena de 1908[8] **[Fig.16]**. Posteriormente, a la actitud defensiva de contención de las aguas se incorporó también la productiva que retomaría la función de los antiguos molinos en este caso para la generación hidroeléctrica. Es una función mediadora el agua ya no es rechazada sino utilizada como recurso mediante su canalización y filtrado. Al intermediar en el flujo natural, se define artificialmente la accesibilidad de las especies fluviales, el tipo de embarcación que las atraviesa y restringe las actividades que pueden desarrollarse en relación a la velocidad del agua, su limpieza, la profundidad, etc.[9] **[Fig.17]**. Algunos arquitectos han trabajado también sobre estas infraestructuras a menudo en la naturaleza dando servicio a grandes presas, pero también en una escala más urbana como es el caso de la central hidroeléctrica de Kempten de Becker architects de 2012, obra con la que consiguen insertar un auténtico hito urbano en la ciudad consolidada **[Fig.18]**.

8 Otro ejemplo emblemático sería la torre de control y el edificio administrativo de la esclusa de Kembs-Niffer en Francia, obra de Le Corbusier.

9 En España son relevantes las centrales hidroeléctricas de Joaquín Vaquero Palacios erigidas en el paisaje asturiano entre 1954 y 1980 como catedrales industriales de hormigón.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.18. Central hidroeléctrica en Kempten. 2012. Becker architects

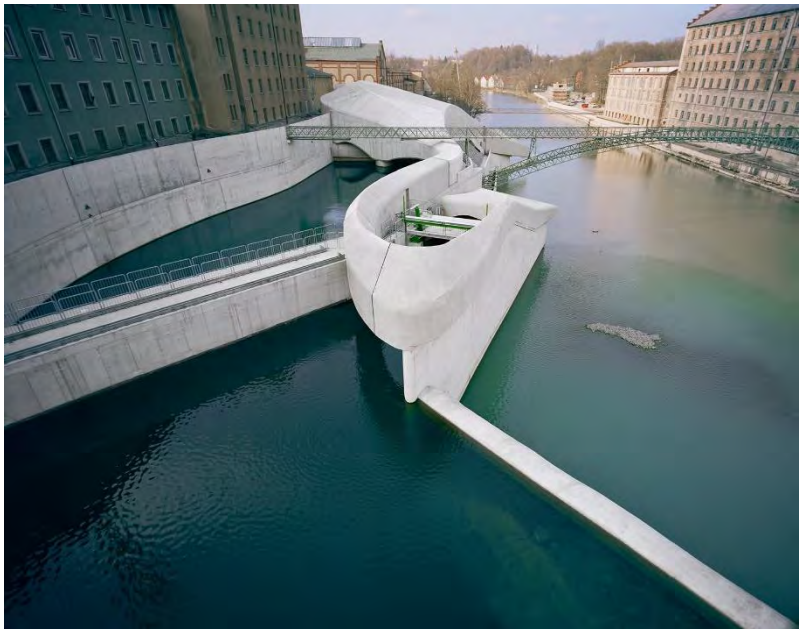


Fig.18

En una ampliación a escala urbana o regional, la interlocución de la infraestructura entre el mar y la tierra es fundamental a la hora de entender las estrategias contemporáneas para tratar la protección costera. Tormentas extremas como el Huracán Sandy en Nueva York o Katrina en Nueva Orleáns han cambiado el paradigma de cómo afrontar este tipo de catástrofes[10] [12]. La energía ya no es contemplada sólo como destructora, sino como parte inherente de un contexto litoral que urge medidas adaptativas que puedan asimilarla. Muchos planes actuales se basan ya en medios de gestión, investigación y mantenimiento sostenible a largo plazo para trabajar con la dinámica del agua respetando los procesos naturales y apostando por la flexibilidad y la reversibilidad de las intervenciones. El límite entre el mar y la tierra se convierte en un campo de trabajo y reflexión espacial sobre la incertidumbre que supone un ámbito de constante intercambio que es la interfaz con la violencia y la imprevisibilidad del medio marino.

//////

10 Estos fenómenos evidenciaron la insuficiencia de las medidas existentes en ambas ciudades y cómo la urbanización de los frentes marítimos habían desprovisto de la capacidad de resiliencia a sus costas. Después de ambas catástrofes se abrieron procesos de reflexión desde la política y el planeamiento que dieron lugar a generar sendos laboratorios de ideas para encontrar soluciones a situaciones cada vez más frecuentes desde una mirada adaptativa.

[12] *Maly E, Kondo T, Banba M (2017) Experience from the United States: Post-Katrina and Sandy. 79–106.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.19. El oficial y la chica que ríe. Johannes Vermeer, 1657. El cuadro muestra a través de una imagen cotidiana un mundo en expansión gracias a la exploración y el comercio.



Fig.20. Dibujo de barco de remo egipcio. 2600 a.C. Reproducción del bajo relieve descubierto en la pirámide del faraón Sahura en Abusir, el Cairo.

Superficie e imagen

La energía marina se despliega por los océanos conectando continentes y creando una trama compleja de intercambios. El mar es aquí un tablero neutro sobre el que se planifica la infraestructura. El contenido de este apartado se detiene en dos conceptos, superficie e imagen, que tienen que ver con la simplificación que del medio marino se ha hecho a lo largo de la historia de la modernidad, primero por la imposibilidad de conocer mejor el propio ámbito, pero también por el interés de las fuerzas económicas y políticas que han querido dominarlo **[Fig.19]**. El océano como superficie alude al medio como un elemento plano y horizontal, el tablero de juego en el que los poderes marítimos imponen su fuerza para mantener el control de rutas comerciales o el acceso a puertos lejanos. Por su parte, el océano como imagen también es bidimensional y se traduce en la naturaleza idealizada que sirve como lugar de consumo desde el siglo XIX hasta nuestros días. Esta imagen ha influido en la percepción de lo que es natural y artificial, separándolos como dos entes ajenos y contrapuestos. La visión pictórica de la escena marítima tiene una gran influencia en los debates sobre integración y percepción que se dan hoy en torno a los proyectos energéticos.

El mar como superficie dedicada al intercambio de energías se desarrolla con la historia de las embarcaciones y de los conversores energéticos que permiten su movimiento **[Fig.20]**. La vela sería el primer gran conversor energético de la época preindustrial. Con ella, las limitadas embarcaciones de remo de las primeras comunidades dejaron los ríos y pasaron a bordear las costas y a asumir travesías mayores. Se originaron, así, unas primeras redes de polos litorales que intercambiaban bienes, personas y cultura en mares abordables como el Mediterráneo o el Báltico. Una vez que las embarcaciones

[12] *Maly E, Kondo T, Banba M (2017) Experience from the United States: Post-Katrina and Sandy. 79–106.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.21. Paisaje con la caída de Ícaro. Pieter Bruegehl el viejo, 1560

Fig.22. Planisferio de Teixeira. 1573. En el centro la línea que dividía el mundo en dos.

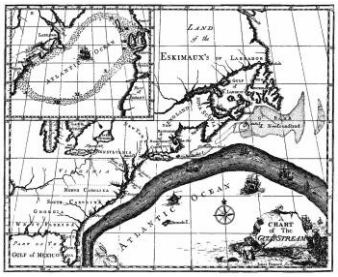


Fig.23. Carta náutica de la corriente del Golfo. Benjamin Franklin, 1769.

sofisticaron el velamen para navegar en contra del viento y el casco de la nave se perfeccionó, los viajes transoceánicos se hicieron posibles y con ellos los grandes descubrimientos de los siglos XV y XVI [13].

La nueva era dibujó múltiples vías de comunicación que pusieron al alcance de las mayores potencias navales enormes riquezas **[Fig.21].** Se elaboraron, entonces, cartas náuticas de gran precisión para registrarlas y divulgarlas, los portulanos, que se convirtieron en artefactos de poder muy codiciados, ya que permitieron el control de un territorio comercial en disputa [11] **[Fig.22].** Hasta ese momento las cartografías representaban casi en exclusiva las costas y el mar era un espacio vacío salpicado de algunas islas. De hecho, no fue hasta 1769 cuando se cartografió el primer elemento oceanográfico con la representación de la corriente del Golfo [12] **[Fig.23]**.



Fig.22

El crecimiento exponencial de los imperios debido a la disponibilidad de recursos y territorio generó competencias feroces entre las potencias de aquel tiempo —Inglaterra, España, Francia y Países Bajos [Fig.24]. Sus flotas durante los siglos XVII y XVIII protagonizarían algunas de las grandes batallas navales de la historia [14]. El género de la pintura de marina se ocupó de representar los grandes triunfos y las conquistas militares. Sus cuadros alimentaron el imaginario de los grandes imperios e ilustraron las narraciones

11 Facilitaban la conquista y repartían el poder marítimo de los territorios de ultramar desde que españoles y portugueses se dividieran el Atlántico en dos partes por el Tratado de Tordesillas de 1494 tras la llegada de Colón a América.

12 Benjamin Franklin, el político y científico americano, autor de esta carta náutica, la dibujó con un carácter más simbólico que científico, como un río que cruza el océano.

[13] *Cattelan S (2020) Iberian expansion over the oceans: law and politics of mare clausum on the threshold of Modernity (XV-XVI centuries). Hist IUS 18:2–28.*

[14] *Millán Escriche M (2010) Planificación: Transportes, turismo y territorio. Gran Tour Rev Investig Turísticas 1:97–119*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

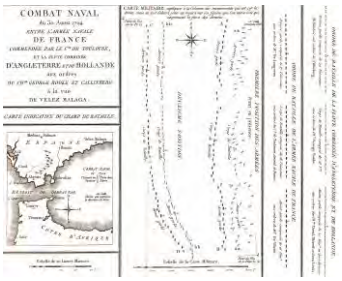


Fig.24. La batalla de Málaga 1704. Carta militar de la batalla entre Inglaterra y Francia y Países Bajos

Fig.25. Batalla del Texel. Willem van de Velde, el joven, 1680. Última batalla entre Inglaterra y Países Bajos.



Fig.26. Perseverance. Segundo barco de vapor experimental de John Fitch. 1787

históricas que han construido con el tiempo sus mitos y sus héroes **[Fig.25].** Sus vestigios, además, pueblan los mares de pecios en su mayoría por descubrir, que forman parte de una historia no visible de la civilización.



Fig.25

A finales del siglo XVIII, el mar como superficie de batalla daría paso a otro tipo de navegantes araíz de la aparición del barco de vapor **[Fig.26]**. Los viajes de pasajeros se extendieron y la comunicación entre continentes se hizo posible. El uso de combustibles fósiles generó una mayor dependencia entre tierra y mar y los altos consumos de carbón y madera requerirían de vastas extensiones de bosque para suministrar los recursos necesarios [15]. Finalmente, el desarrollo de los motores diésel y su incorporación naval consolidó el transporte marítimo como medio dominante incluyendo el de personas, gracias a los grandes cruceros que conectarían puertos de todo el mundo desde 1900[13]. En el transporte de mercancías, tras la Segunda Guerra Mundial, la revolución que produjo definitivamente la expansión de la producción capitalista llegó con la generalización del contenedor de envío estandarizado. Este sistema se constituiría como el gran medio de intercambio mundial y requeriría de nuevos puertos comerciales con más espacio, más calado y una modernización de la

13 Hoy en día, son gigantes embarcaciones que alojan miles de pasajeros y constituyen ciudades móviles con todo tipo de servicios

14 Actualmente el transporte de mercancías es la principal actividad económica sobre territorio marino y supone más del 90% del comercio mundial. Al mismo tiempo, sus embarcaciones consumen un 3% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero.

[15] *Calder B (2022) Forms follows fuel. Archit. Rev. 7–12*

[16] *Millán Escriche M (2010) Planificación: Transportes, turismo y territorio. Gran Tour Rev Investig Turísticas 1:97–119*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.27. Mapa del cable submarino de telégrafo entre América y Europa. 1857



Fig.28. Planta eléctrica de Deptford, 1887.

infraestructura para el movimiento y la gestión de la mercancía[14] [16]. Esta expansión del transporte marítimo produce hoy día aproximadamente el 3% de las emisiones globales y por sus características parece difícil abordar una transición a las renovables [17]. En 2024, sin embargo, China llevó al mar su primer portacontenedores eléctrico, que aun siendo un prototipo tiene una capacidad de 10.000 toneladas [18] .

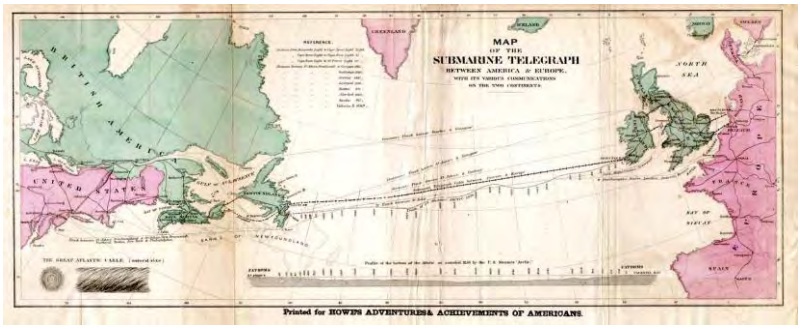


Fig.27

Además de ser atravesados por embarcaciones de todo tipo, los mares son soporte también del transporte de energía a través de conductos submarinos. El primer cableado marino se tendería entre Terranova e Irlanda en 1858 para la comunicación por telégrafo y abriría el territorio oceánico a una red global submarina que de forma invisible conecta continentes **[Fig.27]**. Impulsaría, además, una investigación sin precedentes de los fondos marinos que contribuyó a la emergencia de la oceanografía como campo de estudio. Hoy en día, grandes conductos transatlánticos de gran importancia geopolítica permiten transportar gas y petróleo evitando el uso de barcos, fomentando la industrialización de las costas como puertos de salida y entrada de la red submarina y como contacto con la terrestre. Las centrales térmicas se extendieron por el litoral desde finales del siglo XIX hasta convertirse en la principal infraestructura de producción eléctrica global **[Fig.28].**

[17] *Santos AO (2022) Ocean Narratives: Fluxes of Commodities Across the Pacific in the Contemporary Age. East Asia, Lat Am Decolonization Transpacific Stud 67–88.*

[18] *Heller C, Pezzani L (2020) Liquid Traces: Investigating the Deaths of Migrants at the EU's Maritime Frontier. The Borders of "Europe" 95–119.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

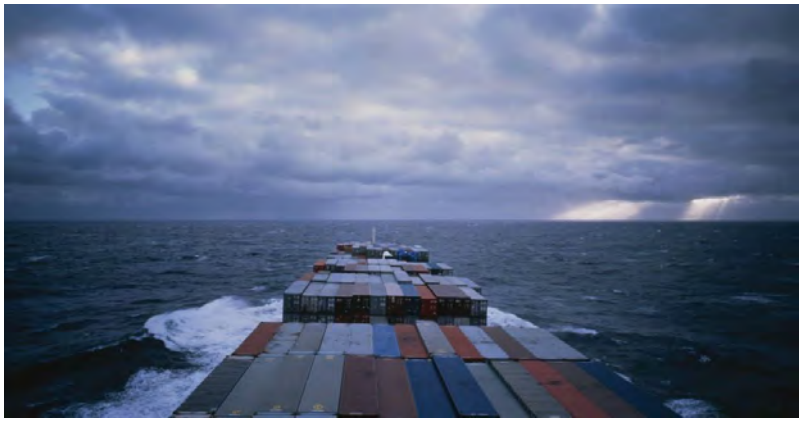


Fig.29. Panorama Mid Atlantic. Extracto de Fish story. Allan Sekula, 1988-1995.

Fig.30. Ocean transformation. Territorial Agency, 2019. Huellas del Antropoceno en el océano Pacífico: datos de transporte marítimo y pesca cerca del parque marino Nazca-Desventuradas en la costa de Chile.

Fig.29

La última dimensión del concepto abstracto de red global en el mar es la logística, probablemente su expresión más extrema [Fig.29]. Se trata de una infraestructura presente en toda la producción marina mundial que se alimenta de la acumulación de datos [19]. Su operatividad se define por cálculos abstractos y por la sistematización y la estandarización de los procesos que ya no atienden a un territorio específico. La optimización es el principio que crea también entornos físicos homogéneos conformados por arquitecturas genéricas producidas por la industria que ocupan el mar y las costas hoy día y que abarcan embarcaciones, puertos, conductos o plantas energéticas. La gestión de la información necesaria para optimizar los procesos requiere de otro océano simultáneo, uno virtual, deslocalizado en los centros de decisión y de investigación **[Fig.30]**. El mar pasa a ser monitorizado, vigilado y continuamente evaluado por los estados y por las empresas para encontrar nuevos recursos, planificar las operaciones a largo plazo o para localizar prácticas ilegales [20].

[19] *Santos AO (2022) Ocean Narratives: Fluxes of Commodities Across the Pacific in the Contemporary Age. East Asia, Lat Am Decolonization Transpacific Stud 67–88.*

[20] *Heller C, Pezzani L (2020) Liquid Traces: Investigating the Deaths of Migrants at the EU's Maritime Frontier. The Borders of "Europe" 95–119.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.31. Sin título. Ala y arpón levantando la piel del mar. Salvador Dalí, 1981.



Fig.30

Se ha creado un mar planificado por las múltiples actividades implementadas en el mar entre las que la energía es una de las más importantes. La emergencia constante de posibilidades de explotación ha obligado a la regularización de parte del territorio marino. En 1982 se adoptarían los límites actuales de soberanía nacional [21] mediante las Zonas de exclusividad económica y en los últimos años han ido apareciendo documentos de ordenación con los que cada país zonifica la explotación de los recursos existentes en estas áreas[15] [22]. Todo esto genera un entramado legislativo que segrega el mar y lo dota de una autonomía abstracta que lo rigidiza frente a la tridimensionalidad oceánica y su fluidez y dinámica constante. Frente a esta actitud superficial y aséptica con la que se opera en el océano, los artistas del siglo XX, desde las vanguardias a la contemporaneidad, no han cejado en intentar desentrañar la naturaleza profunda de esta capa que separa el medio aéreo y el submarino **[Fig.31].** Algunos pintores como Mondrian entendieron este plano como metáfora del lienzo, profundo y superficial al mismo tiempo y buscaron la abstracción para descomponerlo y entenderlo como puede verse en Pier and Ocean 5

15 Al mismo tiempo han ido aflorando instituciones internacionales para la gestión de los océanos en mar abierto entre las que se encuentran el Panel de Alto Nivel para una economía oceánica sostenible, El Tribunal Internacional del derecho del mar, la Autoridad Internacional de los Fondos Marinos o la Organización Marítima Internacional.

[21] *UN General Assembly (1982) Convention on the Law of the Sea*

[22] *Haas B, Mackay M, Novaglio C, et al (2021) The future of ocean governance. Rev Fish Biol Fish 2021 321 32:253–270.*

[23] *Susik A (2012) Convergence Zone: The Aesthetics and Politics of the Ocean in Contemporary Art. Drain Mag 7:*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.32. Pier and Ocean 5. Piet Mondrian, 1915

Fig.33. Caribbean Sea. Hiroshi Sugimoto, 1980.

de 1915 **[Fig.32]**. Otros artistas, sin embargo, incidieron en el océano como capa impenetrable, pero lleno de detalles específicos, de pequeñas vibraciones y reflejos siempre diferentes plasmando el misterio y la fascinación que podemos ver en obras como las fotografías de Hiroshi Sugimoto [23] **[Fig.33]**.



Fig.32



Fig.33

Si el comercio se sirve de un mar sin atributos y desprovisto de cualquier relación cultural, el turismo como gran paradigma del siglo XX se ha ocupado de trivializar su imagen. De la idea de océano como superficie horizontal se puede extrapolar una visión similar en su planitud pero de sentido vertical en este caso. Es la mirada proporcionada por la simplificación del objeto de la misma, desprovisto de sus relaciones sociales, culturales y geográficas o limitadas al mínimo, a un simulacro o a un cliché [24]. Es la cultura del ocio la que ha creado esta visión, construyendo con el tiempo un imaginario de lo que debe ser el mar, pacífico y neutro, que se ha consolidado a través de la fotografía y especialmente de la postal **[Fig.34].** El océano como escenografía de otra forma de consumo [25]. Cualquier elemento ajeno a esta concepción cerrada de paisaje, como pueden ser unas turbinas sesgando el horizonte, es considerado intruso, salvo que pueda ser también asimilado por la percepción social como objeto de deseo de la mirada.

[24] *Kowalewski M (2021) Images and Spaces of Port Cities in Transition. Sp Cult 24:53–65.*

[25] *Arribas Sánchez C (2018) Metapostales: el paisaje de la España del boom a través de las postales turísticas. In: Touriscape: I Congrés internacional turisme transversal i paisatge. Tirant lo Blanc, pp 159–170*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.34. Postal de West Palm Beach. Florida. 1954.

Fig.34

El ocio es un concepto realmente moderno[16] y no es hasta el siglo XIX cuando emerge una idea de la costa como uno de sus escenarios predilectos, conectada con el bienestar físico y situada en las antípodas de las ciudades industriales [26]. En la misma época se consolidaron los muelles como espacios públicos de interés equipados con diferentes divertimentos como norias y cafés. Definitivamente, el ocio se extendió a las playas. Muchos artistas retratarían escenas litorales durante los últimos años del siglo XIX y principios del XX, especialmente impresionistas como Monet o Sorolla **[Fig.35]** embaucados por el potencial visual del mar y de sus atmósferas marinas. También las vanguardias posteriores se adentraron en estos paisajes para experimentar formalmente con los volúmenes de los cuerpos o con los sugerentes matices abstractos del mar **[Fig.36].**

16 A finales del siglo anterior, se construyeron los primeros balnearios. Se ubicaron en la costa porque los médicos recomendaban aire fresco y temperaturas suaves como tratamiento para enfermedades infecciosas o respiratorias como la tuberculosis.

[26] *Tatjer M (2009) En los orígenes del turismo litoral: los baños de mar y los balnearios marítimos en Cataluña. Scr Nov Rev electrónica Geogr y ciencias Soc*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.35. Jardin à Sainte-Adresse Claude Monet, 1867.



Fig.36. Los bañistas. Pablo Picasso, 1914.



Fig.35

Después de la Segunda Guerra Mundial, con la emergencia de la clase media, el ocio costero estaba ya al alcance de un público masivo. Los coches permiten llegar a la costa y los hoteles ofrecen precios asequibles. El turismo cambia para siempre el territorio y las economías litorales y con esta transformación llegaría una sobreexplotación donde el paisaje natural sería destruido por la intensidad constructiva como atestigua gran parte de la costa mediterránea tanto española como internacional [27]. No sólo se ha alterado la geografía natural del litoral, sino que también la ocupación intensiva constituye auténticos sumideros energéticos que sobrepasan las capacidades del territorio. Al mismo tiempo, los cruceros se han convertido en el gran medio del turismo marítimo y también en un importante símbolo de la modernidad [28]. Como se ha mencionado anteriormente, en el siglo XIX aparecen los primeros barcos de vapor para el transporte de personas, antecesores de los grandes transatlánticos **[Fig.37]**. Estas embarcaciones ofrecen servicios para la estancia y eran todavía un lujo solo asequible para la clase alta. El transatlántico daría paso al actual crucero con la irrupción del avión como principal medio de transporte

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.37. Sección ilustrada para el desarrollo transatlántico Île de France en el que Le Corbusier quiso plantear la embarcación como una escultura flotante con paralelismos a la Unité d´Habitation. 1936.

de pasajeros, obligando a los barcos a transformarse en la tipología que conocemos hoy. Son enormes edificios flotantes horizontales que navegan alrededor del mundo y donde la experiencia no es sólo la visita de las ciudades que conecta, sino las comodidades que ofrece el propio barco. Han transformado los puertos y las zonas costeras y muchas ciudades dedican actualmente muchos recursos a estos visitantes por su alta rentabilidad[17]. Esta forma de transporte tiene importantes impactos negativos a nivel ambiental y socioeconómico desde la emisión de gases a la atmósfera y su consumo energético desmesurado, hasta la saturación que provocan en los entornos urbanos en los que desembarcan y su disrupción visual en el paisaje urbano [28].

Esta mirada hacia el mar, como superficie e imagen, ha tenido consecuencias importantes en la relación que ha tenido con este la sociedad. El crecimiento del turismo y su gran rentabilidad ha producido una sustitución de las actividades tradicionales de las costas y de alta mar. En realidad, la pesca ha ido creciendo en su versión industrial mientras que la tradicional, que involucra a las comunidades locales con su litoral a través de su tradición y que se basa en un equilibrio con el medio natural, lleva décadas en decremento. A esto se ha añadido, que el turismo más habitual se basa en la idealización pictórica del paisaje y no en su conocimiento; aleja a los ciudadanos de la comprensión de los fenómenos naturales costeros y marinos y elimina la idea de mar como espacio de lo colectivo. El resultado es un producto de consumo para la satisfacción individual, por un lado, y para la máxima rentabilidad, por el otro. La desconexión entre comunidad y entorno no sólo tiene importancia para la costa, sino que también facilita que los diversos intereses económicos puedan hacerse con el dominio del territorio marítimo aguas adentro y operar con impunidad fuera del debate público.

Es necesario señalar que, por otra parte, frente a estas formas de turismo, cada vez tienen más presencia actividades que motivan al visitante a conocer las regiones de una forma más profunda para

17 El Mediterráneo es uno de espacios marinos más concurridos por estas embarcaciones, albergando algunos de los destinos del mundo con más pasajeros como son Barcelona, Venecia, Mallorca o Marsella, ciudades que han virado su foco de interés de inversión a estas actividades para competir en un mercado global.

[27] *Mejjad N, Rossi A, Pavel AB (2022) The coastal tourism industry in the Mediterranean: A critical review of the socio-economic and environmental pressures & impacts. Tour Manag Perspect 44:101007.*

[28] *Perea Medina B (2019) Crucero, ciudad y territorio. Impactos de la industria crucerística en los principales destinos del Mediterráneo*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.38. El regreso de la pesca: regresando el barco. Joaquín Sorolla, 1894.



Fig.39. Barco de pesca junto a turbina en el Mar del Norte

concienciar del valor de sus paisajes y de las actividades tradicionales que se desempeñan desde tiempos inmemoriales **[Fig.38 y 39]**. La generalización del concepto de paisaje cultural, además, relaciona territorio y transformaciones culturales poniendo el foco de interés en la actividad humana como valor simbólico a preservar y a comunicar. De este tipo de consideración del entorno emergen actividades innovadoras como el turismo industrial y el turismo energético, en los que cultura, conciencia ambiental y paisaje van de la mano y que pueden ser relevantes para la transición energética [29].

//////

Recurso y hábitat

La explotación energética del océano, especialmente la industria fósil, opera inevitablemente entre el aprovechamiento máximo de los recursos y la lucha contra sus externalidades que tienen desastrosas consecuencias para los ecosistemas. Recurso y hábitat muestran la dimensión de profundidad de estas actividades en el mar. Por un lado, es fuente de recursos que sirven a la sociedad. El concepto de hábitat, por otro lado, muestra un entorno marino colmado de vida, un lugar con autonomía en el que complejos ecosistemas establecen intercambios continuos.



Fig.40

[29] *Zizek S (2008) Censorship today: violence, or ecology as a new opium for the masses.*

[30] *Jouffray J-B, Blasiak R, Norström A V, et al (2020) The Blue Acceleration: The Trajectory of Human Expansion into the Ocean. One Earth 2:43–54*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.40. Balleneros neerlandeses cerca de Spitzenberg. Abraham Storck, 1690



Fig.41. Excavadora submarina manual. 1761.

Los mares y océanos presentan áreas saturadas de actividades humanas, pero la percepción pública del medio marino sigue siendo la de un gran vacío. Desde las primeras pescas en alta mar hasta la extracción de hidrocarburos, los océanos han prometido una inagotable fuente de recursos **[Fig.40 y 41]**. La inmensidad del territorio y su inaccesibilidad, además, han desprovisto a la sociedad de un espacio colectivo fundamental como es el marino. Esta paradoja ha sido construida por compañías y gobiernos durante siglos de mercantilización, pero la intensidad de los procesos de industrialización ha visto su intensificación definitiva desde la Segunda Guerra Mundial y el sector energético ha sido protagonista.

Algunos académicos hablan de Aceleración Azul (Blue Acceleration) para definir el fenómeno de expansión de las actividades que se están realizando sobre el territorio marino como la última frontera de la economía mundial [30]. Para su gestión existen instituciones que teóricamente velan por el interés común y la sostenibilidad de los océanos[18]. Esta consistente explotación, por otra parte, se hace de forma desigual en detrimento de naciones isleñas o de países de menor poder económico. El 60% de los beneficios de los diferentes sectores basados en el ámbito marino corresponden a sólo 100 empresas y la mitad son empresas de hidrocarburos con sede en únicamente 13 países. En 2024 la explotación petrolífera y de gas natural en aguas abiertas proporcionó un mercado de casi un 15% de toda la economía marina siendo la aportación de las eólica marina de un 2% [31].

Aunque la tendencia actual no tiene precedentes a lo largo de toda la historia, mares y océanos han constituido el continente de inagotables recursos deseados por todos los imperios. En épocas preindustriales servía únicamente como fuente de alimento para las comunidades pesqueras próximas a la costa **[Fig.42]**[19] [32] y requerían de un equilibrio entre recurso y extracción para el bienestar conjunto

18 La sobrepesca se ha triplicado en los últimos 40 años, la demanda de metales como la plata, el cobre o el zinc dedicados a la electrónica extraídos del lecho marino ha multiplicado su precio haciendo en rentable la minería de gran profundidad, mientras que países como China, ante la necesidad de nuevo territorio urbano e industrial, le gana al mar cientos de kilómetros cuadrados al año.

[31] *Claudet J (2021) The seven domains of action for a sustainable ocean. Cell 184:1426–1429.*

[32] *Pérez-Rubín J (2017) 150 años de evolución de la cartografía nacional de la vida submarina y el impulso con el Instituto Español de Oceanografía (1866-2016). Boletín la Real Soc Española Hist Nat Sección biológica 111:25–51*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

de los ecosistemas, culturales y naturales. Con el paso del tiempo nuevos intereses han ido incorporándose y sobrepasando este equilibrio sirviendo a la minería o la industria energética, por ejemplo. Se ha retirado material de sus suelos, se ha perforado para la extracción de hidrocarburos y se ha vaciado de sus especies animales y vegetales sin ofrecer la restitución de las externalidades producidas ni generar ningún beneficio compensatorio.

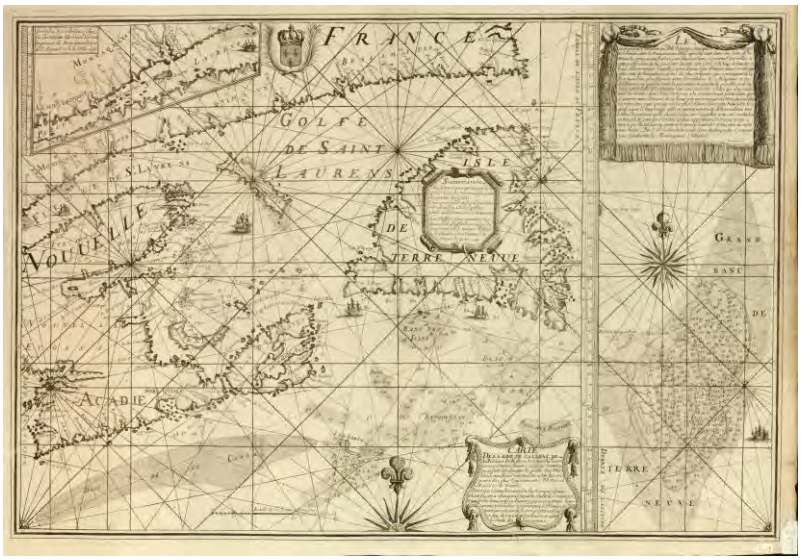


Fig.42. Carte de la baie du Canada, de la rivière du Québec, du banc de Terre-neuve, 1696.

Fig.42

A finales del siglo XIX, las primeras compañías petroleras exploraban el continente americano buscando yacimientos. En California, en torno a 1890, siguiendo el rastro de pozos ya agotados a lo largo del litoral, se encontró el primer yacimiento marino a 400 metros de la costa constituyendo la primera prospección no terrestre realizada hasta entonces. Varios diques se tendieron sobre pilotes para adentrarse en el mar y acceder al recurso. Este fue el principio del abordaje que la industria de los hidrocarburos realizaría sobre mares y océanos para encontrar yacimientos cada vez más grandes **[Fig.43 y 44]**. La tecnología se ha ido desarrollando para permitir exploraciones cada vez más lejanas perforando un lecho marino cada vez más profundo con hitos ingenieriles de gran importancia[20]. En los años setenta, con los primeros descubrimientos de petróleo en aguas

19 La Carte de la baie du Canada compuesta por el francés S. Le Cordier y publicada en 1696, es la primera cartografía con información submarina que se conserva y localiza los caladeros para la pesca del bacalao, un hito en la representación marina de carácter aislado que no tendría continuidad hasta siglos después.

20 La plataforma Berkut, una de las más grandes del planeta, situada en el Pacífico alcanza más de 6000 m2 de superficie, el equivalente a un campo de fútbol y cuenta con 144 m de alto desde el lecho marino. Oil Rocks, el complejo marino construido cerca de las costas de Baku, Azerbaiyán, en 1951, supuso lo que se podría considerar el primer urbanismo petrolero marino formando una red de pasarelas de 12 km de largo y 6 km de ancho salpicadas de torres de extracción que se extiende hasta el horizonte en el Mar Caspio.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.43 y 44. Yacimiento petrolero de Neft Daşları Azerbaijan. Expansión desde 1950 y vista actual.



noruegas del Mar del Norte, se construyó el complejo Ekofisk constituido 29 plataformas enlazadas y conectadas por conductos con Alemania e Inglaterra. Se trata de un polo de transporte para los hidrocarburos extraídos en todos los campos cercanos que se prevé que siga funcionando hasta 2050 [33].

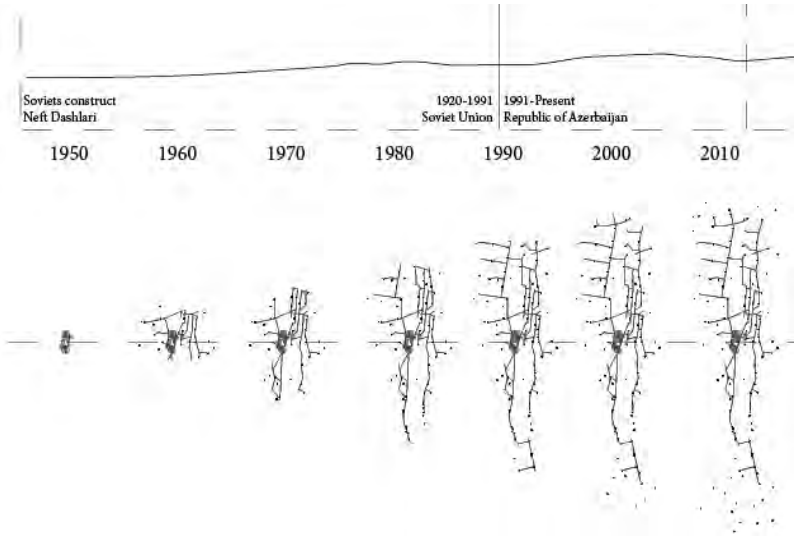


Fig.43

Recientemente, las energías renovables parecen otorgar una percepción diferente a los paisajes productivos marinos. Estas aprovechan las propias dinámicas marinas y no agotan recursos extinguibles. Consiguen, además, establecer una relación más respetuosa y colaborativa con su entorno, en la que, no obstante, se hace necesario atender a los impactos de su implantación y a las externalidades de todo su ciclo de vida. Las energías eólica y solar recuperan el fundamento esencial de sus antiguos precursores; los molinos de viento y los de mareas[21]. La integración de los nuevos parques energéticos, también de los de energía convencional, tienen en consideración una gran información sobre las migraciones de las especies, la naturaleza de los fondos marinos o el funcionamiento del clima y las dinámicas marinas. La oceanografía, sin embargo, es una

21 Los primeros se extendieron por Europa en la Edad Media y utilizaban la subida de las aguas en estuarios, principalmente para transformar el movimiento de sus norias en trabajo para la molienda o la fundición.

22 Un pionero en estas incursiones sería James Cook que alcanzaría tierras australianas y neozelandesas con el objetivo inicial de realizar observaciones astronómicas en el Pacífico sur.

[33] *Hein C, Couling N (2020) The Urbanisation of the Sea. From Concepts and Analysis to Design. nai010 publishers*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.45. Fototipia de embarcación Ictíneo. J. Thomas & Cª. Narcís Monturio, 1859.



Fig.46. Imagen capturada desde el Apolo 17. NASA, 1972.

disciplina relativamente joven. No fue, de hecho, hasta el siglo XVIII cuando el interés comercial por el océano pasó también a ser objeto de la investigación científica y a implicar a todo tipo de campos de estudio que impulsaron expediciones por todo el mundo[22]. Aunque mucho se conocía ya de las rutas comerciales y de las costas de las nuevas tierras encontradas, los fondos marinos eran todavía totalmente desconocidosAunque mucho se conocía ya de las rutas comerciales y de las costas de las nuevas tierras encontradas, los fondos marinos eran todavía totalmente desconocidos[23]. La investigación de los fondos con fines militares, comerciales y científicos dio lugar a nuevas máquinas de inmersión como el batiscafo o la batisfera[24] **[Fig.45]** o a nuevas tecnologías, como el sónar ya en el siglo XX, fundamentales para crear una imagen precisa de los océanos. El conocimiento científico que comenzó motivado por el interés económico en la explotación de los mares empezó a construir una idea de espacio compartido global [34]. La vista desde el Apolo 17 del globo terráqueo y su reconocimiento como Planeta Azul puso definitivamente de relevancia la magnitud de lo acuático como identidad social **[Fig.46].**

El mayor conocimiento del medio natural y de nuestra interdependencia desde el punto de vista ecosistémico fue movilizando una cultura del ecologismo a nivel global que emergió en los 70. La amenaza del cambio climático y grandes desastres naturales han contribuido a instalar en una gran parte de la sociedad una preocupación constante por la sostenibilidad de nuestra forma de vida y del planeta **[Fig.47].** En este sentido, la percepción del sector energético es muy negativa. Esta es consecuencia de su alta producción de emisiones —un 75 % del total — sus grandes chimeneas humeando en las costas y su responsabilidad en vertidos de metales pesados y agua refrigerada que alteran los ecosistemas costeros [35]. Los derrames de petróleo en el mar, por su parte, son una de las evidencias más tangibles de los impactos de las actividades humanas en el espacio natural. El hundimiento de la plataforma Deepwater Horizon, en el golfo de

23 Algunos ejemplos serían cartografías como las que reflejaban los vientos y las corrientes del Atlántico (1847), la primera carta batimétrica (1853) o la que plasmaba la gradación de organismos en relación a la profundidad marina (1848).

24 Entre 1859 y 1862 Narcís Monturiol realizó las inmersiones de su buque pez Ictíneo propulsado manualmente en aguas barcelonesas y alicantinas e Isaac Peral botó el primer submarino de acción eléctrica en 1888. En 1930 apareció la primera batisfera y en 1948 logró llegar a los 1370 m. Ese mismo año se realizó la primera inmersión del batiscafo de August Piccard, sin tripulantes.

[34] *Boel J (2020) The making of an ocean commission. UNESCO Cour.*

[35] *Naseem MB, Lee J, In S Il (2024) Radioisotope thermoelectric generators (RTGs): a review of current challenges and future applications. Chem Commun 60:14155–14167.*

[36] *Beyer J, Trannum HC, Bakke T, et al (2016) Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill: A review. Mar Pollut Bull 110:28–51.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.47. Voluntarios limpian la costa de Muxía tras el hundimiento del buque petrolero Prestige. 2002

México, considerado el derrame más importante de la historia afectó a casi 1000 km de litoral del Delta del Missisipi y a su fauna y flora con pérdidas millonarias para el sector pesquero y turístico [36].

Estas evidencias han provocado que los paisajes marinos, como los terrestres, se hayan convertido hoy en día para la opinión pública en entornos que cuidar, cuyo mantenimiento atañe a todos y que en su versión más conservadora ha conducido a la búsqueda de una vuelta a una naturaleza inalterada.

El arte contemporáneo, por su parte, desde los años sesenta ha puesto el foco en la crítica a las externalidades del capitalismo, en especial y con gran énfasis, en lo concerniente al desperdicio o al excedente [37]. Para muchos artistas los océanos representan los verdaderos escenarios de estos excesos consecuencia de los flujos económicos contemporáneos. Rompiendo su carácter mítico y filosófico, su sentido cultural se sitúa ahora en la materialidad de la disrupción de lo humano en lo natural. Los infinitos flujos comerciales, los vertidos petroleros o las islas de plástico en nuestro "patio trasero" transforman el espacio natural por excelencia y simbolizan la pérdida del mar como espacio social en favor de sistemas económicos basados en la explotación de recursos y en el sometimiento de la naturaleza. El mundo del arte, y especialmente la fotografía, han convertido sus obras en una forma de concienciación social, en la que el objeto artístico no es sólo objeto estético.

[37] *Moore SA (2012) Garbage matters*.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

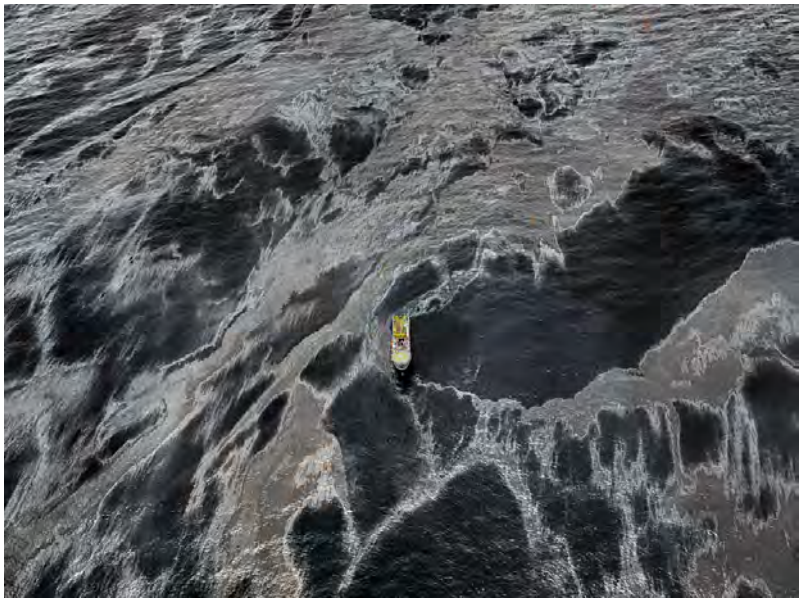


Fig.48. Oil Spill. Edward Burtynsky, 2012.



Fig.49. Soup. Mandy Baker, 2010.

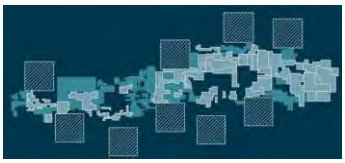


Fig.50. Zona Clarion-Clipperton. Los cuadrados se corresponden con las zonas de especial interés medioambiental. Entre estas se muestran las áreas bajo exploración para la explotación minera.

Fig.48

La monumentalidad del paisaje marino hoy en día es representada por gigantescos buques de carga internacionales estandarizados como muestra Allan Sekula. Manchas de crudo extendiéndose rápidamente en el mar son retratadas por Edward Burtynsky **[Fig.48]** en las que se denuncia el desastre ecológico al mismo tiempo que se ahonda en la fluidez acuática amenazada por la viscosidad del hidrocarburo que lo invade. La densidad del agua suspende las constelaciones de deshechos de Mandy Barker **[Fig.49]**, compuestas de la materia de nuestra cotidianeidad que nos señala directamente como cómplices de los impactos sobre el mar [38].

La imparable amenaza sobre los mares llega hoy en día a cualquier rincón. La protección en aguas internacionales es difícil de contraponer a la libertad de actuación promovida por las potencias mundiales. Pese a que el lecho marino se considera legalmente patrimonio común de la humanidad, es explotado en zonas tan recónditas y protegidas como la zona Clarion-Clipperton **[Fig.50 y 51]** repleta de proyectos de minería de tierras raras. Académicos y organizaciones de todo el mundo, mientras tanto, proclaman la

[38] *Wells L (2023) Modes of Investigation : On Photography and Environment. Photogr Curation, Crit 237–254.*

[39] *Claudet J, Amon DJ, Blasiak R (2021) Transformational opportunities for an equitable ocean commons. Proc Natl Acad Sci U S A*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.51. Renderizado de instalaciones para la minería de profundidad en las islas Cook. Imagen de Paul Phauley.

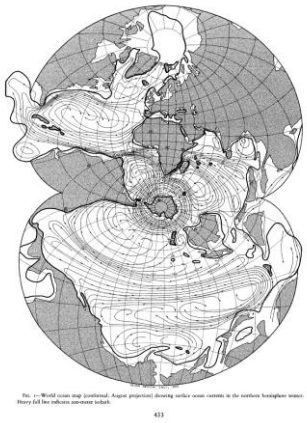


Fig.52. Mapa oceánico de Spillhaus mostrando las corrientes a escala global. 1942

necesidad de la protección total de alta mar, de crear instituciones globales como un observatorio global de los océanos o una estación internacional [39]. La más ambiciosa de estas medidas es lograr el reconocimiento de los derechos de los océanos y los mares para que en cuanto que sujetos de derecho, dejen de ser considerados como meros proveedores de recursos y de servicios [40].



Fig.51

Las visiones ecologistas del paisaje han llevado en muchos casos a un proteccionismo demasiado rígido, mientras que las soluciones más transformadoras a menudo aíslan el problema y no atienden a los efectos negativos producidos. El caso de las energías verdes es paradigmático en este sentido. Aplicada como la más importante de las estrategias para reducir los efectos futuros del cambio climático, inevitablemente también conduce a relevantes impactos sociales, energéticos o espaciales que generan grandes controversias.

//////

Palimpsesto y utopía

El tiempo es un fenómeno que, en el océano, adquiere una naturaleza distinta a la terrestre y ha sido objeto de reflexión desde la

[40] *Bender M, Bustamante R, Leonard K (2022) Living in relationship with the Ocean to transform governance in the UN Ocean Decade. PLOS Biol 20:e3001828*

[5] *Calatrava J (2022) Agua y espacio construido. Dearq 34:4–15, citado en pág. 18*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Antigua Grecia. Heráclito, en el siglo V a.C., concebía la realidad como un flujo constante, y en su pensamiento destacaba el movimiento incesante del mar como símbolo de la imposibilidad de la permanencia [5] **[Fig.52].** *Palimpsesto* y *utopía* son dos dimensiones de este tiempo marino. El primero revela un presente construido sobre la superposición de huellas del pasado, mientras que la segunda —utopía— lo proyecta hacia un futuro idealizado, transformándolo en una aspiración de mejora.

Las tecnologías renovables marinas disponibles actualmente se reducen a la turbina eólica, pero hay un sinfín de proyectos para desarrollar las energías de origen marino, es decir, que utilizan la fuerza de las mareas y el oleaje. Evidentemente, por el aprovechamiento de estas fuentes, responden a ciclos temporales cortos, más todavía de lo que lo hacen las terrestres, y someten a los dispositivos a la agitación incesante, a la intermitencia en su funcionamiento diario e incluso a su estacionalidad, lo que los conecta con la naturaleza del medio marino. De cara a crear una cultura de la energía en el mar se podrían interpretar estas instalaciones más allá de la linealidad de la productividad ingenieril y conectar con tradiciones marinas ancestrales que han construido su propia cultura a partir del conocimiento profundo de su entorno y que consideran desde los flujos que afectan a cada partícula de agua hasta las grandes masas en movimiento en forma de olas Las tecnologías renovables marinas disponibles actualmente se reducen a la turbina eólica, pero hay un sinfín de proyectos para desarrollar las energías de origen marino, es decir, que utilizan la fuerza de las mareas y el oleaje. Evidentemente, por el aprovechamiento de estas fuentes, responden a ciclos temporales cortos, más todavía de lo que lo hacen las terrestres, y someten a los dispositivos a la agitación incesante, a la intermitencia en su funcionamiento diario e incluso a su estacionalidad, lo que los conecta con la naturaleza del medio marino. De cara a crear una cultura de la energía en el mar se podrían interpretar estas instalaciones más allá de la linealidad de la productividad ingenieril y

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.53. El mar por la noche cerca de la costa de Libia. Mediterranean Sea. Paolo Pellegrin, 2015. Magnum Photos

conectar con tradiciones marinas ancestrales que han construido su propia cultura a partir del conocimiento profundo de su entorno y que consideran desde los flujos que afectan a cada partícula de agua hasta las grandes masas en movimiento en forma de olas **[Fig.53]**. Poblaciones como las comunidades de la Polinesia fueron capaces de desarrollar sofisticados sistemas de desplazamiento en mar abierto basados en la interpretación de la coloración del agua, de patrones de olas o de corrientes. Eventos geográficos o determinadas disposiciones vegetales son memorizados para apoyar la orientación diurna en ausencia de la observación astronómica [41].

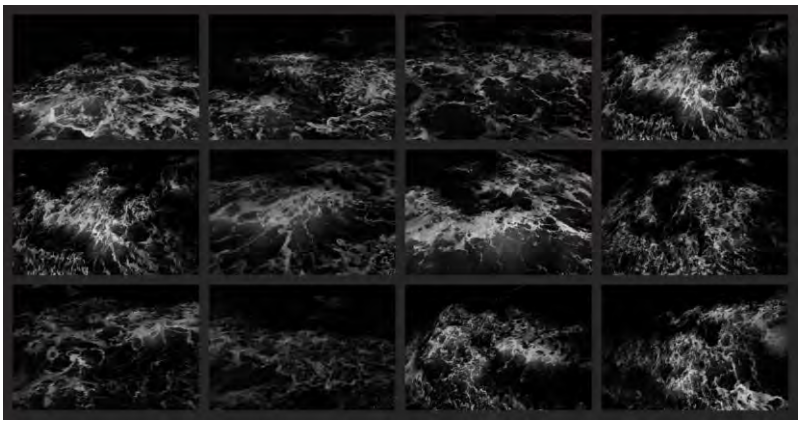


Fig.53

A gran escala los ciclos estacionales son capaces de estructurar una sociedad completa. La sociedad egipcia levantó proyectos arquitectónicos impensables hoy en día al ritmo de las crecidas del Nilo que anegaban los cultivos y liberaban a la mano de obra que debía ocuparse de semejantes trabajos [15]. Los movimientos mareales, por su parte, han configurado el día a día de las poblaciones litorales y de los ecosistemas que los rodean otorgándoles una naturaleza híbrida o anfibia. La pleamar y la bajamar marcan la jornada de los pescadores y desvelan ciertos productos marinos entre el fango intermareal, antes de volver a ocultar playas enteras. Se convierte en una forma de respiración también de las comunidades locales.

[41] *Peters K, Steinberg P (2019) The ocean in excess: Towards a more-than-wet ontology. Dialogues Hum Geogr 9:293–307.*

[15] *Calder B (2022) Forms follows fuel. Archit. Rev. 7–12, citado en pág. 27*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.54



Fig.55

Fig. 54, 55 y 56. Spiral Jetty, Robert Smithson, 1970. Fotos de diferentes perspectivas de Nancy Holt



Fig.56

En una visión contemporánea de la temporalidad marina, en Spiral Jetty (1970) Robert Smithson expone su obra a los cambios del nivel del agua del Gran Lago Salado **[Fig.54, 55 y 56]**. La obra evoluciona y participa del medio. El autor propone una superposición de tiempos desde el origen de los continentes hasta la actualidad, tiempo que proyecta su espiral hacia el futuro uniendo su destino al del territorio en el que se asienta. Aleja la obra del confinamiento museístico y la somete a los ciclos naturales, a su erosión y su regeneración [42]. La capacidad de regeneración también es propio de la dinámica marina y es capaz de revertir la visión entrópica de una degradación continua e inevitable. El reciente proyecto Zandmotor (motor de arena) en la provincia de Zuid Holland invierte el rol de los flujos de erosión costera habituales por el de construcción de paisaje **[Fig.57, 58 y 59]**. Se acumularon ingentes cantidades de arena en un punto concreto de la costa para que el mar las repartiera por el frente litoral de forma natural. El resultado en realidad es un proceso inacabado, en constante evaluación, que deja muestras de cómo invertir el tiempo, ejemplificado en la recuperación del estado de las playas anterior, entendiendo los procesos naturales de destrucción y construcción.

[42] *Ábalos I (2008) Atlas pintoresco Vol. 2: los viajes.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.58



Fig.59

Fig.57, 58 y 59. Zandmotor. La Haya. 2011. Estado actual. Proceso de recuperación. Vista cercana (en franja lateral)

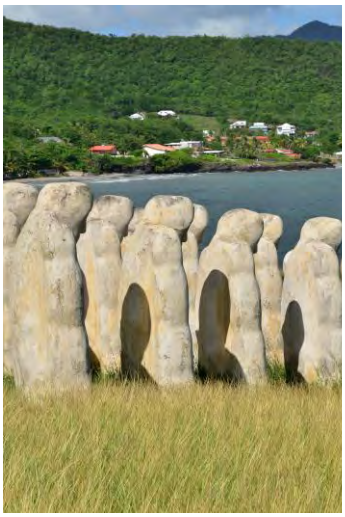


Fig.60. Memorial al esclavo Martinica. Anse Cafard, 1998.



Fig.57

El poder erosivo del mar y su naturaleza cíclica continua tienen esa capacidad regenerativa capaz de borrar hasta las marcas de la actividad humana. El palimpsesto que es el territorio, testimonio de las diferentes capas a través de las cuáles se puede entender el paso el tiempo se disipa en el medio marino mientras que la acción humana en el medio terrestre ha dejado siempre huellas visibles de su actividad en forma de enterramientos, restos de construcciones o manuscritos.

En las culturas caribeñas, por ejemplo, el océano está profundamente relacionado con la esclavitud. Como espacio de tránsito de los barcos que partían de África, sus aguas fueron testimonio de muertes y asesinatos, como también lo ha sido y es hoy el Mediterráneo **[Fig.60]** La imposibilidad de recuperar sus restos, en cambio, dejó sin elementos físicos para rendir homenaje. Las olas borraron el espacio para la liturgia y este lugar fue ocupado por el relato y la literatura en una suerte de nueva mitología que aúna historia y naturaleza en relatos fantásticos como las que hablan del origen de los corales como mezcla de huesos humanos y plantas marinas [43] **[Fig.61]**. Habitar el mar y la costa, mediante instalaciones fijas o efímeras, como hacen las actividades asociadas con la energía, tiene el

[43] *Neumann B, Rupp J (2016) Sea passages: cultural flows in Caribbean poetry. Atl Stud 13:472–490.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.61. "Nkyinkyim" series. 2022. Kwame Akoto-Bamfo. Legacy Museum in Montgomery, Alabama. Más de 200 esculturas retratan a los muertos en medio del mar en el llamado Middle Passage.



Fig.62 y 63. The Vicissitudes Ring. Vista general y detalle. 2012. Jason deCaires-Taylor, 2012.



Fig.64 Crossing the Rubicón. Lanzarote. Jason de Caires-Taylor, 2016.

potencial de relacionarse con estas capas de historia sumergida latentes en los territorios marinos y hacerlas resonar.

Un ejemplo de esta capacidad referencial son las esculturas submarinas de Jason deCaires **[Fig.62]**, en el Mar del Caribe, complejos temporales que sugieren simultaneidad entre pasado, presente y futuro y un tiempo cíclico que sustituye al lineal. Pueden encontrarse en ellas las vidas perdidas del pasado y, al mismo tiempo, conmemorar de forma anticipada una civilización sumergida por las consecuencias del cambio climático en el futuro, criticando la ausencia de respuesta política actual. En el presente, las esculturas son colonizadas cada día por algas, bacterias y corales, expuestas a la presión, la sal y las corrientes **[Fig.63]**. Esta obra permite una nueva comprensión de la capacidad de degradación y apropiación acuática, como un paso acelerado del tiempo terrestre, capaz de construir nuevas categorías que producen naturalezas híbridas.



Fig.62

La convergencia de tiempos que plantea esta escultura-palimpsesto es posible porque a lo largo de la historia hemos colmado mares y océanos de relatos utópicos y distópicos que han proyectado los deseos y los miedos de la sociedad en cada época **[Fig.64]**. La escala

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.65. Arearea. Paul Gauguin, 1892.



Fig.66. Extracto de propaganda soviética. Shass – Kobelev. Póster celebrando la apertura de la primera de nuevas 30 plantas.1925

infinita de los mares y su promesa de liberación ha creado en el imaginario colectivo un gran contenedor capaz de albergar cualquier forma de sociedad soñada y perfecta. Esta visión sitúa el océano como el reverso ideal del medio terrestre donde lograr una ansiada "reconciliación definitiva" entre hombre y naturaleza en comunidades autosuficientes, justas y en equilibrio con el medio marino [44]. Así, los colapsistas acuden con frecuencia al mar como último refugio de una crisis climática que haría inviable la vida terrestre, mientras que los "tecno-optimistas" proponen un futuro de energías limpias y gratuitas procedentes de un mar cultivado de dispositivos energéticos.

Desde su origen, las utopías están muy conectadas con el mar, inspiradas por el descubrimiento de nuevos territorios considerados "nuevos mundos" sobre los que se proyectaba la nostalgia de un pasado mejor ya perdido, como sucede en el mito de la Atlántida[25]. Los exploradores del siglo XVIII y XIX ensancharon el mundo y contribuyeron a idealizar las tierras descubiertas como tierras fértiles y paraísos apacibles todavía por colonizar en contraposición con una civilización occidental corrupta y decadente **[Fig.65]** [45]. La llegada de la modernidad planteó, frente a la visión de futuro cíclica pre-industrial, una idea de progreso lineal e infinito e instauró el paradigma en el que vivimos hoy día [46]. En el contexto del siglo XX son las máquinas las que encarnan el afán utopista desde un positivismo que tomaba el testigo ilustrado de la racionalización como solución a los problemas del hombre. La energía eléctrica es el alimento de la máquina y la industria y en general de la modernidad. La producción de energía se convertiría en un símbolo del progreso y de la supremacía de las ideologías de la primera mitad de siglo, tanto de los comunismos ruso y chino como del capitalismo americano [47] **[Fig.66]**. En los años 30 fue el nazismo el que propuso un megalómano proyecto para convertir el Mediterráneo en una central hidroeléctrica gigante. El proyecto se llamó Atlantropa **[Fig.67]**. Sendas presas serían colocadas en el estrecho de Gibraltar y Sicilia. El mar sería drenado parcialmente,

25 Platón hablaba de ella en Critias como símbolo de una sociedad justa y avanzada. Las islas Canarias, llamadas las Afortunadas, fueron consideradas como la tierra de las almas de los héroes justos. Francis Bacon (1561-1626) poco después revisaría el mito en La nueva Atlántida en la que trasladaría el concepto platónico a su tiempo creando un nuevo mundo basado en la ciencia aplicada y la innovación técnica capaz de conquistar la naturaleza.

[44] *Hüpkes P, Dürbeck G (2021) Aesthetics in a changing world-reflecting the anthropocene condition through the works of Jason deCaires Taylor and Robert Smithson. Environ Humanit 13:414–432.*

[45] *Gallinal A (2014) Atlántida: el mito en la creación artística. In: Abordajes. Mitos y reflexiones sobre el mar. Instituto Español de Oceanografía, pp 199–227*

[46] *Capella JR (1991) El tiempo del «progreso». DOXA Cuad Filos Del Derecho 9:235–254*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.67. Atlantropa Proyecto de Herman Sörgel, 1928.



Fig.68. Visualización de ciudad flotante del Seasteading Institute.

creando nuevas tierras de cultivo en las costas africanas y abastecería de energía a toda la Europa conquistada [48].



Fig.67

El océano sigue siendo hoy objeto de las más ambiciosas propuestas como campo fértil para la sociología, la filosofía o el derecho[26] [49] **[Fig.68]** y también para la arquitectura que construye sus nuevas Atlántidas como salvación de un futuro ya perdido. Ciudades flotantes como el proyecto *Oceanix* que ha realizado recientemente el estudio danés BIG (Bjarke Ingels Group) conjuntamente con Naciones Unidas, aspiran a ser el próximo horizonte de la humanidad como respuesta a las mayores problemáticas provocadas por la crisis ambiental como la subida del nivel del mar[27] [50] **[Fig.70]**. Mientras tanto, precarias ciudades flotantes son levantadas en países como Vietnam o Nigeria de forma informal como consecuencia de la carencia de suelo y de la desigualdad social **[Fig.70]**.

26 En los casos de los proyectos promovidos por la organización Seasteading Institute el objetivo es ensayar con nuevas formas de sociedad que animan a profesionales de todas las disciplinas a participar en proyectos de futuras islas flotantes construidas en aguas internacionales fuera de regulación donde las restricciones habituales de los ámbitos nacionales no tengan efecto.

27 El proyecto propone una isla modular autosuficiente como solución universal capaz de especializarse según el contexto cultural en el que se instale. Un prototipo está siendo realizado actualmente en la costa de Corea de Sur.

[47] *Falcão AF d. O (2010) Wave energy utilization: A review of the technologies. Renew. Sustain. Energy Rev. 14:899–918*

[48] *Ivancic A (2010) Energyscapes. Gustavo Gili, Barcelona*

[49] *The Seasteading Institute – Opening humanity's next frontier. https://www.seasteading.org/. Accessed 21 Jan 2024*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.69. Oceanix. Bjarke Ingles Group, 2012.



Fig.70. Casas flotantes en Chau Doc. Vietnam



Fig.69

Oceanix es una de las últimas propuestas de las numerosas ciudades flotantes que desde la arquitectura y el urbanismo se han planteado. En los años 60 los metabolistas japoneses abordaron el tema impulsados por el concurso para la bahía de Tokio ante la previsión de la extensión hacia el mar de una ciudad altamente densificada[28] **[Fig.71]**. La vuelta a la confianza en la tecnología y en la infraestructura de los años sesenta y setenta como impulso de progreso azuzaría la imaginación de los arquitectos alimentada también por las imágenes de la llegada a la luna, por la invención de nuevos módulos submarinos habitables o la instalación de las plataformas petrolíferas en mar abierto [51]. Como los metabolistas, diferentes oficinas de arquitectura hicieron de la construcción en el mar una parte importante de su reflexión. En 1967 Buckminster Fuller propondría el Triton City Project **[Fig.72],** una ciudad flotante para 10.000 personas compuesta por unidades residenciales de 4 millas cuadradas separadas a una corta distancia en barco[29].

28 Kiyonori Kikutake llegaría más lejos que ninguno al proponer la Ocean City en 1962 que se desligaba totalmente de tierra firme creando una nueva megaestructura esencialmente marina que se desplegaba tanto en altura como hacia el fondo del mar.

[51] *Koolhaas R, Obrist HU (2011) Project Japan: Metabolism Talks... Taschen*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.71. Ocean City. Kiyonori Kikutake, 1962.



Fig.72. Triton City Project. Buckminster Fuller, 1967.



Fig.73. Minnesota Safe Passage. Aiweiwei, 2020



Fig.72

En los años setenta además de diseñadores visionarios, algunos ingenieros empezaron a estudiar las dificultades técnicas que suponía la construcción en el mar. Fueron objeto de estudio los sistemas de implementación mediante plataformas flotantes, amarres o cimentaciones. También lo serían, por otra parte, los tipos de materiales a utilizar en un medio tan agresivo por el azote de las olas y por la salinidad. Las referencias utilizadas serían las embarcaciones petroleras y las plataformas de hidrocarburos, las construcciones de mayor envergadura realizadas hasta ese momento a mar abierto.

La llegada del ecologismo y la preocupación por la insostenibilidad del sistema económico alimentarían algunas distopías energéticas dentro de la literatura ciberpunk de los 80 y clásicos anteriores como *Dune* o de películas como *Mad Max* o *Waterworld* que plantearían un futuro de escasez energética y de recursos bajo los impactos de cambios climáticos dramáticos [52]. Ayudarían a construir un imaginario en el que los grandes avances tecnológicos y las megaestructuras no eran solución sino origen de los problemas del planeta. Bajo la forma de la ciencia ficción no dejan de denunciar las utopías creadas por los combustibles fósiles que se han basado en la llamada Gran Aceleración[30]. Las sequías extremas o los fenómenos

30 El modelo no sólo propone un modelo económico extractivo, hiperproductivo e insostenible sino toda una construcción social que lo alimenta basado en la cultura de la individualidad.

31 Algunos científicos nos sitúan ya en el *Antropoceno* como paradigma que define nuestra época. Una nueva edad geológica marcada por la incidencia de los impactos de la humanidad en el planeta

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.74

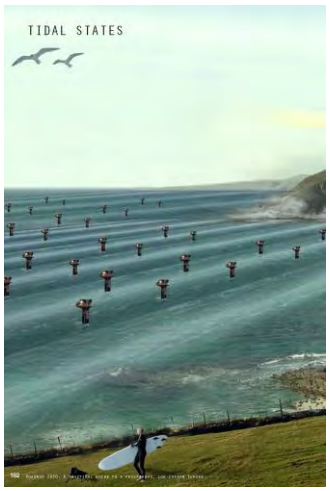


Fig.75

Fig.74, 75. Proyectos de redes de transmisión para 2050 y evolución de las emisiones con la expansión de las renovables según el proyecto. Escenario para la producción de energía de las mareas. Proyecto ENEROPA. Parte de Roadmap 2050. A practical guide to a prosperous low carbon Europe. 2010 OMA.

climáticos violentos, por otra parte, son ya una realidad y están generando problemas planetarios[31].

La subida del nivel del mar y de la temperatura, la extinción de especies animales y vegetales o los fenómenos climáticos extremos son algunas de las consecuencias de la actividad humana que vemos reflejada en nuestro ámbito cotidiano y que impulsan migraciones que pueden cambiar el panorama geopolítico en un futuro cercano. En este caso, las utopías no pertenecen sólo a los poderosos, sino que son alumbradas por aquellos en la búsqueda idealista de un horizonte nuevo, lejos de los efectos del cambio climático, la guerra o la persecución política. Se trata de los migrantes que cruzan el mar para alcanzar su propia Atlántida en un mal llamado "primer" mundo **[Fig.73]**. Las rutas de las pateras y los cayucos, los entramados económicos de las mafias, las vidas de aquellos que no tienen la suerte de alcanzar destino son la huella invisible de estas utopías [53].

La construcción social más sólida que hasta ahora se ha concretado como propuesta alternativa es la transición energética, hasta ahora eminentemente cuantitativa en el planteamiento de sus objetivos para sustituir a los combustibles fósiles e ineficaz hasta el momento a la hora de dibujar un futuro deseable, una utopía alcanzable que involucre a todos. Una propuesta de utopía energética en este marco sería *Roadmap 2050* **[Fig 74 y 75]**. En 2011 la Unión Europea redactó un plan para la sustitución total de las energías convencionales por todo el continente europeo. Se propuso un plan energético de producción energética mixta según el potencial de cada región y de intercambio aprovechando una gran red de distribución. El plan fue plasmado espacialmente por el estudio de arquitectura OMA como una zonificación energética en la que cada área quedaba especializada y cualificada según la energía producida: eólica, solar, biomasa, mareas u olas. El mar también era incluido como territorio energético y como escenario para la transición **[Fig.76]**. El proyecto es paradigmático en

[52] *Franck E, Mathis C-F (2018) Energy utopias and dystopias: History and science fiction. J Energy Hist*

[53] *van Reekum R (2016) The Mediterranean: Migration Corridor, Border Spectacle, Ethical Landscape. Mediterr Polit 21:336–341.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.76. Cartografía general. Proyecto ENEROPA. A practical guide to a prosperous low carbon Europe. OMA 2010.

la idea de crear una identidad en relación a una utopía energética europea asociada a su espacio físico [54].

Para que la utopía sea posible, junto a este tipo de escenarios, se debe proponer una reformulación del paradigma social y económico actual. La transición debe permear en todos los estratos generando metabolismos energéticos equilibrados que reduzcan los consumos y mejoren la producción renovable y que incluyan no sólo a las potencias económicas sino al conjunto del planeta, desde las poblaciones en desarrollo a los ecosistemas naturales y así poder construir una verdadera utopía social sostenible y justa.



Fig.76

//////

[54] *Marji N, Thibault M, Shawash J (2023) Blueprints of Tomorrow: Co-Designing Speculative Urban Futures. ACM Int Conf Proceeding Ser 305–308.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.77. Phosphor Tailings Pond #4 Near Lakeland, Florida, USA Edward Burtynsky, 2012

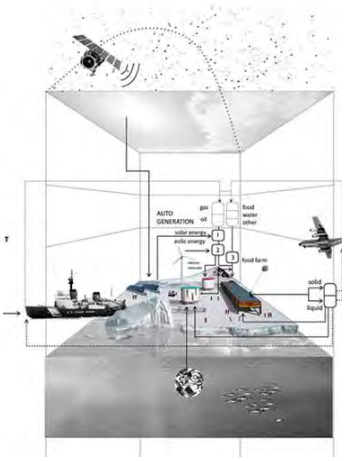


Fig.78. Extracto de Infraestructure or the annihilation of the Antarctic. UMWELT, 2012

II.II Los paisajes de la energía marina

El cambio climático está provocando dinámicas en nuestro entorno que están modificando el clima y el territorio y produciendo un impacto ecológico y sociocultural incalculable [55]. Vivimos en una etapa geológica que muchos académicos han dado en llamar "Antropoceno"[32] **[Fig.77]** asumiendo que la responsabilidad de estas alteraciones en el planeta es consecuencia de las actividades humanas. En este marco, de acuerdo al protocolo de Kioto, en 2050, el 80 % de las emisiones de CO_2 emitidas en 1990 deben ser reducidas para mitigar los efectos de las mismas en el calentamiento global [56]. En este sentido, la introducción de energías renovables como una parte sustancial del sistema energético en la mayoría de los países desarrollados ha reducido las emisiones generadas por los sistemas de producción y consumo que hoy en día dependen de las energías fósiles [57]. Dispositivos como turbinas eólicas y placas fotovoltaicas están extendiéndose rápidamente por el territorio y condicionando de forma evidente paisajes de todo tipo, desde áreas rurales hasta las proximidades de centros urbanos, desde zonas de montaña hasta el litoral. La intersección entre paisaje y energía da lugar a situaciones de conflicto que desvelan nuevos conceptos que tienen que ver con lo espacial como son los *paisajes de la energía* y su *percepción* e *integración*.

Paisajes de la energía

Actualmente la mirada sobre el paisaje dentro de la disciplina viene mediada por nuevos marcos conceptuales. Los límites entre lo urbano y lo no urbano ya no existen, las metrópolis se extienden de forma multipolar por el territorio, se descentralizan los servicios propios de sus núcleos históricos, sus entornos son colonizados mediante todo tipo de infraestructura creando espacios servidores y servidos y modifican el medio de modo que resulta difícil encontrar paisajes ajenos al proceso urbanizador. La energía forma parte de un

32 *Antropoceno* es un término acuñado por primera vez por Paul Crutzen para designar a un período que se iniciaría a finales del siglo XVIII cuando se empezaron a evidenciar acumulaciones de G.E.I (Gases de Efecto Invernadero) en la atmósfera.

[55] *Apostol D, Palmer J, Pasqualetti M, et al (2016) The Renewable Energy Landscape: Preserving Scenic Values in our Sustainable Future. New York*

[56] *United Nations (1997) Kyoto Protocol To the United Nations Framework*

[57] *Pasqualetti M, Stremke S (2018) Energy landscapes in a crowded world: A first typology of origins and expressions. Energy Res Soc Sci 36:94–105.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.79. Paisaje energético de Middelgrunden en el frente marítimo de Copenhague.



Fig.80. Extracto de cartografía. Galicia, a wind portrait. Manuel Bouzas. 2023

"urbanismo extendido" como el que proponen Neil Brenner o Bruno Latour [58] **[Fig.78]**. y, por tanto**,** un sistema desarrollista en el cuál los procesos urbanos y sus metabolismos suceden a escala planetaria. La infraestructura energética forma parte de este tejido que vertebra de forma apenas visible el territorio terrestre y marino. Por esa razón, sus lógicas de implantación deben ser visibilizadas, de modo que resulte más fácil una comprensión más compleja y profunda de los paisajes que habitamos [59].



Fig.79

Las infraestructuras son así, agentes transformadores de gran importancia en el territorio y pueden verse como causa y consecuencia de las formas de desarrollo urbano actuales **[Fig.79]**. La escala e importancia que poseen en la gestión de los flujos que habilitan las actividades humanas les confiere la capacidad para conectar tanto pequeñas comunidades como países enteros y podrían ser vistas, al mismo tiempo, como una interfaz muy importante entre los sistemas naturales y los antrópicos. Aun así, no son concebidas para ser visibles, sino para constituir una red subyacente que, pese a su relevancia, debe esconder sus relaciones con la naturaleza y la sociedad **[Fig.80]**. Su implementación se realiza desde lógicas *tayloristas*, mediante principios de estandarización, monofuncionalidad y estabilidad. Es decir, construye circuitos cerrados basados en la operatividad a corto plazo,

[58] *Couling N (2018) Formats of Extended Urbanisation in Ocean Space. Urban B Ser 149–176.*

[59] *Brenner N, Schmid C (2017) Planetary Urbanization. Infrastruct Sp 37–40*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

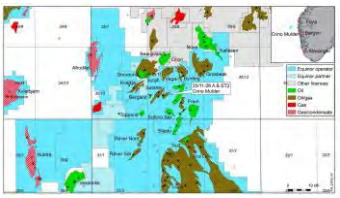


Fig.81. Cartografía de exploración petrolera de Equinor en el Mar del Norte. 2023

Fig.82. Oyster-Tecture. Nueva York. ScapeStudio, 2009. Proyecto de arrecife artificial para el puerto de Nueva York que crea topografías artificiales que hacen el frente marítimo más resistente a las tormentas

segregados y descontextualizados en los que se externalizan las variables no deseadas —sociales, culturales o ecológicas—, y esto mismo las convierte en vulnerables a lo inesperado, en estructuras rígidas con poca capacidad de respuesta **[Fig.81]**. El control que garantiza su eficiencia ha recurrido al planeamiento como forma de institucionalizar su gestión en el territorio [1]. En este sentido, este materializa el paradigma socioeconómico de su época y utiliza la infraestructura como uno de sus actores fundamentales.

Desde hace algunos años, en cambio, se han conformado nuevos marcos conceptuales que ayudan a ver el territorio como una coproducción de humanos, no humanos y máquinas [60]. Estas últimas son agentes capaces de modificar, amplificar, debilitar o anular procesos naturales mediante la interacción con animales y plantas. El diseñador puede ser visto así como un agente manipulador de estas relaciones, en su afán por afrontar la complejidad y la incertidumbre en el territorio que es propia del contexto actual [61]. La incorporación de condiciones contextuales, tanto naturales como socioculturales, permite un acercamiento más complejo a los métodos habituales para la inserción de la infraestructura en el paisaje.



Fig.82

[1] *Bélanger P (2012) Landscape infrastructure : urbanism beyond engineering. In: Infrastructure Sustainability and Design. Routledge, p 40. Cita en pág. 3*

[60] *Haraway D (2020) Manifiesto Cíborg. Kaótica libros*

[61] *Shurui Z, Zihao Z, Ying W (2021) Cultivated Wildness: Technodiversity and Wildness in Machines. Landsc Archit*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.83. Swansea Tidal Lagoon Gales. LDA Design, 2015. Infraestructura para la producción de energía mareomotriz que al mismo tiempo supone un espacio público recreativo y cultural.

El paisajismo contemporáneo ha sabido incorporar a la naturaleza un carácter infraestructural, interpretándola como un sistema capaz de dar un servicio. No es ya un mero escenario de las actividades humanas, sino que asume funciones, ecosistémicas en este caso, como fruto de procesos de intercambio que le son propios **[Fig.82]**. Un humedal es, por ejemplo, un agente filtrador; un matorral, un sistema antierosión y una extensión de posidonia, un productor de oxígeno para el ecosistema marino. Según esta mirada, el entorno puede ser modificado para fomentar determinados roles o para evitarlos, dejándolo evolucionar y tutelando el proceso para aprender de sus variantes imprevisibles.



Fig.83

Las infraestructuras, por su parte, ofrecen un gran potencial para incorporar funciones ecológicas y sociales por injerencia del diseño o bien por la interacción con la comunidad. En el primer caso, los diseñadores pueden utilizar artefactos para intervenir sobre la naturaleza, por ejemplo, introduciendo arrecifes artificiales o cubriendo suelos vulnerables a la erosión. En el segundo caso, pueden aparecer operaciones que promovidas por la población local permitan, por ejemplo, la apropiación de un dique de protección para constituir un espacio público relevante en un frente marítimo **[Fig.83]**. Estas nuevas miradas desafían el dualismo entre naturaleza y cultura y

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

proponen condiciones espaciales y materiales híbridas [62]. Teniendo en cuenta el alto grado de degradación al que los ecosistemas están sometidos por la acción humana, parece necesario indagar en las complejas relaciones que proponen ciertas intervenciones híbridas en el territorio *antropocénico* entre las infraestructuras y los paisajes con los que entran en conflicto.

En esta tesis, el término más habitual para referirse al objeto de su estudio es el de **"**paisajes de la energía". Para mayor claridad, utilizamos esta expresión desde la interpretación dada por Martin J. Pasqualetti cuando los define como "paisajes observables que se originan de forma directa por el desarrollo humano de los recursos energéticos"[57]. Se refiere a aquellos territorios marítimos o terrestres en los que se implementa una infraestructura dedicada a la producción, distribución o transformación de la energía y que se ven afectados de forma positiva o negativa por su implantación[33]. La reflexión se extiende sobre aquellos agentes que forman parte de la red global de la energía, tanto en su vertiente social como política y económica, entre los que se encuentran las industrias de producción, los laboratorios de investigación y ensayo o los centros políticos de toma de decisión que, siendo componentes importantes del sistema, son protagonistas de forma indirecta en el territorio.

Los paisajes aquí incluidos se entienden como ámbitos en evolución, dependientes de las transformaciones que cada tipo de energía y sus tecnologías demandan. La sustitución de aquellas obsoletas por otras más eficaces ayudan a constituir una suerte de historia de la energía[34] a partir de una sucesión de lo que algunos autores definen como "generaciones de paisajes de la energía" [63]. La primera generación **[Fig.84]** abarca los recursos orgánicos como la madera, el carbón y el viento o el movimiento de las mareas y las corrientes de los ríos y se corresponde con la época preindustrial. La segunda generación **[Fig.85]** está dominada por los combustibles fósiles y se podría asociar a la industrialización, mientras que la tercera

33 Esta primera definición de paisaje de la energía descarta a aquellos territorios que se ven sometidos al impacto de las externalidades de los procesos energéticos, es decir, a aquellos que quedan transformados por la acción indirecta de la producción energética y el resto de procesos de la red como podrían ser los vertidos de petróleo o los vertederos de turbinas por ejemplo. En este trabajo serán tratados de forma secundaria, porque no se analizarán pormenorizadamente, pero formarán parte del contexto en el que otros temas se definan.

34 Existen regiones costeras que actualmente dependen de la importación de hidrocarburos y electricidad del exterior, pero que han albergado molinos de mareas durante la Edad Media, centrales térmicas en el siglo XX y actualmente suman a su mix energético parques eólicos.

[62] *Lokman K (2017) Cyborg landscapes: Choreographing resilient interactions between infrastructure, ecology, and society. J Landsc Archit 12:60–73.*

[57] *Pasqualetti M, Stremke S (2018) Energy landscapes in a crowded world: A first typology of origins and expressions. Energy Res Soc Sci 36:94–105., citado en pág. 54*

[63] *de Jong J, Stremke S (2020) Evolution of energy landscapes: A regional case study in the western Netherlands. Sustain 12*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.84



Fig.85



Fig.86

Fig.84, 85 y 86. Paisajes de primera, segunda y tercera generación. Molino de mareas O Salnés. Central térmica de As Pontes y Parque eólico de Corme. Todas instaladas en Galicia.

[Fig.86] se relaciona con las energías renovables contemporáneas en el marco de una nueva economía sostenible. En realidad, las generaciones mencionadas se han solapado más allá de la aparición de nuevas tecnologías y no se puede hablar de una alternancia real, sino de una superposición de paisajes energéticos en transición [64]. La permanencia de las instalaciones en el tiempo sirve para entender este tipo de territorios como áreas industriales que tienen una importancia en la cultura local en dos sentidos: se trata de una actividad económica con una influencia en la vida de las comunidades locales que deja trazas tanto materiales como inmateriales sobre el territorio; por otra parte, vertebra las prácticas sociales en un equilibro dinámico que se establece entre la demanda y la disponibilidad de un recurso específico, así como entre las formas espaciales y materiales derivadas del consumo de un tipo de energía[35]. Por esa razón, el concepto de *paisajes de la energía* planteado aquí se enmarca claramente dentro del contexto de la definición de paisaje dada por la *Convención Europea del Paisaje* (ELC) como « área percibida por una comunidad cuyo carácter es el resultado de la acción y la interacción de factores naturales y/o humanos» [65]. Desde este enfoque, el término queda encuadrado dentro de los llamados "paisajes culturales", entendiendo que la transformación del territorio que implica la implementación del proyecto energético deriva en nuevos significados y valores sobre el paisaje existente que son específicos de esta infraestructura. En algunos *paisajes de la energía* la producción energética tiene una posición preponderante respecto al resto de actividades humanas, mientras que en otros casos comparte espacio con otros usos. Pasqualetti y Stremke distinguen un rango que cualifica espacialmente el territorio entre un paisaje de la energía en el que el rol de esta infraestructura es secundario **[Fig.87]** — es decir, ejerce de *componente*— como podrían ser turbinas de pequeña escala para uso local entre parcelas agrícolas y otros casos en los que su papel es dominante **[Fig.88]** — es decir, conforma una *entidad*— como sucede con las minas de carbón [57]. En cualquiera de los dos casos,

35 Un ejemplo sería la mayor accesibilidad a recursos energéticos crea formas urbanas extensivas de mayor consumo de la manera en que la abundancia de petróleo ha motivado la proliferación de suburbios residenciales en todo el mundo.

[64] *Frolova M, Nada PA, Cases SE (2015) Renewable Energies and European Landscapes*

[65] *Frolova M, Pérez BP (2008) El desarrollo de las energías renovables y el paisaje: algunas bases para la implementación de la Convención Europea del Paisaje en la Política energética española. Cuad Geográficos 43:289–309*

[57] *Pasqualetti M, Stremke S (2018) Energy landscapes in a crowded world: A first typology of origins and expressions. Energy Res Soc Sci 36:94–105., citado en pág. 59*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA





Fig.87 y 88. Central fotovoltaica de Mula, infraestructura dominante y Solar Strand Projet en la Universidad de Buffalo, en la que las instalaciones fotovoltaicas son una componente dentro de un entorno docente y recreativo.





Fig.89 y 90. Planta nuclear de Cofrentes como paisaje energético intensivo y Parques eólicos en el entorno de Zahara de los Atunes como paisaje extensivo.

en su misma zona de ocupación se encuentran siempre otras fuerzas y funciones ecológicas preexistentes que son alteradas, sobre las que ejerce impactos visuales y/o espaciales y con las que establece intercambios.

Aunque la infraestructura energética convencional y renovable conforma en ambos casos paisajes de la energía, estos tienen diferentes características espaciales. Las energías convencionales tienden a ser extractivas, mientras que las renovables se pueden considerar como colaborativas con el paisaje y no necesitan físicamente sustraer una materia. Los hidrocarburos y la nuclear, por otra parte, se caracterizan por explotaciones puntuales de alta durabilidad y de gran impacto paisajístico y medioambiental en sus entornos de implantación. Estas plantas energéticas extraen grandes cantidades de recursos y producen grandes cantidades de energía. Por su capacidad para producirla en un espacio limitado, se les atribuye una gran densidad energética **[Fig.89]**. Por su parte, las energías renovables se caracterizan por ser sistemas descentralizados, de gran visibilidad y de gran extensión **[Fig.90]**. Se definen por repetición de dispositivos de baja producción energética por lo que su densidad es muy baja en relación a los primeros. Timothy Mitchell explica cómo la espacialidad de las energías renovables puede representar en cierto sentido una vuelta a las etapas anteriores a los combustibles fósiles, en las que la relación entre la energía captada y el espacio ocupado era proporcional. Lo que ahora sucede mediante la acumulación de turbinas o paneles fotovoltaicos, antes suponía, por ejemplo, la tala de bosques para la extracción de madera. De esta manera, la relación entre lo local y la energía es más cercana, aunque, por el contrario, produce un mayor impacto en la percepción de las comunidades [66]. Los parques eólicos y solares, además, tienen una duración de unos 25 años aproximadamente tras la que son desmantelados y a veces sustituidos. Su reversibilidad, como consecuencia, es mayor en comparación con las plantas de hidrocarburos que, aunque van actualizando su equipamiento, pueden

[66] *Mitchell T (2009) Carbon democracy. Econ Soc 38:399–432.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

durar varias décadas hasta que nuevas tecnologías las sustituyen con otros requerimientos logísticos o espaciales **[Fig.91]**.

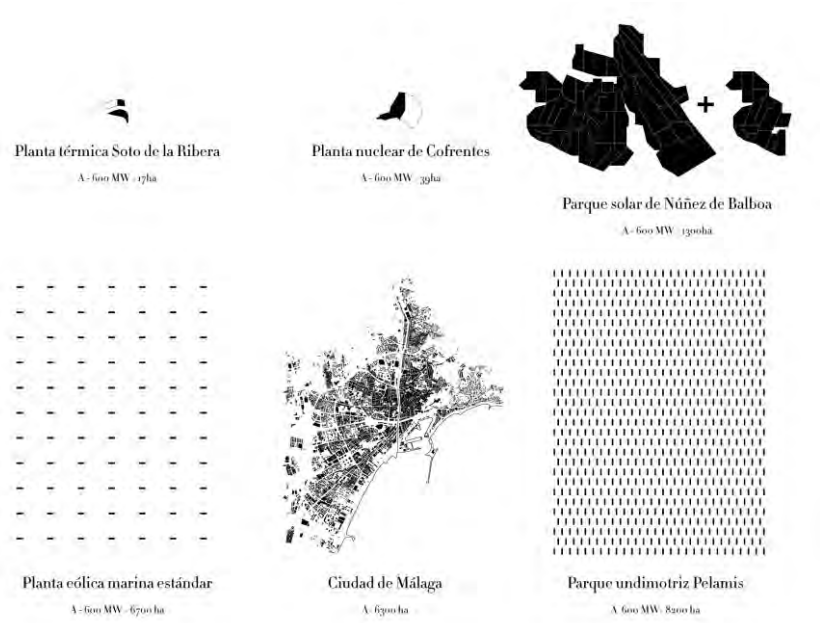


Fig.91

Fig.91. Áreas correspondientes para la producción de 600 MW según diferentes tecnologías convencionales y no convencionales. Elaboración propia.

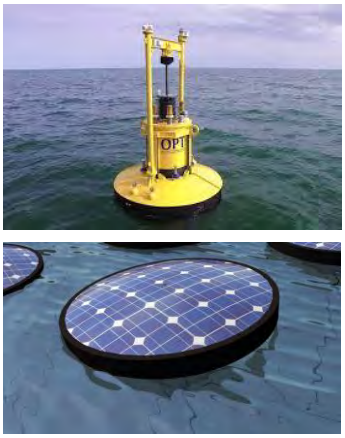


Fig.92 y 93. Ejemplos de dispositivos energéticos en el mar. Prototipo de PowerBuoy de 1997 y proyecto del estudio de Waterstudio Floating Solar blanket field, 2010.

En esta tesis, se abordan de forma específica los paisajes de la energía en el mar. Entendemos por energías marinas aquellas que se extraen de recursos renovables o no renovables procedentes del ámbito marítimo **[Fig.92 y 93]**, desde el litoral hasta aguas profundas (denominadas en la literatura académica en inglés *onshore*, *nearshore* y *offshore*), aunque en este trabajo sólo las renovables serán tratadas. Los sistemas actuales permiten la explotación de los diferentes recursos, algunos no renovables como hidrocarburos (petróleo y gas) y otros renovables como el viento y el sol, mientras que las olas, las mareas o la biomasa marina disponen de sistemas para su aprovechamiento, pero son todavía experimentales o no se han generalizado por sus altos impactos [67]. En cualquier caso se estima que su potencial podría proveer el 15% de la actual demanda energética europea [68][36].

Los paisajes de la energía marina quedan determinados por una red que se extiende por todo el territorio e implica una serie de transformaciones que requieren de unas infraestructuras determinadas

36 Existen, además, otros recursos como la geotermia y la nuclear marinas o la maremotérmica, en fase de teorización y por lo tanto todavía más incipientes.

[67] *Mork G, Barstow S, Kabuth A, Pontes MT (2010) Assessing the Global Wave Energy Potential. In: 29th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering: Volume 3*

[68] *Blunden LS, Bahaj AS (2007) Tidal energy resource assessment for tidal stream generators. Proc Inst Mech Eng Part A J Power Energy 221:137–146.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.94. Parthenon, the Floating Sea Wall. 2017. Waterstudio



Fig.95. Ejemplo de parque onshore. Parque eólico del dique de Punta de Lucero. Bilbao

y que conllevan unos impactos espaciales asociados. El primero de los procesos a tener en cuenta es la captación energética. Se trata de la transformación de un movimiento originado en el medio natural como los producidos por el viento y el oleaje en energía mecánica que será convertida en electricidad a continuación. En el caso de la energía fotovoltaica, la radiación solar es transformada directamente en la misma placa. Una vez producida la electricidad, la instalación se ocupa de su distribución y de la elevación o reducción de la tensión eléctrica para poder conducirla a través del mar hasta el litoral con el mínimo de pérdidas. En cualquier caso, el estudio se ha centrado, salvo excepciones singulares, en el análisis espacial de las construcciones que permiten la producción de la energía, pues son los elementos de mayor impacto en los paisajes y en los que las disciplinas del diseño pueden intervenir de forma más relevante **[Fig.94]**.



Fig.94

La energía marina conforma redes anfibias que, aunque fundamentalmente se despliegan en el mar, tienen su tramo final en tierra. El litoral se convierte en la interfaz entre ambos mundos, albergando la infraestructura de transformación que traslada la electricidad a la red de distribución y finaliza en los puntos de consumo en tierra. Los puertos se convierten en parte de las instalaciones de intercambio como centros logísticos que acogen las actividades de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.96. Planta fotovoltaica Kyocera como extensión de instalaciones portuarias. Kagoshima, Japón.

Fig.97. Red eléctrica marina desde a la captación a la distribución terrestre. Elaboración propia.

almacenamiento y ensamblaje previas a la implementación del parque energético en el mar y a ser el nodo de partida de las diferentes embarcaciones que se encargarán de su instalación, su mantenimiento y su desmantelamiento. También en el área costera pueden encontrarse los centros de control y monitoreo de los parques energéticos. Cuando hablamos de infraestructura energética *onshore* o litoral es el propio parque el que se localiza en el frente marítimo aprovechando la cercanía a los puntos de consumo, la abundancia de recurso eólico o la fuerza del oleaje y los altos rangos mareales **[Fig.95]**. Su implementación depende entonces del paisaje terrestre y de las actividades desarrolladas en su entorno. En muchos casos estos elementos se incorporan a estructuras existentes como cubiertas de edificios portuarios o diques, mientras que en otras ocasiones se gana directamente terreno al mar para permitir su instalación **[Fig.96]**.

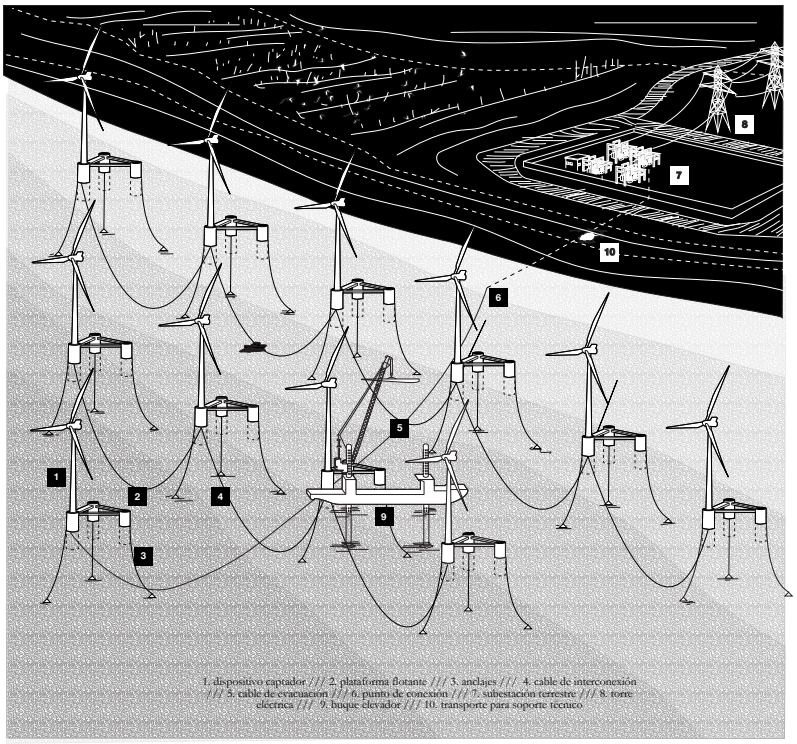


Fig.97

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.98. Subestación marina de Parque eólico EnBW Baltic 2. Alstom. Mar Báltico



Fig.99. Cimentación de turbina marina colonizada por especies vegetales y animales. Fotografía Enrico Strocchi

En el caso de la energía marina y de alta mar, los elementos captadores forman agrupaciones o parques con un número habitualmente menor de 20 dispositivos, organizados en retícula y guardando distancias que dependen de las interferencias que puedan producir en el acceso al oleaje o al viento. Estos elementos son conectados entre sí en diferentes disposiciones según variables como el tipo de terreno, la distancia a la costa o el número de dispositivos **[Fig.97]**. En general, las interconexiones se realizan por filas y son canalizadas en un circuito único. Desde la fila más cercana a la costa tiene su origen el cable de evacuación que transmite la potencia del parque a tierra firme. Su longitud no debe exceder los 30 km para que las pérdidas no sean excesivas y su diámetro — contando con los conductores, los aislamientos de polietileno reticulado o de etileno propileno y todas las capas que lo recubren —, suele estar entre los 140 y los 200 mm. Los cables van enterrados cuando se disponen en suelos sedimentarios. Cuando no es posible se recurre a la protección del mismo con recubrimientos de hormigón o una conducción resistente[37] **[Fig.98]**. El cableado llega al punto de conexión en tierra mediante una perforación horizontal para evitar el impacto de la dinámica marina litoral y así enlaza con el tramo terrestre hasta la subestación de transformación [69] [38].

La infraestructura de la energía marina es tridimensional, responde a tres componentes — submarina, superficial y aérea —, como cualquier actividad en el océano, y por tanto los paisajes que configura también lo son. Hay un paisaje submarino oculto a primera vista determinado por las cimentaciones o sistemas de agarre de los dispositivos y por el cableado que transporta la electricidad que interfiere con el ritmo de los ecosistemas y de las corrientes **[Fig.99]**. Un paisaje superficial se encuentra dominado por los elementos de captación, su ocupación en planta y su disposición relativa, que marca el espacio navegable para cualquier especie y embarcación[39]. También depende del grado de restricción de cada área establecido por la

37 Cuando la distancia a la costa requiere de una transmisión de alta tensión se incluye en el sistema una subestación de transformación marina. El mayor coste de las instalaciones obliga a compactar el volumen total de la instalación en tres o cuatro plantas de 500 m² levantadas sobre una estructura metálica en celosía. Es el corazón de las operaciones del parque marino y el punto en el que los helicópteros aterrizan para dar servicio técnico al parque.

38 En el proyecto del parque eólico marino para la costa de Carboneras en Almería de una potencia instalada de 300 MW la subestación tenía una dimensión de 4800 m² mientras que el área total de implantación se proyectó con el doble de ocupación.

[69] *SENER (2021) Documento inicial de proyecto. Proyecto "Parque eólico Mar de Agata"*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.100. Vista aérea desde una turbina eólica. Parque eólico de Middelgrunden. Copenhague

Fig.101. Escenas de algunos paisajes posibles de la infraestructura energética marina según puntos de vista del observador: submarino, superficial y aéreo. Elaboración propia.

legislación marítima nacional, que limita las actividades que pueden ser compatibles con la producción energética y que, en general, mantienen un área de seguridad de 800 metros en torno a los parques y al cableado. Aquello que ocurre cerca del plano horizontal tiene un grado de visibilidad reducido en la distancia y se encuentra influido por el oleaje y la variabilidad climatológica. La dimensión aérea es la que mayor incidencia perceptiva posee debido al tamaño elevado de este tipo de dispositivos, especialmente claro resulta en los parques eólicos, que pueden superar los 200 m de altura, interfiriendo en las migraciones de las aves o en el transporte aéreo, lo que puede obligar a frenar turbinas eólicas, cambiar el color de los dispositivos o utilizar emisiones de luz para la visibilidad nocturna **[Fig.100]**.

La interferencia de la infraestructura es dominante en cualquier contexto y dimensión. Por ello y teniendo en cuenta los precedentes terrestres la integración de las mismas en el medio marino se hace fundamental desde la perspectiva del paisaje contemporáneo **[Fig.101]**.

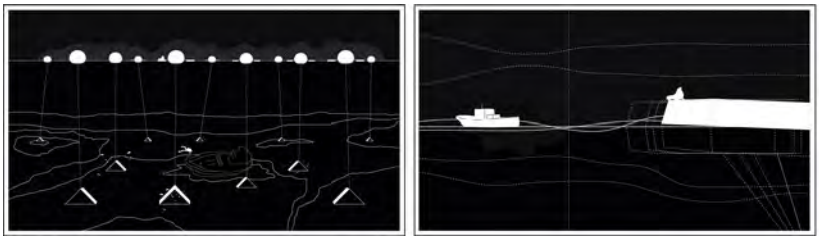


Fig.101

//////

Integración y percepción

La percepción social es un aspecto de gran relevancia para cualquier tipo de infraestructura. En los sectores industriales, en cambio, la prioridad es garantizar un funcionamiento interno adecuado para, en segundo lugar, mitigar los impactos asociados considerados inevitables **[Fig.102]**. En el caso de la producción energética, la transición actual desde las energías convencionales, situadas generalmente lejos de las áreas urbanas, a las tecnologías renovables,

39 Hay dispositivos undimotrices como los atenuadores del proyecto Okeanos cuyos prototipos pueden alcanzar los 190 metros de largo.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.102. Parque eólico en el estrecho de Oresund entre Dinamarca y Suecia.



Fig.103. Turbina en Montilla del Palancar. Cuenca. Fotografía de Daniel Ochoa de Ozca

con una gran presencia en nuestros paisajes cotidianos **[Fig.103]**, se presentan nuevas externalidades que el sector necesita abordar. Su extraordinario desarrollo en las últimas décadas está generando una presión sobre el territorio que es necesario analizar desde el punto de vista espacial.



Fig.103

La percepción depende de los factores psicológicos, económicos o culturales del observador, pero la propia naturaleza del entorno condiciona también de forma importante la mirada. De hecho, la aceptación de la infraestructura energética en un ámbito degradado o industrial es mucho mayor que la mostrada en entornos naturales poco transformados, por lo que la localización será un factor crucial en la valoración que se haga de una actuación de este calibre. Las tecnologías, por otra parte, no son percibidas del mismo modo. Algunas de ellas resultan ser más agresivas visualmente en determinadas situaciones. Un grupo pequeño de 5 turbinas eólicas de tamaño mediano dispuestas sobre la cresta de una montaña, por ejemplo, tiene más impacto que una gran extensión de paneles fotovoltaicos que no se despegan más de 2 metros del suelo en un terreno ondulado. Así, cada tipología debe ser estudiada de forma independiente y en función de un contexto determinado. En el ámbito

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

marino, no existen muchos estudios que aborden la percepción de los paisajes energéticos de forma específica, pero cuando se encuentran cerca de la costa, su impacto puede ser similar al producido en el litoral por cruceros y grandes embarcaciones o a determinadas instalaciones industriales de gran envergadura como las centrales térmicas o las refinerías. En general, hay que aceptar que la infraestructura energética renovable tiene un importante impacto visual y espacial. Es decir, las instalaciones tienen un alto grado de visibilidad en los paisajes en los que se implementan y ocupan también una cantidad de espacio notable porque producen poca energía por unidad de superficie. Por ello, este tipo de infraestructura es visto por una parte de la comunidad como una amenaza para paisajes vulnerables de valor natural o histórico. Existe así un miedo al deterioro de la imagen "bucólica" de los escenarios naturales que está relacionado con una reciente sensibilidad por la conservación del paisaje. La sensación de amenaza va asociada, al mismo tiempo, a la posible pérdida de su rentabilidad turística o a la desaparición de actividades tradicionales como la agricultura y la pesca, íntimamente imbricadas en el territorio. Las comunidades locales y las asociaciones ambientales consideran estos factores motivos suficientemente relevantes para rechazar gran parte de las intervenciones propuestas en territorio español [70]. No creen, por otra parte, que los beneficios económicos y las compensaciones que las empresas promotoras ofrecen superen a los inconvenientes que traerían la implantación de los parques energéticos. Las mismas actuaciones pueden despertar, en cambio, una gran atracción, por su singularidad. Este fenómeno genera que cierta población visitante o urbana que no siente el mismo apego por el entorno, asocie los parques energéticos con lo exótico e inusual de áreas tecnológicas innovadoras [71]. En otros casos, los vincula con los esfuerzos que la sociedad hace por evitar el cambio climático dentro de una conciencia medioambiental que entiende como urgente la sustitución de los combustibles fósiles [72].

[70] *Buah E, Linnanen L, Wu H (2019) Emotional responses to energy projects: A new method for modeling and prediction beyond self-reported emotion measure. Energy.*

[71] *Tverijonaite E, Sæpórsdóttir AD, Ólafsdóttir R, Hall CM (2019) Renewable energy in wilderness landscapes: Visitors' perspectives. Sustain 11*

[72] *Smits M (2006) Taming monsters: The cultural domestication of new technology. Technol Soc 28:489–504.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.104. Este paisaje energético holandés cerca de *Creil* puede ser entendido como límite o como umbral entre tierra y mar y como refuerzo del ritmo geométrico de las parcelas colindantes. Sería un ejemplo de integración paisajística.

Fig.104

Las reacciones que produce la implantación de la infraestructura hacen inevitable la necesidad de revisar las estrategias actuales de adaptación de la misma al paisaje. La suma de estas estrategias es lo que se llama *integración paisajística* **[Fig.104]**. Se puede entender como la modificación del entorno existente para acoger un elemento externo, pero también puede ser el elemento a introducir el que se transforme, ya sea un dispositivo o un parque energético. En ambos casos, las determinaciones técnicas para su optimización y rentabilidad estandarizan los resultados de los proyectos del sector, por lo que las medidas habituales de integración en el paisaje siempre tratan de mantener sus principios de diseño universales y sólo se adaptan mínimamente al tipo de recurso a captar o a su intensidad y a los requerimientos del terreno sobre el que se implantan. En general, la integración pasaría por reconocer los valores primordiales de un paisaje e intentar que el objeto introducido se entienda parte del mismo, ya sea por su localización, por su forma o su aspecto estético; o porque ofrezca alguna referencia simbólica al paisaje o a alguno de sus componentes [73]. Más allá de elementos paisajísticos concretos que la implementación de parques energéticos deba respetar, algunos

[73] *Mérida Rodríguez M, Lobón Martín R (1979) La integración paisajística y sus fundamentos. Metodología de aplicación para construcciones dispersas en el espacio rural. Boletín la Asoc Geógrafos Españoles*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.105. Lancha turística aproximándose al parque eólico danés de Middelgrunden. Copenhague.

académicos aseveran que conservar determinadas características del territorio que lo muestre como coherente, legible, complejo e intrigante, puede mejorar la aceptación de las actuaciones [74]. Así, podemos decir que el paisaje debe ser entendido como una unidad característica y no como la simple suma de sus componentes y que además sus cualidades no son sólo visuales, sino que además son "experienciales". En la percepción resulta importante la posición del observador en relación al objeto de su visión. No sólo importa la localización de un parque energético, sino también la distancia que existe entre los diferentes lugares desde los que se puede apreciar y las características del observador. La vista desde la costa, la aproximación al parque de un barco pesquero o la mirada de un técnico que pasa semanas en sus instalaciones son puntos de vista diferentes que es necesario atender y que plantean no sólo una interacción visual pasiva, sino también la coexistencia de otras actividades en estos entornos como son la investigación o el mantenimiento. En algunos países, regulaciones innovadoras hacen posible visitar un parque eólico, pescar entre turbinas o incluso ascender por el mástil de alguna de ellas[40] **[Fig.105]**. Por último, es necesario preguntarse cómo zonas industriales, meramente funcionales, pueden acoger a otro tipo de usuario y cómo puede ser, en el ámbito de esta tesis, su relación con los parques energéticos en el mar.

Desde un punto de vista artístico y cultural, la idea romántica de lo sublime ha influido mucho en la concepción contemporánea del espacio industrial y de la infraestructura. Su dimensión y su contraste con las arquitecturas cotidianas producen una combinación de emociones positivas y negativas, entre lo mental y lo corporal, de gran intensidad. El individuo ante ellas queda sobrecogido al tiempo que admira el alcance del conocimiento y la técnica que excede su comprensión. Si en la antigüedad enormes construcciones se utilizaban para amedrentar y asombrar al pueblo mediante formas puras y rotundas, en la Ilustración se recuperaría la idea con arquitecturas

40 El proyecto europeo MUSES (Multi-Use in European Seas) finalizado en 2018 que trata de la multifuncionalidad en el mar resume muchas de las sinergias posibles entre actividades marinas e incentiva diferentes combinaciones mediante proyectos piloto en aguas europeas

[74] *Wei N, Wei W, Jie X, et al (2019) Evaluation and Analysis of the Architecture for Scenic Tours Based on Psychophysical Methods. In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. p 218*

[75] *Cochrane T (2012) The emotional experience of the sublime. Can J Philos 125:125–148*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.106. Cenotafio de estilo egipcio. Etienne-Louise Boullée, 1786.



Fig.107. Monumento Continuo. Proyecto, On the river.1969. Superstudio

visionarias que inspiraran a las masas **[Fig.106]** y que en el siglo XX utilizarían los regímenes dictatoriales para someterlas [75]. Con los avances de la modernidad, el desarrollo de la técnica a partir del uso del acero dio lugar a hitos como la Torre Eiffel, que en su materialidad industrial tardó en ser aceptada por la sociedad parisina sin que ello la eximiera de su valor innovador. No sería hasta los años 60 cuando el desarrollo económico fomentaría un impulso maquinista que alumbraría propuestas de base infraestructural a nivel global con las tentativas metabolistas desde Japón o las megaestructuras conceptuales extremas de Archigram o Superstudio desde Europa **[Fig.107 y Fig.108]**. Ya en la segunda mitad del siglo XX, los artistas del *Land Art* llevarían sus obras a extensos paisajes, proporcionando una experiencia imponente en escala y de gran espiritualidad, similares a las pretendidas por los pintores románticos en el siglo XVIII. En sus obras, incidían en la transformación humana como el activador de la expresión del paisaje y consiguieron que las áreas posindustriales y sus enormes infraestructuras abandonadas adquirieran nuevos significados, generando una nueva forma de mirar el paisaje contemporáneo [42]. En el caso de las energías marinas, la combinación de la masa de agua, el horizonte y las megaestructuras que componen las instalaciones energéticas es capaz de despertar emociones propias de los paisajes sublimes, pero su relación de distancia con el observador sólo permite esta percepción desde el litoral. La contradicción, por otra parte, entre la fascinación por la capacidad humana para producir estructuras extraordinarias y la acuciante amenaza que puede suponer para los hábitats marinos o para la estabilidad propia de estos entornos, puede compararse a la contrariedad que los "monstruos marinos" podrían producir en la Edad Media, en una mezcla de extrañamiento y fascinación [76].

[42] *Ábalos I (2008) Atlas pintoresco Vol. 2: los viajes, citado en pág. 45*

[76] *Roncken PA, Stremke S, Paulissen MPCP (2011) Landscape machines: Productive nature and the future sublime. J Landsc Archit 6:68–81.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

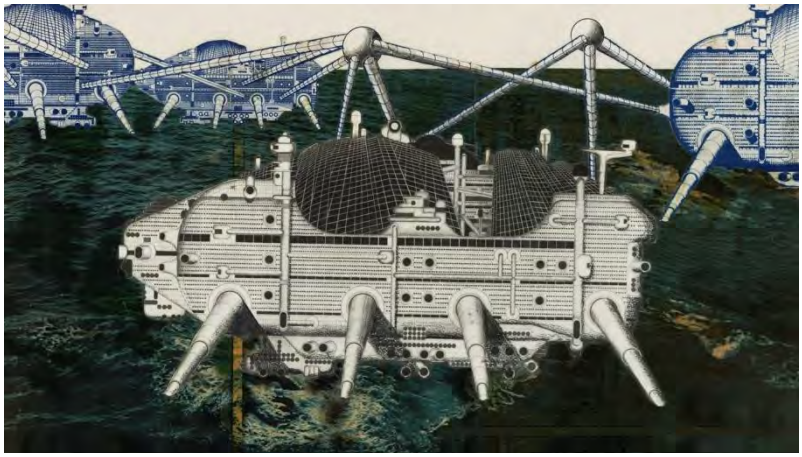


Fig.108. Proyecto Walking City on the ocean. 1966. Ron Herron. Archigram

Fig.108

En general, podemos decir que la visión actual para la integración de los parques tiende a oscilar entre dos impulsos, el de conservar a toda costa el paisaje natural y tradicional y, por otro, el de implementar proyectos energéticos que, bajo la legitimidad de la urgencia del cambio climático, pretenden extenderse a toda costa por el territorio.

La primera es una actitud proteccionista y conservadora y entiende el paisaje como un área a conservar incompatible con todo aquello que pueda amenazar la idea imperturbable con la que un colectivo la identifica, ya sea desde una mirada medioambiental o desde una mirada patrimonial, en una suerte de musealización del paisaje. En algunos casos se defiende un propósito nostálgico para volver a un estado anterior del propio entorno, libre de injerencias antrópicas. Esta mirada es habitual en las áreas rurales, donde las comunidades no quieren disrupciones en sus paisajes tradicionales o de algunas formas de turismo que pretenden disfrutar de un mar y una costa inalterados **[Fig.109]**.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.109. Parque eólico de Middelgrunden desde la playa de Amager. Copenague.



Fig.109

La segunda actitud es la defendida por los promotores de los proyectos actuales de eólica o de solar fotovoltaica construidos tanto en mar como en tierra. Estas operaciones se ven facilitadas por un planeamiento existente en nuestro país que, en ambos ámbitos, ha intentado clasificar el territorio entre áreas *aptas* y *no aptas*. Entre estas últimas se encuentran espacios en los que se intenta evitar la injerencia espacial con actividades prioritarias, como puede ser la defensa nacional o la protección ambiental, y el conflicto visual en relación a actividades sensibles como puede ser el turismo litoral. Las zonas *aptas*, por su parte, son aquellas que pueden ser vulneradas, es decir, en las que la degradación derivada de su instalación se percibe como un mal menor. Esta carga derivada de su impacto debe ser soportada por determinadas comunidades que se convierten en productoras de energía frente a las consumidoras, libres del impacto de la infraestructura. Este es un enfoque común en las guías de integración de la energía eólica terrestre que han propuesto las Comunidades Autónomas en los últimos años y conforma una forma de intervención proteccionista que considera de forma negativa la inclusión de cualquier dispositivo energético en el paisaje como principio.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

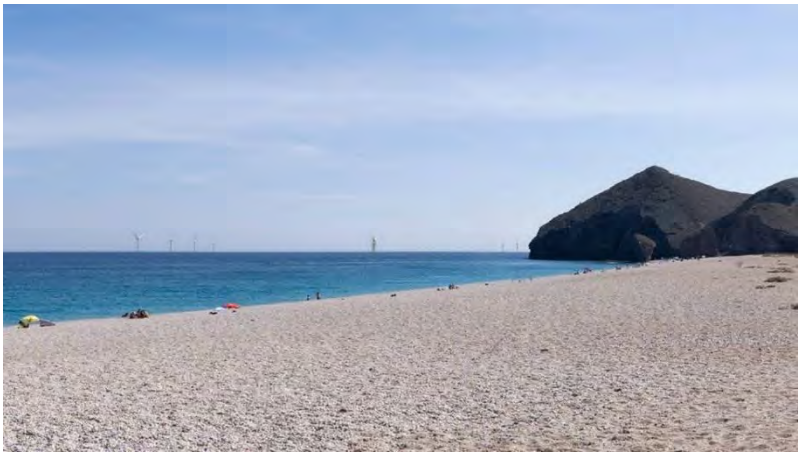


Fig.110. Proyecto de eólica marina Mar de Ágata visto desde la Playa de los Muertos. Carboneras, Almería. SENER

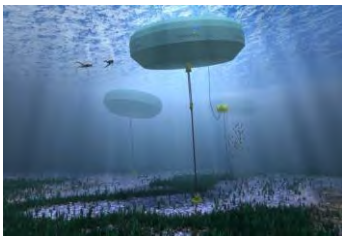


Fig.111. Dispositivo energético submarino CETO 5. Simulación 3D. Carnegie Clean energy

Fig.110

En este marco que presentan los paisajes energéticos actuales, podemos distinguir seis formas de actuación en el planeamiento y el diseño contemporáneo para la adaptación de la infraestructura a su entorno: *ocultamiento, mitigación, referenciación, disrupción, camuflaje e hibridación.* Dichas estrategias se encuentran ordenadas según la intensidad de la transformación de la estructura interna de dichos parques que las estrategias implican.

i. Ocultamiento

El *ocultamiento* intenta el desplazamiento del parque energético a ubicaciones en las que se disminuya su presencia. Se trata de minimizar su relevancia en las cuencas visuales más importantes de la región, es decir, de aquellas con mayor población o en la que los usos del territorio fomenten la atención en los dispositivos como puede ser la contemplación recreativa de un paisaje en un sendero litoral o en un paseo en barco **[Fig.110]**. Una solución básica sería aumentar la distancia entre dispositivo y observador que, en el caso marino, se correspondería con emplear dispositivos sumergibles como los mareomotrices o instalar el parque en alta mar **[Fig.111]**. La ocupación del horizonte por los dispositivos puede ser contraproducente en una panorámica de valor paisajístico porque, aunque se encuentran lejos,

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

las instalaciones se encuentran en el foco de la visión y atraen de forma inevitable la mirada. También es posible interponer otros elementos comparables en escala que impidan su visibilidad o la maticen [77]. Algunos manuales para la integración de la infraestructura eólica terrestre recomiendan emplazar las turbinas en áreas onduladas de cierta complejidad, es decir, que muestren heterogeneidad en color o forma o que integren con otros elementos artificiales. En el contexto marino es de difícil aplicación este principio por la evidente homogeneidad del paisaje y la ausencia de elementos sobre la superficie del mar, aunque en el litoral se pueden utilizar estructuras industriales o portuarias y accidentes geográficos como elementos para su ocultación **[Fig.112]**. La inserción en áreas ya fuertemente antropizadas tiene una mayor aceptación que en otras porque no se entiende como un espacio a proteger, como sí pueden ser aquellos de valor ambiental, histórico o cultural [78][41]. El efecto puede ser positivo, puesto que, en ocasiones, acercar las infraestructuras a áreas industriales a menudo visualmente degradadas e incluso obsoletas puede revitalizarlas y cambiar su percepción. Uno de los problemas que puede encontrar el uso de esta estrategia es el fomento de la segregación de las instalaciones en áreas poco integradas en su contexto. No sólo puede ser limitante para la capacidad de transformar los parques energéticos en espacios compatibles con otras actividades, sino que también conduce a un cierto efecto de acumulación que evita la posibilidad de integrar en el territorio la propia instalación industrial donde se ubican los dispositivos [79].

41 En manuales de integración de aerogeneradores en tierra, por ejemplo, como las Directrices sectoriales de ordenación del territorio para el aprovechamiento de la energía eólica del Principado de Asturias del año 2007 se explicita que se obtendrá un menor impacto en entornos dominados por producciones agrícolas y mineras, es decir de una mayor artificialidad. Estos últimos son más vulnerables no sólo por la disrupción física que pueden sufrir, sino porque se ven amenazados significados culturales subyacentes construidos a lo largo del tiempo.

[77] *Torres Sibille A del C, Cloquell-Ballester VA, Cloquell-Ballester VA, Darton R (2009) Development and validation of a multicriteria indicator for the assessment of objective aesthetic impact of wind farms. Renew. Sustain. Energy Rev. 13:40–66*

[78] *Ghislanzoni M, Romero M (2014) Guía parques eólicos de integración paisajística de en Andalucía*

[79] *Loures L, Panagopoulos T (2007) Sustainable reclamation of industrial areas in urban landscapes. WIT Trans Ecol Environ 102:791–800.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.112. Integración mediante ocultamiento de turbinas en el área industrial del puerto de Hamburgo.



Fig.113. Cimentaciones metálicas (jacket) para turbinas marinas que muestran más permeabilidad que los monopilotes habituales.



Fig.112

ii. Mitigación

La *mitigación* es otra estrategia habitual en la protección del paisaje frente a la infraestructura. Se trata de evitar al mínimo la disrupción de los elementos instalados en el paisaje y afecta a la morfología del propio parque energético. Este caso se encuentra muy influido por el tipo de tecnología a implementar. Mientras que los dispositivos eólicos son más invasivos visualmente a priori, la fotovoltaica y la biomasa consumen mucho más espacio horizontal. En general, fraccionar la extensión de la granja en grupos, reducir la dimensión del dispositivo, su huella espacial, o su altura son las aplicaciones más recurrentes de esta estrategia. El impacto puede ser suavizado también mediante la homogeneidad del conjunto, es decir colocando elementos del mismo tamaño, de la misma tipología y, en caso de elementos dinámicos, con un movimiento acompasado [78]. Si, además, se implementan números limitados de elementos y se colocan en disposiciones regulares en una única fila, se aminora también la agresividad visual.

En cuanto al elemento captador de la energía, también son posibles algunas transformaciones que permitan moderar su visión o su ocupación. En este sentido, puede haber respuestas como la reducción del tamaño de los elementos más disruptivos como pueden ser las aspas de un molino. También se pueden permeabilizar los

[78] *Ghislanzoni M, Romero M (2014) Guía parques eólicos de integración paisajística de en Andalucía, citado en pág. 74*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.114. Omega System. Sistema de biocombustibles mediante la producción de microalgas. Prototipo en Eemshaven



Fig.115. Integración de dispositivos eólicos Bound 4 Blue sobre embarcación mitigando su impacto.

soportes que tengan más masa como pueden ser los pies de las placas fotovoltaicas o los mástiles de los aerogeneradores **[Fig.113]**. Si, por ejemplo, en este último caso, si se sustituye la base cilíndrica habitual por un soporte en celosía, no sólo la visibilidad en la distancia disminuye sino que además sobre el terreno pueden discurrir otros usos con menos interferencias **[Fig.114]**. En el caso de los dispositivos marinos, estos mismos soportes pueden reducir su impacto espacial bajo el agua y puede ser incluso más fácil de colonizar por organismos marinos.

Los sistemas de producción energética suelen presentar una relación proporcional entre el tamaño de los dispositivos y la cantidad de energía que generan — a más altura o más longitud más energía obtenida—, por lo que no es una opción habitual la de reducir sus dimensiones para la integración paisajística por la pérdida de rentabilidad que supone como consecuencia. La utilización de escalas menores, aunque pueda devenir en el decremento de la producción energética, a cambio puede habilitar su implantación en contextos construidos. La utilización de elementos fotovoltaicos y eólicos en cubiertas y fachadas de edificios sería el caso más extremo de inserción, pero del mismo modo pueden ocupar áreas rurales como lo hacen los molinos de autoconsumo. En alta mar pueden aprovecharse principalmente embarcaciones **[Fig.115]** o boyas **[Fig.116]** en las que la energía renovable complementa el aporte energético de los combustibles fósiles [80] y en los frentes marítimos, diques o estructuras urbanas litorales pueden ser soporte de determinados dispositivos[42] **[Fig.117]**.

42 Ocupar estructuras en desuso como plataformas petrolíferas o gasísticas permite alargar el uso de una infraestructura muy costosa al tiempo que se fomenta la descarbonización.

[80] *Clemente D, Rosa-Santos P, Taveira-Pinto F (2021) On the potential synergies and applications of wave energy converters: A review. Renew. Sustain. Energy Rev. 135:110162*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.116. Aquabuoy, 2003. Boya undimotriz con placa solar integrada.

Fig.117. Platform for a renewable future. FABRICations, 2018.



Fig.117

iii. Disrupción

La tercera opción trata de optar por la disrupción como generador de paisaje. Hay autores que plantean que los elementos tecnológicos, a priori "antinaturales", pueden conferir sentido estético al paisaje mismo sin ser intervenidos, al mismo tiempo que adquieren sus cualidades estéticas en relación al fondo paisajístico que lo alberga, por contraposición **[Fig.118]**.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.118. Ejemplo de disrupción como estrategia de integración. Aerogenerador X. Grimshaw architects, 2010.

Fig.118

En la antigüedad, la comprensión del espacio se llevaba a cabo a través del reconocimiento de determinados puntos del territorio, enclaves singulares como picos de montañas o claros en el bosque, que generaban un sistema de referencias sobre el mismo. Eran espacios de culto, a veces simplemente árboles o rocas en una menor escala capaces de dar significado al conjunto del territorio. Estos elementos, habitualmente prominentes o singulares formalmente, generaban figuras destacadas con el paisaje como fondo como pueden producir ciertos elementos artificiales ajenos al contexto inmediato. Es decir, que el interés surge de esa contraposición, de la tensión figura-fondo [81] en la que el segundo adquiere también nuevos significados al tecnificarse. La asociación de varios de estos elementos crea organizaciones autónomas en forma de red, de un sistema simbólico que plantea una mirada híbrida del territorio contemporáneo [82].

iv. Referenciación

[81] *Simondon G (2007) El modo de existencia de los objetos técnicos. Prometeo Libros Editorial*

[82] *Labussière O, Nadaï A (2018) Spatialities of the energy transition: Intensive sites making earth matter? Energy Res Soc Sci 36:120–128.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.119. Ejemplo de paisaje tecnificado que utiliza la referenciación como método de integración al continuar con la curvatura del parque la muralla medieval de la ciudad sobre el mar. Parque eólico de Middelgrunden, Copenague.

La *referenciación,* por su parte, trata de utilizar el trazado del parque energético o algunos componentes del mismo para enfatizar valores del paisaje existente **[Fig.119]**. En este proceso se trata de dar continuidad al entorno desde sus características formales y, también, desde la comprensión de los procesos naturales y socioculturales en los que puede estar involucrado [83]. La complementariedad con los sistemas existentes puede proceder de elementos visibles o de significados culturales que procedan del pasado. Se refiere tanto a una disposición que acompañe una forma topográfica específica, por ejemplo, a un patrón vegetal, bien a través de la referencia a algún hito histórico como puede ser un antiguo torreón o un enclave de valor arqueológico [84]. En realidad, la propia implementación de los dispositivos energéticos denota siempre, en primer lugar, la presencia de recursos naturales como el sol o el oleaje, es decir, tiene significado propio. Su disposición en lugares en los que ya existían otras infraestructuras energéticas se podría considerar, de hecho, una labor de autoreferenciación al tiempo que se promueve la continuidad histórica de un paisaje energético preexistente. En la práctica no se trata de una tendencia muy común en los proyectos de la energía, porque requiere de ciertos conocimientos de composición paisajística o de valoración cultural del paisaje que implica a las disciplinas del diseño.

[83] *Zhang H, Aggidis GA (2018) Nature rules hidden in the biomimetic wave energy converters. Renew. Sustain. Energy Rev. 97:28–37*

[84] *Matías Mérida Rodríguez, Rafael Lobón Martín MJPR (2010) Las plantas fotovoltaicas en el paisaje. tipificación de impactos y directrices de integración paisajística. Nimbus Rev Climatol Meteorol y paisaje 25–26:129–154*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

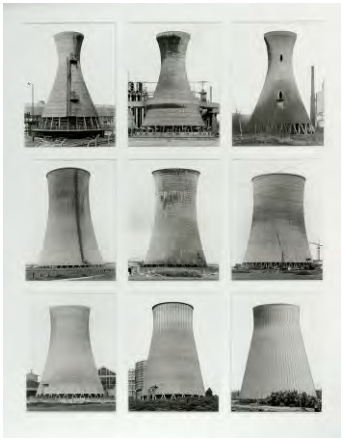


Fig.120. Torres de refrigeración. Fotografía de Bernd y Hilla Becher 1972

Fig.121. Torres del río Oká. Rusia. Vladimir Shukov, 1927.

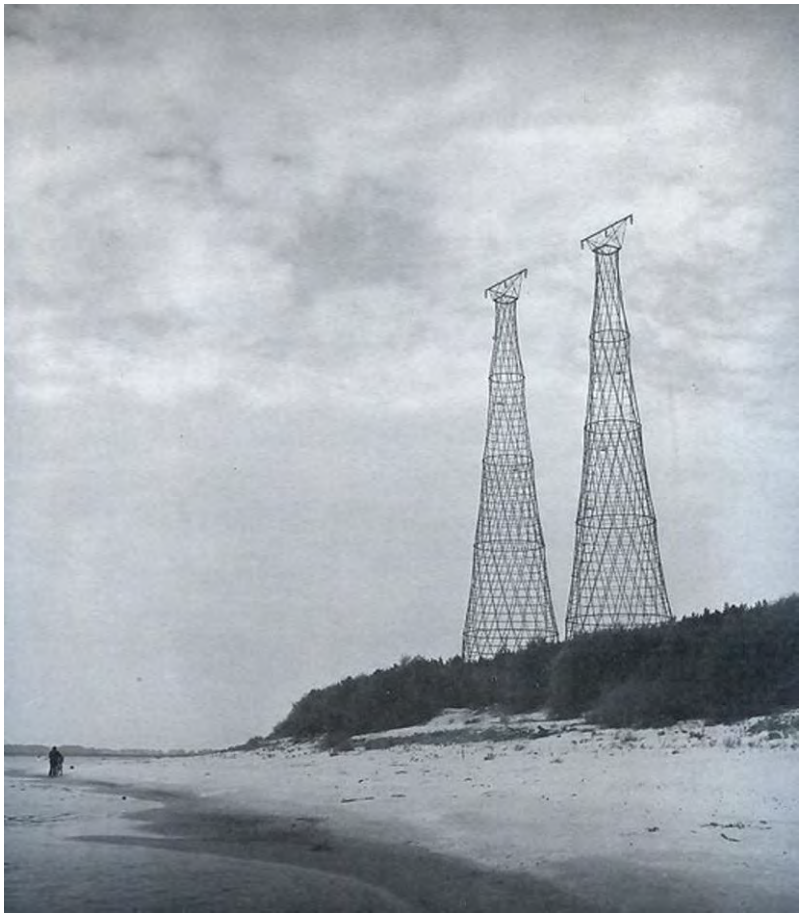


Fig.121

El empleo de esta estrategia sobre el paisaje, tanto en mar como en tierra, se basa así en introducir una singularidad en un contexto marino o costero a través de elementos tecnológicos disruptivos. A través de su implementación se aporta una significación de carácter industrial, innovadora o sublime de la infraestructura [85]. Numerosas experiencias tanto en la práctica con en la teoría demuestran que la infraestructura es capaz de ocupar el rol de hito paisajístico o urbano a través de esta disrupción. Entre ellas, podemos señalar las torres de refrigeración de las centrales térmicas **[Fig.120]**, que hoy día son testimonio del patrimonio industrial de muchas costas y han sido absorbidas en muchos casos por el tejido urbano. Las torres eléctricas como los pilones de Cádiz o las torres de Shukov **[Fig.121]**

[85] *Scognamiglio A (2016) 'Photovoltaic landscapes': Design and assessment. A critical review for a new transdisciplinary design vision. Renew Sustain Energy Rev 55:629–661.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

son auténticas referencias visuales de gran belleza escultórica y jerarquía por su contundente presencia y su *conspicuidad*.

v. Camuflaje

El *camuflaje* es una forma de mímesis a nivel sólo superficial que trata de mediar entre los elementos puramente industriales y el entorno mediante una piel o membrana que va atiende a determinadas cualidades exteriores, disociando el contenedor del contenido. Se podrían distinguir modos conseguir este *camuflaje* **[Fig.122 y 123]**.



Fig.122



Fig.123

Fig.122. y Fig.123. Ejemplos de pieles acuáticas. Watercube. LAVA. Pekín. /Arrecife artificial en Sawmillers Reserve. Proyecto Living Seawalls. New South Wales. Reef Design Lab.

El primero consiste en adquirir algún rasgo característico del entorno sin renunciar a una materialidad artificial, como puede ser el color o la textura. Los colores de los dispositivos se pueden aproximar a tonos cercanos a los azules, grises y verdes asociados al mar. En el caso de los paneles fotovoltaicos, existe una gran flexibilidad para adaptar su coloración, por lo que pueden hacerse casi desaparecer sobre la superficie marina. También se puede recurrir a materiales locales propios de la construcción urbana para integrarlos en una tradición cultural[43].

La segunda forma de camuflaje es más profunda y requiere que esa piel tenga una materialidad más naturalizada o que de una forma estructural, aluda a lo marino, es decir, el uso de un cierto lenguaje estético de lo marino. Para alejarse de la apariencia industrial propia de la infraestructura el elemento tecnológico, puede ser revestido por especies pertenecientes al propio contexto natural. Se pueden crear irregularidades en la superficie bajo el agua de una plataforma para que

43 Un caso terrestre que podría ser aplicado a un parque energético litoral sería el de sustituir el material del mástil de una turbina por un material local como la madera para realizar un diálogo con ecosistemas cercanos.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.124. Torres de alta tensión Germogli. Hugh Dutton Assiocés, 2013.



Fig.125. Paseo marítimo de Benidorm. OAB

se adosen diferentes especies vegetales y animales a la misma, como ya se hacen para crear arrecifes artificiales, dando lugar a una suerte de simbiosis entre natural y artificial.

La tercera posibilidad tiene que ver con lo formal y puede incorporar también las otras anteriores adaptaciones. Se puede conseguir mediante el cambio de la disposición habitual de los dispositivos dentro de un parque energético o desde el moldeado de los propios captadores para simular la ondulación acuática y la fluidez del medio mediante su diseño o para imitar algún elemento aledaño artificial o natural[44] **[Fig.124]**. En estos casos, la infraestructura puede utilizar numerosas referencias de la arquitectura contemporánea que, acostumbrada a establecer relaciones con su contexto, ha desarrollado un amplio catálogo formal[45] **[Fig.125 y 126]**. Por su parte, los ejemplos más singulares formalmente de infraestructura marinas deben normalmente su resultado orgánico y aerodinámico, a buscar la reducción de la resistencia al mar u otras optimizaciones técnicas. Aunque puedan parecer banales, es cierto que las formas descritas tienen la capacidad de convertirse en elementos atractivos para la sociedad y, al mismo tiempo, reconocibles en un sector saturado de propuestas. En otros casos se procede a asimilar la imagen de determinados dispositivos mediante analogías un tanto inocentes de criaturas marinas[46] [83] **[Fig.127]**.

44 Las torres de Hugh Dutton Associés son un ejemplo terrestre de adopción de una forma naturalizada. La infraestructura toma el aspecto de una hierba baja para integrarse en el medio como un elemento natural más.

45 Existen ejemplos en la arquitectura de los frentes marítimos tanto en tipologías como terminales de pasajeros o en el mismo diseño de paseos litorales

[83] *Zhang H, Aggidis GA (2018) Nature rules hidden in the biomimetic wave energy converters. Renew. Sustain. Energy Rev. 97:28–37, citado en pág. 79*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.126. Otro ejemplo de contenedor arquitectónico moldeado en relación a un entorno marino siguiendo una estrategia de camuflaje. Terminal marítima de Salerno. Zaha Hadid, 2016.



Fig.127. Dispositivo Wave Dragon, 2003.

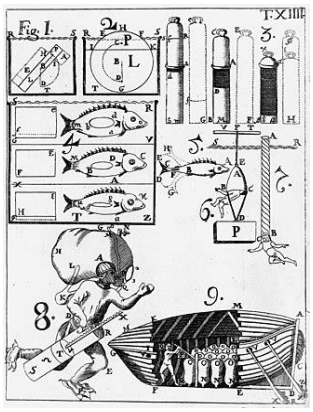


Fig.128. De motu animalium. El nado del pez y del hombre. Giovanni Alfonso Borelli. 1608-1679



Fig.126

vi. *Hibridación*

La última estrategia que se ha tenido en cuenta es la *hibridación*. Se podría definir de forma cercana a la biomimética, pero pretende ser un concepto más general en el que transformaciones creativas similares pero de menos rigor científico puedan tener cabida. Esta es una forma de entender el diseño que tiene su origen en el estudio de la naturaleza y puede ser aplicada sobre los dispositivos o sobre los parques energéticos en su conjunto. Su aplicación se fundamenta en la combinación de sistemas terrestres y marinos que entrelazan lógicas y fórmulas naturales en sistemas artificiales **[Fig.128]**. Mientras que el camuflaje opera principalmente como membrana independiente entre medio y objeto, la *hibridación* se basa en aprendizajes de procesos naturales que dan lugar a conceptos formales, nuevos materiales o sistemas de organización de los dispositivos.

La arquitectura tradicionalmente se ha reconocido en su contraposición a la naturaleza y como objeto artificial, tomando forma en cada época en relación a las tipologías derivadas de la disciplina, a la ciudad como contexto y a la función como contenido. Fue con las primeras arquitecturas orgánicas surgidas del norte de Europa y con la puesta en valor del paisaje cuando los edificios empezaron a

46 Este es el caso del dispositivo undimotriz Wave Dragon. Los propios nombres de los artefactos marinos hacen hincapié en sus similitudes formales – Centipod, Oyster, Sea Heart, Limpet, etc.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

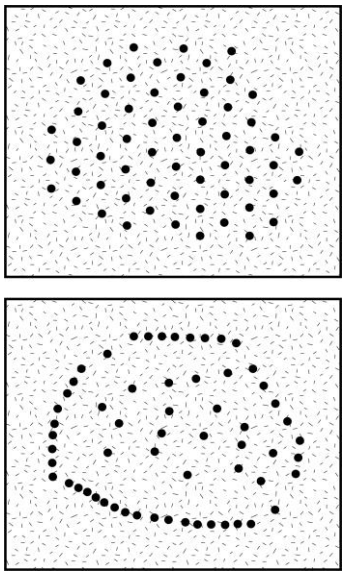


Fig.129. Optimizaciones paramétricas de parque eólico marino. Elaboración propia.

preocuparse por el medio natural. Posteriormente algunas tendencias ecologistas entenderían que la integración en el paisaje debía replicar el entorno de forma literal. Sería con el desarrollo de *softwares* de modelado tridimensional y paramétrico cuando se dio el salto definitivo, tanto en la arquitectura como en la ingeniería, a explorar las posibilidades formales de los objetos construidos[47] [86]. Más allá de los procesos, existe una gran propensión a entender estas herramientas como medio para lograr formas "naturales" con mayor impacto comercial.

Una de las aplicaciones de la *biomimética* en el sector energético es la *parametrización* en el diseño de parques energéticos optimizados mediante algoritmos. Bajo parámetros precisos de intensidad del recurso eólico, de orientación o de previsión de efectos de barrera de unos dispositivos sobre otros, se crean disposiciones irregulares optimizadas que parecen ser el futuro de los parques marinos de última generación [87] **[Fig.129]**. La *parametrización* de la malla espacial que comprenden los parques energéticos podría ser una herramienta interesante para introducir nuevos factores que puedan alterar su dimensión o su escala en relación a la distancia a la costa o a la presencia de actividades sensibles a su implementación.

El medio acuático ha espoleado siempre la imaginación de los diseñadores que han soñado con aplicar a sus inventos las capacidades que mostraban las criaturas marinas. Las construcciones humanas son eminentemente terrestres y la necesidad de la conquista del mar y del cielo ha motivado la curiosidad por los enigmas del vuelo y la navegación. El valor de los recursos del mar para todas las civilizaciones motivó la continua indagación en fenómenos físicos como la flotabilidad o la inmersión dando lugar a incursiones *proto-biomiméticas* que fueron evolucionando hacia tecnologías modernas como las aletas de buceo, determinados trajes de neopreno o el submarino. Hoy en día los ingenieros navales tratan de encontrar materiales más resistentes a la salinidad, reducir la resistencia del agua

47 En este sentido la *parametrización* ha conseguido en algunas situaciones crear procesos de generación de estructuras de gran utilidad para buscar materiales más resistentes o con propiedades innovadoras, la reducción de residuos en la construcción o el menor consumo energético de los edificios.

[86] *Spielhofer R, Hunziker M, Kienast F, et al (2021) Does rated visual landscape quality match visual features? An analysis for renewable energy landscapes. Landsc Urban Plan 209*

[87] *Chen Y, Li H, Jin K, Song Q (2013) Wind farm layout optimization using genetic algorithm with different hub height wind turbines. Energy Convers Manag 70:56–65.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.130. El dispositivo de corrientes bioWAVE aplica el movimiento de las algas para la producción energética en una estrategia de hibridación *biomimética.*



Fig.131. Pala de turbina de diseño *biomimético* con hendiduras.

en la navegación o buscar la adaptabilidad formal que permita optimizar combustible a partir del estudio de la naturaleza marina.

En el ámbito de la energía la hibridación es capaz de resolver determinados problemas utilizando modelos, sistemas y elementos propios de la naturaleza, es decir, mediante procesos *biomiméticos*. Algunos ejemplos de aplicación actual pueden ser los *biopegamentos* que, inspirados en proteínas adhesivas excretadas por estrellas marinas y determinados moluscos, pueden ser empleados para la construcción de los dispositivos energéticos en contacto permanente con el agua o para mejorar la adherencia de las pinturas con que se revisten superficies siempre húmedas. Inspirados en principios de movimiento acuático, algunos dispositivos aprenden de la dinámica de la ondulación de las algas para producir energía [88] **[Fig.130]**. Probablemente la que puede ser la innovación más importante es la incorporación de las hendiduras de las aletas de la ballena jorobada a las aspas de las turbinas tanto en las eólicas como en las de corrientes mejorando enormemente su resistencia [89] **[Fig.131]**. Desde el punto de vista paisajístico, las oportunidades basadas en los procesos biológicos marinos pueden ser estimulantes a la hora de contribuir con una nueva estética marina más relacionada con lo fluido y lo dinámico y generar, así, nuevos atractivos para la sociedad que puede considerarlos como elementos innovadores de gran singularidad. Asimismo, estas innovaciones constituyen la aplicación práctica del conocimiento científico del mar sobre elementos de gran relevancia social, como es la producción de energía renovable, que poseen una importante visibilidad, por lo que su aportación puede fomentar el interés en una cultura marina común **[Fig.132]**.

Estas estrategias, aun siguiendo caminos diferentes para lograr la integración en el medio, todas ellas tienen implicaciones que pueden resultar interesantes para un proyecto energético. En todos los casos, se plantean relaciones con el paisaje basadas en la contraposición entre naturaleza y artificio, o entre la figura y el fondo, aportando así nuevas

[88] *Wang Y, Liu X, Wang Y, et al (2021) Flexible Seaweed-Like Triboelectric Nanogenerator as a Wave Energy Harvester Powering Marine Internet of Things. ACS Nano 15:15700–15709.*

[89] *Blasiak R, Jouffray J-B, Amon J, et al (2022) A forgotten element of the blue economy: marine biomimetics and inspiration from the deep sea. PNAS Nexus 1:1–17*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.132. Torre eólica en Valencia. Fran Silvestre, 2009

consideraciones de carácter cultural que pueden resultar interesantes para el debate disciplinar. Las estrategias mencionadas — *ocultamiento y mitigación, disrupción y referenciación, camuflaje e hibridación* —responden a las tendencias actuales tanto de los planes sectoriales como del diseño arquitectónico y la literatura en el campo de la energía.

La perspectiva que se aplique a la hora de poner en práctica dichas formas de actuación puede ser diferente y será determinante a la hora de generar nuevos paisajes. Las formas de actuación pueden, por tanto, servir para crear paisajes naturalizados, conservadores en su concepción; pero también pueden usarse bajo premisas artísticas y culturales u obviar el contexto y trabajar por la priorización de la máxima producción energética y la rentabilidad económica.

Definir qué formas de actuación pueden ser utilizadas según el contexto es tarea del experto en paisaje y hace necesario estudios específicos de cada entorno de implementación que ayuden a conciliar infraestructura y entorno tanto a nivel regional como local. Se puede decir que, a través del uso de estos métodos de intervención se abre la puerta a la concepción de nuevas realidades culturales que conducen a la percepción del proyecto de la energía, tanto en tierra como en mar, como un elemento propio del paisaje contemporáneo.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.133. Fresco romano del puerto de Estabia. Primera mitad del primer siglo después de Cristo.



Fig.134. Batalla de Lepanto. 1590. Anónimo

II. III La energía en la ordenación marina

Hasta hace poco tiempo, en España, las energías marinas se entendían más como un invento de ciencia ficción que como una actividad económica integrada en las políticas energéticas nacionales. La asignación de un espacio específico para la energía eólica marina, la undimotriz y la mareomotriz en aguas europeas ha llegado con los planes de ordenación desarrollados en esta última década a instancias de la Unión Europea. Pero el primer intento de gestión marítima en un sentido contemporáneo, a nivel nacional, se ha desarrollado bajo una mentalidad influenciada especialmente por el proteccionismo ambiental. En realidad, este avance desde el punto de vista regulatorio, no deja de ser un paso más en el desarrollo de las diferentes formas de control económico y político del mar que se han dado a lo largo de la historia y que han configurado nuestra forma de intervenir sobre él.

La primera referencia al control del medio marino aparece con el imperio romano. Aquel mar en torno al cual se desarrollaban sus dominios se llamó *Mare Nostrum* (nuestro mar). Para controlarlo, el poder se ejercía desde la capacidad naval y el dominio de los puertos **[Fig.133]**. Éste se disiparía durante la Edad Media por la primacía económica de la agricultura en Europa que llevó a desincentivar los esfuerzos por gobernar el mar como objetivo político. El poder territorial se fragmentó y el potencial naval se diluyó durante estos siglos y sólo algunas incursiones musulmanas agitaron el Mediterráneo **[Fig.134]**. En el Mar del Norte, comunidades mucho más vinculadas al medio marino sí se adentraron frecuentemente lejos de su ámbito con ánimo de conquistar zonas más templadas. Los vikingos, por ejemplo, implementaron nuevas técnicas náuticas que les permitieron asediar el norte de Inglaterra y alcanzar tierras tan alejadas como Islandia y América antes que ningún otro pueblo. Llegado el Renacimiento, los avances técnicos en la navegación condujeron a los primeros descubrimientos de ultramar por parte de las dos grandes potencias navales de la época, España y Portugal. La competencia entre

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.135. Mare Liberum Litografía de 1915. Jan Bertus Heukelom

ambas hizo necesaria la división de los territorios conquistados en dos partes. España reclamó América y Portugal mantuvo la costa occidental africana. El reparto fue refrendado por el Tratado de Tordesillas en 1494 y avalado por el Papa Alejandro VI [13]. Así se mantuvo hasta principios del siglo XVII, cuando Países Bajos y Gran Bretaña, nuevas potencias marítimas, reclamaron la libertad de los océanos en pos del libre comercio y la libre navegación, propugnando el *Mare Liberum* **[Fig.135]**, entendiendo así el mar como un espacio vacío y sin propietario, abierto al aprovechamiento de cualquier nación. La piratería financiada por estos estados fue la forma de atacar la soberanía de los canales de navegación y de las colonias españolas y portuguesas. Más tarde aparecería el concepto de *Mare Claesum*, opuesto al anterior, para definir la potestad para excluir a los barcos extranjeros de las aguas que bañaban los estados. Como combinación de ambas, durante siglos, las potencias marítimas conservaron los océanos como espacios libres para la navegación y el comercio. A partir del siglo XVIII se convino mantener una banda costera bajo dominio de los estados de ancho equivalente a la distancia de un disparo de cañón, aproximadamente 5km (3 millas) [13].

Estos acuerdos fueron útiles hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, cuando tuvieron que ser revisados ante la presión de la industria petrolera para expandir sus exploraciones mar adentro, más allá de los 5km convenidos hasta el momento. Así fue cómo Estados Unidos declaró de su jurisdicción todos los recursos naturales sobre la plataforma continental. Ante la suma de otros estados a la misma política sobre sus costas, la ONU decidió iniciar un proceso para crear una legislación para el espacio marítimo [33]. La conclusión a sucesivas convenciones internacionales (UNCLOS[48]) fue determinar la plataforma continental como el límite para la explotación de los recursos marinos. Sería en la última convención hasta hoy, la de 1982, cuando se declaró un límite definitivo de 200 millas (370 km), llamada Zona Económica Exclusiva (ZEE) que se sumaba a la banda de 12

48 Siglas para referirse a la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar en inglés United Nations Convention on the Law of the Sea.

[13] *Cattelan S (2020) Iberian expansion over the oceans: law and politics of mare clausum on the threshold of Modernity (XV-XVI centuries). Hist IUS 18:2–28, citado en pág. 26*

[33] *Hein C, Couling N (2020) The Urbanisation of the Sea. From Concepts and Analysis to Design. nai010 publishers , citado en pág. 38*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

millas conocida como Mar Territorial bajo plena soberanía nacional. En toda esta zona los estados se reservaban la capacidad de explotar los recursos tanto de la columna de agua como del lecho marino y el subsuelo en exclusiva. Los límites marítimos determinados por la UNCLOS fueron los primeros términos legales en relación al mar en operar a escala global [21] **[Fig.136]**.

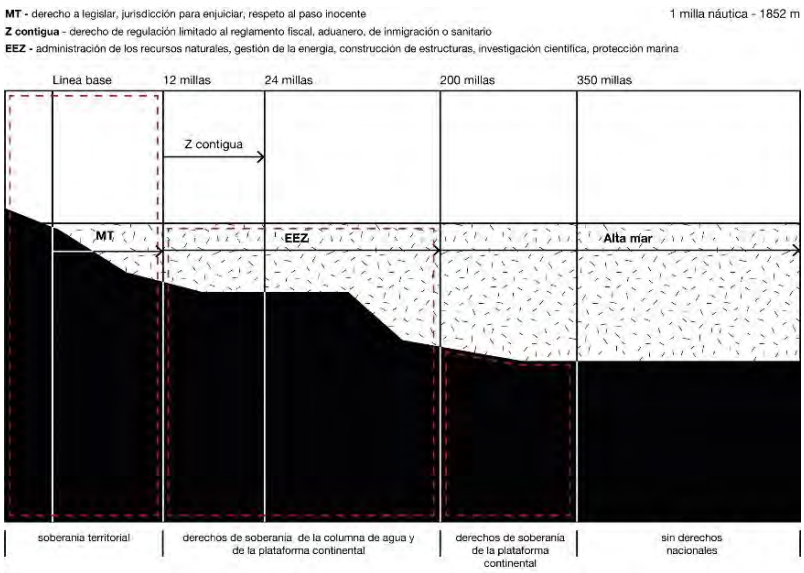


Fig.136

Las divisiones que entonces se crearon dejaron las aguas de todo el mundo, especialmente las de los mares, paradójicamente contenidas en espacios de soberanía nacional como si del ámbito terrestre se tratara, teniendo en cuenta además que se trata de un medio, el marino, inherentemente fluido. El mar Mediterráneo, por ejemplo, se construyó como un complejo regulatorio que, junto a los límites nacionales, añadía todo tipo de derechos y exclusiones de uso[49], ya sea para la navegación comercial, para la exploración petrolífera o para la vigilancia y seguridad marítima que redibujaban las líneas divisorias según el interés particular. La disección regulatoria del territorio marino conlleva diferentes intensidades de intervención y de

Fig.136. Límites establecidos por UNCLOS para la soberanía del mar. Elaboración propia

49 En realidad, los derechos de las zonas exclusivas en el Mediterráneo no fueron reclamados por muchos estados hasta la década de los noventa, que en cualquier caso son utilizados de forma conveniente a la política marítima de cada nación [20].

50 El impacto en el lecho marino y en la columna de agua será mayor en el mar territorial y sus efectos se irán disipando en dirección a mar abierto. Del mismo modo los corredores de navegación lo son también de una contaminación que se diluye en torno a estas líneas de tráfico intensivo y que altera la calidad del agua, los gradientes de salinidad o determina la presencia de determinadas especies.

[21] *UN General Assemby (1982) Convention on the Law of the Sea, citado en pág. 30*

[90] *Altiok M (2014) Mittelmeerland. An Urban Portrait of the Mediterranean. Lars Müller*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

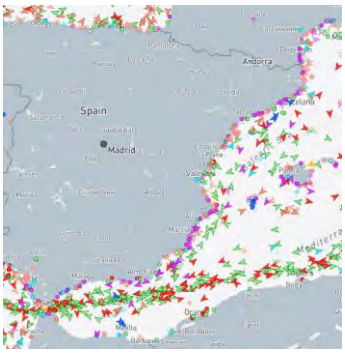


Fig.137. Tráfico marino en el Mar de Alborán.

actividad que dan lugar a gradientes de antropización de los entornos marinos en relación al grado de soberanía que corresponda[50]. Así, mares y océanos sufren hoy día una variante de la extensión de los procesos de territorialización propios del medio terrestre [90]. Es evidente, sin embargo, que la masa dinámica del mar es difícil de dominar. Por ello, junto con los mares territoriales y los recursos de las zonas exclusivas, el control se establece sobre las rutas marítimas y los bienes y personas que se mueven por ellos. La elevada densidad de tráfico comercial en el Mediterráneo **[Fig.137]** y las amenazas que soportan —terrorismo, criminalidad, pesca ilegal, contaminación o migración ilegal— han provocado que la vigilancia se convierta en una actividad de gran presencia en el mar. Estas rutas configuran trayectorias que intersectan de forma lineal las distintas jurisdicciones que sobre el mar tienen los estados. Fuera de los límites de las zonas exclusivas (ZEE) existe una libertad de acción sujeta a derecho internacional. La jurisdicción nacional sólo se aplica a los barcos cuya bandera hondean, lo que los convierte en pequeños pedazos de territorio nacional flotante en movimiento. Además, existen ciertas obligaciones de los estados como son las zonas de búsqueda y rescate (SAR) en las que en mar abierto delimitan las áreas en las que los estados tienen responsabilidad legal de coordinar operaciones de rescate.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

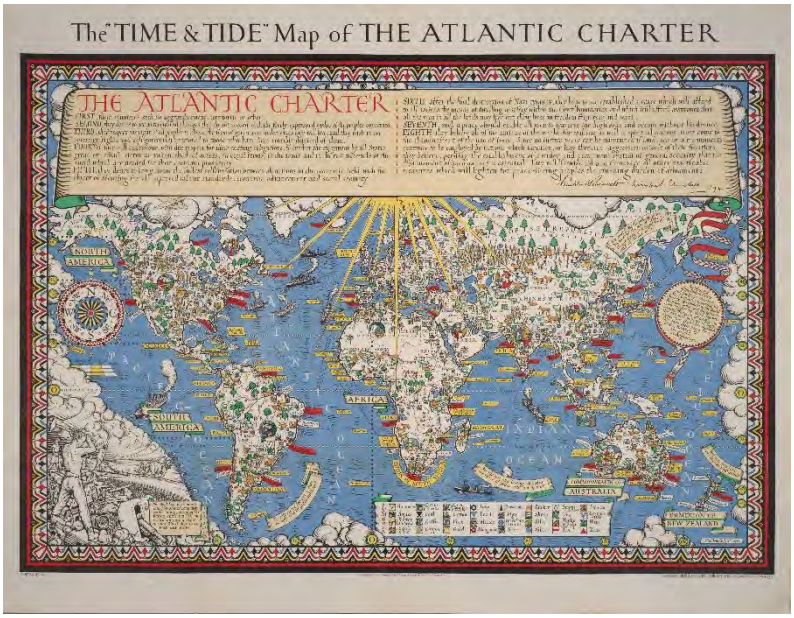


Fig.138. Time and Tide. Atlantic Chart. 1942. Mac Donald Gill. La carta recoge los recursos materiales disponibles en la geografía mundial.

Fig.138

España siempre ha tenido una importante actividad en el mar de una cierta relevancia internacional gracias a su industria pesquera y naval, a su marina mercante y a sus puertos. A partir de 1970, las transformaciones de las políticas globales y los cambios en los sistemas de producción y de transporte marcaron una cierta ralentización del potencial económico marítimo español[51]. La modernidad obliga así a una pérdida de soberanía en pos de las dinámicas económicas globales **[Fig.138]** y de las políticas transnacionales europeas, fuerzas a las que la gestión nacional debe ajustarse y encontrar objetivos generales que conciten intereses en ciencia, medioambiente, cultura y desarrollo económico. Aun así, parece que a día de hoy, en España, no existe una propuesta de relación con el mar definida más allá de solucionar los conflictos recurrentes relacionados con la migración o con la pesca, los límites marcados desde la política europea o la competencia con Marruecos. Quizás, la política energética que se está promoviendo en Europa desde principios de este siglo, desde su capacidad de vertebrar inversiones, industria y conciencia social sea una oportunidad para dirigir definitivamente la mirada hacia el mar [91].

//////

51 En cualquier caso, la política marítima del siglo XX estaría marcada por un espíritu "navalista" según Suárez de Vivero y Rodríguez Mateos quienes atribuyen esta actitud al fundamento de una estrategia marítima nacional moderna en la industria naval tanto como instrumento de política económica como por la posibilidad de proyectar sobre el océano una idea del poder de la nación de una cierta nostalgia imperialista tras la crisis de 1898.

[91] *Suárez De Vivero JL, Rodríguez Mateos JC (2002) Spain and the sea. The decline of an ideology, crisis in the maritime sector and the challenges of globalization. Mar Policy 26:143–153.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

La planificación marítima en España

El potencial energético marino en la Península Ibérica es difícil de comparar con otros ámbitos geográficos con condiciones climáticas tan favorables como el Mar del Norte, pero presentan oportunidades que pueden tener un gran impacto en los *mix energéticos* terrestres.

Los mapas de potencial energético destacan la energía eólica como aquella con un aprovechamiento mayor. El mínimo de velocidad para el funcionamiento de las turbinas se contempla en las zonificaciones de la regulación española como apta para el aprovechamiento es de 7.5 m/s a 80m de altura. Los puntos más importantes se encuentran en el Cantábrico y el Atlántico gallego, así como en el estrecho de Gibraltar y la provincia de Cádiz. Sin embargo, en el Mediterráneo los vientos alcanzan también importantes velocidades como en ciertas partes del Mar de Alborán, especialmente en el área del Cabo de Gata. En el Mediterráneo Norte, en el Ampurdá y en las Baleares los vientos también son aprovechables. Son áreas todas ellas en las que las turbinas por monopilotes no pueden alcanzar los más de 50 metros requeridos para su implementación, por lo que se hace necesario esperar el avance de las plataformas flotantes.

Aunque las mareas son una constante en las costas Atlánticas, los rangos existentes no son suficientes para poder ser aprovechados por la energía mareomotriz estimados en al menos 5 metros de altura. Han existido en estos litorales numerosos molinos de mareas desde la Edad Media, pero su conversión de energía directa hacía más efectivo su funcionamiento. Las corrientes marinas de la costa cantábrica y la canaria tampoco son especialmente elevadas, pero en el Mediterráneo hay áreas de Cataluña y cercanas al Estrecho de Gibraltar susceptibles de ser explotadas en este sentido. En relación a la energía undimotriz, las costas peninsulares no ofrecen las mejores condiciones a priori para la producción eléctrica, exceptuando las costas de A Coruña, que supera ligeramente la potencia media mínima de 10 kW/m. La mayoría de estas tecnologías, por otra parte, podrían funcionar con unos

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

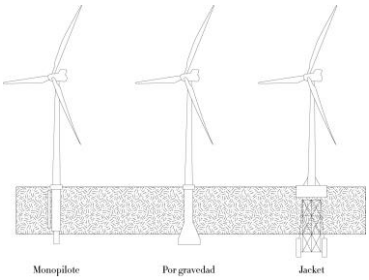


Fig.139. Tipos de cimentación de turbinas. Elaboración propia

niveles de oleaje intermedio o bajo siendo posible su combinación con otras actividades que permitan obtener la necesaria rentabilidad en la producción global de todo el parque energético. Se podría superponer la capacidad de la planificación para relacionar infraestructura y actividades económicas existentes y previstas o para encontrar sinergias positivas para las áreas de protección ambiental. La ordenación de los mares es realmente reciente y aún hoy en día está en debate cómo superar los numerosos conflictos que surgen por cuenta de la implantación de las energías marinas.

El pistoletazo de salida para la apuesta por el sector energético renovable se dio definitivamente gracias a la aprobación del Protocolo de Kyoto en 1997, cuyo fin era el de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global. A partir de entonces, la Unión Europea se decidió a convertir la política energética y ambiental en dos pilares estratégicos[52]. Los acuerdos aprobados se tradujeron en políticas nacionales en las que las energías marinas, la eólica **[Fig.139]** principalmente, empezaron a tomarse en consideración. En 2005 se aprobó en España el Plan de Energías Renovables 2005-2010 que proponía como objetivo una potencia instalada de 20.155 MW al final de dicho periodo. Se contempló, así, por primera vez la implantación de parques eólicos marinos con un potencial de instalación de 1.000 MW en el mar territorial, aunque todavía con carácter experimental. En esos años además se regularon los procedimientos, condiciones y criterios para la concesión de las instalaciones eólicas marinas en esta franja marítima. A estos esfuerzos se sumó la definición contenida en el Estudio Estratégico Ambiental del Litoral Español para la instalación de parques eólicos marinos (EEAL, aprobado en 2009) en el cual se detallaron los estudios ambientales necesarios para realizar las concesiones públicas de las áreas a explotar. Su nombre explicita claramente una orientación ambientalista. Se trataba de delimitar aquellas áreas de dominio público marítimo-terrestre con condiciones favorables para las instalaciones eólicas marinas. El límite se

52 En 2007 los estados miembros aprobarían aumentar la aportación de renovables al mix energético en un 20% en 2020 y al mismo tiempo reducir las emisiones para el mismo año en un quinto de la producción de ese momento.

53 La viabilidad de las instalaciones eólicas marinas depende de la profundidad alcanzable por los sistemas de monopilotes actuales que no suelen sobrepasar los 50 metros.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

encontraba en un margen de 24 millas náuticas que abarcaba las posibilidades técnicas de los proyectos planteados hasta el momento[53]. Se designaron así determinadas áreas cómo Zonas no aptas, otras cómo Zonas con condiciones y las restantes como Zonas aptas y, por tanto, hábiles para intervenir. Las zonas restringidas se correspondían con las de uso militar, dragado y minería marina y las de protección medioambiental. Esta zonificación del espacio marino dedicada a la energía eólica se apoyaba en el Atlas eólico de España **[Fig.140]**, publicado en 2011, y ya contaba con la división de las aguas españolas en demarcaciones —-noratlántica, sudatlántica, levantino-balear, estrecho-mar de Alborán y canaria— sobre las que se aplican desde entonces las estrategias de conservación y la planificación económica de las aguas [92] **[Fig.141]**.

Fig.140. Atlas eólico de España. Estudio técnico PER 2011-2020. IDAE.



Fig.141. Demarcaciones marinas de las aguas españoles. Elaboración propia

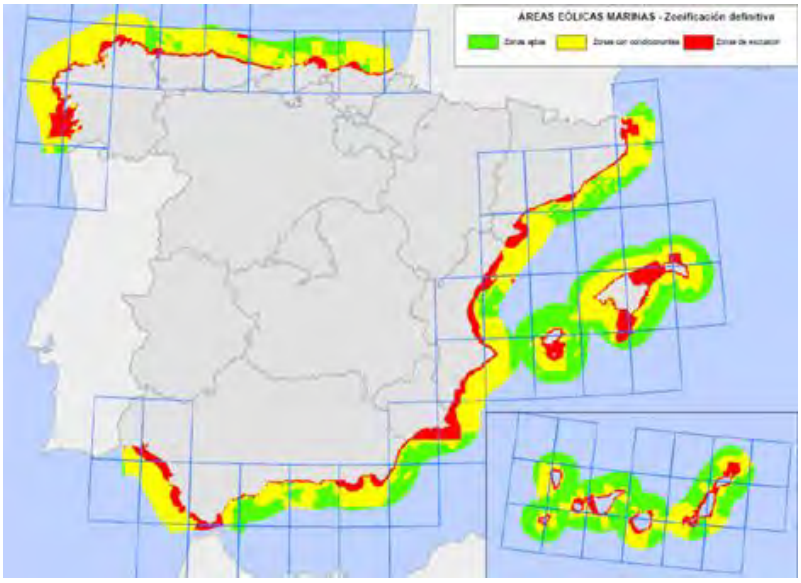


Fig.140

En 2012, la Unión Europea adopta la Estrategia de Crecimiento Azul en la que mares y océanos son colocados en el foco de la economía futura europea[54]. Posteriormente, como consecuencia de los efectos de la pandemia del COVID 19, se pusieron en marcha una serie de políticas para incentivar la actividad económica basadas en

54 La "energía azul" también sería parte de estos objetivos, señalando que en 2030 la eólica marina debería garantizar un 14% de la demanda del continente.

[92] *Aymamí J, García A, Lacave O, et al (2011) Atlas Eólico de España Estudio Técnico PER 2011-2020*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.142. Proyecto WindFloat Atlantic para el testeo de plataformas flotantes para turbinas en aguas canarias

los fondos llamados *Next Generation* dentro del Pacto Verde Europeo (*Green New Deal*). Se apuesta por un crecimiento sostenible, neutro climáticamente y por una economía azul que dentro de la gestión del espacio marino incluye la producción de energía como una actividad fundamental. Ante el gran potencial de una emergente industria y el clima favorable en los países de la Unión, se publicó en 2020 la Estrategia UE sobre las Energías Renovables Marinas. El mismo año se elaboró la *Hoja de Ruta de la eólica marina y las energías del mar en España* [93]. El documento establecía cuatro objetivos generales: crear un polo de innovación y desarrollo tecnológico, promover la consolidación de un tejido industrial relevante a nivel internacional, poner especial atención en la sostenibilidad y alcanzar unos objetivos de producción energética para 2030 comprendidos entre los 40 y 60MW para las energías marinas y entre 1 y 3GW para el caso de la energía eólica marina **[Fig.142]**.



Fig.142

En 2021, la Unión Europea exigió a todos sus países miembros con litoral la elaboración de un Plan de Ordenación del Espacio Marítimo (POEM) para gestionar de forma ordenada sus aguas. España lo aprobó en Febrero de 2023 y en él ya podemos

[93] *Ministerio de Transición ecológica y Desafío Demográfico (2021) Hoja de ruta para la eólica marina y las energías del mar en España. Madrid*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

encontrar unas áreas claramente definidas para la implementación de la eólica marina en cada demarcación. Tanto en los POEM como en el citado EEAL, en el que se basan los primeros, la metodología para la zonificación se basa en sistemas de selección multicriterio en los que, sobre áreas de potencial aprovechamiento eólico, se descartan las zonas consideradas prioritarias para otros usos como las destinadas a defensa o protección medioambiental[55]. La selección final de áreas de alto potencial para la eólica marina designa 19 zonas repartidas en las diferentes demarcaciones marinas excepto en la sudatlántica, por motivos de Defensa Nacional —8 en la noratlántica, 3 en la levantino-balear, 2 en la zona de Estrecho-Alborán y 6 en la canaria—. Estas áreas tienen potencial suficiente para alcanzar los 3GW planteados por la Hoja de Ruta[56]. En la delimitación de las zonas de interés, el paisaje se ha tenido en cuenta sólo de forma superficial y se plantea como un problema a resolver por cada proyecto. Según las precisiones de la memoria, el potencial impacto visual de los futuros dispositivos fue considerado de cara a proteger aquellas áreas más vulnerables como las turísticas o las de valor paisajístico. Pese a ello, existen potenciales ubicaciones en la demarcación canaria que llegan a estar a una proximidad de menos de 2km de la costa. En el EEAL, mencionado anteriormente, existía un margen mayor que limitaba los parques a un mínimo de 8km del frente marítimo. Teniendo en cuenta que, en un día despejado, una turbina eólica de unos 100 m de altura tiene un impacto considerable hasta los 5km de distancia del observador y que no deja de ser visible hasta unos 20 km, las distancias designadas parecen insuficientes si el objetivo es evitar la visibilidad costera [94].

55 La situación todavía incipiente de las tecnologías para implementar la eólica flotante hace que la clasificación de estos sectores sea todavía de alto potencial y no de área prioritaria.

56 Si sumamos todas las áreas designadas como zonas alto potencial alcanzarían los 5000 km², un 0.46% de toda el espacio marino español y el equivalente a la extensión de la Comunidad Autónoma de La Rioja.

[94] *Bishop ID (2002) Determination of Thresholds of Visual Impact: The Case of Wind Turbines.*

UNIVERSIDAD DE MALAGA

Fig.143, 144. The Seascape Wheel y England Seascape. 2012 An approach to Seascape Character Assessment. Marine Mangement Organisation

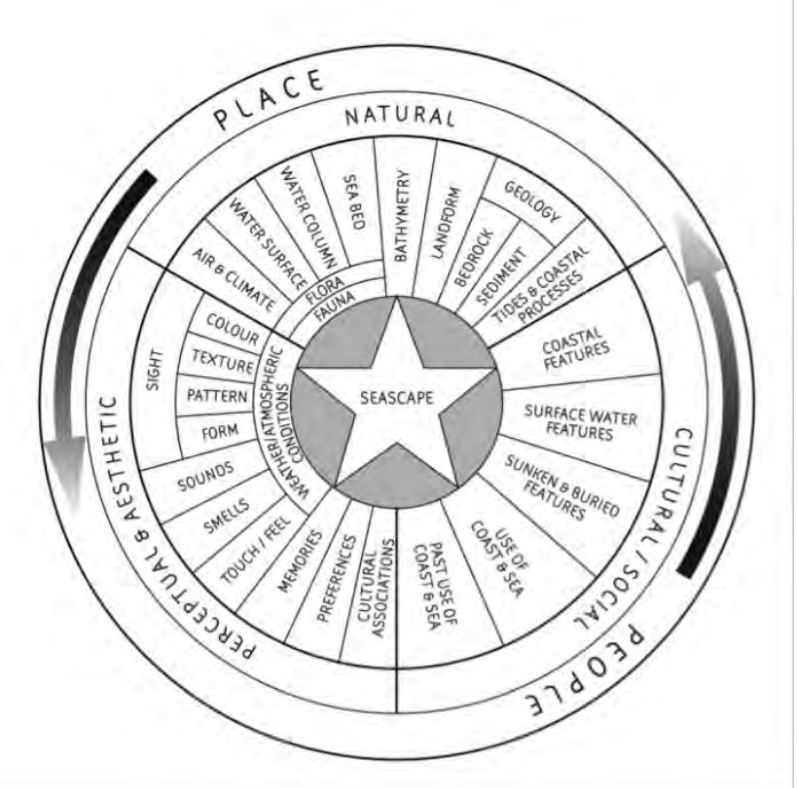


Fig.143

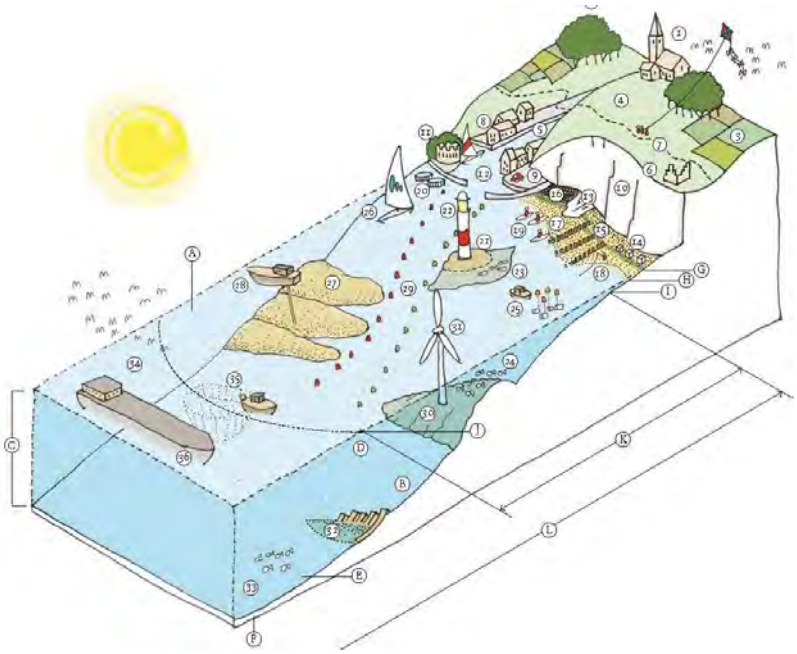


Fig.144

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

La relevancia de lo visual como centro en el diseño del paisaje es una idea establecida ya en los manuales de integración de estas instalaciones en el ámbito terrestre y apoyada por gran parte de la literatura académica. Sin embargo, se han ido incorporando progresivamente parámetros que aluden a la experiencia espacial de las instalaciones [95], a su multifuncionalidad [96] y a la asimilación de valores naturales existentes como el ritmo de la vegetación o la direccionalidad de un paisaje agrario [85]. Estas nuevas iniciativas anticipan la utilidad de realizar estudios profundos sobre las especificidades del paisaje marino. La Organización para la Gestión del Mar de Reino Unido (Marine Management Organisation) publicó en 2018 las Evaluaciones sobre el Carácter del Paisaje Marino —litoral y de alta mar— (*Seascape Character Assessment*) de sus cuatro demarcaciones marinas **[Fig.143 y 144]**. Es un análisis pormenorizado con una importante componente sociocultural y una base muy relevante de participación ciudadana y de los agentes sociales. Se introdujeron en el estudio del paisaje variables espaciales como los usos del territorio actuales e históricos, pero también otros perceptivos o estéticos como la memoria del lugar o aspectos fenomenológicos como el olor o el tacto [97]. Parece de gran interés realizar aproximaciones parecidas para la comprensión y la descripción de los paisajes marinos como base para la planificación marítima.

Participación ciudadana

La participación ciudadana es una herramienta útil que hoy en día el planeamiento puede utilizar para que la ciudadanía forme parte de los proyectos infraestructurales de la energía **[98]**. El urbanismo, gracias a su capacidad para gestionar los diferentes intereses involucrados en cada proyecto, según diversos autores debe permitir, de forma efectiva, la presencia tanto de instituciones locales y municipales como de asociaciones que representen las reivindicaciones de la ciudadanía. Un ejemplo es el caso del Foro de la energía eólica

[95] *Borobio Sanchiz M, Castillo Rodríguez F, Arenas Romasanta M, García García M (2013) Guía de criterios de integración paisajística de parques eólicos.*

[96] *Zanuttigh B, Palma G, Brizzi G, et al (2020) Design of a multi-use marine area off-shore the Mediterranean Sea*

[85] *Scognamiglio A (2016) 'Photovoltaic landscapes': Design and assessment. A critical review for a new transdisciplinary design vision. Renew Sustain Energy Rev 55:629–661, citado en pág. 80*

[97] *Natural England (2012) An Approach to Seascape Character Assessment Foreword*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

marina que agrupa desde grandes empresas energéticas hasta agrupaciones de pescadores. En estas formas de gobernanza compartida, la influencia efectiva en las fases iniciales sobre proyectos, reglamentaciones y objetivos mejora la aceptación general de las comunidades [99]. Algunos planes especiales terrestres en nuestro país han desarrollado experiencias innovadoras de participación pública que pueden sentar precedente. En los planes de ordenación de recursos eólicos en Cádiz y en Jerez de la Frontera se utilizaron simulaciones de los parques para entender su impacto en la percepción social además de para comprender el paisaje local de una forma más general y sus enclaves más valiosos [100]. La publicación de la mayor cantidad de información posible, la organización de consultas a la ciudadanía y la propuesta de contraprestaciones son fundamentales para fomentar el desarrollo local a partir de estos proyectos. La primera de ellas es hoy en día de fácil solución gracias especialmente al acceso digital. Existen numerosas plataformas virtuales en los que disponer de la documentación de un proyecto, realizar el seguimiento de su progreso e interactuar con distintos acercamientos al proyecto físico, mediante las recreaciones tridimensionales realistas. En relación a la segunda, los procesos de consulta son poco frecuentes y, sobre todo, poco trascendentes. Se hace necesario que en los procesos de tramitación de los proyectos se concreten las iniciativas de participación utilizando como referencia algunas manuales ya existentes con referencias como la *Guía de diseño, ejecución e incorporación de procesos de participación ciudadana a la administración y sector público del Principado de Asturias*. En cuanto a las contraprestaciones, las compensaciones económicas se han mostrado muy eficaces para minimizar los conflictos y compensar parcialmente los altos beneficios que producen las empresas promotoras [101]. Un ejemplo de buenas prácticas en este sentido es una inversión en infraestructura y en servicios comunitarios gestionada por las autoridades locales que aporte de forma tangible una repercusión positiva en el entorno.

[98] *Wolsink M (2000) Wind power and the NIMBY-myth: Institutional capacity and the limited significance of public support. Renew Energy 21:49–64.*

[99] *Dimitropoulos A, Kontoleon A (2009) Assessing the determinants of local acceptability of wind-farm investment: A choice experiment in the Greek Aegean Islands. Energy Policy 37:1842–1854.*

[100] *ARE, ARENAL GRUPO CONSULTOR SL (2004) Plan Especial de Ordenación de los Recursos Eólicos de Jerez de la Frontera*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.145. Propaganda en contra de la instalación del parque eólico marino Mar de Ágata. Plataforma STOP parque eólico Mar de Ágata.

Más allá de las estas formas de participación en las que las que la comunidad afectada es "invitada" a participar en el planeamiento, existen otros procesos de relación ciudadanía-infraestructura que se engloban en el marco de la co-producción [102]. Estos sistemas no buscan la simple aceptación de la población local si no verdaderamente poder condicionar los proyectos en todo su ciclo de vida. Existen ejemplos como las "cooperativas energéticas" en las que la financiación es compartida en diferentes porcentajes entre estamentos privados, instituciones públicas y la ciudadanía recibiendo a cambio suministro energético o beneficios económicos. En algunos casos, los colectivos participan en decisiones sobre el diseño de la tecnología y sobre el emplazamiento, pero también sobre su mantenimiento y su cese de servicio. Las aplicaciones de monitoreo virtual de la infraestructura, además, permiten una "vigilancia" pública de su rendimiento y de sus operaciones por lo que existen medios hoy día para que la relación entre propietatios sea lo más equilibrada y transparente posible. Desde las primeras instalaciones en los años noventa, Dinamarca ha estado en la vanguardia de la gestión ciudadana de las instalaciones, de hecho, en 2016 el 52% de la energía eólica producida en el país era de propiedad de diferentes colectivos y organizaciones no lucrativas [103].

La participación ciudadana puede mejorar la percepción de las comunidades que a día de hoy se oponen a la implantación de los parques eólicos marinos **[Fig.145]**. El rechazo a las diferentes posibilidades que los POEM plantean para la implantación energética ha sido prácticamente unánime en la ciudadanía y los agentes ambientales locales [57] **[Fig.146]**. La respuesta ciudadana es, de hecho, uno de los motivos de ralentización de las primeras concesiones de eólica marina en España y se suma a problems como los retrasos de la regulación y la situación económica desde 2008. A finales de 2023 se encontraban en tramitación 51 proyectos de energía eólica marina en aguas españolas[58], la mayoría de los cuales presentaban características

57 Tanto en Almería y Cádiz antes de la versión definitiva como en Cataluña y Galicia en los últimos documentos, la población local ha manifestado su descontento antes las interferencias que producen la zonificación planteada con la pesca, el turismo o los espacios naturales. Son reacios a creer en el beneficio económico que se les ofrece en forma de actividad económica, abaratamiento de la electricidad y puestos de trabajo y a la gestión de grandes empresas multinacionales deslocalizadas sin ningún arraigo local.

58 Doce proyectos en Galicia, nueve en Andalucía, siete en ataluña, uno en País Vasco y otros veintidós en Canarias sumarían 20 GW de potencia instalada, 6 veces más de los previsto según los objetivos de la eólica marina para 2030 y también casi un tercio de la renovable terrestre instalada en España en 2022, unos 70GW

[101] *Frolova M, Frantal B, Liñán-Chacón J, et al (2023) Adaptation to sustainable energy transition in Europe: Environmental, socio-economic and cultural aspects.*

[102] *Solman H, Smits M, van Vliet B, Bush S (2021) Co-production in the wind energy sector: A systematic literature review of public engagement beyond invited stakeholder participation. Energy Res Soc Sci 72:101876.*

[103] *Karnøe P, Garud R (2012) Path Creation: Co-creation of Heterogeneous Resources in the Emergence of the Danish Wind Turbine Cluster. Eur Plan Stud 20:733–752.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig. 146. Áreas aptas designadas en los Planes de Ordenación del Espacio Marino en relación a los borradores previos del documento. Elaboración propia a partir de INFOMAR

similares de diseño y de implantación que no han atendido a ninguna demanda ciudadana o a algún tipo de participación [59]. Podemos anticipar, por tanto, futuros paisajes energéticos marinos que se caractericen por su homogeneidad y estandarización, por su rigidez a la hora de adaptarse su entorno inmediato **[Fig.147]** y por su gran tamaño, factores todos ellos que son causa y consecuencia de la inexistencia de la participación ciudadana en los proyectos. Las disciplinas del diseño pueden mediar entre los diferentes agentes participantes como ya lo hacen en proyectos de gran complejidad urbana. Su capacidad para aunar intereses y crear escenarios espaciales donde confluyan no puede desestimarse si se pretende crear un futuro que incluya a todo la sociedad.

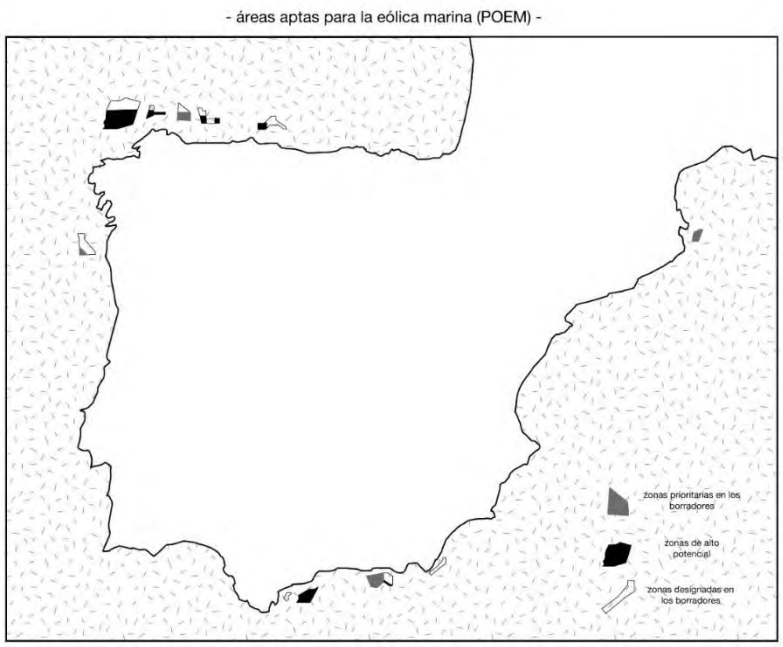


Fig.146

La participación ciudadana es una herramienta a la que los planeamientos empiezan a recurrir para conciliar a la población local con los proyectos infraestructurales de la energía. Consultas previas

59 La mayoría de los proyectos se refieren al uso de turbinas de última generación de más de 200 m de altura y unos 15 MW de producción que se disponen en mallas reticulares de unos 2500 m de distancia entre ellas en la dirección del rotor y unos 1200 en la perpendicular . Los dispositivos se asientan sobre plataformas flotantes de doce metros de diámetro con cuatro flotadores **[69]**.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.147. Visualización de Parc Tramuntana. Golfo de Roses. SENER.

para caracterizar el paisaje y localizar los enclaves más valiosos, asambleas durante el proyecto.



Fig.147

//////

Un escenario para 2050

Hoy en día, estamos sumidos en una transición energética global que pretende acabar con la dependencia de los combustibles fósiles desde que en 2015 en el Acuerdo de París se fijaran los objetivos de neutralidad climática de CO2 para 2050 como la principal medida de mitigación del cambio climático. 2050 se define así como un hito sobre el que todos los esfuerzos están focalizados, en tanto que se estima que alcanzar la neutralidad en este momento todavía permitiría limitar el aumento de temperatura media de la atmósfera en 1,5 grados a finales de siglo XXI. A medidados de este periodo, sin embargo, se puede decir que la meta queda lejos y que no se han reducido la cantidad proporcional correspondiente prometida [104]. DNV, empresa dedicada a la gestión de riesgos, realizó una previsión en 2023 que señala que en 2050 se habrá pasado de una proporción aproximada actual de 80/20 en favor de los combustibles fósiles a 40/50 [105].

Como esta última, la mayoría de las proyecciones de futuro sobre la transición energética suelen realizarse en términos cuantitativos y abstractos en relación a los diferentes objetivos que las instituciones gubernamentales, nacionales y supranacionales establecen

[104] *Energy Agency I (2023) Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach - 2023 Update*

[105] *Det Norke Veritas (DNV) (2023) Energy Transition Outlook 2023*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.148. Planta fotovoltaica de Talayuela entre encinas centenarias.

como necesarios para mitigar el impacto del cambio climático. La sustitución de los combustibles fósiles, en cambio, no sólo compete al sector energético, sino que también depende de las condiciones económicas, materiales de las capacidades técnicas y de las necesidades sociales. El éxtio de la transición, por tanto, dependerá, además de un cambio tecnológico, de un cambio de modelo.

Pese al pesimismo de las cifras, es necesario considerar que cualquier reducción que se realice a nivel global en los efectos del cambio climático puede ser fundamental para muchos territorios y para millones de personas [106]. El escenario sobre el que se sustenta esta tesis parte de esta motivación y tiene lugar en un contexto mundial en el que la urgencia promueve los cambios estructurales y tecnológicos necesarios para llevar la transición lo más lejos posible. Se trataría de continuar con la dinámica actual de reducción de emisiones en grandes economías como la europea que busca satisfacer las necesidades en un mundo sin carbono en una combinación en la que la elicitricidad se generaría entre fuentes renovables, hidrógeno verde y combustibles ecológicos [107]. Se eluden de esta manera factores relevantes para otras investigaciones como la aparición de nuevos recursos energéticos, la carestía de materiales a medio plazo o el agotamiento prematuro de los hidrocarburos que pueden alterar las posibilidades de una transición paulatina[60]. De cualquier modo, ningún escenario es una predicción cerrada y los acercamientos a la integración de la infraestructura en el paisaje pueden ser aplicados perfectamente a otras proyecciones de futuro.

En España la tendencia actual proyecta aumentos en la producción en todas las tecnologías renovables que conlleva incluso una sobreproducción eléctrica importante. En 2030 se espera que sólo de fotovoltaica haya un excedente de 30 GW respecto al consumo actual **[Fig.148]**. La generación de las cantidades previstas permitiría abordar una electrificación que permita cubrir los objetivos de los planes de transición actuales [108]. Su alcance se estima que podría

60 Teorías como el decrecimiento proponen enfoques que asumen la carencia de materiales y energía y la necesidad urgente de adaptación a la misma mediante la reducción del consumo y la combinación estratégica de las tecnologías existentes [153].

[106] *Olabe A (2022) Necesidad de una política de la Tierra. Galaxia Gutenberg*

[107] *Pahud K, Thomas B, Temmerman G de, Girard R (2023) Beyond Primary energy: The energy transition needs a new lens.*

[108] *Rodríguez D (2023) La superpotencia renovable. Arpa editors*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.149. Planta de hidrógeno verde de Puertollano. Iberdrola

abarcar al menos la industria que requiere procesos de baja temperatura (menos de 100ºC), el coche particular y el transporte público. Además, en los hogares será una realidad la incorporación de sistemas eléctricos de acondicionamiento climático como las bombas de calor y la aerotermia [109] . Una mejora notable del ahorro energético del parque inmobiliario construido y, en general, la optimización de los consumos de todas las actividades económicas podrá reducir el consumo global necesario mejorando los estándares de calidad de vida y de producción [109]. Aun así, existen sectores de difícil electrificación como la industria pesada, especialmente en la fabricación de productos clave como el acero y el amoniaco, que pueden encontrar una solución parcial en el hidrógeno verde, a su vez producido mediante energías renovables **[Fig.149]**. El transporte aéreo y el marítimo intercontinental, por otra parte, todavía no cuentan con una alternativa de solidez a los combustibles fósiles, por lo que cabe esperar una solución híbrida con aporte renovable mediante biocombustibles o electricidad que apoyen a las reservas de petróleo y gas [108].

Dentro del escenario planteado, las energías renovables no tendrían trabas para su desarrollo en el medio plazo. Se consolidarían las tecnologías existentes y serían accesibles industrial y comercialmente incluyendo prototipos que hoy en día son meros experimentos. Así, las energías marinas se postularían como un complemento eficaz de las terrestres en una coyuntura en la que la huella espacial de las segundas excedería las capacidades del territorio si se pretenden evitar mayores conflictos ambientales y económicos como los que hoy día ya se están evidenciando. En el ámbito español, las nuevas infraestructuras marinas ocuparían los sectores definidos en los Planes de Ordenación Marítima de cada demarcación que son más que suficientes para alcanzar el aporte de energías marinas esperado para 2050.

[109] *Sijmons D, Hugtenburg J, van Hoorn A, Feddes F (2014) Landscape and Energy. Designing Transition. nai010 publishers*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.150. Central hidroeólica de Gorona del Viento en la isla del Hierro. Islas Canarias.



Fig.150

Una generalización del consumo eléctrico sin precedentes en 2050 requiere de infraestructuras extensas y complejas y de una inversión económica también de grandes proporciones. El almacenamiento de la electricidad y su transporte se convierten en asuntos de igual importancia que la producción energética.

En relación al almacenamiento de la electricidad producida y del excedente planteado todavía no existen tecnologías rentables para su aplicación en los sistemas actuales. La optimización de las baterías de litio es probable a medio plazo aunque su aplicación se limite a aquellas funciones de menor potencia consumida como las domésticas y las urbanas de pequeña escala. Si las centrales de ciclo combinado dejan de usarse, una alternativa para el almacenaje y la estabilización de la producción renovable, intermitente y estacional, son las hidráulicas de bombeo o reversibles que aún hoy no tienen mucho desarrollo y que dependen de orografías pronunciadas[61] **[Fig.150]**. Las centrales nucleares, por su parte, tendrán que mejorar su rapidez para cubrir picos de demanda en momentos de escasez de renovables y suponer la alternativa eficaz que hoy en día es el gas. En el mar también existen posibilidades para la acumulación de energía en los casos en los que se produce excedente. La energía mareomotriz, con proyectos en varios lugares de Reino Unido y Asia **[Fig.151]**, puede embalsar agua marina

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.151. Swansea Tidal Lagoon. 2015. Gales. LDA Design

en un atolón artificial y manipular el flujo de que sale y entra con el movimiento de las mareas o artificialmente[62].



Fig.151

El sistema eléctrico que abastece hoy nuestros territorios es bipolar y unidireccional y une a un consumidor que consume con un productor que produce. Las redes renovables, en cambio, pueden facilitar un futuro multipolar, en el que múltiples actores producen y consumen simultáneamente en sistemas de generación distribuidos [48]. La infraestructura del futuro podría dar soporte a estos intercambios complejos, por lo que la construcción de líneas de alta tensión y su digitalización es fundamental para supervisar esta dinámica y garantizar el servicio de una producción intermitente que depende de las fuerzas naturales. También en el mar se puede esperar una distribución de diferentes focos de generación y de aprovechamiento de la propia energía marina. La existencia de parques energéticos de escalas diferentes puede abastecer islas remotas, complementar mix energéticos terrestres y suministrar energía a embarcaciones o a nuevas actividades marinas de forma independiente, adaptando su tamaño.

La transición energética ofrece a España una gran oportunidad para su desarrollo socioeconómico y un rol fundamental dentro del contexto internacional pues alberga una amplia variedad de recursos

61 Su funcionamiento se basa en la elevación de agua entre dos embalses a diferentes alturas utilizando el excedente de electricidad producida en el sistema en momentos de gran captación. Su devolución a la red se produce en caso de demanda dejando caer el agua elevada a través de varias turbinas que vuelven a producir energía. Así funciona la Central hidroeólica de Gorona del Viento en la isla del Hierro. Además, ya existen algunos planes para combinarlos con producción solar y desalación como es el proyecto Agua+S de la Universidad de Málaga. Su objetivo es combatir la sequía con la desalación de agua marina mediante energía fotovoltaica sobre un embalse al que se impulsa el agua ya desalada.

62 El proyecto de Swansea Tidal Lagoon fue una propuesta de infraestructura mareomotriz en la costa de Gales iniciado en 2015 que tenía previsto producir 320 MW

[48] *Ivancic A (2010) Energyscapes. Gustavo Gili, Barcelona, citado en pág. 49*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.152. Centro de datos previsto en Talavera de la Reina para Meta.



Fig.153. Futuro corredor de hidrógeno H2Med entre España y Francia en el marco del proyecto para conectar toda Europa de hidrógeno accesible para 2030.

renovables en el territorio — tanto en tierra como en mar —, lo que ofrece una gran flexibilidad de suministro y una ventaja frente a otros polos energéticos europeos como el Mar del Norte, donde la inversión se está centrando fundamentalmente en la eólica marina [110]. La posibilidad de combinar fotovoltaica y eólica y de aprovechar a medio plazo las diferentes alternativas que las costas mediterránea y atlántica ofrecen puede configurar un sistema energético versátil con grandes ventajas competitivas. La abundancia energética puede servir de atracción de una inversión que permita la transformación económica a través de la innovación. Algunos de los sectores de interés en un escenario futuro pueden ser las industrias asociadas a las propias energías verdes, las infraestructuras de alto consumo energético como los centros de datos **[Fig.152]** o los diversos productos derivados de la producción renovable como el hidrógeno o los agroquímicos ecológicos. Los intereses nacionales se pueden combinar con el intercambio de electricidad e hidrógeno verde con Europa y África y la consolidación de un corredor mediterráneo terrestre y marino **[Fig.153]**. Esto significaría, por el contrario, un uso más intensivo del mar, acentuado por las nuevas conducciones —hidroductos y cableado— para la conexión marina de la red y la relevancia comercial que adquirirían sus puertos. Además, si el aporte de la energía en el mar crece y se consolida, también lo harán nuevas actividades alrededor de estos polos marinos de producción industrial que ayuden a su rentabilidad y a evitar la concentración de actividades terrestres. Por esa razón, el prometedor rol del mar en el futuro de la energía también obliga a determinadas cautelas que ponen el foco en la preservación de mares y océanos como territorios sostenibles.

Las energías renovables de hoy día parecen reproducir en parte los mismos procedimientos de extractivismo que los combustibles fósiles, pues la elaboración de sus componentes, requiere de materiales que se obtienen en terceros países, algunos muy escasos, mediante la minería, en la que las poblaciones locales son explotadas sin ningún

[110] *Couling N, Hein C (2018) Blankness. Footprint 2018:87–104.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.154. Construcción de pala de turbina en centro de producción en Francia. General Electric Renewable Energy



Fig.155. Vertedero de turbinas en Casper, Wyoming. EEUU

ánimo de cooperación en el país de origen [111]. La concentración de los materiales en un número limitado de territorios y el oligopolio de las empresas de explotación, distribución y producción energética sitúan a las energías renovables en equilibrios geopolíticos tan delicados como los de los hidrocarburos. Las dinámicas explotadoras actuales, por otra parte, como menciona Saskia Sassen, no adquieren ningún compromiso con los impactos espaciales que implican para la sostenibilidad del territorio, ni respetan las actividades tradicionales existentes en el lugar [112]. La tradición siempre ha supuesto una forma de equilibrio entre las actividades humanas y el medio natural, un acuerdo entre subsistencia y conservación. Su pérdida significa dilapidar las referencias de los límites del territorio que radicaban en el conocimiento llevado a cabo por las prácticas ancestrales. Desde el escenario 2050 propuesto, se pretende en la medida de lo posible, que esa relación cultural pueda trasladarse al proyecto de la energía en el mar y que las formas de hacer implicadas con la minería, la producción industrial a gran escala **[Fig.154]** y la distribución global, aunque inevitables, al menos puedan realizarse de una manera inclusiva y sustentable incentivando materiales sostenibles, cadenas locales más cortas, la reducción del consumo eléctrico o la reutilización de componentes industriales [111] **[Fig.155]**. La sustitución de los combustibles fósiles trae como consecuencia un cambio en las lógicas de producción industrial de la energía. Otro de los problemas provocados por este modo de actual es el daño que puede infligir a un tejido laboral que lleva décadas arraigado a determinadas infraestructuras. La transición energética también significa el cierre de plantas térmicas y nucleares que han sido el centro económico y de empleo de poblaciones enteras. Una transformación justa permite plantear soluciones para la ciudadanía, especialmente en entornos vulnerables en los que no existe diversidad en las oportunidades de reincorporación al mundo laboral [113]. La implantación de las energías renovables puede contribuir a evitar el desmantelamiento

[111] *Aronoff K, BAttistoni A, Cohen D, Riofrancos T (2019) A planet to win : why we need a Green New Deal. Verso Books*

[112] *Sassen S (2016) At the Systemic Edge: Expulsions. Eur Rev 24:89–104.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.156. Parque fotovoltaico de Ekain de promoción público-privada. Ente Vasco de la Energía y KREAN

industrial de países como España y la deslocalización de la producción lejos de los lugares donde se localiza la instalación. La implantación de políticas de reinserción y de aprovechamiento del capital social de los paisajes de la energía de la generación anterior es, en cambio, una posibilidad todavía por explorar.

Por la envergadura y la implicación que tiene cada proyecto de infraestructura energética, este puede entenderse como el esfuerzo conjunto de una sociedad por unos objetivos comunes que debe ambicionar ser transformador de una forma holística. También es una oportunidad para reivindicar el océano como espacio de lo público en el que tienen lugar procesos sociales que lo transforman y de los que las comunidades no pueden quedar al margen [2]. Se reivindica así un marco biocultural para lograr una relacionalidad recíproca con el océano. Diferentes grados de participación podrían ser aplicados[63]. La participación no consiste sólo en el derecho a decidir, también implica la asignación de responsabilidades a aquellos agentes involucrados, no sólo en cuanto a las instalaciones sino en cuanto a la atención al medio natural y a los paisajes en el que se implementan. Se trata de implementar unos principios de gobernanza compartida para la vigilancia y la protección del entorno marino sin que esto derive en un conservadurismo capaz de paralizar las necesidades de afrontar una transición energética [40]. La colaboración de diferentes actores que intervienen en los proyectos permite democratizar las decisiones que se toman en los procesos de diseño de las infraestructuras en cuanto que los objetivos se multiplican y se equilibran entre ellos **[Fig.156]**. La presencia de nuevos agentes en el contexto marino puede también visibilizar las formas de hacer de los oligopolios energéticos en pos de una mayor transversalidad y transparencia. Aunque la escala de las granjas energéticas marinas sea regional, su implantación puede ser entendida bajo una mirada multiescalar que conecte los grandes capitales con las sociedades usuarias de esos paisajes para que exista un beneficio compartido de un valor energético que procede de la riqueza

63 La promoción público-privada es una estrategia que en lugares como el País Vasco se está dando con algunos parques eólicos terrestres. El cooperativismo en la adquisición de una parte de las explotaciones es frecuente en Dinamarca desde los años 90. Procesos como la co-creación en la toma de decisiones van de la mano de la transparencia para involucrar a los agentes locales.

[113] *Dante, Bobson B, Qazzaz H, et al (2022) Hacia una transición energética justa*

[2] *Steinberg PE (2001) The social construction of the ocean. Cambridge University Press, citado en pág. 12*

[40] *Bender M, Bustamante R, Leonard K (2022) Living in relationship with the Ocean to transform governance in the UN Ocean Decade. PLOS Biol 20:e3001828., citado en pág. 42*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

de recursos de una región y de sus habitantes. Al mismo tiempo, es responsabilidad de los profesionales del diseño y objeto de esta tesis materializar estos parques energéticos marinos como lugares portadores de identidad y promotores de pertenencia en consonancia con la idiosincrasia y las demandas de un contexto concreto. Generar las metodologías y los marcos espaciales adecuados facilitará los compromisos definitivos desde todas las partes implicadas para lograr una transición energética en la que los mares puedan ser protagonistas.

Se podría resumir este escenario 2050 para el contexto español en los siguientes tres puntos:

- Generalización de la electrificación de la mayor parte de las actividades del territorio, universalización de las energías renovables y consolidación de las marinas como complemento en el mix energético.
- Implementación de redes eléctricas multidireccionales y multiescalares, aparición de polos industriales de alta mar y desarrollo de las líneas marinas de hidrógeno verde.
- Despliegue de una actividad energética marina basada en principios producción local y sostenible y de justicia social aplicada sobre un océano construido como espacio colectivo de gobernanza compartida y de participación democrática entre sus actores.

//////

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

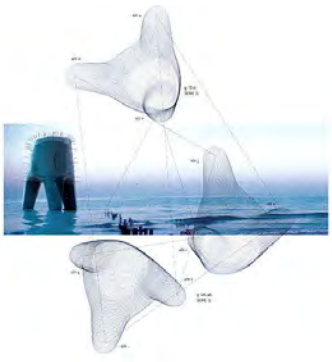


Fig.157. Proyecto para la laguna de Venecia. Concurso Revista 2G. 2002. Amid 09

II. IV Monstruos marinos. Las arquitecturas de la energía marina

Si en la antigüedad los monstruos marinos materializaban los temores a lo desconocido y los límites del conocimiento, los dispositivos energéticos pueden ser vistos como los monstruos contemporáneos del mar. Su anatomía híbrida que combina los dispositivos terrestres para la producción energética, eólica y solar por ejemplo, y los recursos técnicos y formales de adaptación al medio marino para garantizar su flotabilidad, lo asemejan a las criaturas que aparecían en las cartas náuticas de la antigüedad como podrían ser los leones con cola de pez. En muchos casos, estos monstruos marcaban localizaciones a evitar por las malas condiciones marinas que hoy en día precisamente son las más interesantes para el aprovechamiento de los recursos energéticos. Del mismo modo, los dispositivos alteran la percepción de los paisajes y, por su escala y la disrupción visual que suponen, provocan el rechazo de las comunidades. Por seguir con esta analogía, este miedo o rechazo atávico que causaban determinaba los recorridos de navegación tratando de eludir estas zonas puede compararse a la manera en que actualmente el planeamiento impide la confluencia de usos en el mar allá donde estas criaturas energéticas aparecen. La presencia monstruosa de las instalaciones es objeto de estudio de esta tesis con el objeto de desvelar los orígenes de su misterio y fascinación. Explicarlos y comprenderlos en lugar de rechazarlos puede abrir nuevas posibilidades de utilidad para la intervención en el proyecto de paisaje **[Fig.157]**.

Los monstruos marinos eran seres híbridos originados en las mentes de marineros en un medio desconocido como es el marítimo. En otros casos, como la mitología, trataban de dar explicación a fenómenos desde aquello que se encontraba por encima de lo humano. Las primeras máquinas, majestuosas e inexplicables para una mayoría de la población, podían ser entendidas como algo sobrenatural y

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.158. Another place. Fotografía de Andy Finnegan

legendario según la percepción de las primeras civilizaciones. Hoy día, como muchos estudios sobre la percepción señalan, las máquinas siguen considerándose elementos no naturales, monstruosos incluso, generando todavía en la opinión pública un cierto extrañamiento e incomprensión [72] **[Fig.158]**. Las teorías de los *paisajes ciborgs* asumen esta artificiosidad de la tecnología, pero no la contraponen a la naturaleza, sino que trabajan sobre su hibridación con la cultura y la naturaleza como premisa [114]. Desde este punto de vista se reflexiona en esta tesis sobre la infraestructura energética y, con esta base, se analiza en esta sección el estado de la cuestión del ámbito de la energía marina. Se ha estudiado así la percepción de estos monstruos en su intersección con los paisajes marinos, su fisonomía y las estrategias de transformación que han sufrido en su diseño así como el modo en que han sido domesticados dentro de la ordenación marítima en las últimas décadas.

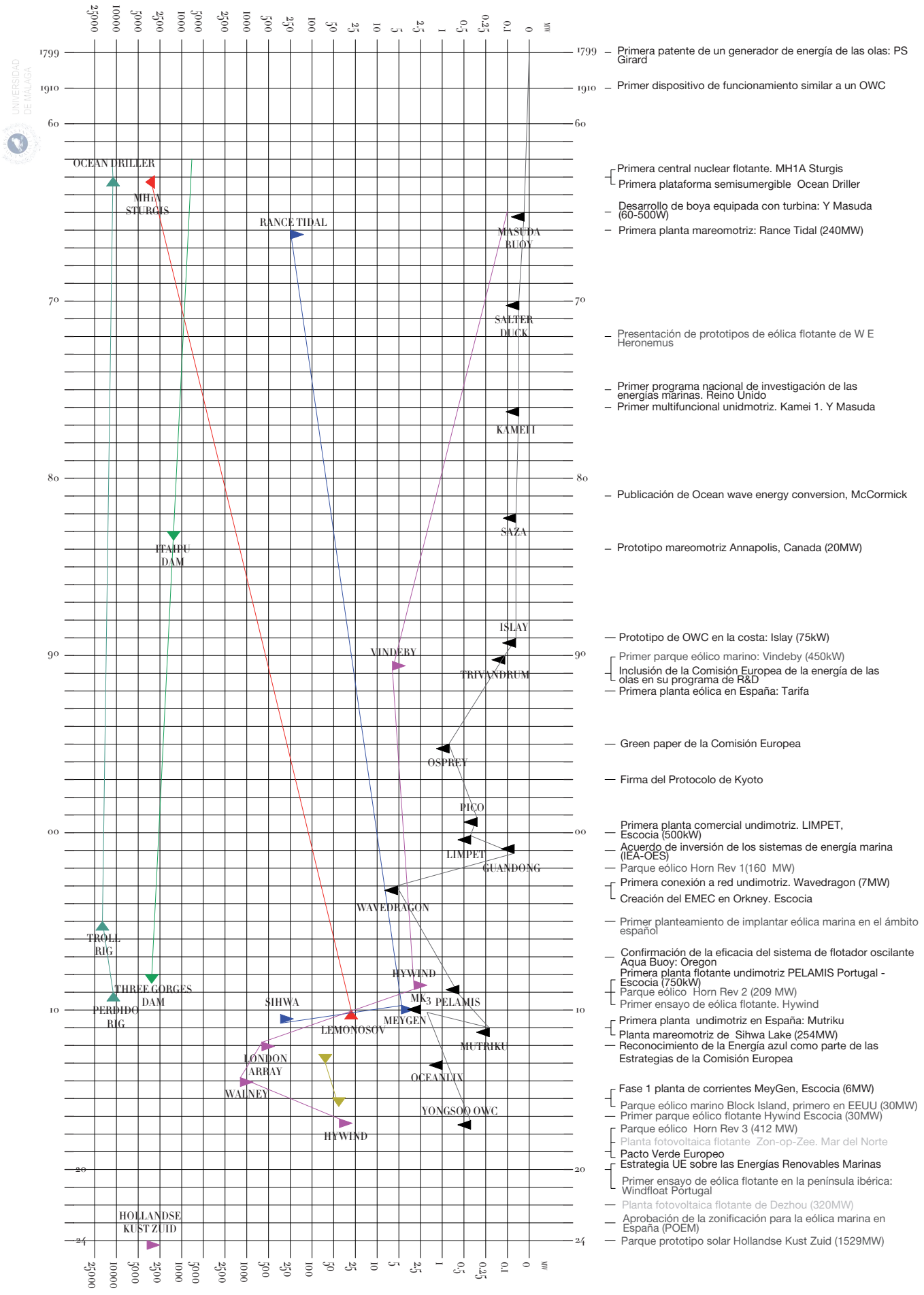
/////

Sistemas de producción energética

Los paisajes energéticos marinos actuales están caracterizados por la infraestructura necesaria para explotar las diferentes fuentes de energía disponibles. La red se forma con componentes para la producción de la energía, cableado de transporte y distribución, centros para la transformación y diferentes sistemas para su almacenamiento. Se tratará aquí especialmente el primero de estos elementos, pero sin olvidar que forma parte de un sistema territorial de alta complejidad. En relación a la producción de energía en el mar, el primer eslabón de la red, existen diferentes recursos aprovechables; hidrocarburos, por una parte dedicados —al transporte, a la industria química, para producir electricidad o para calefacción — y energías renovables, por otra, para aquellas actividades electrificadas **[Fig.159]**.

[72] *Smits M (2006) Taming monsters: The cultural domestication of new technology. Technol Soc 28:489–504., citado en pág. 67*

[114] *Gandy M (2005) Cyborg Urbanization: Complexity and Monstrosity in the Contemporary City. Int J Urban Reg Res 29:26–49.*


25000 10000 5000 2500 1000 500 250 100 50 25 10 5 2,5 1 0,5 0,25 0,1 0 MW
1799
1910
60
70
80
90
00
10
20
24
OCEAN DRILLER
MH1A STURGIS
RANCE TIDAL
MASUDA BUOY
SALTER DUCK
KAIMETI
SAZA
ITAIPU DAM
ISLAY
VINDEBY
TRIVANDRUM
OSPREY
PICO
LIMPET
GUANDONG
WAVEDRAGON
TROLL RIG
THREE GORGES DAM
PERDIDO RIG
HYWIND
MK3 PELAMIS
SIHWA
MEYGEN
LEMONOSOV
MUTRIKU
LONDON ARRAY
OCEANLIX
WALNEY
YONGSOO OWC
HYWIND
HOLLANDSE KUST ZUID
Primera patente de un generador de energía de las olas: PS Girard
Primer dispositivo de funcionamiento similar a un OWC
Primera central nuclear flotante. MH1A Sturgis
Primera plataforma semisumergible Ocean Driller
Desarrollo de boya equipada con turbina: Y Masuda (60-500W)
Primera planta mareomotriz: Rance Tidal (240MW)
Presentación de prototipos de eólica flotante de W E Heronemus
Primer programa nacional de investigación de las energías marinas. Reino Unido
Primer multifuncional unidmotriz. Kamei 1. Y Masuda
Publicación de Ocean wave energy conversion, McCormick
Prototipo mareomotriz Annapolis, Canada (20MW)
Prototipo de OWC en la costa: Islay (75kW)
Primer parque eólico marino: Vindeby (450kW)
Inclusión de la Comisión Europea de la energía de las olas en su programa de R&D
Primera planta eólica en España: Tarifa
Green paper de la Comisión Europea
Firma del Protocolo de Kyoto
Primera planta comercial undimotriz. LIMPET, Escocia (500kW)
Acuerdo de inversión de los sistemas de energía marina (IEA-OES)
Parque eólico Horn Rev 1(160 MW)
Primera conexión a red undimotriz. Wavedragon (7MW)
Creación del EMEC en Orkney. Escocia
Primer planteamiento de implantar eólica marina en el ámbito español
Confirmación de la eficacia del sistema de flotador oscilante Aqua Buoy: Oregon
Primera planta flotante undimotriz PELAMIS Portugal - Escocia (750kW)
Parque eólico Horn Rev 2 (209 MW)
Primer ensayo de eólica flotante. Hywind
Primera planta undimotriz en España: Mutriku
Planta mareomotriz de Sihwa Lake (254MW)
Reconocimiento de la Energía azul como parte de las Estrategias de la Comisión Europea
Fase 1 planta de corrientes MeyGen, Escocia (6MW)
Parque eólico marino Block Island, primero en EEUU (30MW)
Primer parque eólico flotante Hywind Escocia (30MW)
Parque eólico Horn Rev 3 (412 MW)
Planta fotovoltaica flotante Zon-op-Zee. Mar del Norte
Pacto Verde Europeo
Estrategia UE sobre las Energías Renovables Marinas
Primer ensayo de eólica flotante en la península ibérica: Windfloat Portugal
Planta fotovoltaica flotante de Dezhou (320MW)
Aprobación de la zonificación para la eólica marina en España (POEM)
Parque prototipo solar Hollandse Kust Zuid (1529MW)
HIDROCARBUROS
NUCLEAR
SOLAR
MAREAS
OLEAJE
VIENTO
HIDROELÉCTRICA
Solar
Mareomotriz
Eólica
Undimotriz

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.159. Historia contemporánea de las energías del mar. Elaboración propia.

La cronología propuesta enmarca proyectos de la energía renovable relevantes en el sector junto con hitos de estas tecnologías tanto técnicos como políticos y en relación a su energía producida y además.

Los sistemas de generación energética más consolidados son las plataformas petrolíferas. Se trata de las mayores construcciones hechas por el hombre[64], capaces de producir grandes cantidades de energía durante largos periodos de tiempo. Los yacimientos, en cambio, son limitados y las reservas de hidrocarburos están en declive. Pese a ello, todavía existen campos de extracción para asegurar los niveles de consumo durante algunas décadas aunque la enorme dependencia de las sociedades actuales de los combustibles fósiles implica el agotamiento rápido de las reservas y el abandono sucesivo de la mayoría de las plataformas ya sin uso[65] **[Fig.160]**. El problema reside en que los nuevos puntos de explotación están cada vez más lejos de la costa y a mayor profundidad por lo que son menos accesibles y el coste de la extracción resulta también cada vez mayor. El encarecimiento de la producción requiere de la búsqueda de alternativas para los usos a los que electrificación no ha llegado todavía. La biomasa marina es entendida hoy en día como uno de los combustibles que a medio plazo pueden complementar a los hidrocarburos. Sin embargo, la gran cantidad de espacio que requieren las infraestructuras, cultivos de algas todavía experimentales, hace complicado pensar que pueda ofrecer garantías a medio plazo. Si el cultivo se lleva al ámbito terrestre entraría en competición con otros usos por su gran necesidad de espacio, así que probablemente su futuro esté en la compatibilidad que pueda tener con instalaciones existentes en el mar como son las energéticas [115].

64 Algunas pueden acercarse a los 950 m de altura sobre el fondo marino.

65 Para amortizar más las estructuras construidas y no dejar esos grandes esqueletos en el medio marino algunos diseños están aportando soluciones para el desmantelado y la reutilización de las mismas en futuras extracciones en otros lugares.

[115] *Fernand F, Israel A, Skjermo J, et al (2017) Offshore macroalgae biomass for bioenergy production: Environmental aspects, technological achievements and challenges. Renew Sustain Energy Rev 75:35–45.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.160. Campos de petróleo SOCAR. Baku. Fotografía de Edward Burtynsky



Fig.161. MH – 1A Sturgis. Central nuclear flotante. 1961

.



Fig.160

La energía nuclear, aunque no utiliza recursos de origen marino, también ha realizado algunas experiencias en el mar para el desarrollo de centrales flotantes. Su alta densidad energética, que alcanza los 200 W/m2, la convierte en una oportunidad interesante para ubicaciones remotas y servicios en alta mar que evitan riesgos terrestres comunes como los tsunamis [48]. Algunos proyectos actuales plantean un futuro nuclear en alta mar que reutiliza barcos y plataformas petrolíferas, pero, al igual que en tierra, se considera una energía con enormes riesgos derivados de la peligrosidad de la radiación en caso de accidente y con unos residuos radiactivos de larga durabilidad. En 2019 comenzó a funcionar la primera central nuclear flotante instalada en la región rusa de Chukotka, aunque el buque MH-1A Sturgis **[Fig.161]**, equipado con un reactor de capaz de producir 45MW de electricidad, ya había abastecido desde el mar al Canal de Panamá en los años sesenta [116]. De momento, instalar reactores de pequeño tamaño como los que requiere una embarcación no es rentable y la esperanza para esta tecnología está puesta en la capacidad para producirlos en serie. El abandono de la energía nuclear en muchas partes del mundo no parece alentar que esto pueda llegar a suceder.

[48] *Ivancic A (2010) Energyscapes. Gustavo Gili, Barcelona, citado en pág. 49*

[116] *Standring WJF, Dowdall M, Amundsen I, Strand P (2009) Floating nuclear power plants: Potential implications for radioactive pollution of the northern marine environment. Mar Pollut Bull 58:174–178.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

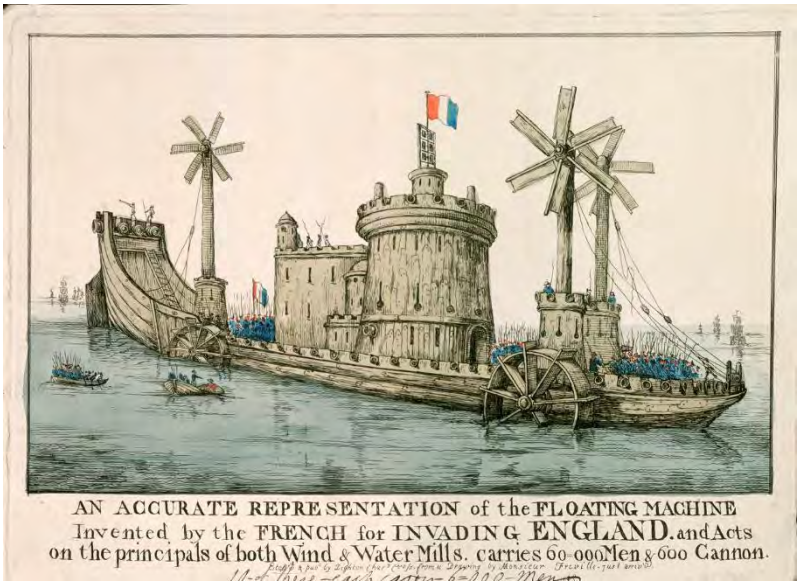


Fig.162

Fig.162. Fortificación flotante impulsada con molinos de viento. Viñeta de prensa, 1759.

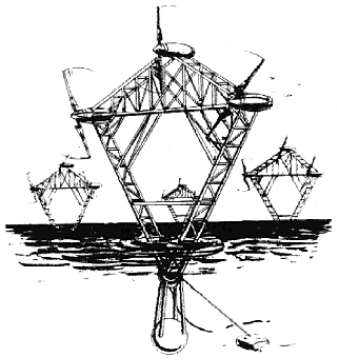


Fig.163. Dispositivos eólicos dibujados por Bill Heronemus en la década de los setenta del siglo XX.

Las verdaderas expectativas actuales para la producción marina están en las posibilidades de la energía eólica marina en el litoral y especialmente en alta mar. Allí, los vientos soplan con más fuerza que en cualquier área terrestre y con más continuidad, alcanzando más de 5.000 horas de viento al año sin las pérdidas y obstáculos geográficos que pueden mermar su producción.

No es hasta el siglo XX cuando se plantea trasladar por primera vez los aerogeneradores al mar[66] **[Fig.162]**. Fue en los años 70 cuando Bill Heronemus presentó su visión para el futuro de la energía eólica, representada por enormes estructuras flotantes de acero que soportaban varias turbinas **[Fig.163]** [117]. Casi veinte años después, en el Mar del Norte, se instalaría el primer parque eólico marino[67]. Hoy en día, la eólica marina ha crecido enormemente y ya cuenta con 34 GW instalados en aguas europeas. El Mar del Norte es, en estos momentos, el primer polo de la energía marina en el mundo, con parques que producen hasta 8.35 GW. La tecnología, ya madura, permite el rápido crecimiento y los nuevos modelos de turbinas son cada año más potentes y más altos[68] [109]. Su extensión a otros mares y océanos dependerá de la consolidación de los sistemas de turbinas

66 Algunas fabulaciones en el siglo XVIII retrataban grandes fortificaciones flotantes impulsadas con molinos de viento.

67 El parque danés de Vindeby, que funcionó desde 1991 hasta 2017, se instaló a 2 km de la costa y a 4 m de profundidad. Constaba de 11 turbinas de 35 metros de alto cada una con una potencia instalada de 450kW.

68 En 2024 empezará a funcionar el parque Hollandse Kust Zuid, también en el Mar del Norte, con una potencia instalada de 1529 MW gracias a sus 139 turbinas de 11 MW cada una y 125 metros de altura.

[117] *Stoddard W (2002) The Life and Work of Bill Heronemus, Wind Engineering Pioneer. Wind Eng 26:335–341.*

[109] *Sijmons D, Hugtenburg J, Hoorn A van, Feddes F (2014) Landscape and energy : designing transition. nai010 publishers, Rotterdam citado en página 104*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

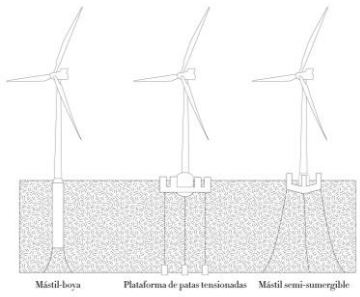


Fig.164. Sistemas de turbinas flotantes. Mástil-boya, Plataforma de patas tensionadas y mástil semi-sumergible. Elaboración propia



Fig.165. Estado actual del prototipo del proyecto "Solar on the sea".

flotantes para poder abordar aquellas zonas de más profundidad como la costa mediterránea, donde la cimentación de monopilotes actual no puede instalarse **[Fig.164]**. Este sistema tuvo su primer ensayo de nuevo en Dinamarca con la instalación Hywind en 2009. Poder ocupar áreas más profundas permitiría no sólo ocupar nuevas áreas marinas sino también alejarse de la costa y evitar en gran medida su confluencia con otras actividades económicas marinas como el transporte marítimo o el uso militar. Mientras tanto, una posible solución en fase de estudio es la combinación de funciones. Ya existen, de hecho, algunos prototipos que comparten espacio con estructuras acuícolas y con otros dispositivos energéticos [118].

La energía solar está actualmente integrada en el mix energético de muchos países. En España actualmente llega a cubrir casi el 20% de la demanda [119]. Su carácter modulable y universalizable, adaptable a casi cualquier territorio, la convierte en una tecnología muy exitosa. Como inconveniente, la gran cantidad de espacio que requiere, aproximadamente 2 hectáreas por MW, obliga a los promotores a buscar nuevas localizaciones que invaden cada vez con más riesgo parajes de valor económico, sociocultural y ambiental. Una de las alternativas a la saturación terrestre es ganarle terreno al mar y extender puertos o áreas industriales litorales para la construcción de parques solares. Varias investigaciones abordan, mientras tanto, la implementación de estructuras solares flotantes en mar abierto[69]. Las instalaciones necesitan paliar el coste de un alto mantenimiento o la mitigación del efecto del oleaje o la salinidad **[Fig.165]**. En cualquier caso, su colocación lejos de la costa ofrece ventajas como el incremento de la producción por el reflejo del sol en el mar, la refrigeración de la infraestructura y la disponibilidad de enormes áreas sin competencia con otras actividades. Mientras tanto, las instalaciones en lagos y embalses se están consolidando como una alternativa interesante con costos de construcción y mantenimiento asequibles y ya hay plantas

69 En 2019 se implantó en el Mar del Norte neerlandés la primera prueba en mar abierto de un prototipo de fotovoltaica flotante. El proyecto se llama "Zop on Zee" y aspira a extenderse hasta la producción de 1MW en los próximos años.

[118] *Abhinav KA, Collu M, Benjamins S, et al (2020) Offshore multi-purpose platforms for a Blue Growth: A technological, environmental and socio-economic review. Sci. Total Environ. 734*

[119] *Esteban MD, Espada JM, Ortega JM, et al (2019) What about Marine Renewable Energies in Spain? J Mar Sci Eng 7:249.*

[120] *Trapani K, Millar DL (2013) Proposing offshore photovoltaic (PV) technology to the energy mix of the Maltese islands. Energy Convers Manag 67:18–26.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.166. Planta fotovoltaica flotante de Dezhou. China.



Fig.167. Dispositivo undimotriz Penguin. 2008. Wello Oy

con importantes potencias instaladas como la de Dezhou en China con 320 MW [120] **[Fig.166]**.



Fig.166

Como energías puramente marinas, que utilizan el agua como recurso energético, encontramos las energías undimotriz **[Fig.167]** y mareomotriz. La energía de las olas tiene un gran potencial como parte del mix energético del futuro y de la necesaria transición energética. Solo en Europa la disponibilidad teórica es de 286 GW al año, lo que supone el 95 % del consumo eléctrico europeo actual [121]. Sin embargo, las condiciones marinas son el principal obstáculo para la generalización de los dispositivos. La altura y el período de las olas definen la capacidad de producción de energía del artefacto que se puede disponer en alta mar, cerca de la costa o en puertos y diques. A diferencia del diseño de estructuras y medios de transporte marinos propios de la ingeniería naval en los que se intenta conseguir la mínima movilidad como principio, los dispositivos para la energía marina necesitan del máximo dinamismo lo que obliga a afrontar diferentes problemas relacionados con el amarre, los materiales y el equilibrio de las estructuras. Las diferentes posibilidades de movimiento clasifican los dispositivos como *artefactos de rebose, atenuadores, oleaje oscilante, columnas de agua oscilante (OWC) y puntos de absorción*[70][122].

70 Las tecnologías son más conocidas por sus términos en inglés: overtopping device, attenuator, wave surge, oscillating water column (OWC) y point absorber.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.168. Boya de Yoshio Masuda. 1965



Fig.169. Prototipo OWC LIMPET. Islay Escocia. 2000

La primera patente que aprovechó la energía de las olas no llegó hasta 1799 y lo hizo de la mano del inventor Pierre-Simon Girard. El primer dispositivo asimilable a los actuales, en cambio, no se conocería hasta 1910, cuando se presentó un sistema parecido a la columna de agua oscilante (OWC por sus siglas en inglés) basado en el empuje del oleaje del aire de una cámara que activa a su vez una turbina. El verdadero interés en las renovables marinas llegaría en la década de 1970. Las crisis del petróleo empujaron a la comunidad científica a buscar alternativas energéticas para un futuro sin combustibles fósiles y la energía del mar se presentó para muchos académicos como una oportunidad de gran potencial. Yoshio Masuda elaboró en Japón, varios prototipos, entre ellos, una boya equipada con una turbina que fue comercializada en su país en 1965 **[Fig.168]**. Fue el inicio de un goteo de experimentos internacionales que tuvieron otro hito con el prototipo de OWC implantado en Islay (Escocia) en 1989, de apenas 75kW, y predecesor del LIMPET del año 2000, primera planta comercial undimotriz con 500kW **[Fig.169]**. Las claras demostraciones del potencial de la "energía azul" promovieron su inclusión en los programas de *Research & Deveolopment* de la Comisión Europea en 1991 o en el Acuerdo de Sistemas de Energía Marina IEA-OES de 2001, firmado por 17 países, suponiendo un aldabonazo definitivo en el impulso de la financiación de numerosos proyectos[71]. Desde entonces, la energía undimotriz se ha desarrollado lentamente con tecnologías y rendimientos todavía lejos de poder atender demandas reales **[Fig.170]**. La variedad de dispositivos diseñada hasta ahora ha sido muy amplia e incluye boyas, elementos que componen plataformas, extensiones de diques o turbinas sobre barcos. Desafortunadamente, la complicada viabilidad económica de los proyectos y el crecimiento tan pronunciado que ha tenido la eólica han llevado al estancamiento de la financiación y del crecimiento de esta industria.

71 Actualmente, más de la mitad de los proyectos de energía de las olas se están llevando a cabo en Europa, mientras que EEUU y Australia también están impulsando la creación de nuevas tecnologías.

[121] *European Comission (2014) Ocean Energy: Technology Information Sheet*

[122] *McCormick ME Ocean wave energy conversion concepts*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.170. WaveNET. 2014. Isle of Muck. Albatern



Fig.171. Planta mareomotriz de Sihwa. Corea del Sur.



Fig.170

La energía mareomotriz, por su parte, ya es una alternativa real a las energías de combustibles fósiles en algunos lugares **[Fig.171]**. La planta Rance Tidal Power en Francia ha estado operando desde 1966 y tiene una capacidad máxima de 240MW. Dentro de la mareomotriz hay dos tipos de fuentes disponibles: corrientes oceánicas y corrientes de marea. En el caso de la primera, el recurso se capta en cualquier área marina y tiene que ver con la dinámica submarina, mientras que la segunda debe situarse en el litoral —en estuarios principalmente— para aprovechar los rangos mareales. La razón de su escaso despliegue es sin duda su elevado impacto medioambiental y que atraviesa largos periodos de baja producción lo que la hace demasiado intermitente[72] [123]. Respecto al aprovechamiento de las corrientes marinas, el proyecto MeyGen en Escocia es pionero en este tipo de energía y cuenta con una potencia instalada de 6MW. En 2027 y 2028 está previsto que se sumen 50 MW más a la espera de una tercera fase en la que se explote toda la capacidad de la zona donde se ubica, las islas Orcadas escocesas, donde las corrientes marinas son de gran intensidad.

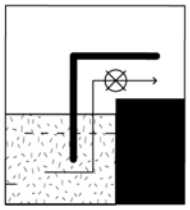
72 Existen oportunidades de explotación en la costa atlántica europea, en parte de Asia y en Canadá donde se implantó un prototipo de 20MW en 1984. Hasta ahora, a parte de la central de Rance, sólo se ha construido otra planta de gran escala. La instalación de Sihwa, Corea del Sur, de 254 MW, una potencia pico poco superior a su predecesora.

[123] *Neill SP, Hashemi MR (2018) Chapter 3 - Tidal Energy. In: Fundamentals of Ocean Renewable Energy. Academic Press, pp 47–81*

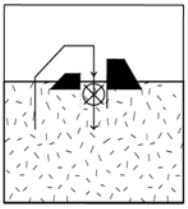
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

-sistemas de captación de energía-

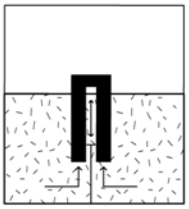
- undimotriz -



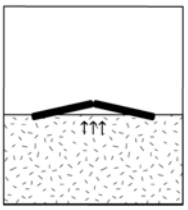
columna de agua



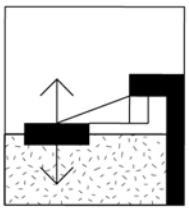
artefacto de rebose



absorción

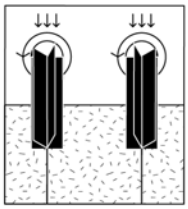


atenuador

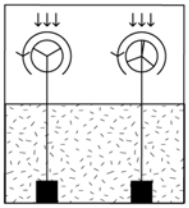


oscilador

- eólica -

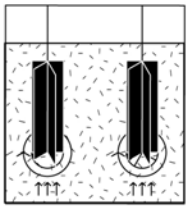


turbina vertical

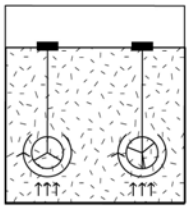


turbina axial

- mareomotriz -

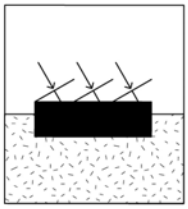


turbina vertical

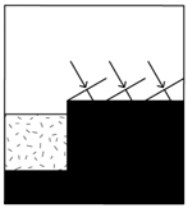


turbina axial

- solar -

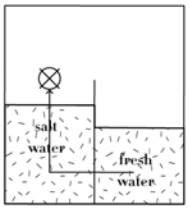


solar flotante

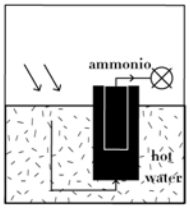


solar onshore

- otros -



gradiente de salinidad



gradiente térmico

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.172. Sistemas de captación energética en el mar. Elaboración propia



Fig.173. Planta undimotriz de Mutriku. País Vasco

En el trabajo de esta tesis, aunque son utilizadas como referencia en ocasiones, no se han tenido en cuenta las energías no renovables, ni todas las renovables **[Fig.172]**. Existen otros métodos para la recolección de energía como los basados en la conversión de la energía térmica oceánica o las que aprovechan el gradiente de salinidad marina que, aunque prometedores, plantean una infraestructura poco definida materialmente a una escala real[73]. Sólo se han utilizado aquellos métodos de producción con un desarrollo suficiente que permita concretar un impacto espacial y una percepción visual mesurable, es decir, que en los diferentes estudios existentes en la literatura queden especificados las dimensiones de los dispositivos de producción energética en relación a su potencia y su definición formal. Los sistemas que se analizan en los siguientes capítulos, y que quedan comprendidos dentro del término *energías marinas* son: solar flotante y litoral, undimotriz en todas sus variantes, mareomotriz — de corrientes y de mareas — y eólica — de turbinas de eje axial y horizontal—. Esta gran variedad de sistemas también presenta infraestructuras con impactos espaciales muy diferentes. La relación entre la energía producida y el espacio que requiere la infraestructura energética se conoce como densidad energética. A mayor densidad energética, más energía producida por metro cuadrado. La energía solar y la eólica claramente tienen una mayor densidad energética que el resto de opciones renovables porque emplean dispositivos consolidados y maduros comercializados desde hace décadas. En comparación con estos, la tecnología undimotriz está muy lejos de conseguir rendimientos parecidos y los datos existentes en la literatura son sólo estimaciones y cálculos teóricos. Sólo en el caso del sistema de oscilación por columna de agua (OWC) la energía producida ha sido comercializada[74] **[Fig.173]**. El impacto visual de las instalaciones, por su parte, también ofrece grandes diferencias entre dispositivos según el tipo de recurso que aspiran a captar **[Fig.174]** [Tabla 1]. Los elementos eólicos requieren de alturas por encima de los 100 m para alcanzar

73 El primero obtiene energía de la diferencia de temperatura entre aguas poco profundas calentadas por el sol y aguas más profundas, en torno a los 4 grados centígrados. En este caso, es necesario mover grandes cantidades de agua, lo que aumenta los costos, pero las instalaciones requeridas tienen una ocupación espacial limitada. El segundo método genera energía a partir de la diferencia de salinidad entre el agua dulce y el agua salada en los estuarios de los ríos y como la mareomotriz puede provocar un gran impacto ambiental [160]

74 En el caso de la planta eléctrica de Mutriku en el País Vasco en funcionamiento actualmente además se ha realizado por un periodo prolongado en el tiempo aunque para una potencia instalada muy limitada.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

velocidades de viento adecuadas, mientras que los dispositivos mareomotrices necesitan estar bajo el agua, sobre el lecho marino para someterse a las corrientes submarinas, por lo que su impacto visual desde la superficie es nulo. En un punto medio quedan la solar y la undimotriz, cuyos prototipos no suelen superar los 5 metros de altura.

Tabla 1. Tabla de dimensiones de las principales tecnologías renovables marinas. **[Fig.174]**
Datos por dispositivo según el proyecto referencia.
E (Energía nominal) kw
Ax (largo) m
Ay (ancho) m
H (Altura) m
D (Diámetro) m

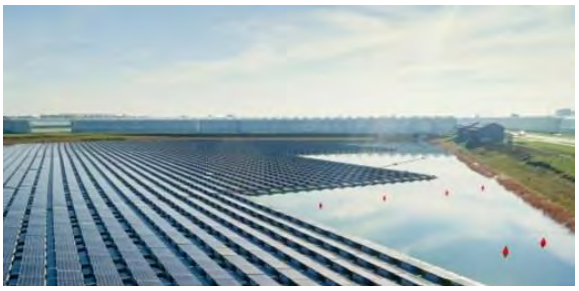
DISPOSITIVO	PROYECTO	E	Ax	Ay	H	D
Eólico	Merkur	6600	37	37	170	
Solar	Ramagundam	2500	225	225	3	
Atenuador	Pelamis	750	3,5	180	1,75	
Columna oscilante (OWC)	Mutriku	18.5	4,5	3,1	16,7	
Oscilador	Eco wave power	12	4,5	3,6	4,5	
Rebose	Wavedragon	7000	90	90	6	
Absorción	Corpower	300	- *	-*	2	9
Corrientes	Meygen	1500	-*	-*	22	18
Mareas	Rance	10000	-*	-*	22.5	5.35

* Dimensiones proporcionadas por el diámetro del dispositivo

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



a | Planta eólica de Merkur. Isla Borkum. Alemania



b | Planta fotovoltaica de Ramagundam. India



c | Atenuadores Pelamis. Aguçadoura. Portugal



d | Planta OWC undimotriz de Mutriku. País Vasco. España



e | Oscilador EcoWave Power. Gibraltar



f | Dispositivo undimotriz por rebose Wavedragon. Escocia



g | Boyas por absorción Corpower



h | Turbinas de corrientes Meygen. Escocia



i | Planta mareomotriz Rance Tidal. Francia

Fig.174. Proyectos de referencia de tecnologías marinas principales.

UNIVERSIDAD DE MALAGA

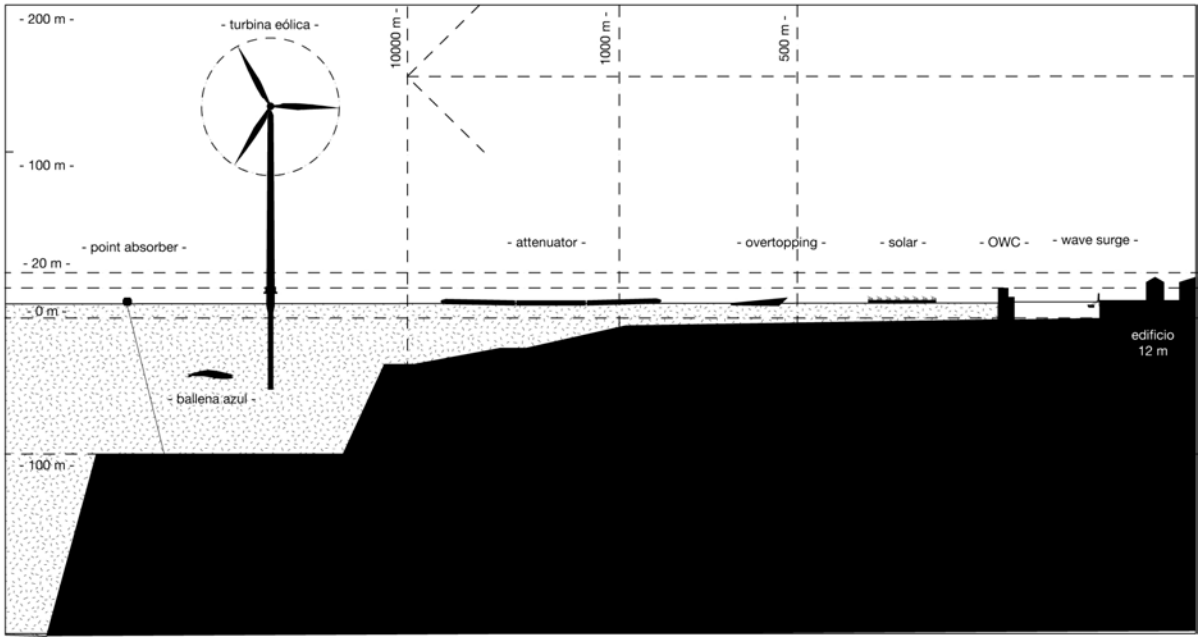


Fig.175. Representación gráfica de las dimensiones de la tabla anterior. Elaboración propia.

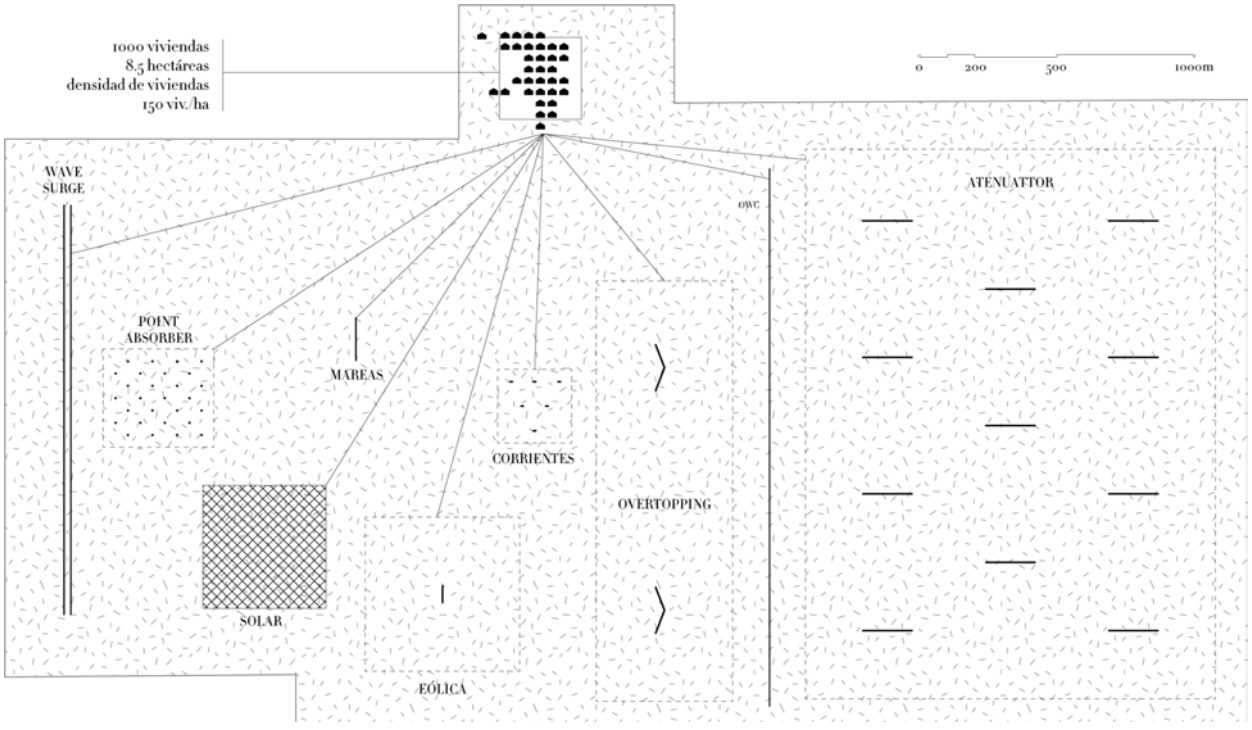


Fig.176. Densidad energética de las tecnologías marinas. En este caso los mismos proyectos se han comparado gráficamente según su densidad energética. Se puede ver el área necesaria para producir la energía suficiente para atender 1000 viviendas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Tanto la tabla como los gráficos siguientes **[Fig.175 y 176]** muestran las diferencias de escala (altura y ocupación) y de producción energética de las diferentes tecnologías en base a proyectos de referencia. La sección muestra las diferentes proporciones en relación a embarcaciones, especies animales o a edificación costera.

Controlar los impactos visual y espacial permite definir el tipo de intervención sobre el paisaje en el que se van a implementar. En general, todos los proyectos de renovables tienen un gran impacto, la fotovoltaica y las marinas especialmente en la huella espacial y la eólica en el impacto visual que producen. Su importancia dependerá de cómo interfiera en el entorno, de la distancia a la costa, de la posición del observador, de la vulnerabilidad del entorno físico y del tipo de actividades del entorno, por lo que es necesario estudiar cada caso de forma independiente.

Impacto ambiental

Evidentemente el impacto espacial puede leerse desde las consecuencias que tiene en las actividades humanas y de las que se desprenden importantes impactos sociales, pero sus efectos son en primer lugar ambientales. La conciliación de los inmensos parques energéticos y los ecosistemas en los que se implantan son el principal motivo de bloqueo de muchos proyectos e influye enormemente en la percepción que la sociedad tiene de las infraestructuras [124].

Las interferencias más importantes que los dispositivos marinos producen en los ecosistemas tienen tres componentes espaciales: la submarina, la superficial y la aérea. Por la naturaleza del medio marino, las principales consecuencias se dan bajo el mar porque se da una evidente mayor interacción con el medio natural. Así, los ruidos de las turbinas, las cimentaciones y otros tipos de anclajes al lecho marino o el paso de cables marinos, condicionan las conductas de la fauna marina alterando sus migraciones o sus hábitos reproductivos. Asimismo, imposibilitan el asentamiento en estas áreas

[124] *Bonar PAJ, Bryden IG, Borthwick AGL (2015) Social and ecological impacts of marine energy development. Renew Sustain Energy Rev 47:486–495.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

de las especies vegetales más sensibles como las praderas de algas, mermando la biodiversidad. En menor medida, la contaminación química procedente de los materiales de los artefactos utilizados puede alterar la composición marina en las zonas de implantación y las actividades de mantenimiento pueden producir vertidos tanto en el recorrido como en las largas estancias de servicio. Es en este ámbito donde también se producen los mayores impactos durante el periodo de construcción de los parques especialmente de tipo acústico. En cuanto al medio aéreo, por las experiencias en tierra, sabemos los peligros que para las aves tienen las turbinas eólicas y en relación a la superficie del océano la principal afectación puede darse de la alteración de los flujos marinos, mareas y oleaje, frenándolos o desviándolos y condicionando los hábitats cercanos [69].

El impacto no sólo tiene lugar durante el periodo de servicio del parque energético sino durante todo su ciclo de vida. Las turbinas eólicas, por ejemplo, tienen grandes costes energéticos en su fase de producción — hormigón para la cimentación, acero para la torre, sus palas de resina epoxi, madera de balsa y fibra de carbono y la góndola cerámica, además de requerir también de metales raros — materiales que, además, se importan desde lugares dispersos por todo el mundo [125].

Organizaciones ecologistas demandan la conciliación de los proyectos con los ecosistemas que los acogen. Los exhaustivos controles medioambiales previenen generalmente de la imposición de los parques en áreas especialmente sensibles mediante estudios previos , declaraciones de impacto ambiental y propuestas de mitigación [126], pero los efectos en zonas menos vulnerables deben ser monitorizados para proyectos que son relativamente jóvenes.

Diseño y energía marina

A días de hoy, los proyectos de la energía marina, exceptuando la eólica marina, se reducen a unos cuantos prototipos.

[69] *SENER (2021) Documento inicial de proyecto. Proyecto "Parque eólico Mar de Ágata"*

[125] *Smil V (2024) 2050. Por qué un mundo sin emisiones es casi imposible. Arpa editores*

[126] *Demográfico M para la TE y el R (2021) Hoja de Ruta para el desarrollo de la Eólica Marina y de las Energías del Mar en España. Madrid*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.177. Muestra del catálogo de proyectos de la energía marina. Elaboración propia

Sin embargo, las tentativas desde la teoría se han prodigado mucho más tanto en número como en riesgo asumido. La mayoría de ellas tienen su origen en la literatura académica de la ingeniería o del sector energético, pero también las disciplinas del diseño se han interesado en ellas. De hecho, hoy en día, la energía es un elemento habitualmente incluido en los proyectos de paisaje y urbanismo centrados en el litoral, aunque con un rol todavía secundario[75]. A lo largo del trabajo, se han recogido los más característicos, aquellos que se han considerado relevantes espacialmente y que han sido catalogados para poder compararlos y extraer así conclusiones del estado de la cuestión **[Fig.177]**. En el congreso INCREaSE 2019 se mostraron los resultados de la muestra recogida hasta ese momento en la comunicación *Landscapes of Marine Energy: An Overview* [127]**.** En el trabajo se extraían los parámetros cuantitativos y cualitativos fundamentales de estas arquitecturas marinas[76]. Proyectos muy distintos podían ser ordenados según estas variables y así entender fácilmente su impacto espacial y los sistemas técnicos más comunes para su implementación en el entorno.

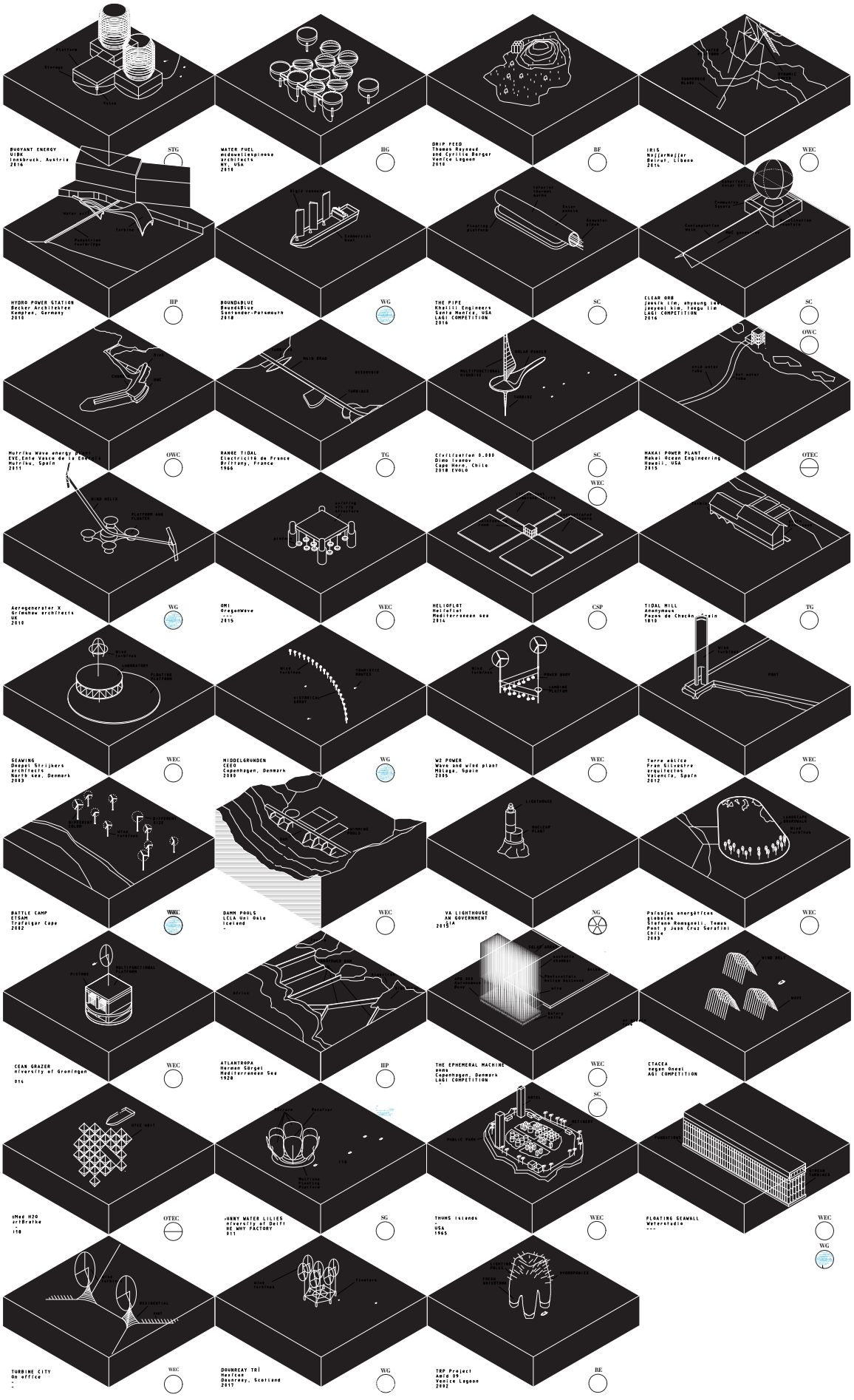
Desde el análisis de este catálogo, se desprenden también las diferentes operaciones que desde el diseño se han ido utilizando para integrar los dispositivos de la energía en su entorno marino y litoral. Aquí se pueden encontrar ejemplos de todas las estrategias expuestas en el apartado anterior dedicado a la percepción del paisaje: *mitigación*, *ocultamiento*, *disrupción*, *referenciación*, *hibridación* y *camuflaje*. Por otra parte, se aprecia entre estos proyectos que las transformaciones de mayor interés y complejidad se dan en la aplicación de la multifuncionalidad, logrando una relación más integrada con el contexto que no sólo atiende a lo visual o a la huella espacial de la infraestructura sino también al valor de la experiencia del espacio.

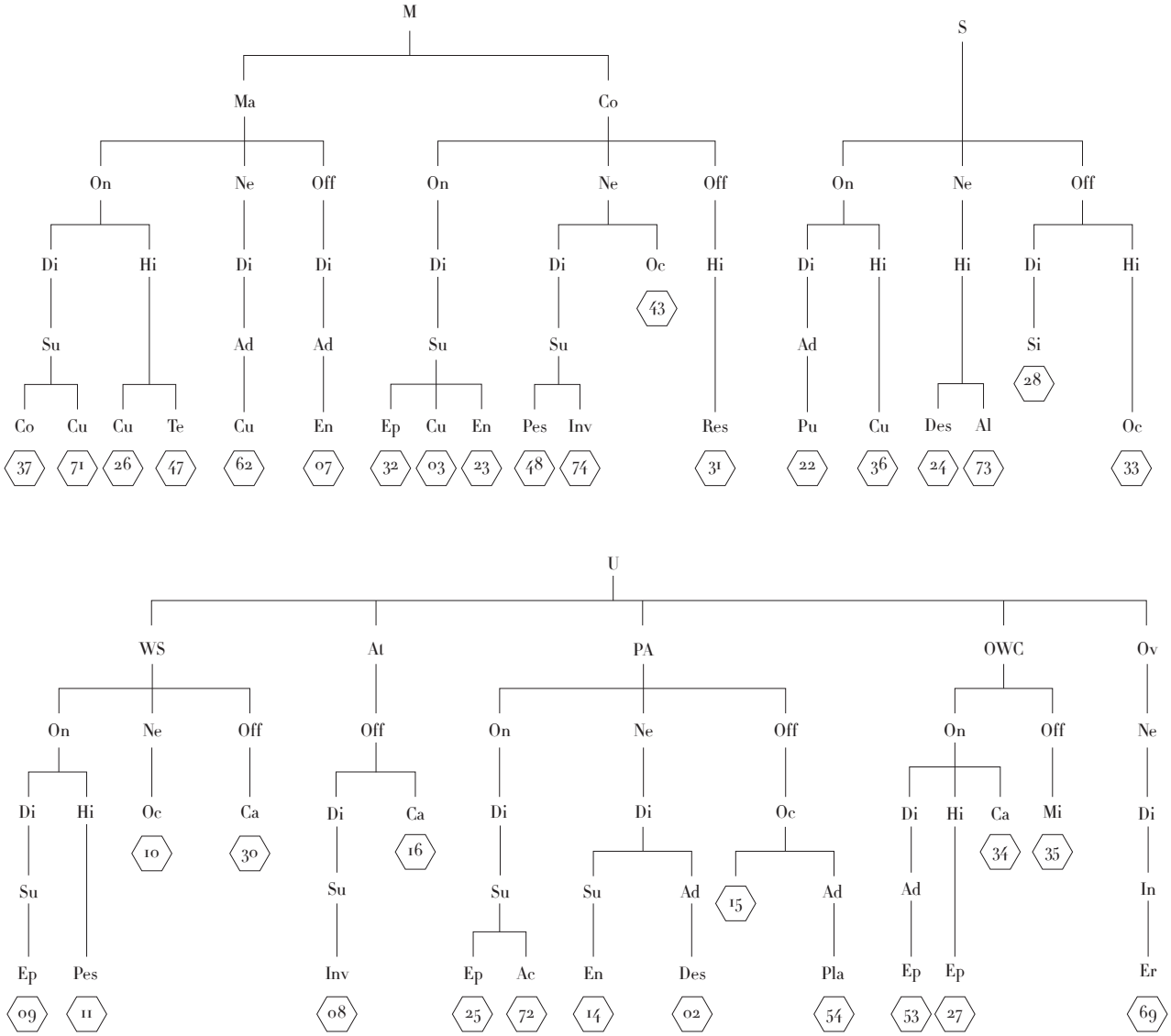
75 Concursos de arquitectura como el convocado en 2017 por la revista 2G para intervenir en el parque de la laguna de Venecia incluyeron propuestas en los que los que la energía marina era un elemento más de los diseños. En este caso el proyecto ganador, Drip Feed, planteó una trama paisajística de producción de biocombustibles que cualificaba el entorno de la laguna y alojaba actividades públicas.

76 Los parámetros incluidos en estudio definían los impactos espaciales de las instalaciones y se clasificaban en formales y numéricos. Los primeros permitían entender su construcción y su relación con el mar y eran anatomía, sistema de fijación y sistema dinámico. Los segundos - energía producida, distancia a la costa, profundidad, área del dispositivo y altura- abarcaban las variables necesarias para entender los impactos visuales y espaciales de los dispositivos.

[127] *Cueto-Mondejar D, Castellano-Pulido FJ, García-Píriz T (2020) Landscapes of Marine Energy: An Overview. In: INCREaSE 2019. Springer International Publishing, pp 421–437*

UNIVERSIDAD DE MALAGA





GENEALOGÍA ENERGÉTICA MARINA

índice espacial para un catálogo de infraestructuras energéticas marinas

RECURSOS

M - mareomotriz /// S - solar /// E - eólica /// U - undimotriz

31 Número de proyecto

TECNOLOGÍAS

Mareomotriz
- Ma - mareas
- Co - corrientes

Undimotriz
- WS - wave surge /// At - attenuator
- PA - point absorber /// Ov- overtopping
- OWC - oscillating water column

LOCALIZACIONES

- On - onshore
- Ne - nearshore
- Off - offshore

FORMAS DE INTERVENCIÓN

- Mi - mitigación
- Oc - ocultamiento
  - Ad - adición a estructuras existentes - ej. plataformas
- Re - referenciación
- Di - disrupción
  - Si - singularidad /// Su-superposición
  - Ad - adición /// In - interpolación
- Ca - camuflaje
- Hi - hibridación

FUNCIONES

Ep - espacio público /// Er - freno de la erosión /// En - energía - Pesca /// Inv - investigación /// Des - desalinización /// Oc - ocio /// Cu - cultural /// Res - residencial /// Cu - cultura /// Ac - acuicultura /// Pu - puerto /// Te - Terciario /// Co - comunicación

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.178. Genealogía energética marina. Elaboración propia.



Fig.179 Proyecto W2Power de 2019 que combina energía undimotriz y eólica. Enerocean



Fig.180. Proyecto Ydriada de 2003 que combina energía eólica y la desalinización.

Para complementar el catálogo de energías marinas elaborado en las primeras fases del estudio que abarca la tesis, se ha añadido un índice llamado *Genealogía energética marina* **[Fig.178]**. Permite la lectura de los dispositivos según las estrategias de diseño que los han determinado dentro de las tendencias de integración de la infraestructura energética marina señaladas anteriormente — *mitigación, ocultamiento, referenciación, disrupción, camuflaje e hibridación*. Escogiendo aquellos proyectos que muestran estrategias de diseño más relevantes, se dibuja un camino que desde el recurso a extraer nos conduce por la tecnología de captación, la localización del proyecto en relación a la costa —*onshore, nearshore, offshore*—, la estrategia de diseño aplicada y la función añadida a la energética en los proyectos multifuncionales **[Fig.179 y Fig.180]**. Finalmente, se indica el proyecto del catálogo que representa cada línea.

En esta representación se pueden observar conclusiones de esta revisión gráfica. Una de ellas es el tipo de transformación a la que el diseño somete al dispositivo en relación a su localización. A medida que nos alejamos de la costa, los proyectos sufren adaptaciones que tienen que ver con la reducción de escala o con el desplazamiento del parque a áreas menos visibles. De hecho, en muchos casos se puede interpretar que se desplazan *offshore* o bajo el agua para ofrecer soluciones de bajo impacto a tecnologías renovables invasivas visualmente. Por el contrario, en el litoral, los dispositivos son modificados de forma notable en relación normalmente a las funciones que se le aplican dado que su proximidad ofrece accesibilidad a más usuarios. Se puede deducir también que los procesos de diseño se han preocupado más de las energías más desarrolladas y conocidas como la eólica y la solar que de la undimotriz. Sorprende el número de proyectos de interés dentro de la energía mareomotriz. Se entiende que pueda ser así en cuanto que la tecnología de captación se basa en una turbina parecida a la eólica, por lo que su funcionamiento es muy

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.181. Ejemplo de la definición de cada propuesta energética catalogada según el índice aportado. Elaboración propia.

intuitivo y su aplicación muy adaptable a diferentes localizaciones. Es relevante comentar la variedad de usos que desde el diseño se implementan sobre la infraestructura, con un número importante de proyectos de espacio público, equipamientos culturales y de ocio. Aunque también se incluyen los más frecuentes en la literatura como la acuicultura, la pesca o la energía, los diseñadores proyectan escenarios en los que las infraestructuras promueven diferentes relaciones socioculturales con el mar.

Gracias al índice, es posible encontrar un proyecto determinado en relación a sus estrategias de diseño, al tipo de energía que producen o a su ubicación. Cada proyecto del catálogo incluye una referencia a este índice, lo que permite ver su "genealogía" y realizar el camino inverso **[Fig.181]**. Es decir, es posible encuadrarlo dentro de una familia concreta y compararlo con sus pares o con otras infraestructuras que, bajo formalizaciones diferentes, tienen una genética similar.

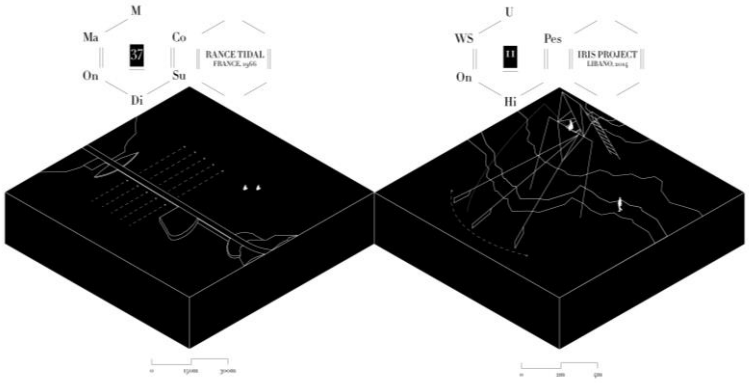


Fig.181

En la comunicación *Nuevas geografías del turismo costero: los paisajes de la energía marina* realizada para el congreso *Touriscape II* [128] se exploraba la capacidad de transformación de las infraestructuras en su relación con el turismo litoral para entender cómo esta podía adecuarse a entornos de gran sensibilidad y cómo al mismo tiempo un nuevo turismo podía alimentarse de nuevos focos de interés relacionados con

[128] *Cueto-Mondejar, Daniel; Castellano-Pulido FJ, García-Píriz T (2020) Nuevas geografías del turismo costero: los paisajes de la energía marina. In: Touriscape: II Transversal Tourism and Landscape. International Scientific. pp 427–443*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.182. Imagen de dos casos de estudio publicados en la comunicación *Nuevas geografías del turismo costero: los paisajes de la energía marina.*

la innovación y la conciencia medioambiental. Cinco proyectos fueron analizados para entender la importancia de la multifuncionalidad y cómo el diseño es capaz de generar intervenciones no sólo dedicadas a la generación de energía. Estas propuestas también aportan nuevos usos y valoran el contexto cultural y natural existente, al tiempo que ayudan a conformar nuevas identidades **[Fig.182]**.

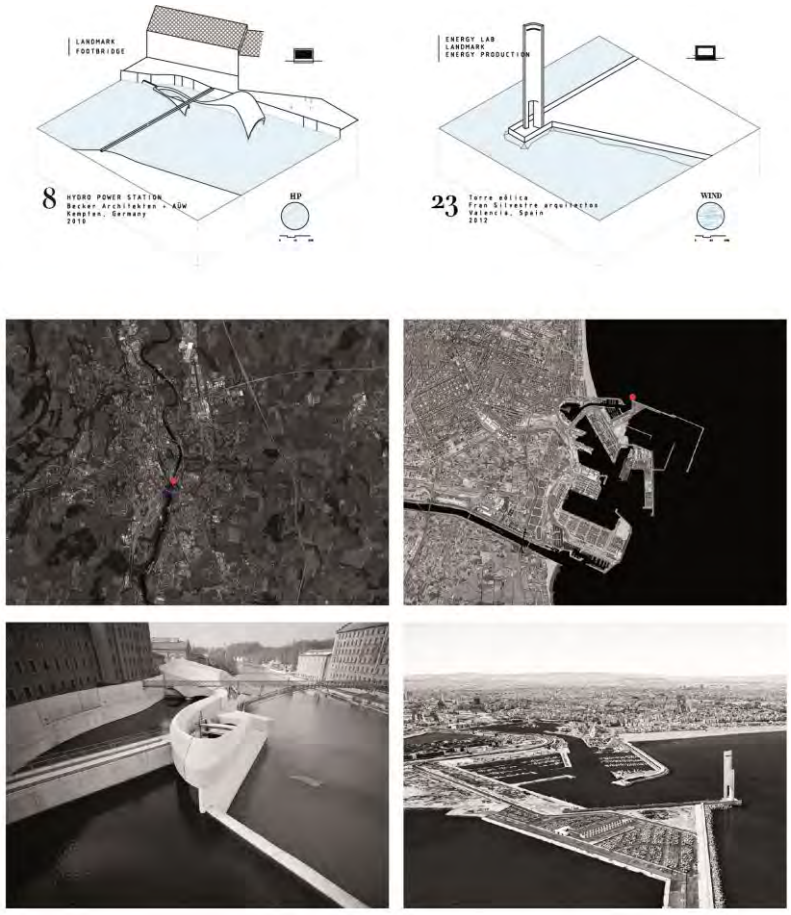


Fig.182

La multifuncionalidad se había tratado en la literatura especializada sobre todo en relación con la mejora de la rentabilidad de las inversiones o con la generación de beneficios ecológicos en el entorno de las infraestructuras. Siendo estos importantes, los proyectos catalogados y examinados muestran que hay diferentes vertientes para la implantación de nuevas funciones **[Fig.183]**. En las distintas fases

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.183. Adaptación y naturalización de plataforma petrolífera que permitió no sólo mejorar su integración en un entorno costero sino mejorar la habitabilidad de la propia infraestructura. Islas THUMS. California. 1965

del ciclo de vida de las instalaciones, por ejemplo, —construcción, explotación y desmantelamiento — existen actividades sobre el área del parque, distintas a las relacionadas directamente con la producción energética. Técnicos e investigadores pasan semanas enteras atendiendo a sus respectivas tareas en estas zonas industriales. En un segundo término, se llevan a cabo actividades en las áreas designadas para la producción energética o en sus cercanías, como la pesca o la acuicultura, que pueden convivir con la infraestructura. Por último, la accesibilidad de los parques puede ser un reclamo de interés cultural que atraiga otro tipo de actividades relacionadas con la energía, el mar y la conciencia ambiental. Repensar desde un punto espacial la compatibilidad de usos puede enriquecer el diseño de los parques energéticos del futuro.



Fig.183

//////

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.184. Turbinas en la costa de Cádiz

Experiencias en España

Las energías marinas, excluyendo la eólica, en España se limitan todavía exclusivamente al campo de la experimentación. Ningún país del mundo, de hecho, ha realizado una apuesta definitiva por ellas y no se hará hasta que fructifique una tecnología y pueda ser comercializable a precios y rendimientos razonables de acuerdo con las demandas actuales. Como se ha mencionado ya en este trabajo, la energía undimotriz y la mareomotriz se encuentran todavía en fases de desarrollo prematuras, aunque se han llevado a cabo algunas implantaciones experimentales a escala real. A esto hay que sumar que la eólica marina en España, especialmente en la costa mediterránea, pero también en la atlántica, presenta el inconveniente de la profundidad de las costas, que dificulta construir los sistemas de fijación por monopilotes más habituales para las turbinas eólicas. Una vez que se consigan comercializar sistemas flotantes, se extenderá su implantación en consonancia con el potencial energético nacional[77].



Mientras tanto, sí que han aflorado algunos proyectos terrestres en el litoral español. El puerto de Bilbao alberga 10 MW dispuestos sobre un dique en la desembocadura de la ría. En la costa gallega, el parque eólico de Corme cuenta con 18MW desde 2020. Pero es en Cádiz donde podemos encontrar — entre Zahara de los Atunes, La Zarzuela y El Almarchal — el conjunto eólico litoral de mayor

77 En el litoral portugués, a 18 km de Viana do Castelo, ya se está ensayando desde 2020 un parque prototipo de eólica flotante de tres turbinas y 25MW instalados mientras que en marzo de 2023 se implementó en aguas canarias la primera turbina flotante del ámbito nacional.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.185. Boya undimotriz en Santoña. 2008. Iberdrola

Fig.186. Vista del PLOCAN (Plataforma Oceánica de Canarias)

impacto tanto para las poblaciones locales como para las actividades litorales **[Fig.184]**. Aquí se unen varios parques en un espacio relativamente pequeño que constituyen un auténtico urbanismo eólico litoral de gran singularidad sin una estrategia paisajística clara detrás de su implantación[78].



Fig.186

Respecto a la energía undimotriz, varios proyectos se han planteado en las aguas nacionales de la península ibérica. El más importante es la planta energética de Mutriku [129]**,** pionera en la producción de energía undimotriz comercializada. También podemos encontrar otros dispositivos experimentales como la boya OPT a 4km de la costa de Santoña (2008) **[Fig.185]** a la que se añadía un equipo de medición en la costa de 3 torres o la instalación EcoWavePower (2016) en Gibraltar, de 100kW de potencia instalada. Tienen gran importancia las dos plataformas de investigación implantadas en España, PLOCAN **[Fig.186]** en las Islas Canarias y BIMEP **[Fig. 187]** en el Golfo de Vizcaya. Ambas aportan un área de ensayos en la que las empresas de todo el mundo prueban sus sistemas. Están creando así un tejido industrial y empresarial que puede ser la base que impulse

78 Son conjuntos de poca producción cuyos nombres van asociados a los paisajes y comunidades locales: La Risa (12MW), La Torre I (16MW), Tahivilla (30MW), Aviadores (6MW), La Herrería (45MW), Puerto Facinas (12MW), La Manga (12MW), El Gallego (24MW) y El Hinojal I (12MW)-

[129] *Heras-Saizarbitoria I, Zamanillo I, Laskurain I (2013) Social acceptance of ocean wave energy: A case study of an OWC shoreline plant. Renew Sustain Energy Rev 27:515–524.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.187. Planimetría de la plataforma de investigación biMEP.

al sector a medida que las tecnologías vayan madurando. En aguas portuguesas también se está realizando un esfuerzo por invertir en este tipo de infraestructura. Uno de los proyectos más relevantes en este país y en la corta historia de estas energías a nivel global es el parque experimental Okéanos, emplazado en las aguas frente a la ciudad de Póvoa de Varzim. La instalación fue inaugurada en 2009 y se componía de tres dispositivos de tipo *Pelamis*, clasificados como atenuadores y cuya producción ascendía a los 750 kW[79] .

79 Ese mismo año se canceló el ensayo y una segunda generación de artefactos se colocó en el área de ensayos escocesa de las islas Orcadas donde se encuentra el Centro Europeo de Energías Marinas (EMEC).

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

III METODOLOGÍA

III.I Metodología general

Para dar respuesta a los objetivos de esta Tesis Doctoral, se elabora una metodología general para el proyecto de la infraestructura energética marina en tres fases, correspondientes a las tres publicaciones aportadas.

Para el primer objetivo, analizar el planeamiento territorial en el ámbito marino, en la primera publicación se acomete una revisión del estado de la cuestión, tanto de las aproximaciones sectoriales del mundo de la energía como de la mirada actual del paisajismo hacia este tipo de infraestructura.

En relación al segundo objetivo, que busca estrategias de integración para las infraestructuras objeto de estudio, en la siguiente publicación se realiza un análisis de casos de estudio que resultan relevantes debido a sus relaciones espaciales con el territorio.

El último texto aportado, un capítulo de libro, pone en práctica lo aprendido en tres proyectos energéticos en entornos específicos de la costa mediterránea española. Aunque al tercer objetivo, se trata de dar respuesta en el conjunto del compendio, es en este artículo en el que el rol del arquitecto y el paisajista se estudian con mayor profundidad.

La sección final de esta tesis plasma los resultados generales que se extraen de las publicaciones y de ellos se obtienen respectivamente un *Atlas*, una *Metodología general* y un *Marco espacial marino*. El primero es una cartografía de la costa mediterránea española que representa el mar sociocultural y energético en relación a las categorías obtenidas en el primer texto publicado. La *Metodología general* universaliza los principios estratégicos de diseño de los paisajes energéticos del segundo artículo. El *Marco espacial*, del mismo modo que el anterior resultado, sistematiza las propuestas que se ofrecen en la

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

tercera publicación y genera una herramienta que permite replicar el método.

De este modo, como se explica en la introducción, los temas del marco teórico conducen a unos objetivos generales a los que se da respuesta mediante las publicaciones aportadas y que tienen en las conclusiones sus resultados generalizables.

Más allá de de los objetivos expuestos en cada parte de la investigación, reflejados en cada artículo, existe en este trabajo la búsqueda de una meta fundamental: afrontar dos problemas clave a los que se enfrenta la integración de las energías renovables en el mar como son la incertidumbre y la complejidad. El primero debe ser abordado necesariamente en cuanto que hablamos de escenarios futuros que se mueven en el terreno de la especulación. No sabemos cómo se van a desarrollar las tecnologías con las que trabajamos, no hay todavía muchos precedentes de proyectos en el mar y tampoco sabemos cómo el cambio climático puede afectar en el futuro a los entornos en los que se implementen los proyectos. Abordar la complejidad, por otra parte, es relevante tanto en el futuro proyectado como en el presente. La cantidad de variables que intervienen en el territorio es grande y por tanto, es necesario gestionar la información disponible para intervenir en los paisajes de forma acertada. La literatura nos muestra dos caminos que pueden ser de ayuda para encauzar los proyectos de la energía marina en este panorama de incertidumbre y complejidad: la investigación a través del diseño y las cartografías narrativas.

Investigación a través del diseño

La mayoría de la planificación prospectiva del sector de la energía incluye exclusivamente aspectos técnicos, financieros e institucionales y se encuentran alejados del debate público[80] [130]. Se dirigen, por tanto, a la toma de decisión política y a otros agentes

80 Es el caso, por ejemplo, del Plan Nacional Integrado de energía y clima (PNIEC).

[130] *Ministerio de Transición ecológica y Desafío Demográfico (2020) Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

involucrados en el futuro del mismo sector energético y de sus financiadores. Existe también otro tipo de estudios e informes como los que elaboran las ONGs que, dedicados a inspirar acciones políticas, prestan atención a un enfoque social para aportar soluciones holísticas a la transición energética, teniendo en cuenta también las consecuencias ambientales de todos los procesos implicados [113]. Todas esas posiciones son complementarias y aportan una base cualitativa de valor, pero carecen de una aproximación tangible al territorio y a las intersecciones espaciales de la infraestructura energética con su contexto geográfico y social[81] [131]. La cuestión de la producción de la energía en el mar es un tema de esta índole, pues forma parte de las soluciones a gran escala que tratan de mitigar la amenaza común del cambio climático. Su discusión se encuentra, en cambio, en foros muy reducidos, lejos de las comunidades afectadas, tanto por los problemas como por las soluciones, y que no se sienten apeladas por un problema de magnitud planetaria hasta que no forman parte de su experiencia cotidiana. Este estudio trata de vincular el conocimiento experiencial y el científico para integrar la parte cuantitativa de los anteriores enfoques dentro de una mirada cualitativa del espacio y el paisaje. Así, como propone la *Investigación a través del diseño* (*Research through Design)*, representación gráfica y cuantificación se combinan dando un mayor énfasis a la visibilización espacial de dicha transición energética y sus posibles escenarios, tomando así los segundos como base para el trabajo de diseño. En el caso de este trabajo los criterios técnicos son recogidos en las revisiones de las regulaciones vigentes y del estado actual de las tecnologías, así como de su evolución prevista a medio plazo. De aquí se derivan criterios técnicos de planeamiento y de diseño de infraestructura esenciales.

81 Latour habla de political arts como método experimental para conectar ecología política y experiencia estética y se pregunta qué tipo de técnicas de representación podrían ayudar a convertirlas en parte del debate público

[113] *Dante, Bobson B, Qazzaz H, et al (2022) Hacia una transición energética justa, citado en pág. 109*

[131] *Latour B (2018) An Inquiry into Modes of Existence. An Anthropology of the Modernse*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.188. Mapa extraído de A flood of space: Towards a spatial structure plan for sustainable management of the North Sea. Universidad de Gante

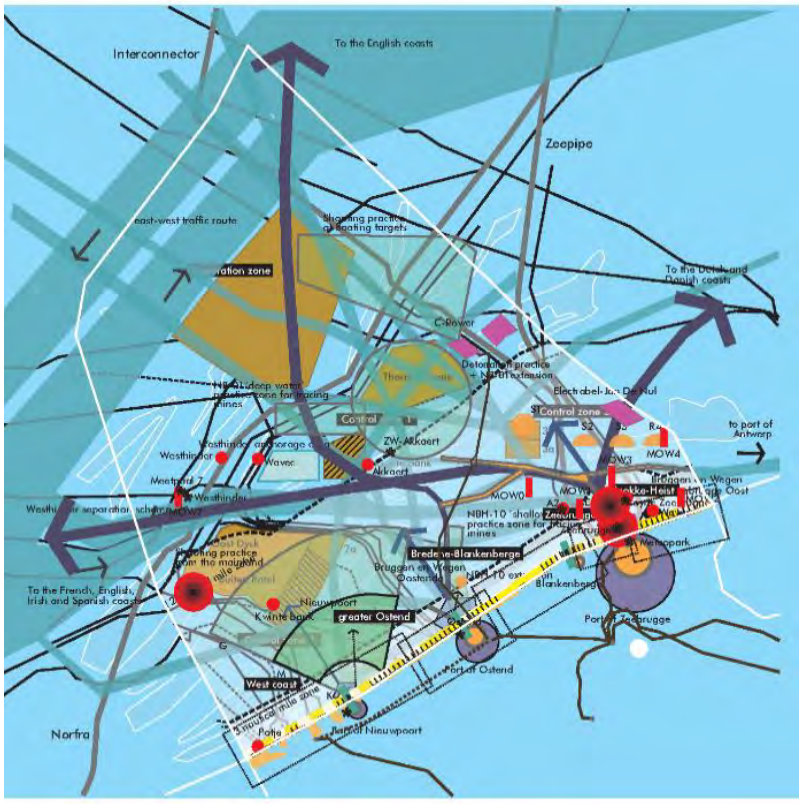


Fig.188

Las variables son interpretadas para llevar a cabo una exploración creativa del ámbito de estudio. Aportando aproximaciones similares existen propuestas de planeamiento marino que incorporan estos preceptos, especialmente habituales en el centro y el norte de Europa[82] **[Fig.188]** [132].

Con el foco específico de la disciplina energética, la mayor parte del trabajo realizado ha consistido en dar forma a una metodología que materialice la posibilidad de una transición energética marina como escenario paisajístico. Los escenarios tienen una larga tradición en la historia militar y en la estrategia empresarial, además de utilizarse con frecuencia para la toma de decisión política. Un escenario posible se podría definir como un experimento razonado más que como una predicción o un futuro deseado que se apoya en

82 A flood of space: Towards a spatial structure plan for sustainable management of the North Sea es un documento anexo al Plan de Ordenación marina del Mar del Norte belga. Se trata de un análisis espacial de la región costera belga y del estudio de potenciales actividades marinas a implementar según las oportunidades que el territorio ofrece para la sostenibilidad del mismo y el beneficio de todos los agentes involucrados. Una serie de escenarios espaciales sintetizan los resultados del estudio —*the relaxed sea, the playful sea, the mobile sea, the natural sea, the rich sea y the sailing sea*— y crean una visión espacial comprensible como espacio de discusión para la aplicación del plan.

[132] *Maes, F., Cliquet, A., Degreer, S., Derous, S., Douvere, F. et al. (2005) A Flood of Space. Brussels : Belgian science policy*

[133] *Nadai A, Krauss W, Afonso A, et al (2010) El paisaje y la transición energética: comparando el surgimiento de paisajes de energía eólica en Francia, Alemania y Portugal. Nimbus Rev Climatol Meteorol y paisaje No 25-26, 2010 155–173*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

herramientas y técnicas analíticas [133]. El cambio climático es un ámbito donde han tenido un importante desarrollo, definiendo los objetivos de producción de energía renovable o de reducción de emisión de gases a la atmósfera, tanto en un contexto nacional como supranacional. Las metodologías utilizadas normalmente evitan la especulación y la narrativa, eliminando la posibilidad de estimular la discusión fuera del ámbito disciplinar y de aproximarse a los aspectos más "humanísticos" de los temas a tratar. En el caso de la metodología elaborada por la tesis, el proceso se apoya no sólo en los procedimientos del sector energético actual, sino también en las tendencias que pueden ser previsibles y en la intuición derivada del contexto sociocultural desde el que se elaboran los proyectos para este escenario. Desde este punto de vista, se han propuesto unas hipótesis que constituyen el motor del proceso de exploración proyectual. Se ha creado así un marco teórico que desarrolla estas posturas y se han analizado unos casos de estudio que las corroboran. Posteriormente, se han evaluado las derivadas espaciales en forma de ensayos para comprenderlos mejor y anticipar caminos futuros [109].

En los proyectos de paisaje, de envergadura regional, es esencial lidiar con la incertidumbre en los procesos de diseño puesto que se puede considerar intrínseca a la escala de proyecto[83] [134]. En el caso de la energía, pueden incorporarse proyecciones de factores socioeconómicos, culturales o ambientales que son relevantes para el ámbito futuro de la energía y realizar hipótesis deseables de trabajo. Para ello se promueve la utilización de diferentes situaciones generadas por un número reducido de variables controladas, como por ejemplo pueden ser la determinación de un aumento de la demanda eléctrica en 2050 o el desarrollo de una potencia nominal de la turbina eólica de 20 MW en alta mar. En base a los valores escogidos, se construye un escenario específico que materializa sus consecuencias espaciales. El compendio de varios de estos escenarios permite la discusión y la toma de decisiones.

83 Existen varios modelos de planeamiento como el orientado al diseño (*design-oriented planning*) o el estratégico (*strategic spatial planning*) que, aunque tienen en cuenta el corto plazo mediante la revisión de las tendencias políticas actuales, no plantean cómo afrontar la multiplicidad de variantes posibles en cuanto a las dinámicas socioeconómicas o ambientales.

[109] *Sijmons D, Hugtenburg J, van Hoorn A, Feddes F (2014) Landscape and Energy. Designing Transition. nai010 publishers, citado en pág. 104*

[134] *Stremke S, Van Kann F, Koh J (2012) Integrated Visions (Part I): Methodological Framework for Long-term Regional Design. Eur Plan Stud 20:305–319.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

El trabajo habitual del paisajista se desarrolla mediante procedimientos en el que existen diferentes soluciones que dependen de problemáticas también por determinar y que tampoco son únicas[84] [135]. Se trata de una implementación táctica que opera sobre la realidad específica para, desde el seguimiento y la evaluación de los resultados, poder sacar conclusiones generalizables en forma de estrategias generales. Las operaciones concretas son multiescalares porque sus efectos tienen impactos a diferentes distancias de los puntos de intervención de forma gradual en un medio que es interdependiente. Suceden, además, en un continuo temporal, puesto que los procesos activados se desarrollan en el medio y largo plazo y vienen condicionados por las evoluciones de procesos anteriores. Por eso, las trayectorias de las interacciones son impredecibles, porque la combinatoria de los múltiples factores que intervienen produce consecuencias inesperadas [136]. El paisajismo debe ser capaz de gestionar la variabilidad de los sistemas sobre los que trabaja al tiempo que permite crear modelos espaciales que puedan ser entendidos y acotados. Para ello se deben diseñar sistemas adaptativos basados en la superposición de capas de información según las diferentes variables relevantes que resulten útiles para la generación de simulaciones de trabajo que permitan testar un abanico amplio de soluciones entendidas como predicciones deseables.

Cartografías narrativas

Los retos que las dinámicas de cambio climático están imponiendo en las sociedades manifiestan la necesidad de entender el mar de una manera holística. Su injerencia creciente en los territorios costeros en forma de eventos catastróficos, subida del nivel del mar o alteración de sus condiciones de temperatura y salinidad evidencia su interconexión ineludible con la sociedad y sus actividades. Si el medio acuático ha estado fuera de gran parte de los debates de las disciplinas espaciales, ahora parece urgente que sean incorporadas. La

84 El catálogo de medidas para la adaptación de los litorales al cambio climático que propone Miriam García en su tesis La Metamorfosis de la Costa es un ejemplo de propuesta de trabajo para el proyecto de paisaje litoral ejemplar en cuanto a su capacidad para proponer actuaciones concretas artificiales y naturales sobre un contexto costero de incertidumbre.

[135] *Rowe PG (1987) Design Thinking. MIT Press, Cambridge*

[136] *Cantrell B, Holzman J (2014) Synthetic Ecologies: protocols, simulation, and manipulation for indeterminate landscapes. In: 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture. pp 709–718*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

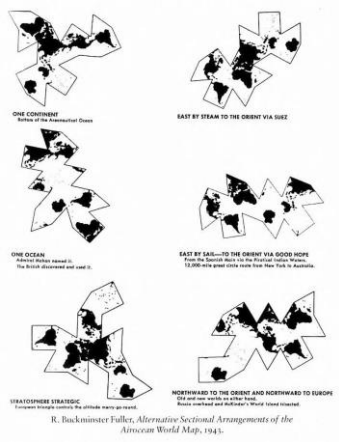


Fig.189. Disposiciones alternativas del Dymaxion. Buckminster Fuller, 1943 Agency of Mapping. James Corner

representación del mar, por tanto, debe atestiguar esta relación con lo antrópico, no sólo en la costa sino también en alta mar, desvelando su complejidad.

Teniendo en cuenta la multitud de factores que implican los distintos agentes que intervienen en las actividades marinas o que tienen relación con él, no sólo en lo económico sino también en lo cultural, parece claro que existen muchas formas de contar y de representar el mar. Si el territorio marino es espacio de lo colectivo, este debe ser construido como una colección de todas esas miradas, no como imagen de un discurso único. Se trata así de inducir el desarrollo de un proceso democratizador que sitúa la generación de conocimiento en lo público y los mapas son instrumentos que pueden expresarlo gráficamente **[Fig.189]**.

La selección de los factores es la que define el relato y, por tanto, es este el que queda reflejado en los mapas. La capacidad narrativa de las cartas náuticas ha sido una evidencia a lo largo de la historia de esta representación. Se deben a su tiempo y plasman gráficamente un conocimiento actualizado y sesgado por una determinada sociedad y su forma de ver el mar. Esta mirada dibujada genera un lugar en sí mismo que condiciona culturalmente la mirada del que lo consulta.

Los primeros mapas eran puramente simbólicos y exponían una concepción del mundo. Las carencias en el conocimiento geográfico conducían a la especulación y a la invención de amplias áreas representadas. El portulano de Cresques, por ejemplo, construye una imagen concreta del mundo conocido en el siglo XIV. Además de mostrar el conocimiento náutico de su tiempo, añade la localización de recursos naturales de interés para la corona aragonesa, elementos urbanos característicos de determinadas ciudades e incluye referencias religiosas [137]. El desarrollo científico dejó a un lado el carácter narrativo de la cartografía en su forma más explícita. Aparecieron nuevos mapas que a pesar de su rigor, implicaban la síntesis de la

[137] *Cartography, Maritime Expansion, and "Imperial Reality": The Catalan Atlas of 1375 and the Aragonese-Catalan Thalassocracy in the Fourteenth Century | Ballandalus.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.190. Cartografía del Imperio Británico. 1886



Fig.191. Cartografía propagandística sobre el dominio de los mares británico. Freiheit der Meere (Libertad de los mares). 1918

información disponible y una toma de decisiones que evidenciaba un sesgo inevitable. Casos evidentes pueden ser, por ejemplo, las cartografías imperialistas británicas producidas en el siglo XIX **[Fig.190]** o las promovidas por EEUU y Rusia durante la Guerra Fría **[Fig.191]**.



Fig.190

Desde hace algunas décadas la literatura académica se ha dedicado a ahondar en la capacidad narrativa de las cartografías. Por un lado, los mapas se han usado para representar historias existentes, desde lugares ficticios o reales aparecidos en las novelas, a la tradición oral de determinados pueblos indígenas, pasando por las recientes cartografías emocionales, como las del artista Christian Nold, que registran espacialmente diferentes subjetividades no visibles [138]. Guattari y Deleuze distinguen, en este sentido, entre "mapa" o "trazado" (*map or tracing*) para establecer la diferencia entre el retrato de lo que existe como calco de la realidad y la representación de lo que no existe, no es perceptible o está latente.

Por otro lado, el mapa aparece como una herramienta con capacidad de agencia que puede plasmar narrativas por sí sola. Desde

[138] *Caquard S, Cartwright W (2014) Narrative Cartography: From Mapping Stories to the Narrative of Maps and Mapping. Cartogr J 51:101–106.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.192. Paisaje eólico en *Taking Measures Across the American Landscape*. 1994 James Corner y Alex McLean

los años 80, en los campos del urbanismo y la arquitectura, gracias a nombres como James Corner **[Fig.192]**, aparecen corrientes críticas con las expresiones cartográficas del pasado como una extensión más del poder establecido. En las disciplinas del diseño el mapa es una herramienta importante en todas las fases del proyecto, siendo soporte tanto de los análisis iniciales como de las propuestas de proyecto. Los "nuevos" mapas que surgen entonces pretenden desestabilizar el orden imperante mostrando diferentes miradas y formas de imaginar el futuro. Replantean, así, la homogeneidad de los mapas convencionales que recurren a simbologías y escalas universales y a priorizar los elementos estables del territorio para crear una imagen de objetividad.

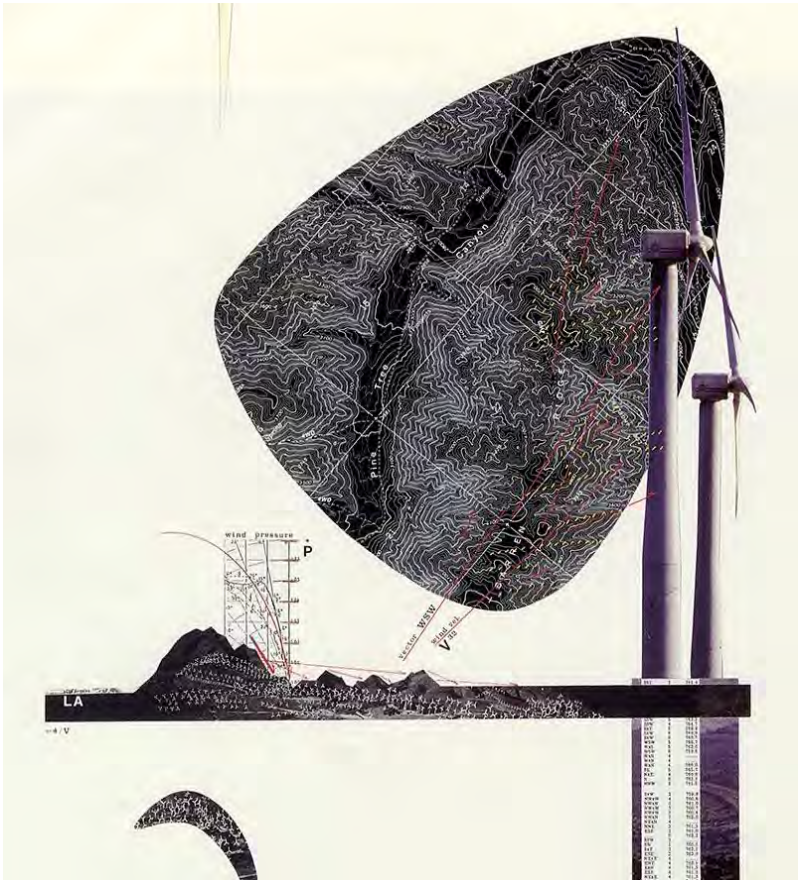


Fig.192

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Según Cattor y Perkins algunas de las características fundamentales de lo que ellos llaman *re-cartografías,* que pueden también describir el concepto que se aplica en esta tesis de *cartografías narrativas*, serían las siguientes: la formación de un mapa como compendio gráfico, su capacidad de relacionar diferentes capas, escalas y tiempos; su carácter propositivo; el desarrollo de un estilo propio en relación a su contenido; la subversión de los estándares establecidos y la participación de las disciplinas del diseño. A día de hoy, estudios como Forensic Architecture, Territorial Agency o 300.000km/s llevan estas estrategias al límite y, gracias a la capacidad actual de acceso y procesamiento de grandes cantidades de datos, generan cartografías que narran nuevas realidades que acontecen soterradas fuera del alcance de la ciudadanía de una forma totalmente innovadora y crítica. Al mismo tiempo, el proceso de mapeado cada vez tiene más importancia en la construcción de la información que ha dejado de ser sólo una herramienta formal de representación. Así, los procesos de *co-diseño* y participación se abren paso en su configuración de nuevas perspectivas. El propio consumo del mapa a través de sus medios de difusión y las narrativas diferentes que ofrece de esta manera también cobra gran importancia. Estas características definen lo que ha dado en llamarse *cartografía post-representacional* [139].

El proyecto *Missisipi Floods* **[Fig.193]** de Anuradha Mathur y Dilip da Cunha tiene como objeto analizar cómo las representaciones del río Missisippi han determinado la visión cultural del mismo. A través de una visión ingenieril de su cuenca, a lo largo de su historia de domesticación, se ha impuesto una idea de entidad de paisaje predecible y controlada. Frente a ello, estas cartografías narrativas, plasman toda una serie de visualizaciones de las fuerzas hidrológicas que continuamente interactúan con su entorno incidiendo en su carácter inestable e informal, a las que se superponen miradas de la memoria del lugar y la *cartografía narrativa* como herramienta

[139] *Cattoor B, Perkins C (2014) Re-cartographies of Landscape: New Narratives in Architectural Atlases. Cartogr J 51:166–178.*

[140] *Horwitz, J., Bressi TW (2002) Mississippi Floods - Designing a Shifting Landscape. Places 15:38–41*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.193. Extracto de la documentación para la exposición Missisipi Floods. Anuradha Mathur y Dilip da Cunha, 2001.

contemporánea para el diseño las diferentes negociaciones que han tenido lugar entre la comunidad local y la naturaleza del río. [140].

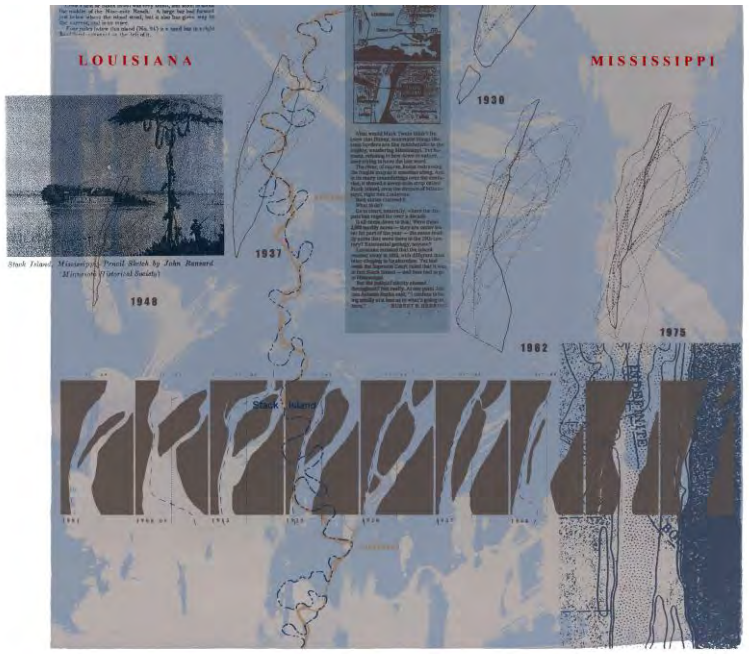


Fig.193

Esta idea de cartografía narrativa y procesual es utilizada también por las profesoras Nancy Couling y Medine Altiok como herramienta para aplicar una mirada sociocultural sobre el mar [141, 142] **[Fig.194].** La cartografía narrativa se muestra en este caso como una forma de sugerir potenciales, de enriquecer la experiencia y de generar alternativas críticas. En el libro titulado *Mittelmeerland*, Altiok, formula una nueva lectura del Mediterráneo **[Fig.194]**. La autora propone el mar como centralidad, elemento común para las poblaciones que lo rodean [85]. Se invierte de forma no sólo teórica sino también gráfica, la perspectiva terrestre que el planeamiento evidencia habitualmente. La información ausente y presente establece así un diálogo premeditado que dibuja unas intenciones de carácter propositivo. Diferentes escenarios son representados entonces en localizaciones portuarias donde se explicitan problemáticas comunes

85 Cada lectura se plasma en un mapa que representa desde lo líquido y lo estable a hechos históricos relevantes [90]. La hipótesis central de todos ellos es la centralidad de la masa de agua, el Mediterráneo, como elemento común en la diversidad de poblaciones que la rodean.

[141] *Couling N, d'Alençon P.A, Altiok M (2019) Narrative Cartography: Capturing a Holistic Perspective on Waterscapes. Eur J Creat Pract Cities Landscapes 2:11–36.*

[142] *Diener D, Gunnarsson L, Gunz M, Schmid C (2016) Territory: On the Development of Landscape and City. ETH Studio & Park Books*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

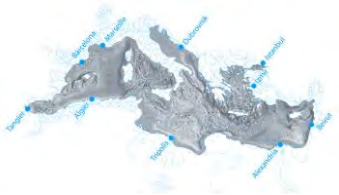


Fig.194 y 195 El mar Mediterráneo como entidad territorial propia (arriba). Cartografía narrativa del puerto de Izmir (derecha). Mittelmeerland. Un urban portrait of the Mediterranean. Medine Altiok 2014

desde casos específicos. Mediante mapas y collages, se visibilizan asuntos como la migración y la trata, la memoria colectiva y el desequilibrio ecológico en ciudades como Ceuta, Beirut y Dubrovnik **[Fig.195]**.

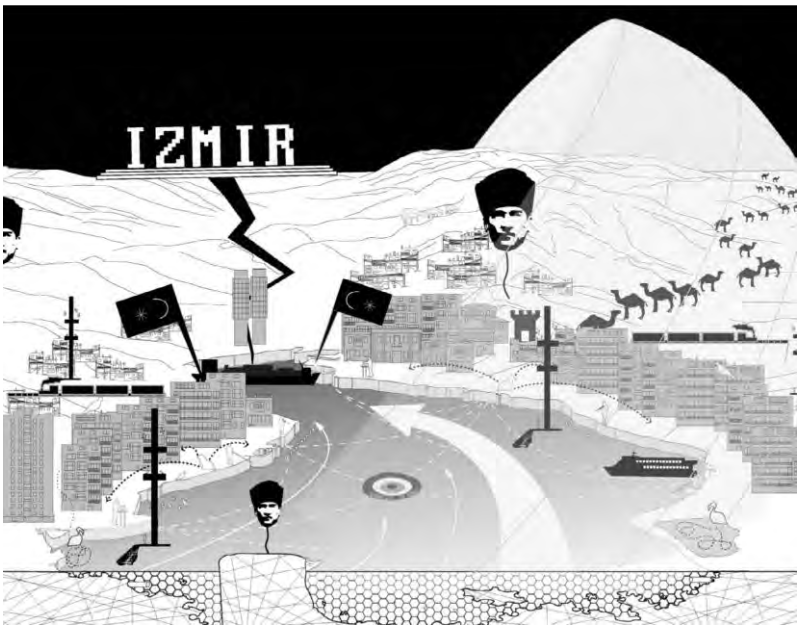


Fig.195

Las cartografías narrativas nos permiten afrontar la complejidad y gestionarla de forma creativa. Al mismo tiempo, ayudan a conformar un marco espacial sobre el cual proponer una amplia variedad de realidades innovadoras y alternativas. Estas construirán diferentes relatos de un mismo territorio. Dentro del marco de la tesis, se pretende utilizar esta metodología para describir un mar lleno de tensiones entre la *territorialización* acuciante, la vulnerabilidad de los hábitats y la necesaria construcción de lo cultural y lo simbólico. Partiendo de la superposición de estos temas, se pretende crear una nueva realidad autónoma que pueda ser comunicada y posteriormente materializada. Emerge así un carácter exploratorio que se sustenta en la *cartografía narrativa* como herramienta contemporánea para el diseño del territorio que no puede aspirar sólo a recoger datos con objetividad, como forma de medida del mundo.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

II.II Metodología específica

A continuación se explican las diferentes aproximaciones que han conducido a las publicaciones aportadas como compendio en esta Tesis Doctoral. Estas son definidas como *Batiscafos* o laboratorios marinos que sintetizan e interpretan la información recogida en la literatura científica y la práctica del diseño y aplican los dos métodos mencionados anteriormente: la investigación a través del diseño y las cartografías narrativas socioculturales.

Publicación I

La primera publicación se llama *Nuevas formas de ocupación del mar. La infraestructura energética renovable* y presenta los resultados de una revisión general del ámbito de la energía en mar. Se ha creado un nuevo marco teórico con un enfoque paisajístico y sociocultural para los futuros proyectos de la energía marina que se basa en el contenido del primer capítulo de la tesis: Introducción y Marco teórico. Esta aportación consiste en una búsqueda de aquellos aspectos espaciales dentro del sector que puedan ser necesarios para entender sus potenciales relaciones con el territorio. Para llegar a ello, ha sido necesario realizar un análisis cultural del mar como soporte de las infraestructuras energéticas, al mismo tiempo que se han revisado las perspectivas actuales del paisaje y su relación con la sociedad para terminar ahondando en la ordenación marítima vigente y sus precedentes. Posteriormente se ha realizado un estudio de la infraestructura encargada de la captación de la energía en el mar. La multiescalaridad de la revisión ha sido una prioridad a la hora de realizar el estudio, entendiendo que, por la envergadura de los proyectos, su trascendencia es transversal puesto que influye desde el territorio a escala regional hasta el propio ámbito específico de la instalación.

En una primera fase, se ha realizado una revisión histórica con la idea de enmarcar a las energías renovables dentro de una evolución

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.196. Proyecto danés para la electrificación rural en 1891 que dieron lugar a las primeras turbinas eléctricas. Poul la Cour.

de la técnica y el conocimiento, así como de sus diferentes soluciones espaciales. Hasta el siglo XX, no existen referentes claros de las energías marinas contemporáneas, pero sí es posible encontrar sistemas que transformaban los recursos naturales en movimiento desde las primeras civilizaciones **[Fig.196]**. Siguiendo este recorrido desde las velas de los barcos, pasando por los molinos medievales y por las primeras máquinas industriales se puede crear una cronología muy útil para entender su trascendencia cultural y social en diferentes momentos históricos. Posteriormente, el ámbito de la energía en el mar se ha estudiado en base a diferentes temas que responden a las escalas del proyecto. La revisión en este caso interpreta el sector de la energía desde una mirada arquitectónica y asocia reflexiones sociológicas, geográficas o técnicas y culturales con aspectos relevantes para el paisaje. Se ha pretendido abarcar de este modo todas las escalas, desde la territorial al entorno inmediato de la instalación, manifestando la transversalidad de los proyectos de la energía.



Fig.196

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.197. Malla para la gestión especial de la industria petrolera en el Mar del Norte. Nancy Couling. The Role of Ocean Space in Contemporary Urbanization.

El lugar desde el que observar el ámbito de la energía es el de un mundo colonizado por las infraestructuras. Nancy Couling, partiendo de Lefebvre y de Brenner y Schmid, implica en su tesis doctoral *The Role of Ocean Space in Contemporary Urbanization* no sólo al ámbito terrestre en el llamado *urbanismo planetario*[86] sino que incluye a los océanos también, habitualmente situados en un afuera, al margen de los debates de la disciplina. El mar es objeto de igual manera de los procesos urbanizadores que se exceden desde los centros de producción de las primeras industrializaciones a la deslocalización actual de las redes infraestructurales **[Fig.197]**. Igual que el océano ha sido un territorio periférico al estudio del urbanismo, la infraestructura ha sido durante mucho tiempo una cuestión a relegada en gran medida al ámbito ingenieril, excepto en sus componentes visual y compositiva. Esto ha derivado en lógicas que obedecen a principios de optimización de procesos y estandarización que, sin embargo, no han sido habitualmente neutrales en su paso por los territorios. Estos métodos de desarrollo representan fuerzas extractivas aparentemente invisibles que dominan y explotan temporalmente grandes áreas dentro de una planificación a escala global con consecuencias económicas, política, sociales y ambientales. Las preocupaciones provocadas por las externalidades de los proyectos de la energía han estado por lo general desatendidas por el diseño y el planeamiento territorial.

86 Brenner y Schmid postulan que son necesarios nuevos conceptos frente los procesos urbanos recientes que han llevado a la creación de nuevas escalas de urbanización, la difuminación y la rearticulación del territorio urbano, la desintegración de las periferias y la desaparición de lo salvaje.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.198. Strait of Hormuz Grand Chessboard. 2016. After Oil

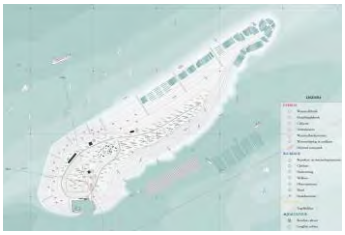


Fig.199. Multifunctional landscape infrastructure. The Organization for Permanent Modernity. 2019-2020

Pese a ello, existe una lista cada vez más extensa de arquitectos y urbanistas que trabajan en la reflexión y el diseño a escala territorial, tanto en tierra como en los océanos **[Fig.198]**. Estos autores abordan el problema del cambio climático y de la energía en una intersección entre el proyecto y la teoría[87]. En sus proyectos, la infraestructura forma parte del paisaje, pues el paisaje es también infraestructura, desdibujando los límites entre objeto y fondo y ahondando en los procesos que generan territorio, tanto los que proceden de las dinámicas naturales como las que proceden de las transformaciones de la actividad humana. El estudio *Design Earth* ha tratado de visibilizar diferentes procesos planetarios derivados de las actividades antrópicas de mayor impacto que han agrupado en su libro *Geostories* **[Fig.199]**. De forma gráfica han representado escenarios futuros en los que se asumen las consecuencias del extractivismo en el océano, en el espacio exterior o en áreas terrestres remotas en las que visibilizan espacialmente sus efectos al tiempo que crean relaciones culturales con ellos mediante la especulación proyectual [143]. Estas fuerzas

87 Estudios internacionales como *Design Earth*, *Field Operations, Lateral office, Landlab, ORG Permanent Modernity* o *FABRICations* han sido importantes a la hora de inspirar el trabajo de esta tesis, y que de forma reciente han abordado el problema del cambio climático y la energía desde diferentes perspectivas.

[143] *Rodríguez Ramírez F (2016) Un entendimiento infraestructural del proyecto. NOBUKO*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

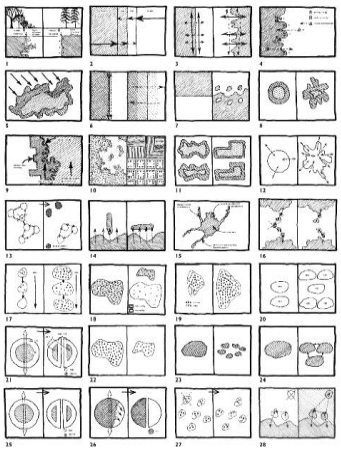


Fig.200. Diagramas extraídos de Landscape Ecology. 1986. Richard T. T. Forman, Michel Godron

constituyen un ejemplo de la materialización proyectual y narrativa del *urbanismo extendido* como marco territoral general en el que la arquitectura interviene hoy en día.

El crecimiento de los paisajes infraestructurales mediante redes físicas y virtuales crea dinámicas sobre el territorio de transformación intensiva que alteran y en muchos casos anula las capas existentes en el paisaje — sociales, ambientales y económicas. La implantación de las nuevas energías sigue también esos patrones. Los centros de producción de carácter centralizado propios de los hidrocarburos o de la energía nuclear están siendo sustituidos por extensiones de cientos de hectáreas de aerogeneradores o placas solares. Forman entonces un nuevo paisaje disgregado que, dada su naturaleza extensiva, impone sus lógicas internas de funcionamiento sobre entornos todavía mayores. Para poder integrar estas infraestructuras en su entorno será necesario aprender de sus lógicas espaciales, los parámetros que determinan su distribución y qué es aquello que lo define como paisaje, así como los elementos y aspectos que desvelan su coherencia interna.

Sin entrar en primera instancia en los pormenores técnicos que configuran un parque energético actual, existen formas de lectura espacial que se han utilizado en el paisajismo y en el urbanismo y desde las que este artículo ha trabajado determinando cuatro registros espaciales: *infraestructura-red, patrones espaciales, percepción y visibilidad y arquitecturas marinas*. Esta reordenación espacial del entorno energético marino se inspira en códigos similares a la *Ecología del Paisaje* **[Fig.200]** que sugieren paisajes marinos surcados de corredores, marcado por patrones específicos definidos por límites que componen mosaicos o matrices. Del mismo modo, la atención a la percepción de los elementos que componen el parque energético puede conformar hábitats ordenados por categorías internas que añaden lógicas a su soporte marino, añadiendo legibilidad y estructura [144] como lo hiciera Kevin

[144] *Wang C, Zhao H (2018) Spatial heterogeneity analysis: Introducing a new form of spatial entropy. Entropy 20*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.201. Urbanismo suburbano después de la guerra según la gramática expuesta por Lynch. La Imagen de la Ciudad.

Lynch al paisaje urbano mediante sus nodos, caminos, distritos e hitos **[Fig.201]**.

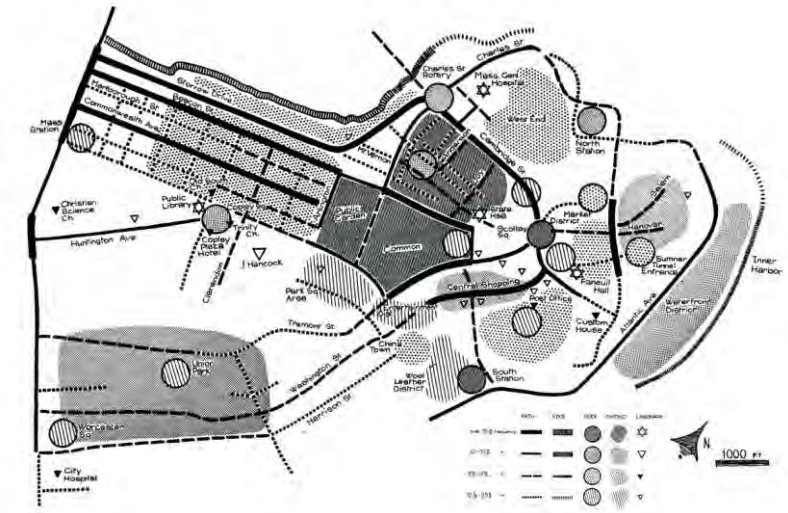


Fig.201

Fuhimiko Maki, en la misma época —preocupado por el deterioro de los centros de las ciudades americanas—, trató de encontrar sistemas urbanos exportables desde otras épocas y geografías. Frente a las megaestructuras o la suma de edificios singulares (forma compositiva), valoró especialmente las posibilidades de crecimiento incremental y orgánico de escala humana de lo que llamó *forma grupal* **[Fig.202]**. Se trata de un patrón orgánico heredado de la espontaneidad de las formas urbanas tradicionales. Constituye un orden o sistema interno que subyace debajo de la ciudad y que la hace coherente y legible. El elemento fundamental es el vínculo entre elementos (*linkage*) como aquello que dota de verdadero sentido a la ciudad y según su capacidad de relación destaca cinco categorías: mediar, definir, repetir, producir un camino secuencial y seleccionar[88] **[Fig.203]**. Estos vínculos son cruciales en la experiencia de los sistemas urbanos pues permiten aportan significado mediante la

88 Estos se pueden implementar respectivamente mediante la interjección de un elemento de unión, su confinamiento dentro de un perímetro, la repetición de un aspecto común en un grupo disperso, la ordenación de los componentes según una secuencia o la selección de un entorno que lo caracterice a todo el conjunto

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.202. Paradigmas de la forma colectiva. Respectivamente: Formas compositivas, megaestructuras y forma grupal. Investigations in the Collective Form. Fuhimiko Maki, 1964

Fig.203. Forma grupal. Categorías operacionales. Investigations in the Collective Form. Fuhimiko Maki, 1964

orientación, el entendimiento o alguna cualidad formal singular y pueden ser extrapolados a sistemas infraestructurales [145].

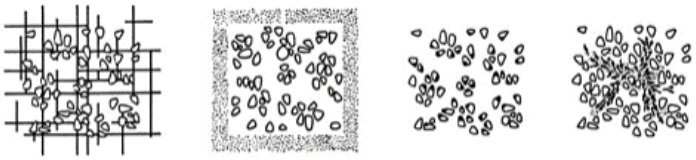


Fig.203

Tanto Maki como Lynch o Forman, entre otros, plantean interpretaciones que pueden ser aplicadas al territorio energético. Explorar la posibilidad de crear sistemas relacionales subyacentes con un lenguaje propio en el ámbito de la infraestructura energética marina ha sido objeto de la parte del estudio plasmado en esta publicación y traducido a distintas categorías dimensionales.

Hemos hablado en esta tesis de las diferentes tendencias del paisaje industrial actual a la hora de afrontar la integración de las infraestructuras. Se han distinguido tres formas de actuación sobre el paisaje: — *ocultamiento y mitigación, disrupción y referenciación, camuflaje e hibridación* —.Tomando en consideración sus aspectos positivos, se aporta una visión de la percepción que aprovecha la puerta abierta por el estudio de las miradas culturales, también desarrolladas anteriormente.

Si las tendencias de integración de la infraestructura analizadas son sobre todo visuales, compositivas o estéticas, la aproximación cultural del entorno marino en relación con las fuerzas que producen el oleaje y las mareas permiten expandir el enfoque sobre la energía marina para que pueda entenderse la integración como un aspecto también experiencial. Así se pueden ver englobados aspectos muy diversos de la relación de la sociedad con el mar que influyen en la percepción. Algunos de estos aspectos son políticos y económicos, otros de corte sociológico o filosófico, pero todos configuran representaciones del mar. Las referencias del mundo del arte

[145] *Maki F, Goldberg J (2008) Linkage in Collective Form. In: Nurturing Dreams : Collected Essays on Architecture and the City. MIT Press, pp 57–66*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

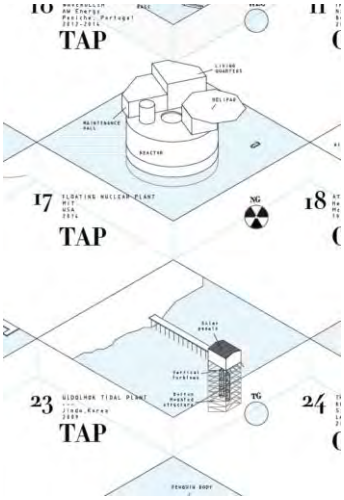


Fig.204. Extracto de catálogo presentado como parte del artículo *Landscapes of Marine Energy: An Overview*. Elaboración propia

manifiestan diferentes formas de percepción que son indispensables para comprender las inquietudes de la mirada actual. Los diferentes paradigmas han sido construidos a partir de vínculos generados mediante hábitos, leyendas o mapas, incluso en un territorio como el océano. De este modo, aun ajeno a los procesos de urbanización más evidentes, a lo largo de toda la historia ha sido también sometido a procesos de "espacialización" que. como señalan autores como Philip Steinberg, son inherentes a toda acción social [146].

Como parte de esta revisión de aquellos compontentes que conforman los parques energéticos en el artículo se estudia el estado actual de las tecnologías para la producción de energía renovable en el litoral y en el entorno marino. Se presenta así un resumen de los diferentes estudios que se han llevado a cabo en las primeras fases de la tesis. Para llevar a cabo la asimilación de un campo a priori distante a la arquitectura, se realizó un trabajo de catalogación y análisis de proyectos de infraestructura energética marina que se incluyó en los resultados de la comunicación del autor de la tesis: *Landscapes of Marine Energy: An Overview* **[Fig.204]**. De algún modo, esta forma de análisis gráfico permite "diseccionar" elementos complejos como es la infraestructura que se está tratando en este trabajo. Debido al carácter ingenieril de los diseños y a la recurrente incorporación de funciones no energéticas sobre los dispositivos para mejorar su rentabilidad, este ámbito es propicio para un análisis de este tipo, en el que los elementos pueden ser fácilmente distinguibles y las estrategias de diseño son discernibles de forma intuitiva y con poca información.

[146] *Couling N (2015) The Role of Ocean Space in Contemporary Urbanization. École Polytechnique Fédérale de Lausanne*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

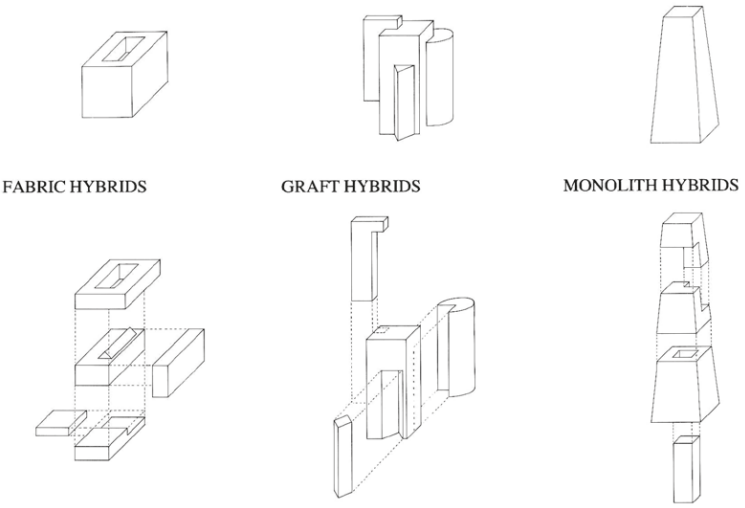


Fig.205. Diagramas en Pamphlet Architecture11. Hybrid Buildings. Joseph Fenton, 1985

Fig.205

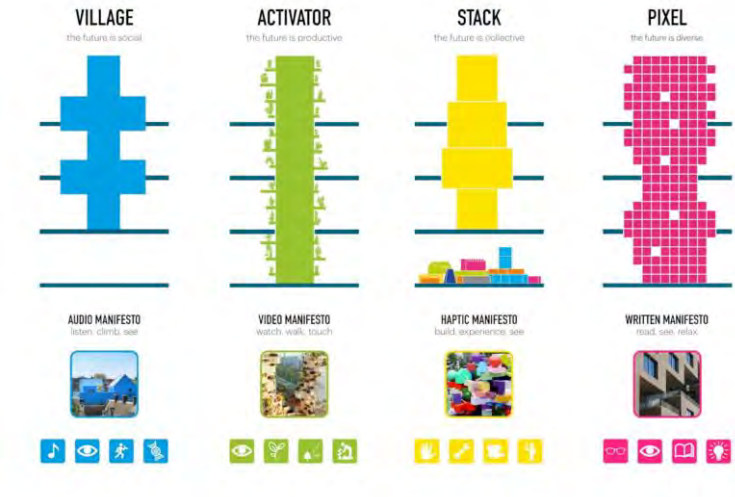


Fig.206. Exposición Architecture Speaks: The Language of MVRDV. Innsbruck Austria, 2019.

Fig.206

No deja de ser un intento de comprender un ámbito eminentemente técnico por una disciplina ajena mediante la apropiación del mismo con técnicas arquitectónicas. En este caso, los dispositivos energéticos son tratados como ensamblaje, no sólo de funciones, sino también como combinación de diferentes componentes constructivos terrestres y marinos que dan forma final a

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.207. Diagrama extraído de Made in Tokyo: Guide Book. 2001. Atelier Bow-Wow

los elementos. Está forma de tratar los dispositivos incluidos en el catálogo tiene que ver con la conceptualización en la arquitectura del edificio multifuncional, también aplicado a la infraestructura y al paisaje **[Fig.205]**. Desde los condensadores sociales constructivistas o la *Unité d´habitation* hasta los híbridos contemporáneos, se han sucedido numerosas tipologías basadas en la combinación de usos en un mismo edificio o infraestructura[89] **[Fig.206]**. El equipo de arquitectos japonés Atelier Bow-Wow realizó en su obra Made in Tokyo un análisis de los híbridos multifuncionales de la ciudad mediante una "disección" parecida y una representación sintética que aporta objetividad y que ha sido de aplicación en el catálogo elaborado por el autor [147] **[Fig.207]**.

Estas obras complejas han sido fundamentales para entender la capacidad de la arquitectura para intervenir en la infraestructura y transformar los actuales escenarios de la energía marina.

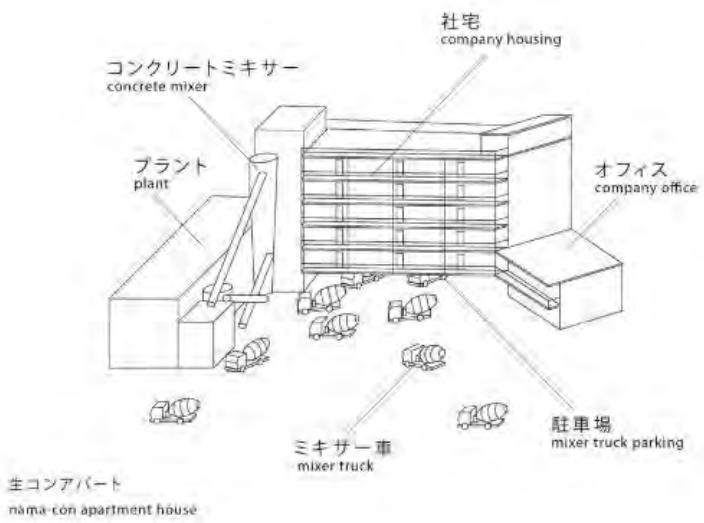


Fig.207

89 Joseph Fenton clasificó los edificios híbridos en apilamientos, injertos y monolitos [161]. Arquitectos como OMA o MVRDV trabajan con la integración de diferentes ensamblajes a lo largo de su obra. Koolhaas reveló como las arquitecturas verticales de Nueva York ya anticipaban mezclas de usos y nuevas respuestas arquitectónicas. Los segundos, por su parte, han aplicado categorías de combinación de usos para clasificar su propia obra: *stack, pixel, village y activator.*

/////

[147] *Toro Ocampo L (2020) Learning from Las Vegas y Made in Tokyo: Pedagogía y Dibujo del Proyecto Arquitectónico.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA







Fig.208, 209 y 210. Imágenes de los 3 casos de estudio analizados en el artículo. Parque eólico de Middelgrunden, Planta undimotriz de Mutriku y Planta mareomotriz de la ría de Rance.

Publicación II

El marco teórico definido en la primera publicación es la base del segundo artículo aportado para esta tesis, *La integración de la energía renovable en el paisaje litoral europeo. Tres casos de estudio.* En este texto se sintetiza el estudio espacial de tres proyectos de relevancia en el ámbito de la infraestructura energética marina **[Fig.208, 209 y 210]**. Son casos de estudio que permiten investigar el fenómeno espacial de la energía en un contexto real, en el que los límites entre entorno y proyecto energético no se pueden separar porque trascienden al objeto que produce la energía, que no está aislado sino imbricado en su contexto local a través de relaciones sociales, económicos y ambientales. El estudio plantea una hipótesis de partida basada en el foco en los intercambios tangibles e intangibles que se dan en el territorio para posicionar el punto de mira de la arquitectura no sólo en los valores estéticos o constructivos, sino también en un contexto paisajístico completo que considere la complejidad de los flujos que recorren el espacio marino y litoral. De cualquier modo, aunque la relación contexto-proyecto sea específica y compleja, el sector energético actual plantea la ventaja de que, en general, las estrategias de diseño de los parques energéticos, tanto en su conjunto como en sus elementos, son similares.

Los casos de estudio planteados son experimentos que tienen un carácter exploratorio y explicativo [148]. Existe así una voluntad de exploración que permite ofrecer una mirada detallada e intuitiva sobre la complejidad de la realidad que presentan los casos. Se han pretendido explicar las causas que originan las problemáticas existentes en los contextos analizados y desvelar, además, los principios que la determinan. Desde este diagnóstico se han propuesto unas estrategias de diseño fundamentadas en una hipótesis de base.

Como estrategia de investigación, el análisis de casos de estudio es muy frecuente en la arquitectura. Los fenómenos arquitectónicos se dan en contextos reales de gran complejidad en los

[148] *Groat L. (2013) Case Studies and Combined Strategies. In: Architectural Research Methods. Wiley, pp 415–453*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

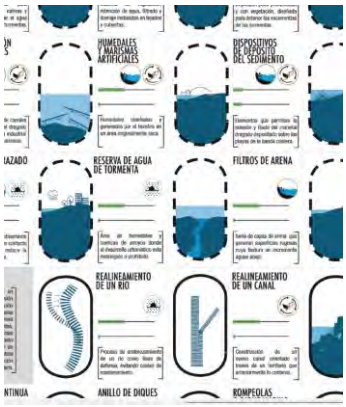


Fig.211. Extracto del lexicón para la Metamorfosis sintética de la costa para sistematizar las soluciones para paisajes adaptativos. Miriam García García.

que intervienen múltiples agentes y múltiples acciones a lo largo del tiempo. Su estudio tiene una amplia base teórica de carácter empírico y, por lo tanto, permiten ser comparados con hechos del pasado y fenómenos actuales desde diferentes aproximaciones académicas y profesionales. La urbanidad y el paisaje, por otra parte, tienen presencia planetaria y sus casuísticas cada vez adquieren un carácter más global por lo que son generalizables tanto a nivel teórico como a nivel práctico. Esta posibilidad de generalización es una ventaja propia de la disciplina y, aunque sea imposible manejar todas las variables que hacen específico un caso, sí que pueden ser comparadas. Por esa razón, el objetivo de la publicación es extraer una serie de principios operativos que pueden ser testeados en proyectos existentes y en propuestas futuras en un campo, el de la energía marina, de creciente desarrollo en todo el mundo. La posible exportación de los resultados a casos similares permite la revisión continuada de las propias conclusiones extraídas en primera instancia. Es la posibilidad de reevaluación iterativa de los resultados lo que hace que esta estrategia de análisis de casos resulte relevante **[Fig.211]**.

La primera fase en la revisión de los casos de estudio consiste en la recogida de información y su estudio mediante un *Qualitative landscape structure analysis (QLSA)*[90]. El método de trabajo conlleva la recopilación de imágenes, texto y cartografías que yuxtaponen épocas históricas diferentes y temas multidisciplinares. Normalmente, un procedimiento como este abarca unidades geográficas del territorio; características culturales del entorno paisajístico recogidas en mapas históricos y usos del terreno, criterios funcionales y de preservación en relación, por ejemplo, a la naturaleza y el patrimonio; estructuras sociales y económicas; o conceptos estructurales y estéticos en el paisaje, algunas veces elaboradas mediante entrevistas u observaciones.

90 Este método nos permite vincular diferentes aproximaciones a un territorio en un análisis integrador, que sitúa al paisaje entre las humanidades, que atienden a la percepción de forma interpretativa, y las ciencias que se aproximan de forma empírica a su parte física [162].

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.212. The future commons 2070. Harwich to Hoek van Holland and the Dover Strait. Magnificent surroundings.

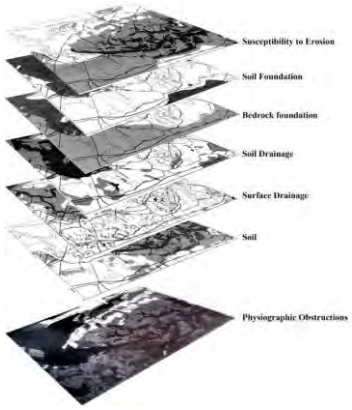


Fig.213. Superposición de capas geográficas sobre el territorio. Ian McHarg. Design with nature.

Fig.214. Proyecto energético para la extensión marina del puerto de Rotterdam. Landscape and Energy. Sven Stremke y Dirk Sijmons.

Estas capas de información espacial son fundamentales para los procesos de planeamiento del paisaje al vincular lo físico con lo cultural **[Fig.212]**. En medio de estos dos niveles del paisaje se encuentra su sintaxis, es decir el conjunto de relaciones que lo estructuran [149]. Para desvelarla, es necesario utilizar herramientas cartográficas que la representen y permitan cruzar la información[91]. La metodología permite vincular, por ejemplo, entorno construido y geografía para revelar la dependencia entre la dinámica fluvial y la evolución de la forma urbana [150] o crear mapas de potencial energético (EPM) que combinen los recursos energéticos de una región a diferentes estratos y alturas con aquellos lugares de menor vulnerabilidad para la colocación de parques energéticos [151] **[Fig.213]**.



Fig.214

La segunda parte del artículo y su investigación consiste en la síntesis de las relaciones que se producen en los contextos dados para elaborar las directrices que van a guiar los diseños. En este caso, existe la intención de priorizar la mirada cultural y su expresión espacial para entender no sólo la componente productiva que resuelve una infraestructura sino también cómo atiende a las demandas socioculturales y los beneficios ecológicos de las comunidades y los

91 Ian McHarg sería el primero en proponer lo que llamó método de superposición de mapas (map overlay method) para determinar las áreas más o menos convenientes según parámetros ecológicos para las funciones del territorio. Posteriormente se han aplicado de forma frecuente para visibilizar diferentes factores de interés en el planeamiento regional, pero también urbano, algunos de ellos muy útiles para este trabajo.

[149] *Lenzholzer S, Duchhart I, Koh J (2013) 'Research through designing' in landscape architecture. Landsc Urban Plan 113:120–127.*

[150] *Kuitert W (2013) Urban landscape systems understood by geo-history map overlay. J Landsc Archit 8:54–63.*

[151] *van den Dobbelsteen A, Broersma S, Stremke S (2011) Energy Potential Mapping for Energy-Producing Neighborhoods. Int J Sustain Build Technol Urban Dev 2:170–176..*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

ecosistemas litorales en un contexto de cambio climático. La elección de un punto de vista descarta determinadas variables que otros estudios podrían abordar y escoge otras como pertinentes que dan lugar a estrategias de diseño específicas para una visión paisajística y sociocultural. En el libro *Landscape and Energy,* de los profesores Sven Stremke y Dirk Sijmons recogen varios ejemplos que trabajan con procedimientos similares y que han tenido gran influencia en esta investigación[92] **[Fig.214]**. Para la revisión de los casos de estudio, se analizan una serie de proyectos esenciales para la arquitectura y el paisaje contemporáneos que han ayudado a entender mejor cómo la arquitectura de la energía puede establecer conexiones con su territorio desde sus diferentes temporalidades, sus intersecciones espaciales y la comprensión de los procesos naturales con los que convive.

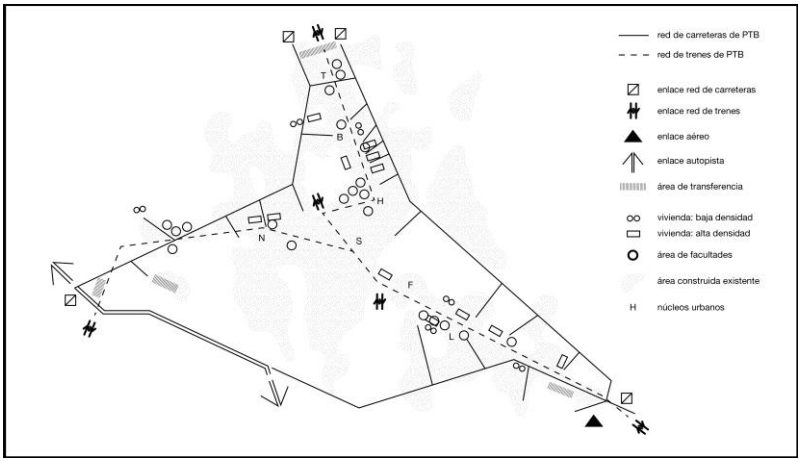




Fig.215 y 216 Diagrama de usos y fotomontaje de Potteries Thinkbelt de Cedric Price.

Fig.215 y 216

92 En su caso, desarrollan un proceso de proyecto en el que se crean conceptos energéticos espaciales que proponen nuevas lógicas basadas en las particularidades de los paisajes locales y en sus oportunidades para la transición energética. El sistema es aplicado a diferentes escalas dentro de Países Bajos en varios casos de estudio como la ciudad portuaria de Rotterdam o el tejido urbano de Arnhem

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

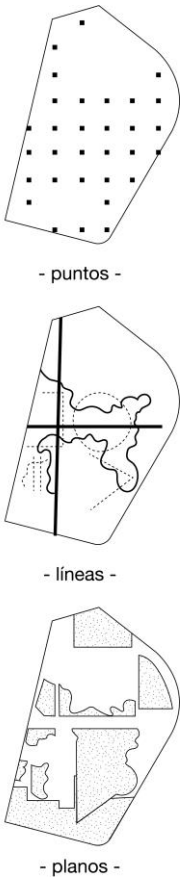


Fig.217. Parque la Villette. Paris. Bernard Tschumi. Elaboración propia.

El proyecto de Cedric Price *Potteries Thinkbelt* (1964-1966) **[Fig.215 y 216]** puede ser entendido como una infraestructura relacional, pues teje un nuevo sistema descentralizado de funciones sobre una infraestructura en desuso, constituyendo una red productiva de tecnologías que se mueven por el territorio. La ambición geográfica de la red y la creación de un sistema móvil de nodos y conexiones que activa temporalmente lugares es una forma de entender la infraestructura que puede ser de gran interés, ya esté en desuso o no. La mirada infraestructural también puede influir en el propio diseño de lo urbano a una escala más pequeña. Un caso paradigmático sería el *Parc La Villette* de Bernard Tschumi (1982-1983) **[Fig.217]**. El arquitecto aplica al proyecto una superposición de sistemas espaciales abstractos —puntos, líneas y planos— aparentemente autónomos y crea intersecciones que producen acontecimientos insospechados de gran intensidad urbana. Los parques energéticos, por su parte, presentan una distribución espacial rígida similar a la trama planteada por Tschumi en la que poder explorar sus colisiones con los sistemas invisibilizados preexistentes, naturales y culturales, para ponerlos en valor y potenciarlos al tiempo que creamos nuevos sistemas que ayuden a consolidar los parques energéticos como entornos complejos.

Años más tarde, sería el propio proyecto del paisaje el que empezaría a asimilar esta visión sistémica del entorno trasladando al entorno natural la capacidad de asumir funciones del propio sistema sociocultural. Serían James Corner y *Field Operations*, junto con Stan Allen, los que materializarían esta mirada en diferentes proyectos. Uno de ellos es *South Bay Sponge* (2018) **[Fig.218 y 219]**, en el que se diseñó un sistema blando de límites difusos en intercambio constante. Ofrece nuevas estrategias para un territorio dinámico que permiten la adaptación de las estructuras sociales y naturales al cambio climático. Parte de medidas naturales de filtración, dispersión y embalsamiento para proponer que ayudan a afrontar la subida del nivel del mar al tiempo que crean nuevos paisajes para la ciudadanía. La manera de

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.218 y 219. South Bay Sponge. Master Plan. James Corner

imbricar actividades urbanas y espacio natural aprovechando los procesos ecológicos entre ellos parece muy apropiada para el ámbito litoral y para la implementación de parques energéticos de escalas regionales.



Fig.219

Tschumi, Price y Corner generan sistemas complejos a diferentes escalas que muestran perspectivas que no sólo pueden inspirar futuros proyectos, sino también formas de mirar lo existente, como se ha mostrado en el artículo presentado. La utilización de referencias permite detectar buenas y malas prácticas para promover las primeras y evitar las segundas.

Publicación III

El tercer *batiscafo* o aportación académica se llama *Los paisajes de la energía en el mar: propuestas multifuncionales para el litoral mediterráneo español*. Se proponen aquí tres contextos energéticos localizados en el Mediterráneo español **[Fig.220]** que permiten poner en práctica los principios planteados en el segundo artículo y mostrar un proceso de proyecto que trata de permeabilizar el contexto en los procedimientos de optimización habituales en la ingeniería. Aporta, así, un método de trabajo que crea aproximaciones diversas desde el pensamiento, la

[152] *García MG (2019) La reinvención de la costa. Diseñando paisajes resilientes. RITA_revista indexada de textos académicos 106–117*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig.220. Localizaciones de los ensayos de la tercera publicación. Cartografía de la costa mediterránea con algunos de los proyectos eólicos propuestos por distintas empresas en los litorales de Málaga, Motril y Roses. Elaboración propia.

experimentación, la acción y la comunicación incorporando el ámbito de la energía en el mar al debate social como laboratorio fructífero [152]. La metodología propuesta aprovecha la gran cantidad de información cualitativa aportada por las disciplinas científicas y la materializa espacialmente mediante las herramientas de la arquitectura. De este modo se discuten las ideas que las han dado lugar y ayudan a conformar una nueva perspectiva paisajística y sociocultural a partir del procedimiento descrito en la introducción de esta sección: *Investigación a través del diseño* [93] [149].

Primero se establece un escenario de futuro en el que los ensayos se van a enmarcar. Se trata de un escenario de transición continuista en el que se anticipa un contexto sostenido todavía por la abundancia de materiales, en el que se logra la electrificación de gran parte de los sectores estratégicos y en el que se consolidan las energías marinas que conocemos hoy día. Las instalaciones son situadas como un eslabón más dentro de una aproximación holística al paisaje donde intervienen múltiples componentes. Abordar la complejidad como parte de la metodología hace necesario la negociación entre campos de estudio y su colaboración. El proceso de investigación debe enmarcarse, de este modo, dentro de lo que el arquitecto Iñaki Alday denomina *fluidez disciplinar* [153]. Asumirla permite huir de la simplificación y aceptar la incertidumbre producida por la confluencia de factores procedentes de diferentes campos con un objetivo común social y cultural. Para afrontar la incertidumbre, el objetivo es crear dentro del escenario definido un sistema espacial flexible que permita la integración de la infraestructura en el paisaje. Los requisitos del mismo son los siguientes: dar coherencia al parque energético, absorber funciones ecológicas y socioculturales propias del contexto, ofrecer significados al entorno y ser adaptable espacial y temporalmente. Los proyectos de la energía validarán este marco espacial dentro de la metodología propuesta.

93 Stremke y Schöbel la diferencian de otros métodos de investigación cualitativos en su capacidad de usar el diseño para crear realidades alternativas que acotan las variables sobre las que proyectar el futuro.

[149] *Lenzholzer S, Duchhart I, Koh J (2013) 'Research through designing' in landscape architecture. Landsc Urban Plan 113:120–127., citado en pág. 163*

[153] *García García M (2016) Fluidez disciplinar: Conversación con Iñaki Alday. Zarch.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.221. Extracto del libro Altered Ocean de Mandy Barker 2019

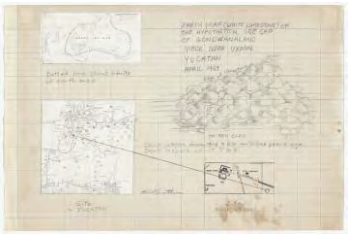


Fig.222. Mapa terrestre (Caliza Blanca) de la Hipotética Capa de Hielo de Gondwanaland cerca de Uxmal Yucatán. Robert Smithson 1969.

En el capítulo aportado para el compendio se describe una metodología de trabajo que se divide en tres fases. Primero se realiza la recogida de información en los emplazamientos escogidos para establecer un diagnóstico de los potenciales y las vulnerabilidades de cada lugar. En una segunda fase se establecen unas estrategias generales que van a dirigir las propuestas, para después, en tercer lugar, elaborar el diseño de los proyectos locales.

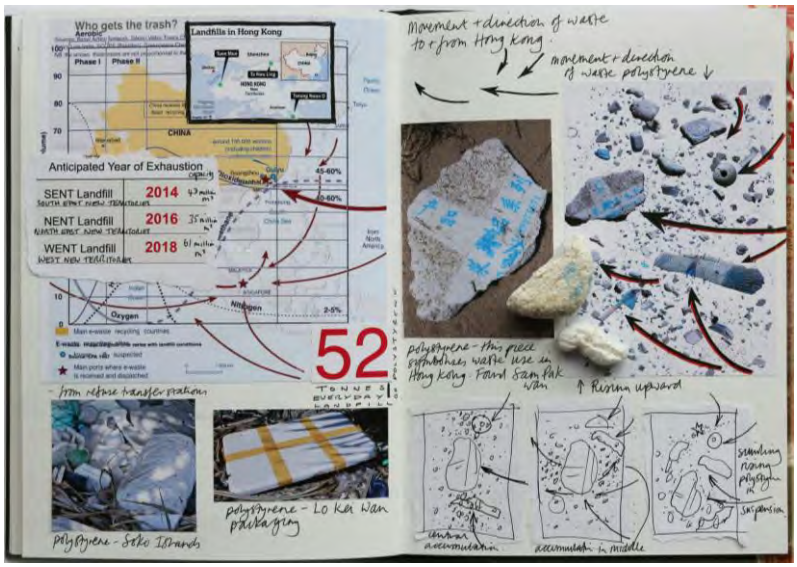


Fig.221

Como hemos visto en la segunda publicación, el procedimiento de superposición de información para la generación de mapas permite dibujar la situación actual que dará lugar a fichas de diagnóstico de cada emplazamiento. Los principios motores de los proyectos parten de estas descripciones gráficas para —mediante la intuición, la experiencia y la base de referencias proyectuales recabadas— promover líneas generales de trabajo sobre el territorio que tengan en cuenta que la diversidad de respuestas al problema planteado es muy amplia y subjetiva dentro de unos criterios reconocibles **[Fig.221 y 222]**. Las soluciones que aportan los proyectos

[109] *Sijmons D, Hugtenburg J, van Hoorn A, Feddes F (2014) Landscape and Energy. Designing Transition. nai010 publishers, citado en pág. 104*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.223. Proyecto de Kenzo Tange para la Bahía de Tokyo.

no sólo plantean la sustitución de fuentes energéticas sino también la reconsideración de los procesos de consumo y de relación social con la energía [109]. Todas las intenciones de proyecto se recogen en un *plan general* de actuación de escala regional para cada emplazamiento de proyecto. Este plan abarca una serie de interacciones de interés que ayudan a plasmar la mirada sociocultural que buscamos ofrecer al proyecto de la energía. Como uno de los resultados se ofrece una serie de cartografías subjetivas que deciden valorar sólo la información considerada relevante para el estudio.

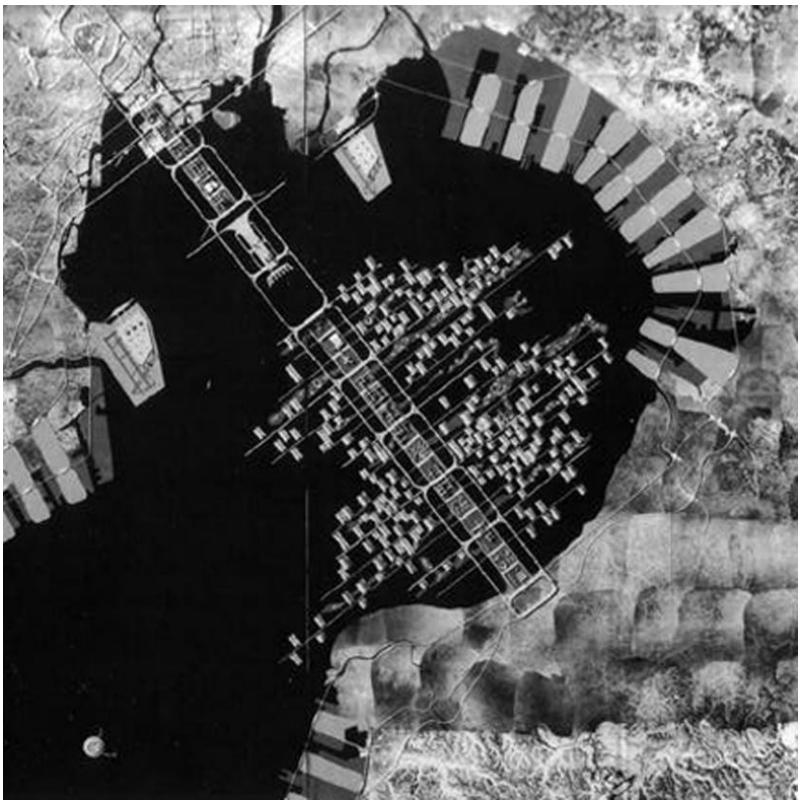


Fig.223

En cada *plan general* proyectado se emplea una misma estructura espacial para ordenar todos elementos que lo componen, tanto la infraestructura energética que vertebra el conjunto, como los componentes añadidos que responden a los factores ecológicos, socioculturales y ambientales. El sistema forma un *marco espacial* que

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

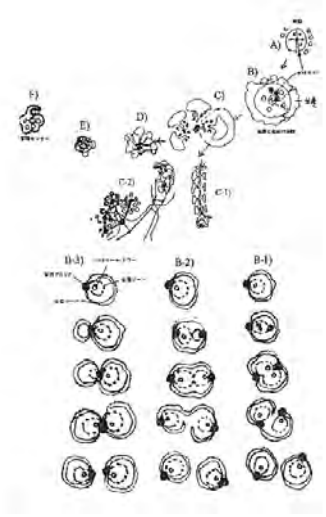


Fig.224 y 225. Tipologías básicas espaciales para la Marine City. Interrelaciones entre los proyectos de los proyectos de los Marine City.

tiene su origen en las distribuciones que plantea el sector de la energía para sus parques energéticos, tanto eólicos como undimotrices, y la meta es que pueda ser igualmente generalizable. El *marco espacial* crea las reglas de juego para la construcción de los entornos de la energía marina. Cada caso de estudio supone su especialización a cada entorno objeto de intervención. El objetivo es el control del desarrollo urbano en el mar dentro de unos parámetros que puedan ser propios de un paisaje marino. La particularidad de que el mar presente unas limitaciones específicas a la instalación de elementos construidos, sobre todo si son flotantes, y la vastedad de las zonificaciones establecidas por el planeamiento, mucho mayores que las terrestres dedicadas a usos similares, obligan a plantear cuánto y cómo se ocupa el territorio en cada proyecto **[Fig.223]**. En el ámbito terrestre, el planeamiento establece unos límites paramétricos y protege una coherencia interna en base al territorio construido y al paisaje con el que se relaciona. Del mismo modo, parece necesario entender la implantación marina en función de este llamado *marco espacial* para que, de manera flexible y adaptativa, pueda responder a sus funciones al mismo tiempo que se integra en el paisaje.

La idea de crear un sistema espacial en el mar probablemente tuvo su gran hito en la sintaxis arquitectónica marina que elaboró Kiyonori Kikutake en 1959 y sus derivadas espaciales, especialmente la secuencia de *ciudades marinas* de 1958, 1960 y 1963 [51] [94] **[Fig.224 y 225]**. En ellas, artefactos geométricos como boyas, cilindros y prismas son al mismo tiempo entornos habitables y elementos de soporte que, de forma modular, se asocian para configurar plataformas o anillos emulando sistemas naturales en una suerte de biomímesis, mediante analogías a estructuras de arrecifes, anillos de caracolas o a la anatomía de una medusa. Se describe así un vocabulario que, a la postre, compondría sus propuestas formales para una ciudad marina.

94 En este compendio refleja la búsqueda de soluciones para hacer posible una unidad flotante que diera lugar a los urbanismos que quería proponer para la Bahía de Tokio.

[51] *Koolhaas R, Obrist HU (2011) Project Japan: Metabolism Talks... Taschen, citado en pág. 50*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

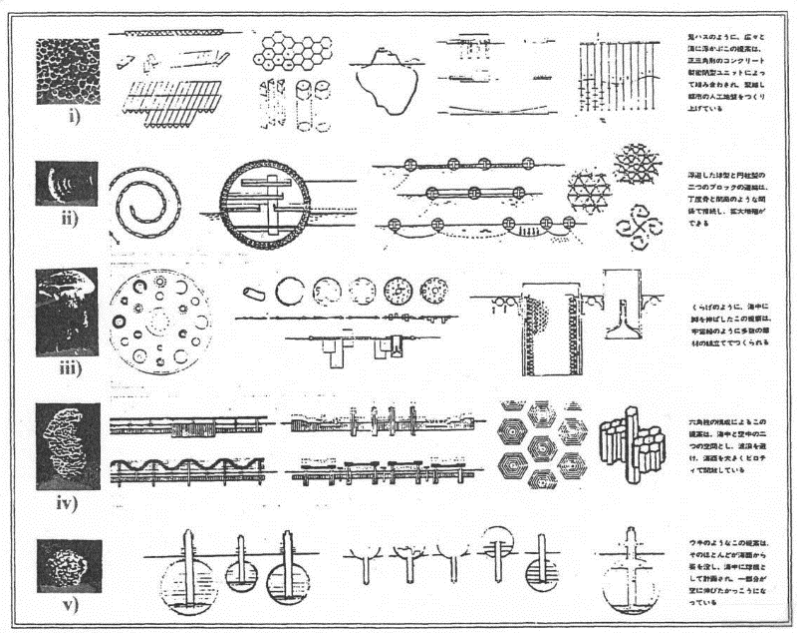


Fig.224

A lo largo de los sucesivos proyectos, desarrollaría una unidad de ciudad industrial multifuncional que acogería espacios de ocio y torres residenciales junto con áreas de producción. La evolución de una a otra es un proceso de naturalización mediante formas cada vez más orgánicas al tiempo que aumenta la escala de la propuesta. La estructura general de todas ellas es la misma, un sistema concéntrico con un elemento de control y gestión central, un área residencial a continuación y una periferia dedicada a la industria. Mientras que en la primera versión de *ciudad marina* la arquitectura casi desaparece bajo el mar, en las posteriores opciones emergen grandes torres que generan un paisaje entre natural y artificial puramente metabolista. Estas unidades se asociarían para extenderse como lo haría una célula dividiéndose como muestra en los bocetos y diagramas que presenta [154]. Aunque conforman grandes megaestructuras, los procesos de crecimiento y funcionamiento son de una gran organicidad.

Las ciudades marinas de Kikutake no tuvieron una gran relevancia en su tiempo, ni siquiera en un momento en el que Japón buscaba soluciones para sus colmatadas megaciudades y la falta de

[154] *Pernice R (2009) Japanese urban artificial islands: An overview of projects and schemes for marine cities during 1960s-1990s. J Archit Plan (Transactions AIJ) 74:1847–1855*

[51] *Koolhaas R, Obrist HU (2011) Project Japan: Metabolism Talks... Taschen, citado en pág. 50*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

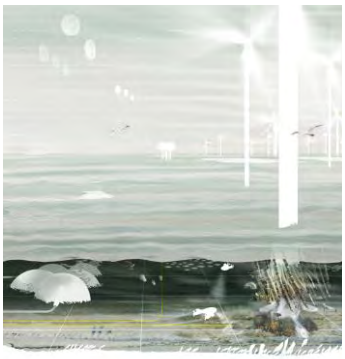


Fig.226. Ejemplo de escenario energético. Vision Board for Blauwe Cluster .2019. The Organization of Permanent Mobility.

espacio para la industria. El único prototipo que pudo construir fue el pabellón de la Exposición Universal de Okinawa, una primera unidad habitable flotante. Sin embargo, sus ideas reflejaron de forma ejemplar las intenciones de un tiempo determinado y de un movimiento como el metabolista. La ciudad moderna es mostrada regenerándose como organismo atravesado por el intercambio de energías y materiales como una célula en continua renovación de su metabolismo [51].

Los proyectos que se aportan en la publicación son tres ensayos específicos de implementación del marco integral como sistema de integración de las energías en el mar. Las tres propuestas se sitúan en el Mediterráneo español sobre las áreas señaladas por la normativa como de especial potencial para la eólica marina en el futuro. Dentro de cada plan regional definido anteriormente se recrean proyectos de infraestructura energética multifuncional. Cada uno tiene una ubicación concreta, una escala y una condición estética entendible en su contexto sociocultural. Habituados a una visión de lo terrestre y de una perspectiva del mar y el litoral desde la costa, el estudio aporta un punto vista que se construye en lo marino **[Fig.226]**. Se ha recurrido para ello a herramientas habituales de los arquitectos para la representación espacial. En otros ámbitos se utilizan simulaciones hiperrealistas para escenificar realidades futuras como es el *prototipado de la ciencia-ficción*[95].



Fig. 227

96 Este método se ha utilizado para, mediante escenarios narrativos, crear pequeñas ficciones que exploren prospecciones radicales que integran base científica y la interacción de tendencias ecológicas, socio-económicas y tecnológicas.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Fig.227. Rime of the last fisherman. 2018. Ficción realizada por Radical Ocean Futures



Fig.228. Spatial City. 1959. Yona Friedman

Fig.229. Tsukuda Island. 1830-1832. Hokusai

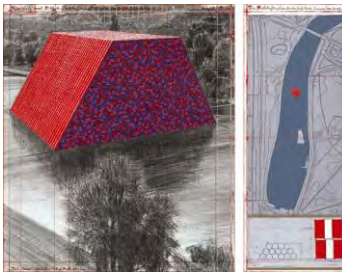


Fig.230. The Mastaba. 1930. Dibujo preparatorio de Christo and Jeanne-Claude

En esta parte del estudio, la simulación se realiza mediante modelos tridimensionales básicos, útiles para crear un acercamiento a la experiencia de lugar sin cerrar un resultado definitivo. Su elaboración abierta anticipa la flexibilidad que pueden ofrecer en el proceso de diseño y en la toma de decisiones **[Fig.227]**. Tal y como se plantean en la publicación y en el atlas propuesto en las conclusiones de la tesis, los escenarios son proyectos eminentemente arquitectónicos y aunque se recojan ciertos fundamentos extraídos de otras disciplinas, los diseños manifiestan un intencionado énfasis especulativo **[Fig.228]**. Por ello, el empleo de una representación menos detallada abre la puerta a futuros procesos de información del proyecto en los que los diferentes agentes puedan interpretar las conclusiones elaboradas por el arquitecto y añadan nuevos puntos de vista **[Fig.229]**. Se trata de una estrategia de diseño basada en la simulación de un lugar, con una construcción previa de carácter abstracto, que va sumando contribuciones y se reconfigura al tiempo que se hace más realista y rigurosa con la interactuación multidisciplinar [155]. La disposición de un modelo de simulación tridimensional con menos carga de realismo permite su rápida modificación. La capacidad de reajuste y una representación abierta crea espacio para el proceso de trabajo, motivando la implicación de las partes para, como apuntan algunos estudios, facilitar la co-creación [156]. El pensamiento puede ser proyectado como prototipado, acercando la distancia entre teoría y práctica, o al menos, introduciendo un eslabón intermedio entre la ideación y la concreción detallada más próxima a la realidad [157] **[Fig.230]**. Se propone así una forma orgánica de trabajo que es apropiada para procesos participativos y de toma de decisión complejos en la que la representación no es un resultado sino una forma de comunicación y de entendimiento común entre las partes.

[155] *Wang D (2013) Simulation Research. In: Architectural Research Methods. Wiley, pp 349–379*

[156] *Raaphorst K, van der Knaap W, van den Brink A, Roeleveld G (2019) Visualization, participation and rhetoric: The discursive power of landscape design representations in participatory processes. J Landsc Archit 14:42–53.*

[157] *Speaks M (2005) After theory. Archit Rec 193:72–73.*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



Fig. 229

El objetivo general de la publicación es facilitar la aceptación de este tipo de "monstruo marino", la máquina que produce energía en el mar, como objeto cultural desvelando su capacidad simbólica y mostrando por otra parte, la posibilidad de que al someterlo al diseño puede comprenderse dentro de un entorno específico. No existe, por tanto, el heroísmo maquinista propio del positivismo de principios del s. XX o de las utopías de los 60 y 70, desde Fuller a Kikutake y el mar. Desde el trabajo de esta tesis, el mar no es el salvador de un ámbito terrestre exhausto sino una parte más del sistema territorial que hay que visibilizar y atender y que corre el riesgo de asemejarse a su anverso litoral. Las soluciones aportadas en la publicación muestran proyectos que pretenden la disolución del objetivo productivista en una red de componentes que transformen el parque energético habitual en una forma de ocupación del mar plenamente cultural y respetuosa con los paisajes en los que se instala.

//////

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

PUBLICACIONES

Los batiscafos



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

IV. PUBLICACIONES APORTADAS

Los batiscafos

Los batiscafos son embarcaciones subacuáticas preparadas para observar y explorar el fondo marino. Evolucionaron desde precarios prototipos de madera y propulsión humana de mediados del siglo XIX hasta las sofisticadas máquinas actuales. Hoy en día, son laboratorios marinos móviles que se adentran dentro del propio territorio que exploran, el marino. Tienen, por tanto, un papel activo, no sólo en cuanto que se mueven por el medio objeto de estudio, sino porque, además, intervienen sobre él con su presencia y alteran la mirada de en espacio que queda revelado desde ese momento.

Los artículos que componen esta tesis son batiscafos, es decir, dispositivos de exploración que son un ensayo en sí mismo y que se lanzan al medio marino para ser validados. En cada artículo se genera una tesis sobre el proyecto de la infraestructura energética marina: un marco teórico, una metodología de diseño y unas herramientas de proyecto. Estas tesis conforman juntas un laboratorio de cuyo trabajo se obtiene un resultado en forma de escenarios dibujados para una transición energética basada en las fuerzas del mar. Las estrategias elaboradas en las publicaciones son desplazadas a lugares específicos y se materializan en proyectos entre lo cuantitativo y lo cualitativo basados en los principios metodológicos planteados anteriormente. Los escenarios son, por tanto, proyectos provisionales que replantean las mismas estrategias proyectuales y el método por el que fueron concebidos. En este terreno de incertidumbre cada proyecto se convierte en espacio abierto de reflexión que resulta siempre el inicio de un nuevo proceso.

//////

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Publicación I

Fecha recepción Receipt date 22/10/2022 Fechas evaluación Evaluation dates 22/11/2022 & 29/11/2022 Fecha aceptación Acceptance date 02/12/2022 Fecha publicación Publication date 01/06/2022

Nuevas formas de ocupación del mar. La infraestructura energética renovable

New Ways of Occupying the Sea. Renewable Energy Infrastructure

Daniel Cueto Mondejar [1], Francisco Javier Castellano Pulido[2]
[1] U ersidad de Málaga
ORCID: 0009-0002-6326-4719
[2] U ersidad de Málaga
ORCID: 0000-0002-9287-1983

Traducción Translation Universidad de Málaga

DOI: https://doi.org/10.31921/constelaciones.n11a14

Palabras clave Keywords
Energías marinas, paisaje energéticos, ordenación marítima, infraestructura
Marine energy, energy landscapes, marine planning, infrastructure

Resumen

Las energías renovables marinas supondrán a medio plazo una relevante aportación a la transición energética. El impacto espacial en el territorio de su infraestructura y la singularidad del medio marino sugieren una atención específica a su proyecto de integración en el paisaje. A través del estudio de la literatura, de ejemplos relevantes y de manuales prácticos, este estudio describe cuatro temas principales de reflexión: *infraestructura-red, patrones espaciales, percepción y visibilidad y arquitecturas marinas*. El objetivo de este trabajo es ensanchar el ámbito de las energías marinas desde una mirada transversal y multidisciplinar procedente de la arquitectura y el paisajismo. Desde esta perspectiva anticipamos una serie de consideraciones para repensar el actual ordenamiento marítimo y las estrategias que rigen hoy la integración de la infraestructura en el paisaje. Estas son fundamentales para abordar el proyecto global de la infraestructura energética marina y la ocupación del espacio marítimo en general en las próximas décadas.

Abstract

Marine renewable energies will make a significant contribution to the energy transition in the medium term. The spatial impact on the territory of its infrastructure and the singularity of the marine environment suggest a specific attention to its integration project in the landscape. Through the study of the academic literature, relevant examples and practical manuals, this study describes four main themes for reflection: *infrastructure-network, spatial patterns, perception and visibility and marine architectures.* The objective of this work is to broaden the field of marine energies from a transversal and multidisciplinary perspective from architecture and landscaping. From this perspective, we anticipate a series of considerations to rethink the current maritime planning and the strategies that define the integration of infrastructure into the landscape today. They are essential to address the global project of marine energy infrastructure and the occupation of maritime space in general in the next decades.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Publicación II

La integración de la energía renovable en el paisaje litoral europeo

Tres casos de estudio

Integration of renewable energy infrastructure in the European coastal landscape

Three case studies

Daniel Cueto Mondéjar, F. Javier Castellano-Pulido

rita_20
noviembre 2023
ISSN: 2340-9711
e - ISSN 2386 - 7027
págs 188-211

Resumen. El gran desarrollo que ha mostrado la energía renovable como estrategia central de la denominada *transición energética* ha provocado importantes impactos en el territorio. Estos incluyen desde conflictos con otras actividades económicas hasta la invasión de paisajes de gran valor cultural. Estas intersecciones, con ciertas particularidades, también se aprecian en ciertos contextos litorales en los que se están implementando nuevas tecnologías tanto en mar como en tierra para la obtención de energía. Atender a este contexto específico desde su dimensión espacial por parte de la arquitectura y desde una noción amplia de la idea de paisaje puede permitir importantes aprendizajes para el proyecto de la energía. Este trabajo presenta un análisis de tres casos de estudio como ejemplos relevantes de los procesos emergentes de ocupación del litoral europeo: *el parque eólico de Middelgrunden, la planta undimotriz de Mutriku y la infraestructura mareomotriz del estuario del Rance*. El estudio realiza una relectura de sus aspectos espaciales desde una mirada arquitectónica y define estrategias de diseño que relacionan la infraestructura energética litoral con su contexto paisajístico y sociocultural específico, proponiendo así relaciones transversales que pueden incorporarse a los procesos de integración multidisciplinares para futuros escenarios de la energía en la costa.

Palabras Clave
Energías renovables
Paisaje litoral
Ordenación del espacio marino
Infraestructura
Energía marina
Energía eólica

ABSTRACT. The great development that renewable energy has shown as a central strategy of the so-called *energy transition* has caused significant impacts on the territory. These range from conflicts with other economic activities to the invasion of landscapes of great cultural value. These intersections, with certain particularities, are also seen in certain coastal contexts in which new technologies are being implemented both at sea and on land to obtain energy. Attending to this specific context from its spatial dimension on the part of architecture and from a broad notion of the idea of landscape, can allow important learnings for the energy project. This paper presents an analysis of three case studies as relevant examples of the emerging processes of European coastal occupation: the *Middelgrunden wind farm, the Mutriku wave plant* and the *tidal infrastructure of the Rance estuary*. The research makes a rereading of its spatial aspects from an architectural perspective and defines strategies that allow the coastal energy infrastructure to be related to its specific landscape and sociocultural context, thus proposing transversal relationships that can be taken into account in multidisciplinary integration processes for future scenarios of energy at the coast.

KEY WORDS. Renewable energies, coastal landscape, marine spatial planning, infrastructure, wave energy, wind energy.

DOI 10.24192/2386-7027(2023)(v20)(10)

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Publicación III

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

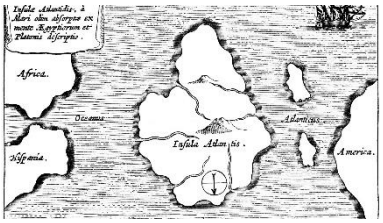
Publicación 3 – capítulo de libro

Cueto Mondéjar, D., y Castellano Pulido, F. J. (2024). Los paisajes de la energía en el mar: propuestas multifuncionales para el litoral mediterráneo español. En: Mediterranean landscape in transition. Nuevos enfoques para hacer frente a los nuevos retos sociales y medioambientales. Ed. Tirant lo Blanch. 205-219. ISBN: 9788411832380

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

CONCLUSIONES

Las futuras Atlántidas



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

V. CONCLUSIONES. Las futuras Atlántidas

Las *futuras Atlántidas* son aquellos lugares horizonte que se preservan a lo largo del tiempo como referencia deseada, como utopía, pero que al mismo tiempo son motor del cambio que guía el afán investigador. Incluimos bajo este título las conclusiones del estudio. Sin más pretensión que la de inspirar a las futuras prácticas en este ámbito, se trata de plasmar las reflexiones que se vislumbran dentro de este trabajo y materializarlas en tres resultados que sintetizan sus intenciones: una *metodología*, *un marco espacial* y un *atlas*. Se describen también potenciales líneas de investigación futuras como posibles rutas por las que navegar a partir de lo realizado en el contexto de este trabajo.

Esta Tesis Doctoral pretende ser una contribución a las investigaciones que tratan de expandir los campos de actuación de la arquitectura. El trabajo aspira a fomentar el estudio de la relación de la infraestructura energética con el paisaje marino que en España ha tenido menos atención que en otros países europeos como Reino Unido o Países Bajos y que, sin embargo, se encuentra ante la misma urgencia. Se pretende así plasmar una mirada cultural y arquitectónica sobre el sector de la energía. En general, la meta fundamental del estudio ha sido de anticipar y visibilizar las consecuencias espaciales de la colonización del mar por una infraestructura de vital importancia como es la energética. A través de los tres objetivos propuestos y de las especificidades temáticas y contextuales de este estudio, se plantea una aproximación a la problemática de la integración de la infraestructura en el paisaje, tanto marino como terrestre y con independencia del ámbito técnico, una preocupación fundamental del paisajismo pasado y actual. Este es un tema profundamente abordado desde la literatura científica, los manuales de integración de los planes regionales o territoriales y desde la teoría y la práctica de la arquitectura del paisaje.

V. Conclusions. Future Atlantises

The *future Atlantises* are those horizon places preserved over time as pristine references, as utopias, but at the same time they serve as the engine of change that drives research ambition. Under this title, we include the conclusions of the study. With no greater aim than to inspire future practices in this field, it seeks to capture the reflections that emerge from this work and materialize them in two outcomes that synthesize its intentions: a *methodology*, a *spatial framework* and an *atlas*. Additionally, possible routes for future exploration are described.

This Doctoral Thesis aims to contribute to research that seeks to expand the scope of architecture. It aspires to promote the study of the relationship between energy infrastructure and marine landscapes, which in Spain has received less attention than in other European countries like the United Kingdom or the Netherlands, but is equally urgent. Specifically, this thesis has sought to offer a different perspective on the energy sector. In general, the goal of the study has been to anticipate and make visible the spatial consequences of the colonization of the sea by infrastructure as vital as energy infrastructure. Through the three proposed goals the thematic and contextual specifics of this study, it emerges an approach to the issue of infrastructure integration into the landscape, whether the infrastructure is marine or terrestrial. This is a fundamental concern of past and present landscape architecture. It is a subject that has been deeply addressed in scientific literature, regional or territorial integration manuals, and in the theory and practice of landscape architecture.

The possibility of stepping back from the current context and its urgency to anticipate future marine scenarios allows for a broader perspective on the issues, a certain creative freedom in outlook, and the experimental licenses of an approach unburdened by specialized knowledge.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Therefore, the results presented by this study should not be limited solely to the field of marine energy but should be considered as a reflection on the three fundamental themes that have been identified as the main objectives: the validity of the current maritime planning systems, the suitability of infrastructure integration systems applied in the landscape today, and the role of architecture and its professionals in this field.

The sea has always been a domain of the ephemeral. The interventions that have taken place over this territory throughout history have been mostly limited to transit: vessels, increasingly sophisticated, have spanned greater distances and taken on more functions, to the point that today they represent the most common means of transporting goods. However, the infrastructure that has most clearly established itself in the sea has been energy-related. Not only through massive platforms for extracting fossil fuels but also through infinite underwater pipelines that cross seas and oceans, or via spills, leaks, and discharges that occasionally devastate these landscapes. In the renewable energy field, in areas like the North Sea, offshore wind energy is a well-established reality with a significant spatial impact and exponential future growth potential. To date, debates about these projects have focused on environmental or economic aspects, without significant reflection on the potential these projects could have if their designs embraced the complexity of the territories in which they are situated.

Therefore, it was considered relevant to address this emerging reality while the sector is still in its early stages, spaecialy in the Mediteranean Sea, confined to very specific regional areas and limited to shallow waters. In the Spanish case, two factors make the reflections of this study particularly relevant for anticipating the challenges of future marine scenarios: the recent emergence of marine spatial planning (POEM) and the current absence of the technologies necessary to make offshore wind energy in deep waters possible.

La posibilidad de tomar distancia del contexto actual y su urgencia para anticipar los escenarios marinos del futuro permite una perspectiva más amplia de las problemáticas, una cierta mirada desinhibida y las licencias experimentales de un acercamiento sin las cargas del conocimiento especializado. Por esa razón, los resultados aportados por este estudio no deben ser limitados únicamente al ámbito de la energía marina sino que también pueden considerarse una reflexión hacia los tres temas fundamentales que se han planteado como objetivos principales: la validez de los sistemas de ordenación del mar vigentes, la conveniencia de los sistemas de integración de la infraestructura aplicados en el paisaje hoy en día y el rol de la arquitectura y sus profesionales en este ámbito.

El mar ha sido siempre terreno de lo efímero. Las intervenciones que a lo largo de la historia han ido sucediéndose sobre este territorio se han limitado mayoritariamente al tránsito: embarcaciones cada vez más sofisticadas que han ido abarcando cada vez más distancias y han asumido más funciones hasta constituir, de hecho, el medio de transporte de mercancías más frecuente. La infraestructura que de una forma más clara ha podido asentarse en el mar, en cambio, ha sido la energética. No sólo a través de las enormes plataformas de extracción de combustibles fósiles, sino también de conducciones submarinas infinitas que cruzan mares y océanos o mediantes vertidos, fugas o derrames que asolan puntualmente estos paisajes. En el ámbito renovable, por su parte, en lugares como el Mar del Norte, la energía eólica marina es una realidad consolidada de enorme impacto espacial y con un margen de crecimiento futuro exponencial. Los debates en relación a estos proyectos hasta el momento son medioambientales o económicos, y no se ha realizado una reflexión importante sobre los potenciales que estos pueden tener si sus proyectos se abren a la complejidad del territorio en el que se implantan. Por tanto, se ha creído pertinente abordar esta realidad que está emergiendo cuando todavía el sector se encuentra en un estado

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Through the results generated by this thesis, these themes have been appropriately reconsidered. How it was mentioned in the introduction of this thesis, the articles answer, sintesize and develope to the corresponding main objetives proposed. The first publication is focused in the goal of revisiting the territorial planning from a cultural vision and question it by mean of new narratives about marine energy starting from the regards provided in the theoretical framowrk at the beginning of this thesis.. The infrastructure project is connected with its historical precedents and with the territory at different scales, detecting its spatial dimensions. In the second publication, in relation to the second objective of widing the strategies of integration of infrastructure in landscape, a reinterpretation of three case studies was conducted from a sociocultural perspective, highlighting their relationships with the territory. Additionally, as a conclusion, operational strategies have been extracted to be considered in the design and decision-making processes in architectural projects. Finally, in the third contribution, the previous narratives and strategies were put into practice to generate new scenarios for marine energy in real settings, where clearly the disciplines of design show their potentials as it was intended by the third objective.

The following is a summary of the results of the publications included in this compendium, emphasizing their interrelation as part of a unified methodology for intervention in the marine landscape.

incipiente, especialmente en el Mediterráneo, delimitado todavía a ámbitos regionales muy concretos y delimitados a áreas con poca profundidad. El caso español, por su parte, presenta dos factores que provocan que resulte pertinente la reflexión de este estudio para anticipar las problemáticas de los escenarios marinos del futuro: la reciente aparición de los planes de ordenación marina (POEM) y la ausencia, de momento, de las primeras tecnologías que deberían hacer posible la energía eólica en aguas profundas.

A través de los resultados generados por esta tesis, estas cuestiones han sido convenientemente replanteadas. Como se ha mencionado en la introducción a esta tesis, los artículos responden, sintetizan y desarrollan respectivamente los objetivos propuestos. La primera publicación se centra en el objetivo de revisitar el planeamiento territorial desde una visión cultural y cuestionarlo mediante nuevas narrativas sobre la energía marina partiendo de las miradas planteadas en el marco teórico. Se ha conectado el proyecto de la infraestructura con sus precedentes históricos y con el territorio en sus diferentes escalas para detectar sus dimensiones espaciales. En el segundo texto, en relación al segundo objetivo de ampliar las estrategias de integración de la infraestructura en el paisaje, se realiza la relectura de tres casos de estudio analizados desde una mirada sociocultural, visibilizando sus relaciones con el territorio. Se han extraído como conclusión estrategias operativas a tener en cuenta en los procesos de diseño y toma de decisión en los proyectos de arquitectura. En la tercera aportación, por último, se han llevado a la práctica las narrativas y las estrategias anteriores para generar nuevos escenarios de la energía marina en ámbitos reales, que ponen claramente de manifiesto el potencial de las disciplinas del diseño en el ámbito energético marino como pretendía el tercer objetivo.

A continuación se realiza un resumen de los resultados de las publicaciones aportadas a este compendio incidiendo en la relación

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Paper 1. *New Forms of Marine Occupation: Renewable Energy Infrastructure.*

Revista Constelaciones

The first article is a free review of relevant topics to explore the spatial aspects of energy projects at sea. The aim was to broaden the references of a highly constrained sector like energy to generate a richer and more complex general framework in line with current landscape theories. The study creates narratives that encompass new social and cultural dimensions that can positively influence the relationship of communities with infrastructure. Infrastructure-network, spatial patterns, perception and visibility, and marine architectures are broad categories that tackle the same topic from multiple approaches. They relate different bibliographic and project references to generate new meanings around the marine energy infrastructure project. The first theme—infrastructure-network—highlights the connective nature of the system, often invisible, The second theme, spatial patterns, pertains to the specific spatial distribution characterizing energy parks through parametric and extensive occupation of the sea. Perception and visibility clarify the visual relationship of infrastructure with the landscape and its impacts on communities, while marine architectures, the fourth theme to be addressed, relate to material proximity and the experience of space.

Through these categories, various pathways can be found for architectural projects, where a question previously understood in environmental or economic terms is expressed in spatial and sociocultural terms. A viewpoint is proposed that moves away from a "pessimistic" type of intervention focused on mitigating impacts, instead emphasizing the discovery of novel concepts and situations for the performance of design disciplines.

entre ellas como parte de una misma metodología de intervención sobre el paisaje marino.

Artículo 1. *Nuevas formas de ocupación del mar. La infraestructura energética renovable. Revista Constelaciones*

El primer artículo es una revisión exploratoria de los temas relevantes para explorar los aspectos espaciales del proyecto de la energía en el mar. Se ha pretendido ampliar las referencias de un sector muy encorsetado como el energético para generar un marco general más rico y complejo en consonancia con las teorías actuales del paisaje. El estudio crea narrativas que abarcan nuevas dimensiones sociales y culturales que pueden influir positivamente en la relación de las comunidades con la infraestructura. *Infraestructura-red, patrones espaciales, percepción y visibilidad y arquitecturas marinas* son categorías amplias e integradoras que tratan el mismo tema desde múltiples aproximaciones. Relacionan diferentes referencias bibliográficas y proyectuales para generar nuevos significados alrededor del proyecto de la infraestructura energética marina. El primer tema —*infraestructura-red*— pone de relieve la naturaleza conectiva del sistema, a menudo no visible. La segunda, *patrones espaciales*, tiene que ver con la distribución espacial específica que caracteriza a los parques energéticos mediante la ocupación paramétrica y extensiva del mar. *Percepción y visibilidad* concreta la relación visual de la infraestructura con el paisaje y sus impactos en las comunidades, mientras que las *arquitecturas marinas*, el cuarto tema a tratar, tienen que ver con la proximidad material y la experiencia del espacio. Es posible, a través de estas categorías, encontrar diversos enfoques para el proyecto de arquitectura donde se expresa en términos espaciales y socioculturales una cuestión hasta ahora entendida como ambiental o económica. Se propone un punto

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Paper 2. *The Integration of Renewable Energy into the European Coastal Landscape: Three Case Studies.*

Revista RITA

The second article that constitutes this work is a study of three significant existing infrastructures for a landscape re-reading of the energy project. It seeks the dimensions defined in the first article within specific marine energy projects. The energy plants of *Middelgrunden, Mutriku,* and the *Rance Valley* showcase rich and varied relationships with the territory that have not been addressed in the literature until now. These cases were chosen for their long working time, providing a wealth of studies and information about them.

From this small but relevant sample, general principles of action for the integration of infrastructure into the coastline are extracted. This forms the basis for a methodology that gives rise to future scenarios for a fair and sustainable energy transition.

Technologies designed for energy utilization, like any other industrial facility, rely on the standardization of processes and designs, their evaluation, and continuous improvement until they are replaced by more efficient or environmentally friendly alternatives. In contrast to this systematic engineering approach, the studied examples reveal specific local conflicts—spatial in this case—that lead to equally specific responses aimed at addressing sociocultural and landscape intersections.

While the conventional approach to project implementation is primarily preventive, focusing on impact mitigation, this study seeks to highlight a potential that fosters a proactive vision of energy projects. Any implementation entails positive potentials derived from leveraging social, ecological, or economic benefits. Greater attention is required in each tendered project to address these aspects, which, in turn, could be incorporated into the requirements of each energy park.

de vista alejado de un tipo de intervención "pesimista" centrada en la mitigación de los impactos, para poner el foco en el descubrimiento de conceptos y situaciones novedosas para el desempeño de las disciplinas del diseño.

Artículo 2. *La integración de la energía renovable en el paisaje litoral europeo. Tres casos de estudio. Revista RITA*

El segundo artículo que constituye este trabajo es un estudio de tres infraestructuras existentes y de relevancia para una relectura paisajística del proyecto de la energía. Es una búsqueda de las dimensiones definidas en el primer artículo dentro de proyectos concretos de la energía marina. Las plantas energéticas de *Middelgrunden, Mutriku y el valle del Rance*, muestran ricas y variadas relaciones con el territorio que no habían sido atendidas en la literatura hasta ahora. Los casos fueron escogidos por las diferentes tecnologías que utilizan y por su largo periodo de funcionamiento que ha dejado una gran cantidad de estudios relacionados disponibles. Desde esta reducida, pero relevante muestra, se extraen unos principios de actuación generales para la integración de la infraestructura en el litoral. Se construye la base para una metodología que dé origen a futuros escenarios para una transición energética justa y sostenible.

Las tecnologías diseñadas para el aprovechamiento energético, como cualquier otra instalación industrial, basan su funcionamiento en la estandarización de los procesos y de los diseños, su evaluación y su perfeccionamiento, hasta ser sustituidos por otros más eficientes o de menor impacto ambiental. Frente a esta sistemática ingenieril, los ejemplos estudiados presentan conflictos locales y concretos, en este caso espaciales, que devienen en respuestas también específicas para resolver las intersecciones socioculturales y paisajísticas. Mientras que la actitud habitual en relación al contexto de implantación es preventiva, basada en la mitigación deimpactos, se pretende visibilizar un potencial que promueva una visión proactiva del proyecto

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

energético. Cualquier implementación implica potenciales positivos derivados de aprovechar sus beneficios sociales, ecológicos o económicos. Requiere una mayor atención en cada proyecto licitado abordar estos aspectos que, del mismo modo, podrían integrarse en los requerimientos de cada parque energético. Esta especificidad es a la que intenta dar cabida el conjunto de estrategias de diseño planteadas, que ordenadas según el tipo de integración que fomentan, pueden ser ensayadas en otros ámbitos del proyecto de la energía marina y litoral.

The set of proposed design strategies aims to accommodate this specificity. Organized according to the type of integration they promote, these strategies can be tested in other areas of marine and coastal energy projects.In contrast to this standardization, the studied examples present specific local conflicts, in this case, spatial conflicts, which lead to equally specific responses. It becomes evident that a much more open attitude must exist in the design of projects, one that is not merely preventive but also proactive. Any implementation involves potential positive impacts; therefore, leveraging its social, ecological, or economic benefits should be an obligation of each project bid, as well as the requirements of each tender.

Capítulo de libro. *Los paisajes de la energía en el mar: propuestas multifuncionales para el litoral mediterráneo español. Ed. Tirant lo Blanch*

Como continuación de los dos artículos anteriores, el capítulo de libro presentado podría plantearse como el ensayo de sus conclusiones. Si las dimensiones espaciales explicadas en el primero, daban pie a la extracción de una serie de estrategias para la intervención en el segundo artículo, en esta publicación se trata de aplicar dichos principios de trabajo en el contexto del litoral mediterráneo. Una vez ampliado el marco conceptual del ámbito de la energía en el mar y de haber entendido la complejidad espacial y sociocultural de la implementación una infraestructura de este tipo, se hace necesario comprender los desafíos que proyectos específicos implican actualmente para la disciplina y para la regulación marina.

En el capítulo se aportan los resultados de tres proyectos sobre los sectores designados por los Planes de Ordenación del Espacio Marítimo en el mar Mediterráneo como áreas de alto potencial para la eólica marina. En ellos se ha tratado de aplicar de forma parcialmente sistematizada un proceso asimilable al del proyecto de arquitectura. Se estudian los contextos locales en sus aspectos sociales, culturales y ambientales y en combinación con los potenciales energéticos se tejen paisajes complejos que atienden tanto a una mirada regional como a sus componentes locales. Teniendo en cuenta requerimientos técnicos esenciales que la infraestructura impone se genera para todos los casos

Book Chapter. *The Landscapes of Energy at Sea: Multifunctional Proposals for the Spanish Mediterranean Coast.*

Ed. Tirant lo Blanch

As a continuation of the two previous articles, the presented book chapter can be viewed as an essay of their conclusions. If the spatial dimensions explained in the first article led to the extraction of a series of strategies for intervention in the second article, this publication aims to apply these working principles in the context of the Mediterranean coastline. Once the conceptual framework of marine energy has been expanded and the spatial and sociocultural complexity of implementing such infrastructure has been understood, it becomes necessary to comprehend the challenges that specific projects currently pose for the discipline and for marine regulation.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

una suerte de"urbanismo marino energético". Este es capaz de acoger nuevos usos y estructuras de una forma ordenada y bajo una espacialidad marina. Así, como resultado, fueron elaborados proyectos singulares que ponen en crisis la rigidez tanto temporal como espacial de la normativa vigente. Plantean la importancia de introducir la multifuncionalidad de forma transversal y cómo esta estrategia promueve la incorporación de otras disciplinas a los procesos de diseño. El mar como paisaje y como territorio de implementación propone nuevas reglas para un marco rico en innovadores referencias y parámetros para el arquitecto. Esto obliga a desprenderse de las estrategias de diseño habituales en tierra, a entender su inmensa vastedad, a la ausencia de referencias visuales y a la vulnerabilidad de un ecosistema de apariencia salvaje. Los tres ensayos incluidos muestran cómo el proyecto en el mar debe enriquecerse de nuevas narrativas y de una genealogía de formas, materiales y texturas fundada en la inestabilidad del medio, en una acelerada obsolescencia y en paradigmas culturales diferentes.

//////

The chapter presents the results of three projects on the sectors designated by the Marine Spatial Planning (MSP) in the Mediterranean Sea as areas of high potential for offshore wind energy. It has sought to partially systematize a process akin to architectural design. Local contexts are studied in their social, cultural, and environmental aspects, and combined with energy potentials, complex landscapes are woven that address both a regional perspective and their local components.

Considering the essential technical requirements imposed by the infrastructure, a kind of "marine energy urbanism". This framework is capable of accommodating new uses and structures in an organized manner under a marine spatiality. As a result, singular projects have been developed that challenge the temporal and spatial rigidity of existing regulations. They underscore the importance of introducing multifunctionality transversally and how this strategy promotes the inclusion of other disciplines in design processes.

The sea as a landscape and as a territory for implementation proposes new rules within a new framework rich in new references and parameters for the architect. This compels a departure from land-based construction methods, an understanding of its immense vastness, the absence of visual references, and the vulnerability of an ecosystem that appears wild. The three included essays demonstrate how marine projects must be enriched by new narratives and a genealogy of forms, materials, and textures founded on the instability of the medium, rapid obsolescence, and different cultural paradigms.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Resultados globales y discusión

Como continuación de los resultados específicos de los artículos aportados, se presentan tres propuestas que generalizan las conclusiones previas y que conforman herramientas que desde el diseño van a permitir continuar la línea de investigación desarrollada en esta tesis, Cada una de ella surge como respuesta a un objetivo inicial. *La metodología general* aparece como compendio de la ampliación de la mirada sobre la integración paisajísta mencionada en el segundo objetivo. En relación al tercero, aparece el *marco espacial marino* que se plantea como síntesis de la labor del arquitecto en la gestión espacial del espacio energético en el mar. Finalmente el *Atlas del Mediterráneo* es el tablero de juego para un nuevo planeamiento flexible y complejo que aúna la perspectiva sociocultural que se ha fijado con el primer objetivo.

Una metodología general

La arquitectura y el urbanismo están en un proceso de profunda actualización de sus principios de acción y pensamiento. En las últimas décadas la disciplina ha asimilado la sostenibilidad como fundamento indispensable de toda intervención, a veces como bandera un tanto superficial, pero en los mejores casos estableciendo relaciones profundas con la ecología y la biología que sitúan a la acción del hombre en el territorio como parte del hábitat. El reconocimiento de la complejidad del ecosistema y por tanto del proyecto espacial que en él que se desarrolla ha requerido de la incorporación de conocimiento científico y práctico de otros campos. El paisajismo representa de forma inherente el intercambio entre diferentes mundos y se desarrolla alimentado por la diversidad de ámbitos de acción que atiende. Del mismo modo, los sectores de la ingeniería, energética en este caso, deben entender que sólo desde una mirada abierta sobre el territorio se pueden afrontar proyectos regionales de evidente transversalidad en los que emergen factores espaciales de valor social y cultural que enriquecen los proyectos de la infraestructura a implementar.

Global results and discussion

As a continuation of the specific results of the provided articles, three proposals are presented that generalize the previous conclusions and form tools that, from a design perspective, will allow for the continuation of the research line developed in this thesis. Each of them emerges as a response to an initial objective.

The general methodology serves as a synthesis of the expanded perspective on landscape integration mentioned in the second objective. Regarding the third objective, the marine spatial framework is introduced as a synthesis of the architect's role in spatial management within the marine energy space. Finally, the Mediterranean Atlas acts as a game board for a new, flexible, and complex planning approach that integrates the sociocultural perspective established in the first objective.

A general methodology

Architecture and urbanism are undergoing a profound update of their principles of action and thought. In recent decades, the discipline has assimilated sustainability as an indispensable foundation for all interventions, sometimes as a somewhat superficial banner, but in the best cases establishing deep relationships with ecology and biology that position human action in the territory as part of the habitat. The recognition of the complexity of the ecosystem and, therefore, of the spatial project developed within it has required the incorporation of scientific and practical knowledge from other fields. Landscape architecture inherently represents the exchange between different worlds and is developed from the diversity of action domains it addresses. Similarly, sectors like engineering, particularly energy, must understand that only with an open perspective on the territory can regional projects of evident transversality be tackled, where social and cultural spatial factors emerge, enriching the infrastructure projects to be implemented.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

The work of this thesis and the three publications presented define a general methodology that allows for the inclusion of marine and coastal energy projects within the landscape project territory through the Research by design, under the design disciplines influence.

The methodology encompasses two phases—the context analysis and the design process—overlapping and mutually reinforcing these two sequences. On one hand, the context analysis has three temporal domains—current, latent, and future landscapes [Fig.231]. The first are heirs to historical precedents that have crystallized in the current form of the territory. Latent landscapes refer, on one hand, to available energy resources and to the relationships to be explored between infrastructure, ecology, culture, and economy.

Finally, future landscapes offer distinct scenarios as a socioeconomic framework for the projects. Some of the most common scenarios in the context of energy transition are: growth in demand for an energy mix similar to the current one (BAU, Business as Usual), a reduction in demand with 100% renewable production (MORE), and a scenario of reduced demand covered by the current mix (LESS). In the case of this doctoral thesis a scenario LESS has been put in practice how is described in tha chapter *A scenario for 2050*. Focused scenario analysis (TSA) allows for comparing trends based on specific parameters or approaches. It is a widely used method in the energy sector for forecasting future energy demand and supply behaviors.

El trabajo de esta tesis y las tres publicaciones aportadas definen una metodología general que permite incluir el proyecto de la energía marina y litoral del proyecto del paisaje mediante la *Investigación a través del diseño*, bajo la influencia de las disciplinas del diseño.

La metodología abarca dos fases —el análisis del contexto y el proceso de diseño— solapándose y retroalimentándose estas dos secuencias. Respecto al estudio del contexto, se definen tres ámbitos temporales —paisajes actuales, latentes y futuros **[Fig.231]**. Los primeros son herederos de precedentes históricos que han cristalizado en la forma actual del territorio. Los paisajes latentes, por otra parte, tienen la capacidad de mostrar los recursos energéticos disponibles al tiempo que incitan a descubrir las relaciones por explorar de la infraestructura con la ecología, la cultura y la economía. Por último, los paisajes futuros ofrecen escenarios distintos como marco socioeconómico para los proyectos. Algunas de las más habituales en el ámbito de la transición energética son: crecimiento de la demanda para un mix energético igual que el actual (BAU, Business as usual), una reducción de la demanda y un 100% de producción renovable (MORE) y un escenario de reducción de la demanda cubierto con el mix actual (LESS). En el caso de esta Tesis doctoral se ha planteado un escenario similar al MORE y se describe en el marco teórico en el apartado *Un escenario para 2050*. El análisis de escenarios focalizado (TSA) permite comparar tendencias basadas en parámetros o enfoques determinados. Es un método muy utilizado en el sector energético para la previsión de comportamientos de la demanda y la oferta energética en el futuro.

El segundo apartado de la metodología abarca unos procesos de diseño que se entienden desde tres aspectos fundamentales: *las escalas de trabajo, los componentes funcionales y los agentes de participación* **[Fig.231]**. Las primeras se refieren a las dimensiones planteadas en el primer artículo —redes, límites, patrones y arquitecturas— y definen el sistema espacial en el que el proyecto tiene lugar. Los *componentes*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

The second part of the methodology encompasses design processes understood from three fundamental aspects: work scales, functional components, and stakeholders [Fig.231]. The first refers to the dimensions outlined in the first article—networks, boundaries, patterns, and architectures—and defines the spatial system in which the project takes place. The functional components [Fig.232] applied in the case studies have been extracted as a potential catalog for multifunctionality in marine energy infrastructure. They challenge installations to explore their full potential and to multiply their objectives, as proposed in the third article. Finally, the stakeholdersare essential for managing complexity and achieving fair and sustainable processes amidst the delicate tensions that these projects entail.

funcionales **[Fig.232], que** aparecen aplicados en las propuestas del tercer artículo, se han extraído a modo de catálogo posible para la multifuncionalidad en la infraestructura energética marina. Desafían a las instalaciones a explorar todo su potencial y a multiplicar sus objetivos.Por último, los *agentes de participación* son esenciales para la gestión de la complejidad y para lograr procesos justos y sostenibles en las delicadas tensiones que estos proyectos implican.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

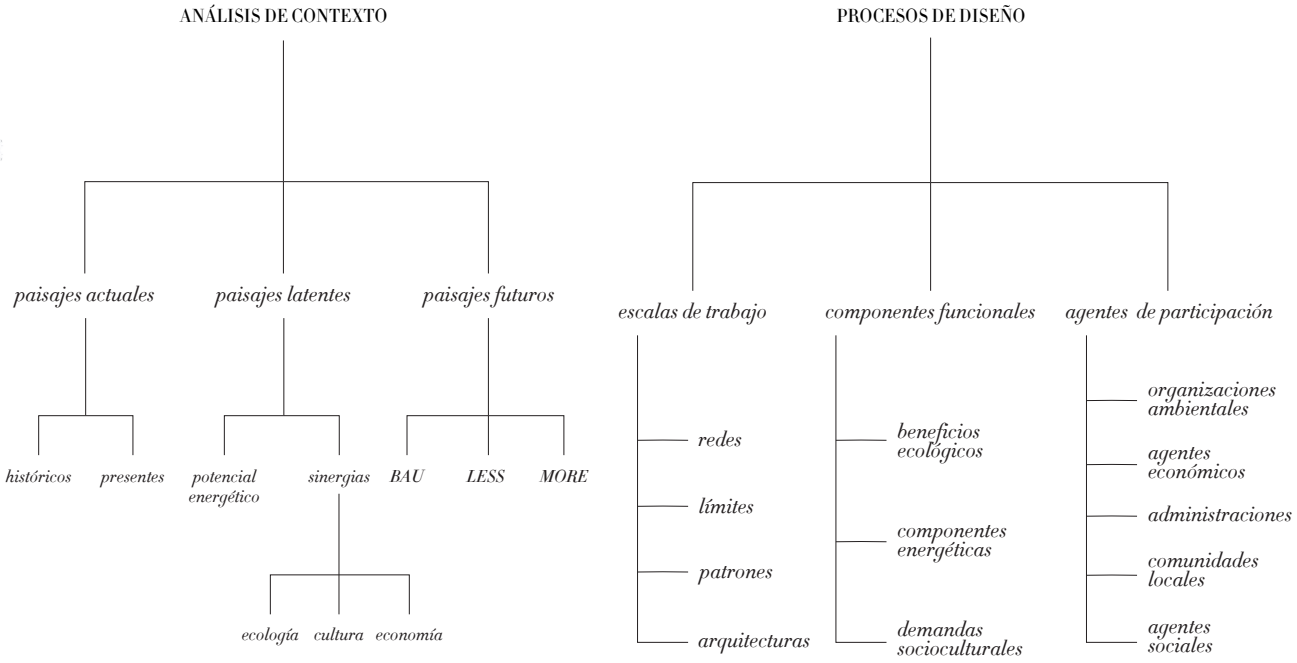


Fig. 231. Metodología de trabajo. Análisis de contexto y Procesos de diseño. Elaboración propia.

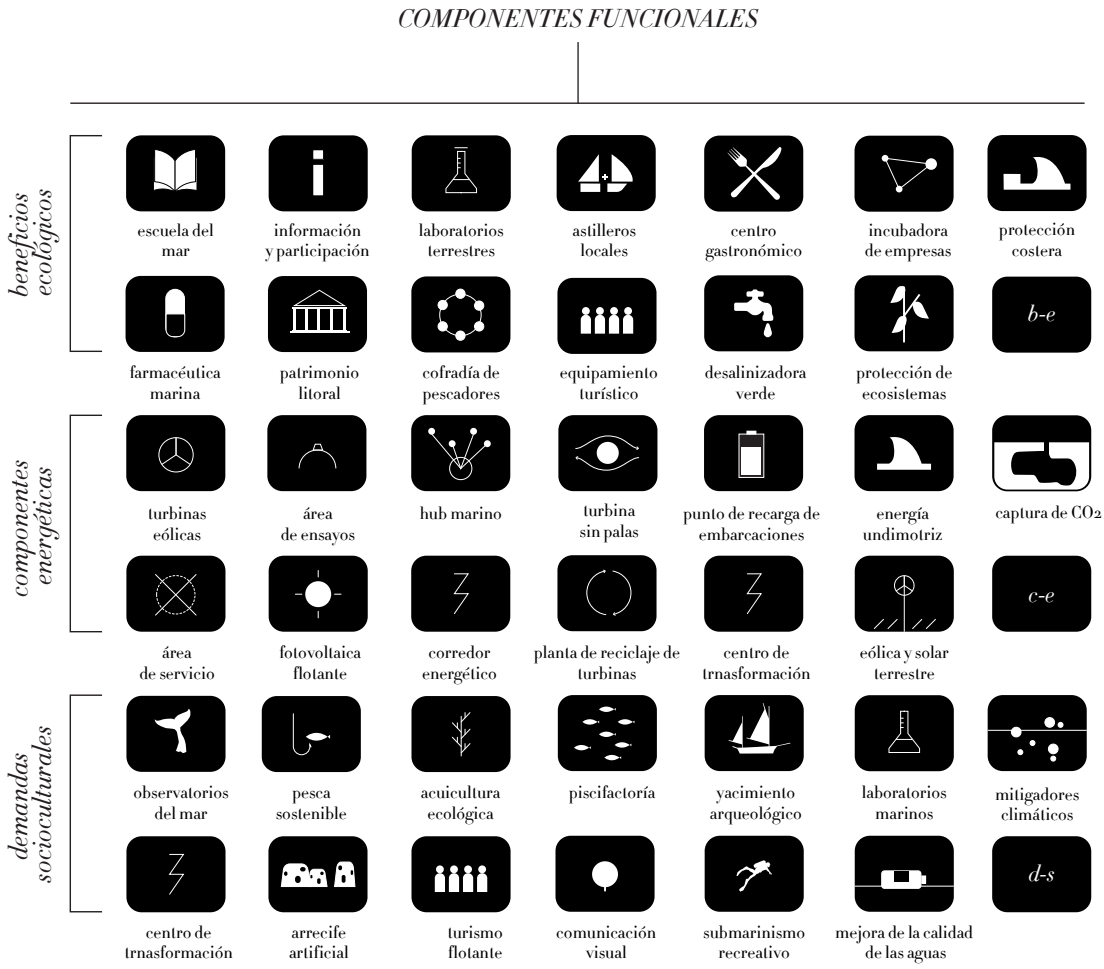


Fig. 232. Componentes funcionales. Elaboración propia

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Just as we seek to embed energy projects within architectural logics, the reverse process is also intended: to adapt an analytical process, which involves context analysis, planning studies, and the search for relevant references, to the energy sector—processes that are characteristic of the design field. The fact that the scope is regional and the object of work is energy infrastructure does not hinder a comparable analysis that addresses scale—building, neighborhood, city, and territory—as well as the diverse interests of the involved agents—social, economic, and political—and the concerns inherent in the sociocultural paradigm in which we live, particularly regarding energy, material resources, and temporality.

The architect has the opportunity to assume an important role in the design and decision-making processes within the energy sector, as they possess the capacity to understand the spatial and landscape issues that infrastructural projects present. This understanding allows them to address these challenges not only as aesthetic or visual problems but also in terms of reconciling uses, understanding sociocultural needs, generating inclusive spatial concepts, and more. Moreover, it is undeniable that their knowledge of the complexities of spatial processes can be beneficial when approaching marine spaces. Experience in marine activities such as dredging or fossil energy industries, the offshore wind projects that are already being conceptualized, and the overall management of spatial planning at local, national, and supranational jurisdictions highlight the direct translation of terrestrial procedures to this realm. This underscores the inevitable need to involve landscape and architecture professionals in the working processes that shape these developments to ensure their spatial growth is appropriately managed.

Del mismo modo que tratamos de insertar en las lógicas arquitectónicas el proyecto energético, se pretende el proceso inverso, adaptar al ámbito energético un proceso que involucra el análisis de contexto, el estudio del planeamiento y la búsqueda de referencias relevantes que le es propio al campo de diseño. El hecho de que el ámbito sea regional y el enfoque esté en la infraestructura energética no es impedimento para un análisis homologable que se ocupa de la escala —edificio, barrio, ciudad y territorio—, de los diferentes intereses de los agentes involucrados —sociales, económicos y políticos— y de las preocupaciones propias del paradigma sociocultural en el que vivimos en relación a la energía, los recursos materiales o lo temporal. El arquitecto tiene la oportunidad de asumir un rol importante en los procesos de diseño y toma de decisión en el ámbito energético. Desde la disciplina arquitectónica es posible entender los problemas espaciales y paisajísticos que los proyectos infraestructurales plantean no sólo como un problema estético o visual, sino desde su capacidad para conciliar usos, de entender necesidades socioculturales, de generar conceptos espaciales inclusivos, etc. Además, es indudable que su conocimiento en la complejidad de los procesos espaciales puede ser útil a la hora de abordar el espacio marino. La experiencia en las actividades marinas como el dragado o la industria energética fósil, los proyectos de eólica marina que ya se dibujan en el papel y en general la forma de gestión espacial del planeamiento local y de las jurisdicciones nacionales y supranacionales hace evidente la traslación directa de los procedimientos terrestres a este ámbito y la inevitable necesidad de recurrir a profesionales del paisaje y de la arquitectura en los procesos de trabajo que les dan lugar para gestionar de forma adecuada su desarrollo espacial.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Marine spaceframework

The planetary situation, however, subjected to climate change, presents us with the dilemma of how to confront uncertainty as a paradigm within which any spatial project must be embedded. The creation of an appropriate spatial framework for the marine environment has sought to address this demand by proposing rules of the game based on flexibility and variability. The proposals for energy landscapes shown in the third publication are specific experiments based on this framework. Their use aims to help prevent the *territorialization* of the marine environment by providing a unique form of occupation that is sensitive to the idiosyncrasies of the ocean and its activities.

In past projects for marine cities, these intentions were often translated through terrestrial urban forms, including examples such as large residential towers on fixed marine platforms fixed to the oceanc bed or massive mobile structures resembling cruise ships. However, this proposal is more about drawing on the marine surface and horizon than about the infrastructural construction of an industrial colonization of our oceans.

As shown in the third article, the framework is presented as a system of concentric rings around the energy device. The association of several rings forms this kind of "marine energy urbanism".The spatial distribution is based on maximizing utility while minimizing the impact of the usual layout of an energy park. Given the vast space they require and the significant opportunities they present as offshore installations, efforts are made to multiply the functions that these areas can assume, but under a determined order. Wind and solar farms are configured through parametric relationships, as are wave energy devices. In both cases, essential parameters include the height and diameter of the rotor, which in turn determine the distance between devices. Since the wind turbine is the device with the most significant landscape impact and is currently commercially established, it has been used as the basis for dimensioning the ring system. The radial shape of the system is related to the equidistance from the central element.

Marco espacial marino

La coyuntura planetariasometida al cambio climático nos plantea la disyuntiva de cómo afrontar la incertidumbre como paradigma en el que cualquier proyecto espacial debe insertarse. La creación de un **marco espacial** apropiado para el ámbito marino ha tratado de responder a esta demanda planteando unas reglas del juego con la flexibilidad y la variabilidad como premisas. Las propuestas de paisajes energéticos mostradas en la tercera publicación son ensayos específicos basados en este marco. Su utilización pretende ayudar a evitar la territorialización del medio marino aportando una forma de ocupación propia, sensible a la idiosincrasia del océano y de sus actividades. En proyectos pasados de ciudades marinas estas intenciones se han trasladado mediante formas urbanas terrestres, incluyendo ejemplos como grandes torres residenciales sobre plataformas marinas fijadas al lecho oceánico o grandes moles móviles similares a cruceros. Sin embargo, esta propuesta tiene más que ver con tratar de ordenar el uso del espacio marino y su horizonte que con la construcción infraestructural de una colonización industrial de nuestros océanos.

Como se muestra en el tercer artículo, el marco se presenta como un sistema de anillos concéntricos en torno al dispositivo energético. La asociación de varios anillos conforma esta suerte de "urbanismo energético marino". La distribución espacial se basa en el aprovechamiento máximo del espacio con el mínimo impacto utilizando como base la disposición habitual de un parque energético y reorganizándola. Dado el gran espacio que requieren y la gran oportunidad que presentan como instalación en alta mar, se intentan multiplicar las funciones que estas áreas pueden asumir, siempre bajo un orden prefijado. Las granjas eólicas y solares se conforman mediante relaciones paramétricas, como también lo hacen las undimotrices. Tanto en las primeras como en las segundas, los

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

parámetros esenciales son la altura y el diámetro del rotor y, determinado por estos, la distancia entre dispositivos. Al ser la turbina eólica dispositivo de mayor impacto paisajístico y el que ahora mismo se encuentra consolidado comercialmente, se ha tomado como elemento sobre el que dimensionar el sistema de anillos. La forma radial del sistema tiene que ver con la equidistancia al elemento central.

Desde el diagrama abstracto que permite generar la red de funciones, el marco espacial se especializa en cuanto se acerca a un contexto determinado, tanto en su disposición espacial como en sus funciones. Las diferentes franjas de uso que ocupan el espacio intermedio, entre dispositivo, permitirán a parte de la gestión del parque y la navegación a través de él, la instalación de otras actividades económicas que puedan compatibilizarse con el medio y con la función energética y serán apoyadas por infraestructuras generales. Además, la disposición final de todo el marco espacial responderá a la composición visual en el horizonte que crea sobre la costa asumiendo valores simbólicos como referencia espacial o mitigando su importancia si fuera conveniente. La arquitectura del dispositivo cambia según la energía a recolectar y según su impacto en el paisaje marino. La base flotante acogerá en su superficie usos accesibles a la comunidad y en la parte inferior funciones ecológicas que beneficiarán al ecosistema marino.

El marco prioriza una espacialidad marina en cuanto que permeabiliza la ocupación, mantiene amplias distancias entre las partes construidas y no establece límites visibles a la zonificación. Atiende al carácter fluido y dinámico de la masa de agua en la regulación del ecosistema, mediante operaciones incorporadas como la limpieza, la recuperación de especies, la actuación sobre la temperatura del agua, etc. Los ciclos de las tecnologías son cortos, ninguna supera los 25 años de durabilidad, por lo que el paisaje debe ser necesariamente renovado y reevaluado cada cierto tiempo o desmantelado una vez cumplidos los objetivos. Si el efecto en el contexto es adecuado puede mantenerse o

From the abstract diagram that allows for generating the network of functions, the spatial framework specializes as it approaches a specific context. The different usage strips occupying the intermediate space between devices will enable part of the management of the park and navigation through it, as well as the installation of other economic activities that can be compatible with the environment and the energy function, supported by general infrastructures. Furthermore, the final arrangement of the entire spatial framework will respond to the visual composition on the horizon it creates over the coast, assuming symbolic values as a spatial reference or mitigating its importance if deemed necessary. The architecture of the device changes according to the energy being harvested and its impact on the marine landscape. The floating base will accommodate community-accessible uses on its surface, while underneath, ecological functions will benefit the marine ecosystem.

The framework prioritizes a marine spatiality by allowing for permeable occupation, maintaining wide distances between built parts, and not establishing visible limits to zoning. It addresses the fluid and dynamic nature of the water mass in regulating the ecosystem through incorporated operations such as cleaning, species recovery, and temperature regulation of the water, among others. The cycles of technologies are short; none exceed 25 years of durability, so the landscape must necessarily be renewed and reevaluated periodically or dismantled once objectives are met. If the effect on the context is appropriate, certain functions can be maintained or updated. Similarly, the energy device may disappear, but other infrastructures can remain, still respecting landscape coherence. The spatial system operates by aggregating sets of rings, allowing it to be expanded or reduced as needed.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

pueden actualizarse determinadas funciones. Del mismo modo, puede desaparecer el dispositivo energético, pero mantener otras infraestructuras y aun así respetar la coherencia paisajística. El sistema espacial funciona por agregación de conjuntos de anillos por lo que puede ampliarse o reducirse a conveniencia.

Se propone aquí finalizar con una nueva sintaxis arquitectónica del mar en la que como Kikutake hizo en los 60 se expone un sistema de relaciones espaciales para conformar los urbanismos marinos del futuro **[Fig.233]**. La sensibilidad de la propuesta tiene como foco la energía, como infraestructura vertebradora del espacio marino venidero y como parte de la transición energética, paradigma socioeconómico. No ambiciona imágenes definitivas, ni soluciones arquitectónicas determinadas, sencillamente exponer un diagrama espacial que pueda exponer las posibilidades del océano como espacio de lo colectivo.

El esquema divide al proyecto de energía en el mar en tres órdenes —*agregación, disposición y ensamblaje*— que separan las diferentes escalas de organización del parque. La *agregación* define su forma general —puntual, lineal o espacial— como agrupación de diferentes células espaciales (grupos). Mediante su colocación en el mar permite relaciones con el contexto siendo señalar, conectar o rodear las operaciones más frecuentes de referenciación a otros elementos del paisaje. La *disposición* determina la posición del elemento dentro de las células espaciales anulares siendo posible ocupar el centro, el espacio satélite o el intermedio. Por último, los *ensamblajes* se refieren al propio dispositivo independientemente del lugar que ocupe en la célula espacial y que se compone como superposición de funciones aéreas, superficiales o submarinas. El resultado es un diagrama arborescente que permite describir cualquier proyecto de la energía en el mar y visualizar su nivel de complejidad y de heterogeneidad. El código define las dimensiones en cada orden con el fin de que puedan visualizarse claramente las combinaciones posibles en un proceso de

It is proposed here to conclude with a new architectural syntax of the sea, in which, like Kikutake did in the 1960s, a system of spatial relationships is presented to shape the marine urbanisms of the future. The sensitivity of the proposal focuses on energy as a structuring infrastructure of the forthcoming marine space and as part of the energy transition, a socioeconomic paradigm. It does not aspire to definitive images or determined architectural solutions; it simply aims to present a spatial diagram that can showcase the ocean's possibilities as a space for the collective.

The scheme divides the marine energy project into three orders—aggregation, disposition, and assembly—that separate the different scales of organization within the park. Aggregation defines its general form—point, linear, or spatial—as a grouping of different spatial cells (groups). By placing them in the sea, it allows for relationships with the context, with signaling, connecting, or surrounding operations being the most common ways to reference other landscape elements. Disposition determines the position of the element within the annular spatial cells, with options to occupy the center, satellite space, or intermediate area. Lastly, assemblies refer to the device itself, regardless of its location in the spatial cell, composed of an overlay of aerial, surface, or underwater functions.

The result is a branching diagram that allows for the description of any marine energy project and visualizes its level of complexity and heterogeneity. The code defines the dimensions of each order to clearly visualize possible combinations in a design process after analyzing context conditions and deciding on the type of landscape to be implemented. It serves as an analytical tool within decision-making, enabling all agents to participate interactively in the project and compare it with other scenarios. The goal is to generate

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

languages similar to those offered by current energy parks due to their abstract and synthetic forms, while also attempting to reflect the multifaceted and spatial potential of these parks. These tree-like structures should be configured as scenarios or simulations that allow for analyzing the materiality and space of each park.

diseño después de analizar unos condicionantes de contexto y haber decidido el tipo de paisaje que se quiere llevar a cabo. Es una herramienta analítica dentro de la toma de decisiones para que todos los agentes puedan participar de forma interactiva en el proyecto y para poder compararlo con otros escenarios. Se trata de generar lenguajes similares a los que ofrecen los parques energéticos actuales por su forma abstracta y sintética, pero intentando reflejar al mismo tiempo el potencial multifuncional y espacial de los parques. Estas estructuras arbóreas deberán ser configuradas como escenarios o simulaciones que permitan analizar la materialidad y el espacio de cada parque.

///////

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

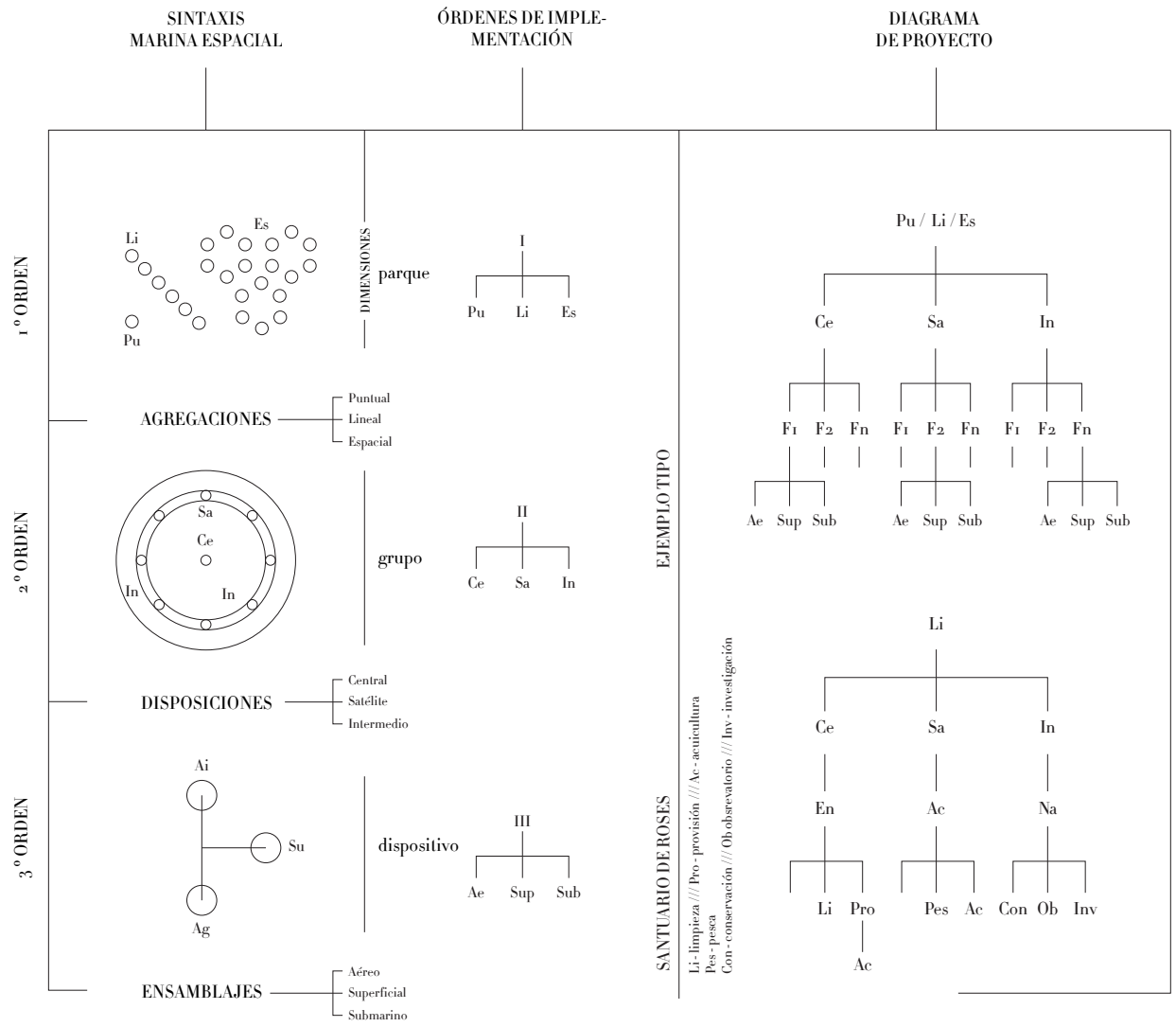


Fig. 233. Gramática de la energía marina. Elaboración propia.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Marine energies will inevitably be part of the energy transition, but beyond wind energy, we do not yet know how the technologies that will solidify among the crucible of experimental options we currently have will develop. The rapid evolution of technologies will create new capture methods and optimize the performance of some existing variants while discarding others. Regardless of which technologies become available, this work aims to provide a general methodology that could be tested for any of them.

However, the architect's work must be informed by various technical supports from other disciplines. Areas such as geography, engineering, or sociology can propose precise objectives that complement the landscape perspective and allow for quantifying interventions to enhance the spatial parameters considered in this work. Future studies will enable both the perspective and the strategies presented, as well as the proposals developed, to be improved, completed, and rectified in collaboration with professionals from the different phases involved in the project.

The sociocultural perspective, applied to the comprehensive approach of the spatial framework as an objective, allows the energy project to be specific, meaning that its elements respond to a concrete context and specialize, while always adhering to a code that makes it replicable and adaptable, offering a systematic approach that allows for experimentation and evaluation. The system itself would learn and be redefined through its application and interaction with existing variables, questioning the validity of the entire process with each new case. Thus, the path is not linear—simply based on analysis and response, as is often understood in the most common rationalist practices of current territorial plans—but open and flexible, proposing continuous reevaluations and reformulations of the initial hypotheses to respond to a future filled with uncertainties.

Las energías marinas serán parte inevitable de la transición energética, pero más allá de la eólica, no sabemos cómo serán las tecnologías que se consoliden entre el crisol de opciones experimentales con las que hoy contamos. La rápida evolución de las tecnologías creará nuevos métodos de captación y optimizará los rendimientos de algunas variantes existentes actualmente, descartando otras. Sean cuales sean las que estén disponibles, este trabajo pretende ser una aproximación a una metodología general de trabajo que podría ser ensayada para cualquiera de ellas. Sin embargo, el trabajo del arquitecto debe ser informado por diferentes apoyos técnicos que procedan de otras disciplinas. Ámbitos de trabajo como la geografía, la ingeniería o la sociología pueden ser capaces de plantear objetivos precisos que completen la mirada paisajística y que permitan cuantificar las intervenciones para complementar los parámetros espaciales que se tienen en cuenta en este trabajo. Futuros estudios permitirán que tanto la mirada, como las estrategias planteadas y las propuestas elaboradas puedan ser mejoradas, completadas y rectificadas de la mano de los profesionales de las diferentes fases que involucran al proyecto.

La perspectiva sociocultural trasladada al enfoque integral del marco espacial como objetivo permite que el proyecto de la energía sea específico, es decir, que sus elementos respondan a un contexto concreto, se especialicen, pero, al mismo tiempo, responde siempre a un código que lo hace replicable y adaptable y ofrece una sistemática que permite el ensayo y la evaluación. El sistema mismo aprendería y sería redefinido a través de su aplicación y su interacción con las variables existentes para poner cuestión en cada nuevo caso la validez de todo el proceso. El camino no es, por tanto, lineal —simplemente basado en análisis-respuesta— como suele entenderse en las prácticas racionalistas más habituales los planes territoriales actuales, sino abierto y flexible proponiendo continuas reevaluaciones y

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

reformulaciones de las hipótesis de partida para así poder responder un futuro de incertidumbres.

En este marco la infraestructura energética vertebra los proyectos y es su soporte espacial., Configura un sistema que ordena y subyace latente que tiene que ver con el plan y no con el espacio construido desde una perspectiva urbana, y que atañe más a las tripas y a los nervios que forman un metabolismo que intercambia flujos con otros sistemas simultáneamente y que alimentas funciones ecológicas, económicas y sociales dentro de un conjunto de objetivos multidisciplinares.

In this framework, energy infrastructure serves as the backbone of the projects, but in other possible scenarios, it could be reduced, expanded, or replaced, making it non-essential. This relates to the idea of a system that organizes and underlies latent potential rather than focusing solely on the built urban space; it is more about its inner workings and networks, its metabolic system, which interacts with other systems simultaneously. What is truly fundamental is the role of infrastructure in the global context, as a support for other activities and ecological functions, with energy production being one of the objectives to achieve within a set of multidisciplinary goals.

//////

Atlas energético mediterráneo

Mediterranean Energy Atlas

En relación al primer objetivo y al primer artículo de esta tesis se aporta una cartografía general que representa las contribuciones que se han realizado en estos **[Fig.234]**. Sobre este conjunto gráfico s plasman los tres proyectos propuestos en la tercera publicación y su representación trata de visibilizar los vínculos a nivel territorial que establecen, tanto entre ellas formando un sistema energético marino propio, como en relación a un litoral *energético*. Del mismo modo, se plasman diferentes capas del paisaje en las que la parte cultural queda sobrerrepresentada para incidir en los fundamentos que vertebran esta tesis. El propio grafismo del mapa lo conecta con la historia de la cartografía y lo dota de un cierto valor intrínseco como objeto gráfico, similar al de los mapas medievales. Lo traslada al territorio de la leyenda propio de aquellas cartas náuticas que pobladas de monstruos marinos todavía dejaban lugar para la narrativa y la imaginación.

Las capas socioculturales recogidas se ordenan según dimensiones espaciales — límites, flujos, corredores, hábitats y centros— como desarrollo de las incluidas en el primer artículo. Mediante los límites se define el mar político, mientras que los flujos describen el espacio geográfico en intercambios de agua, aire y

In relation to the first objective and to the first paper in thji thesis, a general cartography is presented that brings together the contributions made 【Fig.234. On this graphical compendium the three projects proposed in the third publication are exposed, and their representation aims to make visible the territorial links they establish, both among themselves, forming a unique marine energy system, and in relation to the energetic coastline. Similarly, different layers of the landscape are depicted, where the cultural aspect is overrepresented to emphasize the foundations that underpin this thesis. The graphic design of the map connects it to the history of cartography, giving it a certain intrinsic value as a graphic object, akin to medieval maps. It transports the viewer to the territory of legend, reminiscent of those nautical charts populated by sea monsters that still left room for narrative and imagination.

The sociocultural layers collected are organized according to spatial dimensions—boundaries, flows, corridors, habitats, and centers—as an extension of those included in the first article. Boundaries define the political sea, while flows describe the geographical space in terms of exchanges of water, air, and sediments. Corridors encompass lineal routes ranging from marine infrastructure to both current and historical navigation paths.

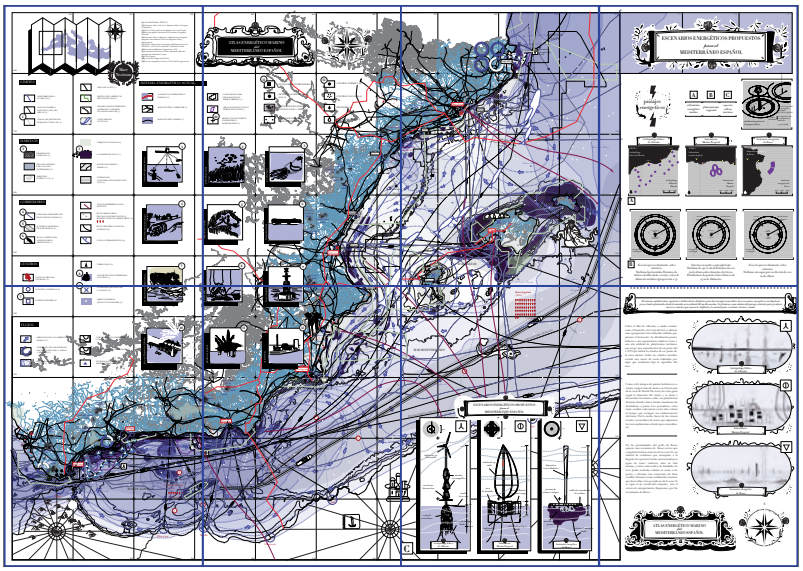
UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Habitats refer to natural spaces such as reefs, but also to the anthropogenic pressures they endure that alter the ecosystems. Finally, the centers, which are of a punctual nature, define landmarks that hierarchically structure the territory on a regional scale due to their socioeconomic influence or cultural interest.

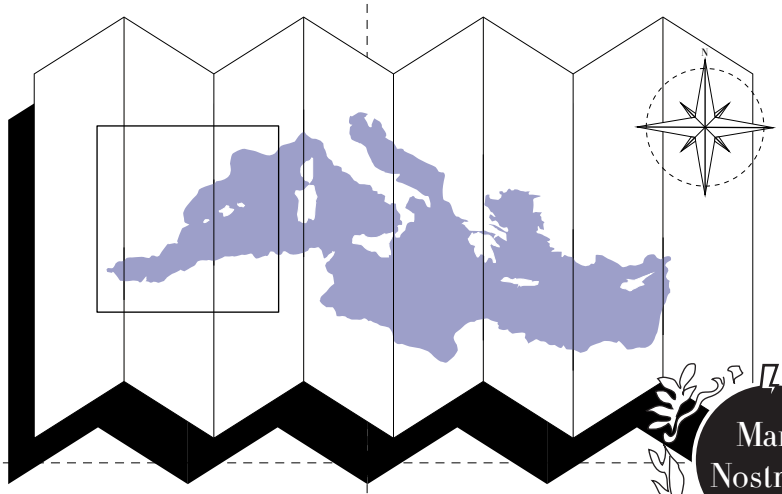
To the aforementioned layers, the infrastructural elements that define marine and coastal energy landscapes have been superimposed into a unique, amphibious system that encompasses the Mediterranean coast and is stitched into the national system. Existing elements for energy production and distribution have been incorporated, along with potential projects such as areas designated for offshore wind energy, zones for hydrocarbon exploration, and possible hydrogen and electricity connections with Europe. These elements create a fertile ground from which the specific offshore wind projects outlined in the book chapter and developed for the final document of this thesis emerge. All project scales are included—planning, landscape, and architecture— and the spatial framework that organizes them is specified.

sedimentos. Los corredores son recorridos lineales que abarcan desde infraestructura marina a rutas de navegación tanto actuales como históricas. Los hábitats se refieren a espacios naturales como arrecifes, pero también a las presiones antrópicas que sufren y que alteran los ecosistemas. Por último, los centros, de carácter puntual, definen hitos que a escala regional jerarquizan el territorio por su influencia socioeconómica o por su interés cultural.

A las capas citadas se han superpuesto los elementos infraestructurales que definen los paisajes energéticos marinos y litorales en un sistema único, anfibio, que abarca la costa mediterránea y queda cosida al sistema nacional. Se han incorporado elementos existentes para la producción y distribución energética y potenciales proyectos como son las áreas designadas para la eólica marina, las zonas de exploración de hidrocarburos y las posibles conexiones de hidrógeno verde y electricidad con Europa. Forman el caldo de cultivo en el que emergen los proyectos específicos para la eólica marina esbozados en el capítulo de libro y desarrollados en estas conclusiones. Se incluyen todas las escalas del proyecto —planeamiento, paisaje y arquitectura— y se especifica el marco espacial que les da orden.



100 200 300



Mare Nostrum

800

LÍMITES

MAR TERRITORIAL (12 MILLAS) (1)

ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA (ZEE) (200 MILLAS) (1)

1 ZONAS SAR (SISTEMA DE BÚSQUEDA Y RESCATE) (1)

LÍNEA DE COSTA (1)

PROTECCIÓN AMBIENTAL RED NATURA 2000 (1)

DEMARCACIONES MARÍTIMAS (ESTRECHO Y ALBORÁN - LEVANTINO BALEAR) (1)

SANTUARIO DE CETÁCEOS

700

HÁBITATS

2 PRADERAS DE POSIDONIA (1)

ÁREAS DE INTERÉS PARA LAS AVES (INTERMARES) (1)

ARRECIFES (HÁBITAT 1170) (1)

PARQUES NACIONALES 4)

3 CALADEROS DE PESCA (1)

BASURAS DE ORIGEN MARINO (1)

ENTRADA DE CONTAMINANTES ÍNDICE MUY ALTO (1)

600

CORREDORES

4 CABLEADO SUBMARINO DE TELECOMUNICACIONES (1)

5 AUTOPISTA MARÍTIMAS TRANSEUROPEAS (2)

6 RUTAS COMERCIALES ENTRE PUERTOS PRINCIPALES (1)

ATAQUES BERBERISCOS DEL SIGLO XVI

RUTAS MIGRATORIAS ILEGALES MÁS FRECUENTES (5)
MUERTES EN RUTAS MIGRATORIAS (9)
† † †

RUTAS HISTÓRICAS FENICIAS Y GRIEGAS (6)

CUENCAS HIDROGRÁFICAS (4)

500

CENTROS

NÚCLEOS URBANOS LITORALES (4)

TORRE VIGÍA (11)

8 ZUP PROTECCIÓN PATRIMONIO CULTURAL (1)

9

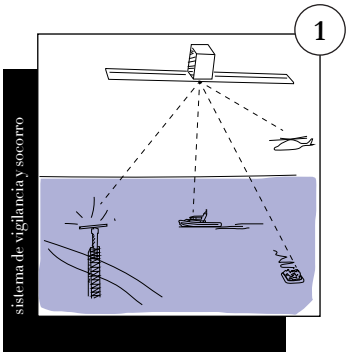
SISTEMA ENERGÉTICO ACTUAL

GASODUCTOS TERRESTRES Y MARINOS (1)

RED ELÉCTRICA TERRESTRE (1)

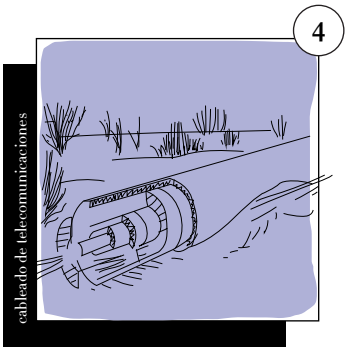
RED ELÉCTRICA MARINA (1)

1



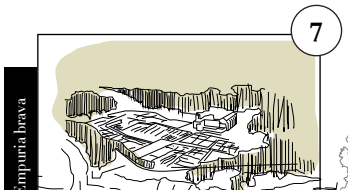
sistema de vigilancia y socorro

4



cableado de telecomunicaciones

7



Empuria brava

(1) Visor INFOMAR . MITECO
(2) European Atlas of the Seas. Maritime Affairs. European Commission
(3) NOAA Tides and Currents. Relative Sea Level Trends
(4) Base topográfica Nacional. IGN. Instituto Geográfico Nacional
(5) Interactive Map on Migration. Mediterranean: Irregular migration. International Centre for Migration Policy Development.
(7) Ocean Current Flows around the Mediterranean Sea for UNESCO. SVS. NASA. Scientific Visualization Studio
(8) International Maritime Organization, 2011. Representación del Norte de África: adaptación libre del portulano de Abraham Cresques
(9) CNN España
(10) Asociación Empresarial Eólica
(11) Visores carográficos GenCat, GVA, IdeAN, *regmurcia.com*

ATLAS ENERGÉTICO MARINO *del* MEDITERRÁNEO ESPAÑOL

400 500 600

N

CONCESIONES PARA EXPLORACIÓN DE HIDROCARBUROS (1)

ÁREAS POTENCIAL EÓLICO MARINO DEL POEM (1)

10 PROYECTOS DE ENERGÍA UNDIMOTRIZ O MAREOMOTRIZ (2)

11 PLATAFORMA PETROLÍFERA (1)

DEPÓSITO SUBMARINO DE GAS (1)

INSTALACIONES EÓLICAS POTENCIA 2024 > 30MW (10)

INSTALACIONES SOLAR Y EÓLICA MENORES (4)

12 CENTRAL TÉRMICA (4)

CENTRAL NUCLEAR (4)

REFINERÍA (4)

REGASIFICADORA (4)

2 pradera de posidonia

3 pesca de arrastre

5 autopista sudoccidental

6 transporte marítimo

8

9

Central Nucle Ascó

Corbera 40MW

Los Colmenares 37MW

Dertosa

Plana

Ecovent CAT II y III 48MW

Torre Miró II 50MW

Reforas 50MW

Pla d'Embalagüe 38MW

Folch I 50MW

Arnedo 50MW

MAR TERRITORIAL

Plataforma Castor

Cerro de la Nevera 32MW

Peñas de Dios 39MW

Alto Casillas II 30MW

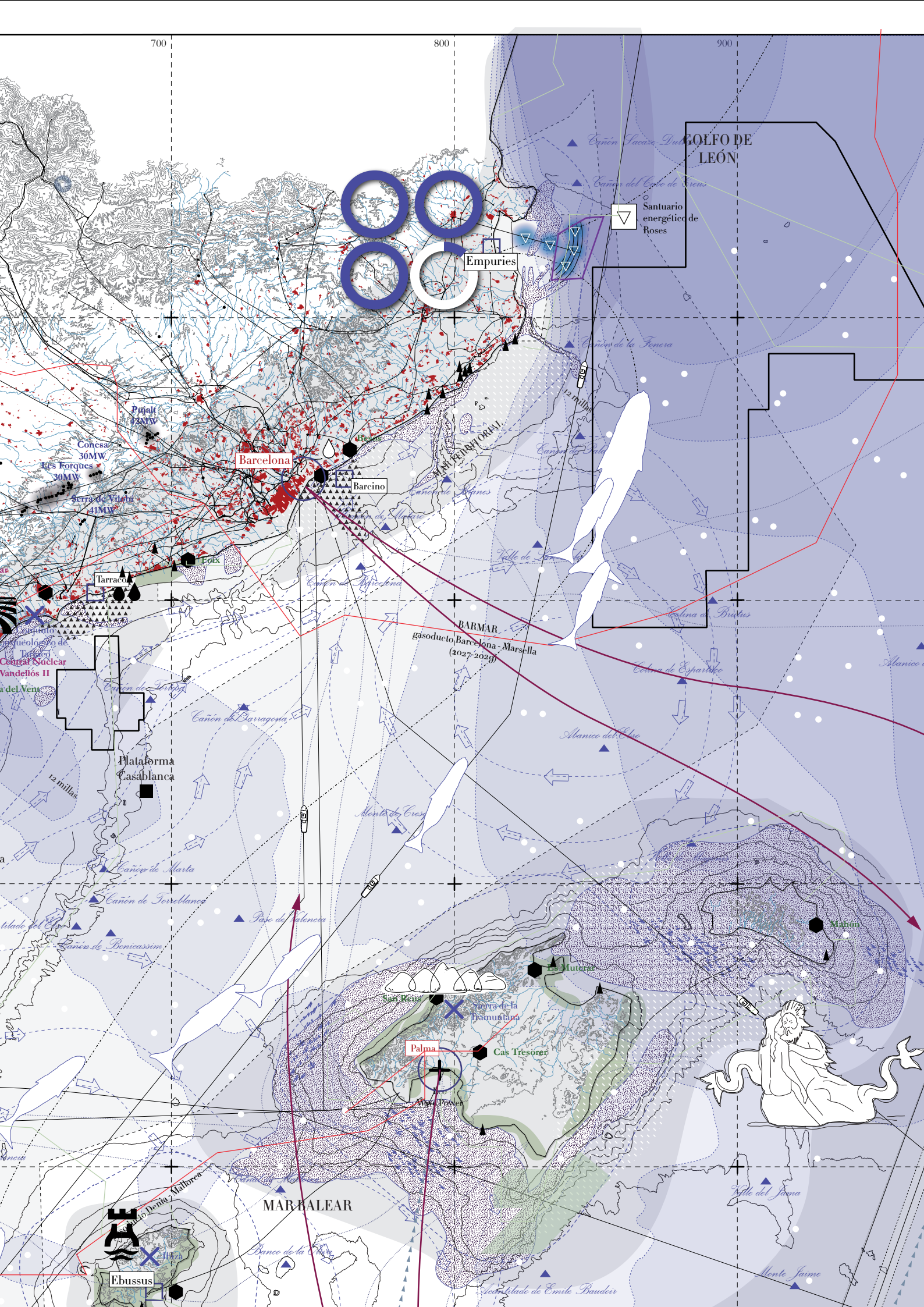
Saguntum

Valentia

Valencia

Cuenca de

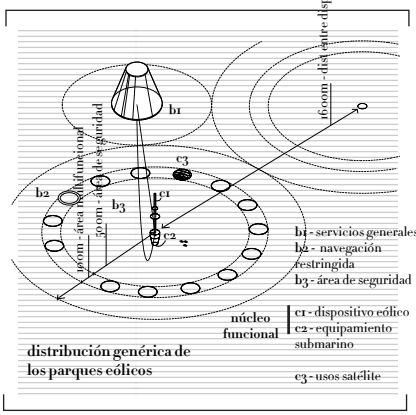
Cortenes 50MW


700
800
900
GOLFO DE LEÓN
Santuario energético de Roses
Empuries
Barcelona
Barcino
Reus
Tarraco
Foix
Conesa 30MW
Les Forques 30MW
Serra de Vilobí 41MW
Pujalt 22MW
Cañón de la Fonera
Cañón de Blanes
Cañón de Arenys
Cañón de Barcelona
Cañón de Tarragona
Cañón de Marta
Cañón de Torrelbanca
Cañón de Benicassim
Talud de Valencia
Monte de Cresta
Abanico del Ebro
Cubeta de Esparraco
Colina de Brutus
Valle de Joana
Monte Jaime
Talud de Emile Baudot
Banco de la Nieve
MAR BALEAR
BARMAR
gasoducto Barcelona - Marsella
(2027-2029)
MAR TERRITORIAL
12 millas
Plataforma Casablanca
Central Nuclear Vandellós II
Mahon
Mutera
San Reus
Sierra de la Tramuntana
Palma
Cas Tresorer
Punta Prohet
Ibiza
Ebussus
Ruta Denia - Mallorca

ESCENARIOS ENERGÉTICOS PROPUESTOS
para el
MEDITERRÁNEO ESPAÑOL

paisajes energeticos

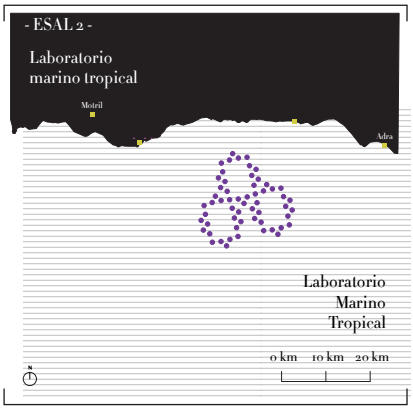
A	B	C
urbanismo energético marino	planeamiento regional	especies eólicas marinas



Archipiélago Eólico de Alborán



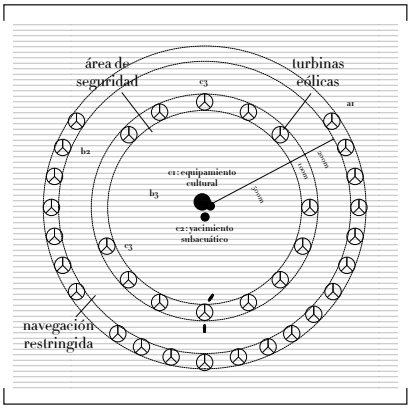
Laboratorio Marino-Tropical



Santuario energético de Roses

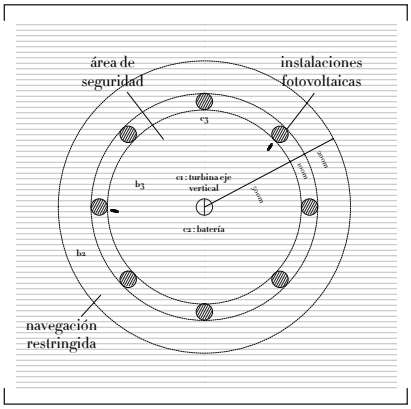


A

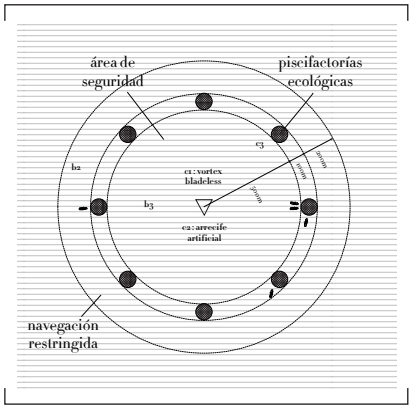


B

Área de aprovechamiento eólico intensivo
Turbinas horizontales flotantes de altura variable (mín. 100m) y rotor de diámetro mínimo (proporción 1/4).



Sistema energético autosuficiente
Turbinas de eje vertical flotantes de 100 m de altura sobre baterías eléctricas. Plataformas de paneles fotovoltaicos de 25 m de diámetro.



Área de aprovechamiento eólico extensivo
Turbinas sin aspas por oscilación de 100 m de altura.

PUERTOS PRINCIPALES POR VOLUMEN COMERCIAL (2)

7 PUERTOS HISTÓRICOS

9 PATRIMONIO MUNDIAL DE LA UNESCO (2)

OBJETOS MARINOS (BOYAS Y FLOTADORES) (2)

puerto romano de Lixus

400

FLUJOS

DIRECCIÓN DE LAS CORRIENTES MARINAS (7)

TENDENCIA DEL INCREMENTO DEL NIVEL DEL MAR (1 ANILLO = MM/AÑO) (3)

RECURSO EÓLICO A 100 DE ALTURA (1)

CURVAS DE NIVEL BATIMÉTRICAS CADA 100 M (4)

CURVAS DE NIVEL TOPOGRÁFICAS CADA 100 M (4)

SISTEMAS GEOGRÁFICOS MARINOS PRINCIPALES (2)

10

proyecto Ecopoyer en Gibraltar

300

Los Arcos 34MW

Los Madroñales 34MW

Llanos del Espino 30MW

Zorreras 32MW

Viento de Alcalá 42MW

La Herrería 45MW

Campo de Gibraltar

Bahía de Algeciras

Campanillas

Málaga

Loma de Cabrera 31MW

Ferreira II 50MW

Algeciras

Archipiélago Eólico de Alborán

MAR TERRITORIAL

Wave Power

Ceuta diesel

Ceuta

Tánger

Medina de Tetuán

MAR DE ALBORÁN

Cuenca de Alborán

Valle de Gibraltar

Banco de Xauen

Banco de Chacuen

1 | Ruta Alborán (2024)

†††††† 72 muertos

Alhucemas

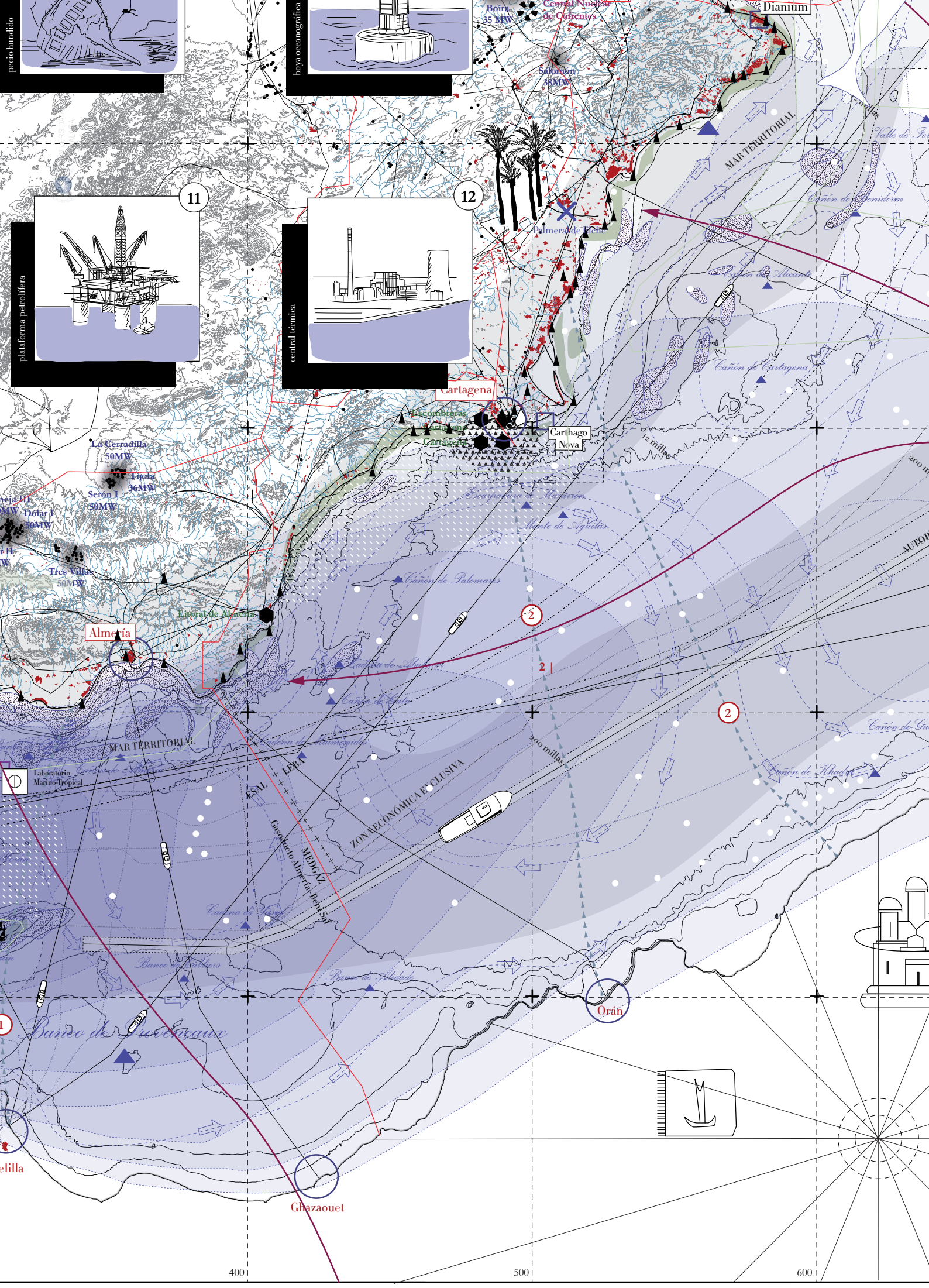
200 km

100

100

200

300


pecio hundido
boya oceanográfica
11
plataforma petrolífera
12
central térmica
Boira
35 MW
Central Nuclear
de Corrientes
Dianium
Salomón
38MW
MAR TERRITORIAL
Palmera de Elche
Cañón de Alicante
Cañón de Cartagena
Cartagena
Escombreras
Carthago
Nova
12 millas
La Cerradilla
50MW
Tijola
36MW
Serón I
50MW
Dólar I
50MW
Tres Villas
50MW
Escarpadura de Mazarrón
Monte de Aguilas
Cañón de Palomares
Litoral de Almería
Almería
2
Laboratorio
Marino-Tropical
MAR TERRITORIAL
ASAL
LÉBA
ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA
200 millas
Gasoducto Almería-Beni Saf
MEDGAZ
Cañón de Tíhadel
Banco de Provençaux
Orán
Ghazaouet
400
500
600

Ruta Argelina
(2024)

517 muertos

MAR MEDITERRÁNEO

ZONA ECONÓMICA EXCLUSIVA

200 millas

Cuenca argelina

Cañón de Solanicu

Meseta de Kere

Cañón de las Pitusas

Argel

ESCENARIOS ENERGÉTICOS PROPUESTOS *para el* MEDITERRÁNEO ESPAÑOL

Archipiélago Eólico de Alborán

25m

100m

turbina de eje horizontal

mirador oceanográfico

envolvente biorreactiva

muelle de acceso

0m

cestas de acuicultura

cadenas de anclaje a fondo

-40m

Laboratorio Marino-Tropical

50m

100m

turbina de eje axial

área de desalado

batería flotante "buoyant energy"

5m

0m

-15m

turbina de batería

cadenas de anclaje a fondo

Santuario energético de Roses

50m

100m

dispositivo "vortex bladeless"

piscinas de crianza ecológica

anillo de acumulación de residuos

0m

-15m

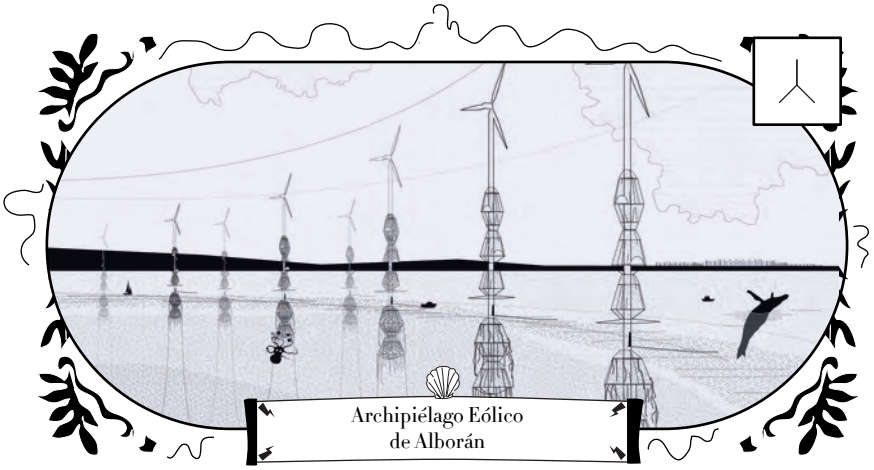
arrecife artificial permeable

cadenas de anclaje a fondo

C

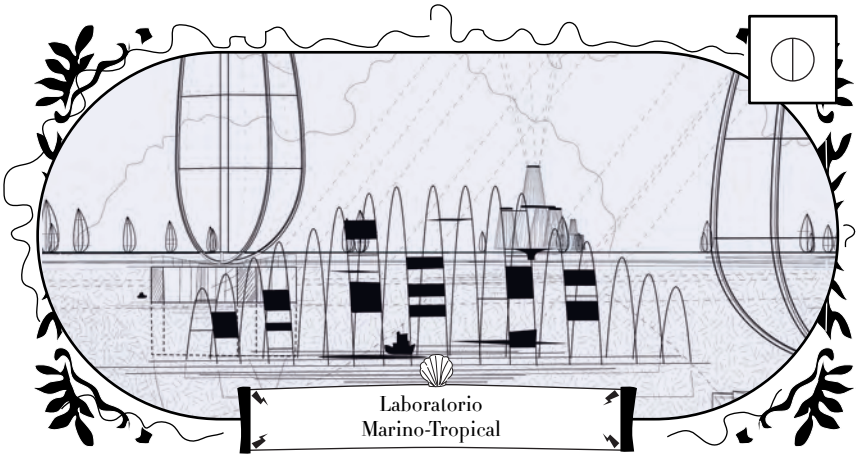
El entorno mediterráneo español es el laboratorio del futuro para las energías renovables. Los escenarios energéticos son hipótesis proyectuales planteadas desde la mirada sociocultural del medio marino. Se plantean como síntesis del paisaje existente para producir nuevos contextos que aunen lo artificial y lo natural para construir el nuevo común.

Sobre el Mar de Alborán, a medio camino entre el Estrecho y la Costa del Sol, se divisan unas agrupaciones de estilizadas turbinas que jalonan el horizonte. Su distribución parece deberse a una organización radial en torno a una isla artificial de plataformas circulares que acoge una reproducción de un pecio del s. XVI que habita los fondos de ese punto de la carta náutica. Sobre los esbeltos mástiles escalan una suerte de cestas habitadas por algas que continuan bajo la superficie del mar.



Archipiélago Eólico
de Alborán

Como si de tiempos de piratas berberiscos se tratara, surgen velas de navíos en el horizonte de la costa de Motril. De cerca, las velas giran según la dirección del viento y se alzan y descienden levemente sobre sus plataformas flotantes donde ténicos locales mantienen las desaladoras a punto. Los pescadores, entre tanto, acuden a descansar en las islas solares al tiempo que recargan sus embarcaciones eléctricas. Por la noche, haces de luz cruzan el cielo y recuerdan a las torres que salpicaron la costa mediterránea desde época musulmana.



Laboratorio
Marino-Tropical

En las proximidades del golfo de Rosas aparece una secuencia de líneas curvas que completan la línea convexa de la costa. Es un umbral de columnas que acompaña a la llegada a los puertos locales caracterizada por aguas de tonos verdosos, ricas en vida marina, y cielos atravesados de bandadas de aves. Jaulas acuícolas orbitan en torno a los postes y alternan con estructuras de finas costillas flotantes como umbráculos marinos que dan cobijo a los pescadores de la zona. Si se sigue el eje central del conjunto, tras el centro de interpretación, llegaremos por fin al santuario de Roses.



Santuario energético
de Roses

ATLAS ENERGÉTICO MARINO *del* MEDITERRÁNEO ESPAÑOL

N

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

The energy devices, different types of wind turbines, which haven been proposed for each Mediterranean scenario underpin the marine landscapes andsummarize several of the project's objectives [Fig.235]. On one hand, they are the elements that originate the spatial framework from which the parameters that dimension it are determined. The turbine is the organizing principle of this flexible urbanism. At the same time, it showcases the aims of incorporating design into energy infrastructure. The catalog of technologies studied serves as a compendium of solutions to adapt the energy park to the context. In this case, it is achieved through different versions of wind turbines available in scientific literature and the most innovative industry. Their dimensions are distorted in relation to the landscape idea that is intended to be constructed and the conditions of the territory.

Finally, the importance of multifunctionality as a transversal strategy for the definitive transformation of the marine energy experience is clearly evident. The device becomes a base that can be manipulated to incorporate all kinds of ecological and cultural functions, creating authentic marine monsters. The components of the creature remain recognizable, but an idea of amphibious hybrid persists, reflecting a coherence that connects it to its anthropogenic and natural context. Moreover, this superposition of functions, orchestrated into a single body and also deployed in the urbanism they compose, subverts the autonomy of marine planning dedicated to zoning as a clarifier of conflicts that does not address the complexity of overlapping circumstances in space.

The general cartography itself represents the hybridization and multifunctionality inherent to the medium in three layers corresponding to the three environments in which any project is implanted: underwater, surface, and aerial. The three-dimensional representation conveys the experience of simultaneity, showing that marine phenomena occur at the same time, in the same coordinate, but on different planes, even when corresponding to different historical moments.

Fig.234. Atlas energético marino del Mediterráneo español. Elaboración propia

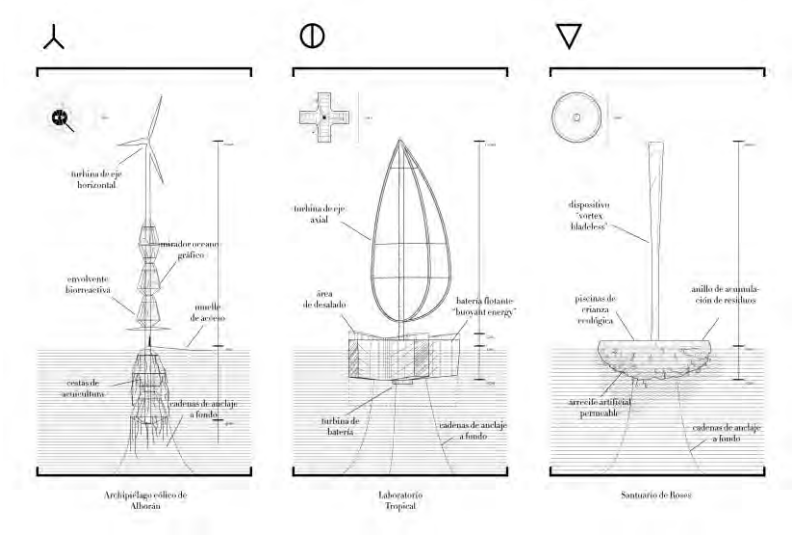


Fig.235. Especies marinas de los proyectos energéticos del Mediterráneo español. Elaboración propia

Los dispositivos energéticos, turbinas eólicas de diferentes tipos, que se han propuesto para cada escenario mediterráneo vertebran los paisajes marinos y resumen varios de los objetivos del proyecto **[Fig.235]**. Por un lado, son los elementos que originan el marco espacial, a partir del cual se determinan los parámetros que lo dimensionan. La turbina es el principio ordenador de este urbanismo flexible. Muestra, al mismo tiempo, las pretensiones de incorporar el diseño en la infraestructura energética. Se utiliza el catálogo de tecnologías estudiadas como un compendio de soluciones para adaptar el parque energético al contexto. En este caso, se realiza mediante diferentes versiones de la turbina eólica disponibles en la literatura científica y en la industria más innovadora. Sus dimensiones se distorsionan en relación a la idea de paisaje que se quiere construir y a las condiciones del territorio. Finalmente, se aprecia claramente la importancia de la multifuncionalidad como estrategia transversal para la transformación definitiva de la experiencia de la energía marina. El dispositivo se convierte en una base que puede ser manipulada para

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

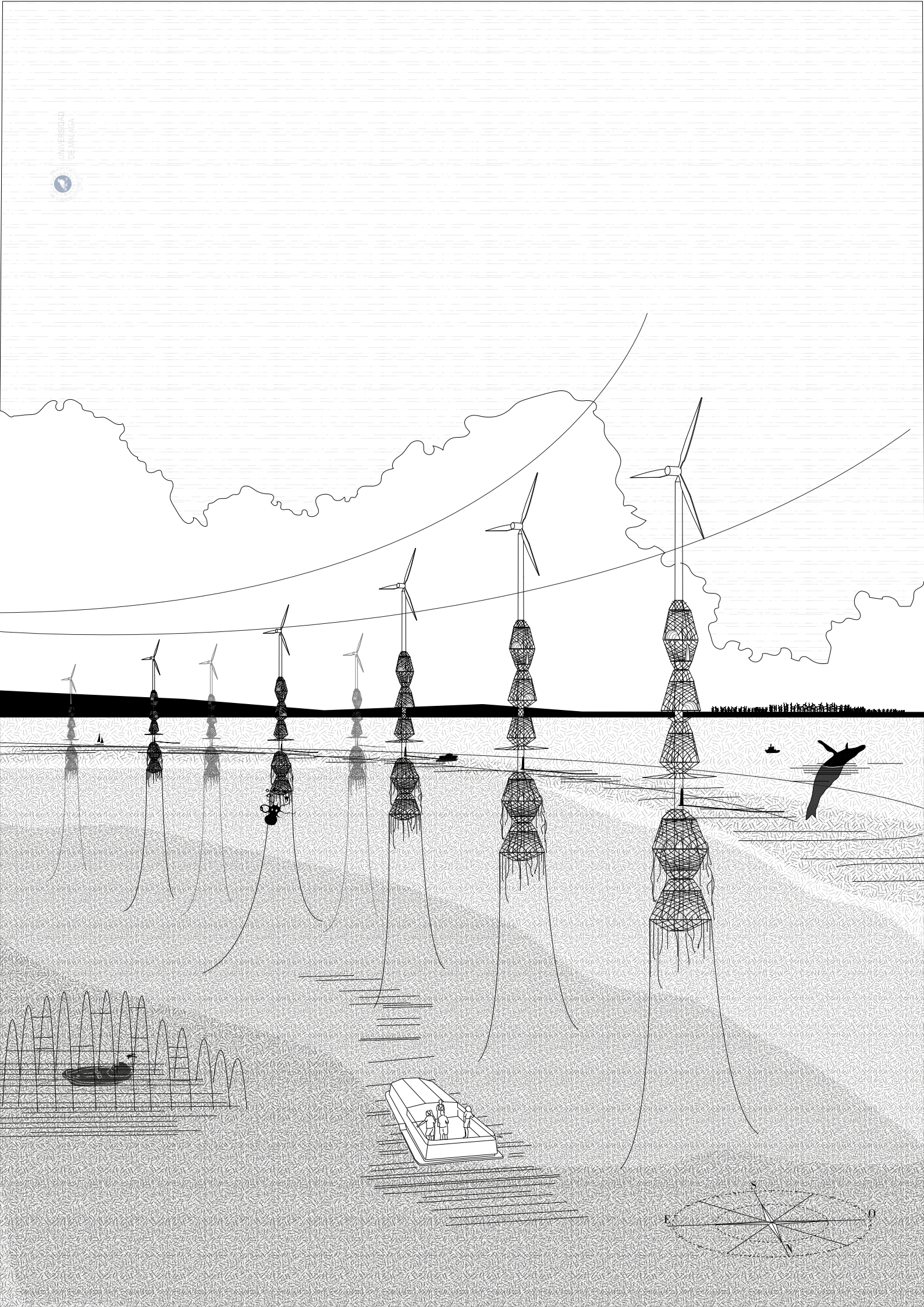
Creating this cartography makes visible spatial processes whose exposure is infrequent. The architect, through their usual tools such as cartography or three-dimensional modeling, can bring to light spatial events that occur thousands of kilometers away and at scales difficult for a citizen to comprehend. This role becomes one of a mediator with the capacity to organize data from different fields of knowledge to showcase potentials that unite common interests while also contributing to work processes that turn those conclusions into realistic scenarios. In this mediator role, the aforementioned tools that the architect masters are not final documents but rather useful for the process. The visual is understood as communication and as the state of a project in evolution, that is, as a *narrative cartography*, subject to the interests of all parties and to decision-making in negotiation processes, and capable of multiplying possible discourses.

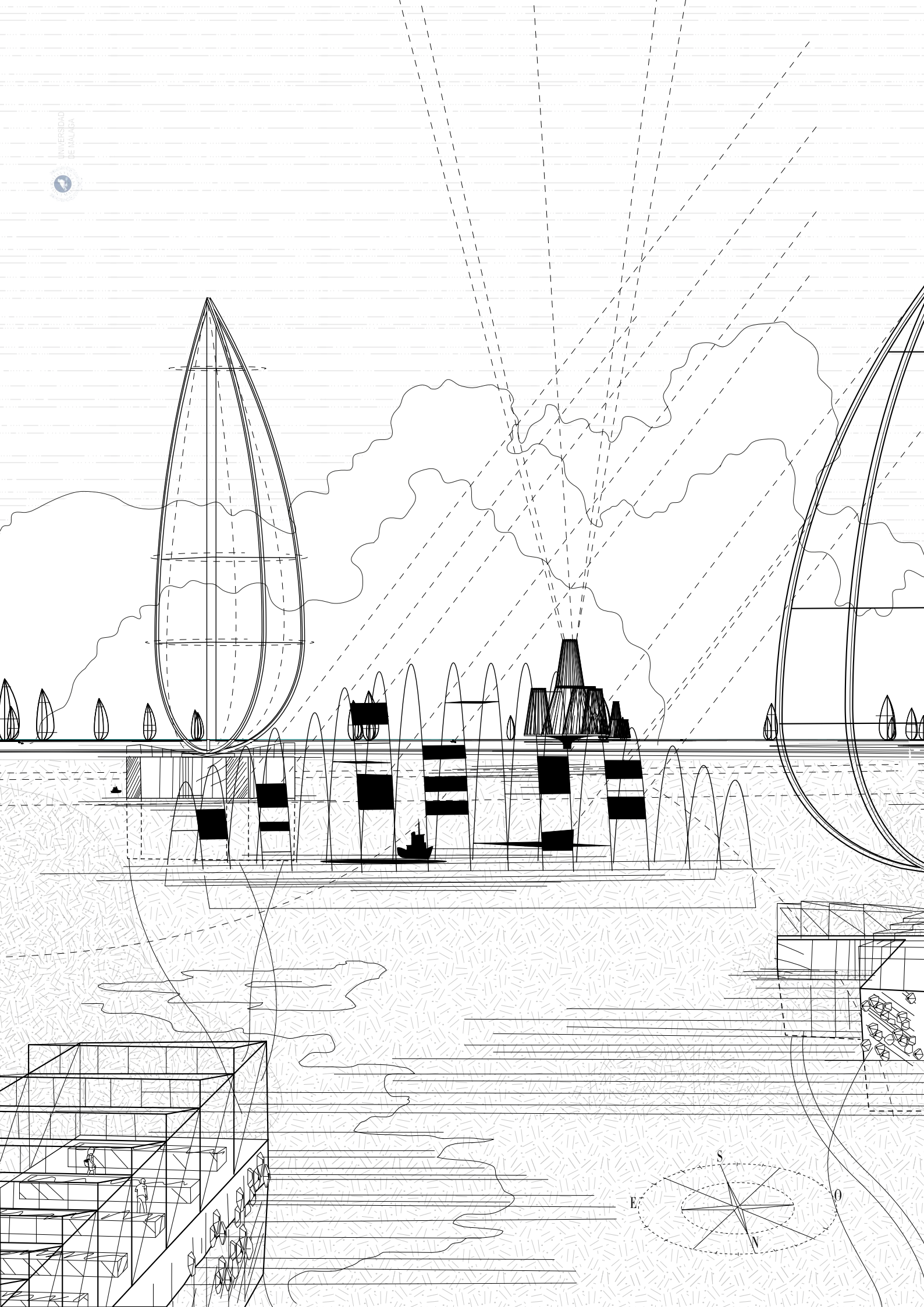
//////

Fig.236, 237 y 238. Vistas de las propuestas para los tres escenarios energéticos del Mediterráneo español. Elaboración propia.

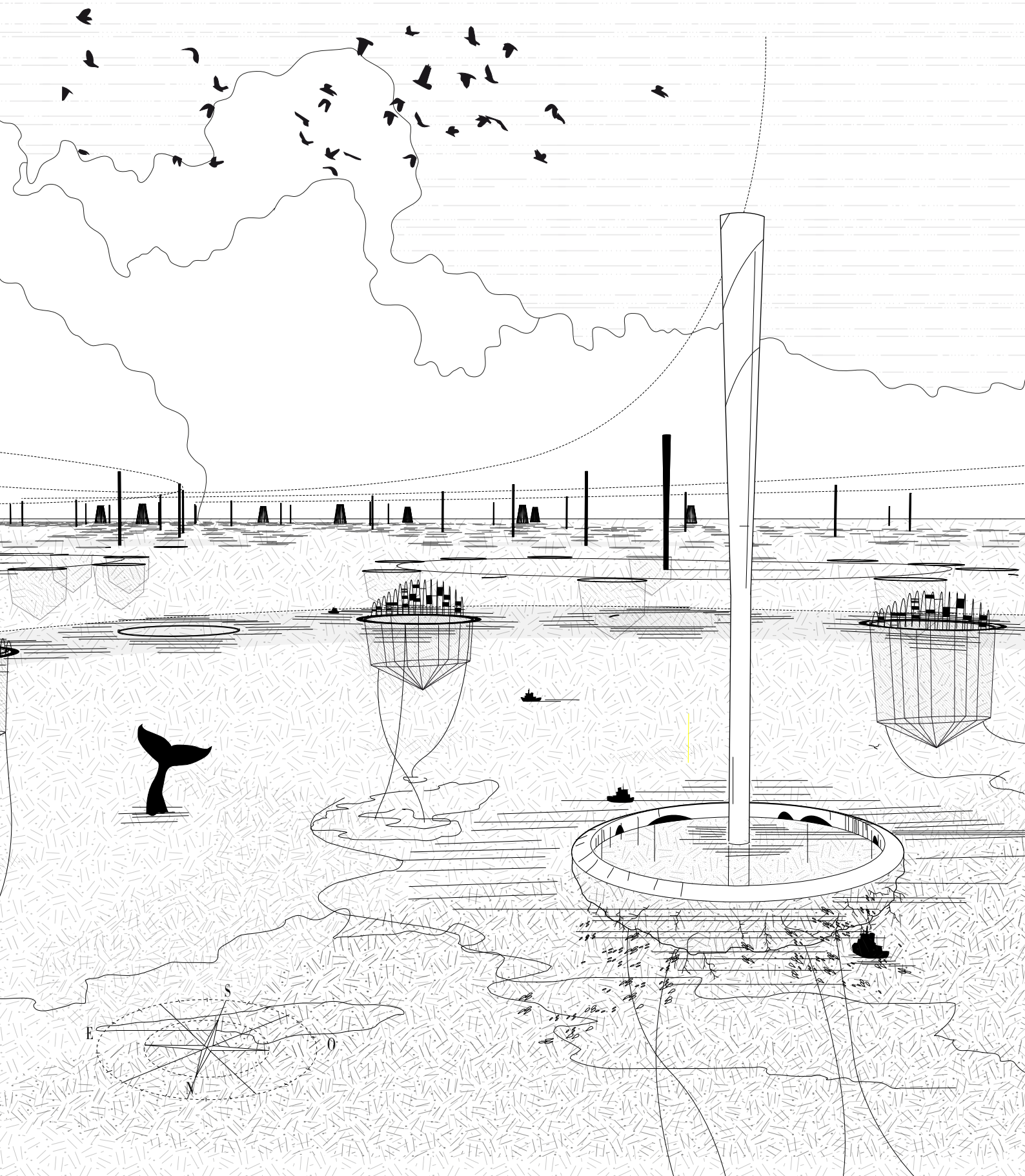
incorporar todo tipo de funciones ecológicas y culturales y construir auténticos monstruos marinos. Los componentes de la criatura siguen siendo reconocibles, pero persiste una idea de híbrido anfibio que plasma una coherencia que lo une a su contexto entre antrópico y natural. Es, además, esta superposición de funciones , orquestada en un solo cuerpo y también desplegada en el urbanismo que componen, la que subvierte la autonomía de un planeamiento marino dedicado a la zonificación como clarificador de conflictos que no atiende a la complejidad de circunstancias sobrepuestas en el espacio. La propia cartografía general representa la hibridación y la multifuncionalidad inherente al medio en tres capas correspondientes a los tres medios en los que se implanta cualquier proyecto, submarino, superficial y aéreo. Se representa lo tridimensional para al mismo tiempo transmitir la experiencia de lo simultáneo, de que los fenómenos marinos transcurren al mismo tiempo, en la misma coordenada, pero en diferentes planos, incluso cuando se corresponden con momentos históricos diferentes.

Crear este atlassirve para visibilizar procesos espaciales habitualmente poco expuestos, de manera que las herramientas del arquitecto como la cartografía o el modelado tridimensional pueden transparentar eventos espaciales que suceden a miles de kilómetros y a escalas de difícil figuración para un ciudadano. Se convierte este en una suerte de mediador con la capacidad de organizar datos procedentes de diferentes ámbitos del conocimiento para mostrar potenciales que aúnen intereses comunes y al mismo tiempo contribuir con procesos de trabajo que conviertan esas conclusiones en escenarios realistas. En este rol de mediador, las mencionadas herramientas que el arquitecto domina no son documentos finales, sino útiles para el proceso, lo visual se entiende como comunicación y como estado de un proyecto en evolución, es decir, como *cartografía narrativa,* supeditado al interés de todas las partes y a la toma de decisiones en los procesos de negociación y capaz de multiplicar los discursos posibles.


S
E
O
N


S
E
O
N

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA



UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Future research lines

As a continuation of this research, eleven lines of work are anticipated that are relevant and strengthen the work of this thesis, as they highlight the potential it offers for the future of this field of study.

1. **Historical precedents.** As an extension of this work, it could be of utmost interest to create a specifically historical coastal and maritime energy atlas that includes both land-based and maritime precedents. This could incorporate all relevant episodes for this topic, from tidal mills to renewable energy prototypes, as well as thermal power plants, gas pipelines, or hydrocarbon drilling. The analysis of their spatial uniqueness must be considered, understanding them as events with their own qualities within the energy system. These places would shape authentic cultural landscapes detailed at different scales, which should be claimed as part of our industrial heritage and may have the potential to inspire future energy projects in the Iberian Peninsula.

2. Marine landscape. To create the proper framework for energy projects, it is necessary to conduct detailed cultural studies on the marine landscapes of the different Spanish maritime demarcations and their subregions, recognizing their cultural value and providing them with new meanings based on history and art. This analysis could emphasize local potentials to generate specific projects that explore cultural and environmental continuities. In this sense, a key example is the studies conducted in the United Kingdom on their marine and coastal landscapes, with each demarcation recognized for its cultural uniqueness, just as is done for land-based landscapes. These should encompass both the terrestrial and marine parts of the coast: the surface, the sky, the water column, and the seabed, and everything that happens there. It will be necessary to precisely understand their dynamic and unstable nature as part of their own character. This way, a collective awareness of a marine culture can be built and extended to a broader part of the population.

Futuras líneas de investigación

Como continuación a esta investigación se anticipan once líneas de trabajo que son relevantes y que fortalecen el trabajo de esta tesis en cuanto que ponen de manifiesto el potencial que ofrece para el futuro de este campo de estudio.

---

1. Precedentes históricos. Como extensión de este trabajo, podría ser del máximo interés la realización de un atlas energético litoral y marítimo específicamente histórico que incluya tanto los procedentes del ámbito terrestre como del marítimo. En este se podrían incluir todos aquellos episodios de relevancia para este tema desde los molinos de mareas hasta los prototipos energéticos renovables, pasando por centrales térmicas, gasoductos o los sondeos de hidrocarburos. El análisis de sus singularidades espaciales debe ser tenido en cuenta entendiéndolos como eventos con cualidades propias dentro del sistema energético. Estos lugares configurarían auténticos paisajes culturales detallados a diferentes escalas que deben ser reivindicados como parte de nuestro patrimonio industrial y que pueden tener potencial para inspirar los futuros proyectos de la energía en la Península Ibérica.

---

2. Paisaje marino. Para generar el marco adecuado donde insertar los proyectos de la energía es necesario realizar estudios culturales pormenorizados sobre los paisajes marinos de las diferentes demarcaciones marítimas españolas y de sus subregiones reconociendo su valor cultural y dotándolos de nuevos significados apoyados en la historia y en el arte. Este análisis podría acentuar los potenciales locales para poder generar proyectos específicos que puedan explorar continuidades culturales y ambientales. En este sentido un ejemplo clave son los estudios que en Reino Unido han realizado de sus paisajes marinos y litorales, reconocida cada demarcación con una singularidad cultural como se realiza en el campo terrestre. Estos tendrán que

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

3. Socio-spatial energy systems. It is necessary to extend the study of the various landscapes generated by the marine renewable energy ecosystem in the Iberian Peninsula, both on land and at sea. These include the economic, social, and symbolic/representative aspects and cover everything from research, design, production, and assembly to the dismantling of facilities and their disposal or recycling. A model based on methodologies like the Petroleumscapes studies by Professor Carola Hein from TU Delft could be applied with the aim of visualizing the mechanisms used by industry and politics to instill a particular idea of renewable energies and how this impacts the territory.

4. Energy communities. It would be interesting to specifically study how the spatial organizations of communities relate to decentralized marine renewable systems, considering that regional networks may form around them with the potential to boost the economy and generate new cultural values. How intermediate-scale marine technologies can be incorporated into small communities and whether they could be seen as contemporary mills. How the energy transition requires an economic and social transformation involving both land and sea and is linked to new innovative organizational forms based on concepts such as bioregionalism. Understanding examples like the Canary Island of El Hierro, where energy and landscape create a unique system, could be of interest for applying to other coastal or island contexts.

abarcar tanto el litoral en su parte terrestre como marina; la superficie, el cielo, la columna de agua y el lecho marino y todo lo que aquí acontece. Habrá que entender con precisión su carácter dinámico e inestable como parte de su propia naturaleza. Se podrá construir, así, una conciencia colectiva de una cultura marina que se pueda extender a una mayoría de la población.

---

3. Sistemas energéticos socio-espaciales. Se hace necesario extender el estudio de los diferentes paisajes que generan el ecosistema energético renovable marino en la Península Ibérica tanto en tierra como en mar. Estos abarcan el económico, el social y el representativo y simbólico y comprenden desde la investigación, al diseño, la producción y el montaje hasta el desmontaje de las instalaciones y su vertido o reciclaje. Sería aplicar un modelo basado en las metodologías de estudios como *Petroleumscapes* de la profesora Carola Hein de la TU Delft con la pretensión de visualizar los resortes que la industria y la política utilizan para inculcar una idea determinada de las energías renovables y cómo tiene un impacto en el territorio.

---

4. Comunidades energéticas. Sería interesante estudiar de forma específica cómo se relacionan las organizaciones espaciales de las comunidades en sistemas descentralizados renovables marinos, teniendo en cuenta que en torno a ellos pueden generarse redes regionales con el potencial para activar la economía y de generar nuevos valores culturales. Cómo las tecnologías marinas de escala intermedia pueden incorporarse a pequeñas comunidades y si pueden configurarse como molinos contemporáneos. Cómo la transición energética requiere de una transformación económica y social que implica tierra y mar y que tiene que ver con nuevas formas organizativas innovadoras basadas en tesis como el biorregionalismo. Entender ejemplos como el de la isla canaria del Hierro en el que la energía y el paisaje crean un sistema único puede ser de interés para ser aplicados a otros contextos costeros o isleños.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

5. Perception. The demand for participatory processes in the design phases of energy projects opens the door to the investigation of new tools for communicating their spatial impact. Until now, energy park developers have generated very rigid final visualizations. However, new, easily adjustable visual forms should emerge, capable of integrating parameters to understand the different alternatives that may be proposed. In this way, graphic documentation is seen as a collaborative tool for negotiation between the various stakeholders involved in a design process. Testing the tools developed in the thesis with populations exposed to the impact of marine energy projects could be of interest to validate and improve the presented methodology.

6. Multifunctionality. Along with more complex diagnostics of reality and a more open approach to existing maritime planning, a promising line of work would be to explore the limits of these plans to allow the convergence of different uses with marine energy and to create a compatibility map where, by meeting certain parameters, these uses could be integrated into energy projects. This would explore the specificities of each proposed use (tourism, marine archaeology, aquaculture, fishing, etc.) with specialized teams that could provide specific knowledge. As part of this, it would be interesting to compare European regulations regarding how the spatial convergence of other uses with marine energy has been approached and what spatial consequences it has.

7. Energy colonies. Temporary settlements of technicians and researchers in marine energy plants could be investigated, focusing on how architecture can address their functional needs while also proposing new potentials. The relationships with precedents such as isolated industrial towns associated with mining, thermal power plants, or oil platforms could be explored, and combined, on the other hand, with historical examples of utopian floating cities. Additionally, it could be studied whether new facilities could allow coexistence with other visiting groups or non-human species, and how this kind of maritime temporary urbanism could materialize.

---

5. Percepción. La demanda de procesos participativos en las fases de diseño de los proyectos de la energía abre la puerta a la investigación de nuevas herramientas para la comunicación de su impacto espacial. Si hasta ahora las promotoras de los parques energéticos generan visualizaciones finalistas muy rígidas, deberían surgir formas visuales fácilmente manipulables que puedan conjugar parámetros para entender las diferentes alternativas que se puedan proponer. Se entiende así, la documentación gráfica como herramienta colaborativa para la negociación entre los diferentes agentes intervinientes en un proceso de diseño. Ensayar las herramientas desarrolladas por la tesis en grupos de población expuestos al impacto de proyectos de energía marina puede ser de interés para validar la metodología presentada y para mejorarla.

---

6. Multifuncionalidad. Junto con diagnósticos más complejos de la realidad y un acercamiento más abierto al ordenamiento marítimo vigente, una línea de trabajo prometedora sería buscar los límites que esta presenta para la confluencia entre diferentes usos y la energía marina y poder realizar una cartografía de compatibilidades en los que cumpliendo ciertos parámetros se puedan aplicar a los proyectos de la energía. Así se explorarían las especificidades de cada uso propuesto (turismo, arqueología marina, acuacultura, pesca, etc.) con equipos especializados que pudieran aportar conocimiento específico. Como parte de esto sería interesante realizar una comparativa entre normativas europeas en relación a cómo se ha planteado la confluencia espacial de otros usos con la energía marina y qué consecuencias espaciales tiene.

---

7. Colonias energéticas. Se pueden investigar los asentamientos temporales de técnicos e investigadores de comunidades en las plantas energéticas marinas y cómo la arquitectura puede intervenir para satisfacer sus

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

8. Case studies. Just as proposals have been made within this thesis for the opportunity areas defined by maritime planning for the Mediterranean Sea, the methodology can be extended to the sectors identified in the Atlantic Ocean along the Iberian Peninsula, thus validating its relevance while recognizing its particularities. In another direction, the possibility of understanding the entire Mediterranean as an energy system with similar conditions could allow for the exploration of interesting cases in other coastal countries, creating an international repository of experiences. Coordination with the multiple studies on marine energy implementation in countries like Italy or Greece could be of great interest to further develop and improve the methodology.

9. Materiality and architecture. A highly valuable area of work in the architectural field relates to the deepening of material and construction systems applied to these technologies. It would be possible to create a material glossary associated with the catalogs developed in this thesis, which could be expanded with architectural techniques and methods that connect these technologies to the material cultures of each local context. Along with the analysis of other elements in marine energy architecture, such as biomimetic solutions, this could form the basis for a new catalog of marine hybrids, representing architecture's contribution to design, a heritage that has so far been exclusively the domain of engineering.

funciones al mismo tiempo que se proponen nuevos potenciales. Se pueden explorar las relaciones con precedentes como las ciudades industriales aisladas asociadas a la minería, a las centrales térmicas o a las plataformas petrolíferas y combinarlas, por otro lado, con ejemplos históricos de ciudades flotantes utópicas. Asimismo, podría estudiarse si nuevos equipamientos pueden además permitir la convivencia con otros grupos visitantes o con otras especies no humanas y cómo esta suerte de urbanismos temporales marítimos se materializarían.

---

8. Casos de estudio. Del mismo modo que dentro de esta tesis se han planteado propuestas para las áreas de oportunidad definidas por el ordenamiento marítimo para el Mar Mediterráneo, se puede extender la metodología a los sectores determinados en el Océano Atlántico en la península Ibérica y así validar su pertinencia, además de reconocer sus particularidades. En otra dirección, la posibilidad de entender todo el Mediterráneo como sistema energético de condiciones similares puede permitir la exploración de casos de interés en otros países litorales creando un banco de experiencias internacional. La coordinación con los múltiples estudios que en países como Italia o Grecia se están dando en la implementación de la energía marina puede ser de gran interés para desarrollar la metodología y mejorarla.

---

9. Materialidad y arquitectura. Un trabajo de gran valor para el ámbito arquitectónico tiene que ver con la profundización en los sistemas materiales y constructivos aplicados en estas tecnologías. Es posible realizar un glosario material asociado a los catálogos realizados en el marco de esta tesis que pueda ampliarse con las técnicas de la arquitectura y con métodos que puedan aproximar las primeras a las culturas materiales propias de cada contexto local. Junto con los análisis de otros elementos de la propia arquitectura de la energía marina como las soluciones biomiméticas, podrían ser la base de un nuevo catálogo de híbridos marinos como aportación de la arquitectura

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

10. Ports and energy transition. Most marine energy projects have been or will be tested in ports or docks. Their advantages in terms of installation, supervision, and maintenance are significant in such high-risk economic investments as this infrastructure. At the same time, port areas serve as the interface between cities and the sea, acting as a gateway for exchange with the aquatic environment. Historically, ports have been the origin of many cities, and today they remain a highly relevant urban component both economically and culturally. Considering that they are currently undergoing adaptation to climate change and a global energy transition, it seems like an opportune moment to rethink these areas as energy landscapes open to the city through public engagement. This approach would promote the exchange of activities while maintaining their port and industrial character as a field of action for design disciplines.

11. Resilient energy landscapes. In the context of increasingly noticeable climate change, its effects threaten coastal areas and coastal uses. As seen in this work, energy infrastructure is capable of taking on roles that mitigate the impacts of these threats. A relevant line of research could involve deepening this relationship between infrastructure and landscape, focusing on phenomena such as flooding, wave action, or erosion. New scenarios for ecological transition could be proposed for Spanish or Andalusian coasts, where such devices would be implemented based on available energy resources, local sociocultural impacts, and the type of coastal protection needed.

al objeto de diseño, patrimonio hasta ahora en exclusiva de las ingenierías.

---

10. Puertos y transición energética. La mayor parte de las energías marinas han sido o serán testadas en puertos o diques. Sus ventajas de implantación, supervisión y mantenimiento son relevantes en inversiones económicas tan arriesgadas como la de esta infraestructura. Al mismo tiempo, son las áreas portuarias la interfaz entre las ciudades y el mar, su puerta de intercambio con el medio acuático. Históricamente los puertos han sido origen de muchas ciudades y hoy en día son una pieza urbana muy relevante a nivel económico y cultural. Teniendo en cuenta que se encuentran actualmente en un proceso de adaptación al cambio climático y en plena transición energética de carácter global parece un momento adecuado para repensar estos lugares como paisajes de la energía abiertos a la ciudad desde lo público promoviendo el intercambio de actividades y manteniendo su carácter portuario e industrial como campo de acción propio de las disciplinas del diseño.

11. Paisajes energéticos resilientes. En el marco de un cambio climático cada vez más perceptible, sus efectos amenazan las costas y los usos litorales. Como hemos visto en este trabajo los dispositivos energéticos son capaces de asumir funciones de atenuación de los impactos producidos por esta amenaza. Una línea de trabajo relevante puede ser el profundizar en esta relación entre infraestructura y paisaje aplicado a fenómenos como la inundación, el oleaje o la erosión. Sobre las costas españolas o andaluzas pueden plantearse nuevos escenarios de transición ecológica en los que intervengan aquellos dispositivos según el recurso energético disponible, los impactos socioculturales locales y el tipo de protección costera necesaria.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

VI. ABSTRACT

Introduction

As a foundation for shifting perspectives in the marine energy field, it is essential to reassess our approach to the context that hosts these installations: the sea and the energy. The various meanings attributed to the ocean and to the energy throughout history continue to influence how we perceive it today, which in turn shapes how we intervene in it spatially. Four approaches to ocean and energy are proposed : *Myth and Nature*, *Surface and Image*, *Resource and Habitat* and *Palimpsest and Utopia.*

To provide a comprehensive understanding of the work presented in this thesis, a review of the current state of affairs is included, with the marine energy field examined across three scales: landscape, planning, and architecture.

1. Four approaches about ocean and energy

Myth and nature. Reflection on the sea has always tended to be the object of speculation and tale. Mythology as memory builds culture, therefore, it is part of the identity of a community. The first myths arise to explain what exceeds the human, from the origin of life or death to the forces of nature. The ocean has been the origin of the world according to various cultures. Its indeterminacy and informality have linked it to the primal. Its generative capacity has positioned it as a creative force for numerous civilizations and at the same time, its destructive capacity and its immensity have aroused fear and attraction in equal parts, a conflict that has guided the desire for exploration throughout the centuries.

A large part of the original mythologies of seafaring peoples around the world would try to explain the natural phenomena on which their daily lives depended. In the Mediterranean Sea, the Phoenician, Greek and Roman cultures, with a strong relationship with the sea, had numerous deities associated with it and its threats. For example, Poseidon, Neptune in Roman tradition, god of the seas, whose power extended over islands and coasts and was capable of unleashing terrible winds and storms on them and destroying and protecting ships. In classical Greece, for its part, even Plato insisted that the tides were produced by the swallowing of a huge animal that lived in a cave.

With the arrival of monotheisms, natural phenomena were attributed to the will of the only god and were conceived as a form of punishment or moral reprobation. The myth of the Flood clearly exemplifies this and in different versions it has been assumed by diverse cultures. These stories show humanity at the mercy of the energy of the waters and their force of destruction.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Navigation also required prayers for centuries to achieve the blessing of the gods and safety on the journeys. The dark sea bottom, the cold waters and the infinity of the ocean generated all kinds of legends about fantastic creatures that frightened sailors. Their origin was pagan, both Greco-Roman and vernacular, and they were intended to dissuade the most reckless navigators from frequenting certain little-known or risky areas by being included in medieval navigation charts, as shown in the Portolan atlas of Abraham Cresques (1375). The nautical chart of the North Sea by Olaus Magnus (1539) would be an example of a compendium of these creatures.

Although monsters disappeared from the maps over the centuries and scientific knowledge occupied the space of myth and legend, the fascination with the forces of nature continued to be an object of interest in culture centuries later. The romantic writers and painters of the 19th century were a clear example of this, as can be seen in the paintings of Caspar Friedrich or J.M.W. Turner. Wild nature is constituted as a mental state as a representation of the fight against the civilizing scientific knowledge of the rebellious genius and the subjective experience of the natural phenomenon itself.

Contemporary mass culture has also addressed marine mythology and the violence of the oceans. We find everything from the sea monsters of "Moby Dick" to "Jaws" or the catastrophes from movies like "The Impossible" or "2012" that address the monumental and the wild from a scientific envelope full of details. These fictions show that the fear of aquatic catastrophe has always been a constant in riverside populations from the oldest civilizations to the present day. Dams and locks have become some of the most important works of our societies with majestic works such as the MOSE project (Modulo Sperimentale Elettromeccanico) built to prevent the definitive flooding of the city of Venice. Apart from large infrastructures on a regional scale, the domestication of water also became a fundamental urban issue in which architects incorporated themselves into the design of their facilities with historical examples such as Otto Wagner's Schützenhaus in Vienna in 1908. Later, also new energy infrastructures inserted in the city would be the object of the architecture that not only protected from flooding but also had a productive function in the energy generation.

On an urban or regional scale, extreme storms such as Hurricane Sandy in New York or Katrina in New Orleans have changed the paradigm of how to deal with this type of catastrophe. Current coastal planning begins to value adaptation to water dynamics, respecting natural processes and betting on flexibility and reversibility of interventions. Nowadays, the limit between sea and land becomes a field of work and spatial reflection on the uncertainty that is an area of constant exchange.

Surface and image. The content of this section focuses on two concepts, surface and image, which have to do with the simplification that has been made on the marine environment throughout the history

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

of modernity, first due to the impossibility of knowing better this type of territory, but also due to the interest of the economic and political forces that have wanted to dominate it.

Once the boats improved their performance around 15th century, they began to tackle the most inhospitable waters and transoceanic voyages became possible and with them great discoveries. The incentives and technical possibilities of the new instruments facilitated the development of more precise nautical charts that allowed control of a disputed commercial field. Their representation has corresponded to power groups that has converted them in highly demanded artefacts.

The exponential increase in the availability of resources and territory generated fierce competition from the powers of that time in the 17th and 18th centuries - England, Spain, France and the Netherlands. Some of the most important pictorial works of those centuries within the genre of marine painting represented the great naval triumphs and military conquests.

At the end of the 18th century, the steamship would appear and with it would arrive fossil fuels, which generated greater dependence between land and sea. High consumption of coal and wood would require vast extensions of forest to supply the necessary energy demand. Finally, the development of diesel engines and their naval incorporation consolidated maritime transport as a dominant means. In the transportation of goods, after the Second World War, the revolution that definitively produced the expansion of capitalist production came with the generalization of the standardized shipping container that would become the great means of global storage and exchange. In addition to being crossed by vessels of all types, the seas also support the transport of information and energy through underwater conduits. Large transatlantic pipelines of great geopolitical importance allow gas and oil to be transported, avoiding the use of ships and connecting power plants at their ends, which became the main global energy infrastructure through the combustion of hydrocarbons.

The last dimension of the abstract concept of global network at sea is logistics defined by the systematization and standardization of processes that no longer serve a specific territory. The management of the information necessary to optimize processes requires another simultaneous ocean, the virtual one, relocated to the decision and research centers. The new sea has become monitored, surveilled and continually evaluated by satellites.

The artists of the 20th century, from the avant-garde to contemporary times, have not given up trying to unravel the nature of the sea surface and like Mondrian, in the early years of the century, or Sugimoto, in the sixties and seventies, they understood this plane as metaphor of the canvas, deep and superficial at the same time.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

If commerce uses a sea without attributes and devoid of any cultural relationship, tourism as the great paradigm of the 20th century has taken care to trivialize its image, refusing of its social, cultural and geographical relationships or limited to the minimum, to a simulacrum and a cliché. The ocean is a scenery for another form of consumption. Many artists would contribute to this, even without intending to. There would be numerous coastal scenes from the last years of the 19th century and the beginning of the 20th, with large-scale works such as those contributed by impressionists such as Monet or Sorolla, captivated by the visual potential of the coat and creating an idea of a peaceful and kind sea.

Leisure is a truly modern concept. Initially it was an activity for the aristocracy to which the bourgeoisie would later join and it did not extend to the majority of society until the second half of the 20th century. Tourism forever changes the territory and the coastal economies and with this transformation would come an overexploitation where the natural landscape would be destroyed by the construction intensity as witnessed by a large part of the Mediterranean coast, both Spanish and international. For their part, cruise ships have become the great means of maritime tourism and also an important symbol of modernity despite their significant negative impacts at an environmental and socioeconomic level. The growth of tourism and its great profitability have produced a substitution of traditional coastal and high seas activities and broken the existing balances with the natural environment.

The disconnection between community and environment is not only important for the coast, but also makes it easier for various economic interests to gain control of the inland maritime territory and operate with impunity outside of public debate. Faced with these forms of territory occupation, new activities such as industrial tourism and energy tourism can emerge, in which culture, environmental awareness and landscape can go hand in hand.

Resource and habitat. Resource and habitat speak of the dimension of depth in the sea. The sea as a source of resources, as a means from which to extract a good that leads to an economic activity that normally provides a service to society. The habitat, for its part, also explains a filled marine environment, but in this case full of life, a place with autonomy in which complex ecosystems establish continuous exchanges.

The seas and oceans, against all intuition, present areas saturated with human activities and yet, the public perception of the marine environment continues to be a vast emptiness. From the first fishing grounds to the extraction of hydrocarbons, the oceans have promised an inexhaustible field of resources that nations and companies have decided to exhaust. The immensity of the territory and its inaccessibility creates real impunity that takes place behind the backs of a society devoid of a fundamental collective space

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

that is not considered as such. This paradox has been constructed by companies and governments for centuries, but the intensity of industrialization processes has seen its definitive intensification since the Second World War.

This would take place with the jump of hydrocarbons into the sea that would go from the first coastal deposits in California at the beginning of the 20th century to deep sea exploration in a matter of a very short time, giving rise to authentic marine cities such as Oil Rocks in Azerbayjan or Ekofisk in Norway. Recently, however, renewable energies seem to give a different perception to productive marine landscapes and generate a more respectful and collaborative relationship with their environment.

The exploitation of the ocean has required great information about the nature of the seabed or the functioning of the climate and marine dynamics that would not begin until the end of the 18th century, with the beginning of the field of oceanography. It would be the transatlantic telegraph lines, which had to cross marine areas at depths of 4000 meters that definitively promoted the exploration of the deep sea. In a very short time, numerous highly valuable scientific cartographies would be published, such as those that reflected the winds and currents of the Atlantic (1847), the first bathymetric chart (1853) or the one that captured the gradation of organisms in relation to marine depth (1848). However, almost two centuries earlier, the first surviving cartography with underwater information already appeared, La Carte de la baie du Canada, which located very important fishing grounds for cod fishing on the Canadian coast of Terranova and that barely had continuity in its type of representation.

Fund research for military, commercial and scientific purposes would lead to new immersion machines such as the bathyscaphe or bathysphere and fundamental advances such as sonar. The information available in recent decades has greatly increased public access to knowledge and the multiplicity of perspectives on the marine environment. This has encouraged an environmental awareness that clearly understands the impact of the current society habits both on the surface and in the depths of the world's oceans, becoming palpable and inescapable through continuous oil spills or huge plastic islands. This view has been extended to the field of art in which, especially in photography, the artistic object is not only an aesthetic object, but they work with a contradictory representation. The pieces of art try to expose an unpleasant situation to the observer through the formal beauty of the proposed content, in many cases of documentary aesthetics as recognized artists such as Allan Sekula, Edward Burtynsky or Mandy Barker have been developing throughout their careers.

Today the seabed is exploited even in the most remote and protected areas. Academics and organizations proclaim the need for total protection of the high seas, for creating global institutions and for the recognition of the rights of the oceans and seas so that, as subjects of law, they are no longer considered

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

mere providers of resources and services. The ecological paradigm that awakened in the sixties has led to a much more critical look at the system in which we live; however, although there is consensus in the derivatives of our way of life, the debates bring a lot of contradictions with no clear solution. The case of green energies is paradigmatic. Applied as the most important of the strategies to reduce the future effects of climate change, it inevitably also leads to relevant social, energy or spatial impacts that generate great controversies.

Palimpsest and utopia. Time is a phenomenon that in the ocean acquires a different nature from that on land and that has been an object of reflection by thought since ancient Greece. Palimpsest and utopia are two dimensions of this marine time. While the first exposes a present as a superposition of previous traces, the second seeks its improved projection towards an idealized future.

The ocean is in continuous movement. Its constant agitation, from the macro to the microscopic, modifies its state, its salinity or its temperature in a continuous exchange. Waves and currents direct the rhythm of a cyclical time attached to daily and seasonal changes and opposed to linear terrestrial perception.

In Spiral Jetty (1970) Robert Smithson exposes his work to the changes in the water level of the Great Salt Lake and subjects it to natural cycles, erosion and degradation. Meanwhile, a project such as the Zandmotor alludes to the generative capacity of the sea, being capable of recovering the beaches of southern Holland in a learning operation of coastal dynamics.

The Mediterranean Sea, for example, has been the canvas on which the great ancient civilizations deployed their dominion and is attested to by all types of battles, cultural exchanges and victims of conquest or economic struggles between states. However, the only vestiges of it are found on the coastlines because the sea has absorbed any remains, which prevents the liturgy and makes memory an abstraction. This is what Jason deCaires' underwater sculptures talk about, which are temporal complexes that suggest temporal simultaneity between past, present and future.

The ability of the oceans to accommodate societies' future expectations, whether through the engine of progress or through nostalgia for the past, has turned them into a setting for utopia. The first have to do with the discoveries of the high seas, "new worlds" that were especially related to islands, some real like the Canary Islands or imagined like Atlantis. The explorers of the 18th and 19th centuries expanded the world and helped to idealize the discovered lands as fertile fields and peaceful paradises yet to be made in contrast to a corrupt and decadent Western civilization, as shown in Rousseau's myth of the noble savage. Until this time, the majority presence of agricultural cultures established a fundamentally cyclical perception of time. The longing for the future became nostalgia for an idealized past. With the Industrial Revolution, a concept

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

of a better future appears with progress as the driving force. The production of energy would become a symbol of the same in the ideologies of the first half of the 20th century. This led to megalomaniacal projects such as Atlantropa, in which Nazism planned to use the entire Mediterranean Sea as a huge hydroelectric power station.

Today the ocean continues to be the object of the most ambitious proposals for new Atlantis as salvation from an already lost future. Some are imagined through floating cities such as the Oceanix project recently carried out by the Danish studio BIG (Bjarke Ingels Group) together with the United Nations. A few decades earlier, the return to confidence in technology and infrastructure of the sixties and seventies as an impulse for progress would boost the imagination of architects, also fuelled by images of the moon landing, by the invention of new modular, habitable submarines or the installation of oil platforms in the open sea. Meanwhile, precarious floating cities were being built informally in countries like Vietnam or Nigeria as a consequence of the lack of land and social inequality.

The arrival of environmentalism and concern about the unsustainability of the economic system would fuel some energy dystopias such as Mad Max or Waterworld that would propose a future of energy and resource scarcity under the impacts of dramatic climate changes. In this way, they would help build an imaginary in which great technological advances and megastructures were not the solution but the origin of the planet's problems.

The most solid social construction that has so far been materialized as an alternative proposal is the energy transition, until now eminently quantitative in the approach of its objectives to replace fossil fuels and ineffective in drawing a desirable future, an achievable utopia that involves us all. Some attempts, such as the proposal for the EU by the Dutch study OMA, were able to propose a future of renewable energies at the European level from a spatial point. For utopia to be possible, along with this type of scenario, a reformulation of the current social and economic paradigm must be proposed that includes not only the economic powers but the entire planet, from developing populations to natural ecosystems and so on, to be able to build a true sustainable and fair social utopia.

2. Landscapes, planning and architectures of marine energies.

Currently, the view on landscape within the discipline is mediated by new conceptual frameworks. Energy infrastructure is part of an "extended urbanism" such as that proposed by Neil Brenner or Bruno Latour and, therefore, in which urban processes and their metabolisms occur on a planetary scale. Energy

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

is part of this network that barely visibly structures the terrestrial and marine territory whose logic must be made visible to be understood and its spatial impacts detected.

The implementation in the territory of the facilities is carried out from "taylorist" logic and builds closed circuits based on short-term operability. There are, however, new spatial theories that understand territory as a co-production between humans, non-humans and machines. The latter are agents capable of modifying, amplifying and weakening natural processes and also offer great potential to incorporate ecological and social functions through design. These new perspectives challenge the dualisms between nature and culture and propose hybrid spatial and material conditions.

In this doctoral thesis, energy landscapes are understood as "observable landscapes that originate directly from the human development of energy resources" according to the definition of Martin J Pasqualetti. The evolution of these landscapes determined by technical development and the availability of resources creates a kind of energy history in which the exploitation of organic resources such as wood, coal and wind; fossil fuels after the Industrial Revolution and nuclear and renewable energy in this century that entail different forms of economies and spatial organizations.

The term energy landscapes is framed within the so-called "cultural landscapes", understanding that the transformation of the territory that the implementation of the energy project implies results in new meanings and values on the existing landscape that are specific to this infrastructure. Furthermore, these have different spatial characteristics. Conventional energies tend to be extractive, while renewable energies can be considered collaborative with the ecosystem and do not need to directly remove matter. The former are punctual in nature and have high durability and a great landscape impact. Renewables, on the other hand, make up decentralized systems, with great visibility and short durability and require large extensions to cover current consumption. Renewable energy landscapes at sea are territories in which infrastructures have a highly important impact, both visually and spatially, and this occurs in three different dimensions: aerial, surface and underwater. The hard foundations that invade the seabed, the spatial conflicts with other economic activities on the surface and the conflict, spatially present in wind energy, involving devices more than 100 meters high are some of the most obvious impacts.

This thesis specifically addresses the landscapes of renewable energy in the onshore, nearshore and offshore sea and within the generation systems it will deal with the elements of energy collection. In marine energy, in general, the collector elements form groups or parks usually organized in a grid. The rest of the distribution and transformation elements and other important territorial supports such as ports in their interface function are considered in a complementary manner.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Integration and perception. The energy transition has a great presence in our daily landscapes. Its extraordinary development in recent decades is generating pressure on the territory that needs to be analyzed from a spatial point of view. There is a fear of the deterioration of the bucolic image of natural settings related to a recent sensitivity to landscape conservation. Other reasons for rejection are the possible loss of its tourist profitability or the disappearance of traditional activities such as agriculture and fishing closely intertwined in the territory. The reactions produced by the implementation of the infrastructure make inevitable the need to review the current strategies for adapting it to the landscape. The sum of these strategies is what is called landscape integration. Typically, however, the integration of infrastructure into the landscape is usually limited to visual strategies to minimize the vision of devices in a specific background. We can distinguish three trends in current planning and design for the adaptation of renewable energy parks to the environment in which they are implemented: *protectionism, technification and aestheticization*. Since these landscapes are different paths for integration, they all have implications that may be interesting for an energy project.

Protectionism. The protectionist vision understands the landscape as an area to be conserved, incompatible with an environmental or heritage perspective in a kind of musealization of the landscape. In this case, measures are encouraged to minimize the impacts of the devices to be implemented and are those that current wind or solar photovoltaic projects usually try to use. Within this vision we can talk about two integration strategies: *concealment and mitigation*. *Concealment* attempts to move the park to locations where its presence is reduced and can lead to submerging tidal devices, installing the park offshore away from the observer, or using industrial or port structures to reduce its visibility. *Mitigation*, for its part, tries to minimize the disruption of the elements installed in the landscape and affects the distribution and scale of the energy park itself. In general, dividing the extension of the farm into groups, reducing the size of the device, its spatial footprint, or its height are the most recurrent applications of this strategy. On the high seas, buoys or vessels can be fuelled by renewable energy as a complement, while on seafronts, docks or coastal urban structures can support certain devices. Since these landscapes are different paths for integration, they all have implications that may be interesting for an energy project.

Technification. The technical landscape is one in which an introduced technical component has priority in the design compared to the context that hosts it and is usually legitimized by the climate emergency. We can talk about two different strategies, *disruption and referencing*. In the first, technological elements can confer aesthetic meaning to the landscape itself without being intervened. The interest arises from this contrast, from the figure-ground tension in which the second also acquires new meanings when it becomes more technical. The second strategy proposed is *referencing*, that is, using the layout of the energy

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

park or some of its components, to emphasize values of the existing landscape. It refers both to a layout that gives continuity to a topographic form, but also to the reference to some historical landmark such as an old tower or an enclave of archaeological value. In either case, through its implementation, an industrial, innovative or sublime significance of the infrastructure is provided. It occupies the role of a landscape or urban landmark through which it appears in examples such as the cooling towers of thermal power plants or electrical towers such as the pylons of Cádiz. In the case of marine energies, the combination of the mass of water, the horizon and the megastructures that make up the energy facilities is capable of awakening emotions typical of landscapes of the sublime.

Aestheticism. Aestheticization is a strategy that also tries to mitigate the impact of the infrastructure, but in this case through the application of formal measures that try to reconcile the technical element with its natural environment. We can talk about two common ways of proceeding, camouflage and hybridization. Camouflage is a form of treatment of the device envelope. This can be done by coloring the devices or using certain materials that are assimilated to the context or also by incorporating textures that allow the addition of plant and animal species as in artificial reefs. In other cases, organic forms associated with the aquatic are directly imitated. The second form of aestheticization is hybridization and is based on learning from natural processes that give rise to formal concepts, new materials or device organization systems. The use of biomimetic techniques hybridizes technological elements that become a kind of sea monsters that are neither artificial nor natural. Some current examples of hybridization are bio-glues, devices inspired by the movements of aquatic organisms such as algae or sea snakes, or the incorporation of formal details such as the fins of some whales for the design of turbine blades.

Planning in the energy field. Until recently in Spain, marine energy was understood more as a science fiction invention than as an economic activity integrated into national energy policies. The allocation of a specific space for offshore wind, wave and tidal energy in European waters has come with the management plans developed in the last decade at the request of the European Union. This is the first attempt at maritime management in a contemporary sense at the national level under a mentality especially influenced by environmental protectionism. However, it is still one more step in the different forms of economic and political control of the sea that have occurred throughout history and that have shaped our way of intervening in it today.

The regulation of the sea has always drifted between freedom of navigation, *Mare Liberum*, and state protectionism, *Mare Claesum*, and after a first absolute dominium of Spain and Portugal, for centuries maritime powers preserved the oceans as free spaces for navigation and commerce. Starting in the 18th century, it was agreed to maintain a coastal strip under the control of the states with a width equivalent to

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

the distance of a cannon shot, approximately 5km (3 miles). These agreements were useful until the end of World War II, when they had to be revised under pressure from the oil industry to expand its offshore exploration. Years later it would lead to the United Nations Conventions on the Law of the Sea (UNCLOS) in which a definitive limit of 200 miles (370 km) was declared, called the Exclusive Economic Zone (EEZ), which was added to the 12-mile band known as Territorial Sea under full national sovereignty. The maritime boundaries determined by UNCLOS were the first legal terms relating to the sea to operate on a global scale. The divisions that were created then left the waters as a regulatory network that, together with national limits, adds all types of rights and exclusions of use, whether for commercial navigation, for oil exploration or for maritime surveillance and security. Thus, seas and oceans today suffer a variant of the extension of the territorialization processes typical of the terrestrial environment.

Maritime planning in Spain. After the signing of the Kyoto protocol in 1997, the European Union decided to convert energy and environmental policies into two strategic pillars. The approved agreements would translate into national policies in which marine energy, mainly wind energy, would begin to be taken into consideration. It would not be until 2021 when all its member countries with a coastline were required to develop a Maritime Spatial Plan (POEM in Spanish) to manage their waters in an orderly manner and thus be able to spatially develop marine energies in the territory. Spain approved it in February 2023 and in it we can already find clearly defined areas for the implementation of offshore wind in each maritime demarcation. The final selection of areas of high potential for offshore wind designates 19 sectors, being the only marine energy contemplated in the regulation, with a total occupied dimension of 5000 km^2. In these areas, in 2023, there were 51 planned offshore wind projects characterized by their homogeneity and standardization in types of devices and implementation strategies. In the delimitation of the areas of interest, the landscape has been taken into account only superficially and is presented as a problem to be solved by each project. In fact, some designated regions are located at a distance from the coast at which visibility of the turbines would have a great impact on high-occupancy coast such as the Canary Islands and, therefore, very vulnerable. This is one of the fundamental reasons for the citizens' rejection of most projects, as is the invasion of fishing grounds or the uncertainty with the environmental impact. This highlights the need for other perspectives when implementing these infrastructures with greater sensitivity towards sociocultural aspects. Anticipating its integration into the landscape to improve social perception and adaptation to the environment are aspects that design disciplines can contribute to the energy sector.

A scenario for 2050. Most future projections on the energy transition are usually made in quantitative and abstract terms, however, the substitution of fossil fuels is not only the responsibility of the energy sector, but also has social and spatial implications. The scenario on which this thesis is based is optimistic in relation

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

to the achievement of adequate technological development to achieve widespread electrification with a leading role of renewable energy infrastructure. Marine energies are proposed as an effective complement to land energies in a situation in which the spatial footprint of the latter would exceed the capabilities of the territory. In the new areas designated by the POEMs, the demands of the planned roadmaps for decarbonization are sufficient and can constitute future energy hubs in combination with other functions, in addition to being able to contribute to the energy system in any other ways such as the production of green hydrogen or the energy storage configuration through artificial island systems. Also in the sea we can expect a multifocal distribution or production of marine energy. The existence of energy farms of different scales can supply remote islands, complement terrestrial energy mixes and supply energy to ships or new marine activities independently, adapting their size.

The possibility of combining photovoltaic and wind energy and taking advantage in the medium term of the different alternatives that the Mediterranean and Atlantic coasts offer can configure a versatile energy system with great competitive advantages. For all these reasons, the promising role of the sea in the future of energy also requires certain precautions that focus on the preservation of seas and oceans as sustainable territories. It is intended, to the extent possible, that this cultural relationship can be transferred to the energy project in the sea. It must be expected too that the energy industry procedures can be done in an inclusive and sustainable way by encouraging sustainable materials, shorter distribution chains, reduction of electricity consumption and reuse of industrial components. Due to the magnitude and implication of each energy infrastructure project, it must be understood as the joint effort of a society for common objectives that must aim to be transformative in a holistic way. It is also an opportunity to reclaim the ocean as a public space in which social processes take place that transform it and from which communities cannot be left out.

Current technologies and architectures. Current marine energy landscapes are characterized by the infrastructure necessary to exploit the different energy sources available. In relation to the production of energy in the sea, the first link in the network, there are different usable resources, hydrocarbons, on the one hand —dedicated to transport, the chemical industry, to produce electricity or for heating— and renewable and nuclear energies. On the other hand, only for those electrified activities.

The most consolidated energy generation systems are oil platforms, capable of producing large amounts of energy for long periods of time. The deposits, however, are limited and hydrocarbon reserves are in decline. Marine biomass is understood today as one of the fuels that can complement hydrocarbons in the medium term. However, the large amount of space required by infrastructure, still experimental algae cultivation, makes difficult to think that it can offer guarantees in the medium term. Another conventional

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

energy, nuclear, for its part, although it does not use resources of marine origin, has also carried out some experiments at sea for the development of floating power plants. Its high energy density makes it an interesting opportunity for remote locations and offshore services, however, the small reactors it requires are not profitable at the moment and the hope for this technology is placed on the ability to mass production.

The true current expectations for the marine territory are in wind energy on the coast and especially in the high seas. Today it is a technology in continuous growth and already has 34 GW installed in European waters, with the North Sea being the epicentre of this development. The technology, now mature, allows new models of turbines each year that are more powerful and higher. Its extension to other seas and oceans will depend on the consolidation of floating turbine systems, to be able to address deeper areas such as the Mediterranean coast.

Solar energy is currently integrated into the energy mix of many countries. Its modular and universalizable character, adaptable to almost any territory, makes it a very successful technology that is beginning to explore its possibilities at sea. At the moment, installations in lakes and reservoirs are becoming established as an interesting alternative with affordable construction and maintenance costs and there are already plants with significant installed power such as the one in Dezhou in China with 320 MW.

Wave energy has great potential as part of the energy mix of the future and the necessary energy transition. However, marine conditions are the main obstacle to the generalization of the devices. It is characterized by the great variety of collection systems although none of them have yet been consolidated. According to their movement, devices are classified into *overtopping attenuators, oscillating wave surge, oscillating water columns and point absorbers*. In the nineties they had a great boost from the European Union after demonstrating good results in some prototypes, but since then wave energy has developed slowly with technologies and performances still far from being able to meet real demands. Tidal energy, for its part, is already a real alternative to fossil fuel energy in some places. The Rance Tidal Power plant in France has been operating since 1966 and has a maximum capacity of 240MW. The reason for its limited deployment, apart from the necessary tidal conditions, is undoubtedly its high environmental impact and that it goes through long periods of low production which makes it too intermittent. Regarding the use of marine currents, the MeyGen project in Scotland is a pioneer in this type of energy and nowadays has an installed power of 6MW.

Such different technologies present very different spatial impacts. Solar and wind energy clearly have a higher energy density than other renewable options because they use established and mature devices that have been on the market for decades and therefore require less space than other marine renewables.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Only in the case of the water column oscillation system (OWC) has the energy produced been commercialized. The visual impact of the facilities also offers great differences. Only wind devices exceed 20 meters in height, currently exceeding 100 meters. Controlling the visual and spatial impacts allows us to define the type of intervention on the landscape in which they will be implemented. It will depend on how it interferes with the environment, the distance to the coast, the position of the observer, the vulnerability of the physical environment and the type of activities that surround them, so each case will have to be studied independently.

Throughout the work of this thesis, the most characteristic marine energy infrastructure projects have been collected, those that have been considered spatially relevant and have been catalogued in order to compare them and draw conclusions from the state of the art. One of the results of this compendium is to discover the different operations that from design have been used to integrate energy devices into their marine and coastal environment. Its analysis allows new implementation possibilities in the design of the infrastructure that have been taken advantage of at different times in the work of this Doctoral Thesis. An index called *Marine Energy Genealogy* has been added to the catalogue, which allows you to find a project carried out within the catalog according to the design strategies implemented, the type of energy they produce and their location in relation to the coast. These projects are also classified according to the types of landscapes that generate the current integration trends discussed in previous sections —*mitigation, concealment, referencing, disruption, camouflage and hybridation*.

Experiences in Spain. Marine energies in Spain are still limited exclusively to the field of experimentation. Furthermore, offshore wind, especially on the Mediterranean coast, but also on the Atlantic coast, presents the drawback of the depth of the seabed, which makes it difficult to build the most common monopile foundation systems for turbines. Once floating systems are commercialized, their implementation will be extended in line with the national energy potential. Meanwhile, some land projects have emerged on the Spanish coast, which can be seen in the port of Bilbao, on the Galician coast with minor facilities or in Cadiz where we can find between Zahara de los Atunes, La Zarzuela and El Almarchal the coastal wind complex with the greatest impact for both local populations and coastal activities.

Regarding wave energy, several projects have been proposed in the national waters of the Iberian Peninsula, such as the Santoña OPT buoy or the EcoWavePower project in Gibraltar. The most important, however, is the Mutriku power plant pioneering the commercialization of oscillating water column energy. Finally, the two research platforms implemented in Spain are of great importance, PLOCAN in the Canary Islands and BIMEP in the Bay of Biscay. Both provide a testing area in which companies from all over the

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

world test their systems. They are also creating an industrial and business fabric that can be the basis that drives the sector as technologies mature.

Main and specific objectives

The three main goals in this thesis and the subsequents specific objectives are the following :

1. Reflect on current territorial planning methodologies by reviewing the existing marine spatial planning in relation to energy.

    1a. Propose an integrated vision of the energy territory that connects land, coast, and sea.

    1b. Question current zoning systems in both marine and terrestrial planning concerning topics such as ecology, culture, and history.

    1c. Design a multidisciplinary mapping as a basis for projecting future marine energy projects in the Spanish Mediterranean.

2. Expand current strategies for integrating infrastructures into the landscape, using marine energies as a case study.

    2a. Apply a cultural perspective to integration that considers the complexity of factors present in marine and terrestrial landscapes.

    2b. Expand intervention criteria in the marine landscape beyond those imposed by the energy sector.

    2c. Develop marine-specific spatial planning strategies, avoiding the replication of land-based approaches.

3. Explore the role that design disciplines can play in infrastructure projects by applying architectural and landscape processes to offshore energy parks.

    3a. Create an inventory of marine energy projects studied from architectural parameters.

    3b. Analyze the potential of architectural design strategies, through its references and tools, in the context of marine energies.

    3c. Define a general methodology that facilitates the participation of various stakeholders in decision-making regarding marine energy projects.

    3d. Generate desirable spatial scenarios for the energy transition based on a cultural perspective.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Methodology

Throughout this thesis, there is a clear pursuit of a fundamental objective: addressing two key challenges in the integration of renewable energy in marine environments—uncertainty and complexity. The first challenge, uncertainty, is crucial because we are dealing with future scenarios rooted in speculation. It is impossible to know yet how the technologies we are working with will evolve, as there are few precedents for offshore projects. Moreover, it is not predictable how climate change will impact the environments where these projects will be implemented. The second challenge, complexity, is relevant both for the present and the projected future. In both cases, the number of variables involved in these environments is vast, requiring careful management of available information to properly intervene in these landscapes.

The literature presents two approaches that may help guide marine energy projects amid this uncertainty and complexity: *research through design* and *narrative cartographies*.

Research through Design: The primary aim of this study is to develop a methodology that facilitates the integration of offshore energy infrastructure from a sociocultural perspective. This methodology must be generative, meaning it should produce landscape projects that can be systematically compared and applied. To achieve this, the study seeks to bridge the qualitative insights offered by design with the quantitative knowledge from fields such as energy, biology, and geography, integrating them into spatial concepts that give rise to specific proposals. As proposed by *Research through Design*, this approach combines graphic representation and quantification, placing greater emphasis on the spatial visibility of energy transitions and their potential scenarios, which serve as a foundation for design work. In this thesis, technical criteria are derived from current regulations, the present state of technologies, and their anticipated development in the medium term, all within a defined scenario that prioritizes the development of existing marine technologies. These variables are interpreted to conduct a creative exploration of the study area through different scales of the project—planning, landscape, and architecture.

Narrative Cartography: Considering the multitude of factors and agents involved in or connected to marine activities, both economically and culturally, it becomes clear that there are many ways to represent and narrate the sea. As a collective space, the marine environment must be represented as a collection of diverse perspectives, rather than a singular narrative. The selection of factors and their graphic representation shape the narrative that is conveyed through maps in the same way that the narrative power of nautical charts has been well-established throughout the history of cartography.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Within the framework of this thesis, the goal is to describe a sea full of tensions between pressing territorialization, habitat vulnerability, and the need to construct both cultural and symbolic meanings. By layering these themes, the aim is to create a new autonomous reality, which can be communicated and ultimately materialized through narrative cartography. This form of cartography suggests potential, enriches experience, and fosters a world of greater diversity. It helps address complexity and manage it creatively, providing a spatial framework that serves as a foundation for crafting innovative alternative realities that capture the diverse stories of the marine environment.

The outcome of this research is an operational methodology for designing energy projects from a design discipline perspective. The thesis identifies innovative narratives surrounding these projects, reinterpreting traditional design processes and implementations in the energy sector, with a particular focus on spatial and landscape issues. The tools for the project are also rethought, encouraging the incorporation of qualitative, multidisciplinary processes that complement quantitative, multi-criteria analyses; the drawing of sociocultural relational cartographies that enhance existing zoning plans; and the development of a spatial framework for integrating the various contextual components that the project will address, within which specific, multiplier actions on a local scale will fit.

This thesis, structured as a compendium of articles, includes three publications: two articles in indexed journals and one book chapter, which present a methodology for designing offshore energy projects to integrate them into the landscape. The publications introduce a new vision of energy infrastructure in three parts: theoretical framework, design principles, and project tools. The first section provides a comprehensive review of key topics in architecture and landscape, summarizing the theoretical framework based on the information collected in the introductory section. The second paper presents an analysis of three case studies, from which strategies for integrating infrastructure into coastal contexts are derived. The third publication develops three proposals for marine energy landscapes in the Spanish Mediterranean Sea, building on the integration principles established in the previous articles.

/////

Papers

The first article of the thesis is titled "New ways of occupation of the sea: Renewable Energy Infrastructure," published in the *Constelaciones* journal by CEU San Pablo University in Madrid. This article presents the conclusions of a comprehensive review of both scientific literature and design practices within the field of offshore energy. It begins with an essential chronology of marine energy, tracing the evolution

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

from tidal mills to oil platforms, positioning renewable marine energy as the latest development in a long history of infrastructural advancements. The article argues that landscape projects involving this type of architecture can learn from the best practices of past cases while avoiding their negative impacts.

Following the analysis of these precedents, four key topics are developed to articulate the spatial dimensions of the examined infrastructure: *network infrastructure, spatial patterns, perception and visibility, and marine architectures*. These concepts, drawn from urban and landscape theories as well as landscape ecology, are utilized to connect the energy sector with reflections from architecture, sociology, and geography.

Network Infrastructure emphasizes the installation as a system that extends throughout the territory. It highlights the significance of establishing relationships with other networks, associating the elements of the system with varying hierarchies—from energy production at sea to final consumption on land.

Spatial Patterns visually illustrate the distribution of marine energy devices in the horizontal plane. In most cases, this deployment resembles a reticular mesh of repeating elements, with their location determined by the dimensional parameters of the devices that produce energy. This arrangement affects both the built environment and the spaces between devices, ultimately shaping the experience of users navigating the energy farm.

Perception and Visibility underscore the importance of the relationship between energy farms and coastal communities that interact with these infrastructures. This connection is influenced by a variety of cultural and psychological factors, particularly how the project integrates into the landscape. Architects and landscape designers employ a range of strategies, from disruptive approaches to those that prioritize environmental values, minimizing alterations to the natural context.

Finally, the article analyzes what it terms *Marine Architectures*, referring to the built elements of the energy farm and the design possibilities they offer. The physiognomy of these structures largely depends on technological optimization for energy production. However, through the examination of numerous projects—both constructed and conceptual—a variety of spatial solutions emerge, ranging from biomimetic designs and organic forms to the incorporation of additional uses such as desalination, aquaculture, and oceanographic research that promote the economical profitability and maximize the utility of the infrastructure.

In conclusion, the article posits that architecture's engagement with the realm of marine energy can inspire new reflections within the discipline. It advocates for a more substantial role for design disciplines in marine energy projects, promoting a more complex understanding of landscape that encompasses not only visual integration but also cultural and spatial considerations. Furthermore, it calls for increased flexibility in marine management plans, particularly regarding the compatibility of uses with their

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

sociocultural environments. This multi-scalar perspective seeks to address the territory beyond conventional boundaries and institutional limitations.

////

The second article, titled "The Integration of Renewable Energy in the European Coastal Landscape: Three Case Studies," was published in the *RITA* journal, associated with various Schools of Architecture in Spain and Latin America. This article aims to disseminate the findings from studying three cases of marine energy infrastructure: the Middelgrunden wind farm in Denmark, the Mutriku wave plant in the Basque Country, and the Rance tidal power plant in French Brittany. These cases are particularly relevant due to their significance in the energy field, and their long operational histories have produced extensive literature for study.

The article builds on the framework established in the first publication to apply a holistic perspective that prioritizes spatial and landscape considerations. This approach seeks to review these cases, which have predominantly received technical, economic, or environmental analyses, and to focus more on their potentials as a landscape generator rather than a promoter of negative impacts. The goal is to uncover new design principles within the spatial relationships of these projects with their territories, which can inform future marine interventions for energy transition.

The Middelgrunden wind farm, located off the coast of Copenhagen, was selected for its role in establishing a new identity for the city while remaining a relatively conventional installation. Its commitment to integrating citizen participation, from design to ownership of the infrastructure, serves as an inspiring model for projects that fail to forge connections with their host communities. The wind farm is a paradigmatic case in design, as its curved layout elegantly integrates the project into the historical landscape, following the line of the medieval city wall toward the sea. This design choice, while not enhancing energy production, reflects the understanding that installations of such scenic importance should align with the objectives of their surrounding environment, employing strategies commonly found in art and architecture.

The second case study, the Mutriku wave plant, is significant for its assimilation of the coastal materiality and its provision of social functions as a public space. Its architecture reflects coastal interventions that mediate between land and sea, capturing the energy at this intersection. However, it also highlights a disconnection with the local population, who have strong ties to the nearby landscape. Additionally, the Basque government is constructing an entire industrial landscape that merits attention. The network formed by the *BIMEP* testing platform, the Mutriku plant, and other smaller facilities, such as a business center and the Bilbao logistics port, enables economic and social potential to permeate the region.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

The final case study is the tidal power plant in the Rance River Valley. Of the three facilities, it is the oldest, produces the most energy, and employs the most productive technology. However, it has also generated significant spatial, environmental, and economic impacts. The plant harnesses energy from rising tides, meaning its landscape is closely tied to tidal dynamics. Historically, the valley is dotted with numerous medieval mills, showcasing a deep-rooted connection to the area. The plant acts as a mediator between the estuary and the sea, capable of altering tidal ranges and salinity, thereby drastically affecting local ecosystems and the relationship of communities with the estuary and their livelihoods. Many artistic and architectural projects have sought to capitalize on the historical energy landscape of tidal mills, emphasizing the importance of cultural and environmental management in such sensitive areas.

The analysis of these cases yields several outcomes. Firstly, it identifies spatial features that can be classified within the concepts introduced in the first article: network, perception, spatial distribution, and architecture. Secondly, it presents a catalog of strategies for the appropriate integration of energy into the seascape, classified by the type of integration proposed—visual, spatial, and functional. This underscores the need for future marine energy projects to prioritize their spatial consequences and potentials from the project's initial phases. Implementing these strategies can facilitate the development of more sustainable and equitable future scenarios within the sociocultural context.

////

The third publication contributing to this study is Chapter 11 of the book *Mediterranean Landscape in Transition*, published by Tirant Lo Blanc, titled "Energy Landscapes in the Sea: Multifunctional Proposals for the Spanish Mediterranean Coast." This text presents the practical results from the earlier articles. While the first article offered a sociocultural perspective on marine energy, the second extracted a series of design principles for integrating infrastructure into the seascape, based on the spatial dimensions found in the analyzed case studies. This third component of the methodology identifies the appropriate tools through a spatial framework, reflecting three landscape projects along the Mediterranean coast.

The state of marine energy has been analyzed within the recent Maritime Spatial Planning regulations (POEM), which identify potential areas for offshore wind development. Wind turbines are expected to have significant implementation opportunities in the coming years, particularly once floating platforms capable of deploying turbines in the deep seabeds of the Mediterranean are developed. The zoning system proposed by this regulation, which inherits principles from terrestrial urbanism, attempts to manage space through a straightforward segregation of uses. Energy zones are delineated by polygons that avoid encroaching on priority areas for environmental conservation, national defense, or navigation safety.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

This study proposes creating scenarios for the energy transition based on multifunctionality as a catalyst for integrating infrastructure into the seascape. The addition of new uses will occur at all scales, from the architecture of the devices themselves to broader territorial considerations. To develop these scenarios, architectural tools such as thematic cartographies and diagnostic sheets are employed, overlaying graphic materials to extract critical arguments about the territory. The projects are focused on three areas defined by the POEM for marine energy production, which together form a unified territorial project. These locations are off the coasts of Marbella and Fuengirola (ESAL 1), Motril (ESAL 2), and the Gulf of Roses (LEBA 1). Their proximity to the coast and the intersection with communities deeply rooted in the marine landscape and its traditions compel us to explore proposals that leverage these converging influences. The projects are given culturally resonant names: *Alboran Gate* (ESAL 1), *Tropical Lab* (ESAL 2), and *Roses Sanctuary* (LEBA 1). In general terms, the first project emphasizes culture and tourism, the second focuses on research and innovation, and the third is directed towards specific environmental protection.

The proposals aim to develop common principles for spatial development that organize space for multifunctionality, fostering an open and dynamic spatiality that harmonizes with the natural environment. This concept of "marine energy urbanism" cultivates relationships with the territory, creating a network of ecological and social functions, economic activities, and cultural values that connect the sea, land, and energy. These relationships are expressed across three scales of urban planning: *planning, landscape, and architecture*. At the planning scale, the facilities relate to an energy project that also involves the terrestrial coastal area and is implemented in various temporal phases. Concerning the landscape defined by the spatial framework, a concentric distribution is organized, with different activities orbiting around the wind device. At the architectural scale, the devices are adapted to accommodate new functionalities both on the surface and beneath it, while additional equipment facilitates the park's occupation by new users.

To validate the proposed projects as coherent landscapes within the studied environments, the following sociocultural parameters have been established: visual strategy, economic activity, environmental function, coastal system, and cultural relationship. All solutions meet these criteria, positioning the methodology as a valuable contribution for developing future energy projects. The use of graphic tools, such as project mapping and three-dimensional modeling, enables effective communication and dialogue among various stakeholders involved in the design processes. The images presented are not intended as final results but as flexible documents that can be refined and expanded during multidisciplinary decision-making processes.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Results and Conclusions

Following the articles, the conclusions section outlines the study's main contributions, limitations, and suggestions for future research. The development of a comprehensive methodology stands as the principal outcome of this thesis, offering a strategy for integrating energy infrastructure from sociocultural and landscape perspectives. This integration would not have been possible without the contribution of the proposed spatial framework, which seeks to provide the coherence and identity necessary to manage complex, multifunctional, and multiscalar systems like the one explored in this work.

The *general methodology* proposed in the thesis results from the application of strategies rooted in architecture, consisting of two phases: a context review and the design process. The context review is subdivided into *current, latent, and future landscapes*, employing a multitemporal approach that considers the past, present, and future. The design process proposed is defined as multiscalar (*networks, boundaries, patterns, and architecture*) and accommodate the variety of actors involved in the development. The role of mediator is further developed through the incorporation of *functional components*, addressing energetic, environmental, and sociocultural aspects, thus configuring a truly holistic working method.

The *marine spatial framework*, based on various concepts extracted from post-war urbanism, does not aim to urbanize or colonize the seas in a land-based sense. Instead, it seeks to organize marine functions, finding an inherent way of settlement that is both extensive and permeable. Simultaneously, it pursues functional intensity and optimal utilization of energy farms. The system is materialized in orbits around energy devices that structure the space and foster transversal relationships between them. While the spatial framework demonstrates flexibility and adaptability in the case studies of the third publication, further development is necessary, requiring collaboration from other stakeholders in its design.

As a synthesis of the thesis results, the "Atlas of Marine Energy in the Spanish Mediterranean Sea" is included. This atlas consolidates the proposed essays into a sociocultural narrative cartography, combining layers relevant to the study and visually expressing the energy landscape that this thesis seeks to reveal. It integrates technical, historical, and geographical factors, interweaving them with other critical issues such as legends, migration, and environmental concerns like ocean pollution. Detailed illustrations of energy scenes present these areas as contemporary « cyborg landscapes ». The result is not an exhaustive but rather an expressive cartography that offers a new perspective on the territory, urging new actors to engage and take on new commitments. Given the urgency of the climate crisis and the opportunities marine energy infrastructure presents for supporting a transition that mitigates its effects, an integrated approach involving all relevant disciplines is crucial.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

This thesis navigates uncertainty and complexity, aiming to provide a more flexible framework not only for future work in the marine context but also for interventions on land. Exploring offshore energy infrastructure serves as a lens through which the work of architects and urban planners can be reimagined, free from conventional biases. Current energy planning, driven by policies supporting the energy transition, is failing to manage the various actors that converge on territories, causing environmental damage and negatively impacting traditional human activities such as farming and fishing. The general methodology, combined with the spatial framework and atlas, seeks to reconcile the interests and potential surrounding each marine energy project, with the broader objective of offering solutions for land as well. This approach recognizes that infrastructure networks are continuous systems, demanding ambitious amphibious territorial strategies.

//////

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

VII. BIBLIOGRAFÍA GENERAL

1. Bélanger P (2012) Landscape infrastructure : urbanism beyond engineering. In: Infrastructure Sustainability and Design. Routledge, p 40
2. Steinberg PE (2001) The social construction of the ocean. Cambridge University Press
3. Gee K, Siedschlag D (2019) A place-based perspective on marine and coastal space. 36:1–16. https://doi.org/10.7163/Eu21.2019.36.6
4. Caldwell R (1993) Introduction The Nature And Function Of Myth. In: The Origin of The Gods. Oxford University PressNew York, NY, pp 3–17
5. Calatrava J (2022) Agua y espacio construido. Dearq 34:4–15
6. Losada JM (2014) Los mitos del mar. In: Abordajes. Mitos y reflexiones sobre el mar. Instituto Español de Oceanografía, pp 13–19
7. Dillon M (2019) Gods in Ancient Greece and Rome. Oxford Res Encycl Relig. https://doi.org/10.1093/ACREFORE/9780199340378.013.104
8. Li Z, Liu K (2023) Cultural Exchange in the East Asian Seas in Light of the Acceptance of Mazu Beliefs by Japanese Sea Gods. Relig 2023, Vol 14, Page 361 14:361. https://doi.org/10.3390/REL14030361
9. López IR (1999) Mar y mitología en las culturas mediterráneas. Alderabán
10. Hendrikx S (2018) Monstrosities from the Sea. Taxonomy and tradition in Conrad Gessner's (1516-1565) discussion of cetaceans and sea-monsters. Anthropozoologica 53:125–137. https://doi.org/10.5252/ANTHROPOZOOLOGICA2018V53A11
11. González González FJ (2014) El océano desconocido: ciencia y fantasía en la antigua cartografía náutica (siglos XIII-XVIII). In: Abordajes. Mitos y reflexiones sobre el mar. Instituto Español de Oceanografía, p 271
12. Maly E, Kondo T, Banba M (2017) Experience from the United States: Post-Katrina and Sandy. 79–106. https://doi.org/10.1007/978-4-431-56442-3_6
13. Cattelan S (2020) Iberian expansion over the oceans: law and politics of mare clausum on the threshold of Modernity (XV-XVI centuries). Hist IUS 18:2–28. https://doi.org/10.32064/18.2020.26
14. Benton L (2009) A search for Sovereignity. Law and Geography in European Empires. 1400-1900. Cambridge University Press
15. Calder B (2022) Forms follows fuel. Archit. Rev. 7–12
16. Millán Escriche M (2010) Planificación: Transportes, turismo y territorio. Gran Tour Rev Investig Turísticas 1:97–119
17. Mersin K, Bayirhan I, Gazioglu C Review of CO 2 Emission and Reducing Methods in Maritime. 23:2073–2079. https://doi.org/10.2298/TSCI190722372M
18. World's largest electric container ship starts regular service (The Cool Down). http://en.hold.coscoshipping.com/col/col25403/art/2024/art_092fcb1801d546588671f83dda31b5a3.html.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Accessed 18 Aug 2024

19. Santos AO (2022) Ocean Narratives: Fluxes of Commodities Across the Pacific in the Contemporary Age. East Asia, Lat Am Decolonization Transpacific Stud 67–88. https://doi.org/10.1007/978-3-030-74528-8_4
20. Heller C, Pezzani L (2020) Liquid Traces: Investigating the Deaths of Migrants at the EU's Maritime Frontier. The Borders of "Europe" 95–119. https://doi.org/10.1515/9780822372660-005/HTML
21. UN General Assemby (1982) Convention on the Law of the Sea
22. Haas B, Mackay M, Novaglio C, et al (2021) The future of ocean governance. Rev Fish Biol Fish 2021 321 32:253–270. https://doi.org/10.1007/S11160-020-09631-X
23. Susik A (2012) Convergence Zone: The Aesthetics and Politics of the Ocean in Contemporary Art. Drain Mag 7:
24. Kowalewski M (2021) Images and Spaces of Port Cities in Transition. Sp Cult 24:53–65. https://doi.org/10.1177/1206331218783940/ASSET/IMAGES/LARGE/10.1177_1206331218783940-FIG2.JPEG
25. Arribas Sánchez C (2018) Metapostales: el paisaje de la España del boom a través de las postales turísticas. In: Touriscape: I Congrés internacional turisme transversal i paisatge. Tirant lo Blanc, pp 159–170
26. Tatjer M (2009) En los orígenes del turismo litoral: los baños de mar y los balnearios marítimos en Cataluña. Scr Nov Rev electrónica Geogr y ciencias Soc
27. Mejjad N, Rossi A, Pavel AB (2022) The coastal tourism industry in the Mediterranean: A critical review of the socio-economic and environmental pressures & impacts. Tour Manag Perspect 44:101007. https://doi.org/10.1016/J.TMP.2022.101007
28. Perea Medina B (2019) Crucero, ciudad y territorio. Impactos de la industria crucerística en los principales destinos del mediterráneo
29. Zizek S (2008) Censorship today: violence, or ecology as a new opium for the masses. http://www.lacan.com/zizecology1.htm. Accessed 14 Jan 2024
30. Jouffray J-B, Blasiak R, Norström A V, et al (2020) The Blue Acceleration: The Trajectory of Human Expansion into the Ocean. One Earth 2:43–54. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.oneear.2019.12.016
31. Claudet J (2021) The seven domains of action for a sustainable ocean. Cell 184:1426–1429. https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.01.055
32. Pérez-Rubín J (2017) 150 años de evolución de la cartografía nacional de la vida submarina y el impulso con el Instituto Español de Oceanografía (1866-2016). Boletín la Real Soc Española Hist Nat Sección biológica 111:25–51
33. Hein C, Couling N (2020) The Urbanisation of the Sea. From Concepts and Analysis to Design. nai010 publishers
34. Boel J (2020) The making of an ocean commission. UNESCO Cour.
35. Naseem MB, Lee J, In S Il (2024) Radioisotope thermoelectric generators (RTGs): a review of current

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

challenges and future applications. Chem Commun 60:14155–14167. https://doi.org/10.1039/D4CC03980G

36. Beyer J, Trannum HC, Bakke T, et al (2016) Environmental effects of the Deepwater Horizon oil spill: A review. Mar Pollut Bull 110:28–51. https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2016.06.027
37. Moore SA (2012) Garbage matters. http://dx.doi.org/101177/0309132512437077 36:780–799. https://doi.org/10.1177/0309132512437077
38. Wells L (2023) Modes of Investigation : On Photography and Environment. Photogr Curation, Crit 237–254. https://doi.org/10.4324/9781003354680-24
39. Claudet J, Amon DJ, Blasiak R (2021) Transformational opportunities for an equitable ocean commons. Proc Natl Acad Sci U S A 118:e2117033118. https://doi.org/10.1073/PNAS.2117033118/ASSET/EA928887-EC69-46DC-ABBE-14A269C13435/ASSETS/PNAS.2117033118.FP.PNG
40. Bender M, Bustamante R, Leonard K (2022) Living in relationship with the Ocean to transform governance in the UN Ocean Decade. PLOS Biol 20:e3001828. https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PBIO.3001828
41. Peters K, Steinberg P (2019) The ocean in excess: Towards a more-than-wet ontology. Dialogues Hum Geogr 9:293–307. https://doi.org/10.1177/2043820619872886/FORMAT/EPUB
42. Ábalos I (2008) Atlas pintoresco Vol. 2: los viajes
43. Neumann B, Rupp J (2016) Sea passages: cultural flows in Caribbean poetry. Atl Stud 13:472–490. https://doi.org/10.1080/14788810.2016.1216765
44. Hüpkes P, Dürbeck G (2021) Aesthetics in a changing world-reflecting the anthropocene condition through the works of Jason deCaires Taylor and Robert Smithson. Environ Humanit 13:414–432. https://doi.org/10.1215/22011919-9320222
45. Gallinal A (2014) Atlántida: el mito en la creación artística. In: Abordajes. Mitos y reflexiones sobre el mar. Instituto Español de Oceanografía, pp 199–227
46. Capella JR (1991) El tiempo del «progreso». DOXA Cuad Filos Del Derecho 9:235–254
47. Falcão AF d. O (2010) Wave energy utilization: A review of the technologies. Renew. Sustain. Energy Rev. 14:899–918
48. Ivancic A (2010) Energyscapes. Gustavo Gili, Barcelona
49. The Seasteading Institute – Opening humanity's next frontier. https://www.seasteading.org/. Accessed 21 Jan 2024
50. Oceanix – Leading the next frontier for human habitation. https://oceanix.com/. Accessed 21 Jan 2024
51. Koolhaas R, Obrist HU (2011) Project Japan: Metabolism Talks... Taschen
52. Franck E, Mathis C-F (2018) Energy utopias and dystopias: History and science fiction. J Energy Hist
53. van Reekum R (2016) The Mediterranean: Migration Corridor, Border Spectacle, Ethical Landscape. Mediterr Polit 21:336–341. https://doi.org/10.1080/13629395.2016.1145828
54. Marji N, Thibault M, Shawash J (2023) Blueprints of Tomorrow: Co-Designing Speculative Urban Futures. ACM Int Conf Proceeding Ser 305–308. https://doi.org/10.1145/3616961.3616980

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

55. Apostol D, Palmer J, Pasqualetti M, et al (2016) The Renewable Energy Landscape: Preserving Scenic Values in our Sustainable Future. New York
56. Nations U (1997) Kyoto Protocol To the United Nations Framework
57. Pasqualetti M, Stremke S (2018) Energy landscapes in a crowded world: A first typology of origins and expressions. Energy Res Soc Sci 36:94–105. https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2017.09.030
58. Couling N (2018) Formats of Extended Urbanisation in Ocean Space. Urban B Ser 149–176. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57816-3_8
59. Brenner N, Schmid C (2017) Planetary Urbanization. Infrastruct Sp 37–40
60. Haraway D (2020) Manifiesto Cíborg. Kaótica libros
61. Shurui Z, Zihao Z, Ying W (2021) Cultivated Wildness: Technodiversity and Wildness in Machines. Landsc Archit Front 9:. https://doi.org/10.15302/J-LAF-1-020040
62. Lokman K (2017) Cyborg landscapes: Choreographing resilient interactions between infrastructure, ecology, and society. J Landsc Archit 12:60–73. https://doi.org/10.1080/18626033.2017.1301289
63. de Jong J, Stremke S (2020) Evolution of energy landscapes: A regional case study in the western Netherlands. Sustain 12:. https://doi.org/10.3390/su12114554
64. Frolova M, Nada PA, Cases SE (2015) Renewable Energies and European Landscapes
65. Frolova M, Pérez BP (2008) El desarrollo de las energías renovables y el paisaje: algunas bases para la implementación de la Convención Europea del Paisaje en la Política energética española. Cuad Geográficos 43:289–309
66. Mitchell T (2009) Carbon democracy. Econ Soc 38:399–432. https://doi.org/10.1080/03085140903020598
67. Mork G, Barstow S, Kabuth A, Pontes MT (2010) Assessing the Global Wave Energy Potential. In: 29th International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering: Volume 3
68. Blunden LS, Bahaj AS (2007) Tidal energy resource assessment for tidal stream generators. Proc Inst Mech Eng Part A J Power Energy 221:137–146. https://doi.org/10.1243/09576509JPE332
69. SENER (2021) Documento inicial de proyecto. Proyecto "Parque eólico Mar de Ágata"
70. Buah E, Linnanen L, Wu H (2019) Emotional responses to energy projects: A new method for modeling and prediction beyond self-reported emotion measure. Energy. https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116210
71. Tverijonaite E, Sæpórsdóttir AD, Ólafsdóttir R, Hall CM (2019) Renewable energy in wilderness landscapes: Visitors' perspectives. Sustain 11:. https://doi.org/10.3390/su11205812
72. Smits M (2006) Taming monsters: The cultural domestication of new technology. Technol Soc 28:489–504. https://doi.org/10.1016/J.TECHSOC.2006.09.008
73. Mérida Rodríguez M, Lobón Martín R (1979) La integración paisajística y sus fundamentos. Metodología de aplicación para construcciones dispersas en el espacio rural. Boletín la Asoc Geógrafos Españoles 0:
74. Wei N, Wei W, Jie X, et al (2019) Evaluation and Analysis of the Architecture for Scenic Tours Based on Psychophysical Methods. In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. p 218

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

75. Cochrane T (2012) The emotional experience of the sublime. Can J Philos 125:125–148
76. Roncken PA, Stremke S, Paulissen MPCP (2011) Landscape machines: Productive nature and the future sublime. J Landsc Archit 6:68–81. https://doi.org/10.1080/18626033.2011.9723448
77. Torres Sibille A del C, Cloquell-Ballester VA, Cloquell-Ballester VA, Darton R (2009) Development and validation of a multicriteria indicator for the assessment of objective aesthetic impact of wind farms. Renew. Sustain. Energy Rev. 13:40–66
78. Ghislanzoni M, Romero M (2014) Guía parques eólicos de integración paisajística de en Andalucía
79. Loures L, Panagopoulos T (2007) Sustainable reclamation of industrial areas in urban landscapes. WIT Trans Ecol Environ 102:791–800. https://doi.org/10.2495/SDP070752
80. Clemente D, Rosa-Santos P, Taveira-Pinto F (2021) On the potential synergies and applications of wave energy converters: A review. Renew. Sustain. Energy Rev. 135:110162
81. Simondon G (2007) El modo de existencia de los objetos técnicos. Prometeo Libros Editorial
82. Labussière O, Nadaï A (2018) Spatialities of the energy transition: Intensive sites making earth matter? Energy Res Soc Sci 36:120–128. https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.006
83. Zhang H, Aggidis GA (2018) Nature rules hidden in the biomimetic wave energy converters. Renew. Sustain. Energy Rev. 97:28–37
84. Matías Mérida Rodríguez, Rafael Lobón Martín MJPR (2010) Las plantas fotovoltaicas en el paisaje. tipificación de impactos y directrices de integración paisajística. Nimbus Rev Climatol Meteorol y paisaje 25–26:129–154
85. Scognamiglio A (2016) 'Photovoltaic landscapes': Design and assessment. A critical review for a new transdisciplinary design vision. Renew Sustain Energy Rev 55:629–661. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.10.072
86. Spielhofer R, Hunziker M, Kienast F, et al (2021) Does rated visual landscape quality match visual features? An analysis for renewable energy landscapes. Landsc Urban Plan 209:. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2020.104000
87. Chen Y, Li H, Jin K, Song Q (2013) Wind farm layout optimization using genetic algorithm with different hub height wind turbines. Energy Convers Manag 70:56–65. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2013.02.007
88. Wang Y, Liu X, Wang Y, et al (2021) Flexible Seaweed-Like Triboelectric Nanogenerator as a Wave Energy Harvester Powering Marine Internet of Things. ACS Nano 15:15700–15709. https://doi.org/10.1021/ACSNANO.1C05127/SUPPL_FILE/NN1C05127_SI_004.MP4
89. Blasiak R, Jouffray J-B, Amon J, et al (2022) A forgotten element of the blue economy: marine biomimetics and inspiration from the deep sea. PNAS Nexus 1:1–17. https://doi.org/10.1093/pnasnexus/pgac196
90. Altiok M (2014) Mittelmeerland. An Urban Portrait of the Mediterranean. Lars Müller
91. Suárez De Vivero JL, Rodríguez Mateos JC (2002) Spain and the sea. The decline of an ideology, crisis in the maritime sector and the challenges of globalization. Mar Policy 26:143–153. https://doi.org/10.1016/S0308-

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

597X(01)00044-6

92. Aymamí J, García A, Lacave O, et al (2011) Atlas Eólico de España Estudio Técnico PER 2011-2020
93. Ministerio de Transición ecológica y Desafío Demográfico (2021) Hoja de ruta para la eólica marina y las energías del mar en España. Madrid
94. Bishop ID (2002) Determination of Thresholds of Visual Impact: The Case of Wind Turbines. https://doi.org/101068/b12854 29:707–718. https://doi.org/10.1068/B12854
95. Borobio Sanchiz M, Castillo Rodríguez F, Arenas Romasanta M, García García M (2013) Guía de criterios de integración paisajística de parques eólicos. 86
96. Zanuttigh B, Palma G, Brizzi G, et al (2020) Design of a multi-use marine area off-shore the Mediterranean Sea. https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2020.108515
97. Natural England (2012) An Approach to Seascape Character Assessment Foreword
98. Wolsink M (2000) Wind power and the NIMBY-myth: Institutional capacity and the limited significance of public support. Renew Energy 21:49–64. https://doi.org/10.1016/S0960-1481(99)00130-5
99. Dimitropoulos A, Kontoleon A (2009) Assessing the determinants of local acceptability of wind-farm investment: A choice experiment in the Greek Aegean Islands. Energy Policy 37:1842–1854. https://doi.org/10.1016/J.ENPOL.2009.01.002
100. ARE, ARENAL GRUPO CONSULTOR SL (2004) Plan Especial de Ordenación de los Recursos Eólicos de Jerez de la Frontera
101. Frolova M, Frantal B, Liñán-Chacón J, et al (2023) Adaptation to sustainable energy transition in Europe: Environmental, socio-economic and cultural aspects. J Eur LANDSCAPES 4:2023. https://doi.org/10.5117/JEL2023.1.001.FroL
102. Solman H, Smits M, van Vliet B, Bush S (2021) Co-production in the wind energy sector: A systematic literature review of public engagement beyond invited stakeholder participation. Energy Res Soc Sci 72:101876. https://doi.org/10.1016/J.ERSS.2020.101876
103. Karnøe P, Garud R (2012) Path Creation: Co-creation of Heterogeneous Resources in the Emergence of the Danish Wind Turbine Cluster. Eur Plan Stud 20:733–752. https://doi.org/10.1080/09654313.2012.667923
104. Energy Agency I (2023) Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5 °C Goal in Reach - 2023 Update
105. Det Norske Veritas (DNV) (2023) Energy Transition Outlook 2023
106. Olabe A (2022) Necesidad de una política de la Tierra. Galaxia Gutenberg
107. Pahud K, Thomas B, Temmerman G de, Girard R (2023) Beyond Primary energy: The energy transition needs a new lens. https://doi.org/10.34894/VQ1DJA
108. Pérez Rodríguez D (2023) La superpotencia renovable. Arpa editores
109. Sijmons D, Hugtenburg J, van Hoorn A, Feddes F (2014) Landscape and Energy. Designing Transition. nai010 publishers

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

110. Couling N, Hein C (2018) Blankness. FOOTPRINT 2018:87–104. https://doi.org/10.7480/FOOTPRINT.12.2.2038
111. Aronoff K, BAttistoni A, Cohen D, Riofrancos T (2019) A planet to win : why we need a Green New Deal. Verso Books
112. Sassen S (2016) At the Systemic Edge: Expulsions. Eur Rev 24:89–104. https://doi.org/10.1017/S1062798715000472
113. Dante, Bobson B, Qazzaz H, et al (2022) Hacia una transición energética justa
114. Gandy M (2005) Cyborg Urbanization: Complexity and Monstrosity in the Contemporary City. Int J Urban Reg Res 29:26–49. https://doi.org/10.1111/J.1468-2427.2005.00568.X
115. Fernand F, Israel A, Skjermo J, et al (2017) Offshore macroalgae biomass for bioenergy production: Environmental aspects, technological achievements and challenges. Renew Sustain Energy Rev 75:35–45. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2016.10.046
116. Standring WJF, Dowdall M, Amundsen I, Strand P (2009) Floating nuclear power plants: Potential implications for radioactive pollution of the northern marine environment. Mar Pollut Bull 58:174–178. https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2008.11.025
117. Stoddard W (2002) The Life and Work of Bill Heronemus, Wind Engineering Pioneer. Wind Eng 26:335–341. https://doi.org/10.1260/030952402321160633
118. Abhinav KA, Collu M, Benjamins S, et al (2020) Offshore multi-purpose platforms for a Blue Growth: A technological, environmental and socio-economic review. Sci. Total Environ. 734
119. Esteban MD, Espada JM, Ortega JM, et al (2019) What about Marine Renewable Energies in Spain? J Mar Sci Eng 7:249. https://doi.org/10.3390/jmse7080249
120. Trapani K, Millar DL (2013) Proposing offshore photovoltaic (PV) technology to the energy mix of the Maltese islands. Energy Convers Manag 67:18–26. https://doi.org/10.1016/J.ENCONMAN.2012.10.022
121. European Comission (2014) Ocean Energy: Technology Information Sheet
122. McCormick ME Ocean wave energy conversion concepts
123. Neill SP, Hashemi MR (2018) Chapter 3 - Tidal Energy. In: Fundamentals of Ocean Renewable Energy. Academic Press, pp 47–81
124. Bonar PAJ, Bryden IG, Borthwick AGL (2015) Social and ecological impacts of marine energy development. Renew Sustain Energy Rev 47:486–495. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2015.03.068
125. Smil V (2024) 2050. Por qué un mundo sin emisiones es casi imposible. Arpa editores
126. Demográfico M para la TE y el R (2021) Hoja de Ruta para el desarrollo de la Eólica Marina y de las Energías del Mar en España. Madrid
127. Cueto-Mondejar D, Castellano-Pulido FJ, García-Píriz T (2020) Landscapes of Marine Energy: An Overview. In: INCREaSE 2019. Springer International Publishing, pp 421–437
128. Cueto-Mondejar, Daniel; Castellano-Pulido FJ, García-Píriz T (2020) Nuevas geografías del turismo costero:

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

los paisajes de la energía marina. In: Touriscape: II Transversal Tourism and Landscape. International Scientific. pp 427–443

129. Heras-Saizarbitoria I, Zamanillo I, Laskurain I (2013) Social acceptance of ocean wave energy: A case study of an OWC shoreline plant. Renew Sustain Energy Rev 27:515–524. https://doi.org/10.1016/J.RSER.2013.07.032
130. Ministerio de Transición ecológica y Desafío Demográfico (2020) Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030
131. Latour B (2018) An Inquiry into Modes of Existence. An Anthropology of the Modernse
132. Maes, F., Cliquet, A., Degreer, S., Derous, S., Douvere, F. et al. (2005) A Flood of Space. Brussels : Belgian science policy
133. Nadai A, Krauss W, Afonso A, et al (2010) El paisaje y la transición energética: comparando el surgimiento de paisajes de energía eólica en Francia, Alemania y Portugal. Nimbus Rev Climatol Meteorol y paisaje Nº 25-26, 2010 155–173
134. Stremke S, Van Kann F, Koh J (2012) Integrated Visions (Part I): Methodological Framework for Long-term Regional Design. Eur Plan Stud 20:305–319. https://doi.org/10.1080/09654313.2012.650909
135. Rowe PG (1987) Design Thinking. MIT Press, Cambridge
136. Cantrell B, Holzman J (2014) Synthetic Ecologies: protocols, simulation, and manipulation for indeterminate landscapes. In: 34th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture. pp 709–718
137. Cartography, Maritime Expansion, and "Imperial Reality": The Catalan Atlas of 1375 and the Aragonese-Catalan Thalassocracy in the Fourteenth Century | Ballandalus. https://ballandalus.wordpress.com/2014/08/27/cartography-maritime-expansion-and-imperial-reality-the-catalan-atlas-of-1375-and-the-aragonese-catalan-thalassocracy-in-the-fourteenth-century/. Accessed 12 Jan 2024
138. Caquard S, Cartwright W (2014) Narrative Cartography: From Mapping Stories to the Narrative of Maps and Mapping. Cartogr J 51:101–106. https://doi.org/10.1179/0008704114Z.000000000130
139. Cattoor B, Perkins C (2014) Re-cartographies of Landscape: New Narratives in Architectural Atlases. Cartogr J 51:166–178. https://doi.org/10.1179/1743277413Y.0000000076
140. Horwitz, J., Bressi TW (2002) Mississippi Floods - Designing a Shifting Landscape. Places 15:38–41
141. Couling N, d'Alençon PA, Altiok M (2019) Narrative Cartography: Capturing a Holistic Perspective on Waterscapes. Eur J Creat Pract Cities Landscapes 2:11–36. https://doi.org/10.6092/ISSN.2612-0496/8808
142. Diener D, Gunnarsson L, Gunz M, Schmid C (2016) Territory: On the Development of Landscape and City. ETH Studio & Park Books
143. Rodríguez Ramírez F (2016) Un entendimiento infraestructural del proyecto. NOBUKO
144. Wang C, Zhao H (2018) Spatial heterogeneity analysis: Introducing a new form of spatial entropy. Entropy

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

20:. https://doi.org/10.3390/e20060398

145. Maki F, Goldberg J (2008) Linkage in Collective Form. In: Nurturing Dreams : Collected Essays on Architecture and the City. MIT Press, pp 57–66
146. Couling N (2015) The Role of Ocean Space in Contemporary Urbanization. École Polytechnique Fédérale de Lausanne
147. Toro Ocampo L (2020) Learning from Las Vegas y Made in Tokyo: Pedagogía y Dibujo del Proyecto Arquitectónico. https://doi.org/10.20868/UPM.THESIS.66213
148. Groat L (2013) Case Studies and Combined Strategies. In: Architectural Research Methods. Wiley, pp 415–453
149. Lenzholzer S, Duchhart I, Koh J (2013) 'Research through designing' in landscape architecture. Landsc Urban Plan 113:120–127. https://doi.org/10.1016/J.LANDURBPLAN.2013.02.003
150. Kuitert W (2013) Urban landscape systems understood by geo-history map overlay. J Landsc Archit 8:54–63. https://doi.org/10.1080/18626033.2013.798929
151. van den Dobbelsteen A, Broersma S, Stremke S (2011) Energy Potential Mapping for Energy-Producing Neighborhoods. Int J Sustain Build Technol Urban Dev 2:170–176. https://doi.org/10.5390/SUSB.2011.2.2.170
152. García MG (2019) La reinvención de la costa. Diseñando paisajes resilientes. RITA_revista indexada de textos académicos 106–117
153. García García M (2016) Fluidez disciplinar: Conversación con Iñaki Alday. Zarch. https://doi.org/10.26754/ojs_zarch/zarch.201671530
154. Pernice R (2009) Japanese urban artificial islands: An overview of projects and schemes for marine cities during 1960s-1990s. J Archit Plan (Transactions AIJ) 74:1847–1855. https://doi.org/10.3130/AIJA.74.1847
155. Wang D (2013) Simulation Research. In: Architectural Research Methods. Wiley, pp 349–379
156. Raaphorst K, van der Knaap W, van den Brink A, Roeleveld G (2019) Visualization, participation and rhetoric: The discursive power of landscape design representations in participatory processes. J Landsc Archit 14:42–53. https://doi.org/10.1080/18626033.2019.1673569
157. Speaks M (2005) After theory. Archit Rec 193:72–73. https://doi.org/10.4324/9780429473371-7
158. Pereira i Mestre S (2013) Mitología marítima, los fenicios, los griegos y los nórdicos. Universidad Politécnica de Barcelona
159. Turiel A (2022) Sin energía. Alfabeto
160. Bedard R, Jacobson P, Previsic M, et al (2010) An Overview of Ocean Renewable Energy Technologies. Oceanography 23:22–31. https://doi.org/10.5670/oceanog.2010.40
161. Fenton J (1985) Pamphlet Architecture 11: Hybrid Buildings. 48
162. Stremke S, Schöbel S (2019) Research through design for energy transition: two case studies in Germany and The Netherlands. Smart Sustain Built Environ 8:16–33. https://doi.org/10.1108/SASBE-02-2018-0010

VII.I Fuentes gráficas

1 Introducción

1. La bahía de Marsella, vista desde L´Estaque. Paul Cezanne 1886. Montaje con turbinas. Elaboración propia

2. Mapa conceptual de la Tesis Doctoral. Elaboración

2 Marco teórico

3. Cartografía marina del Mediterráneo de procedencia árabe. Aproximadamente año 90 d. C. Librerías Bodleian. Universidad de Oxford. *https://digital.bodleian.ox.ac.uk/*

4. Cronología cultural de la energía. Fuente: Elaboración propia

2.1 Cuatro miradas sobre el mar y la energía

Mito y naturaleza

5. Monje frente al mar. 1809. Caspar David Friedrich. Alte Nationalgalerie, Berlín. *www.smb.museum*

6. La gran ola de Kanagawa. 1830. Hokusai. Metropolitan Museum. Nueva York *www.metmuseum.org*

7. El mundo tal y cómo era concebido en los tiempos de Homero. Ilustración extraída del libro "The Countries of the world".1884. Robert Brown.

8. Arca de Noé. 1570. Simon de Myle. Colección privada. *www.meisterdrucke.es*

9. El diluvio. 1866. Gustave Doré. Ilustración de portada para edición de la Biblia de 1866. Colección privada. *www.meisterdrucke.es*

10. Mapamundi de Ptolomeo. Facsímil de Jacobus Angelus. S. XV. Museo Naval de Madrid. *https://artsandculture.google.com/?hl=es*

11. Carta Marina de Olaus Magnus. 1539. Segunda edición de 1572 en Librería del Congreso de EEUU *www.loc.gov*

12. La balsa de la medusa, 1818. Theodore Gericault. Museo del Louvre. París.*www.collections.louvre.fr*

13. Mar tormentoso y naufragio, 1840. JMW Turner. Tate Britain. Londres. *www.tate.org.uk*

14. Cartel de la película Tiburón.1975. Roger Kastel. *www.rogerkastel.com*

15. The Wet Prayer, 2013.Tacita Dean. Centro Botín. Santander

16. Esclusa Kembs-Niffer. 1961. Le Corbusier. *www.fondationlecorbusier.fr*

17. Central hidroeléctrica de Proaza. 1954. Joaquín Vaquero Palacios. *www.docomomoiberico.com*

18. Central hidroeléctrica en Kempten. 1912. Becker architects. *www.beckerarchitects.com*

Superficie e imagen

19. El oficial y la chica que ríe 1657. Johannes Vermeer. Frick collection. Nueva York. *www.frick.org*

20. Dibujo de barco de remo egipcio. 2600 a.C. Reproducción del bajo relieve descubierto en la pirámide del faraón Sahura en Abusir, el Cairo. Museo de las ciencias. Londres. *www.sciencemuseum.org.uk*

21. Paisaje con la caída de Ícaro. Pieter Bruegehl el viejo. 1560. Museo de Bellas Artes. Bruselas. *https://fine-arts-museum.be/*

22. Planisferio de Teixeira. 1573. Biblioteca Nacional de Francia. París. *https://gallica.bnf.fr*

23. Mapa de la corriente del Golfo. Benjamin Franklin. Librería del Congreso de EEUU *www.loc.gov*

24. La batalla de Málaga 1704. Carta militar. Librería Newberry. Chicago. Imagen publicada en Diario Sur *https://www.diariosur.es/sur-historia/batalla-naval-malaga-conflicto-austrias-20211012170145-nt.html*

25. Batalla del Texel. 1680. Willem van de Velde, el joven. Museo marítimo Nacional. Londres. Caird collection. *www.rmg.co.uk*

26. Ilustración del prototipo de barco de vapor Perseverance de John Fitch. 1787. Museo marítimo Nacional. Londres. *www.rmg.co.uk*

27. Mapa del cable submarino de telégrafo entre América y Europa. 1857. Librería Pública de Boston. *https://collections.leventhalmap.org/*

28. Planta eléctrica de Deptford 1887. Ilustración original de London News, 1889.

29. Panorama Mid Atlantic. Extracto de Fish story.1988-1995. Allan Sekula. *https://www.allansekulastudio.org/*

30. Ocean transformation. 2019. Territorial Agency. *www.territorialagency.com*

31. Sin título. Ala y arpón levantando la piel del mar. 1981. Salvador Dalí. Fundació Gala-Salvador Dalí, Figueres. *www.salvador-dali.org*

32. Pier and Ocean 5 1915. Piet Mondrian. MoMA. Nueva York. *www.moma.org*

33. Caribbean Sea. 1980. Hiroshi Sugimoto *www.sugimotohiroshi.com*

34. Postal de West Palm Beach. Florida. 1954.

35. Jardin à Sainte-Adresse 1867. Claude Monet. Metropolitan Museum. Nueva York *www.metmuseum.org*

36. Los bañistas 1914. Pablo Picasso. Museo Thyssen Bornemisza. Madrid. *www.museothyssen.org*

37. Sección ilustrada del transatlántico Île de France. 1936. Fundación Le Corbusier. *www.fondationlecorbusier.fr*

38. El regreso de la pesca: regresando el barco. 1894. Joaquín Sorolla. Museo de Orsay. París. *www.musee-orsay.fr*

39. Barco de pesca junto a turbina en el Mar del Norte. Imagen publicada en Periódico de España: *https://www.epe.es/es/activos/20220711/bruselas-retrasa-plan-limite-pesca-fondo-14052731*

Recurso y hábitat

40. Balleneros neerlandeses cerca de Spitzenberg. 1690. Abraham Storck. Museo Zuiderzee Enkhuizen, Países Bajos. *https://www.zuiderzeemuseum.nl/*

41. Excavadora submarina manual. Países Bajos. 1761. Imagen publicada en The Telegraph. *https://www.telegraph.co.uk/news/picturegalleries/howaboutthat/10061442/Silly-Inventions.html?frame=2564457*

42. Carte de la baie du Canada, de la rivière du Québec, du banc de Terre-neuve. S. Le Cordier. 1696. Biblioteca Nacional de Francia. París. *https://gallica.bnf.fr*

43 y **44.** Complejo petrolero marino Oil Rocks. 1950. Azerbaiyán. Plano y vista procedente de: *www.sensesatlas.com*

45. Fototipia de embarcación Ictíneo. J. Thomas & Cª. 1859. Narcís Monturiol. Museo Marítimo de Barcelona. *www.mmb.cat*

46. Imagen capturada desde el Apolo 17. 1972. NASA. *www.nasa.gov*

47. Voluntarios limpian la costa de Muxía tras el hundimiento del buque petrolero Prestige. 2002 Imagen de Álvaro Ballesteros. Europa Press. Publicada en eldiario.es: *https://www.eldiario.es/andalucia/huelva/lepe-costa-da-morte-voluntarios-atravesaron-espana-limpiar-chapapote-prestige_1_9714747.html*

48. Oil Spill. 2012. Edward Burtynsky. *www.edwardburtynsky.com*

49. Soup. Mandy Baker. 2010. *www.mandy-barker.com*

50. Zona Clarion-Clipperton. Ilustración extraída de informe de The Pew Charitable Trust. *https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/fact-sheets/2017/12/the-clarion-clipperton-zone*

51. Renderizado de instalaciones para la minería de profundidad en las islas Cook. Phil Phauley. Imagen publicada en Huffington Post: *https://www.huffingtonpost.co.uk/phil-pauley/monitoring-deep-sea-mining_b_7543642.html*

Palimpsesto y utopía

52. Mapamundi oceánico. 1942 Althaus Spillhaus. Extraído de: *Maps of the Whole World Ocean." Geographical Review, vol. 32, no. 3, 1942, pp. 431–35. JSTOR*

53. El mar por la noche cerca de la costa de Libia. Mediterrain Sea . 2015.Paolo Pellegrin. Magnum Photos. *www.magnumphotos.com*

54, 55 y 56. Spiral Jetty, 1970. Robert Smithson. Fotos de diferentes perspectivas de Nancy Holt. *https://holtsmithsonfoundation.org/spiral-jetty*

57, 58 y 59. Zandmotor. La Haya. 2011. Estado actual. Proceso de recuperación. Vista cercana. *https://dezandmotor.nl/*

60. Memorial al esclavo. 1998. Martinica. Anse Cafard. *www.slaverymonuments.org*

61. Nkyinkyim series. 2022. Kwame Akoto-Bamfo. Legacy Museum in Montgomery, Alabama. *https://legacysites.eji.org/*

62 y 63. The Vicissitudes Ring. Vista general y detalle. 2012. Jason deCaires-Taylor. *https://underwatersculpture.com/*

64. Crossing the Rubicón. Lanzarote. 2016. Jason deCaires-Taylor *https://underwatersculpture.com*

65. Arearea. 1892. Paul Gauguin. Museo de Orsay. París. *www.musee-orsay.fr*

66. Extracto de propaganda soviética. Shass – Kobelev.1925. *https://soviet-art.ru/*

67. Atlantropa 1928. Herman Sörgel. Deutsches Museum. Berlín. *www.deutsches-museum.de*

68. Visualización de ciudad flotante del Seasteading Institute. *www.seasteading.org*

69. Oceanix. 2012. Bjarke Ingles Group. *https://oceanix.com/*

70. Casas flotantes en Chau Doc. Vietnam. Imagen publicada en The Saigon Times: *https://english.thesaigontimes.vn/chau-doc-river-floating-village/*

71. Ocean City. 1962. Kiyonori Kikutake. Publicado en el blog: *https://archeyes.com*

72. Triton City Project. 1967. Buckminster Fuller. Buckminster Fuller Institute. *www.bfi.org*

73. Minnesota Safe Passage. 2020. Aiweiwei. Minneapolis Institute of Art.

74 y 75. Proyecto ENEROPA. Parte de Roadmap 2050. A practical guide to a prosperous low carbon Europe. 2010 OMA. *www.oma.com*

76. Cartografía general. Proyecto ENEROPA. Parte de Roadmap 2050. A practical guide to a prosperous low carbon Europe. 2010 OMA. *www.oma.com*

2.2 Los paisajes de la energía marina

Paisajes de la energía

77. Phosphor Tailings Pond #4 Near Lakeland, Florida, USA Edward Burtynsky, 2012. *www.emergencemagazine.org*

78. Extracto de Infraestructure or the annihilation of the Antarctic. UMWELT, 2012. *www.umw.cl/*

79. Paisaje energético de Middelgrunden en el frente marítimo de Copenhague. Imagen de Belogodorov, 2016. *https://stock.adobe.com/es/*

80. Extracto de cartografía. Galicia, a wind portrait. Manuel Bouzas. 2023. *www.mb-ae.es/*

81. Cartografía de exploración petrolera de Equinor en el Mar del Norte. 2023. *www.equinor.com*

82. Oyster-Tecture. 2009. Nueva York. ScapeStudio. *www.scapestudio.com*

83. Swansea Tidal Lagoon 2015. Gales. LDA Design. *www.lda-design.co.uk*

84. Molino de mareas O Salnés. Imagen publicada en: *www.osalnes.com*

85. Central térmica de As Pontes. Fotografía de Kiko Delgado. Agencia EFE. Publicada en eldiario.es: https://www.eldiario.es/galicia/central-termica-as-pontes-volvera-quemar-carbon-lunes_1_8509022.html

86. Parque eólico de Corme. Publicada en El Correo gallego: *https://www.elcorreogallego.es/concellos/2023/12/23/supremo-abre-puerta-reactivar-parques-96187622.html*

87. Central fotovoltaica de Mula. Publico en El País: *https://elpais.com/clima-y-medio-ambiente/2021-01-23/cuanto-ocupan-las-megacentrales-solares-investigadores-alertan-del-impacto-del-boom-fotovoltaico.html*

88. Solar Strand Projet en la Universidad de Buffalo. Fotografía de Douglas Levere. Publico en Domus: *https://www.domusweb.it/en/interviews/2013/09/02/forms_of_energy_.html*

89. Parques eólicos en el entorno de Zahara de los Atunes. Imagen aérea obtenida de *Google Earth.*

90. Planta nuclear de Cofrentes. Imagen aérea obtenida de *Google Earth.*

91. Áreas correspondientes para la producción de 600 MWsegún diferentes tecnologías convencionales y no convencionales. Elaboración propia.

92. Prototipo PB3 PowerBuoy. 1997. OPT. *https://oceanpowertechnologies.com*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

93. Floating Solar blanket field. Waterstudio. *https://www.waterstudio.nl*

94. Parthenon, The Floating Sea Wall. 2017 Waterstudio. *https://www.waterstudio.nl*

95. Parque eólico del dique de Punta de Lucero. Bilbao. Fotografía de Carmen Casal publicada en: *https://www.turismodeobservacion.com/foto/parque-eolico-del-puerto-de-bilbao-dique-de-punta-lucero/52891/*

96. Planta fotovoltaica Kyocera. Kagoshima, Japón. *https://global.kyocera.com/*

97. Red eléctrica marina desde a la captación a la distribución terrestre. Elaboración propia.

98. Subestación marina de Parque eólico EnBW Baltic 2. Alstom. Mar Báltico. *www.enbw.com*

99. Cimentación de turbina marina colonizada por especies vegetales y animales. Fotografía de Enrico Strocchi, CC BY-SA 2.0.

100. Vista aérea desde una turbina eólica. Parque eólico Middelgrunden. Copenhague. *www.h2020united.eu*

101. Escenas de los paisajes posibles de la infraestructura energética marina. Submarino, superficial y aéreo. Elaboración propia

Integración y percepción

102. Parque eólico en el estrecho de Oresund entre Dinamarca y Suecia. *www.istockphoto.com*

103. Turbina en Montilla del Palancar. Cuenca. Fotografía de Daniel Ochoa de Ozca publicada en: *https://elpais.com/eps/2021-10-29/el-gran-reto-de-la-energia-verde-la-dos-caras-de-la-transicion-hacia-las-renovables.html#?rel=mas*

104. Parque eólico litoral cerca de Creil. Países Bajos. Fotografía de Yves Herman publicado en *https://www.reuters.com/business/energy/dutch-wind-farm-blows-away-opposition-new-millers-get-stake-2022-08-29/*

105. Lancha turística aproximándose al parque eólico de Middelgrunden. *https://ribalex.dk/*

106. Parque eólico de Middelgrunden en el frente marítimo de Copenague. Dinarmarca. Parque eólico de Middelgrunden desde la playa de Amager. Copenague. Fotografía de Bax Lindhart publicada en: *https://energywatch.com/EnergyNews/Renewables/article10278448.ece*

107. Proyecto de eólica marina Mar de Ágata. Carboneras, Almería. SENER. Imagen publicada en: *https://www.elconfidencial.com/espana/andalucia/2022-01-30/cabo-de-gata-polemica-parque-eolico-almeria_3365401/*

108. Dispositivo energético undimotriz CETO 5. Simulación 3D. Carnegie Clean energy. *www.carnegiece.com*

109. Área industrial del puerto de Hamburgo. *www.hafen-hamburg.de*

110. Cimentaciones metálicas para turbinas marinas (jacket). Imagen publicada en: *https://www.offshore-energy.biz/port-of-nigg-chosen-for-seagreen-owf-foundation-installation/*

111. Omega System. Prototipo en Eemshaven. Omega Green. *http://www.omegagreen.nl*

112. Sistema de energía eólica Bound 4 Blue. *https://bound4blue.com/*

113. Aquabuoy. 2003. Finavera. Imagen publicada en: *https://inhabitat.com/wave-energy-aquabuoy-20-wave-power-generator/aquabuoy-finavera-wave-power-wave-energy-renewables-2/*

114. Platform for a renawable future. 2018. FABRIcations. *https://www.fabrications.nl/*

115. Aerogenerador X. 2010. Grimshaw architects. *https://grimshaw.global/*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

116. Parque eólico de Middelgrunden, Copenhague. Fotografía de Dagmar Richardt. *https://stock.adobe.com/es/*

117. Torres de refrigeración. Fotografía de Bernd y Hilla Becher 1972. Colección Iberdrola

118. Torres del río Oká. Rusia. 1927. Vladimir Shukov. Oka. *www.atlasobscura com/places/shukhov-pylon-dzerzhinsk*

Arte. *www.iberdrola-arte.es*

119. Cenotafio de estilo egipcio. Etienne-Louise Boullée 1786. Biblioteca Nacional de Francia. *www.bnf.fr*

120. Monumento Continuo. Proyecto On the river. Superstudio. MoMA. Nueva York. *www.moma.org*

121. Proyecto Walking City on the ocean. 1966. Ron Herron. Archigram. Nueva York. *www.moma.org*

122. Watercube. LAVA. Laboratory for Visionary Architecture. Pekín. *https://www.l-a-v-a.net/*

123. Proyecto Living Seawalls. New South Wales. Reef Design Lab. *www.reefdesignlab.com*

124. Torres de alta tensión Germogli. 2013. Hugh Dutton Associés. *https://www.hda-paris.com/*

125. Paseo marítimo de Benidorm. OAB. *https://ferrater.com/es/*

126. Dispositivo undimotriz Wave Dragon. *www.wavedragon.com*

127. Terminal marítima de Salerno. Zaha Hadid. *www.zaha-hadid.com*

128. De motu animalium. El nado del pez y del hombre. Giovanni Alfonso Borelli. 1608-1679. Segunda edición disponible en Deutsches Museum. Berlín. *https://www.deutsches-museum.de/*

129. Optimizaciones paramétricas de parque eólico marino. Elaboración propia basado en los resultados de: *Kirchner-Bossi, N.; Porté-Agel, F. Realistic Wind Farm Layout Optimization through Genetic Algorithms Using a Gaussian Wake Model. Energies 2018, 11, 3268. https://doi.org/10.3390/en11123268*

130. Dispositivo de corrientes bioWAVE. BPS. *https://bps.energy/*

131. Pala de turbina de diseño biomimético con hendiduras. *https://whalepowercorp.wordpress.com/*

132. Torre eólica en Valencia. Fran Silvestre, 2009 *https://fransilvestrearquitectos.com/*

2.3 La energía en la ordenación marina

133. Fresco romano del puerto de Estabia. Primera mitad del primer siglo después de Cristo. Pompeya. Museo Arqueológico Nacional. Nápoles.

134. Batalla de Lepanto. 1590. Anónimo basado en grabado veneciano de Martín Rota (1572). Museo Marítimo de Greenwich. Londres. *www.rmg.co.uk*

135. Mare Liberum Litografía. 1915. Jan Bertus Heukelom. Colección de Martinus Cornelis Sigal

136. Límites establecidos por UNCLOS para la soberanía del mar. Elaboración propia

137. Tráfico marino en el Mar de Alborán. *www.marinetraffic.com*

138. Time and Tide. Atlantic Chart. 1942. Mac Donald Gill. Procedente de Persuasive Maps: Collección PJ Mode. *https://digital.library.cornell.edu/*

La planificación marítima en España

139. Tipos de cimentación de turbinas. Elaboración propia

140. Atlas eólico de España. Estudio técnico PER 2011-2020. IDAE. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *www.idae.es*

141. Demarcaciones marinas de las aguas españoles. Elaboración propia

142. WindFloat Atlantic. Plataforma PLOCAN. Islas Canarias. *https://www.windfloat-atlantic.com/*

143 y 144. Seascape wheel y England Seascape. 2012. An approach to Seascape Character Assessment. Marine Mangement Organisation. *https://assets.publishing.service.gov.uk/*

145. Propaganda en contra de la instalación del parque eólico marino Mar de Ágata. Plataforma STOP parque eólico Mar de Ágata. *https://stopparqueeolicomardeagata.org/*

146. Áreas aptas designadas en los Planes de Ordenación del Espacio Marino en relación a los borradores previos del documento. Elaboración propia basada en la información del visor INFOMAR. *https://infomar.miteco.es/visor.html*

147. Visualización de Parc Tramuntana. Golfo de Roses. SENER. *https://parctramuntana.com/*

Un escenario para 2050

148. Planta fotovoltaica de Talayuela. Imagen publicada en el Periódico de Extremadura: *https://www.elperiodicoextremadura.com/extremadura/2023/02/14/futuro-extremadura-nutre-energia-renovable-82812863.html*

149. Planta de hidrógeno verde de Puertollano.. Imagen publicada en el Periódico de España: *https://www.epe.es/es/activos/20231021/valle-hidrogeno-verde-motor-desarrollo-93590143*

150. Central hidroeólica de Gorona del Viento. El Hierro. Islas Canarias. Fotografía de Xavier Cervera publicada en: *https://www.lavanguardia.com/natural/20180212/44735145106/el-hierro-record-gorona-de-viento.html*

151. Swansea Tidal Lagoon. 2015. Gales. LDA Design. *www.lda-design.co.uk*

152. Centro de datos de Meta. Talavera de la Reina. Imagen publicada en El País: *https://elpais.com/tecnologia/2023-05-09/el-hipercentro-de-datos-de-meta-en-talavera-consumira-mas-de-600-millones-de-litros-de-agua-potable-en-una-zona-en-peligro-de-sequia.html*

153. Proyecto H2Med. *https://h2medproject.com/*

154. Construcción de pala de turbina en centro de producción en Francia. General Electric Renewable Energy.

155. Vertedero de turbinas en Casper, Wyoming. EEUU. Fotografía de Benjamin Rasmussen publicada en: *https://www.bloomberg.com/news/features/2020-02-05/wind-turbine-blades-can-t-be-recycled-so-they-re-piling-up-in-landfills*

156. Parque fotovoltaico de Ekain de promoción público-privada. Ente Vasco de la Energía y KREAN. *www.krean.com*

2.4 Monstruos marinos. Las arquitecturas de la energía marina

Emergencia y proliferación

157. Proyecto para la laguna de Venecia. Concurso Revista 2G. 2002. Amid 09. *www.cero9.com*

158. Another place. Fotografía de Andy Finnegan

159. Cronología contemporánea de las energías del mar. Elaboración propia

160. Campos de petróleo SOCAR. Baku. 2006 Fotografía de Edward Burtynsky. *www.edwardburtynsky.com*

161. MH – 1A Sturgis. Central nuclear flotante. 1961. Armada de EEUU. *www.usace.army.mil*

162. Fortificación flotante impulsada con molinos de viento. Viñeta de prensa, 1759. Museo Real de Greenwich. Londres. *www.rmg.co.uk*

163. Dispositivos eólicos dibujados por Bill Heronemus. *www.umass.edu*

164. Sistemas de turbinas flotantes. Elaboración propia

165. Planta fotovoltaica flotante de Dezhou. China. *http://en.sasac.gov.cn/*

166. Proyecto "Solar at sea". 2019. Oceans of Energy. *https://oceansofenergy.blue*

167. Dispositivo undimotriz Penguin. 2008. Wello Oy. *www.emec.org.uk*

168. Boya de Yoshio Masuda. 1965. Imagen publicada en: *Titah-Benbouzid, H., & Benbouzid, M. Ocean wave energy extraction: Up-to-date technologies review and evaluation. In 2014 International Power Electronics and Application Conference and Exposition (pp. 338-342). IEEE.*

169. Prototipo LIMPET. Islay Escocia. 2000. Imagen publicada en: *https://news.climate.columbia.edu/*

170. WaveNET. 2014. Isle of Muck. Albatern. *www.waveenergyscotland.co.uk*

171. Planta mareomotriz de Sihwa. Corea del Sur. Imagen publicada en: *https://www.powermag.com/sihwa-lake-tidal-power-plant-gyeonggi-province-south-korea/*

172. Sistemas de captación energética en el mar. Elaboración propia

173. Planta undimotriz de Mutriku. País Vasco. *https://geoparkea.eus/*

174. Proyectos de referencia de tecnologías marinas principales:

a | Planta eólica de Merkur. 2018. Isla Borkum. Alemania. *https://merkur-offshore.com/*

b | Planta fotovoltaica. 2022. Ramagundam. India. Imagen publicada en: *https://www.indiatimes.com/explainers/ramagundam-floating-solar-pv-project-indias-largest-floating- solar- power-project-573940.html*

c | Atenuadores Pelamis. Aguçadoura. Portugal. 2008. Imagen publicada en: *https://www.ecosources.org/82-le-pelamis-des-articulations-pour-capter-l-energie-des-vagues*

d | Planta OWC de Mutriku. 2011. País Vasco.Fotografía de usuario David, *https://stock.adobe.com/es/*

e | EcoWave Power. 2014. Gibraltar. *https://www.ecowavepower.com/*

f | Dispositivos por rebose Wavedragon. 2009. EMEC. Escocia. *www.wavedragon.com*

g | Boyas por absorción Corpower. 2019-2023. *https://corpowerocean.com/*

h | Turbinas de corrientes Meygen.2014. Escocia. *www.offshore-energy.biz*

i | Planta mareomotriz Rance Tidal. Fotografía de foxytoul. *https://stock.adobe.com/es/*

175. Representación gráfica de las dimensiones de la tabla anterior. Elaboración propia.

176. Densidad energética de las tecnologías marinas. Elaboración propia

177. Muestra del catálogo de proyectos de la energía marina. Elaboración propia basada en resultado de Landscapes of Marine energy. An Overview: *Cueto-Mondejar, D., Castellano-Pulido, F. J., & García-Píriz, T. (2020). Landscapes of*

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

Marine Energy: An Overview. In INCREaSE 2019: Proceedings of the 2nd International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century (pp. 421-437). Springer International Publishing.

178. Genealogía energética marina. Elaboración propia.

179. Proyecto W2Power. Enerocean. 2019. *https://enerocean.com/*

180. Proyecto Ydriada. 2003. Imagen publicada en *https://www.kathimerini.gr/society/828422/skoyriazei-i-ydriada-tis-irakleias/*

181. Ejemplo de la definición de cada propuesta energética catalogada según el índice aportado. Elaboración propia basada en resultado de Landscapes of Marine energy. An Overview: *Cueto-Mondejar, D., Castellano-Pulido, F. J., & García-Píriz, T. (2020). Landscapes of Marine Energy: An Overview. In INCREaSE 2019: Proceedings of the 2nd International Congress on Engineering and Sustainability in the XXI Century (pp. 421-437). Springer International Publishing.*

182. Imagen de los cinco casos de estudio publicados en la comunicación *Nuevas geografías del turismo costero: los paisajes de la energía marina: Cueto Mondéjar, D. y Castellano-Pulido, F. J. (2020). Nuevas geografías del turismo costero: los paisajes de la energía marina. Touriscape2, 188-211.*
https://www.researchgate.net/publication/349216831_Nuevas_geografias_del_turismo_costero_los_paisajes_de_la_energia_marina

183. Islas THUMS: Texaco, Humble, Union y Shell. 1965. California. Imagen publicada en American Oil & Gas Historical Society. *https://aoghs.org/*

Experiencias en España

184. Turbinas en la costa de Cádiz. Fotografía de Julio González publicada en Diario de Cádiz:
https://www.diariodecadiz.es/cadizfornia/paradisiaca-Cadiz-Espana-militares-ucranianos_0_1771323418.html

185. Boya undimotriz en Santoña. 2008. Iberdrola. *www.mapa.gob.es*

186. PLOCAN. Plataforma Oceánica de Canarias. 2008. Gobierno de Canarias. *www.plocan.eu*

187. Planimetría de la plataforma de investigación biMEP. *https://www.bimep.com/*

3. Objetivos y metodología

Metodología

188. Mapa extraído de A flood of space: Towards a spatial structure plan for sustainable management of the North Sea. Universidad de Gante. *https://maritime-spatial-planning.ec.europa.eu/*

189. Disposiciones alternativas del Dymaxion. Buckminster Fuller.1943 The Agency of Mapping: Speculation, Critique and Invention.James Corner. Capítulo del libro: *Dodge, M., Kitchin, R., & Perkins, C. (Eds.). (2011). The map reader: theories of mapping practice and cartographic representation. John Wiley & Sons.*

190. Cartografía del Imperio Británico. 1886. Procedente de Persuasive Maps: Colección PJ Mode.
https://digital.library.cornell.ed

191. Cartografía propagandística sobre el dominio de los mares británico. Freiheit der Meere (Libertad de los mares). 1918. Procedente de Persuasive Maps: Colección PJ Mode. *https://digital.library.cornell.ed*

192. Imagen de paisaje eólico procedente de Taking Measures Across the American Landscape. 1994 James Corner y Alex McLean. Imagen publicada en: https://*socks-studio.com/2012/10/29/taking-measures-across-the-american-landscape-by-james-corner-and-alex-mclean/*

193. Extracto de la documentación para la exposición Missisipi Floods. Anuradha Mathur y Dilip da Cunha, 2001.

194. Territorio Mittelmeerland. Cartografía de Medine Altiok. *https://medinealtiok.com/*

195. Cartografía narrativa del puerto de Izmir. Mittelmeerland Visiting Schools. Programa 2011-2015. AA School of Architecture London. *https://medinealtiok.com/*

196. Proyecto danés para la electrificación rural en 1891 que dieron lugar a las primeras turbinas eléctricas. Poul la Cour. Imagen publicada en: *http://technobloglesenergies.unblog.fr/levolution-de-leolienne/*

197. Cartografía procedente de The Role of Ocean Space in Contemporary Urbanization. Nancy Couling: *Couling, N. R. (2015). The role of Ocean space in contemporary urbanization (No. 6749). EPFL.*

198. Multifunctional landscape infrastructure. The Organization for Permanent Modernity. 2019-2020. *https://orgpermod.com/*

199. Strait of Hormuz Grand Chessboard. 2016. After Oil. Design Earth. MoMA. Nueva York. *www.moma.org*

200. Diagramas procedentes de Landscape Ecology. 1986. Richard T. T. Forman, Michel Godron

201. Urbanismo suburbano después de la guerra según la gramática expuesta por Lynch. Imagen procedente de La Imagen de la Ciudad. Edición 2015. Gustavo Gili.

202 y 203. Imágentes procedentes de Investigations in Collective Form.1964. Fuhimiko Maki

204. Extracto de catálogo parte del artículo *Landscapes of Marine Energy: An Overview*. Elaboración propia

205. Diagramas procedentes de Pamphlet Architecture11. Hybrid Buildings.1985. Joseph Fenton

206. Diagrama procedente de la Exposición Architecture Speaks: The Language of MVRDV. 2019. Innsbruck, Austria

207. Diagrama procedente de Made in Tokyo: Guide Book. 2001. Atelier Bow-Wow.

Batiscafos

208. Parque eólico de Middelgrunden

209. Planta undimotriz de Mutriku. Fotografía del usuario Julen, *https://stock.adobe.com/es/*

210. Planta mareomotriz de la ría de Rance. Fotografía del usuario antoine2k. *https:// stock.adobe.com/es/*

211. Lexicón para la Metamorfosis sintética de la costa para sistematizar las soluciones para paisajes adaptativos. Miriam García García: *García, M. G. (2017). Hacia la metamorfosis sintética de la costa diseñando paisajes resilientes (Doctoral dissertation, Universidad Politécnica de Madrid).*

212. The future commons 2070. Harwich to Hoek van Holland and the Dover Strait. Magnificent surroundings. *www.magnificentsurroundings.org*

213. Imagen procedente de Design with nature. 1969. Ian McHarg.

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA

214. Proyecto energético para la extensión marina del puerto de Rotterdam. Landscape and Energy. Designing Transition. Sven Stremke y Dirk Sijmons. 2014. nai010 publishers

215 y 216. Diagrama de usos y montaje de Potteries Thinkbelt de Cedric Price. MoMA. Nueva York. *www.moma.org*

217. Parque la Villette. Paris. Bernard Tschumi. Elaboración propia.

218 y 219. South Bay Sponge. Master Plan. Field Operations. *www.fieldoperations.net*

220. Localizaciones de los ensayos de la tercera publicación. Elaboración propia.

221. Páginas del libro Altered Ocean de Mandy Barker. *www.mandy-barker.com*

222. Mapa terrestre (Caliza Blanca) de la Hipotética Capa de Hielo de Gondwanaland cerca de Uxmal Yucatán. 1969. Robert Smithson. MoMA. Nueva York. *www.moma.org*

223. Proyecto de Kenzo Tange para la Bahía de Tokyo. Imagen procedente de: *Cho H. Kenzo Tange's A Plan for Tokyo, 1960: a plan for urban mobility. Architectural Research Quarterly. 2018*

224 y 225. Tipologías básicas espaciales para la Marine City. Interrelaciones entre los proyectos de los proyectos de los Marine City.

226. Ejemplo de escenario energético. Vision Board for Blauwe Cluster .2019. The Organization of Permanent Mobility. *https://orgpermod.com/*

227. Rime of the last fisherman. 2018. Ficción realizada por Radical Ocean Futures. *https://radicaloceanfutures.earth/*

228. Spatial City. 1959. Yona Friedman. *www.yonafriedman.org*

229. Tsukuda Island. 1830-1832. Hokusai. Metropolitan Museum. Nueva York *www.metmuseum.org*

230. The Mastaba. 1930. Dibujo preparatorio de Christo and Jeanne-Claude. *https://christojeanneclaude.net/*

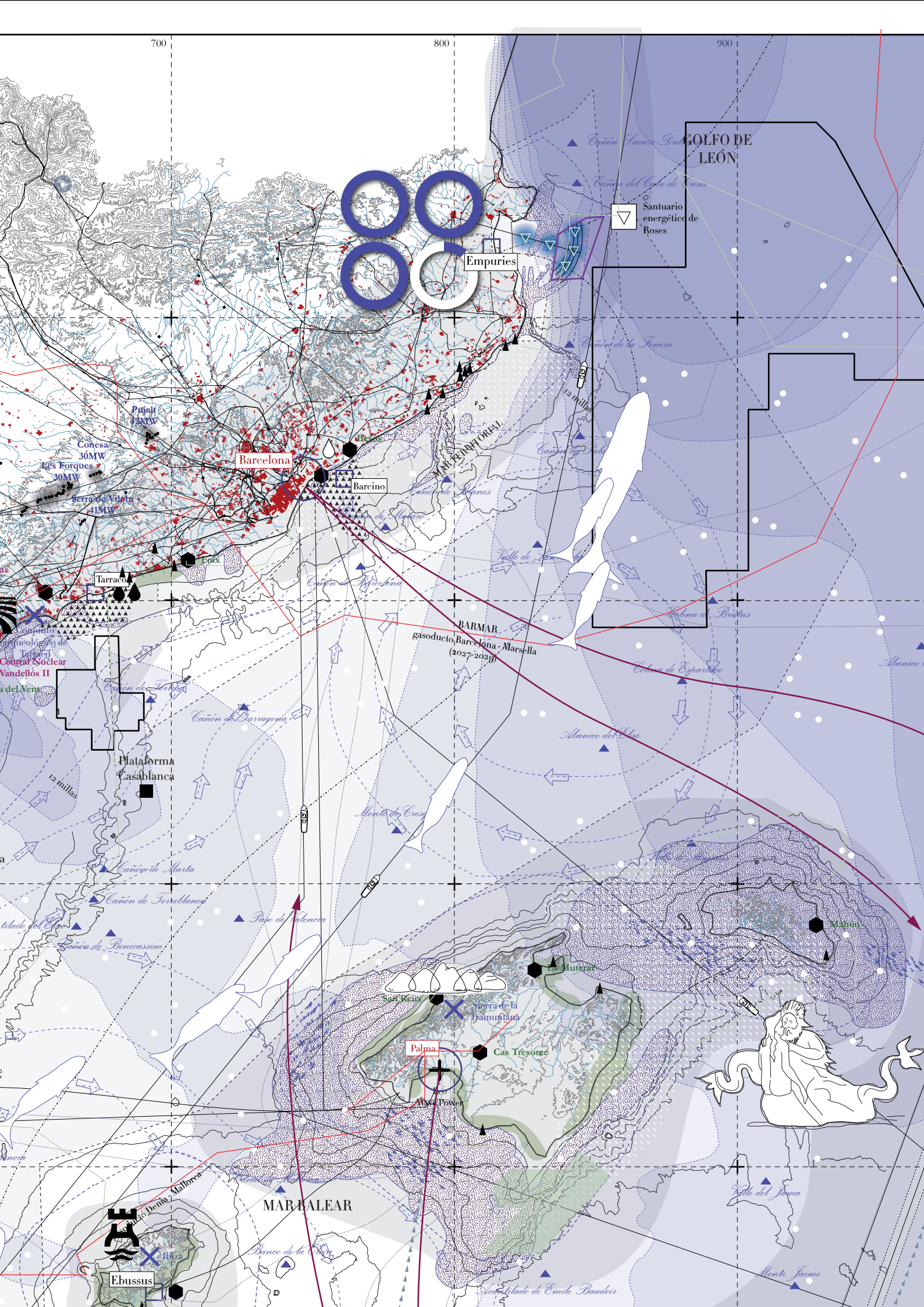
231 y 232. Metodología de trabajo y componentes funcionales. Elaboración propia.

233. Gramática de la energía marina. Elaboración propia

234. Atlas energético marino del Mediterráneo español. Elaboración propia

235. Especies marinas de los proyectos energéticos del Mediterráneo español. Elaboración propia.

236, 237 y 238. Vistas de las propuestas para los tres escenarios energéticos del Mediterráneo español. Elaboración propia.


700
800
900
GOLFO DE LEÓN
Santuario energético de Roses
Empuries
Barcelona
Barcino
Reus
Tarraco
Foix
Conesa 30MW
Les Forques 30MW
Serra de Vilobí 41MW
Pujalt 22MW
Cañón de la Fonera
Cañón de Blanes
Cañón de Arenys
Cañón de Barcelona
Cañón de Tarragona
Cañón de Marta
Cañón de Torrelbanca
Cañón de Benicassim
Talud de Valencia
Monte de Cresta
Abanico del Ebro
Cubeta de Esparraco
Colina de Brutus
Valle de Joana
Monte Jaime
Talud de Emile Baudot
Banco de la Nieve
MAR BALEAR
BARMAR
gasoducto Barcelona - Marsella
(2027-2029)
MAR TERRITORIAL
12 millas
Plataforma Casablanca
Central Nuclear Vandellós II
Mahon
Mutera
San Reus
Sierra de la Tramuntana
Palma
Cas Tresorer
Punta Prohet
Ibiza
Ebussus
Ruta Denia - Mallorca

UNIVERSIDAD DE MÁLAGA