

+34 331147180253FE

Deserta Nostrum

una mirada operativa a los territorios tecnificados del Mediterráneo

+34 331147N 18 02'53"E

Deserta Nostrum
una mirada operativa a los territorios tecnificados del Mediterráneo

Autor Oscar Cruz García
Director Carlos García Fern

Universidad Politécnica de Madrid
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Departamento de Proyectos Arquitectónicos

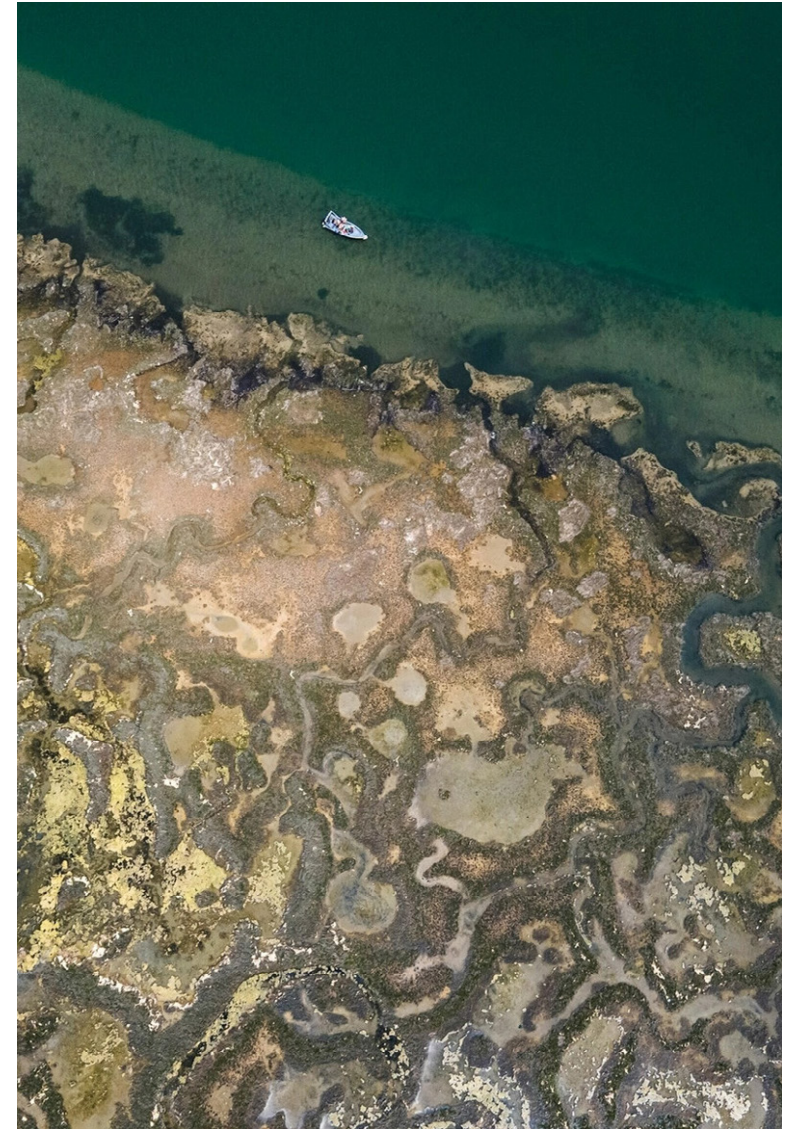
Tesis Final de Máster
Máster de Proyectos Arquitectónicos Avanzados
Septiembre 2025

Deserta Nostrum
una mirada operativa a los territorios tecnificados del Mediterráneo



[Fig. 01]

Agua, minería y éxodo: las consecuencias paisajísticas de las actividades extractivas en el norte de Chile.
Fotografía: Marcos Zegers, 2020.



[Fig. 02]

Fotografía aérea de las marismas en la laguna de Venecia. Saving Venice.
Fotografía: Marco Zorzanello, 2022.

9	Abstract
12	Introducción
12	1. Territorio no baldío
15	1.1. Paisajes tecnificados y zonas de exclusión
19	1.2. Los desiertos no están vacíos
23	1.3. En el umbral de detectabilidad
26	2. Hipótesis, objetivos y metodología
29	2.1. Hipótesis, objetivos y pertinencia
35	2.2. Metodología de análisis satelital
50	Territorios en Procesos Finalizados
55	3.1. Análisis y diagnóstico Paisajes Tecnificados Exhaustos
	Casos de estudio
63	3.2. Infraestructuras extractivas
71	3.3. Infraestructuras de detonación
83	3.4. Infraestructuras logísticas
93	3.5. Infraestructuras de tiempo profundo
103	3.6. Instrumentos de tecnificación
108	Territorios en Procesos Latentes
113	4.1. Lectura y anticipación del riesgo en la tecnificación del Mediterráneo
	Casos de estudio
123	4.2. SIVE. Sistemas de vigilancia.
131	4.3. Complejo de desalación oriental
139	4.4. El proyecto Desertec
147	4.5. Piraeus
155	4.6. Green Data Center de ENI
163	4.7. El Golfo de Gabés
171	4.8. MoSE
179	4.9. Franja de Gaza
187	4.10. Leviatán
195	4.11. Colinas de Mokattam
203	4.12. Depósito del puerto de Beirut
211	4.13. Cuenca del Segura
218	Redefiniendo los paisajes del vacío
223	5.1. Conclusiones
233	5.2. Diagnóstico instrumental mediterráneo
239	5.3. Propuesta preliminar de contrainstrumentos
248	5.4. Cartografía del Mediterráneo tecnificado
250	Bibliografía
262	Anexos

Los *Technical Lands* son territorios estrictamente delimitados, clasificados de tal manera por su condición de «excepción» geográfica. Su localización remota implica el sacrificio de porciones del planeta sometidas a vigilancia intensificada y a estrategias de ocultamiento bajo el velo retórico de la tecnología. Estos territorios mantienen un estatus legal especial que activa protocolos excepcionales de regulación, exclusión y administración, configurando una tipología emergente de regiones geográficas instrumentalizadas. El afán de denominar a estos lugares «desierto», más allá de su condición de aridez, surge de la necesidad de ser rellenados por medio de la ocupación, la extracción de recursos o la militarización, legitimando la transformación, manipulación y apropiación de diversos territorios que comparten simbolismo.

La identificación e instrumentalización de los territorios tecnificados ha aumentado en escala y complejidad. Sin embargo, aún se carece de un marco crítico común capaz de anticipar el agotamiento en cualquier ámbito territorial y ofrecer un campo operativo experimental que diseñe las condiciones para imaginar lo inhabitable y reconfigurar lo posible. El Mediterráneo evidencia con especial claridad esta deriva, presentando una condición ineludible de vacío tecnificado, abre la posibilidad de ensayar su mosaico fractal de microecologías geográficas como *sandboxes*.

La investigación plantea un cambio de paradigma en la concepción de estos territorios: dejar de entender el desierto como espacio condenado al agotamiento y proponer el vacío tecnificado como espacio de oportunidad y laboratorio experimental para la investigación aplicada a lógicas positivistas. A través del análisis de cuatro casos de estudio en territorios en procesos finalizados se construye un marco operativo que permite identificar los instrumentos de tecnificación asociados a la extracción, ocupación, distribución y almacenamiento, y comprender cómo estas operaciones producen paisajes exhaustos. La validez de esta metodología se contrasta en el ámbito mediterráneo mediante doce casos de estudio en territorios en proceso latente, donde se verifican los instrumentos detectados y se formulan contrainstrumentos a partir de ejemplos paralelos superados. Este procedimiento, que combina análisis histórico, interpretación crítica de imágenes satelitales y registro fotográfico contrastado, da lugar a una herramienta reproducible orientada tanto al diagnóstico territorial como a la formulación de marcos proyectuales.

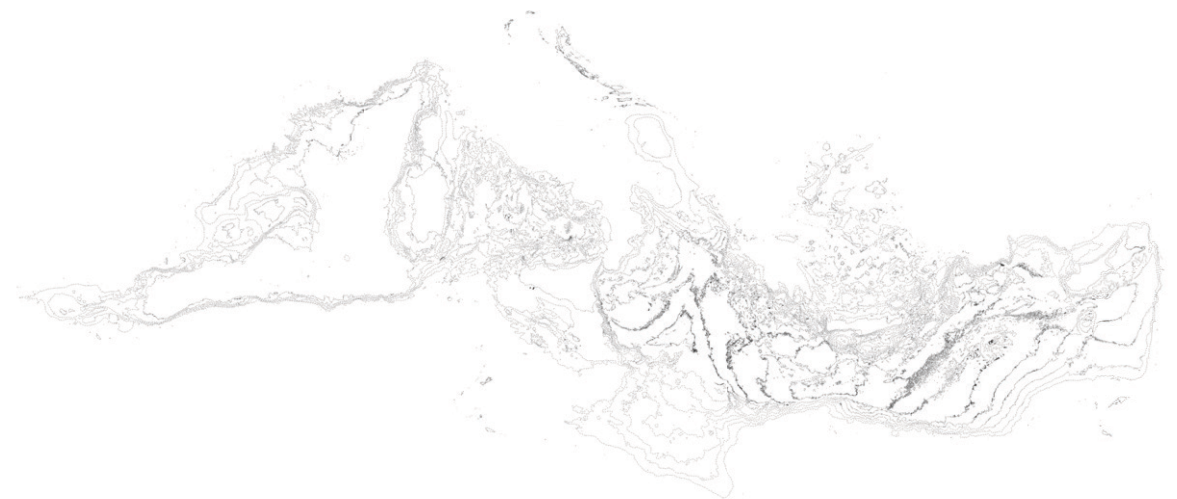
El resultado es una lectura crítica del Mediterráneo como *Technical Land* y, al mismo tiempo, la propuesta preliminar de un repertorio de instrumentos y contrainstrumentos capaces de anticipar, desviar o revertir los efectos de la tecnificación, abriendo el vacío como un terreno fértil para la investigación aplicada y el diseño experimental de estas «zonas de sacrificio» como *sandboxes* o hábitats artificiales acondicionados ante los retos de futuros escenarios.

Technical Lands are strictly delimited territories, classified by their condition of geographical “exception.” Their remote location entails the sacrifice of portions of the planet subjected to intensified surveillance and strategies of concealment under the rhetorical veil of technology. These territories also maintain a special legal status that activates exceptional protocols of regulation, exclusion, and administration, configuring an emerging typology of instrumentalized geographic regions. The eagerness to label these places as “desert,” beyond their arid condition, arises from the need to be filled through occupation, resource extraction, or militarization, legitimizing the transformation, manipulation, and appropriation of diverse territories that share symbolic meaning.

The identification and instrumentalization of technified territories has increased in scale and complexity. However, a common critical framework is still lacking—one capable of anticipating exhaustion in any territorial context while offering an experimental operative field to design the conditions for imagining the uninhabitable and reconfiguring the possible. The Mediterranean makes this drift particularly evident, presenting an inescapable condition of technified void while opening the possibility of testing its fractal mosaic of geographic micro-ecologies as sandboxes.

This research proposes a paradigm shift in the conception of these territories: moving away from the understanding of the desert as a space condemned to exhaustion, and instead conceiving the “technified void” as an opportunity and experimental laboratory for research applied to positivist logics. Through the analysis of four case studies in territories in finalized processes, an operative framework is built that identifies the instruments of technification associated with extraction, occupation, distribution, and storage, and explains how these operations produce exhausted landscapes. The validity of this methodology is contrasted in the Mediterranean through twelve case studies in latent processes, where the identified instruments are verified and counter-instruments are formulated from surpassed parallel examples. This procedure—combining historical analysis, critical interpretation of satellite imagery, and contrasted photographic records—produces a reproducible tool oriented both toward territorial diagnosis and the formulation of projective frameworks.

The result is a critical reading of the Mediterranean as a *Technical Land* and, at the same time, the preliminary proposal of a repertoire of instruments and counter-instruments capable of anticipating, diverting, or reversing the effects of technification. In doing so, the void is opened as fertile ground for applied research and the experimental design of these “sacrifice zones” as sandboxes or artificial habitats conditioned to the challenges of future scenarios.



[Fig. 03]

Representación del vacío. Batimetría del Mediterráneo cada 500 m.
Oscar Cruz García, 2025.

Territorio
no baldío

1

1.1. Territorios tecnificados y zonas de exclusión

El concepto de Technical Lands y sus políticas de exclusión

Durante las últimas décadas se ha presenciado el surgimiento del discurso académico sobre los *Technical Lands*¹. Este incipiente campo de estudio ha sido alimentado y articulado de manera transdisciplinar desde la historia, las humanidades, las ciencias sociales, los estudios territoriales, la arquitectura y los STS (*science and technology studies*), y se ha consolidado en volúmenes recientes como *Landscape as Infrastructure: A Base Primer* (2017)², y *Technical Lands: A Critical Primer* (2023)³. Mientras el primero actúa como un manifiesto temprano del *Landscape Urbanism* que desmantela cualquier visión romantizada del paisaje, el segundo propone una relectura crítica que dialoga con literatura reciente y visibiliza formas de lo que se ha definido como *paisajes operacionales*⁴. Ambos volúmenes coinciden en la definición funcional del territorio. La infraestructura, en su expansión local-nacional-global, deviene tecnicalidad. Uno de los pioneros de esta discusión ha sido el historiador de la ciencia de Harvard, Peter Galison⁵, quien ya desde el año 2000 definió los *Technical Lands* identificando en estos paisajes una convergencia entre prácticas de conocimiento global, imaginarios nacionales y categorías estéticas capaces de transformar —literalmente— la geografía física redefiniendo constantemente el espacio-tiempo newtoniano. En este disruptivo y reciente discurso, una de las cuestiones fundamentales que se plantea y que sigue sin resolver es cómo articular los *Technical Lands* dentro de la nomenclatura convencional del paisaje, especialmente cuando estas geografías operan más allá del entendimiento tradicional y de la etimología misma de naturaleza.

La proliferación de este discurso ha posibilitado el reconocimiento inicial sobre las características compartidas que definen a estos territorios tecnificados como nueva categoría tipológica, originando un catálogo único de regiones geográficas delimitadas. Los *Technical Lands* son territorios delimitados espacialmente —con límites y perímetros estrictamente vigilados y regulados— clasificados de tal manera por su condición de «excepción» geográfica. Su ubicación —no siempre— remota, implica una inaccesibilidad e invisibilidad de ciertas porciones de la Tierra. Sujetos tanto a una vigilancia intensificada como a formas meticulosas de ocultamiento a través del velo retórico de la tecnología, mantienen un estatus legal especial que demuestra la existencia de protocolos excepcionales de regulación, exclusión y administración territorial. Estas zonas críticas abarcan desde enclaves de extracción industrial, zonas de exclusión por desastre químico, zonas desmilitarizadas y puertos espaciales que organizan y ordenan la superficie del planeta con red de carreteras y urbanizaciones, producción e infraestructuras. Neil Brenner y Nikos Katsikis utilizan el término *paisajes operacionales* para referirse a la urbanización extendida o planetaria que bien podría solaparse con la noción de *Technical Lands*. La identificación e instrumentalización de los territorios tecnificados han aumentado en escala y complejidad desde el auge del neoliberalismo. Sin embargo, los contornos teóricos que definen estas geografías siguen siendo poco precisos.

[1] Peter Galison comenzó a usar la expresión *Technical Landscapes* para referirse a paisajes tecnificados vinculados a la industria nuclear. El término fue consolidado más recientemente en el volumen editado por Jeffrey S. Nesbit, *Technical Lands: A Critical Primer* (Berlín: Jovis, 2023)

[2] Pierre Bélanger, *Landscape as Infrastructure: A Base Primer* (Cambridge: Harvard University, 2017)

[3] Jeffrey S. Nesbit, ed., *Technical Lands: A Critical Primer* (Berlín: Jovis, 2023)

[4] Neil Brenner y Nikos Katsikis utilizan el término paisajes operacionales para referirse a las geografías de urbanización extendida o planetaria.

[5] Peter Galison et al., *Technical Landscapes: Aesthetics and the Environment in the History of Science and Art* (Cambridge, MA: Harvard University Graduate School of Design, 2017)

[6] Neil Brenner and Nikos Katsikis, «Operational Landscapes: Hinterlands of the Capitalocene,» *Architectural Design* 90, no. 1 (2020): 22–31.

Pág. anterior, *Community Remains, Former Morrisonville Settlement, Dow Chemical Corporation, Plaquemine, Louisiana. Fotografía: Richard Misrach, 1998.*



En el *Antropoceno*, la naturaleza se transforma en línea, entidad e infraestructura técnica. El diseño ya no es solo suministro o red, sino una operación temporal, frágil y ecológica.

Territorios tecnificados es un término que deriva del uso militar geográfico, incluidas las categorizaciones legislativas para fines coloniales, y específicamente, están asociados con una gama de usos militares y la instrumentalización de la tierra para la experimentación científica y tecnológica. Al identificar —como categoría— un área de tierra como «técnica», se permiten ciertas medidas legislativas. Estos espacios geográficos se habilitan mediante formas políticas y económicas de racionalidad proyectual, logística operativa, instrumentación empírica y ciencias basadas en el lugar.

Los *territorios tecnificados* requieren la ocupación y designación de la naturaleza «salvaje»⁷ para fines militares, científicos o técnicos. Una vez que se reclama como tal, la designación del espacio de Tierra «excluido»⁸ define de inmediato un límite físico hipervigilado informado por la legislación política y proyectado bajo una estética global tecno-racionalizada que producen los «objetos» y artificios asociados a él. En este contexto, las actividades extractivas, los puertos espaciales, los repositorios nucleares y la red de logística que une sus nodos, históricamente representan el ascenso de los *territorios tecnificados* como imagen nacional para instrumentalizar el suelo y proyectar esas imágenes como forma de poder. De esta forma, las prácticas que «marginan» la superficie de la Tierra producen intencionalmente zonas de exclusión para el resto de sus habitantes, y marcan geografías específicas de ocupación y clausura: *closed world*.⁹ Estas vastas extensiones, resultado de la instrumentalización de la tecnificación, no son meros espacios baldíos, sino escenarios activos de secretismo, ocultamiento, riesgo y proyección política a escalas temporales sin precedentes. Son territorios hipotecados durante miles de años, donde el derecho, la ciencia y la estética convergen para gestionar lo que no puede eliminarse. Peter Galison señala que estas «zonas de sacrificio»¹⁰ —la mayoría de las veces a nivel nacional— no solo exigen nuevos dispositivos legales y arquitectónicos para advertir al futuro, sino que encarnan también una fantasía de redención: la ilusión de que, tras la destrucción, es posible «barrer la tierra» y retornar a un estado de pureza. Sin embargo, frente a esa promesa de remediación, persiste la certeza de una exclusión definitiva. Designar un territorio como «técnico» es, por tanto, un acto político.

La historia, en este discurso, concibe la Tierra, de alguna manera irreductible, como un sustrato, como algo externo a nosotros: es prestada, temporal y reversible. Sin embargo, sencillamente no es viable considerarla como un marco exterior. Nuestra modificación del aire ya ha alterado el equilibrio entre tierra y mar, ríos y ciudades. Nuestra reestructuración de lagos y humedales como acuíferos y tierras agrícolas provoca desertificación en algunas regiones y desglaciación en otras. En un sentido einsteniano, los *Technical Lands* curvan el espacio y el tiempo. Los territorios «excluidos», como los radiactivos, alteran su entorno de manera que obligan a considerar cronologías fragmentadas que se proyectan desde el pasado hacia el futuro. También el espacio es alterado por los territorios tecnificados: logística, procesamiento, almacenamiento, distribución y accidentes. La reasignación de vastos territorios debido a la alteración técnica por eventos nucleares de «pérdida de contención» ha obligado a la reubicación masiva de residentes. Paradójicamente, las zonas de exclusión humanas se convirtieron en refugios para lo más-

que-humano, creando una nueva categoría de tierra que podría caracterizarse como *waste-wilderness*¹¹. Si la distribución de energías fósiles bajo tierra sirvió para diferenciar tiempo y espacio —Carbonífero/Jurásico/Cretácico— su extracción y distribución en la superficie se esfuerza por superar todos los obstáculos que hacen que el espacio sea distinguible. Una vez fuera de la perforación y dispersadas por todo el planeta a través del comercio, las reservas concentradas de energía que se reunieron bajo tierra durante millones de años se rompen en formas de energía altamente distribuida y de bajo orden a través de innumerables momentos de combustión. La «aniquilación» del espacio a través del tiempo.

Desde esta perspectiva, el Antropoceno es, precisamente, el reconocimiento de que estamos convirtiendo no solo el mar, la atmósfera y la tierra en objetos técnicos, sino también las capas más delgadas, frágiles e interdependientes de la Tierra: las *Critical Zones*, donde la vida se desarrolla. Esta noción, formulada por Bruno Latour, desplaza la mirada globalizante hacia una observación situada, encarnada y políticamente implicada con el espesor habitable del planeta. Si los territorios tecnificados representan geografías de clausura, ocultamiento y gestión del riesgo a largo plazo, las *Critical Zones* constituyen, en cambio, espacios de exposición, cuidado y conflicto, donde se hace tangible la vulnerabilidad compartida entre humanos y no humanos. Latour advierte que ya no podemos habitar la Tierra como un fondo inerte o una esfera abstracta, debemos reaprender a observar y actuar desde estas zonas críticas, allí donde se cruzan biología, geopolítica y estética¹². Como ha señalado Peter Galison, moldeamos nuestras *Technical Lands* —aeropuertos, plantas petroquímicas e instalaciones nucleares—, y estas luego determinan si podemos beber el agua, dónde podemos vivir, cómo podemos vivir, cuán bien podemos vivir. Construimos territorios tecnificados; los territorios tecnificados moldean cómo viviremos.¹³

[7] Peter Galison utiliza el término «wild» en el sentido de naturaleza no domesticada, ocupada y reclamada por regímenes técnicos y militares. Véase Peter Galison, «Foreword: What Are Technical Lands?», en *Technical Lands: A Critical Primer*, ed. Jeffrey S. Nesbit (Berlín: Jovis, 2023), 8–13.

[8] El adjetivo «excluido» remite aquí a la noción de zonas de exclusión establecidas tras catástrofes nucleares o químicas —como Chernóbil o Fukushima—, definidas por perímetros de inaccesibilidad y regímenes especiales de vigilancia y control. Véase Kate Brown, *Manual for Survival: A Chernobyl Guide to the Future* (New York: W. W. Norton, 2019); y David Elliott, *Fukushima: Impacts and Implications* (London: Palgrave Macmillan, 2013).

[9] El término *closed world* alude a los entornos tecnológicos y militares autosuficientes surgidos durante la Guerra Fría, en los que la simulación, la clausura y el control total definían nuevas formas de habitar y de pensar el planeta. Véase Paul N. Edwards, *The Closed World: Computers and the Politics of Discourse in Cold War America* (Cambridge, MA: MIT Press, 1996). Jeffrey S. Nesbit retoma este término en su tesis doctoral *Spaceport: Technical Lands for Departing Earth* (Doctor of Design diss., Harvard University Graduate School of Design, 2020), donde lo vincula con los *Technical Lands* y su estética de clausura territorial.

[10] Peter Galison reflexiona sobre cómo los paisajes de desechos nucleares —«exclusionary zones»— comparten, paradójicamente, propiedades legales y filosóficas con las zonas de naturaleza prístina (*wilderness*), y cita la expresión «national sacrifice zones» usada por un oficial del Pentágono para describir estas áreas. Véase Jamie Kruse y Peter Galison, «Waste-Wilderness: A Conversation with Peter L. Galison», *Friends of the Pleistocene*, 31 de marzo de 2011, <https://fopnews.wordpress.com/2011/03/31/galison/>.

[11] Jamie Kruse y Peter Galison, «Waste-Wilderness: A Conversation with Peter L. Galison», *Friends of the Pleistocene*, 31 de marzo de 2011, <https://fopnews.wordpress.com/2011/03/31/galison/>.

[12] Bruno Latour, «Introduction: Some Questions about 'Critical Zones,'» en *Critical Zones: The Science and Politics of Landing on Earth*, eds. Bruno Latour y Peter Weibel (Cambridge, MA: MIT Press, 2020), 19–32.

[13] Peter Galison, «Foreword: What Are Technical Lands?», 27.

[Fig. 05] CARMA observatory, California, Estados Unidos. Space Project. Fotografía: Vicent Fournier, 2006.



1.2. Los *desiertos* no están vacíos

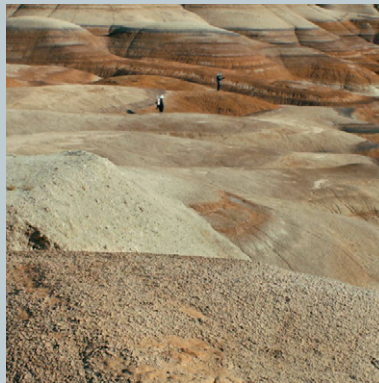
La producción de espacios baldíos por la tecnificación de la ausencia

El término «desierto»^[14] comprende un complejo imaginario de climas, paisajes, espacios y huellas comprimidas en una imagen reduccionista que evoca ecosistemas desolados donde las circunstancias climáticas hostiles y las temperaturas extremas impiden que la vida prospere en tierras invisibles y baldías. Puede verse como un hecho geográfico, un espacio natural o social, un entorno extremo, un lugar de retiro espiritual, un paisaje metafórico y una zona límite o un puesto de avanzada de un organismo político controlador. Los «desiertos» de todo el mundo, aunque de naturaleza diferente, comparten una notable serie de características sociales: son terrenos baldíos, espacios de laboratorio para la experimentación y sitios para simular la futura ocupación de otros planetas^[15]. Estos territorios —tanto fríos como cálidos— encarnan diversas formas de explotación antropogénica bajo el lugar común de la idea de que «los desiertos están vacíos», que «el desierto está desprovisto de vida» o que «no hay absolutamente nada en el desierto».

El afán de denominar a estos lugares «vacíos» o «exentos de vida» surge de la necesidad para ser «rellenados» por medio de la ocupación, la extracción de recursos o la militarización, cuyos resultados alteran la vida natural y construyen *territorios tecnificados*^[16]. Este concepto de «desierto» —por encima de su categoría geográfica— legitima la transformación, manipulación y apropiación de diversos territorios que comparten simbolismo. Este estereotipo sirvió como justificación del ejército francés para usar el Sahara argelino como campo de pruebas nucleares en los años sesenta. Según el general Charles Ailleret, jefe del programa nuclear francés, el Sahara era «una tierra de sed y miedo, de la que se decía que toda vida estaba ausente.»^[17]

Aunque la presencia de vida en los territorios desérticos pueda parecer evidente, hasta el día de hoy —bajo la bandera del nuevo eco-colonialismo— uno sigue escuchando y leyendo las mismas viejas justificaciones de ocupación. Por su parte la designación del territorio como «técnico» se presenta como parte de un acto político que implica la marginalización de ciertas áreas y su conversión en espacios altamente invisibles e inaccesibles para la población global. Esta «antivisualidad» contrasta con la hipervigilancia y el control que suelen acompañar al uso de la tecnología en estas áreas altamente instrumentalizadas. Los desiertos, cartografiados de una manera intencionadamente llana en base a términos como «vacío» y «estéril», eluden la compleja intersección entre naturaleza, historia y poder.

A diferencia de los intereses tras estos esbozos, el éxodo tras la minería trajo consigo un nuevo valor al desierto. En este contexto global, el desierto de Atacama ejemplifica la respuesta de un ecosistema que se adapta a los cambios introducidos por la actividad humana. No solo las peculiares formas y adaptaciones de vida biológica que han sobrevivido con la escasez de recursos hídricos verifican la resiliencia del desierto. El rastro dejado por las actividades extractivas revela un interesante paisaje cultural basado en ciclos adaptativos, que han dilatado y contraído la magnitud y la percepción del desierto.



[14] Samia Henni, ed., *Deserts Are Not Empty* (New York: Columbia Books on Architecture and the City, 2022), 11.

[15] Mars Desert Research Station (MDRS) es una instalación espacial análoga situada en el desierto de Utah. El relativo aislamiento de las instalaciones permite realizar estudios de campo rigurosos, así como investigaciones de factores humanos. La mayoría de las tripulaciones realizan su misión bajo las limitaciones de una misión simulada a Marte. Véase Shannon Rupert, «The Mars Desert Research Station (MDRS): A Mars Analog on Earth,» *Planetary and Space Science* 63–64 (2012): 94–103.

[16] Nesbit, *Technical Lands*.

[17] Charles Ailleret, *L'aventure atomique française: Comment naquit la force de frappe. Souvenirs et réflexions* (Paris: Fayard, 1968), 229.

Pág. anterior. Fotograma del mediotraje «Wandérs» de Evgenia Alexandrova, que documenta el interior del Mars Desert Research Station en el desierto de Utah, un laboratorio que alberga investigaciones y experimentos para el desarrollo de las futuras colonias en Marte, 2020.

Desierto y desertificación son dos conceptos clave que atraviesan los campos de la filosofía, la literatura, la ecología, la política y las artes. «Sus identidades son inestables, dinámicas, indeterminadas y, a veces, contradictorias, aunque son figuras contemporáneas importantes que acechan nuestros imaginarios y definen la política actual en relación con la ecología.»¹⁸ La desertificación encarna la desaparición de la vida: el punto final de un proceso más amplio de desarrollo económico, político y tecnológico que amplifica la vulnerabilidad, la escasez, la marginación y las migraciones forzadas. En el nivel de la imaginación, la desertificación adquiere un papel activo en las nuevas escatologías y relatos del fin del mundo post-antropoceno. Es fácil ver cómo los desiertos pueden proyectarse como lugares para *apocatopias*¹⁹, pero eso sólo continuaría el legado histórico de la percepción errónea de lo árido.

Pensar el futuro desde el punto de vista del desierto exige un fuerte retejido de sus dimensiones concretas y abstractas. El espacio desértico con la inusual cartografía de Abinadí Meza²⁰ no solo busca mostrar la topografía física de estos paisajes áridos, sino también transmitir la complejidad de las experiencias humanas dentro de ellos, explorando temas como la migración, la supervivencia, la espiritualidad y la conexión con la naturaleza. Su trabajo invita a los espectadores a reflexionar sobre su propia relación con el entorno natural y las múltiples capas de significado que existen en los desiertos. Meza no solo se centra en la representación visual de los desiertos, sino que también considera cómo estos paisajes son percibidos y experimentados por las personas que los habitan o visitan. Una lista de encuentros que dibujan un camino hacia el desierto como un mapa fragmentado. Esta comprensión nos invita a remodelar y adaptar nuestras narrativas, a pensar en el desierto como un lugar de resiliencia y adaptación.

Nombrar a un espacio «desierto» implica señalar hacia un espacio donde, «oficialmente nada existe (de otra forma no sería “desierto”) absolutamente todo se vuelve pensable y, en consecuencia, puede ocurrir.»²¹ Al contemplar el vacío del desierto, desde el punto de vista de Banham, vemos un espacio de posibilidad absoluta, un espacio para realizar el potencial de la modernidad y un lugar utópico para nuevos comienzos. Este acto de nomenclatura, de identificar un sitio como «desierto», también ha sido una herramienta de subjetivación, violencia y deshumanización por parte de quienes lo nombran.

La lucha contra el llamado régimen del «vacío»²², la imaginación eurocéntrica del desierto como algo inherentemente privado de vida y conocimiento pasa por entender las tierras áridas como lugares que poseen un potencial único para actuar como «sandboxes» en la experimentación e innovación. A través de contingencias generadas por intervenciones previas, tienen el potencial de convertirse en campos de prueba para futuros instrumentos que promuevan nuevas relaciones entre la vida y la materia, el equilibrio y la fluctuación, la destrucción y la resurrección. La importancia de entender el desierto desde la perspectiva resiliente no solo ecológica, sino social, como sistema adaptativo complejo puede servir de aprendizaje y simulacro de nuevas formas de «ocupación» en un paisaje con las condiciones anticipadas de un futuro climático hostil como andamiaje de un paisaje etéreo.

La transformación socio-ecológica de estos escenarios conlleva una metamorfosis en el entendimiento de estos sistemas a través de la concepción de modelos como sistemas adaptativos complejos.

[18] Ida Soulard, Abinadí Meza, y Bassam El Baroni, *Manual for a Future Desert* (Milán: Mousse Publishing, 2021).

[19] Neologismo acuñado por China Miéville para describir formas de ficción que no son del todo distópicas pero que han reutilizado una cultura de ruina, fracaso, deterioro y vacío en utopías post-apocalípticas.

Véase China Miéville, *The Limits of Utopia* (London: Verso, 2016).

[20] Abinadí Meza, *Surrounded by Colors We Could No Longer See* (Houston: Blaffer Art Museum, 2023).

[21] Reyner Banham, *América Deserta* (Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México, 1971).

[22] Henni, *Deserts Are Not Empty*.

En este sentido, ante el concepto de desertización planteado, la resiliencia tiene que ver con la capacidad de una entidad de repararse ante las perturbaciones, recuperarse de las conmociones y el estrés, adaptarse y organizarse tras una experiencia perturbadora. Superando el pensamiento lineal ecológico clásico fundamentado en la búsqueda de la estabilidad, se alcanza una gestión adaptativa basada en ciclos de cambios periódicos que generan nuevas estructuras de orden superior mejor adaptadas al contexto. Es este enfoque de sistema adaptativo complejo el que asume que la relación entre naturaleza y sociedad es interdependiente en diferentes escalas y que permite al sistema autoorganizarse, adaptarse continuamente y cambiar de una manera impredecible. El estudio de los sistemas abiertos y altamente complejos ha demostrado como lejos del equilibrio termodinámico se pueden dar mecanismos de autoorganización espontáneos que incrementan su complejidad estructural y dinámica.²³ La vida aparece casi antinatural o milagrosa en un universo muerto o en vías de morir.

Surge entonces un proceso de autoorganización, basado en la teoría de las estructuras disipativas²⁴, cuyo mantenimiento requiere de un aporte constante de materia y energía. Se hace posible la introducción de la idea del tiempo y de la historia en un universo que la física clásica había descrito como eterno e inmutable. Más aún, el olvido de las condiciones iniciales deja de ser una condición general y la evolución del sistema es condicionado por su historia. El papel activo de la irreversibilidad, la creación de un orden por fluctuaciones, el carácter aleatorio de éstas y la historicidad introducida por el orden de sucesión de las bifurcaciones que conducen a una estructura superior, constituyen un conjunto de notables propiedades de la evolución, características de los sistemas alejados del equilibrio. La vida sólo es posible en un universo alejado del equilibrio.²⁵ ¿Responden los territorios tecnificados a los criterios que definen lo que, en las últimas décadas, se entiende por autoorganización?

[23] Ilya Prigogine, *Non-Equilibrium Thermo-Dynamics: Variational Techniques and Stability* (Chicago: University of Chicago Press, 1965).

[24] Ilya Prigogine, *Las leyes del caos* (Barcelona: Crítica, 1999).

[25] Ilya Prigogine, *El fin de las certidumbres* (Barcelona: Andrés Bello, 1996).

Manual for a Future Desert. Ida Soulard, Abinadí Meza & Bassam El Baroni, 2021. Publicación que propone un análisis integral del desierto y sus múltiples implicaciones en cuestiones culturales, tecnológicas, políticas y ecológicas. Define las coordenadas para encontrar un desierto futuro sin desertar el futuro.

[Fig. 07]

Deserta Nostrum se ocupa de estos procesos de construcción y destrucción antropogénica que han tenido lugar en varios territorios tecnificados bajo la justificación estereotipada del desierto a lo largo del último siglo. En el presente trabajo se acuña el término «vacío tecnificado» para referirse a la producción, ocupación y abandono de estos territorios que muestran vínculos entre ellos y que poseen la condición adaptativa bajo actitudes y estrategias experimentales para alcanzar un estado de paisaje inducido como sistema resiliente, abierto al cambio y a la autoorganización, donde el vacío convive paradójicamente con una extrema densidad tecnológica invisibilizada bajo su aparente ausencia.



1.3. En el umbral de detectabilidad

Metodología colaborativa entre fotografía satelital y documental

En este discurso sobre la proliferación, ocupación y éxodo de los *territorios tecnificados*, nos enfrentamos a una serie de desafíos territoriales, geopolíticos y ambientales que apuntan hacia una mutación profunda de las capas más delgadas, frágiles e interdependientes de la Tierra: aquellas donde se desarrolla la vida²⁶.

En la condición actual de recursos limitados e injusticia global, donde ya no solo se extraen energía o materiales, sino que se «sacrifican»²⁷ territorios enteros como parte de actos estratégicos de interés político, surge la necesidad de superar la dicotomía entre progreso y tradición. La crisis territorial que encaramos no se resolverá únicamente mediante más tecnología o más crecimiento; se requiere también una profunda reevaluación de nuestros sistemas de valores y de nuestra sensibilidad hacia el entorno. En este contexto, el presente estudio propone una metodología de análisis crítico que opera en el umbral de la detectabilidad, en medio de contextos de hipervigilancia y control, mediante el cruce entre la fotografía satelital y apropiación de la fotografía documental; entre el rigor tecnológico y la sensibilidad cultural.

Tal como propone Jesús Vassallo al formular su noción de realismo sucio²⁸ en arquitectura, parece entonces coherente pensar que la disciplina arquitectónica, en tanto práctica visual, deba aliarse con otra disciplina visual —la fotografía— como una actitud progresiva y atenta a lo existente. Una arquitectura que se comprometa con abrir los ojos al presente, a sus condiciones materiales, sociales y políticas, y a los problemas reales que nos rodean.

La arquitectura, y su relación con las tecnologías emergentes —como bien demuestra el trabajo de Forensic Architecture²⁹— puede orientarse a ofrecer alternativas y formas de intervención que no se basen necesariamente en soluciones de diseño, sino en generar mayores resoluciones visuales desde las que hacer inteligible la realidad material. De este modo, se transita de ser agentes cómplices a emplear las herramientas disciplinares como apoyo a actos de resistencia crítica.

La representación arquitectónica de los territorios tecnificados no debe entenderse como una tarea inocente o neutral. Las infraestructuras, edificios y paisajes que conforman estos entornos deben operar como sensores políticos, capaces de visibilizar las relaciones entre arquitectura territorial y poder. Representar estos territorios implica seleccionar, enfatizar y excluir. Implica hacer plausibles fenómenos distantes, volverlos medibles, determinar a quién o qué se representa y qué se margina. Cada línea dibujada conlleva implicaciones en la distribución de cuerpos, espacios y fenómenos, y en cómo estos son diferenciados, evaluados y categorizados.

Estos escenarios comparten una condición: su inaccesibilidad tanto física como documental, articulada en la intersección entre entornos vigilados, legales y geográficos. Por ello, existen muy pocas imágenes o documentación gráfica de circulación pública. La manera más común



[26] Latour y Weibel, *Critical Zones*.

[27] Kruse y Galison, «Waste-Wilderness»

[28] Jesús Vassallo, *Seamless: Digital Collage and Dirty Realism in Architecture* (Zürich: Park Books, 2016)

[29] Forensic Architecture, *Forensis: The Architecture of Public Truth* (Berlin: Sternberg Press, 2014).

Pág. anterior. Imágenes filtradas de drones militares italianos sobrevolando Iraq permite calcular el tamaño del píxel y, por tanto, el umbral de detectabilidad. *LEspresso*, 2015.

de investigar estos lugares en clave intertemporal es a través de la imagen satelital. Este tipo de documento, producido desde la distancia, permite construir archivos de evidencia arquitectónica que resultan apropiados para el análisis crítico y la formulación de propuestas territoriales no especulativas. Modelos que desarticulan los mecanismos de construcción de evidencia y las narrativas opacas asociadas a intereses políticos, y que sirven para reclamar justicia para los cuerpos que los habitan.

Desde esa perspectiva, sin embargo, ciertos «objetivos» son inferiores al área capturada por un único píxel en la resolución disponible para consulta pública. Cuando el tamaño del objeto grabado en el negativo se aproxima al tamaño del elemento material que lo registra, se produce una condición a la que Eyal Weizman denomina *umbral de detectabilidad*:³⁰ situaciones que oscilan entre ser identificables o no.

A diferencia de la aleatoriedad del grano en la fotografía analógica, la imagen satelital digital está estructurada en una retícula de píxeles que actúa como un tamiz. Los objetos mayores que la red son capturados y retenidos. Los objetos menores pasan a través y desaparecen. Los objetos cercanos al tamaño del píxel están en una condición especial de umbral: que sean capturados o no depende de la habilidad relativa, o suerte³¹. Durante décadas, la resolución a la que las imágenes satélite se hacían públicas aumentó progresivamente —de 60 metros por píxel en los años setenta a 0,5 metros en la actualidad— permitiendo identificar progresivamente transformaciones territoriales vinculadas a infraestructuras y perforaciones de extracción. Sin embargo, este avance fue interrumpido por razones geopolíticas. El límite legal de 0,5 metros por píxel coincide con la escala del cuerpo humano. Una regulación pensada para eliminar las figuras humanas en la representación del territorio.

La resolución fue seleccionada como un límite para estas imágenes de acceso público porque eludía los riesgos de infracción de la privacidad al grabar gente en espacios públicos. Pero la regulación también tiene una razón de seguridad, servía tanto para preservar la privacidad como para ocultar cuerpos y enclaves estratégicos.³² Del otro lado del visor, sistemas militares de ataque como los satélites Keyhole alcanzan resoluciones de hasta 15 cm, inaccesibles al público. La resolución óptica de las cámaras militares de los drones es todavía secreta, pero la diferencia en la resolución demuestra el desequilibrio de poder cuando el cuerpo humano es el objeto en base al cual se calibra la óptica, frente a lo que públicamente se diseña para enmascarar. El espectro visual entre la alta resolución empleada para la violencia y la baja resolución disponible para monitorizarla es aprovechado por los encubridores. Las prácticas arquitectónicas que pretendan operar en esta reevaluación territorial parten con una condición de desigualdad estructural en el acceso a la visión, señales y conocimiento que necesitan encontrar maneras de operar cerca —o por debajo— del umbral de detectabilidad.

En esta asimetría visual estructural, y aprovechando la clandestinidad que otorgan la hipervigilancia y el aislamiento de las zonas remotas, es la fotografía documental la que permite restituir cercanía, densidad, afecto y cuerpo a los territorios tecnificados. Frente al píxel, el encuadre. Frente a la cartografía del riesgo, la mirada situada.

«Cuando la ilusión de neutralidad de la fotografía se disipa, el acto de tomar una imagen se convierte, más que nunca, en una declaración contundente sobre cómo el mundo podría o debería ser.»³³ Independientemente de cómo miremos el problema, es evidente que

[30] Eyal Weizman, *Forensic Architecture: Violence at the Threshold of Detectability* (New York: Zone Books, 2017).

[31] Weizman, *Forensic Architecture*.

[32] Weizman, *Forensic Architecture*.

[33] Jesús Vassallo, *Seamless*.

arquitectos y fotógrafos llevan mucho tiempo comprometidos en un esfuerzo por dar sentido, cultural y estéticamente, a las cosas que nos rodean. A través de su insistencia obstinada en lo real, estos artistas y arquitectos proponen un regreso a una cultura material más amplia; una que, en un momento en que cada vez más aspectos del mundo se transfieren al ámbito digital, nos ofrece la distancia crítica necesaria para volver a apreciar, habitar e intervenir sobre los objetos, los materiales y los paisajes que aún quedan por redefinir y, así, reimaginar su potencial.

Las posiciones culturales compartidas entre la fotografía y la arquitectura pueden considerarse evidencia de los complejos procesos mediante los cuales una cultura dinámica asigna y reasigna valor al territorio y a los artefactos que lo atraviesan. El entrecruzamiento de ambas formas visuales —satelital y documental—, reapropiadas con fines transdisciplinarios, cobra así nueva vida y significado, desligándose de los impulsos estéticos, éticos, sociales o políticos que las impulsaron originalmente, y volviéndose herramientas críticas de lectura y transformación del paisaje tecnificado. Parece entonces lógico el organizar la investigación como una serie de casos, en los que la arquitectura debe acudir a la transferencia entre fotografía satelital y documental en la búsqueda de nuevos dispositivos de representación, análisis y diagnóstico. Cada caso despliega así una lectura situada del territorio.

En primer lugar, se verifica la metodología con cuatro ejemplos que responden a la reorganización territorial inducida por las crisis energéticas de los años setenta —infraestructuras extractivas, detonación, logística y almacenamiento. Desde el espacio orbital hasta el encuadre a ras de suelo, el cruce de escalas activa un pensamiento visual capaz de revelar los instrumentos de tecnificación que concibieron, transformaron y, en muchos casos, asolaron estos territorios.

La metodología contrastada se aplica posteriormente sobre doce territorios en procesos «latentes», cuyas estructuras socioambientales comienzan a verse condicionadas por el cambio de paradigma energético global. Estos casos ya no responden a las lógicas industriales del siglo XX, sino a una nueva era de infraestructuras y procesos aparentemente sostenibles, que desplazan la violencia desde lo visible hacia lo regulatorio, lo atmosférico o lo algorítmico. Frente a ellos, el cruce entre imagen satelital y fotografía documental permite revelar nuevas formas de ocupación, vigilancia o exclusión bajo la apariencia de neutralidad técnica.

Esta metodología permite así superar tanto la distancia abstracta del dato como el riesgo de estetización acrítica del conflicto. En su lugar, propone una cartografía sensible de lo tecnificado, en la que cada imagen —ya sea capturada por satélite o por una cámara digital— actúa como prueba, relato y proyección. De este modo, la arquitectura no solo se posiciona como intérprete del paisaje, sino como agente activo en su lectura crítica y en su posible transformación hacia territorios inducidos.

En este marco, los territorios tecnificados actúan como sistemas abiertos lejos del equilibrio, atravesados por procesos irreversibles, fluctuaciones aleatorias y bifurcaciones críticas que los orientan hacia nuevas estructuras inducidas. Cada imagen aquí presente alberga el potencial de múltiples resultados materiales posibles, convirtiendo esta nueva visión colaborativa tecnodocumental en un acto propositivo y operativo.

●○

Hipótesis, objetivos y metodología

2

2.1. Hipótesis, objetivos y pertinencia

Hipótesis

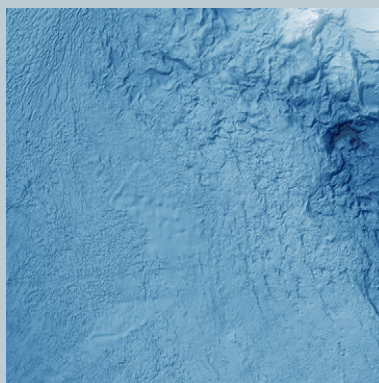
La proliferación del discurso teórico presenciado en las últimas décadas dentro del contexto académico sobre los *Technical Lands*³⁴ ha planteado la hipótesis de que ciertos territorios canónicamente nombrados como «desiertos»³⁵, por su condición de remoto y estéril, funcionan como infraestructuras políticas y tecno económicas dirigidas desde la externalización de los recursos. El afán de denominar a estos lugares «exentos de vida» surge de la necesidad para ser «rellenados» por medio de la ocupación, la extracción de recursos o la militarización, cuyos resultados alteran la vida natural y construyen territorios tecnificados.

Este concepto de «desierto» —por encima de su categoría geográfica— legitima la transformación, manipulación y apropiación de diversos territorios que comparten un mismo imaginario operativo. En este trabajo se acuña el término «vacío tecnificado» para nombrar la secuencia producción–ocupación–abandono que conecta entre sí estos lugares y que, a la vez, poseen la condición adaptativa bajo actitudes y estrategias experimentales.

El análisis de cuatro narrativas previas a la crisis energética de los años setenta, vinculadas al consumo energético, permite identificar instrumentos que subyacen a la relación entre paisajes dispares —y no siempre áridos—, ofreciendo una base comparativa para anticipar la aparición de vacíos tecnificados en otros contextos y orientar su reconducción mediante contrainstrumentos.

Las características y la condición de «mediterráneo»³⁶ en el contexto climático y energético actual reproducen el mismo patrón de «vacío tecnificado» acontecido en los territorios exhaustos. Este guion se replica. En el mosaico fractal de microecologías mediterráneas la lectura comparada e ilustrada de doce casos de estudio confirma la reactivación recurrente de aquellos instrumentos de tecnificación con nuevas materialidades propias del cambio de paradigma contemporáneo.

Si Fernand Braudel aludía al desierto como una de las caras del Mediterráneo³⁷, la **hipótesis central** de esta investigación sostiene —mediante una metodología operativa y colaborativa basada en la observación científica y la reinterpretación cultural— la condición ineludible de territorio tecnificado del *Mare Nostrum*.



[34] Nesbit, *Technical Lands*.

[35] Henni, *Deserts Are Not Empty*.

[36] Adrian Lahoud, «The Mediterranean: A New Imaginary,» *New Geographies*, no. 10 (2018): 81–100.

[37] Fernand Braudel, *El Mediterráneo y el mundo mediterráneo en la época de Felipe II*, tomo 2 (México: Fondo de Cultura Económica, 2016).

Objetivos

El objetivo general de la investigación es desarrollar un marco teórico-técnico y una herramienta analítica reproducible para identificar, comparar y anticipar el estado de agotamiento de los «vacíos tecnificados» en cualquier ámbito territorial, —con el Mediterráneo como campo de verificación—. A través de la lectura comparada de procesos finalizados y procesos latentes, se busca comprender las variaciones de ocupación infraestructural asociadas al actual cambio de paradigma de la tecnificación eco-colonialista y elaborar una propuesta preliminar de contrainstrumentalización que provea un vocabulario operativo y guías de acción actualizadas frente a los desafíos contemporáneos.

La investigación se articula en dos bloques principales —territorios en procesos finalizados y territorios en procesos latentes— y traza conexiones cruzadas entre ambos para verificar, por contraste, los patrones y la metodología aplicada en los primeros al comprobar su validez en los segundos, lo que permite anticipar impactos e identificar ventanas de inducibilidad. El desarrollo se apoya en un contrastado archivo referencial ilustrado, dibujos de inspiración latouriana³⁸ de los que se extrae un lexicón^{39 40} operativo, así como en cartografías y fotografías satelitales elaboradas ad hoc que revelan las formas de ocupación territorial del «vacío».

Los objetivos específicos propuestos a lo largo de los diferentes apartados de la investigación son:

01. Marco y vocabulario. Proponer, acuñar y precisar el léxico operativo y situarlo dentro del campo de los *Technical Lands*, con el Mediterráneo como campo de verificación.

02. Criterios y corpus comparado. Establecer criterios operativos de selección y comparabilidad (línea espacio-temporal de transformación de recursos) y construir el corpus con cuatro narrativas en procesos finalizados y doce casos latentes mediterráneos, mediante estructuras homogéneas.

03. Protocolo reproducible de teledetección. Definir un flujo Landsat (1972–2024) en ventanas de 25 años, con combinaciones espectrales y trazabilidad abierta, para detectar señales tempranas en el umbral de detectabilidad.

04. Complementación con archivo documental. Complementar el protocolo de teledetección con un archivo fotográfico y documental referencial fechado para alinear con las épocas Landsat.

05. Condiciones e instrumentos. Identificar las condiciones y mecanismos por los que los territorios devienen paisajes tecnificados y, en su fase de agotamiento, vacíos tecnificados; y formular la matriz de instrumentos (I–X) para evaluar presencia, intensidad, impacto y reversibilidad.

05. Validación cruzada y verificación en el contexto del Mar Mediterráneo. Validar la matriz cruzando teledetección con documentación situada (archivo, reportaje, registro jurídico) y verificar en el Mediterráneo los patrones y la metodología aplicada por contraste con los procesos finalizados.

06. Comparación histórica y anticipación. Caracterizar el eco-colonialismo contemporáneo frente a la sobreexplotación territorial de los años setenta, señalando continuidades y rupturas; e identificar con anticipación contextos análogos —con el Mediterráneo como verificación— para anticipar la aparición de vacíos tecnificados.

07. Salidas y contrainstrumentalización. Producir cartografías, láminas comparables y una propuesta gráfica de contrainstrumentos, orientadas a la transferencia.



[38] Frédérique Aït-Touati, Alexandra Arènes y Axelle Grégoire, *Terra Forma: A Book of Speculative Maps* (Cambridge, MA: MIT Press, 2022).

[39] Meto J. Vroom, *Lexicon of Garden and Landscape Architecture* (Basel: Birkhäuser, 2006).

[40] Miriam García García, *Hacia la metamorfosis de la costa. Paisajes resilientes y cambio climático* (tesis doctoral, Universidad Politécnica de Madrid, 2015).

Pertinencia

En años recientes, el análisis crítico de las infraestructuras territoriales y de los paisajes tecnificados ha ganado un notable impulso desde la arquitectura, la geografía, la ecología, las humanidades ambientales, las ciencias de datos y las artes. Este interés se ve acelerado por la emergencia climática, así como por la transición energética. En este contexto emergen marcos como *Technical Lands*⁴¹, ecología política, *Critical Zones*⁴², logística/energía y STS, junto a nociones como justicia de la transición, eco-colonialismo verde y umbral de detectabilidad. Paralelamente, prácticas de investigación y laboratorios aplicados —desde la teledetección abierta hasta el archivo ciudadano y enfoques forenses— han ampliado el repertorio metodológico. Hoy se busca sofisticar un campo tradicionalmente constreñido por regulaciones sectoriales (costas, energía, medio ambiente, seguridad) y por tecnicismos disciplinares. Frente a debates más ortodoxos, esta investigación propone un enfoque periférico y transdisciplinar que, al cruzar teledetección, archivo y proyecto, permite repensar lo existente y producir marcos operativos con perspectivas sociales, políticas y ecológicas para intervenir proyectualmente sobre territorios tecnificados.

Científica y metodológica.

La investigación cubre un hueco entre la estetización de la «ruina» infraestructural y el diagnóstico macroterritorial. Propone una lectura tecnodocumental que opera en el umbral de detectabilidad, combinando teledetección multitemporal (Landsat 1972–2024) con archivo fotográfico y documental y un léxico operativo propio. Este cruce aporta trazabilidad y reproducibilidad — mediante protocolo abierto—, permite corroborar o matizar las señales remotas y reduce la dependencia de relatos exclusivamente opacos. La matriz de instrumentos (I–X) convierte una noción difusa —la tecnificación— en una herramienta evaluable y, al contrastarse entre procesos finalizados y procesos latentes, refuerza la verificación metodológica.

Pertinencia disciplinar arquitectónica y proyecto territorial.

La investigación desplaza el foco desde el objeto a la posibilidad de diseño de condiciones: identifica cuándo y dónde intervenir —ventanas de inducibilidad— y con qué contrainstrumentos de baja huella y alta trazabilidad. El lexicón operativo y los dibujos de inspiración latouriana funcionan como interfaces de proyecto y docencia, facilitando la transferencia de criterios en talleres y prácticas profesionales. La matriz I–X actúa como checklist proyectual para priorizar acciones y anticipar impactos y efectos externalizados.

[41] Nesbit, *Technical Lands*.

[42] Latour y Weibel, *Critical Zones*.

Pertinencia socioambiental y mediterránea.

En el Mediterráneo confluyen sequías, olas de calor, salinización, presión turística, privatización de bordes, securitización logística y digitalización. La investigación ofrece indicadores tempranos para anticipar impactos y para visibilizar externalidades: dependencias del nexo agua-energía, desplazamientos difusos, opacidades regulatorias. Al demostrar la analogía estructural entre los casos «finalizados» y los «latentes», aporta evidencia para ajustar políticas públicas, planes hidrológicos y portuarios, y estrategias locales de transición justa.

Ética y política del conocimiento.

El enfoque explicita límites y cuidados: resolución pública frente a usos sensibles, privacidad y no revictimización en el uso de imágenes, licencias y metadatos del archivo documental, y transparencia sobre incertidumbres. La verificación cruzada y la publicación del flujo metodológico fomentan una gobernanza del dato responsable y replicable.

Transferencia y alcance.

Los resultados —atlas comparativo, protocolo Landsat, matriz evaluativa y propuesta de contrainstrumentos— constituyen un kit aplicable por administraciones, colectivos y equipos técnicos. Su diseño modular permite escalarlo a otros territorios y ciclos de revisión, ampliando el campo de acción de la arquitectura y el urbanismo hacia la gestión adaptativa de territorios tecnificados. En suma, la investigación ofrece lenguaje, método y herramientas para pasar de la constatación del daño a la inducción de paisajes resilientes, abiertos al cambio y a la autoorganización.



2.2. Metodología de análisis satelital

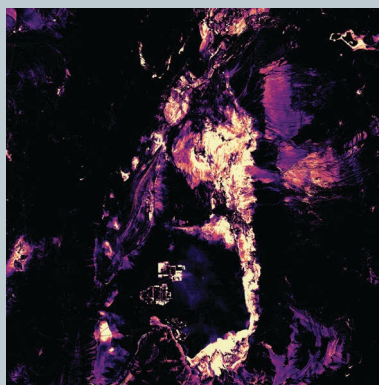
Lectura multispectral como herramienta de análisis territorial

PARTE I: APLICACIÓN DE IMÁGENES SATELITALES PARA LA IDENTIFICACIÓN DE TERRITORIOS TECNIFICADOS

El presente estudio emplea imágenes satelitales del programa Landsat⁴³ como herramienta tecno-crítica para identificar y analizar los territorios tecnificados. Gracias a su continuidad histórica desde principios de los años setenta, su carácter multispectral y su acceso libre⁴⁴, la serie Landsat se ha consolidado como una fuente idónea para observar transformaciones territoriales a largo plazo desde una perspectiva analítica y no espectacular.

La investigación se estructura en intervalos temporales de 25 años, lo que permite establecer comparaciones regulares en el tiempo. Este enfoque facilita la detección de tendencias acumulativas y alteraciones espaciales que podrían pasar desapercibidas en análisis de corto plazo. A través de esta periodicidad, se rastrean transformaciones que van desde la expansión de infraestructuras mineras y energéticas hasta la alteración de ecosistemas costeros, agrícolas o urbanos.

El uso del análisis satelital permite acceder a zonas de exclusión —territorios cerrados por razones militares, industriales o geopolíticas—, habilitando una forma de observación remota que desafía los límites impuestos a la mirada. En estos casos, la imagen funciona como una herramienta de lectura crítica del vacío revelando lo que se transforma e interpreta. Así, la imagen Landsat no se utiliza como evidencia cartográfica y argumento visual, permitiendo reconfigurar el vacío como territorio ocupado, el desierto como archivo de operaciones técnicas, y el Mediterráneo como un paisaje progresivamente instrumentalizado.



[43] United States Geological Survey (USGS) y NASA, *Landsat Science*, consultado el 18 de enero de 2025, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/>

[44] Imágenes satelitales Landsat obtenidas a través del servicio de acceso libre del *United States Geological Survey (USGS): EarthExplorer*, <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Pág. anterior. Composición multitemporal de fotos satelitales Landsat para la detección de cambios en la cobertura del Suelo. Salar de Atacama 1972-2024. Oscar Cruz García, 2025.

[Fig. 10]

Banda 8 o Pancromática del Landsat 8 de los campos agrícolas en El Cairo. Oscar Cruz García, 2025.

[Fig. 11]

PARTE II: PRINCIPALES FUENTES DE DOCUMENTACIÓN SATELITAL

Historia y estructura de la constelación Landsat

La constelación Landsat constituye uno de los dos ejes documentales principales de este estudio. Lanzada en los años setenta bajo el nombre original de Earth Resources Technology Satellites (ERTS)⁴⁵, esta serie representa el primer programa de observación terrestre de largo recorrido con fines civiles, diseñado para monitorear los recursos naturales y los cambios en la superficie terrestre. Desde entonces, ha generado un archivo visual sin precedentes, cuya continuidad y coherencia permiten acceder a medio siglo de transformaciones territoriales a través de imágenes satelitales.

Con una órbita sincrónica con el Sol, los satélites Landsat capturan imágenes globales a resoluciones espaciales que varían entre 15 y 60 metros por píxel, dependiendo del sensor y la banda utilizada. A lo largo de su evolución tecnológica, la serie ha incorporado sensores cada vez más precisos —desde el Multispectral Scanner (MSS) de Landsat 1-3, pasando por el Thematic Mapper (TM) de Landsat 4-5, hasta el Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+) de Landsat 7—, ampliando progresivamente su sensibilidad espectral y su capacidad de análisis.⁴⁶ Compuesta por ocho satélites, actualmente solo los satélites Landsat-8 y Landsat-9 permanecen activos. Landsat 7, que se lanzó en 1999, también sigue activo, pero ha experimentado dificultades técnicas.

[45] NASA, "Landsat Science: Program History," consultado el 18 de enero de 2025, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/program-history/>

[46] USGS, "Landsat Missions: Sensors," Landsat Science, consultado el 18 de enero de 2025, <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/sensors/>

Composición multiespectral de las bandas 5,4,3 del Landsat 8 sobre la Laguna de Venecia. La vegetación aparece en tonos rojos brillantes, los suelos desnudos en marrón o gris y el agua en tonos oscuros. La composición resalta la cobertura vegetal y permite diferenciar con claridad las áreas urbanas, agrícolas y acuáticas. Oscar Cruz García, 2025.

[Fig. 12]



El presente estudio emplea imágenes satelitales del programa Landsat como herramienta tecno-crítica para identificar y analizar los paisajes tecnificados. Gracias a su continuidad histórica desde principios de los años setenta, su carácter multiespectral y su acceso libre, la serie Landsat se ha consolidado como una fuente idónea para observar transformaciones territoriales a largo plazo desde una perspectiva analítica y no espectacular.

La investigación se estructura en intervalos temporales de 25 años, lo que permite establecer comparaciones regulares en el tiempo. Este enfoque facilita la detección de tendencias acumulativas y alteraciones espaciales que podrían pasar desapercibidas en análisis de corto plazo. A través de esta periodicidad, se rastrean transformaciones que van desde la expansión de infraestructuras mineras y energéticas hasta la alteración de ecosistemas costeros, agrícolas o urbanos. El uso de este análisis satelital permite acceder a zonas de exclusión —territorios cerrados por razones militares, industriales o geopolíticas—, habilitando una forma de observación remota que desafía los límites impuestos a la mirada.

Justificación del uso de Landsat en este estudio

Landsat se ha consolidado como una herramienta fundamental en estudios de monitoreo ambiental y análisis de cambios en la superficie terrestre. La elección del programa satelital en este estudio responde a una combinación de factores técnicos, metodológicos y políticos que la convierten en un recurso especialmente adecuado para el análisis del territorio tecnificado.

En primer lugar, su serie temporal continua, que supera ya los cincuenta años, permite observar transformaciones territoriales en intervalos largos y regulares, lo que resulta esencial para este trabajo, que adopta un marco comparativo basado en periodos de 25 años. Esta profundidad temporal permite observar con gran detalle no solo eventos puntuales, sino cómo han evolucionado distintos aspectos del entorno, como la cobertura terrestre, la urbanización y las actividades humanas. Este historial de datos es esencial para entender procesos de largo plazo y detectar patrones en los cambios del territorio.

En segundo lugar, la capacidad multiespectral de Landsat —con bandas en el espectro visible, infrarrojo cercano, infrarrojo de onda corta y térmico— permite distinguir con claridad entre diferentes tipos de superficie: suelos alterados, cuerpos de agua contaminados, vegetación degradada o estructuras

artificiales. Este poder de diferenciación espectral es especialmente útil para identificar formas de ocupación no evidentes, como acumulaciones térmicas, cambios en la humedad superficial o patrones de sedimentación, que son signos de tecnificación del territorio.

A ello se suma un tercer aspecto no menor: la accesibilidad libre y gratuita de sus datos. Plataformas como USGS Earth Explorer⁴⁷ o Copernicus Open Access Hub⁴⁸ han democratizado el acceso a la observación satelital, permitiendo que investigadores, instituciones y colectivos puedan desarrollar análisis espaciales sin barreras económicas. Esta disponibilidad de datos ha sido clave para fomentar estudios colaborativos y promover la investigación en áreas como el cambio climático, la gestión de recursos naturales y la planificación territorial.

Actualmente, el programa Landsat convive con otras misiones satelitales de observación terrestre como Sentinel, parte del programa Copernicus de la Unión Europea⁴⁹. En particular, Sentinel-2 ofrece una resolución espacial superior (10 a 20 metros), una resolución espectral más detallada y una frecuencia de revisita muy alta (cada 5 días), lo que lo convierte en una herramienta ideal para aplicaciones como la agricultura de precisión o el seguimiento en tiempo real de fenómenos ambientales.

Sin embargo, Sentinel carece de una serie histórica extensa, lo que limita su utilidad para estudios retrospectivos. En el contexto de esta investigación, centrada en la comparación de imágenes con una periodicidad de 25 años, esta ausencia de continuidad histórica resulta incompatible. Por ello, se ha optado deliberadamente por Landsat, cuya capacidad de generar archivos comparables desde los años setenta permite una lectura crítica de la tecnificación territorial en escalas temporales profundas.

[47] USGS, *Earth Explorer*, consultado el 18 de enero de 2025, <https://earthexplorer.usgs.gov/>

[48] European Space Agency (ESA), *Copernicus Open Access Hub*, consultado el 18 de enero de 2025, <https://scihub.copernicus.eu/>

[49] ESA, *Sentinel Online*, consultado el 18 de enero de 2025, <https://sentinels.copernicus.eu/>

PARTE III: SERIES LANDSAT EMPLEADAS PARA EL ESTUDIO

Las series de satélites Landsat han sido fundamentales para la observación de la Tierra desde 1972. Estas imágenes proporcionan datos cruciales para el monitoreo de cambios en la superficie terrestre, el uso del suelo y la gestión ambiental. Este estudio se fundamenta en el uso de imágenes provenientes de diferentes generaciones de la constelación Landsat, seleccionadas específicamente para cubrir intervalos temporales regulares de 25 años. Las imágenes seleccionadas abarcan desde las primeras misiones hasta las plataformas activas más recientes, lo que permite mantener la continuidad histórica del archivo sin perder coherencia en la lectura espectral. En concreto, se han empleado imágenes de Landsat 1 a 5, Landsat 7 y Landsat 8 y 9, seleccionando aquellas con menor cobertura nubosa y mayor calidad radiométrica.

Tabla. Principales características técnicas de los satélites Landsat utilizados en la investigación, incluyendo año de lanzamiento, resolución espacial, sensores a bordo y rango de bandas espectrales disponibles.

[Fig. 13]

Satélite	Lanzamiento	Resolución espacial	Sensor principal	Bandas espectrales
Landsat 1	1972	60 m.	MSS	4-7
Landsat 2	1975	60 m.	MSS	4-7
Landsat 3	1978	60 m.	MSS	4-7
Landsat 4	1982	30 m (ópticas) / 120 m (térmica)	TM	1-7
Landsat 5	1984	30 m (ópticas) / 120 m (térmica)	TM	1-7
Landsat 6	1993	--	--	Lanzamiento fallido
Landsat 7	1999	30 m (ópticas) / 15 m (PAN) / 60 m (térmica)	ETM+	1-8
Landsat 8	2013	30 m (ópticas) / 15 m (PAN) / 100 m (térmica)	OLI & TIRS	1-11
Landsat 9	2021	30 m (ópticas) / 15 m (PAN) / 100 m (térmica)	OLI-2 & TIRS-2	1-11

La selección de estas misiones responde a dos criterios fundamentales: por un lado, la necesidad de asegurar compatibilidad espectral y continuidad metodológica en los análisis; por otro, la posibilidad de generar combinaciones de bandas coherentes a lo largo del tiempo para detectar procesos como desertificación, acumulación térmica, alteración hidrológica o expansión de infraestructuras.

En todos los casos, se priorizó el uso de imágenes de la Colección 2 – Level 1 (C2 L1), garantizando una adecuada georreferenciación y corrección atmosférica. Las escenas fueron descargadas desde USGS Earth Explorer, procesadas con herramientas SIG (QGIS) y editadas para visualización e interpretación mediante técnicas de composición espectral, diferencias multitemporales y corrección pancromática.

PARTE IV: BANDAS ESPECTRALES Y SU UTILIDAD

Las imágenes Landsat están compuestas por múltiples bandas espectrales que capturan distintas porciones del espectro electromagnético, desde el visible hasta el térmico que permiten analizar distintas características del terreno. Las bandas de Landsat están configuradas en 11 diferentes en base a la longitud de onda de su visión. Cada banda ofrece información diferenciada sobre la superficie terrestre, permitiendo construir lecturas multiescales del territorio. La selección y combinación de bandas es una de las operaciones clave del análisis satelital, ya que determina qué dimensiones del territorio se vuelven visibles —y, por tanto, interpretables—. ⁵⁰

[50] EOS Data Analytics, «Bandas de Landsat 8: Propiedades y Aplicaciones,» EOS.com Blog, consultado el 18 de agosto de 2025, <https://eos.com/es/blog/bandas-landsat-8/>

Tabla. Descripción de las bandas espectrales de Landsat 8/9, indicando su rango de longitudes de onda, resolución espacial y principales aplicaciones en análisis ambiental y territorial.

[Fig. 14]

Banda		Rango (µm)	Resolución	Utilidad principal
B1	Costera/Aerosoles	0.435-0.451	30 m.	Análisis atmosférico, zonas costeras, sedimentos
B2	Azul	0.452-0.512	30 m.	Penetración en aguas claras, vegetación, geología
B3	Verde	0.533-0.590	30 m.	Contraste vegetación/suelo, salud vegetal
B4	Rojo	0.636-0.673	30 m.	Índices de vegetación, cobertura vegetal
B5	Infrarrojo cercano (NIR)	0.851-0.879	30 m.	NDVI, biomasa, humedad, vegetación activa
B6	Infrarrojo de onda corta 1 (SWIR 1)	1.566-1.651	30 m.	Humedad del suelo, detección de incendios, geología
B7	Infrarrojo de onda corta 2 (SWIR 2)	2.107-2.294	30 m.	Diferenciación de rocas, salinidad, sequía
B8	Pancromática	0.503-0.676	15 m.	Alta resolución en blanco y negro, fusión con multiespectral
B9	Cirros	1.363-1.384	30 m.	Detección de nubes altas, corrección atmosférica
B10	Térmica Infrarroja 1 (TIRS 1)	10.60-11.19	100 m.	Temperatura superficial, evaporación, impacto urbano
B11	Térmica Infrarroja 2 (TIRS 2)	11.50-12.51	100 m.	Variabilidad térmica, evaluación energética superficial

Con las **bandas 2,3,4** (filtros azul, verde y rojo respectivamente) juntas de Landsat 8 se pueden crear combinaciones de banda de color o imágenes RGB normales de luz visible. El objetivo básico de estos filtros es crear un mapa visual de la zona.

La **banda 8** es la pancromática de Landsat 8, es decir, en blanco y negro, ya que recoge el mayor número posible de espectros en un solo canal, lo que le permite obtener imágenes más nítidas que en cualquier otra. Debido a que el sensor captura más luz, su resolución

es de 15 m por píxel, frente a los 30 m de otros. Cuando se necesitan imágenes más precisas para investigar es posible afinar la foto añadiendo bandas en la combinación. El refinado pancromático de una imagen de mayor resolución con imágenes multiespectrales de menor resolución permite mejorar la resolución de estas últimas y aumentar su valor informativo.

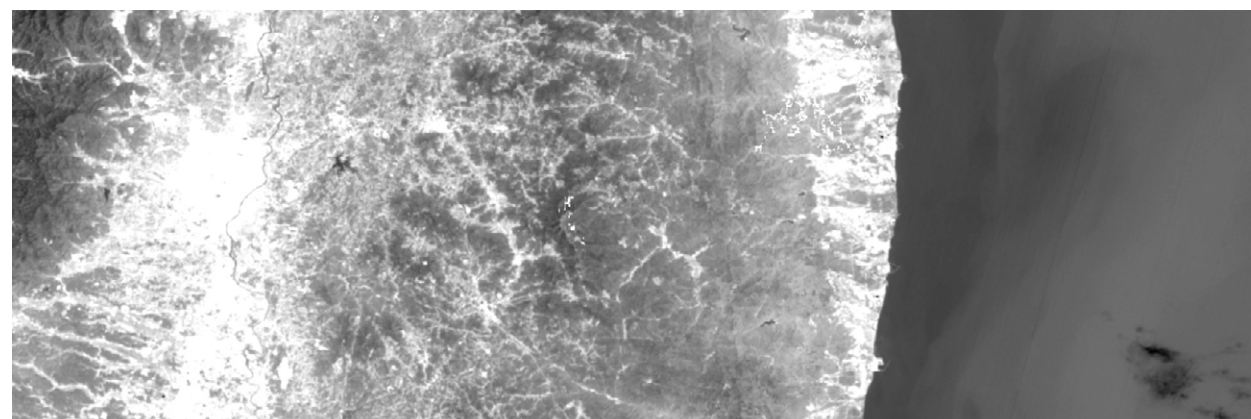
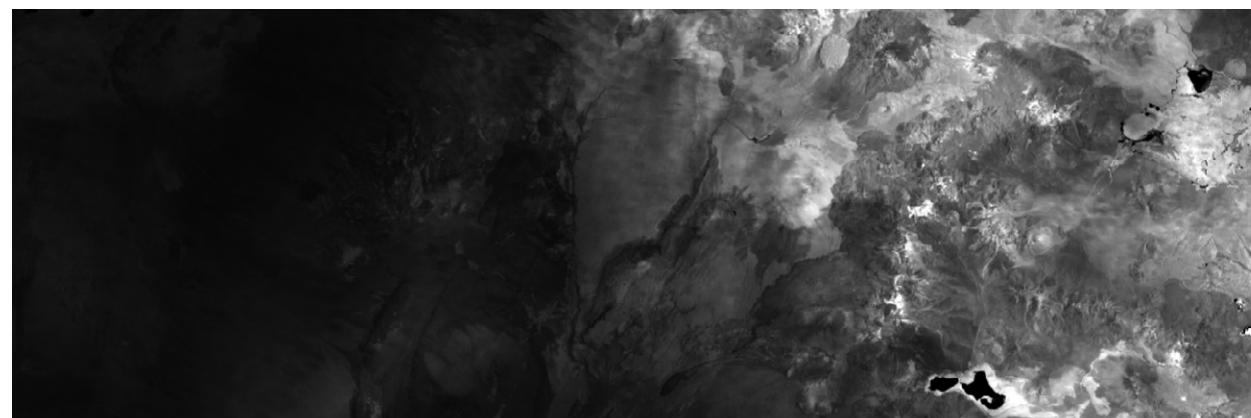
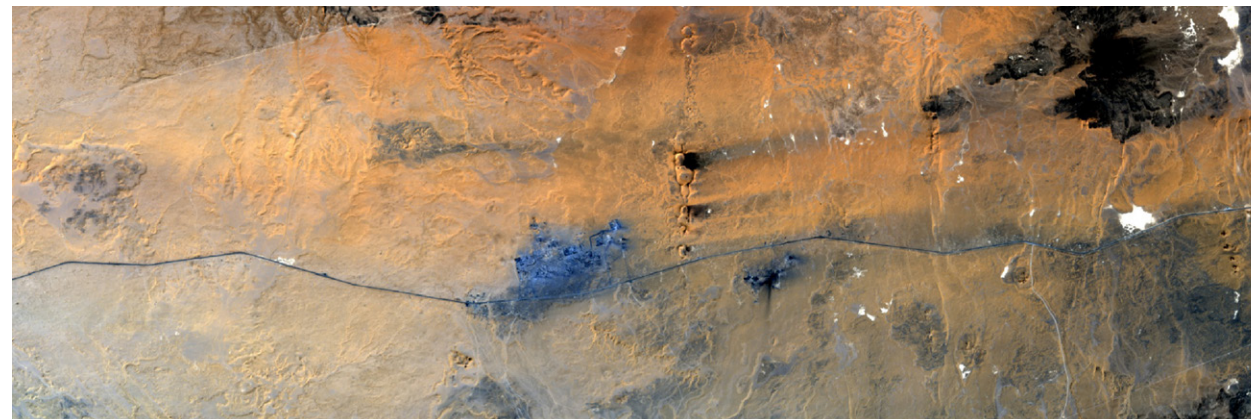
La **banda 5** (infrarrojo cercano) es la banda térmica de Landsat 8 y es muy importante en términos de monitorización ecológica, ya que el infrarrojo cercano es el espectro que refleja el agua contenida en las plantas. La combinación de las bandas 3, 4 y 5 de Landsat 8 se utiliza para vigilar las plantas y los bosques con mayor precisión que una simple imagen del verdor. Esta combinación también es útil para el seguimiento del drenaje y los suelos durante los estudios de los cultivos.

Otra de las bandas espectrales de Landsat 8 es la **banda 1** (azul profundo/violeta): esta es capaz de recoger el color azul profundo y, por consiguiente, ayuda a vigilar las costas, así como a distinguir las partículas de polvo o humo en el aire.

En Landsat 8, las **bandas espectrales 6 y 7** utilizan diferentes partes del infrarrojo de onda corta y son útiles para controlar las rocas y los suelos. Como el espectro es absorbido casi totalmente por el agua, refleja fácilmente las fuentes de agua al analizar la imagen. También se emplean para investigaciones ecológicas y geológicas debido a sus propiedades. Las combinaciones de bandas geológicas permiten especificar las áreas de interés para futuros estudios.

La **banda 9** es la menos visible de las bandas de Landsat 8, pero no por ello menos interesante. Cubre un rango muy estrecho de frecuencias y, dado que la mayoría de ellas son absorbidas por la atmósfera, cualquier cosa que se vea brillantemente se considera que está por encima de la atmósfera. Como la Tierra no es visible en el espectro, esta banda sirve para identificar las nubes y ayuda a filtrarlas cuando es necesario.

Las **bandas 10 y 11** son las bandas de infrarrojos térmicos del Landsat 8 y pueden ver el calor. A diferencia de las estaciones meteorológicas que pueden monitorizar la temperatura del aire, esta combinación refleja la cartografía de la temperatura de la superficie del suelo, que suele ser más caliente que el aire. En Landsat 8, esta combinación de bandas térmicas son las más inexactas debido a la dispersión del calor (la resolución de los píxeles es de sólo 100 metros), pero aportan más información en color falso. Esta característica se utiliza para evaluar la humedad del suelo y la evapotranspiración y, por tanto, para definir la tasa de aplicación de agua.



Pág. siguiente. Composición multiespectral de las bandas 4, 3, 2 del Landsat 8 sobre el desierto de Oriente Medio. Oscar Cruz García, 2025.

[Fig. 15]

Pág. siguiente. Banda 1 del Landsat 8 sobre el Puerto de El Pireo en el Mar Egeo. El color gris de la imagen indica la profundidad del mar. Cuanto más profundo es el color, más profundo es el nivel del mar. Oscar Cruz García, 2025.

[Fig. 16]

Pág. siguiente. Banda 9 del Landsat 8 sobre el Salar de Atacama. Cualquier brillo se sitúa por encima de la atmósfera. Oscar Cruz García, 2025.

[Fig. 17]

Pág. siguiente. Banda 10 del Landsat 8 sobre la costa de Fukushima. El color más claro indica temperaturas mayores en la zona. Oscar Cruz García, 2025.

[Fig. 18]

PARTE V: COMBINACIÓN DE BANDAS

NIVEL 1 - COMPOSICIONES BÁSICAS DE PERCEPCIÓN VISUAL

Color natural

Rojo - Verde - Azul

En una composición de color natural, la vegetación sana es verde, la flora enferma es marrón, las características urbanas aparecen blancas y grises, y el agua es azul. Debido a que la banda roja se colocó en el canal rojo, la verde en el canal verde y la azul en el canal azul, cada característica en esta composición refleja la luz tal como la percibe el ojo humano: como una mezcla de las tres bandas de luz visible.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
4-3-2	3-2-1	Reproduce fielmente lo que nuestros ojos pueden ver; se utiliza para estudiar entornos urbanos.

Color natural (Banda Azul Profunda "Coastal Band")

Rojo - Verde - Banda Azul Profunda

La banda azul profunda tiene una longitud de onda más corta que la banda azul y es más sensible a los aerosoles y otros efectos atmosféricos que dispersan la luz. Las columnas de sedimentos y otras características del agua son menos nítidas y tienen menos contraste en la banda costera que en la banda azul. Al comparar las bandas azul y costera, los científicos pueden corregir la diferencia y obtener una mejor visión de lo que sucede en la superficie del agua en lugar de en el aire.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
4-3-1	N/A	Se utiliza comúnmente para estimar las concentraciones de sedimentos en el agua.

NIVEL 2 - COMPOSICIONES CON ESPECTRO INFRARROJO

Color-infrared (Infrarrojo cercano)

Infrarrojo cercano - Rojo - Verde

Una de las propiedades biológicas de las plantas es que reflejan la luz infrarroja cercana y la luz verde, mientras que absorben la luz roja y azul. Como reflejan más luz infrarroja cercana que verde, la tierra cubierta de plantas aparece roja. En una imagen de infrarrojo cercano, las áreas rojas indican una vegetación más saludable, mientras que las regiones oscuras representan agua y las áreas urbanas aparecen blancas.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
5-4-3	4-3-2	Se utiliza en el análisis de la vegetación y en la evaluación de la salud de las plantas.

Color-infrared (Infrarrojo de onda corta)

Infrarrojo de onda corta - Infrarrojo cercano - Verde

En esta composición, la banda de infrarrojo cercano se ubica en el canal verde, por lo que la vegetación saludable aparece verde porque refleja mucho en la porción de infrarrojo cercano del espectro electromagnético. La vegetación quemada (no saludable) aparece roja debido a la reflexión de la luz infrarroja de onda corta. Debido a que el agua absorbe las tres longitudes de onda, aparece negra. Las áreas calientes como los flujos de lava o los incendios reflejan una gran cantidad de luz infrarroja de onda corta; aparecen de color rojo brillante o naranja porque la banda de infrarrojos de onda corta se colocó en el canal rojo.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
7-5-3	7-4-2	Se usa comúnmente para monitorear incendios forestales e inundaciones y distinguir el agua de la nieve y el hielo.

Color-infrared (Urbano)*Infrarrojo de onda corta 1 - Infrarrojo de onda corta 2 – Rojo*

Esta composición muestra la vegetación en verde, con tonos más oscuros que representan una vegetación más densa y tonos más claros que indican un crecimiento más escaso. Las áreas urbanas aparecen en azul y el suelo aparece en varios tonos de marrón. Debido a que el agua absorbe las tres longitudes de onda utilizadas en esta combinación de bandas, aparece en negro. Como esta composición utiliza las dos bandas de onda corta (que tienen longitudes de onda más largas que la luz visible), la imagen aparece menos borrosa que las composiciones realizadas con las bandas visibles que son más susceptibles a la interferencia atmosférica.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
7-6-4	7-5-3	Se utiliza para visualizar y monitorear áreas urbanas con mayor claridad.

Color-infrared (Vegetación)*Infrarrojo de onda corta - Infrarrojo cercano - Azul*

Las plantas sanas reflejan la luz infrarroja cercana. En esta composición, la vegetación sana aparece verde porque la banda infrarroja cercana se coloca en el canal verde. El suelo desnudo es de un color magenta intenso porque refleja la luz infrarroja de onda corta y se colocó en el canal rojo. Debido a que el agua absorbe las tres longitudes de onda en esta combinación de bandas, aparece negro.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
6-5-2	5-4-1	Se utiliza comúnmente en el monitoreo de cultivos.

NIVEL 3 - COMPOSICIONES ESPECIALIZADAS**False Colour (Geología)***Infrarrojo de Onda Corta 2 - Infrarrojo de Onda Corta 1 - Azul*

En esta composición, los diferentes tipos de rocas y suelos aparecen con colores distintos debido a sus propiedades espectrales. Los minerales ricos en óxidos de hierro reflejan intensamente en las bandas SWIR, lo que los hace destacar en tonos anaranjados o rojizos. Los suelos más húmedos o con mayor contenido de arcilla aparecen en tonos verdes, mientras que las áreas con alta presencia de arena o materiales sedimentarios pueden reflejarse en tonos azulados o púrpuras. Debido a esta capacidad de diferenciación, esta combinación se utiliza comúnmente en estudios de geología y prospección minera. Diferentes combinaciones de bandas permiten destacar información específica del terreno.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
7-6-2	7-5-2	Identificación de minerales ferrosos, rocas desnudas, suelos secos.
7-6-5	7-5-4	Discriminación entre suelos desnudos, áreas alteradas o urbanizadas.
7-6-4	7-5-3	Mapeo de suelos salinos, arcillosos y zonas de alteración superficial.
6-5-2	7-4-2	Separación entre vegetación escasa y litologías con humedad diferencial.
7-6-3	5-4-1	Análisis de rocas volcánicas, zonas secas, relieve desnudo.
7-5-3	7-5-2	Detección de cambios litológicos sutiles y zonas de alteración geológica.

Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI)*(Infrarrojo cercano – Rojo) / (Infrarrojo cercano + Rojo)*

A diferencia de las composiciones en falso color, el NDVI no se representa mediante una asignación RGB directa, sino como un índice de valor continuo que varía entre -1 y +1. Utiliza la diferencia espectral entre el infrarrojo cercano (B5), que es fuertemente reflejado por la vegetación sana, y el rojo (B4), que es absorbido por la clorofila. Valores altos (0.6–0.9) indican vegetación vigorosa; valores bajos (0.2–0.4) señalan estrés o degradación. Valores negativos corresponden a cuerpos de agua, nubes o superficies artificiales. Este índice es especialmente útil para detectar pérdida de cobertura vegetal por tecnificación del suelo, actividad industrial, desertificación inducida o militarización de territorios.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
$NDVI = (B5 - B4) / (B5 + B4)$	$NDVI = (B4 - B3) / (B4 + B3)$	Evaluación cuantitativa de vegetación, comparación multitemporal, detección de estrés ecológico

Sedimentación Costera y Expansión Portuaria
SWIR2 – NIR – Costera

Esta combinación resalta diferencias espectrales entre agua limpia y zonas con alta carga de sedimentos, como deltas, canales dragados o áreas artificiales costeras. Es útil para visualizar procesos de expansión portuaria, alteraciones de línea de costa o acumulaciones inducidas por infraestructuras.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
7-5-1	7-4-2	Detección de sedimentación inducida, avance costero o alteración por infraestructura portuaria.

Salinidad y Contaminación Marina
SWIR1 – Verde – Azul

Esta combinación espectral permite detectar variaciones en la calidad del agua: mayor salinidad, turbidez, derrames o presencia de residuos industriales. El SWIR acentúa diferencias en humedad y salinidad, mientras que las bandas verde y azul permiten discriminar partículas y sedimentos en suspensión.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
6-3-2	5-2-1	Detección de agua contaminada, salinizada o con partículas en suspensión.

NIVEL 4 - COMPOSICIONES MULTITEMPORALES AVANZADAS

Temperatura Superficial del Agua
TIR2 – TIR1 – SWIR1

Composición orientada al análisis térmico de masas de agua. Las diferencias en temperatura superficial pueden estar asociadas a descargas térmicas de plantas industriales, zonas de evaporación, estrés ecológico o alteración marina inducida. Las aguas más cálidas se presentan en tonos más claros o rojizos, las frías en azul oscuro o negro.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
11-10-6	6-5-4	Evaluación térmica de cuerpos de agua, cambios ecológicos o industriales en zonas costeras.

Composición Térmica (Superficie terrestre caliente o alterada)
TIR1 – TIR2 – SWIR1

Esta combinación revela diferencias térmicas superficiales. Las zonas de alta temperatura aparecen en colores brillantes o saturados, mientras que áreas vegetadas o húmedas tienden a ser más frías. Es especialmente útil para detectar infraestructuras energéticas, polígonos industriales, islas de calor urbanas o zonas de evaporación acelerada.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
10-11-6	6-5-4	Monitoreo de temperatura superficial, evaporación, zonas industriales o desérticas

Detección de Cambios en la Cobertura del Suelo
SWIR2 – SWIR1 – NIR (comparativo entre fechas)

Esta composición no se basa en una imagen única, sino en la diferencia entre dos fechas usando bandas infrarrojas de onda corta y cercana. Las alteraciones en el uso del suelo —como expansión urbana, pérdida de vegetación o actividad extractiva— aparecen como contrastes de color entre dos escenas aparentemente iguales. Esta diferencia espectral revela procesos de ocupación progresiva que serían invisibles a simple vista.

Bandas Landsat 8, 9	Bandas Landsat 4-5, 7	Aplicación
(B7-B6-B5) $T_1 - T_0$	(B7-B5-B3) $T_1 - T_0$	Detección de urbanización, desertificación o alteración técnica multitemporal

PARTE VI: PROBLEMÁTICA Y LIMITACIONES EN LA INTERPRETACIÓN DE IMÁGENES

El análisis de imágenes satelitales presenta diversos desafíos técnicos que deben ser considerados para asegurar la calidad y precisión de los resultados. Uno de los principales problemas es el ruido atmosférico, que se refiere a la presencia de nubes, polvo o vapores que pueden distorsionar las imágenes, dificultando la identificación precisa de características del terreno, como cuerpos de agua o áreas urbanas. Para mitigar este impacto, es común aplicar técnicas de corrección atmosférica.

Otro desafío es la corrección geométrica. Las imágenes satelitales, especialmente las históricas, pueden tener variaciones en la alineación debido a factores como el movimiento del satélite y cambios en la órbita. Esto puede afectar la precisión geoespacial de las imágenes y hacer necesario un proceso de ajuste que permita comparar imágenes de diferentes fechas con exactitud.

El problema de saturación de sensores también es relevante, sobre todo en áreas con alta reflectancia, como las minas de sal o litio. Estas zonas pueden reflejar tanta luz que los sensores del satélite no puedan captar toda la información, lo que resulta en la pérdida de detalles importantes en las imágenes. Este efecto es más pronunciado en ciertos espectros del sensor, lo que requiere el uso de filtros o la aplicación de correcciones para mejorar la interpretación de las áreas saturadas.

En cuanto a la resolución espacial, los satélites Landsat presentan diferencias significativas en su capacidad de resolución. Por ejemplo, Landsat 1 tenía una resolución de 60 metros por píxel, mientras que Landsat 8 ofrece una resolución de 30 metros, lo que permite un mayor nivel de detalle y precisión en la identificación de características del terreno. Sin embargo, estas mejoras tecnológicas también requieren un análisis más exhaustivo para garantizar que las comparaciones entre las imágenes de distintas misiones sean coherentes.

Finalmente, Landsat 7, lanzado en 1999, sigue activo, pero ha experimentado dificultades técnicas, particularmente con su corrector de línea de escaneo, lo que ha afectado la calidad de las imágenes en algunas áreas. A pesar de esto, sigue siendo una fuente valiosa de datos para estudios de largo plazo, aunque con la limitación de las anomalías en algunas imágenes debido a esta falla técnica.⁵¹

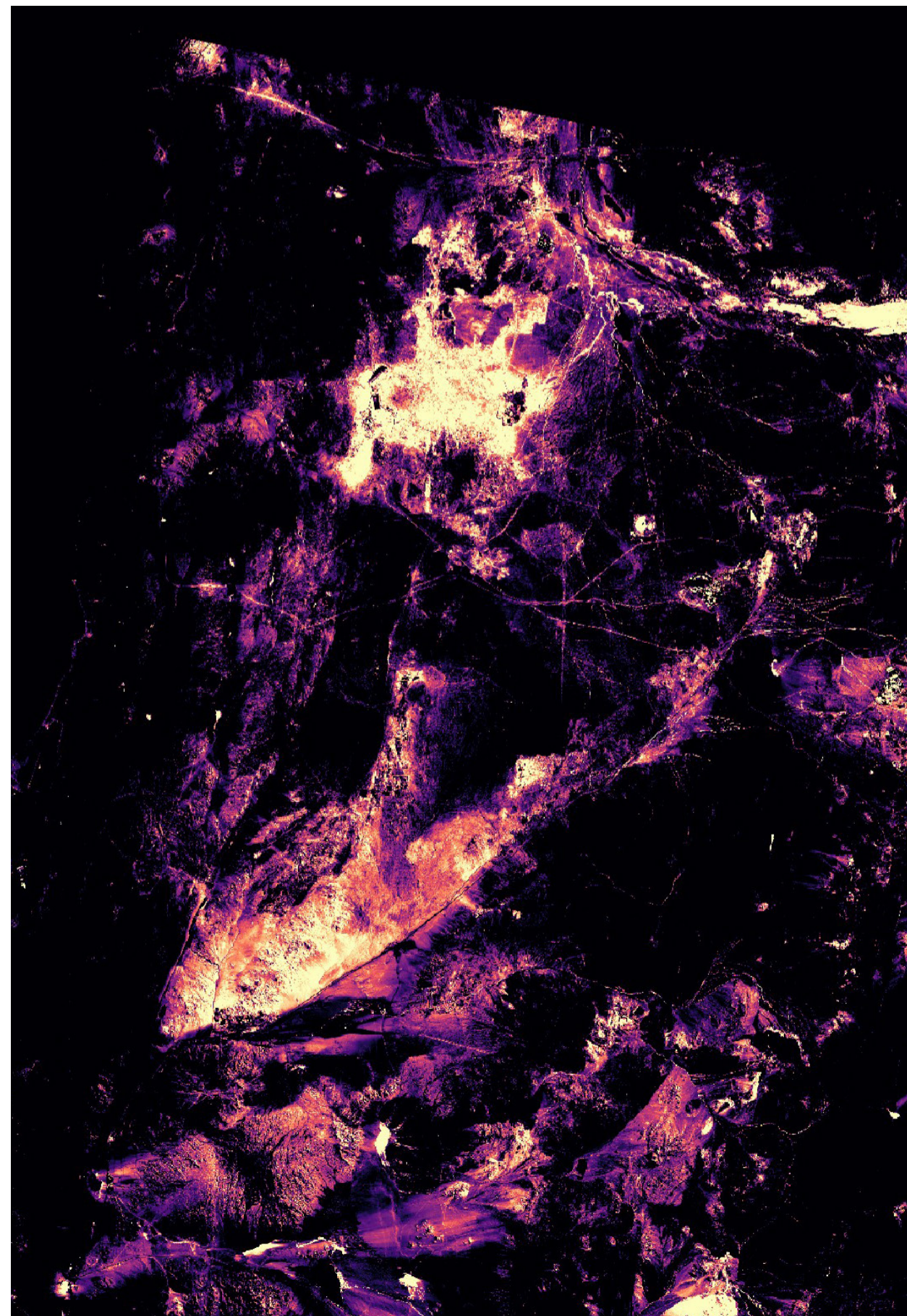
Estos desafíos deben ser abordados cuidadosamente en cualquier análisis basado en imágenes satelitales, empleando técnicas de corrección y ajustando las expectativas sobre la precisión de los resultados en función de las limitaciones de cada satélite.

●○

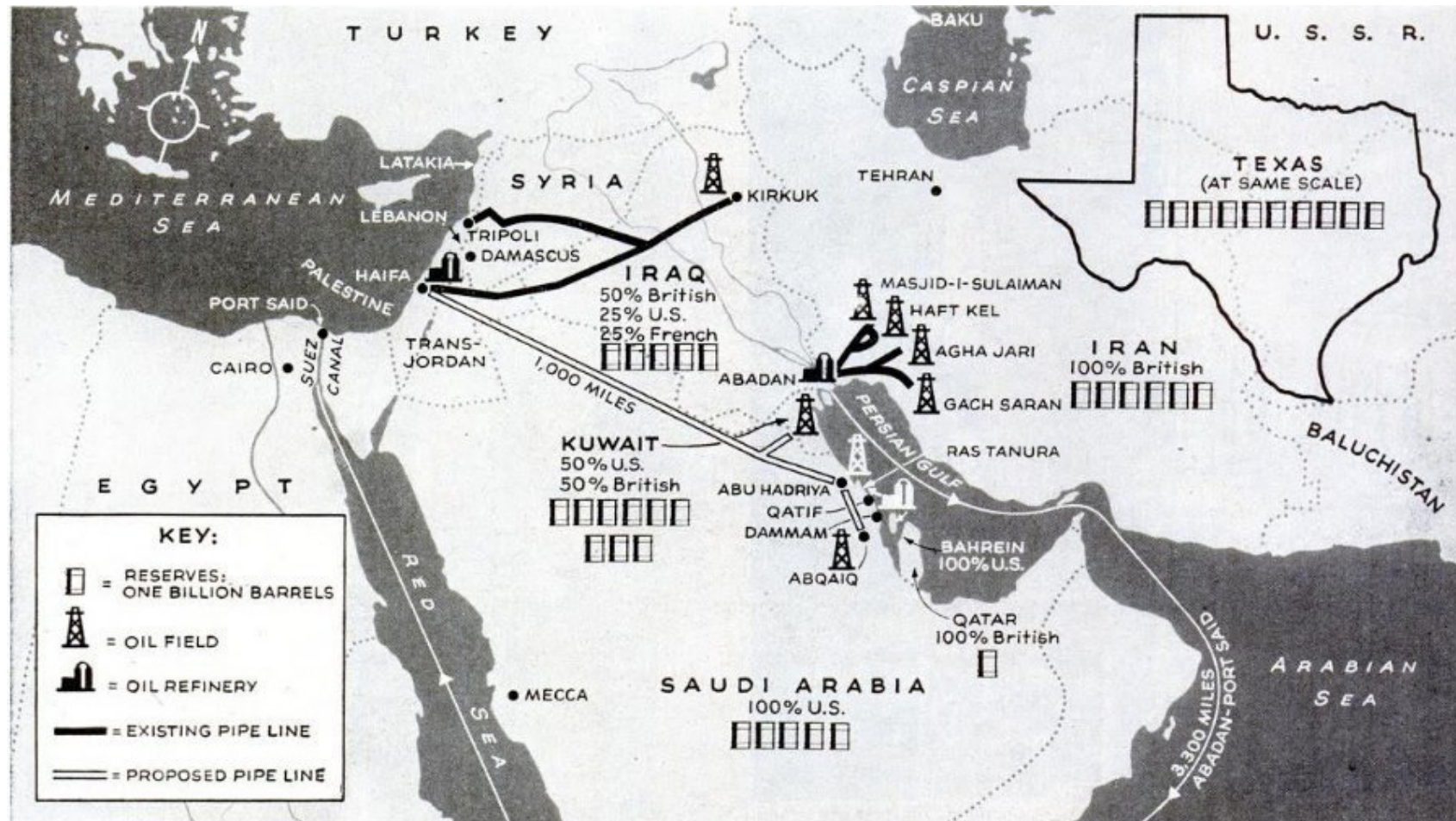
[51] John R. Jensen, *Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective*, 4.ª ed. (Boston: Pearson, 2016).

Pág. siguiente. Composición multitemporal de fotos satelitales Landsat para la detección de cambios en la cobertura del Suelo. Región de Antofagasta, 1972-2024. Oscar Cruz García, 2025.

[Fig. 19]



Territorios en
Procesos
Finalizados



[Fig. 20] Mapa del artículo «Oil in the Middle East» donde se mostraba las reservas de petróleo, oleoductos y propiedades del territorio tecnificado. LIFE magazine, June 11, 1945.

3.1. Territorios en Procesos Finalizados

Análisis y diagnóstico de Paisajes Tecnificados Exhaustos

El 11 de junio de 1945, la revista *LIFE* publicó el artículo titulado, simplemente, «Middle East Oil», acompañado de una detallada cartografía de las infraestructuras petrolíferas de Oriente Medio.⁵² La publicación, considerada una de las primeras en ofrecer una visión integral de la industria petrolera en la región, reflejaba el creciente interés de las potencias occidentales en militarizar y asegurar el control de estos recursos estratégicos en el contexto de la posguerra. A través del reportaje fotográfico realizado en ocho semanas por Dmitri Kessel, *LIFE* documentó la expansión de la infraestructura petrolera en Irán, Arabia Saudita, Bahrein e Irak, mostrando refinerías masivas y oleoductos que transformaban el paisaje desértico.

El resultado fue una crónica con un fuerte sesgo colonialista⁵³ de un mundo a la vez familiar y remoto, donde reyes dinásticos preadolescentes, perforadoras de petróleo trasladadas desde Texas y ejércitos de trabajadores anónimos desarrollaban sus vidas en medio de una tecnificación que no solo moldeaba el territorio, sino que también transformaba culturas ancestrales. Pozos de petróleo imponentes y refinerías colosales emergían en esta narrativa como símbolos de modernidad, transmitiendo la sensación de que podían empujar al propio desierto.

«Un conocido geólogo estadounidense regresó recientemente de Oriente Medio y trató de describir el lugar. “Solía pensar que el oeste de Texas era un desierto”, dijo, “pero comparado con Arabia Saudí es una jungla verde y exuberante con una boa constrictor colgando de cada árbol.”»⁵⁴

Las imágenes publicadas en *LIFE* poseían ciertos paralelismos con el informe sobre el intrincado paisaje de minas y poblaciones en la región de Tarapacá fotografiado desde la ventanilla de un vuelo comercial de la aerolínea Panagra a finales de los años 1930. Su autor, John L. Rich, sintetizaba el legado de más de cuarenta años de extracción de nitrato en el desierto de Atacama.⁵⁵ Si lo documentado por Kessel representaba la «era del petróleo» en plena expansión industrial, donde los oleoductos y refinerías del petróleo en Oriente Medio se mostraban como símbolos de modernización y crecimiento ilimitado, John L. Rich registraba un territorio residual y agotado tras el efímero auge del nitrato y el declive de una industria ya condenada. «(...)El distrito salitrero era un espectáculo lamentable. La mayoría de las plantas estaban cerradas... y las ciudades salitreras eran verdaderos pueblos “fantasma”, que resultaban particularmente poco atractivos debido a la aridez de sus alrededores.»⁵⁶

La comparativa entre ambos registros visuales es reveladora y anticipadora de la crisis acontecida en 1973, compartiendo el mismo sesgo, aunque separadas por décadas y territorios. Ambas responden a un patrón recurrente bajo el régimen de la instrumentalización: dinámicas de auge y declive basadas en infraestructuras diseñadas para satisfacer la dependencia de un mercado externo con consecuencias locales.



[52] LIFE, «Middle East Oil», *LIFE Magazine*, 11 de junio de 1945.

[53] El lenguaje empleado en el artículo refleja la mentalidad colonialista y eurocentrista predominante en la época, especialmente en su manera de representar la relación entre las empresas petroleras occidentales y los trabajadores locales. La descripción de los empleados iraníes de Anglo-Iranian Oil Co. como «honestos y tan laboriosos como el calor lo permite» no solo es condescendiente, sino que también establece una jerarquía, reduciendo a los iraníes a simples beneficiarios del «progreso» extranjero.

[54] LIFE, «Middle East Oil».

[55] John L. Rich, «The Nitrate Industry of Tarapacá, Chile: An Aerial Traverse.» *Geographical Review* 30, no. 1 (1941): 1-22. <https://doi.org/10.2307/210413>

[56] Paul Marr, «Ghosts of the Atacama: The Abandonment of Nitrate Mining in the Tarapacá Region of Chile.» *Middle States Geographer* 40 (2007): 27, citando a John L. Rich, «The Nitrate District of Tarapacá, Chile: An Aerial Traverse».

Pág. anterior. «Oil in the Middle East». Fotografía: Kessel, Dmitri. *LIFE magazine*, June 11, 1945.

Vol. 18, No. 24 **LIFE** June 11, 1945

BEYOND THESE HILLS NORTH OF TEHRAN LIES THE "FORBIDDEN" RUSSIAN SPHERE OF INFLUENCE IN IRAN, POTENTIALLY ONE OF WORLD'S RICHEST OIL FIELDS

MIDDLE EAST OIL TROUBLE ERUPTS AS GREAT POWERS JOCKEY FOR THE POWER THAT PETROLEUM PROVIDES

PHOTOGRAPHS FOR LIFE BY DMITRI KESSEL

The rumble of gunfire was still reverberating in Germany when a seemingly unimportant little incident occurred in the Middle East. The French, sitting uneasily atop their once-mandated states of Syria and Lebanon, which are now recognized members of the United Nations, countered demands for complete independence by bringing in more troops to reinforce their garrison. Revolt broke out against them. Syria's capital, Damascus, was shelled for four days. The number killed was insignificant in comparison to the millions who have just died in Europe, but the repercussions swept from San Francisco to Chungking.

Winston Churchill bluntly told the French to cease firing and sent British troops into Damascus. The U.S. backed up the British. The French ceased fire. Then the Russians came into the situation, asking that this threat to the world's peace should immediately be made the concern of all big powers, including Russia and China.

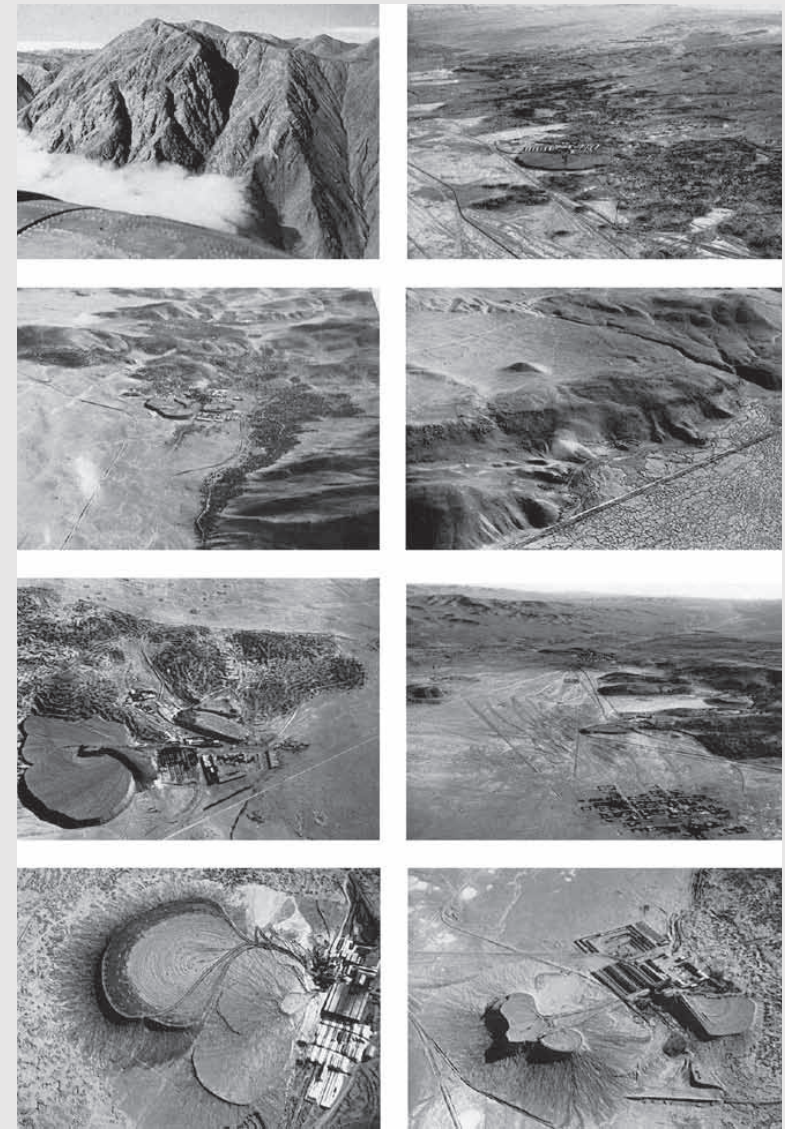
De Gaulle, whose prestige took a staggering blow through the incident, belligerently replied to Churchill that the British had been stirring up Arab troubles in order to squeeze the French out of an area of French cultural and business interests. Britain maintained that no disorders could be allowed to interfere with the deployment of men and matériel to the Pacific war. The U.S., more deeply involved in the Middle East than U.S. citizens imagine, concurred. But a bit underlying reason for all this excitement was not officially mentioned. This reason was the fabulous oil of the Middle East, the world's greatest reservoir of petroleum. The French have oil interests in Iraq. The British have holdings all over the region. The U.S. has interests in Iraq and Saudi Arabia. Russia wants concessions in Iran. Control of this region's oil would give any nation a powerful last word in matters of war and peace. The French could not be a military power without their Middle East oil. Britain, protecting her oil pipelines and her route of empire through the Suez Canal, must act warily. The U.S., as an oil rival of Britain, must also act in concert with her, particularly since Russia has shown a bright new interest in the area. When Iran last week asked the Big Three powers to withdraw their war-emergency troops, the U.S. was already getting out, but Britain and Russia stalled.

Back from Middle East last week was LIFE Photographer Dmitri Kessel with new pictures of the oil fields. Printed here, they give the first complete look at this fabulous and troublesome part of the world.

25

[Fig. 22]

Primera página del artículo «Oil in the Middle East» registro visual aéreo sobre los campos petrolíferos de Irán. Fotografía: Kessel, Dmitri. LIFE magazine, June 11, 1945.



[Fig. 23]

Fotografías de los lugares de extracción de nitrato en el desierto de Atacama; las fotos fueron tomadas por John L. Rich desde la ventanilla de un vuelo comercial de Panagra en los años 1930.

Los mercados globalizados comercian con materias primas sin preocuparse en absoluto por el origen de los materiales. Sin embargo, la extracción siempre es local.⁵⁷ Las materias primas se extraen de la tierra, moldeando físicamente el paisaje en el proceso: desgarrando el suelo, ahuecando los acuíferos, alterando la composición de los océanos, alterando la estructura de los suelos. A medida que la población mundial se vuelve más urbana y alejada espacialmente de los paisajes que le proporcionan materias primas y necesidades energéticas, a medida que las cadenas de suministro se alargan y se vuelven más globalizadas, nuestra dependencia de los recursos naturales extraídos a distancia no hace más que aumentar, mientras que nuestra relación con los paisajes de extracción se aleja cada vez más de la vista diaria. La reconceptualización de los paisajes tecnificados locales en la década previa a la crisis energética se abordó desde dos perspectivas claramente opuestas.

[57] Stephanie Carlisle y Nicholas Pevzner, «Introduction: Extraction», *Scenario 05* (2015), <https://scenarijournal.com/article/introduction-extraction/>

[58] Ed Ruscha, *Twentysix Gasoline Stations* (Los Ángeles: National Excelsior Press, 1963).

[59] Iñaki Bergera, «Twentysix (Abandoned) Gasoline Stations» (Pamplona: Museo Universidad de Navarra, 2018).

Selección de fotografías en blanco y negro de estaciones de servicio abandonadas en el suroeste de Estados Unidos siguiendo la estructura conceptual de Ed Ruscha, pero abordando el paisaje desde una mirada contemporánea sobre el abandono. Fotografía: Bergera, Iñaki. *Twentysix (Abandoned) Gasoline Stations*, 2012.

Una de ellas fue el trabajo de Ed Ruscha, quien documentó la infraestructura del progreso estadounidense en su serie fotográfica *Twentysix Gasoline Stations*⁵⁸, capturando imágenes tomadas a lo largo de su trayecto entre Los Ángeles y Oklahoma. Influído por la estética de Edward Hopper y la iconografía publicitaria de la industria hollywoodiense, Ruscha representó el coche, la carretera y las gasolineras como elementos autónomos, aislados de su contexto productivo. Su enfoque diluía la relación entre los paisajes extractivos y la vida cotidiana, enmarcando estas infraestructuras dentro de una narrativa de consumo masivo en la que la energía y el movimiento eran simplemente datos asumidos, sin cuestionar su origen ni sus implicaciones. El territorio no es el sujeto, sino que aparece como telón de fondo de la generación norteamericana de posguerra rescatada por el arte captando una realidad normalizada alejada del origen local de los recursos mediante un discurso estetizante. Dicha serie tendría su «actualización conclusa» en el año 2012 mediante la recopilación del fotógrafo Iñaki Bergera⁵⁹.

[Fig. 24]

[Fig. 25]



A diferencia de la neutralidad del *Pop Art*, Robert Smithson abordó los territorios tecnificados desde una perspectiva crítica, explorando la obsolescencia y la entropía de las infraestructuras industriales. En su icónico paseo por Passaic⁶⁰ puso el foco en los espacios postindustriales abandonados, incorporándolos a su obra no como elementos marginales, sino como parte activa de las dinámicas urbanas. En lugar de estetizar la infraestructura en funcionamiento, Smithson aceptó el no-lugar, explorándolo desde una lógica arqueológica y procesual, donde el espacio residual se convierte en una manifestación visible de las dinámicas energéticas desde un filtro estético.

Fotografías de infraestructuras funcionales en encuadre frontal tomadas entre 1965 y 1992. Fotografía: Becher, Bernd, and Hilla Becher. *Typologies of Industrial Buildings*.

[Fig. 26]



La recuperación del término *new ruins*⁶¹ señalaba el vacío conceptual y crítico en la percepción de estas infraestructuras abandonadas, cuya presencia se hacía cada vez más visible en distintos territorios. La transición del registro aéreo al registro fotográfico puntual no solo transformó la manera de documentar estos espacios, sino que también introdujo una nueva forma de experiencia estética y sensorial en su exploración al más puro estilo Tarkovski⁶². Los trabajos de Bernd & Hilla Becher⁶³, Jane & Louise Wilson⁶⁴ o Mathew Merrett⁶⁵ anticiparon este cambio, registrando la decadencia de las infraestructuras industriales con una mirada que oscilaba entre la documentación objetiva y la evocación nostálgica. Como si adelantaran el debate entre estética y experiencia estimulante, estos proyectos sentaron las bases para la reflexión teórica que más tarde desarrollarían Tim Edensor y Caitlin DeSilvey en los artículos *Sensing the ruin*⁶⁶ y *Reckoning with Ruins*⁶⁷.

Desde la publicación de *L'allégorie du patrimoine*⁶⁸ de Françoise Choay en 1992 hasta la proliferación de prácticas como el turismo industrial en Rusia, el *digging* en Europa del Este, el *haikyo* en Japón o el *ruinenlust* alemán, se ha producido un cambio de paradigma en la manera de percibir y documentar el paisaje tecnificado. La

[60] Robert Smithson, «The Monuments of Passaic», *Artforum*, diciembre de 1967.

[61] Rose Macauley, *Pleasure of Ruins* (Londres: Thames & Hudson, 1953).

[62] *Stalker*, dir. Andrei Tarkovski (Mosfilm, 1979), 161 min.

[63] Bernd y Hilla Becher, *Anonyme Skulpturen: Eine Typologie technischer Bauten* (Düsseldorf: Art-Press Verlag, 1970)

[64] Jane y Louise Wilson, *Blind Landings* (Londres: Chisenhale Gallery, 1996)

[65] Mathew Merrett, «Industrial Ruins: Space, Aesthetics and Materiality», *Cultural Geographies* 12, n.º 4 (2005)

[66] Tim Edensor, «Sensing the Ruin», *The Senses and Society* 2, n.º 2 (2007)

[67] Caitlin DeSilvey y Tim Edensor, «Reckoning with Ruins», *Progress in Human Geography* 37, n.º 4 (2013)

[68] Françoise Choay, *L'allégorie du patrimoine* (Paris: Seuil, 1992)

transición de un análisis basado en el registro aéreo comercial a una aproximación fotográfica personal ha contribuido a la toma de conciencia sobre el valor del patrimonio industrial como un elemento fundamental de la memoria colectiva. Sin embargo, este proceso ha tendido a centrarse en la experiencia de los consumidores externos, sin considerar las implicaciones a escala territorial productiva local. El reconocimiento estético de estas infraestructuras suele obviar las dinámicas económicas, extractivas y geopolíticas globales que las originaron y las condenaron a un proceso concluso.

A lo largo de las décadas que siguieron tras la crisis, los razonamientos críticos y el interés por los paisajes tecnificados han surgido principalmente desde una perspectiva artística, explorando la estética de la obsolescencia, abandono y éxodo sin abordar las grandes escalas territoriales de los paisajes que los originaron. La representación de estos espacios, ya fuera a través de la fotografía, la intervención artística o la arqueología industrial, se centró en la nueva ruina como objeto visual, dejando en segundo plano el análisis y diagnóstico de las dinámicas extractivas, energéticas y geopolíticas que los definieron. Si bien la fotografía industrial documentó la decadencia de estas infraestructuras desde una perspectiva formal, fue a partir de la crisis energética de 1973 cuando empezaron a surgir preguntas sobre su papel dentro de los sistemas productivos globales. Esta evolución del pensamiento, que comenzó en el ámbito artístico, fue retomada en estudios recientes sobre capitalismo y energía, ampliando el análisis más allá de la ruina visual para examinar la ocupación extractiva del territorio y sus consecuencias estructurales.

A partir de 2011, con la publicación de *Carbon Democracy* de Timothy Mitchell,⁶⁹ la atención sobre estos paisajes primarios se reconfigura mediante una relectura de las infraestructuras extractivas y sus consecuencias territoriales. Mitchell revela cómo la organización espacial de los sistemas energéticos ha condicionado las estructuras de poder y las relaciones de producción, evidenciando que estos territorios no son meros vestigios, sino herramientas activas en la configuración del capitalismo global. Esta perspectiva ha sido ampliada por autores como Jason W. Moore⁷⁰, Naomi Klein⁷¹ y Jeffrey S. Nesbit⁷², quienes han desplazado el debate más allá de la contemplación pasiva estética y dirigiéndolo hacia una crítica estructural sobre la producción, circulación y agotamiento de los paisajes tecnificados.

[69] Timothy Mitchell, *Carbon Democracy: Political Power in the Age of Oil* (Londres: Verso, 2011).

[70] Jason W. Moore, *Capitalism in the Web of Life: Ecology and the Accumulation of Capital* (Londres: Verso, 2015).

[71] Naomi Klein, *This Changes Everything: Capitalism vs. the Climate* (Nueva York: Simon & Schuster, 2014).

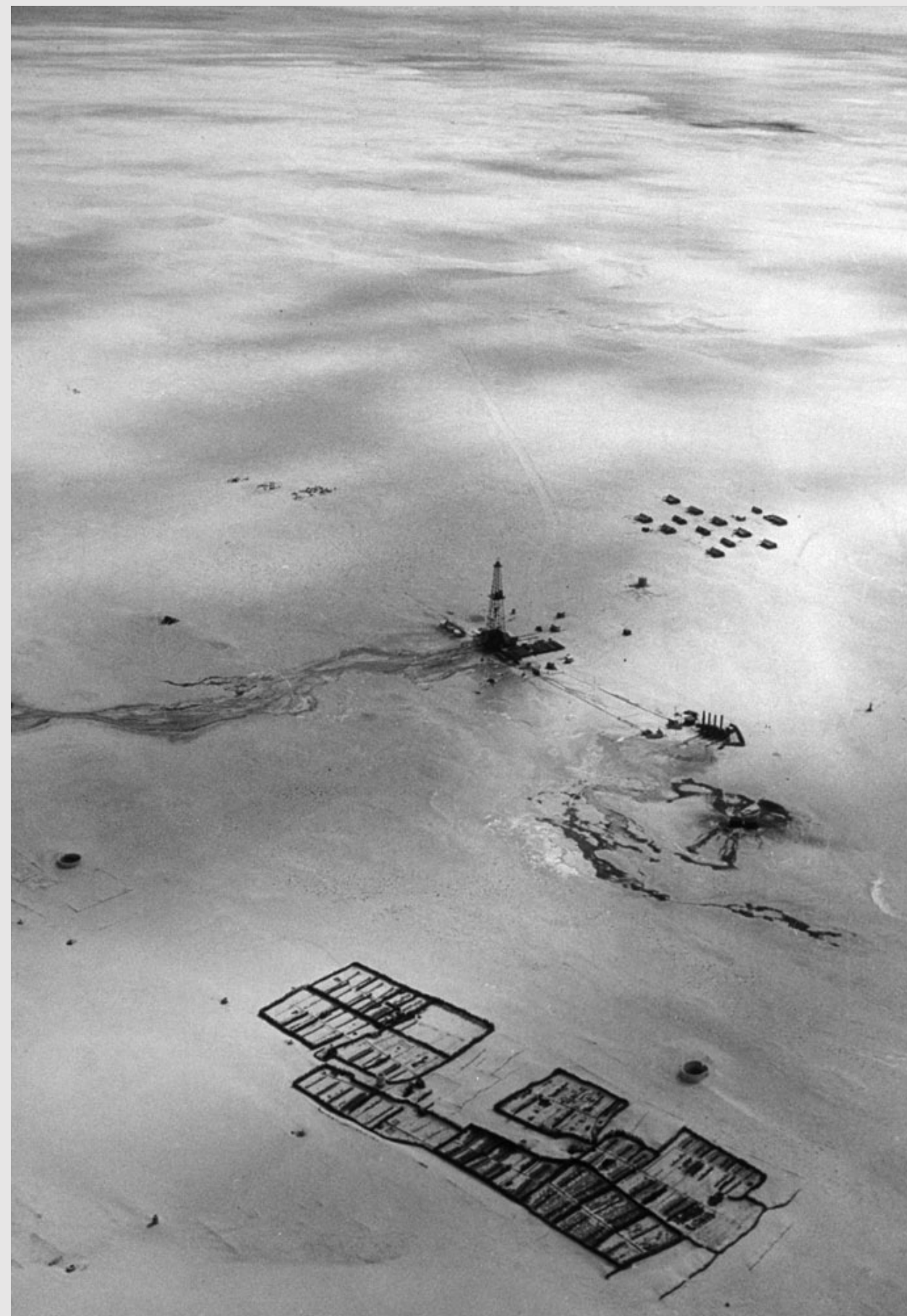
[72] Nesbit, *Technical Lands*.

Vista aérea del pozo petrolero de ARAMCO en Qatif, Arabia Saudita «Oil in the Middle East». Fotografía: Kessel, Dmitri. *LIFE* magazine, June 11, 1945.

[Fig. 27]

La acuñación de nuevos términos que profundizan en infraestructura y territorio por igual alejándolos de una visión nostálgica han facilitado la comprensión de cómo las dinámicas de ocupación energética y la explotación de recursos han moldeado no solo el territorio, sino también las relaciones económicas y políticas a escala global. Con estos textos, la investigación sobre los paisajes tecnificados ha evolucionado de la representación artística a una crítica estructural, que aborda las grandes escalas de transformación de los territorios tecnificados en el contexto del capitalismo tardío.

En el presente trabajo se busca recuperar el análisis y diagnóstico territorial desde una perspectiva aérea territorial, retomando la escala amplia que permite identificar los patrones de tecnificación y anticipar su agotamiento. Si bien los registros aéreos de John L. Rich y Dmitri Kessel capturaron las transformaciones territoriales provocadas por la instrumentalización del paisaje, sus imágenes no lograron anticipar el colapso de estas infraestructuras ni el impacto de su abandono. En contraste con el discurso de progreso perpetuo que *LIFE* promovía en 1945, estos vuelos aéreos representaban, de manera inadvertida, una anticipación de lo que la narrativa industrial no pudo prever: el agotamiento de los paisajes tecnificados y los ciclos de auge y colapso que estructuran la relación entre infraestructura, energía, territorio y poder en los paisajes del vacío.



3.2. Infraestructuras extractivas: el Salar de Atacama sigue siendo extractivo



El paisaje mineral tiene el cielo celeste y dos montañas blancas⁷³. Con este pequeño poema el fotógrafo chileno Marcos Zegers tituló el fotolibro fruto de la investigación visual iniciada en 2015 centrada en el desierto de Atacama y las consecuencias de la minería en esa región. Las imágenes de Zegers buscan recrear un espacio desconocido con una estética que evoca la ciencia ficción, mostrando actividades que, aunque parecen extra-planetarias, ocurren en el norte de Chile.

En el Salar de Atacama, los ecosistemas humanos, animales, vegetales y microbianos han coexistido durante miles de años. Ahora es escenario de batallas legales y disputas ambientales entre quienes protegen estos entornos únicos y quienes los ven como recursos para ser explotados. Las imágenes de Zegers documentan claramente la magnitud del éxodo y abandono, evidenciando la fragilidad inherente a una tecnificación cuya lógica ha privilegiado la eficiencia económica y la demanda y beneficio externo por encima de la resiliencia ecológica y social del territorio. Esta tecnificación, centrada únicamente en el rendimiento, se revela frágil cuando enfrenta su agotamiento material y funcional, transformando un paisaje aparentemente infinito en un escenario descontextualizado, pero totalmente real, de obsolescencia y abandono. A medida que se acerca la catástrofe ecológica y se cuestionan las nociones occidentales de progreso, esta búsqueda incesante de más también ha sido examinada críticamente. La obsesión de los humanos por estirar los límites no se logra sin consecuencias.

Frente a esta realidad, el pensamiento termodinámico actual⁷⁴ propone una perspectiva renovada sobre la gestión de los desiertos tecnificados, concibiéndolos como sistemas complejos en constante transformación. Desde esta mirada, se busca garantizar la sostenibilidad y resiliencia del territorio mediante la planificación de procesos lentos, capaces de afrontar ciclos de agotamiento y regeneración a escala global, pero también preparados para responder a perturbaciones rápidas y locales. El Salar de Atacama representa, así, una oportunidad única para aplicar esta visión termodinámica, reconfigurando infraestructuras obsoletas en nuevos instrumentos que permitan anticipar y mitigar futuros colapsos mediante el aprendizaje de la experiencia acumulada en territorios que, habiendo sido agotados, todavía poseen la capacidad latente para reinventar relaciones entre energía, vida y materia.

A finales del siglo XIX, la llegada de nitratos artificiales y el auge del cobre transformaron la dinámica territorial en Chile. Las principales vías férreas de extracción de nitrato fueron ampliadas hacia los nuevos yacimientos de cobre hasta que la infraestructura de carreteras sustituyó el servicio ferroviario. Los oasis andinos notaron el consumo excesivo de recursos, como el agua, primero para la extracción de cobre y, en la actualidad, de litio. Atacama se ubicaba al borde del caos en esta teoría resiliente de los sistemas dinámicos. Un paisaje colmatado y atomizado por una constelación de poblaciones mineras que han supuesto las mayores transformaciones territoriales y alteraciones paisajísticas de un desierto hasta entonces inexplorable. Donde aspectos tangibles como la obsolescencia infraestructural se contempla desde el control privado del entorno surgido; agua, minería y éxodo son las consecuencias menos evidentes, asociadas a las migraciones y los desplazamientos culturales y los conflictos

[73] Marcos Zegers, *El paisaje mineral tiene el cielo celeste y dos montañas blancas* (Santiago de Chile: self-published, 2015).

[74] Ilya Prigogine, *La nueva alianza: Metamorfosis de la ciencia* (Madrid: Alianza Editorial, 1997).

Pág. siguiente: Piscinas de evaporación para la extracción de litio en el Salar de Atacama. Las variaciones cromáticas indican diferentes etapas del proceso de concentración. Agua, minería y éxodo: las consecuencias paisajísticas de las actividades extractivas en el norte de Chile. Fotografía: Marcos Zegers, 2020.

en torno a la disponibilidad de los recursos hídricos bajo el modelo actual de transición energética «verde».

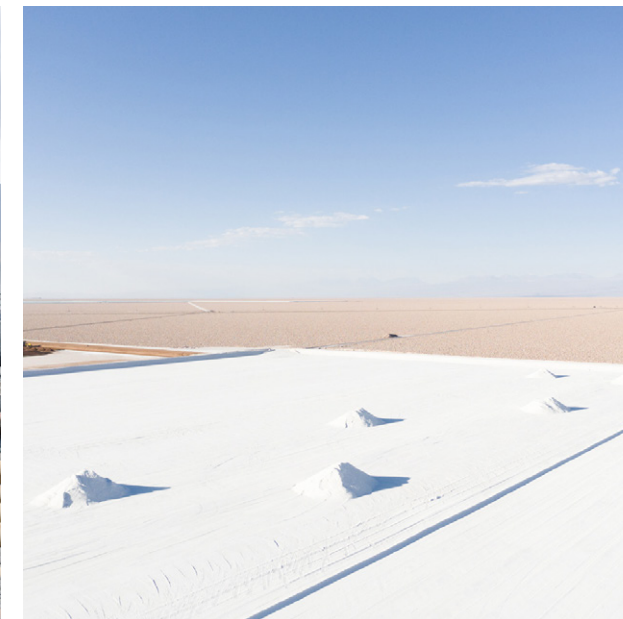
Hoy en día, las oficinas salitreras como María Elena son ejemplos de poblaciones industriales donde la vida urbana ha perdurado más allá de los recursos que dieron origen a su existencia. Estas ciudades esperan convertirse en municipios independientes, donde los residentes que permanezcan puedan forjar el futuro sin las restricciones impuestas por las empresas propietarias. Además, muchas construcciones a lo largo de este vasto territorio extractivo son espontáneas y al margen del discurso arquitectónico convencional. Su valor no radica en sus características formales o materiales, sino en su capacidad para responder eficazmente a las demandas a las que han sido sometidas.

Puesto que los paisajes son el producto de la relación de necesidad del hombre con su entorno, los lugares que habitamos son también fruto de esa interrelación. Aquello que denominamos paisajes del riesgo⁷⁵, no son más que el resultado de una relación fallida. Algunos autores han denominado a estos paisajes externalizados⁷⁶. El de un coste que es absorbido por agentes distintos a los creadores del mismo. Esta situación conlleva que estas externalidades –o efectos ambientales– sean tratadas con distancia por quienes las producen y al mismo tiempo sean sufridas con impotencia por quienes las padecen. Este proceso de toma de decisiones ha supuesto consecuencias devastadoras para los humanos y los sistemas naturales.

La importancia del poblado oasis andino como paisaje externalizado no puede subestimarse. Desde los oasis basados en los sistemas tradicionales de captación de aguas como asentamiento de apoyo para la industria del nitrato, hasta la mecanizada América Desierta de Reyner Banham⁷⁷, el oasis ha funcionado como un hilo mágico capaz de formular la promesa de un asentamiento en un terreno árido que se resiste a ser domesticado.

Más allá de esta mirada catastrofista, lo importante aquí es poner de manifiesto que cuando un sistema no tiene la capacidad de aprendizaje para creativamente autoorganizarse y transformarse, puede sufrir un proceso de desintegración y descomposición completa. Este proceso se repite a lo largo de todo el ciclo de vida del sistema, una suerte de metamorfosis que le provee de resiliencia, de autoorganización frente a las perturbaciones.

El desierto de Atacama ha heredado una nueva naturaleza, resultado de la explotación



[75] García García, *Hacia la metamorfosis sintética*.

[76] Alan Berger, «External Landscapes and Systemic Design» (2012).

[77] Reyner Banham, *América deserta*.

Pág. siguiente. Tuberías dispersas y estructuras en construcción al pie del volcán Licancabur. Agua, minería y éxodo: las consecuencias paisajísticas de las actividades extractivas en el norte de Chile. Fotografía: Marcos Zegers, 2020.

[Fig. 29]

Pág. siguiente. Acumulaciones de sal rica en litio en una de las plataformas de evaporación del Salar de Atacama. Agua, minería y éxodo: las consecuencias paisajísticas de las actividades extractivas en el norte de Chile. Fotografía: Marcos Zegers, 2020.

[Fig. 30]

Pág. siguiente. Plataforma de perforación para la extracción de salmuera rica en litio desde el subsuelo. Agua, minería y éxodo: las consecuencias paisajísticas de las actividades extractivas en el norte de Chile. Fotografía: Marcos Zegers, 2020.

[Fig. 31]

moderna y de los restos no devastados, formando una segunda naturaleza con su propia belleza y fragilidad extrema. La NASA ha identificado a Atacama como un análogo perfecto de Marte en la Tierra, y desde 1997 ha probado rovers aquí, utilizando prototipos de instrumentos para detectar vida. Si se encuentran indicios de vida en otro planeta, podría ser desde uno de los puntos más baldíos de la Tierra.⁷⁸

El abandono y la necesidad de redefinir este paisaje productivo y extractivo han provocado la aparición del observatorio astronómico como un mecanismo de intercambio ecológico entre la naturaleza y el ser humano. Sin embargo, la transición entre ambos modelos no implica un cambio de paradigma, sino una reformulación del mismo principio de instrumentalización territorial. Estos observatorios son artefactos mutables, capaces de adaptarse a entornos hostiles y, a pesar de su condición marginal, siguen promoviendo una transformación intencionada del paisaje.

Aunque parecen alejarse de la lógica extractiva tradicional, su función dentro del engranaje científico global mantiene el desierto como un nodo de extracción de conocimiento, reemplazando la materialidad de los recursos por la captura de datos e información. El estudio de estas arquitecturas híbridadas con su territorio ecológico ofrece lecciones sobre la organización racional de las energías y los recursos consumidos, permitiendo recuperar su carácter contemplativo. El respeto por la cultura indígena mediante la observación del cosmos ha transformado Atacama en un espacio experimental, en un laboratorio de futuros posibles, donde la exploración del universo y la gestión de infraestructuras científicas se imbrican con dinámicas de control territorial. En Bolivia, el Salar de Uyuni se utiliza para la calibración de los equipos de medición de distancias del satélite ICESat.⁷⁹ La cualidad autónoma y objetual de estas arquitecturas pasa a un segundo plano en favor de una mayor interacción con el contexto. Su carácter mutante e híbrido, orientado hacia el desarrollo tecnológico, permite extraer una lectura de adaptación condicionada por la morfología del desierto.

El almacenamiento y procesamiento de los vastos datos generados por estas instalaciones de observación han centrado la atención en la infraestructura necesaria para gestionar dicha información, así como en las implicaciones ambientales y sociales de su implementación. Si bien los centros de datos y los observatorios astronómicos pueden parecer expresiones opuestas de la tecnificación del desierto, ambos responden a una misma lógica de acumulación. Tanto los minerales extraídos como los datos científicos dependen de una infraestructura global de almacenamiento y procesamiento, donde la eficiencia y la centralización se imponen sobre cualquier posible sostenibilidad territorial.

En el proyecto titulado *Future Storage: Architectures to Host the Metaverse*,⁸⁰ Marina Otero aboga por diseñar espacios de almacenamiento de datos ecológicos, circulares y equitativos, reflejando la necesidad urgente de repensar cómo consumimos y almacenamos datos. Este debate cobra particular relevancia en Atacama, donde la infraestructura científica y digital opera como una nueva fase extractiva, reconfigurando las dinámicas de control sobre el territorio. De esta forma, se anticipa la oportunidad que ofrecen las condiciones naturales de humedad y enfriamiento del desierto para desarrollar nuevas infraestructuras «extractivas» sostenibles.

[78] El desierto de Atacama ha sido utilizado como laboratorio para la astrobiología —analizado con rovers autónomos en el estudio «Life in the Atacama» de la NASA— y sigue siendo considerado un análogo viable de Marte en estudios contemporáneos sobre entornos extremos en la Tierra. Véase Nathalie A. Cabrol et al., «Life in the Atacama: Searching for life with rovers (science overview)», *Journal of Geophysical Research* 112, G04S02 (2007); y K. A. Warren-Rhodes et al., «Subsurface Microbial Habitats in an Extreme Desert Mars-Analog», *Life* 9, no. 3 (2019).

[79] H. A. Fricker et al., «Assessment of ICESat performance at the Salar de Uyuni, Bolivia», *Geophysical Research Letters* 32 (2005): L21S06, <https://doi.org/10.1029/2005GL023423>

[80] Marina Otero, «Future Storage: Architectures to Host the Metaverse», en *Future Storage* (Rotterdam: Het Nieuwe Instituut, 2021).



Observatorio astronómico ALMA en el desierto de Atacama, Chile. Atacama, architecture at the edge of physics. Fotografía: Nicolas Dorval-Bory, 2020.

[Fig. 32]

El vínculo entre los observatorios astronómicos y los centros de datos con su ubicación es determinante. Ha condicionado tanto el éxito o fracaso científico de algunos centros como la evolución de sus tipologías arquitectónicas y soluciones técnicas. Un observatorio puede dejar de ser funcional si se descontextualiza, ya que su ubicación es parte integral del mismo. En este sentido, el taller dirigido por Nicolas Dorval-Bory en la Escuela de Arquitectura de Versalles⁸¹ trata de establecer el observatorio astronómico como tipología arquitectónica en anticipación de un escenario terrestre extremo y hostil en el futuro.⁸²

Un hilo conductor invisible vincula estas arquitecturas con aquellas que, desde hace un siglo, han moldeado el territorio, estableciendo las bases de una genealogía particular. Los paralelismos entre las infraestructuras extractivas fotografiadas por Zegers y las realizadas por Nicolas Dorval-Bory sobre el observatorio ALMA revelan una continuidad en la instrumentalización extractiva del desierto. Si en las imágenes de Zegers el desierto aparece diseccionado por cicatrices de la explotación minera, en las de Dorval-Bory el paisaje es ocupado por sofisticadas infraestructuras científicas que mantienen el territorio subordinado a la lógica de extracción de datos. La minería del nitrato, cobre o litio y la astronomía, aunque aparentemente antagónicas, se inscriben en la misma lógica de extracción y acumulación externa.

La pregunta, entonces, no es si Atacama ha dejado de ser un territorio extractivo, sino si logrará articular un modelo territorial, adaptado a las necesidades de cada nueva era que refuerce la reflexión sobre el desierto como un territorio artificialmente acondicionado como infraestructura.

●○

[81] Nicolas Dorval-Bory, «Observatoires: architectures pour l'extrême», Taller de Diploma, École nationale supérieure d'architecture de Versailles, 2018.

[82] Nicolas Dorval-Bory, «Access to Tools: A Question of Matter and Energy», *Pedagogical Experiments in Architecture for a Changing Climate* (Londres: Routledge, 2024).



[Fig. 33]

Máquina procesadora en operación sobre un campo de sal extraída.
 Agua, minería y éxodo: las consecuencias paisajísticas de las actividades extractivas en el norte de Chile.
 Fotografía: Marcos Zegers, 2020.



[Fig. 34]

Estructuras móviles del Very Large Telescope (VLT) en el Observatorio Paranal, operado por el European Southern Observatory (ESO).
 Atacama, architecture at the edge of physics.
 Fotografía: Nicolas Dorval-Bory, 2020.

3.3. Infraestructuras de detonación: la repetición de la imagen como lógica de prueba

El diseño de las infraestructuras que han servido para «ensayar» el mundo y su logística producen una racionalidad incrustada en apariencia política. Sus cualidades formales, por el mero hecho de considerarse rígidas al centrarse en la funcionalidad y en su rendimiento estructural, han permitido un despliegue sistematizado y generalizado por el territorio. Si retomamos la provocación de Mark Wigley⁸³, según la cual la arquitectura es tanto un discurso como una construcción material o funcional, entonces puede entenderse el acto arquitectónico como un imaginario político en constante repetición y evolución. A través de la reiteración de imágenes, estructuras y paisajes, la arquitectura no expresa tanto una lógica ingenieril como una condición política, una imagen de poder.

«Un verdadero más allá tecnológico no es una consecuencia inevitable del progreso científico y tecnológico; es en gran medida el resultado de la evolución de la política de defensa.»⁸⁴

El ensayo, la prueba o el testeo no es una práctica neutral. Lejos de ser un procedimiento técnico dentro de una cadena de producción científica o militar, su infraestructura es presentada como un acto arquitectónico que genera una apariencia política, alimentando un imaginario nacional y global. En este contexto, dos paisajes dispares de infraestructuras soviéticas resultan ejemplares: el sitio de pruebas nucleares de Semipalátinsk y el Cosmódromo de Baikonur. Ambos se ubican en el actual Kazajistán, y aunque responden a lógicas distintas —una subterránea, violenta y oculta; la otra atmosférica, espectacular y visible— comparten la condición común de ser infraestructuras de testeo, de ensayo y repetición.

La infraestructura tiene apariencia. Sin embargo, a menudo se pasa por alto. Se entiende más fácilmente como resultado de un cálculo estructural carente de apariencia, especialmente cuando sus funciones son operativas. La repetibilidad de sus cualidades performativas y estéticas hace que desaparezca.⁸⁵ Jeffrey S. Nesbit en su artículo *The Case of the Defense Highway and Space Complex*⁸⁶, argumenta que la infraestructura posee una forma de apariencia que se disfraza de funcionalidad, y que la arquitectura, incluso en su versión tecnificada, es un acto político repetible. «Toda forma de [infraestructura], por muy utilitaria que parezca, forma parte implícita de un paisaje idealizado.»⁸⁷

A medida que la infraestructura progresa y se vuelve tecnológicamente más compleja, se estandariza en mayor medida bajo control estatal y nacional. La apariencia de la infraestructura, cada vez más autóctona, se ve determinada por su repetibilidad asociada. El progreso tecnológico, el control nacional y la repetibilidad están conectados, construyendo la ubicuidad de la infraestructura.⁸⁸

[83] Mark Wigley, «Resisting the City», en *The Political Economy of the Urban Commons*, ed. Stavros Stavrides (London: Routledge, 2016)

[84] Paul Virilio, *A Landscape of Events*, trad. Julie Rose (Cambridge, MA: The MIT Press, 2000).

[85] Paul Virilio, *The Aesthetics of Disappearance*, trad. Phil Beitchman (Cambridge: MIT Press, 1991).

[86] Jeffrey S. Nesbit, «The Case of the Defense Highway and Space Complex», en *Infrastructural Ubiquity: The Case of the Defense Highway and Space Complex* (PhD diss., Harvard University, 2019), 115–125.

[87] David Nye, «Redefining the American Sublime, from Open Road to Interstate», en *Routes, Roads and Landscapes*, eds. M. Hvattum et al. (Surrey: Burlington: Ashgate, 2011), 99–112.

[88] Keller Easterling, *Extrastatecraft: The Power of Infrastructure Space* (London: Verso, 2014).

Pág. siguiente. Escena teñida por el uso del color infrarrojo en la zona de sacrificio del Semipalatinsk Test Site. «The Sacrifice Zone», *Black Pylon, Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan*. Fotografía: Eddo Hartmann, 2022.

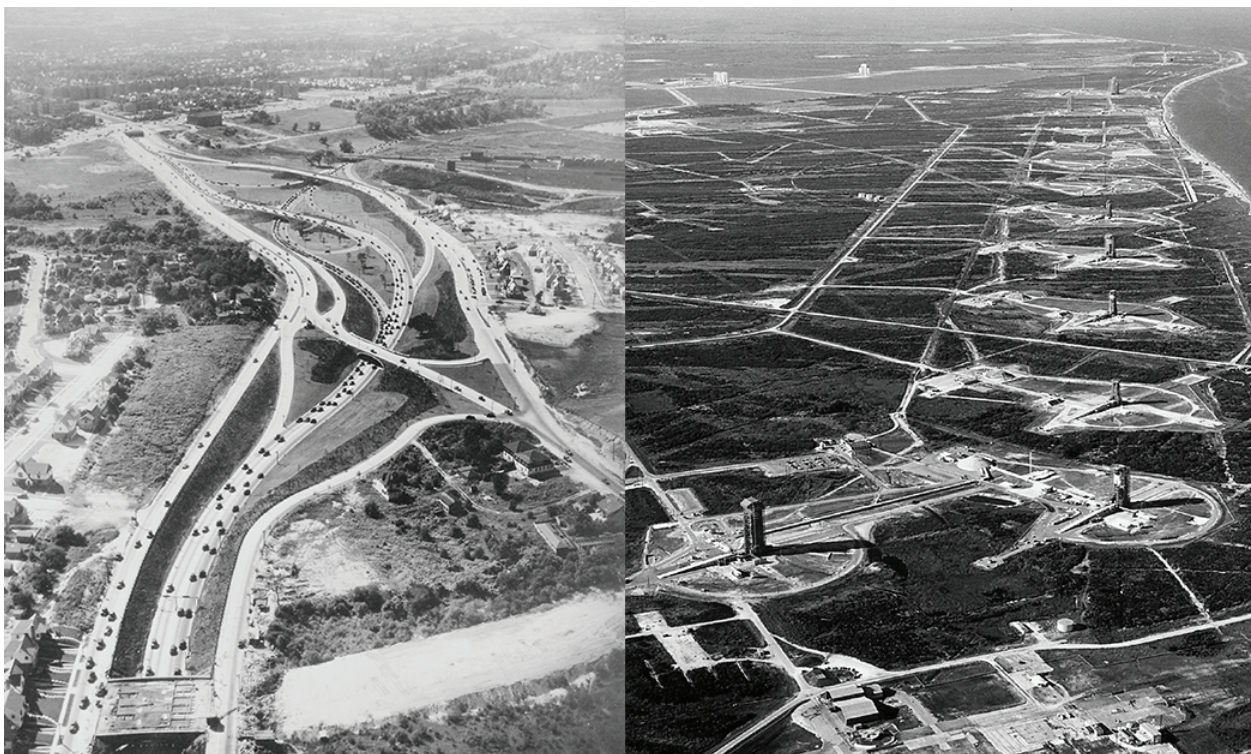


La aparente neutralidad de estas infraestructuras se ve socavada por su lógica de repetición. El ensayo técnico, aunque presentado como progresivo, responde a una racionalidad acumulativa en la que cada prueba es al mismo tiempo un evento, un protocolo y una imagen. Semipalátinsk y Baikonur se construyen desde esta repetición: una coreografía estatal de lo posible y lo peligroso.

Ambos territorios comparten una ubicación estratégica, el vacío fabricado de la estepa kazaja, entendido como espacio marginal, sacrificado, «idóneo» para la experimentación. Lo que se designa como vacío es en realidad un territorio desactivado políticamente, donde lo que importa no es tanto su aislamiento físico como su disponibilidad simbólica. Como enuncia Nesbit, «la infraestructura se proyecta a través de la apariencia, la elegancia y la ubicuidad»⁸⁹; es decir, se hace cultura a través de su invisibilidad organizada y su capacidad de repetirse.

Intercambiador de Kew Gardens, Archivos Nacionales y Administración de Registros de EE. UU. (izquierda) y Missile Row, Estación de la Fuerza Aérea de Cabo Cañaveral, 1964, Nasa (derecha).

[Fig. 36]



Entre 1949 y 1989, el Polygon de Semipalátinsk fue el principal sitio de pruebas atómicas de la Unión Soviética. Allí se detonaron 456 artefactos nucleares, tanto en superficie como en profundidad, en un territorio habitado por más de 200.000 personas. La justificación técnica era la supuesta baja densidad poblacional y la «resistencia» de la estepa; pero en realidad, se trató de una decisión política: la periferia colonial interna de la URSS era un laboratorio, y sus cuerpos, sensores involuntarios.

Las infraestructuras de detonación construidas en Semipalátinsk — galerías subterráneas, plataformas de testeo, centros de medición— no fueron pensadas como obras permanentes, sino como dispositivos iterativos. Cada explosión se encadenaba a la anterior, alimentando una gramática del control. El cuerpo kazajo, en este contexto, funcionó como instrumento de registro: expuesto, vulnerado, y silenciado. Cientos de miles de personas vivían en las cercanías del polígono.

[89] Jeffrey S. Nesbit, *Spaceport: Technical Lands for Departing Earth*.

Muchas de ellas fueron expuestas a niveles altos de radiación, a menudo sin su consentimiento ni conocimiento. Sus cuerpos se convirtieron en sensores involuntarios de un experimento a escala continental. Enfermedades genéticas, deformaciones congénitas, cánceres: el cuerpo fue, en Semipalátinsk, la unidad de medida de la violencia tecnológica.

Lo que se construyó en Semipalátinsk no fue solo una infraestructura de detonación, sino también un sistema de ocultamiento. Las pruebas se realizaban bajo protocolos de seguridad simulados, las consecuencias eran minimizadas, la información, clasificada. El paisaje resultante es un archivo geológico de explosiones, pero también un archivo político del silencio.

La serie *The Sacrifice Zone*⁹⁰ del fotógrafo holandés Eddo Hartmann explora esta zona remota de Kazajistán que en su día albergó las principales instalaciones de pruebas nucleares sin apenas considerar sus efectos sobre la población local y el medio ambiente. Las autoridades soviéticas ocultaron durante años el impacto total de la exposición a la radiación, que solo se hizo evidente tras el cierre del polígono a principios de la década de 1990. El lugar sigue estando muy contaminado y solo se puede acceder a él con ropa de protección. Las imágenes de esta serie se obtuvieron con una cámara infrarroja, lo que sugiere una amenaza igualmente invisible para el ojo humano: la radiación resultante de las explosiones nucleares.

[90] Eddo Hartmann. *The Sacrifice Zone*. Serie fotográfica, 2023, <https://www.eddohartmann.nl/work/sacrifice>

Archivo radiactivo donde el tiempo se sedimenta sobre el territorio. «The Sacrifice Zone», Black Pylon, Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan. Fotografía: Eddo Hartmann, 2022.

[Fig. 37]



Científicos locales emplean esta tecnología infrarroja para evaluar las condiciones actuales de los lugares contaminados. La vegetación verde refleja una cantidad significativa de luz infrarroja, lo que permite un análisis matizado de la salud ambiental. Los diferentes tonos de reflexión ofrecen información valiosa sobre la toxicidad general de este paisaje irradiado. Cabe destacar que el follaje surge como la principal preocupación en estos lugares debido a su absorción de partículas radiactivas de capas más profundas del suelo, lo que lo convierte en un punto focal de posibles peligros ambientales.

La serie fotográfica *Polygon*⁹¹ de Julian Charrière revela el campo de pruebas nucleares de la URSS como un lugar postapocalíptico y violentamente melancólico. Utilizando película analógica en blanco y negro de formato medio para capturar los vestigios restantes del campo de pruebas, documenta el legado arquitectónico del nacimiento de la era atómica. Antes de revelar cada fotografía, se esparcieron estratos termonucleares sobre el negativo, creando puntos de luz que mostraban las fuerzas invisibles que actúan continuamente sobre el paisaje retratado⁹². Exponer la película a material radiactivo destruye un modo de información visual a la vez que añade otro. El resultado es una topografía doblemente sintética. La energía del pasado infecta el presente y seguirá distorsionando el futuro.

Antes de ser reveladas, cada fotografía fue expuesta a estratos termonucleares: partículas radiactivas dispersadas sobre el negativo, generando destellos de luz que evidencian las fuerzas invisibles que continúan actuando sobre el paisaje representado. *Polygon V*, Semipalatinsk Test Site, Kazakhs-tan. Fotografía: Julian Charrière, 2014.

[Fig. 38]



La lógica de exclusión que rodea a las infraestructuras de ensayo nuclear no es fija ni definitiva. A menudo se presenta como una zonificación técnica, científicamente delimitada y políticamente cerrada, pero en realidad estas zonas están sometidas a una negociación continua, moduladas por la presión urbana, el cambio político y los desplazamientos ambientales. A medida que la población sigue creciendo exponencialmente, como en ciudades como Las Vegas, ubicada justo a las afueras del Sitio de Pruebas de Nevada, estas zonas de exclusión se vuelven menos remotas. La comprensión de estos lugares, por lo tanto, tendrá que cambiar a medida que las

[91] Julian Charrière, *Polygon*, Serie fotográfica, 2016, <https://julian-charriere.net/projects/polygon>

[92] Este efecto que la radiactividad produce en la película fue descubierto por primera vez en 1896 por el físico francés Henri Becquerel al almacenar negativos fotográficos y sales de uranio en el mismo cajón oscuro.

ciudades se integren con los «Wastelands-Wilderness».

«Las fronteras de estos sitios de exclusión están en constante movimiento (...) el agua subterránea contaminada dentro del Nevada Test Site se estaba desplazando hacia el borde de la reserva y eventualmente alcanzaría un suministro comunitario de agua.»⁹³

En su ensayo, Galison explora cómo los límites de los espacios contaminados o peligrosos son móviles, geopolíticamente negociables, y cómo los paisajes marcados por pruebas nucleares u otras tecnologías quedan encubiertos bajo la retórica del aislamiento técnico, aunque en realidad están insertos en sistemas urbanos y políticos cambiantes.

Si Baikonur proyecta al futuro, Semipalátinsk acumula pasado. Uno se inscribe en la memoria gloriosa del avance espacial; el otro, en la memoria silenciada de la radiación. Sin embargo, ambos comparten una lógica común: la producción de apariencia política a través de la infraestructura, como señala Nesbit.⁹⁴ En Semipalátinsk, esta apariencia es paradójica; a mayor número de pruebas, más invisible se vuelve el daño. La repetición, en lugar de visibilizar, normaliza.

En Semipalátinsk, la repetición de las pruebas nucleares (con una regularidad casi ritual) no solo buscaba perfeccionar la tecnología de armamento, sino también establecer una condición de normalidad. Cada detonación generaba un cráter, un registro sísmico, una nube, un daño. Pero también generaba una imagen: la imagen de un Estado capaz de controlar la fusión atómica, de disciplinar la materia, de escenificar el poder.

Aquí, la arquitectura de la infraestructura no se presenta como forma, sino como huella: un cráter, una grieta, una mutación genética. Como sugiere Virilio⁹⁵, en los paisajes de prueba la distinción entre naturaleza y tecnología colapsa. El suelo ya no es suelo: es un archivo que guarda la coreografía de las explosiones. La infraestructura moderna está

marcada por una forma de aparición y desaparición simultáneas. Su estética no radica en su monumentalidad sino en su invisibilidad, en su capacidad de integrarse al paisaje y operar desde lo velado. La estandarización, la repetición, la serialidad son las formas en que esta arquitectura se vuelve efectiva, y al mismo tiempo, desaparece.

Si Semipalátinsk representa la cara oculta del testeo, Baikonur es su lado visible y heroico. Construido en 1955, el Cosmódromo de Baikonur fue la principal base de lanzamiento del programa espacial soviético. Desde sus plataformas se lanzó el primer satélite artificial,

[93] Peter Galison y Smudge Studio, «Waste Wilderness: A Conversation Between Peter Galison and Smudge Studio», *Discard Studies*, 26 de marzo de 2014, <https://discardstudies.com/2014/03/26/waste-wilderness-a-conversation-between-peter-galison-and-smudge-studio/>

[94] Jeffrey S. Nesbit, *Spaceport: Technical Lands for Departing Earth*.

[95] Virilio, *A Landscape of Events*.

el Sputnik, y el primer ser humano en el espacio, Yuri Gagarin y una extensa serie de misiones soviéticas tripuladas y no tripuladas. Es un territorio funcional, pero sobre todo un territorio de relato. El testeo aquí no se oculta: se exhibe. Las pruebas de cohetes, las simulaciones, los lanzamientos tripulados, constituyen una coreografía de alta visibilidad reforzando un imaginario de precisión, control y progreso. La infraestructura espacial no se oculta; se monumentaliza. Pero, como señala Nesbit, esto también forma parte de una apariencia cuidadosamente construida. «La infraestructura nacional está velada por la imagen del Estado, el espacio y el deseo»⁹⁶, escribe. La función se disfraza de estética, y la estética, de progreso.

Pero Baikonur también responde a una lógica repetitiva. Las plataformas de lanzamiento, los hangares, las torres de servicio, los sistemas de transporte: todo está diseñado para la secuencia, la reiteración, la replicabilidad. Esta repetición produce una imagen estable, reconocible, exportable. Baikonur es a la vez un lugar singular y un tipo replicable de infraestructura espacial. En su serie *Satellites*⁹⁷ (2006), Jonas Bendiksen, en una célebre hoja de contactos, retrata un satélite estrellado en la estepa kazaja, convertido en juego para niños o pedestal improvisado. La imagen del progreso espacial se degrada aquí en residuo rural, revelando cómo la repetición técnica también produce ruina en los márgenes del antiguo imperio soviético. Lo que debía orbitar termina incrustado en el paisaje, y la utopía tecnológica se transforma en chatarra reapropiada.

El concepto de repetición no es simplemente una cuestión de protocolo. La repetición es una estrategia de inscripción política: permite borrar excepciones, convertir eventos en rutina, y estabilizar un discurso nacional sobre la tecnología. Tanto Semipalátinsk como Baikonur la imagen se multiplica, se formaliza, se estandariza. Esta repetición tiene efectos materiales —cráteres, residuos, trayectorias— pero también simbólicos a medida que se construye un imaginario de eficacia, de dominio y de control. Esto se relaciona con lo que Nesbit llama «elegancia infraestructural». Su elegancia no es solo física, sino también discursiva. La forma y la formación del objeto funcional dependen de su utilidad. Sin embargo, como postula Mark Wigley⁹⁸, la utilidad en esta circunstancia es un término inestable, donde el discurso y la política moldean la capacidad de concebir y hablar sobre cómo o por qué es útil.

Esto se relaciona directamente con la forma arquitectónica, donde la elegancia se incorpora a genealogías completas de tipo y estética. El espacio que se forma y los estilos que emergen se repiten continuamente. La proliferación del discurso sobre un arquetipo o estilo particular reivindica un tipo particular de apariencia arquitectónica. El hecho de que existan argumentos de autosimilitud sobre una construcción material la justifica como objeto de producción cultural.

De este modo, la elegancia infraestructural se vuelve discursiva. Sus apariencias formales y políticas son una desviación estándar entre sí, y sin embargo, se convierten en parte de una cultura material colectiva. Esto se explora a través de dos elementos arquitectónicos: el pozo de ensayos nucleares subterráneos y la torre de lanzamiento espacial.

Toda una tipología de desarrollo nacional, omnipresente y legible gracias a su apariencia fácilmente replicable solo es posible porque la infraestructura existe de diversas maneras particulares. La evolución

[96] Jeffrey S. Nesbit, *Spaceport: Technical Lands for Departing Earth*.

[97] Jonas Bendiksen, *Satellites* (New York: Aperture, 2006).

[98] Wigley, *Resisting the City*.

Pág. siguiente. El negativo muestra una secuencia fotográfica en la región de Baikonur, Kazajistán, donde los restos de cohetes soviéticos son reutilizados como refugios, almacenes o viviendas improvisadas. Hoja de contactos, *Satellites*. Fotografía: Jonas Bendiksen, 2006.

[Fig. 39]



de la infraestructura de los sitios de lanzamiento —ya sea nuclear o espacial— es una forma de descifrar los cambios en el territorio marcados por las configuraciones de los sitios de lanzamiento. Las plataformas y los pozos manipulan la superficie terrestre e influyen directamente en un paisaje cultural. A partir del Tratado de Prohibición Parcial de Ensayos Nucleares⁹⁹ de 1963, que prohibía detonaciones en la atmósfera, se generalizó la ocultación de las mismas por medio de pozos de ensayo. Diseñados como elementos sacrificables, constituían una compleja red técnica perforada de trincheras, túneles de acceso y torres de ventilación.

El ensayo Chagan¹⁰⁰ cambió el paradigma en la concepción de los pozos nucleares. Mientras que el diseño de los primeros pozos buscaba evitar la ruptura del terreno y la liberación de materiales radiactivos bajo la prioridad del *containment*¹⁰¹, se invirtió la lógica diseñando el pozo para provocar un cráter masivo y superficial. El pozo dejó de ser una «cámara sellada» para convertirse en un instrumento moldeador del territorio cuya lógica operacional de repetición perpetuó un paisaje de sacrificio y poder representativo.

Vista aérea del desierto de Nevada, horadado por más de 900 pruebas nucleares subterráneas. Nevada Test Site, EE.UU. Fotografía: Emmet Gowin, 1996.

[Fig. 40]

Primer lanzamiento del cohete Saturno V, Cabo Cañaveral, 30 de octubre de 1961. Fotografía: George Tames, New York Times, October 30, 1961.

[Fig. 41]



Por su parte, al comparar las plataformas de lanzamiento entre 1957 y 1961 en el emplazamiento soviético de Baikonur con las plataformas estadounidenses, encontramos configuraciones de infraestructura significativamente diferentes para la secuenciación de lanzamientos.

Los soviéticos transportaban los cohetes horizontalmente sobre un riel, inclinaban sus torres estructurales y excavaban la plataforma en el suelo, mientras que los estadounidenses los transportaban verticalmente sobre una oruga, las torres se construían completamente verticales y la plataforma se erigía sobre un podio de tierra. La exploración espacial se volvió omnipresente, el programa espacial soviético se convirtió en una burocracia y sus ambiciones perdieron su capacidad cultural para atraer la atención del público. Los sistemas de lanzamiento se convirtieron en infraestructura omnipresente.

[99] Treaty Banning Nuclear Weapon Tests in the Atmosphere, in Outer Space and Under Water (Partial Test Ban Treaty), 1963. *United Nations Treaty Series*, vol. 480, 43.

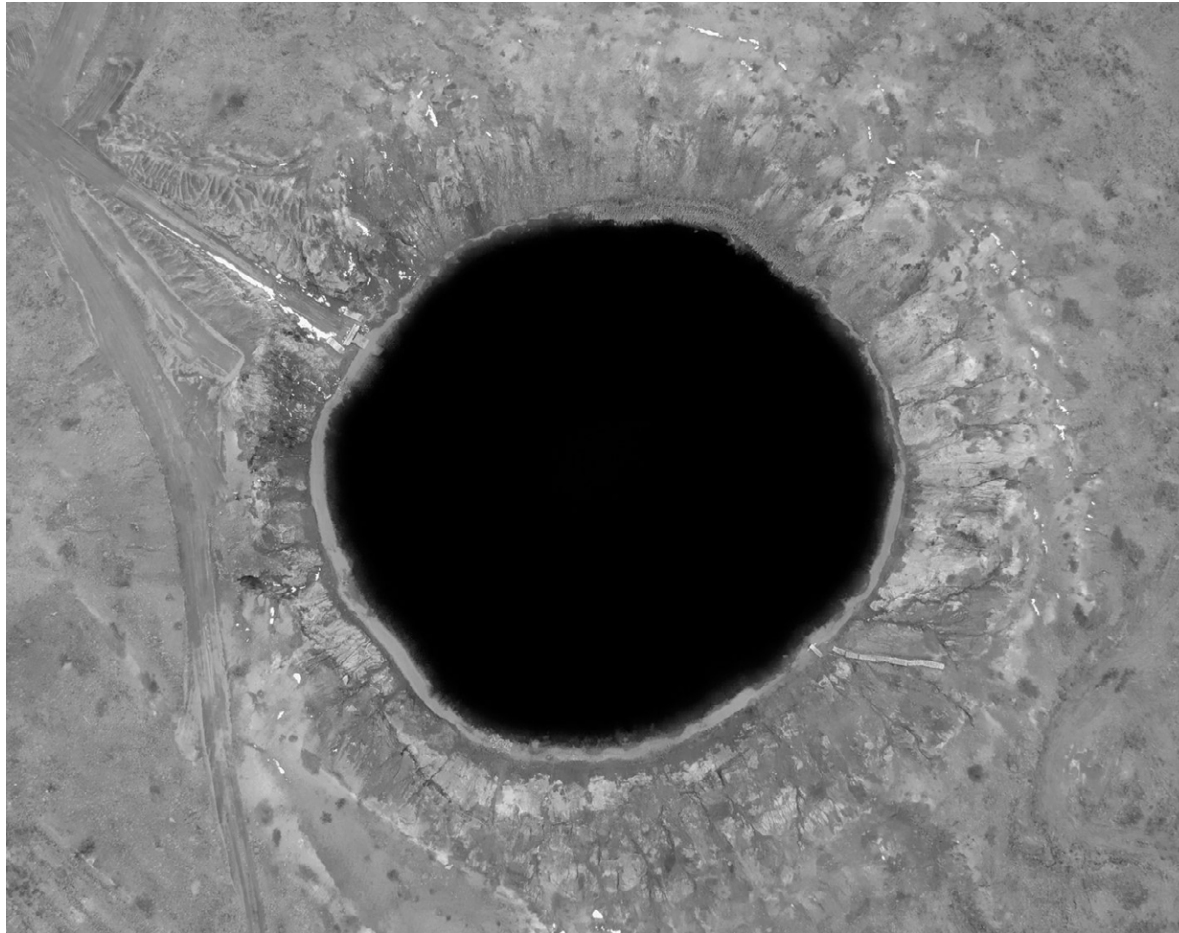
[100] Chagan fue parte del programa soviético «Explosiones Nucleares para la Economía Nacional», inspirado en el *Project Plowshare* estadounidense, 1965

[101] Peter Galison y Robb Moss, *Containment*, documental, 81 min. (Estados Unidos: The Independent Television Service, 2015)

Paul Virilio habló de un «paisaje de eventos»¹⁰² para referirse a aquellos territorios donde el espacio ha sido sustituido por el tiempo, donde lo que ocurre es más importante que lo que existe.

En Semipalátinsk y Baikonur, el territorio no es un soporte pasivo, sino un dispositivo activado por la sucesión de pruebas, no solo tecnológicas, sino de evolución tipológica. Cada prueba actualiza el paisaje y la infraestructura, lo reactiva, lo reinscribe. Esta condición convierte al territorio en archivo operativo para el aprendizaje sobre la instrumentalización.

●○



[Fig. 42]

«The Sacrifice Zone», Calibration, Semipalatinsk Test Site, Kazakhstan.
Fotografía: Eddo Hartmann, 2019.



[Fig. 43]

«The Poetic Impossibility to Manage the Infinite», Space simulation chamber WSA/TVA, Germany.
Fotografía: Edgar Martins, 2012.

3.4. Infraestructuras logísticas: vigilancia y control encubierto en los corredores de intercambio y poder

Las conexiones logísticas e infraestructurales del territorio con su interior comprimen el espacio comprendido entre éste y el entorno urbano, conectando lugares de extracción, transporte y consumo. La tendencia del capital apunta a superar las barreras geográficas mediante la reorganización temporal del territorio mismo.¹⁰³ El pensamiento logístico introduce orden y control en un territorio cuya lógica evolutiva se rige por la velocidad y la fluidez, gestionando la circulación e intercambio de personas, bienes e información por todo el planeta.

El estudio de los paisajes emparejados de producción y consumo generan un marco espacial intermedio, a menudo comprendido en términos de invisibilidad y fluidez, que, como propone Doreen Massey¹⁰⁴, revela que el espacio no es un simple telón de fondo, sino una construcción relacional constituida por las interacciones entre múltiples trayectorias en tensión. La estética abstracta, omnipresente y repetitiva de la «interfaz» se encuentra diseñada para extenderse potencialmente a toda la superficie del planeta imponiendo un orden territorial que influye de una manera latente en la estructura de la sociedad. El gran logro estético y conceptual logra ocultar la complejidad transmitiendo el mensaje de buen funcionamiento de los recursos disponibles mientras que estimula las aspiraciones de dominación del territorio y el tiempo. La versión perfeccionada de los puntos de consumo y el orden visual de la modulación intermedia sugiere que no existe alternativa posible que no sea la mejora evolutiva continua del sistema.

Es precisamente esta reducción de la complejidad en el transporte lo que permite la domesticación y la toma de control del imaginario colectivo, de los recursos naturales y de los paisajes sociales.¹⁰⁵ Los paisajes recíprocos¹⁰⁶ que conforman la necesidad de este orden son inseparables de aquellos remotos que los alimentan. El enfoque arrojado por Jane Hutton se vuelve incompleto si solo analizamos y diagnosticamos al emisor y receptor de esta gran red de intercambio. Entre ambos puntos existen territorios intermedios —zonas de paso, fricción y control— que, aunque invisibilizados en los discursos hegemónicos sobre eficiencia y conectividad, son cruciales para entender el impacto total de la logística en la organización del territorio contemporáneo. El control del territorio intermedio anticipa su posesión a través de redes logísticas de circulación.¹⁰⁷

La larga historia de la logística es, no por casualidad, la columna vertebral de las guerras, la trata de esclavos, el despojo indígena, los legados coloniales, los marcos regulatorios, las transformaciones socioecológicas y las formas de extracción. Así, la logística ha convertido el mundo en una superficie estandarizada de intercambio, donde cada movimiento es calculado, monitorizado y, en caso necesario, recalibrado. El espacio se monitoriza y reorganiza bajo los principios de lo productivo y lo funcional, y cualquier desviación es vista como una anomalía que debe ser corregida. En su avance silencioso, la logística no solo transforma los territorios, sino también las formas de vida que en ellos habitan.

[103] David Harvey, *The Condition of Postmodernity: An Enquiry into the Origins of Cultural Change* (Oxford: Blackwell, 1989).

[104] Doreen Massey, *For Space* (London: SAGE Publications, 2005).

[105] Marina Otero, «Logistics: Marshaling Material Movements», en *Work, Body, Leisure*, catálogo de la Bienal de Arquitectura de Venecia (Rotterdam: Het Nieuwe Instituut, 2018).

[106] Jane Hutton, *Reciprocal Landscapes: Stories of Material Movements* (New York: Routledge, 2019).

[107] Paul Virilio, *Speed and Politics: An Essay on Dromology*. Traducido por Mark Polizzotti. Nueva York: Semiotext(e), 1986 [1977].

Pág. siguiente. Ausaji Kite 31 y traza del TAPLine. Arabia Saudita. *An Unexpected Commemoration of the Tapline*. Fotografía: David Kennedy, 2017.



La visión del territorio como artefacto de flujo y control adquiere una mayor dimensión cuando se atiende al papel de la logística como infraestructura bélica y de dominación. Deborah Cowen, en *The Deadly Life of Logistics*¹⁰⁸ (2014), advierte que la logística ha dejado de ser un mero proceso técnico para convertirse en una doctrina de guerra. Las rutas de distribución ya no se entienden únicamente como infraestructuras civiles y de intercambio, sino como corredores de seguridad, sujetos a vigilancia intensiva, control militar y excepciones jurídicas. En este marco, la cadena de suministro se configura como una zona de conflicto deslocalizado, donde los derechos laborales, los marcos legales y las formas de soberanía se flexibilizan en favor del movimiento sin fricción del capital. La infraestructura logística abandona su carácter técnico para convertirse en un régimen de gobernanza que garantiza el flujo ininterrumpido de capital, recursos y poder.

Esta visión de la logística como arquitectura de guerra no es una condición reciente, sino que tiene raíces profundas en la configuración territorial moderna. Como muestra Jeffrey S. Nesbit en el capítulo *Speed and the Appearance of Rationality*¹⁰⁹, el sistema de autopistas interestatales de EE. UU., comúnmente entendido como infraestructura de movilidad civil, fue concebido inicialmente como una red estratégica de defensa militar. El diagrama superpuesto revela la alineación entre las principales rutas de tráfico militar y el emergente sistema de carreteras interregionales. Lo que parecía un gesto técnico de conectividad nacional era, en realidad, una forma de diseño territorial basada en el control, la velocidad y la redundancia estratégica. En palabras del autor «las torres de servicio de los complejos de lanzamiento funcionan como una agenda política discursiva que produce éxito tecnológico alineado con el nacimiento del sistema nacional de autopistas de defensa»¹¹⁰. Las autopistas se presentan así como extensiones del espacio técnico, capaces de articular bases, fábricas, silos y complejos de lanzamiento bajo la apariencia de infraestructura neutra.

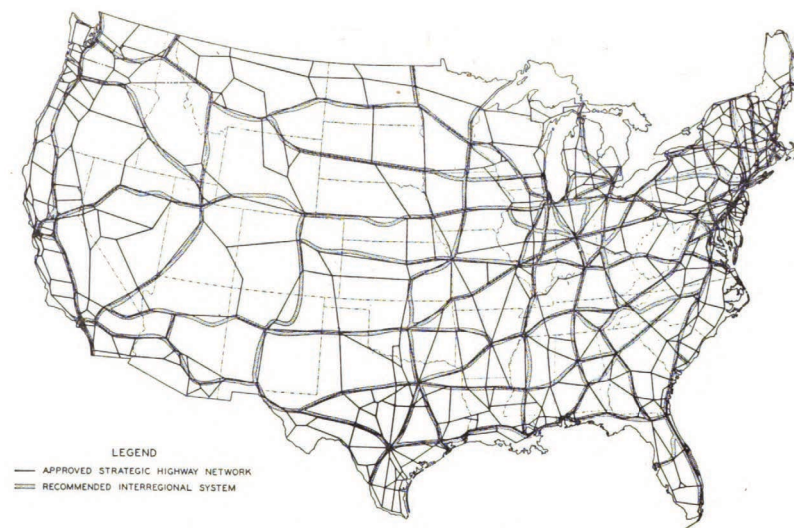
[108] Deborah Cowen, *The Deadly Life of Logistics: Mapping Violence in Global Trade* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 2014).

[109] Jeffrey S. Nesbit, *Spaceport: Technical Lands for Departing Earth*.

[110] Jeffrey S. Nesbit, «The Case of the Defense Highway and Space Complex,» en *ACSA 107th Annual Meeting Proceedings* (2019)

La fotografía muestra la repetición casi infinita de unidades extractivas en el yacimiento petrolero de Belridge. «Oil Fields #19ab», Belridge, California, USA. Fotografía: Edward Burtynsky, 2003.

[Fig. 45]



[Fig. 46]

Diagrama superpuesto del sistema de Carreteras Interregionales con la red estratégica de las principales rutas de tráfico militar de Estados Unidos, aprobado por el Secretario de Guerra de EE. UU. el 15 de mayo de 1941.

Paul Edwards describió su noción de *closed world*¹¹¹ como un discurso vinculado a la vigilancia global y al control mediante el poder militar de alta tecnología. No se trata de una condición geográfica, sino una representación artificial del planeta como espacio observable, mensurable y controlable desde centros de mando remotos. El mundo cerrado, por tanto, incluye no solo los espacios sellados y claustrofóbicos que marcan metafóricamente su clausura, sino todo el campo circundante en el que se desarrolla el drama.

Desde su dimensión arquitectónica y normativa, Marina Otero¹¹² aborda la manifestación física de estas formas de control mediante el auge de las infraestructuras técnicas aparentemente neutras. Almacenes automatizados, centros de datos, hubs de distribución y zonas francas portuarias constituye una nueva tipología arquitectónica diseñada para operar sin fricción territorial. Pero la realidad tras esta abstracción formal es una reorganización del suelo, la reconfiguración de las leyes del trabajo y la transformación del rol del Estado al servicio de un protocolo espacial.

Aunque las lecturas de Deborah Cowen y Marina Otero apuntan a una visión contemporánea de la logística como forma de gobierno y control este pensamiento ya operaba como régimen político mucho antes del auge de la automatización. Las diferentes transiciones energéticas del siglo XX solo supusieron una reconfiguración de las infraestructuras de poder. Timothy Mitchell, en *Carbon Democracy*¹¹³, muestra cómo el paso del carbón al petróleo reorganizó radicalmente las

[111] Edwards, *The Closed World*.

[112] Marina Otero Verzier, «Logistics», *AA Files*, no. 76 (2019): 118–21, <https://www.jstor.org/stable/27124587>

[113] Timothy Mitchell, *Carbon Democracy: Political Power in the Age of Oil* (Londres: Verso, 2011).

condiciones materiales de la política. Mientras el carbón exigía una extracción colectiva y facilitaba la organización obrera, la fluidez del petróleo canalizado permitió desplazar el conflicto, diluir la resistencia y concentrar el control. La energía dejó de ser un lugar de encuentro y negociación para convertirse en un flujo distante, silencioso y vigilado. Así, la logística no emergió como respuesta técnica, sino como estrategia anticipada de gobierno para aislar los focos de disenso y asegurar el movimiento constante del capital a través de corredores cada vez más blindados.

En el caso del repositorio geológico de Yucca Mountain o el sitio WIPP, el impacto no-local del proyecto se manifiesta en la evacuación nacional de materiales nucleares. Camiones que transportan residuos transuránicos recorren autopistas designadas. Las rutas están altamente reguladas; los conductores deben tener cientos de miles de kilómetros de experiencia solo para postularse. Tras pasar por un proceso de selección y entrenamiento, trasladan los residuos desde Rocky Flats, Oak Ridge, el Savannah River Site, el Idaho National Laboratory, el Hanford Site y el Los Alamos National Laboratory —en total, veintidós instalaciones generadoras de residuos nucleares.¹¹⁴

Esta lógica de evacuación logística —camuflada de civil— de residuos se extiende también a otros proyectos como el repositorio geológico de Yucca Mountain. El mapa elaborado por el Departamento de Energía de EE. UU. titulado *Representative Transportation Routes to Yucca Mountain*¹¹⁵ recoge las rutas previstas para el transporte de residuos nucleares de alto nivel desde múltiples puntos del país —Rocky Flats, Oak Ridge, Hanford, Los Alamos— hacia los repositorios de almacenamiento. Al igual que en el caso del WIPP descrito por Peter Galison¹¹⁶, estas rutas forman una infraestructura logística securitizada, de escala nacional, que articula una política del residuo basada en el control del movimiento, la excepcionalidad legal¹¹⁷ y la invisibilización territorial.

Actuando por debajo de la superficie¹¹⁸, la logística emplea su capacidad para establecer un nuevo régimen de control de fondo, una lógica latente que reorganiza el espacio y el comportamiento territorial desdibujado por una apariencia neutra y abstracta encubierta por el vacío que la acoge. Como advierte Keller Easterling, la infraestructura opera no solo como soporte técnico, sino como medium político, normativo y estético. Su poder reside en su invisibilidad activa, en su capacidad para convertirse en entorno sin levantar sospecha, naturalizando sus efectos a través del orden que impone. Frente a esta vocación de transparencia y eficiencia, ciertos discursos visuales contemporáneos han asumido la tarea de fracturar esa superficie pulida, revelando las capas de violencia, control y vigilancia que la sostienen. Desde distintos lenguajes y aproximaciones, algunos fotógrafos han emprendido esta tarea de contra-cartografía, poniendo en escena las formas materiales del poder logístico y las geografías remotas donde se despliega.

Fracturar la superficie de la logística implica observar aquello que ha sido cuidadosamente apartado del encuadre. Las imágenes que operan en este terreno no buscan documentar, sino interrogar: ¿cómo se construye la apariencia de lo neutro? ¿cómo se controla lo altamente vigilado? ¿qué geografías y cuerpos sostienen la fluidez de lo logístico? En este ejercicio de desplazamiento visual, el paisaje deja de ser fondo para convertirse en evidencia.

[114] Nesbit, «The Case of the Defense Highway and Space Complex»

[115] U.S. Department of Energy. *Final Environmental Impact Statement for a Geologic Repository for the Disposal of Spent Nuclear Fuel and High-Level Radioactive Waste at Yucca Mountain, Nye County, Nevada*. DOE/EIS-0250. Washington, D.C.: U.S. Department of Energy, Office of Civilian Radioactive Waste Management, February 2002.

[116] Galison y Moss, *Containment*.

[117] La red de autopistas interestatales de EE. UU. no es originalmente una infraestructura civil, sino una infraestructura logística-militar que adoptó forma civil.

[118] Easterling, *Extrastatecraft*.

Desde los cielos de los sistemas de distribución hasta las líneas de fuga que dibujan las bases de control ocultas, la fotografía ha tomado parte activa en esta contra-narrativa que busca interrumpir la estética de la fluidez propia del régimen logístico. Edward Burtynsky, a través de sus tomas aéreas de oleoductos y campos petrolíferos, revela en la serie *Oil*¹¹⁹ cómo las geometrías del capital transforman la superficie terrestre en patrones abstractos. Sus imágenes de escalas imposibles y cromatismos sintéticos documentan la violencia geológica de la infraestructura. Lo que en los mapas de aquel 11 de junio de 1945¹²⁰ aparecían como líneas limpias y conexiones eficientes, en sus fotos se revela como la manipulación del discurso de una zona intermedia que únicamente pertenece a legislaciones de excepción.

A esta exposición de lo visible, Trevor Paglen¹²¹ suma la captura de lo oculto. Su trabajo se adentra en los espacios donde la logística se funde con el espionaje, la seguridad y la vigilancia. Cables, satélites de vigilancia, centros de control y bases militares aparecen en sus imágenes como manifestaciones de una infraestructura paralela a la infraestructura logística que, aunque ausente en los relatos dominantes, es fundamental para el mantenimiento del orden global. Paglen hace visible lo que ha sido deliberadamente invisibilizado por los regímenes de seguridad. Su trabajo demuestra que los corredores logísticos no son neutrales ni pasivos, sino altamente controlados y militarizados, lo que refuerza los planteamientos de Deborah Cowen sobre la logística como doctrina de guerra. La fotografía, aquí, se convierte en una herramienta para reinsertar el conflicto en un discurso que lo oculta.

[119] Edward Burtynsky, *Oil* (Göttingen: Steidl, 2009).

[120] LIFE, «Middle East Oil»

[121] Trevor Paglen, «Invisible Images: Your Pictures Are Looking at You», *Architectural Design* 89, no. 1 (2019): 22–27.

Fotografía de visión nocturna del observatorio de Sugar Grove, West Virginia. Oculta en una zona de exclusión radiofónica, esta instalación recopila comunicaciones satelitales fuera del alcance legal ordinario. «They Watch The Moon». Fotografía: Trevor Paglen, 2010.

[Fig. 47]



En otro registro, el trabajo de Richard Mosse¹²² transforma la atmósfera en territorio de control. Empleando cámaras infrarrojas diseñadas originalmente para uso militar, Mosse capta conflictos bélicos, infraestructuras ocultas y paisajes contaminados en una gama cromática que subvierte la expectativa documental. Esta distorsión cromática —aparentemente estética— nos remite directamente a las formas en que el poder logístico se desliza bajo el umbral de lo visible. El trabajo captura los desplazamientos que realizan los refugiados y migrantes a través de Oriente Medio, el norte de África y Europa con una nueva tecnología armamentística de vigilancia que detecta un cuerpo humano a 30,3 km de distancia. Tal y como Mosse describe en su ensayo, la cámara lleva implícita cierta violencia estética, que deshumaniza al sujeto. A través de una alusión directa y metafórica a la vigilancia de fronteras, la utilización de una cámara militar representa un intento por revelar su lógica interna: un intento de ver lo que ven aquellos que controlan estos corredores de poder.

Captura térmica de personas refugiadas en un campo de migrantes en Europa. Utilizando una cámara militar de infrarrojo medio se hace visible el régimen de vigilancia aplicado a los movimientos migratorios y la gestión securitaria de la frontera europea. Fotografía: Richard Mosse, 2017.

[Fig. 48]



Como plantea Marina Otero, las infraestructuras logísticas han operado como tecnología profundamente entrelazada con los proyectos modernos, coloniales e imperialistas. Sus mecanismos de representación reclaman la superioridad de la construcción mental sobre el mundo socio-material, y conducen a la subestimación de los conflictos urbanos al ignorar la escala en la que se despliega la complejidad humana y social. Esta simplificación de la realidad, sin embargo, es precisamente lo que permite la domesticación y el control del imaginario colectivo, de los recursos naturales y de los paisajes sociales. Entre las trazas milenarias de antiguos dispositivos territoriales como los Ausaji Kite, se inscribió el Tapline para transportar el petróleo desde los yacimientos saudíes hasta el

[122] Richard Mosse, *Incoming* (London: Barbican Art Gallery, 2017).

puerto mediterráneo de Sidón. Las imágenes del sobrevuelo filmadas por David Kennedy¹²³ ponen en evidencia la superposición de formas de ocupación de un territorio cuya tecnificación fue abandonada en un periodo de tiempo más fugaz que aquellas estructuras sobre las que colonizó. El registro simultáneo de ambas formas de instrumentalización del paisaje cuestiona la neutralidad del trazado logístico. En su superposición, se desdibuja el discurso de un mapa energético basado en la necesidad del recurso dentro de un territorio vacío, sino que muestra un relato de desplazamientos. Las piedras de los kite dispuestas por comunidades para organizar el entorno según una economía de subsistencia quedan desbordadas por el austero gesto lineal expresión del movimiento continuado de flujo y capital. Mientras distribuyen y redistribuyen constantemente a través de lugares y sistemas distantes, los sistemas logísticos tienden a diluir la localidad y la diversidad.

¿Podríamos diseñar sistemas que, en lugar de buscar la generalización, la estandarización y la homogeneidad, fueran capaces de acoger articulaciones contingentes y formas de diferencia y diversidad?

Las infraestructuras logísticas que operan en los «corredores de poder» existentes podrían servir de soporte para otras nociones de movimiento no inscritas en el paradigma modernista de la eficiencia y la velocidad. Estas nuevas nociones de movimiento podrían diseñarse para la redistribución equitativa del valor, como una forma de cuidado. En lugar de evitar o rechazar la logística, deberíamos exponer su política e instrumentalizar sus formas para intervenir en los regímenes que sostiene. Las arquitecturas en las que se apoyan estas formas de intercambio —almacenes, hubs, puertos, astilleros o contenedores— permiten su apropiación y rediseño abriendo la posibilidad de diseñarse bajo otras lógicas que desestabilicen el statu quo actual.

¿Es la logística decolonial una imposibilidad conceptual? Si, como sostiene Marina Otero, el medio logístico ha sido fundamental para la formación de proyectos modernos, coloniales e imperialistas, entonces, al entender la logística como un proyecto tanto infraestructural como político, ¿podría ser reutilizada para su impugnación?¹²⁴

●○

[123] David Kennedy, "The Archaeology of the Arabian Gulf and the West: Aerial Archaeology and the Search for Kites and Other Structures," *Arabian Archaeology and Epigraphy* 21, no. 2 (2010): 133–69.

[124] Marina Otero Verzier, *Logistics*.



[Fig. 49]
 Oil Refineries #23, Oakville, Ontario, Canada.
 Fotografia: Edward Burtynsky, 1999.



[Fig. 50]
 Still from *Incoming*,
 Fotografia: Richard Mosse, 2014–2016.

3.5. Infraestructuras de tiempo profundo: la gestión de lo invisible

La extirpación perpetua de partes de la Tierra —con fines de santificación o expoliación— altera una característica central del ser humano, presentándonos en una relación diferente con el mundo físico y planteando preguntas irreductibles sobre quiénes somos cuando la tierra puede clasificarse, para siempre, como no apta para los humanos. Peter Galison aborda la especulación sobre estos sitios inaccesibles, centrándose en los que denomina «nuclear wasteland» y «pure wilderness»^[125]. Como se suele entender, estas designaciones son opuestas; pero cuando convergen las reservas naturales en territorios nucleares desmantelados, solemos describir esta circunstancia como paradójica.

«Hemos creado un mundo con materiales nucleares que obliga a pensar en él. (futuro)»^[126]

En una conversación con Smudge Studio, Galison llegó a afirmar, con cierta ironía, que «tal vez, si haces que un lugar sea ligeramente radiactivo, podrías evitar que construyan complejos de apartamentos sobre él.»^[127] Más allá de su tono especulativo, la frase revela una intuición provocadora. La toxicidad puede operar como barrera involuntaria de preservación, impidiendo el avance del capital inmobiliario allí donde otras estrategias de conservación fracasan. En este cruce paradójico, el residuo protege lo que de otro modo sería urbanizado, desdibujando los límites entre lo inhabitable y lo sagrado.

Pero ¿qué ocurre cuando estas tierras se convierten en zonas de exclusión a largo plazo? En el caso del almacenamiento de residuos radiactivos, la planificación deja de responder a una lógica humana y se adentra en la escala del tiempo profundo, donde las decisiones deben proyectarse no a décadas, sino a milenios. Los desechos nucleares que hoy se encapsulan en repositorios como Asse II, Yucca Mountain, WIPP u Onkalo permanecerán activos más allá del tiempo de vida de cualquier civilización contemporánea. La gestión de estos espacios implica imaginar futuras sociedades desconocidas, que podrían redescubrir estos depósitos sin comprender su peligro.

Uno de los mayores desafíos de estas infraestructuras de tiempo profundo es la comunicación intertemporal. En 1981, la Academia Nacional de Ciencias de EE. UU. convocó un comité de expertos para determinar cómo advertir sobre la peligrosidad de estos lugares a sociedades futuras. Se propusieron soluciones tan diversas como inscripciones multilingües, símbolos universales, estructuras arquitectónicas monumentales^[128] o la creación de mitologías transmitidas intergeneracionalmente como advertencias cifradas para el futuro. Sin embargo, Peter Galison señala que toda advertencia está sujeta a la erosión del tiempo, a la reinterpretación o a la simple desaparición. La pregunta persiste: ¿Cómo asegurar que en 10.000 años estos lugares sigan siendo reconocidos como inaccesibles?

El caso de Yucca Mountain ejemplifica esta incertidumbre. Originalmente diseñada para un aislamiento de 10.000 años. Las proyecciones científicas sobre la longevidad de la radiactividad

[125] Kruse y Galison, «Waste-Wilderness»

[126] Galison y Moss, *Containment*.

[127] Galison, «Waste-Wilderness».

[128] Peter Galison, «Landmarks of Warning», en el libro *Secrecy* (Cambridge, MA: MIT Press, 2010).

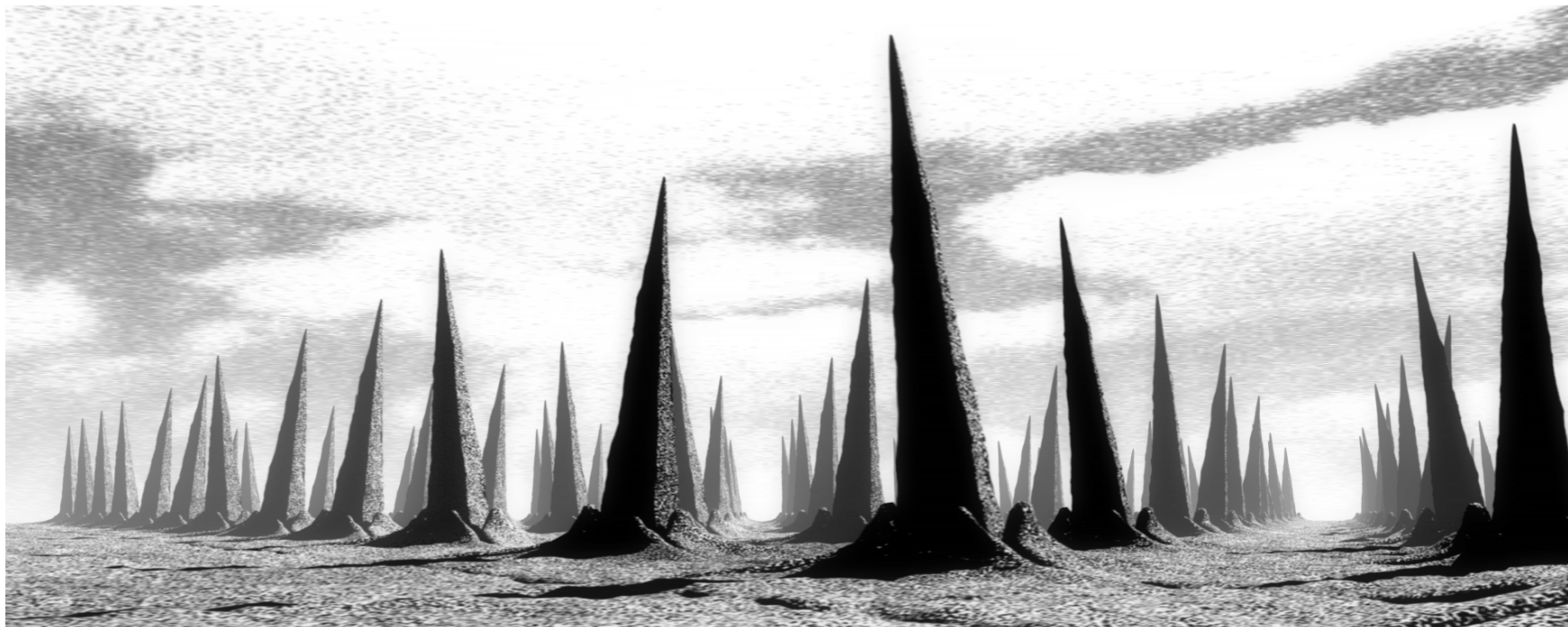
Pág. siguiente. Vista hacia el sur por la falla del Cañón Solitario con la montaña Yucca al este y el cono de ceniza de Lathrop Wells al oeste, a unos 15 km del límite del depósito. Yucca Mountain, Nevada National Security Site, EE.UU.



Nos enfrentamos al problema de cómo advertir al futuro lejano sobre los residuos nucleares que hemos enterrado, pero ¿cómo hacerlo? ¿Cómo imaginar las amenazas a largo plazo para estos sitios? ¿Qué tipo de monumentos se pueden construir? ¿Podrían las historias o leyendas proteger a nuestros descendientes? Peter Galison, Rob Moss. *Containment*, 2015.

[Fig. 52]

forzaron a los reguladores a extender la escala de responsabilidad a 1.000.000 de años. Este cambio no solo desafió los límites de la planificación política y técnica, sino que también reformuló el concepto de responsabilidad: ¿Ante qué generación respondemos, si en ese horizonte temporal ni siquiera podemos asegurar que quienes habiten la Tierra sean «nosotros»? Como señala Galison, «Nos preguntamos cómo comunicarnos con nuestros descendientes, pero, en 10,000 años, ¿seremos nosotros de nuestra propia especie?»¹²⁹



Un ejemplo especialmente revelador de los límites de este modelo es la mina Asse II, en Baja Sajonia, una antigua mina de sal convertida en almacén de residuos nucleares de baja y media actividad durante la Guerra Fría. Entre 1967 y 1978 se depositaron allí más de 125.000 barriles radiactivos. Aunque se pensó como una solución «segura» aprovechando la estabilidad geológica de la sal, décadas después se detectaron filtraciones de agua que comprometen la integridad del sellado. El caso Asse II expone la fragilidad de estas promesas técnicas. Lo que debía permanecer inmutable durante milenios comenzó a descomponerse en apenas cuarenta años. Las operaciones actuales consisten en intentar extraer los residuos con extrema precaución, sin una solución definitiva a la vista, y con enormes costes económicos, sociales y ecológicos. La mina revela así los límites de imaginar el tiempo profundo sin asumir la contingencia del presente. La gestión de estos residuos nos enfrenta así a un dilema ontológico y temporal sin precedentes.

El documental *Into Eternity*¹³⁰ resalta la ironía en la que los diseñadores de Onkalo no pueden predecir cómo será la humanidad en el futuro, pero deben tomar decisiones para protegerla. La película plantea el dilema de construir advertencias que puedan ser comprendidas por futuras civilizaciones y la imposibilidad de anticipar qué lenguaje, simbología o estructuras arquitectónicas serán inteligibles en un millón de años. Al igual que Galison, *Into Eternity* evidencia que cualquier intento de comunicación con el futuro es una apuesta especulativa que podría ser malinterpretada o, peor aún, ignorada. A diferencia de

[129] Galison y Moss, *Containment*.[130] Michael Madsen, dir. *Into Eternity: A Film for the Future*, documental, 75 min., Dinamarca: Magic Hour Films, 2010.

otros documentales más técnicos, esta película enfatiza el carácter casi místico del proyecto y la insignificancia de la humanidad en la escala del tiempo geológico.

Uno de los aspectos más desconcertantes de la radiactividad es su invisibilidad. A diferencia de otras formas de contaminación, los residuos nucleares no emiten señales perceptibles para los sentidos humanos. No tienen olor, color o textura que adviertan su presencia inmediata. Como señala el documento, la radiactividad existe en un umbral entre lo visible y lo invisible, lo que complica su gestión tanto en el presente como en el futuro. Peter Galison sugiere que la comprensión del residuo nuclear cambia radicalmente cuando dejamos de hablar de él en abstracto y lo enfrentamos en su dimensión física.

«Nuestro sentido cambia al ver tanques de un millón de galones llenos de desechos nucleares»¹³¹, afirma, señalando que esta materialización no solo hace visible el riesgo, sino que también lo proyecta hacia una esfera metafórica y ontológica. Mientras el residuo permanece invisible o es referido vagamente —«está almacenado en algún lugar»—, su amenaza se diluye y se transforma en un problema ajeno, sin cuerpo ni agencia. Solo al visualizar su volumen, densidad y escala, la abstracción se convierte en presencia, y la indiferencia en responsabilidad.

En esta tarea, el trabajo fotográfico de Smudge Studio¹³² —formado por Jamie Kruse y Elizabeth Ellsworth— resulta clave. En sus series sobre residuos nucleares, documentan paisajes aparentemente anodinos donde se almacenan toneladas de material radiactivo. Lejos del sensacionalismo, sus imágenes optan por una estética contenida que obliga a mirar dos veces al paisaje. Esta estrategia visual revela la dificultad de identificar el peligro en el paisaje cotidiano y activa una tensión entre superficie e infraestructura. Comprender significa reconocer que estas cosas tienen, como diría Bertolt Brecht¹³³, un nombre y una dirección. Dado que los residuos a menudo se ocultan —o se asientan en condados escasamente poblados— es crucial visibilizar el problema. Mientras estos problemas sigan siendo abstracciones nebulosas, permanecerán fuera de la vista y mente.

Para hacer frente a esta invisibilidad, los proyectos de almacenamiento nuclear han intentado materializar el peligro a través de señales, estructuras o intervenciones en el paisaje. Sin embargo, esto no resuelve el problema fundamental: la radiactividad es una amenaza que no se percibe hasta que ya ha causado daño. Esta dificultad llevó a los diseñadores de repositorios como WIPP a considerar la construcción de enormes monolitos, trincheras o estructuras

[131] Galison y Moss, *Containment*.[132] Jamie Kruse y Elizabeth Ellsworth. *Making the Geologic Now: Responses to Material Conditions of Contemporary Life*. New York: Punctum Books, 2012.[133] Bertolt Brecht, *Kriegsfiabel* (Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1955).

Imagen fija del video de dos canales que documenta el transporte de residuos nucleares manejados a distancia a lo largo de la carretera interestatal de Nuevo México (US Hwy 285). «Digital Stills» Look only at the movement. Smudge Studio, 2013.

[Fig. 53]



geométricas que, incluso sin contexto cultural, transmitieran un mensaje de peligro. Pero como advierte Galison, cualquier intento de traducir el riesgo en una forma material está condenado a depender de su interpretación cultural y tecnológica en el futuro.

La paradoja es evidente: cuanto más se oculta la radiactividad para evitar la exposición, más difícil es recordar su existencia. El mismo principio de contención que protege, oculta. Vale la pena subrayar que los residuos no son invisibles solo por su naturaleza física o por nuestra renuncia a pensar en lo descartado, sino porque son ubicados en comunidades marginadas, alejadas de los centros de decisión política y mediática. La radiactividad no se distribuye de manera uniforme; sus riesgos recaen desproporcionadamente sobre quienes tienen menos capacidad para oponerse a su presencia. Como ocurre con otros desechos industriales y peligrosos, la lógica del *not in my backyard*¹³⁴ (NIMBY) traslada estos residuos a regiones de bajo poder político, asegurando que permanezcan fuera del debate público.

También hay otras maneras de visibilizar la situación. Nuevos mapas muestran la distribución de plásticos, compuestos orgánicos o materiales nucleares. Estos mapas permitirían conocer mejor las dimensiones y formas de los objetos, como la sonda de radón que atraviesa Pensilvania. Este tipo de información puede alertar a la gente sobre la instalación del equipo adecuado para detectar su presencia y comprender los riesgos ambientales a largo plazo.

A diferencia de los depósitos de residuos convencionales, los sitios nucleares suelen estar sujetos a regulaciones estrictas y, en muchos

[134] La expresión *Not In My Backyard* (NIMBY) describe la oposición vecinal a la instalación de infraestructuras o proyectos que, aunque socialmente necesarios —como vertederos, centrales eléctricas o cárceles—, se rechazan cuando afectan al entorno inmediato de una comunidad. El término se popularizó en los años ochenta en el ámbito anglosajón para señalar la tensión entre el interés colectivo y el rechazo local a los impactos ambientales o sociales de dichas infraestructuras.

casos, a la clasificación de información. Durante la Guerra Fría, la proliferación de instalaciones nucleares se vio acompañada por un fuerte control del conocimiento. Hoy en día, muchas de estas infraestructuras han sido olvidadas o deliberadamente borradas del registro público, ya sea para evitar la alarma social o para impedir la apropiación de material radiactivo. En palabras de Galison, la toxicidad de estos lugares no es solo un problema físico, sino también epistemológico: lo que no se ve y no se conoce, no se gestiona adecuadamente.¹³⁵

Este dilema entre memoria y olvido es abordado en el documental *Containment*¹³⁶, donde se evidencia una profunda contradicción: se invierten enormes cantidades de recursos y reflexión en diseñar advertencias para generaciones futuras que ni siquiera conocemos, mientras que a las comunidades actuales apenas se les informa sobre los peligros de estas infraestructuras. En una de las entrevistas del documental, un residente del condado de Burke, donde se encuentran depósitos nucleares, destaca la falta de información para quienes hoy viven junto a estos lugares. Mientras el futuro es un campo de especulación repleto de advertencias, el presente está marcado por el secretismo.

Algunos territorios estadounidenses, como partes de Washington, Idaho, Georgia, Florida, Ohio o Nueva York, han sido oficialmente descritos por el propio Pentágono como zonas de sacrificio nacional. No serán descontaminadas, sino preservadas como ruinas activas, como monumentos involuntarios a la lógica armamentística que las generó. Esta aceptación explícita del daño irreversible no solo transforma el paisaje físico, sino también el marco jurídico y simbólico: obliga al derecho a operar en horizontes de 10.000 años o más, e instala una política de la renuncia. Son territorios donde ya no se plantea la recuperación, sino la administración del residuo como forma de memoria tóxica.

[135] Kruse y Galison, «Waste-Wilderness»

[136] Galison y Moss, *Containment*.

Interior del sistema de galerías subterráneas del repositorio geológico profundo de Onkalo, destinado al almacenamiento de residuos nucleares de alta actividad excavado a más de 400 metros bajo la superficie de la isla de Olkiluoto, Finlandia, 2021.

[Fig. 54]



Secrecy (2008), demuestra cómo la falta de acceso a la información impide la toma de decisiones informadas por parte de las comunidades afectadas.¹³⁷ La toxicidad de estos sitios no es solo física, sino también epistemológica: la información sobre ellos está restringida, lo que dificulta su fiscalización y el debate público sobre su gestión. El caso de Chernóbil, analizado por Adriana Petryna en *Life Exposed*¹³⁸ (2002), ilustra cómo la gestión del riesgo nuclear no solo depende de la infraestructura, sino también de la información disponible. Petryna documenta cómo los supervivientes del desastre de 1986 quedaron atrapados en un sistema burocrático que, al mismo tiempo que minimizaba los efectos de la radiación, exigía pruebas médicas que las víctimas no podían proporcionar. La incertidumbre científica sobre los efectos de la radiación —tanto inmediatos como a largo plazo— permitió a las autoridades manejar la narrativa del desastre de manera opaca, dejando a los afectados en una lucha constante por el reconocimiento de su condición. Petryna muestra cómo esta combinación de secretismo y ambigüedad creó una nueva forma de precariedad política y biológica, donde el derecho a la salud y la asistencia dependía de pruebas científicas que nunca eran del todo concluyentes ni accesibles para el público.

[137] Peter Galison y Robb Moss, *Secrecy*, documental, 85 min., EE. UU.: Secrecy Film, 2008.

[138] Adriana Petryna, *Life Exposed: Biological Citizens after Chernobyl* (Princeton, NJ: Princeton University Press, 2002).

Unos 126.000 barriles de residuos nucleares se encuentran en el enorme complejo minero Asse Mine II. Para colmo, el sistema de túneles corre peligro de colapso.

[Fig. 55]

Niños con discapacidades severas por los efectos prolongados de la catástrofe de Chernóbil en el Asilo de Novinki, Minsk, Bielorrusia. Chernobyl Legacy. Fotografía: Paul Fusco, 1997.

[Fig. 56]

Esto nos lleva a una cuestión crucial: ¿cómo logramos un equilibrio entre hablar con un grupo cultural y temporalmente específico y tratar de comunicarnos con un futuro imaginario que desconocemos completamente? Este es el dilema central de la gestión del tiempo profundo. Mientras los expertos intentan diseñar lenguajes atemporales, símbolos que trasciendan culturas y estructuras que resistan la erosión del tiempo, el presente sigue caracterizado por la falta de transparencia y el control gubernamental sobre la información nuclear.



Si los arquitectos de estas infraestructuras ya no pueden concebirlas bajo los tiempos tradicionales de la humanidad, sino bajo escalas cósmicas, el acto de enterrar residuos radiactivos no es solo una acción técnica, sino un acto de fe en la continuidad de un mundo que podría no parecernos familiar.

A esta complejidad se añade un problema práctico: los residuos nucleares no pueden dejarse indefinidamente en las inestables piscinas de enfriamiento de los reactores. Estas instalaciones, diseñadas para el almacenamiento temporal de combustible gastado, plantean riesgos de fugas, incendios y contaminación a gran escala. Dado que su permanencia en estos lugares es insostenible, surge la necesidad de opciones a largo plazo como el almacenamiento geológico profundo. Sin embargo, estas soluciones no están exentas de desafíos y controversias. Como enfatiza Galison, la cuestión no es elegir la única solución verdadera, sino comprender que todas las opciones disponibles son imperfectas y cada una conlleva riesgos distintos.

En este sentido, la verdadera transparencia no consiste en fingir que el almacenamiento nuclear puede ser completamente seguro, sino en fomentar un debate abierto y realista sobre las alternativas y sus implicaciones. La radiactividad es invisible, pero sus consecuencias no lo son. Lo que está en juego no es solo la gestión del riesgo, sino la forma en que decidimos enfrentarnos a un futuro del que, en última instancia, solo podemos especular.

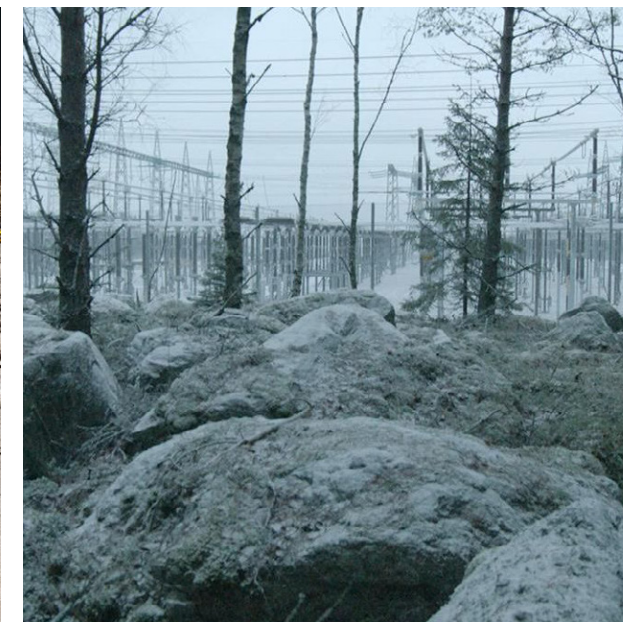
●○

Dos trabajadores supervisan una de las cámaras de almacenamiento subterráneo, Onkalo, Olkiluoto, Finlandia, 2021.

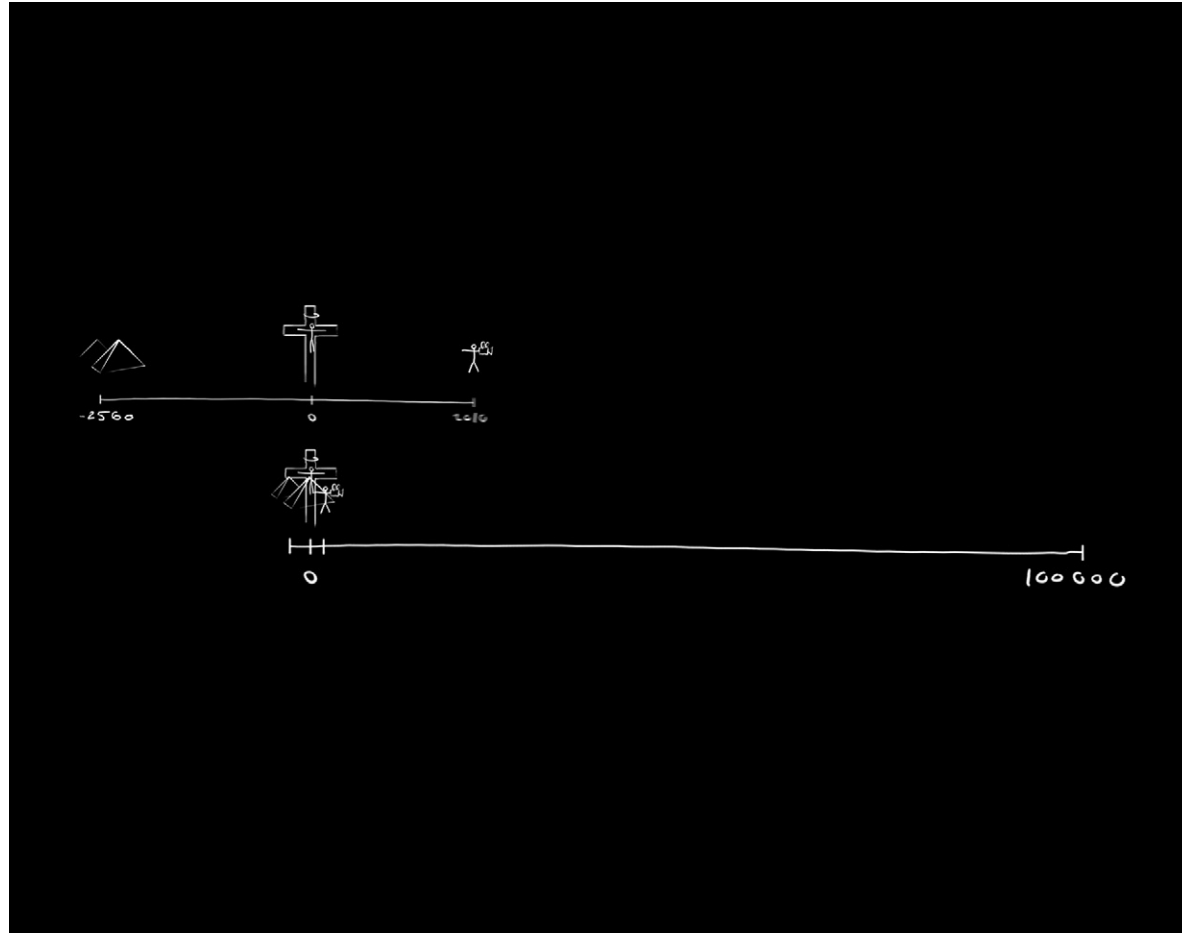
[Fig. 57]

Infraestructura energética en el bosque boreal cercano a Onkalo, Finlandia. Fotograma de Into Eternity, Michael Madsen, 2010.

[Fig. 58]



Más allá del peligro inmediato, la infraestructura nuclear plantea cuestiones éticas sobre la responsabilidad intergeneracional. La Agencia de Protección Ambiental de EE.UU. estableció un límite inicial de 10.000 años para el aislamiento de los residuos en WIPP, pero el caso de Yucca Mountain puso en evidencia que ese plazo era insuficiente. Esto abre una cuestión crucial: ¿hasta qué punto podemos comprometernos con un futuro que nunca conoceremos?



[Fig. 59]

Into Eternity, Michael Madsen Denmark: Magic Hour Films, documentary film, 2010.



[Fig. 60]

Onkalo.
Fotografía: SchirraGiraldi: Manuela Schirra y Fabrizio Giraldi, 2024.

3.6. Instrumentos de tecnificación

La tecnificación de la ausencia

La instrumentalización indiscriminada del territorio tecnificado ha emergido como una estrategia clave para controlar, gestionar y transformar los paisajes, guiada por intereses que oscilan entre la sobreprotección y la explotación extractiva. Estos instrumentos revelan las complejas dinámicas espaciales y temporales que configuran la relación entre la naturaleza y las actividades humanas. En este contexto, el estudio de los cuatro modelos previos a la crisis energética global del siglo XX ofrecen una oportunidad única para identificar ciertos instrumentos que subyacen a la relación de paisajes tan dispares —y no tan áridos— permitiendo anticipar la condición de «vacío tecnificado» en otros territorios.



A efectos de esta investigación, un instrumento no nombra una característica o esencia del territorio, sino una operación tecno-jurídica externa que reordena flujos, actores y usos y que, al hacerlo, produce vacío. Los instrumentos actúan en serie y en constelación, rara vez aparecen aislados, se encadenan y se refuerzan, generando dilataciones espaciales y temporales cuyos efectos exceden los perímetros de las zonas de sacrificio. La hipótesis de trabajo asume que estas constelaciones explican la deriva hacia el «vacío tecnificado» y abren, en ciertos momentos, ventanas de inducibilidad para revertir su trayectoria.

Sobre estas evidencias —simplificadas gráficamente— se puede generar y aplicar una matriz evaluativa que, para cada instrumento (I-X), estima: presencia, intensidad (0-1), impacto (0-3), detectabilidad (baja/media/alta) y reversibilidad (A/B/C), anotando además la existencia de ventanas de inducibilidad que señalan una oportunidad operativa para intervenir sobre ese instrumento. El resultado se sintetiza en matrices polares por caso de estudio, que constituyen un lenguaje común para comparar casos heterogéneos, anticipar impactos y priorizar contrainstrumentos. Aplicada sobre una muestra amplia de contextos mediterráneos, esta matriz ha permitido depurar y seleccionar los doce casos de estudio presentados por su representatividad y diversidad instrumental. Todo ello se recoge en el apartado «Diagnóstico instrumental mediterráneo» de esta investigación.

Con este marco, los apartados que siguen describen uno a uno los diez instrumentos identificados —de las zonas de exclusión al eco-colonialismo— señalando su lógica de operación, sus huellas territoriales y las pautas de lectura que permitirán, en el capítulo siguiente, extraer contrainstrumentos y avanzar hacia paisajes inducidos más resilientes.

Pág. anterior. Reyner Banham pedaleando a través del desierto de Mojave. Reyner Banham Loves Los Angeles. Fotograma, Julian Cooper, BBC, 1972.

Instrumento I. Zonas de exclusión y protección.

Estas zonas comprenden áreas específicas donde se limita el acceso y la actividad, representando un fenómeno de privatización del suelo que impacta a las comunidades locales. La creación de zonas de exclusión puede llevar al agotamiento de recursos y a una gestión de tierras que favorece intereses corporativos por encima del bienestar comunitario. Este proceso contribuye a la marginación de las poblaciones afectadas y genera un ambiente de secretismo sobre la gestión de recursos en estos espacios. Esta dinámica no solo afecta el presente, sino que también define futuros imaginarios, condicionando la percepción y regulación a largo plazo.



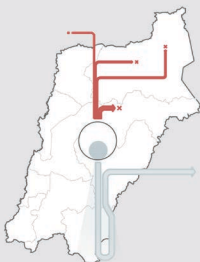
Instrumento II. Secretismo.

Explora cómo la información sobre la explotación y los futuros posibles se oculta o se presenta de manera específica. La manipulación de la información relacionada con la explotación del paisaje, junto con las narrativas construidas en torno a ella, influye en la percepción pública y la regulación de estos espacios, moldeando así los imaginarios futuros.



Instrumento III. Monitoreo, control y gestión de residuos.

Este instrumento se centra en la implementación de estrategias efectivas para el manejo de residuos generados por actividades extractivas e industriales. Su función es desactivar el conflicto político que generaría su presencia visible. Mediante una lógica de externalización, el residuo se convierte en un problema ajeno. La eficacia de este instrumento se relaciona con la capacidad de prever y abordar las implicaciones de los residuos asegurando la sostenibilidad de los territorios afectados, y debe considerar la dilatación espacial y temporal de sus efectos.



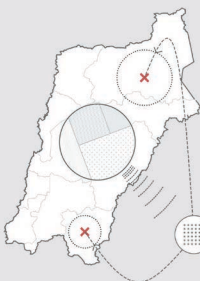
Instrumento IV. Regulación climo-ambiental artificial.

Se refiere a las políticas y normativas que rigen la acción humana sobre territorios sensibles, aunque en muchos casos se caracterizan por una desregulación encubierta o por normas que legitiman modelos extractivos bajo una apariencia de sostenibilidad. La ambigüedad normativa permite que estos espacios funcionen como laboratorios de excepción ambiental. En su implementación prolifera la creación de entornos climáticos simulados que funcionan como laboratorios de excepción, donde el control técnico prima sobre los procesos ecológicos.



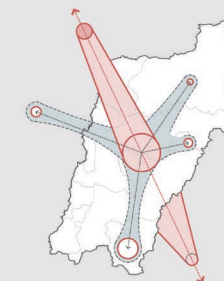
Instrumento V. Modelos predictivos.

La capacidad de predecir cómo se transformará un paisaje tecnificado permite a los responsables de la toma de decisiones anticipar problemas potenciales y establecer estrategias adecuadas. Al traducir fenómenos complejos en datos gestionables, estos modelos permiten consolidar decisiones técnicas bajo la apariencia de la racionalidad. Se centra en el uso de herramientas y métodos que permiten guiar la planificación de infraestructuras, la zonificación y la gestión de recursos, afectando directamente la configuración espacial y política del paisaje tecnificado.



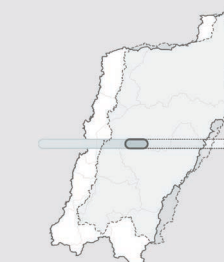
Instrumento VI. Dilatación espacial.

El impacto de las actividades extractivas se extiende más allá de la zona inmediata de explotación, manifestándose en transformaciones tanto verticales como horizontales del territorio. A las profundas perforaciones se les suma una extensa red de carreteras, franjas de exclusión y áreas afectadas por la contaminación, que van desde los sitios de extracción hasta los puntos de consumo de los recursos. Este fenómeno no solo altera la geografía física, sino que también provoca cambios significativos en los ecosistemas circundantes, afectando la calidad del aire, el agua y la biodiversidad en las áreas adyacentes.



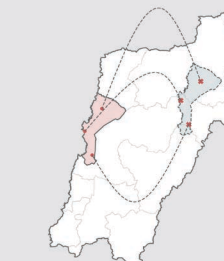
Instrumento VII. Dilatación temporal.

La persistencia y la evolución de estos impactos provocan no solo efectos inmediatos evidentes, sino fuertes procesos de transformación y ocupación territorial a largo plazo que impiden el uso del denominado suelo baldío debido al riesgo de colapso ecológico. La complejidad de asegurar la seguridad del sitio a lo largo de miles de años resalta la necesidad de una planificación a largo plazo, que considere las repercusiones de las acciones presentes sobre el entorno y la sociedad.



Instrumento VIII. Non-Criminal Displacement.

Explora cómo la alteración de zonas provoca el desplazamiento forzado de comunidades y cómo estas comunidades recrean facsímiles de sus entornos originales en sus nuevas ubicaciones. El desplazamiento no se impone por la fuerza «directa», sino que se produce por transformaciones normativas, ecológicas o económicas que imposibilitan la continuidad de la vida cotidiana.



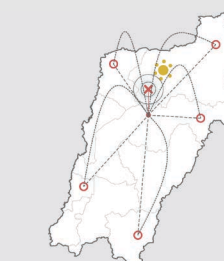
Instrumento IX. Agotamiento y barbecho.

El concepto abarca el tiempo y las condiciones que ocurren entre la explotación intensiva de recursos y su eventual abandono. El tiempo de barbecho no solo se refiere al descanso del terreno, sino también a la pausa en las dinámicas sociales y económicas de las comunidades que dependen de esos recursos. Durante este período, se evidencian las huellas de la explotación previa y la incertidumbre sobre el futuro uso del espacio.



Instrumento X. Eco-colonialismo.

La justificación de actividades extractivas bajo el pretexto de la conservación ambiental puede resultar en la desposesión de tierras y recursos de estas comunidades, así como en la creación de narrativas que ocultan el verdadero impacto de dichas prácticas. Mediante prácticas de greenwashing institucional, estas intervenciones se visten de verde. Los impactos se maquillan con retóricas de resiliencia, los daños se ocultan tras certificaciones ambientales, y las tensiones sociales se diluyen en narrativas globales de descarbonización. La estética de lo sostenible camufla procesos de desposesión y dependencia estructural.



Al hablar de territorio tecnificado, la amenaza del agotamiento de los recursos disponibles y el déficit de la capacidad de los ecosistemas terrestres para regenerar los recursos naturales y sus ecosistemas han provocado el abandono de la idea de un futuro común. El seis de febrero del año dos mil dieciocho, Space X lanza al espacio, un Tesla Roadster «pilotado» por un muñeco vestido de astronauta, Starman. Elon Musk decidió escenografiar al son de David Bowie una huida perfecta. Un evento performativo que más que suponer un anuncio publicitario a un futuro esperanzador, nos vaticina el interés por una élite dirigente a dar por perdido el planeta que habitamos. Esta crisis en el pensamiento contemporáneo está fundamentada en que la teoría dominante del siglo XX se construye sobre la idea de la sucesión ecológica de las comunidades en la búsqueda de la estabilidad dentro de diferentes medios .

Es en este punto donde el concepto de *sandbox*¹³⁹ se presenta como una alternativa paradigmática frente a la lógica de control y privatización que caracteriza la gestión de los paisajes tecnificados. La búsqueda de «contrainstrumentos» tras el agotamiento técnico del paisaje debe apuntar al desierto como espacio experimental que permita la implementación de estrategias innovadoras aprovechando la desregularización del marco ocupacional de estas tierras. Frente a la tendencia habitual en este tipo de paisajes que proceden a su recuperación histórica mediante la privatización y la excesiva protección, debe surgir un nuevo paisaje inducido que considere la experimentación y la apropiación de los instrumentos de tecnificación. Porque hay que deshacer de una vez por todas esa idea de no provocar «impactos» o «perturbaciones» en el entorno. La evolución del clima y los efectos del calentamiento global, las nuevas formas de captación de agua, las especies vegetales y sus ecosistemas, las maneras en que el ser humano se ha adaptado a condiciones extremas y las huellas que ha dejado en el territorio son lecciones bajo las condiciones anticipadas de un futuro climático inminente.

[139] *Sandbox* es un término tomado de la informática y la regulación financiera que designa un entorno de pruebas controlado; en el marco territorial, se utiliza para describir espacios de experimentación regulatoria y proyectual.

[140] Reyner Banham, *America Deserta*.

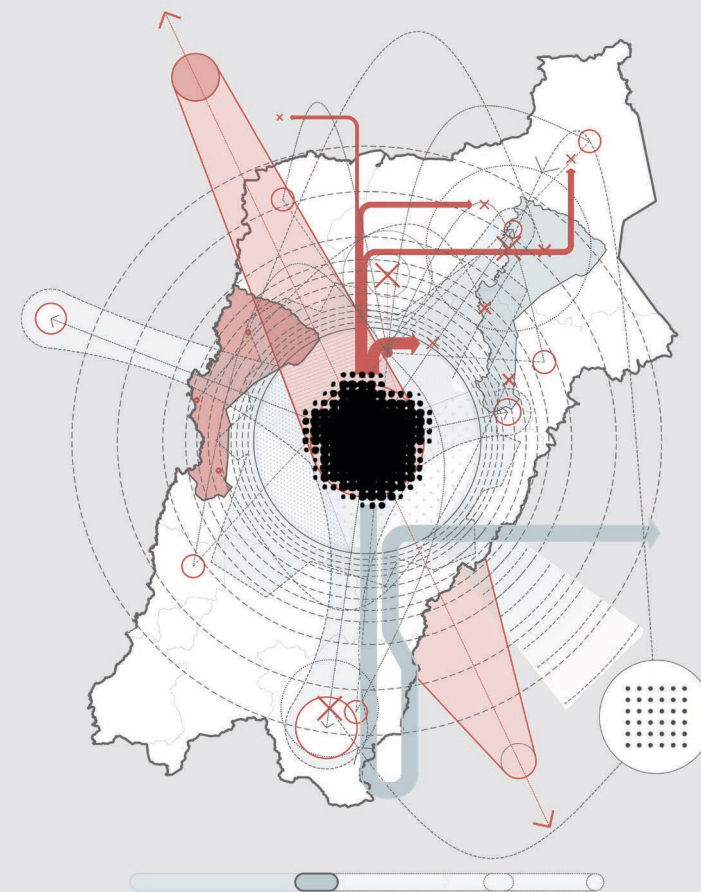
[141] John Van Dyke, *The Desert: Further Studies in Natural Appearances* (Nueva York: Random House, 1962).

El 6 de febrero de 2018, SpaceX lanza al espacio un Tesla Roadster rojo con un maniquí vestido de astronauta, Starman, durante el vuelo inaugural del Falcon Heavy. La imagen se convierte en una icónica coreografía espacial, al ritmo de David Bowie.

[Fig. 62]

Como han afirmado tanto Reyner Banham¹⁴⁰ como John Van Dyke¹⁴¹ sobre el desierto —o el vacío tecnificado—, es un espacio para la ilusión y la fantasía. Ahora para nuestros paisajes es esencial proyectar una vez más una nueva fantasía sobre **la transición hacia un modelo que no solo represente una oportunidad para redefinir nuestra relación con el territorio, sino que también invite a repensar el futuro de nuestras comunidades en un mundo marcado por la incertidumbre climática.** Una utopía ecológica, en el contexto de un paisaje que ha sido tecnificado pero que, a su vez, lo siga avalando como territorio resiliente en procesos lejos del equilibrio y que permita imaginar estas estructuras de estratos como el andamiaje de un paisaje etéreo.

●○



[Fig. 63]

Diagrama combinado de instrumentos de tecnificación I-X, sobre base cartográfica que representa los límites administrativos del desierto de Atacama. Oscar Cruz García, 2025.

Territorios en
Procesos
Latentes

3



[Fig. 64] Atlantropa: Das Mittelmeer-Senkungs-Projekt. Herman Sörgel, 1932.

4.1. Territorios en Procesos Latentes

Lectura y anticipación del riesgo en la tecnificación del Mediterráneo

En 1928, el arquitecto alemán Herman Sörgel dibujó un Mediterráneo mutilado. Su proyecto, *Atlantropa*, imaginaba un dique colosal en el Estrecho de Gibraltar capaz de reducir el nivel del mar hasta en 200 metros, creando millones de hectáreas de nuevas tierras para urbanizar y cultivar. Sobre ese mapa, Europa y África quedaban unidas por puentes, líneas eléctricas y redes ferroviarias configurando un solo bloque continental abastecido por la energía hidroeléctrica generada por el propio estrechamiento del mar.¹⁴² Era una visión totalizante y cartesiana, donde el Mediterráneo dejaba de ser un mar intermedio —*Mittelmeer*— para convertirse en la bisagra de una macrogeografía controlada desde el norte.



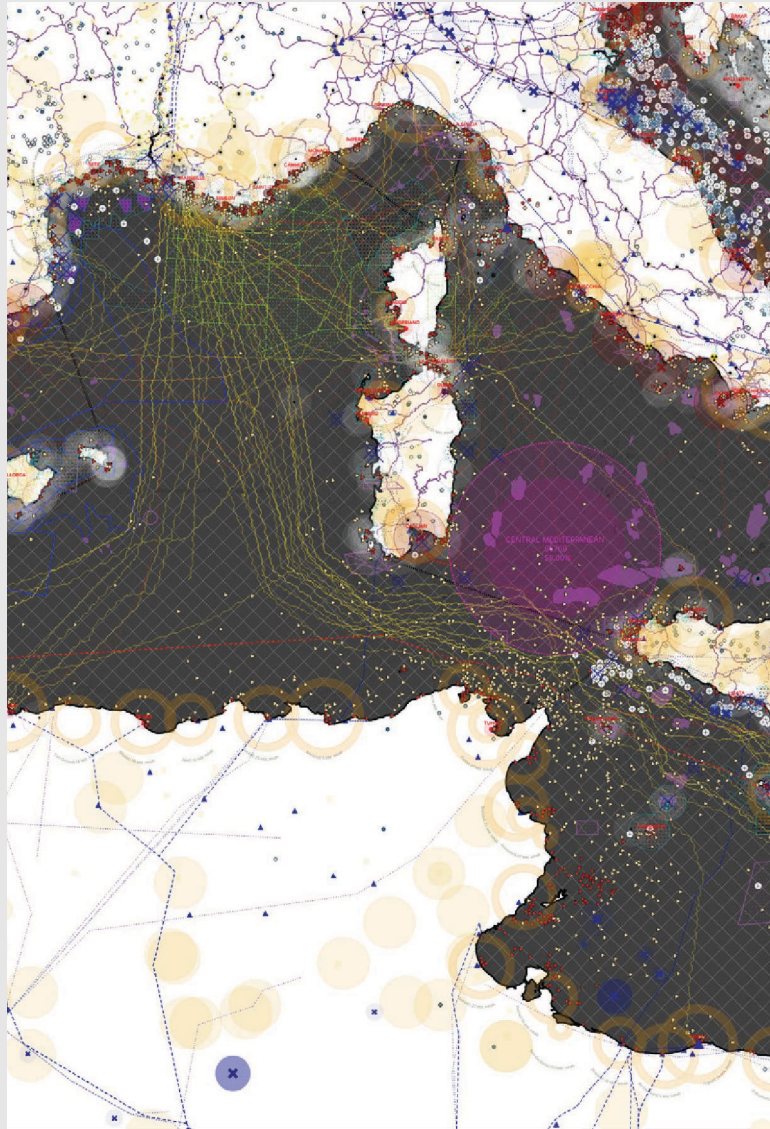
En esta cartografía, el mar aparece recortado por diques monumentales, atravesado por infraestructuras energéticas y flanqueado por nuevos territorios listos para su colonización. Los topónimos de Gabés, Gallipoli o Port Said se alineaban con iconos de turbinas, esclusas y túneles que configuraban un nuevo eje nort-sur. *Atlantropa* no era solo una propuesta de ingeniería, sino que aspiraba a reorganizar el continente europeo y su relación con África y Oriente Medio en un único sistema productivo, político y territorial. La macroinfraestructura produciría energía hidroeléctrica suficiente para alimentar una economía industrial paneuropea y pan-africana, reconfigurando el Mediterráneo en un lago interior con una «zona media» geopolitizada.

La reducción del Mediterráneo era, en su visión, una operación de orden absoluto. Un proyecto herméticamente planificado que aspiraba a sustituir la diversidad ecológica, cultural y política del mar por un único modelo pancontinental. El componente no europeo de *Atlantropa* revela, más que un impulso colonizador convencional, un ejercicio de geografía imaginada que borraba o reorganizaba las categorías espaciales de Oriente Próximo y Oriente Medio, redefiniéndolas desde un Mediterráneo «disciplinado» por la tecnificación del territorio.

La cartografía de Sörgel destilaba el optimismo tecnocrático de entreguerras con la creencia de que el orden territorial podía imponerse mediante una sola operación de ingeniería, borrando las complejidades históricas y ecológicas de sus orillas. Pero también anticipaba un patrón que persiste en muchos proyectos contemporáneos: la tentación de ver el Mediterráneo como un único espacio a disciplinar, una superficie maleable y sin resistencias internas, lista para ser reorganizada según los imperativos energéticos, políticos o demográficos del momento.

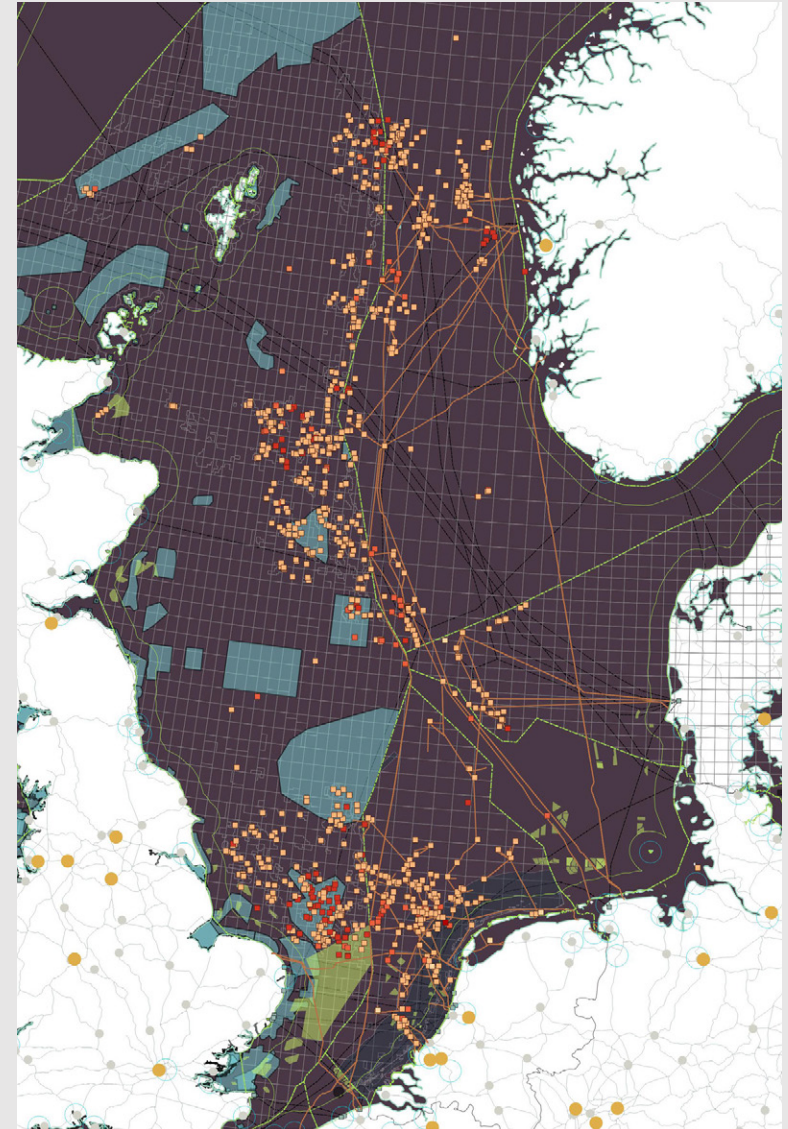
[142] Herman Sörgel, *Atlantropa* (Múnich: Piloty & Loehle, 1932).

Pág. anterior. Mapas invertidos del Mar del Norte neerlandés: un intento de reorientar y refrescar la comprensión nacional de su espacio marítimo, viéndolo desde la perspectiva del mar. Ministerio de Infraestructura y Medio Ambiente neerlandés, en colaboración con el Ministerio de Economía neerlandés.



[Fig. 66]

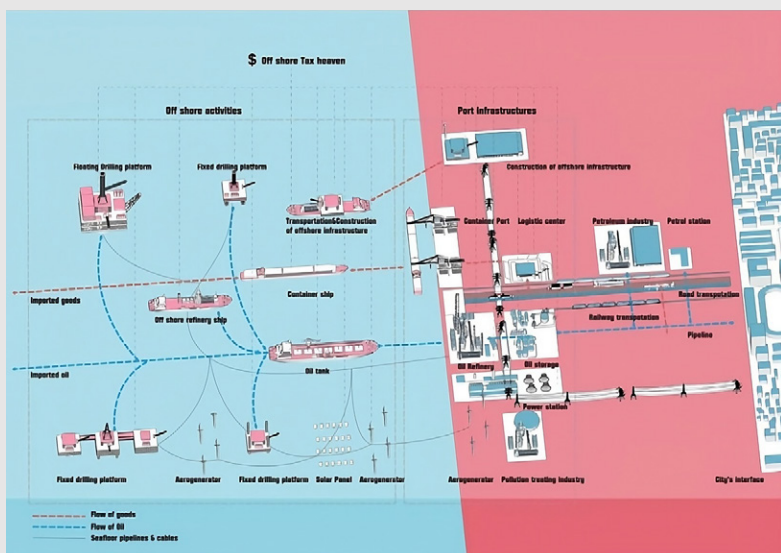
La tecnificación del Mediterráneo, Deserta Nostrum.
Oscar Cruz García, 2025.



[Fig. 67]

The Urbanisation of the sea, The North Sea.
Nancy Couling, 2020.

Este monumentalismo tecnocrático encarna lo que Colin Rowe denunciaba en *The Mathematics of the Ideal Villa*, como el lado oscuro del pensamiento utópico; sociedades cerradas, intolerancia a la diversidad y estancamiento disfrazado de progreso.^[143] Como lo expresó Joan Ockman, Rowe condenó el pensamiento utópico «por implicar una sociedad planificada y herméticamente cerrada, que conduce al estancamiento disfrazado de cambio, intolerancia, supresión de la diversidad y, en última instancia, violencia».^[144]



Offshore dependency, Paris
Malaquais School of Architecture.
Shuai Wang, 2018.

[Fig. 68]

[143] Colin Rowe, *The Mathematics of the Ideal Villa and Other Essays* (Cambridge, MA: MIT Press, 1976).

[144] Joan Ockman, «The Pragmatist Imagination: A History of the Present,» en *The Pragmatist Imagination: Thinking about "Things in the Making"*, (Nueva York: Princeton Architectural Press, 2000).

Frente a este imaginario monolítico y totalitario que elude la complejidad del territorio, los estudios posteriores sobre el Mediterráneo revelan un mar radicalmente distinto. La tesis es simple: el Mediterráneo puede concebirse como un mosaico fractal de microecologías en constante mutación, enlazadas por redes de intercambio y atravesadas por tensiones locales. Cada valle, cala, terraza agrícola o puerto menor posee dinámicas propias como pieza autónoma, pero permanece enlazada al resto a través de redes densas de intercambio y movilidad marítimas y terrestres.

The Corrupting Sea de Horden y Purcell suspende la premisa inicial heredada de Fernand Braudel sobre la unidad mediterránea, comenzando con una pregunta más fundamental: «¿Qué es el Mediterráneo?».^[145] La respuesta que dan es tan radical como el método que emplean. Lo común del Mediterráneo no es una cualidad esencial, sino un problema compartido. Ese problema es el riesgo —cómo gestionarlo y proteger los medios de vida— en un territorio donde la combinación de un clima errático y una topografía fragmentada obliga a comerciar y cooperar con los vecinos para diversificar recursos y mitigar los inevitables «años malos» que trae el inestable clima mediterráneo. Este impulso comercial se ve potenciado por la peculiar conectividad que ofrece el mar, con su historia de navegación costera y cabotaje.

Este enfoque supone un giro metodológico respecto a Braudel.^[146] En lugar de organizar la historia en capas separadas y jerarquizadas por escalas temporales y espaciales, Horden y Purcell parten de un problema concreto —por ejemplo, la diversificación alimentaria en una microecología específica— y rastrean la compleja red de relaciones que se despliega a partir de él. El problema reaparece como un elemento genético que articula cuestiones sociales, geográficas, económicas y técnicas, conectando elementos heterogéneos y escalas temporales como si fueran telarañas diagramáticas tejidas entre los estratos de la tesis braudeliiana.

Definir límites, en este enfoque, no parte de categorías predefinidas como topografía, agricultura o estructura social, sino de seguir las líneas de causa y efecto que emanan del problema mismo, incluso si ello conduce fuera de los marcos espaciales o temporales habituales. Este método abre la posibilidad de establecer proximidades inéditas entre asuntos normalmente separados por la disciplina, la geografía o la cronología, y permite describir una espacialidad elástica y un ritmo temporal propio para cada caso. En este sentido, la pregunta que plantean —y que hoy sigue vigente— es: ¿qué significa este enfoque para el Mediterráneo actual?

[145] Peregrine Horden y Nicholas Purcell, *The Corrupting Sea: A Study of Mediterranean History* (Oxford: Blackwell, 2000).

[146] Fernand Braudel, *El Mediterráneo y el mundo mediterráneo en la época de Felipe II*, tomo 2 (México: Fondo de Cultura Económica, 2016).

Cruce de la frontera en Tánger: proceso y muros entre Marruecos y Ceuta. Mittelmeerland Workshop. Medine Altioq, 2010.

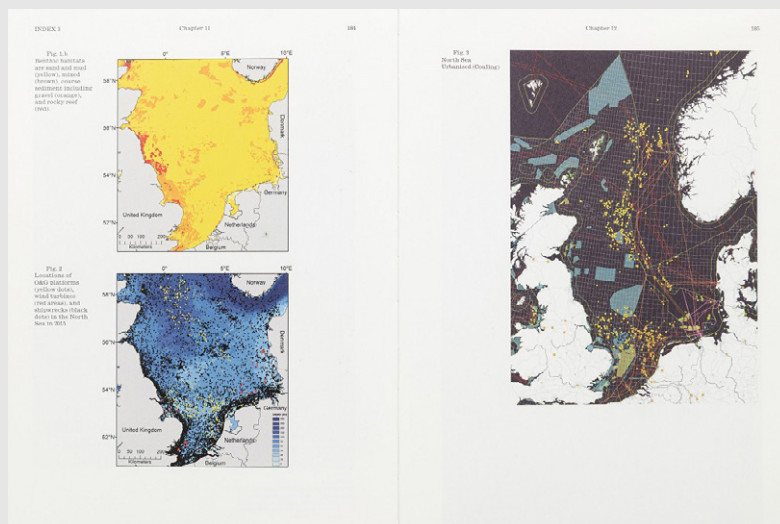
[Fig. 69]



Aquí es donde las dudas formuladas por Adrian Lahoud resuenan con especial fuerza: la singularidad del Mediterráneo es un tema de controversia.¹⁴⁷ ¿Es un solo mar o muchos? ¿El Mediterráneo se refiere a un litoral, a las llanuras o al interior? ¿A un estilo de vida o a una ecología, a una geografía moral o física?

La respuesta habitual recurre a un clima compartido y al cultivo de la vid y el olivo. Pero, ¿de qué manera explica «Mediterráneo» una conexión entre Cádiz, al oeste, y Qadisha, al este? ¿Qué propiedad única se revela a través de la lente mediterránea?

La logística energética ha contribuido a la transformación gradual del Mar Mediterráneo en un «vacío tecnificado». El espacio de la logística energética a través de mares y costas es continuamente reorganizado por naciones y corporaciones en lo que David Harvey y Neil Brenner discuten como un proceso de «destrucción creativa».¹⁴⁸⁻¹⁴⁹ Esta lógica juega un papel vital en la conformación del entorno «construido» y sus consecuencias tanto en tierra como en mar, un papel que necesita urgentemente ser reconocido por los profesionales.



The Urbanisation of the Sea. From Concepts and Analysis to Design. Nancy Couling, 2020.

[Fig. 70]

[147] Adrian Lahoud, «The Mediterranean: A New Imaginary,» *New Geographies*, no. 10 (2018): 81-100.

[148] David Harvey, *The Condition of Postmodernity: An Enquiry into the Origins of Cultural Change* (Oxford: Blackwell, 1989);

[149] Neil Brenner, *New State Spaces: Urban Governance and the Rescaling of Statehood* (Oxford: Oxford University Press, 2004).

[150] Carola Hein y Nancy Couling, *The Urbanisation of the Sea: From Concepts and Analysis to Design* (Rotterdam: nai010 Publishers, 2020).

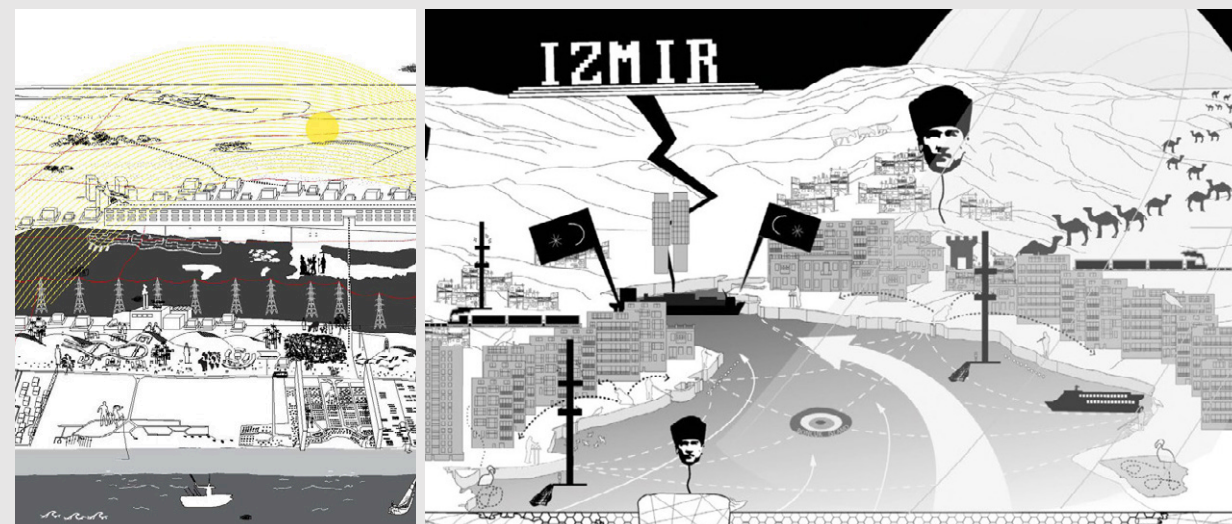
[151] El concepto de «zonas viscosas» lo introduce Nancy Couling en *The Urbanisation of the Sea* al hablar de la interfaz tierra-mar como un espacio de fricción donde interactúan infraestructuras técnicas, regímenes legales y procesos ecológicos. No son áreas fijas ni totalmente delimitadas, sino ámbitos ambiguos donde la tecnificación del territorio se adhiere, se filtra y se expande mediante excepciones normativas, servidumbres invisibles y dispositivos técnicos que dificultan su lectura y control.

En *The Urbanisation of the Sea*, Nancy Couling muestra cómo el mar del Norte —debido a su condición primaria de vacuidad y por consiguiente de vacío tecnificado— aparece prácticamente planificado, encargado de incrementar la producción económica de sectores marítimos nuevos y tradicionales, mientras se vacía de significación cultural.¹⁵⁰ A través de proyectos académicos, artísticos y de diseño, el libro explora las sinergias necesarias para abordar este nuevo ámbito espacial, que desborda el límite de costa y se despliega en el lecho marino, los regímenes jurídicos y las cadenas logísticas.

Trasladado al paradigma mediterráneo, este guion se replica. Un mar semi-cerrado, hiperfronterizado y culturalmente densísimo vive hoy una tecnificación diferenciada que combina energía, agua, éxodo, logística e hiperseguridad, y nuevas capas digitales y jurídicas. Aquí, arquitectos, ingenieros, planificadores logísticos y juristas deben asumir roles expandidos e intersecados para dar forma a desafíos que se concentran en la interfaz tierra-mar y en sus «zonas viscosas»¹⁵¹: servidumbres invisibles, zonas de exclusión, excepciones normativas y temporalidades de obra que rara vez son legibles. Comprender la aparente vacuidad espacial y conceptual de la logística energética es el primer paso hacia un contradiseño consciente, significativo e

inclusivo para su extenso territorio: extensiones de tierra, mar y los umbrales de conexión. Este vacío tecnificado no es ausencia, sino barbecho en programación: un estado intermedio donde la regulación, la obra y la logística se están acoplando. Desde aquí, leeremos el Mediterráneo como un campo de riesgo reconfigurado que abre la noción de «territorios en procesos latentes».

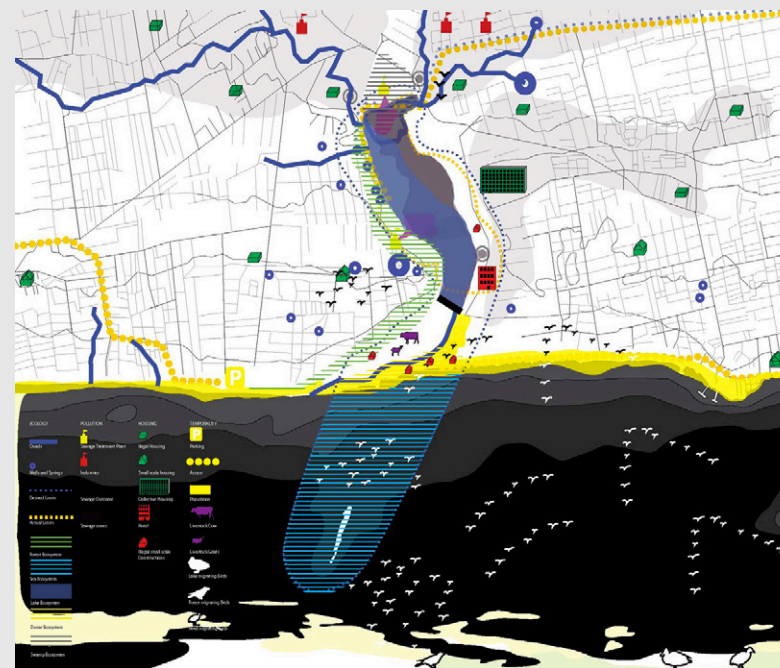
Si, como muestran Horden y Purcell, el Mediterráneo se ha tejido históricamente en torno a la gestión del riesgo —microecologías que diversifican vínculos para sobrevivir a «años malos»—, hoy ese régimen persiste y se complejiza. A la variabilidad climática se superpone una capa energética y técnica marcada por la transición incompleta (gas como vector puente, interconexiones eléctricas, hubs de almacenamiento y datos), y un nuevo eco-colonialismo que externaliza costes bajo retóricas verdes (megaparques renovables orientados a la exportación, complejos de desalación intensivos, corredores logístico-militares). Esta tríada clima-energía-eco-colonialismo no elimina el riesgo, sino que lo reorganiza y, a menudo, lo amplifica.



Cartografía tecnificada de Argel, Algeria. Mittelmeerland Workshop. Medine Altiok, 2012.

Las conexiones marítimas podrían mejorar los problemas de tráfico. Esmirna, Turquía. Mittelmeerland Workshop. Medine Altiok, 2015.

[Fig. 72]



Cartografía tecnificada de Argel, Algeria. Mittelmeerland Workshop. Medine Altiok, 2012.

[Fig. 73]

En ese cruce, el Mediterráneo emerge como mosaico de territorios tecnificados en procesos latentes, espacios donde la tecnificación ya opera, pero cuyas consecuencias no han cristalizado. No son meros proyectos ni paisajes cerrados, sino intervalos operativos en los que coexisten infraestructuras piloto, permisos condicionales, dispositivos legales de excepción y economías de anticipación. Son barbechos técnicos: tiempos-bisagra donde el territorio queda en espera activa, susceptible de inclinarse hacia modelos extractivos o de ser reorientado antes de su agotamiento.

Atlantropa imaginó un Mediterráneo disciplinado por un solo gesto hidráulico. El presente lo hace por acumulación: represas normativas, servidumbres técnicas, zonas de exclusión, cables y corredores que convierten el mar en vacío tecnificado. Cambia la escala y el método, pero persiste la pulsión.

La latencia se reconoce tanto en lo material como en lo documental y lo perceptivo. Son obras fragmentarias o modulares en expansión; planes maestros con financiación escalonada; zonas de reserva técnica y servidumbres invisibles (derechos de paso, cableados, servidumbres de vigilancia); gubernamentalidades ad hoc que flexibilizan normas; y un umbral de detectabilidad cambiante — huellas satelitales, regímenes de visibilidad, relatos que legitiman la intervención.

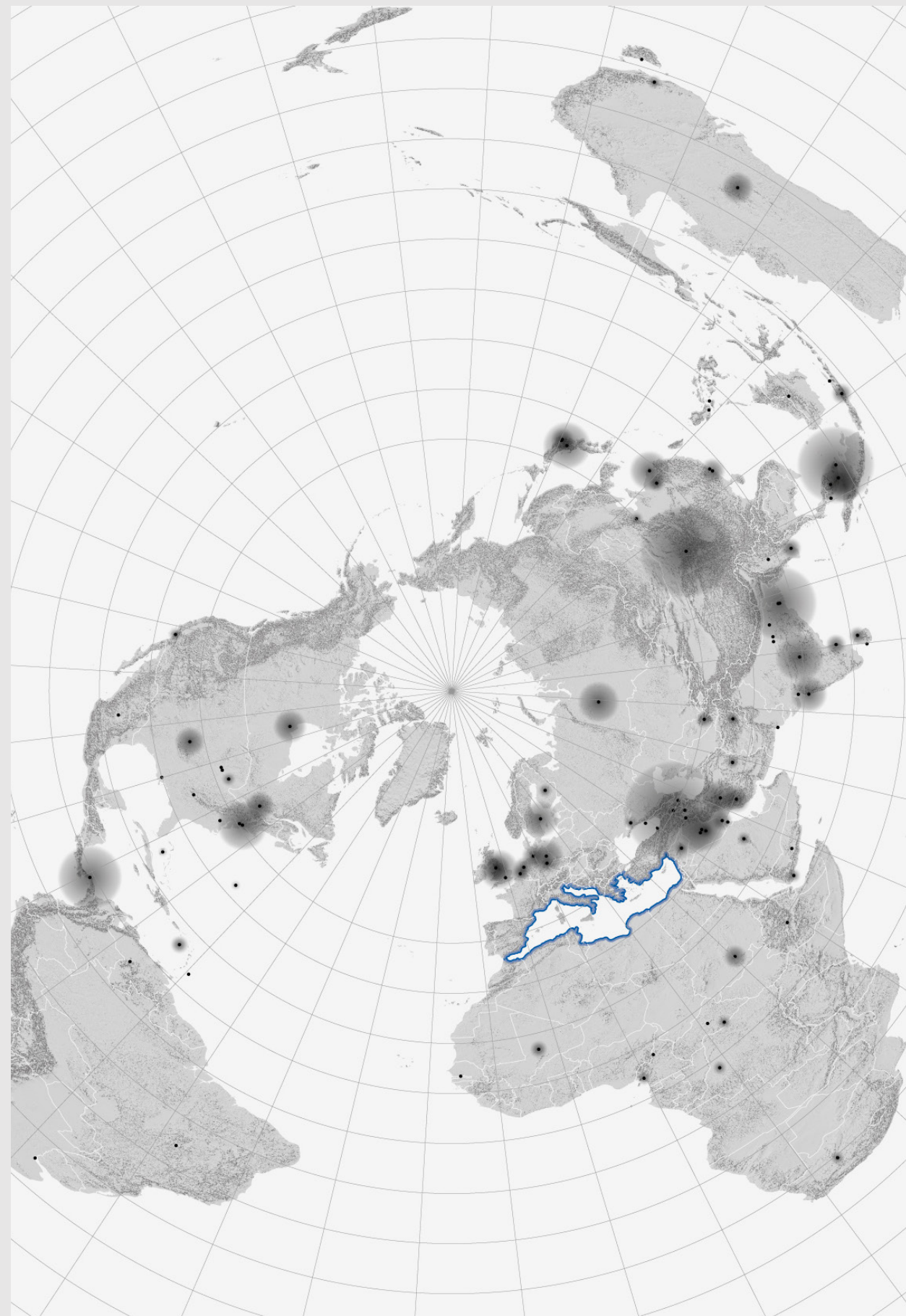
A escala mediterránea, la latencia condensa la tensión entre la integración en redes globales de producción y control y la posibilidad de desvío. Leída desde el riesgo, cada caso funciona como punto de inflexión: su trayectoria no está fijada. De ahí el propósito de esta sección; contraintervenir en el mientras-tanto, antes de que la tecnificación cierre alternativas. Los doce casos que siguen operan como un laboratorio crítico para anticipar impactos y desplazar el curso de la tecnificación progresiva antes de su clausura en futuros exhaustos. Cada caso identifica instrumentos en despliegue e introduce coninstrumentos —visualización crítica, infraestructuras adaptativas y regeneración de ecologías activas— que activen la latencia del territorio y fijen condiciones previas para el tránsito hacia otros territorios inducidos.

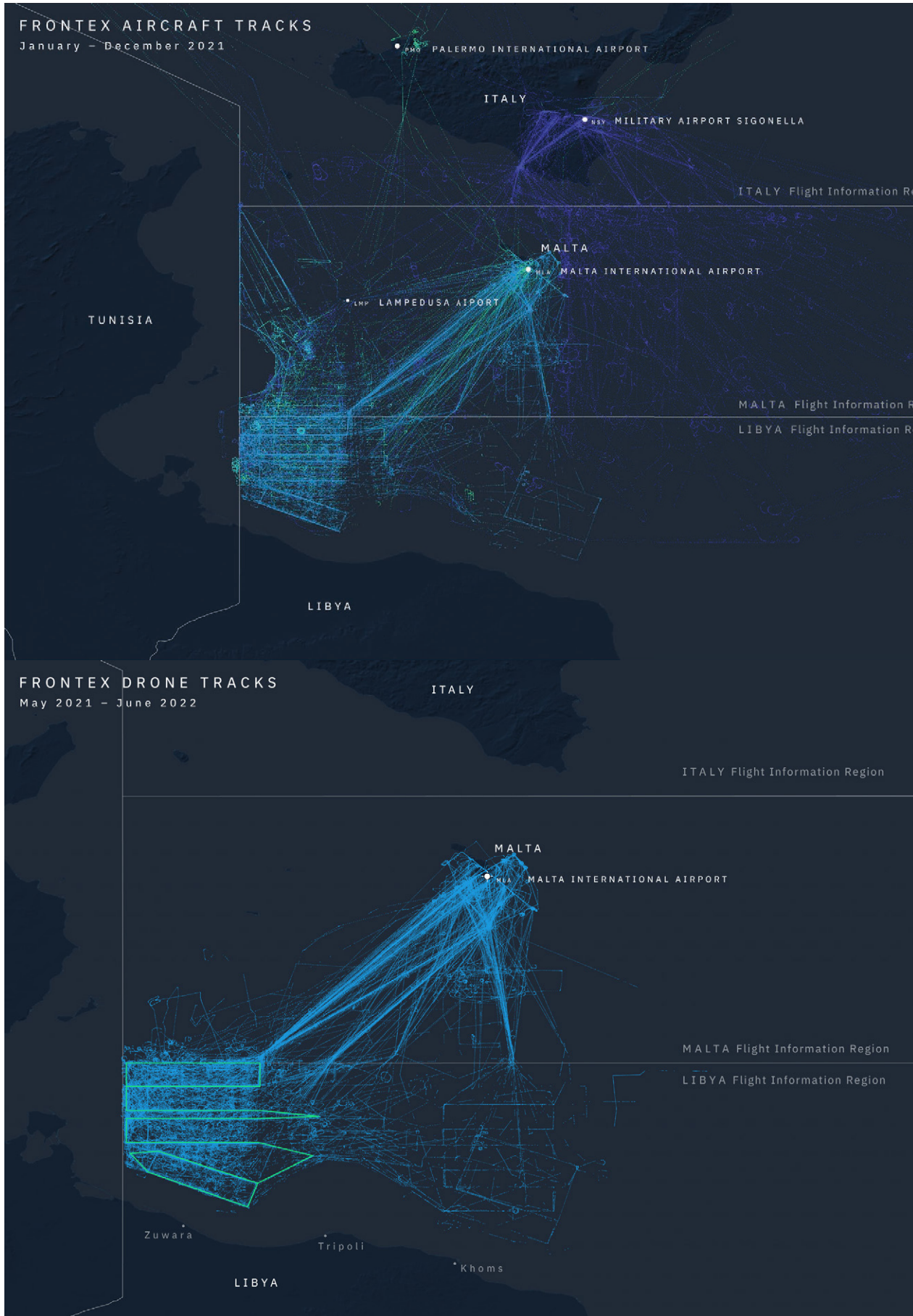
Carte Monde pour Couverture.
Institute for Mediterranean
Studies, Rethymno (Crete), 2016.

[Fig. 74]

El mar no es un vacío ni una tabula rasa, sino un volumen móvil que alberga hábitats diferenciados y espacios internos, incluyendo sistemas logísticos heredados. El papel de la arquitectura ha sido, desde hace tiempo, traducir estas funcionalidades en hábitats significativos. La vacuidad de la logística energética marítima y terrestre —como estrategia corporativa diseñada para hacernos desviar la atención— debe lograr lo contrario: atraer la atención e inspirar la intervención arquitectónica. El espacio marino ahora se planifica, se monitorea, se excava, se moviliza para el transporte y se opera para la producción de energía. A medida que las consideraciones ambientales se vuelven urgentes, el cambio climático y las nuevas generaciones de infraestructura marina y terrestre se instalan y desmantelan, se requieren nuevas intervenciones arquitectónicas que reprogramen este espacio logístico con actividades humanas y no humanas heterogéneas y revitalicen la dimensión pública y ecológica de la logística energética y de nuestra imaginación mediterránea común.

●○





42 Sistemas de vigilancia:

Sistemas de vigilancia el litoral como interfaz de control

36° 00' 14.22" N, 5° 37' 11.48" W

abilidad.»¹⁵²

ltar, ha sido se suma el ¹⁵³ Esta red algorítmica. hoy en una ntera es un e construye, ortográficas.

recogiendo , sueños.¹⁵⁴ rica—, otras estos mapas iterráneo ha pone pensar uida, densa ¹⁵⁶ Bajo esta ersea donde o de batalla ta deriva, el ve sin tocar.

sic García, «El ncia Exterior Revista de Economía, 3 (2005):

zi, disegnat imagini dei julio de 2017. tographic Studies 34,

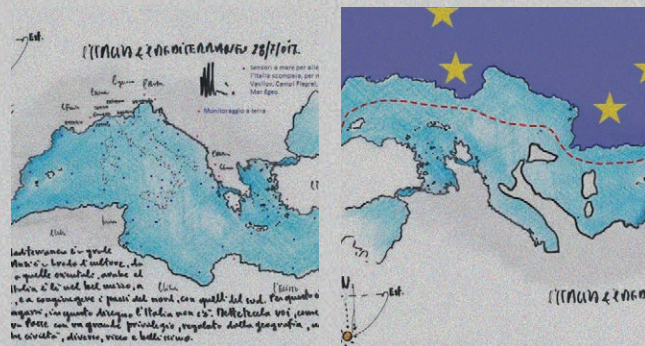
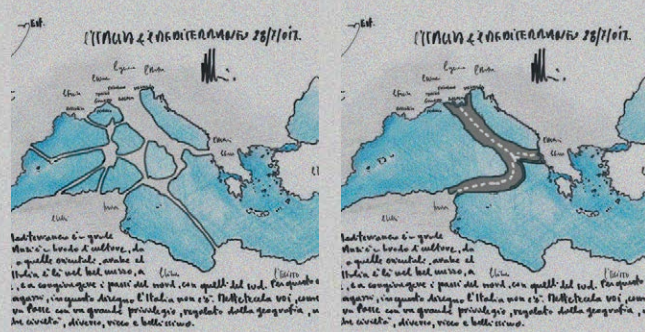
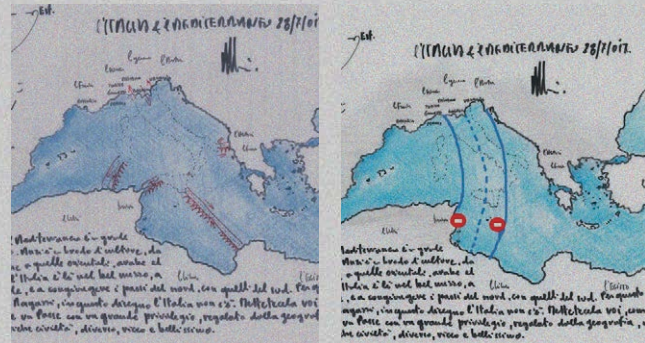
erobjects: er the End University of

nzo Pezzani, ne EU's tem Migration Forensic

desobediente», utilizando tecnologías de vigilancia para evidenciar las omisiones y negligencias de los estados europeos.

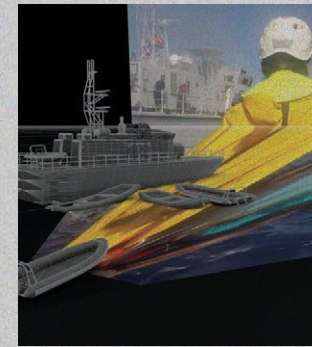
[Fig. 75] Pág. anterior. Airbone Compliity - Frontex Aerial Surveillance Enables Abuse: Jul. 2021. Border Forensics, 2022.

42 Sistemas de vigilancia



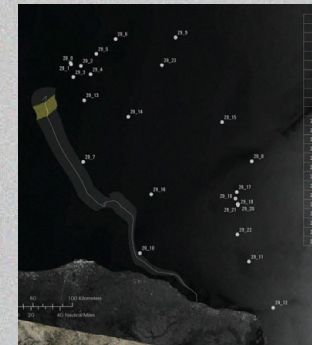
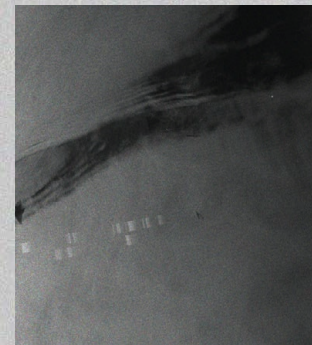
Ragazzi, disegnate l'Italia come vi piace. Le immagini dei lettori. Renzo Piano. Dibujos: Giancarmine Santoro, Anselmo Piras, Maurizio M., Ferrara Carmelo, Andrea Rania, 2017.

[Fig. 76]



Visualización crítica incluida en el informe *Death by rescue: The lethal effects of the EU's policies of non-assistance*, Forensic Oceanography, 2017.

[Fig. 77]



Reconstrucción de las imágenes del incidente ocurrido en noviembre de 2017. Visualización incluida en la investigación *Sea watch vs the libyan coastguard*, Forensic Oceanography, 2018.

[Fig. 78]



Reconstrucción del incidente ocurrido entre marzo y abril de 2011. Visualización incluida en la investigación *The Left-to-Die Boat*, Forensic Oceanography, 2012.

[Fig. 79]

The General's Stork (Research/Practice 02), Heba Y. Amin, 2020.

[Fig. 80]



Operation *Sunken Sea: Visual Research*, Flower Bouquets, Heba Y. Amin, 2018.

[Fig. 81]

desobediente», utilizando tecnologías de vigilancia para evidenciar las omisiones y negligencias de los estados europeos.

Pág. anterior. Airbone Compliity - Frontex Aerial Surveillance Enables Abuse: Jul. 2021. Border Forensics, 2022.

[Fig. 75]

abilidad.»¹⁵²

ltar, ha sido se suma el ¹⁵³ Esta red algorítmica. hoy en una ntera es un e construye, artográficas.

recogiendo s, sueños.¹⁵⁴ rica—, otras estos mapas iterráneo ha pone pensar oida, densa ¹⁵⁶ Bajo esta ersea donde o de batalla ta deriva, el ve sin tocar.

sic García, «El ncia Exterior Revista de Economía, 3 (2005):

zi, disegnat e imágenes del julio de 2017. otographic Studies 34,

erobjects: er the End University of

nzo Pezzani, ne EU's tem Migration Forensic

Tripoli

Rhoms

LIBYA

TUNIS

FRONTEX D
May 2021 - Ju

42 Sistemas de vigilancia:

TUNIS

Valla y golf en Melilla. Fotografía: José Palazón, 2014.

[Fig. 82]



Estación del Sistema Integrado de Vigilancia Exterior (SIVE) en Algeciras. Fotografía: Javier Chaparro, 2024.

[Fig. 83]



Vigilancia costera italiana EÓLO, fotograma de la investigación Sea watch vs the libyan coastguard por el incidente ocurrido en nombre de 2017. Forensic Oceanography, 2018.

[Fig. 84]



Comparación de las tres islas objeto de control espacial: Mallorca, Susak y Lampedusa. The Island Paradigm and the Mediterranean, Stefania Staniscia, New Geographies 05, 2013.

[Fig. 85]



[Fig. 86]

60 Miles of Trans-Border Urban Conflict, Teddy Cruz + Fonna Forman, Tijuana, 2008.



[Fig. 87]

Proyecto Border Art Workshop/Taller de Arte Fronterizo, Centro Cultural de la Raza in Balboa Park 1984.



[Fig. 88]

Trabajos de restauración de cuencas hidrográficas en la región fronteriza entre Arizona y Sonora, Borderlands Restoration Network (BRN), Arizona, 2012.



[Fig. 89]

SOS (World's Largest Graffiti) Santiago Sierra, 2012.

abilidad.»¹⁵²

ltar, ha sido se suma el ¹⁵³ Esta red algorítmica. hoy en una ntera es un e construye, artográficas.

recogiendo s, sueños.¹⁵⁴ rica—, otras estos mapas iterráneo ha pone pensar uida, densa ¹⁵⁶ Bajo esta ersea donde o de batalla ta deriva, el ve sin tocar.

sic

García, «El ncia Exterior Revista de Economía, 3 (2005):

zi, disegnat imagini dei julio de 2017. otographic

Studies 34,

erobjects: er the End University of

nzo Pezzani, ne EU's tem Migration Forensic

desobediente», utilizando tecnologías de vigilancia para evidenciar las omisiones y negligencias de los estados europeos.

[Fig. 75] Pág. anterior. Airbone Compliity - Frontex Aerial Surveillance Enables Abuse: Jul. 2021. Border Forensics, 2022.

4.2. Sistemas de vigilancia: el litoral como interfaz de control

«La arquitectura puede operar en el umbral de la detectabilidad.»¹⁵²

Desde el año 2002, el litoral sur de España, especialmente en el Estrecho de Gibraltar, ha sido transformado por el despliegue del Sistema Integrado de Vigilancia Exterior (SIVE), al que se suma el progresivo refuerzo de la Agencia Europea de la Guardia de Fronteras y Costas (Frontex).¹⁵³ Esta red de sensores, radares y cámaras térmicas convierte el mar en un campo de anticipación algorítmica. La costa, que históricamente fue espacio de tránsito, intercambio y acogida, se convierte hoy en una interfaz digital de exclusión. La arquitectura ya no delimita físicamente la frontera: la frontera es un código, una señal, un software que ve sin ser visto. El radar sustituye al muro. El litoral no se construye, se programa. Este nuevo litoral hipervigilado reactiva también viejas ficciones cartográficas.

En 2017, el arquitecto Renzo Piano propuso remapear colectivamente el Mediterráneo, recogiendo cientos de dibujos de niños y adultos que imaginaban puentes, muros, rutas, naufragios, sueños.¹⁵⁴ Algunas visiones apostaban por la conexión —una cuerda lanzada desde Europa hacia África—, otras por la contención —alambradas, garitas, muros sobre el mar. Como señala Laura Lo Presti, estos mapas no son inocentes: expresan una metageografía afectiva, que revela hasta qué punto el Mediterráneo ha dejado de ser un lugar para convertirse en una idea cargada de tensiones.¹⁵⁵ Lo Presti propone pensar el Mediterráneo como un hiperobjeto en el sentido de Timothy Morton: una entidad distribuida, densa y no contenible, cuyas consecuencias se extienden en el tiempo, el espacio y el cuerpo.¹⁵⁶ Bajo esta óptica, el mar no es solo agua: es memoria, toxicidad, dato, cuerpo ausente, archivo. Un hypersea donde las tecnologías de vigilancia y los imaginarios coloniales convierten el vacío líquido en campo de batalla difuso, en escenario de control delegado, en una geografía política de lo no resuelto. En esta deriva, el litoral deja de ser borde y se transforma en interfaz algorítmica: se codifica, se predice, se ve sin tocar.

A este despliegue técnico se suma un cambio político y jurídico más profundo: la transformación de las políticas europeas de salvamento marítimo. Tras la finalización de la operación *Mare Nostrum* en 2014, las tareas de rescate fueron externalizadas y transferidas a terceros países como Libia. Este giro institucional introduce una contradicción estructural: mientras el territorio se vigila con altísima resolución técnica, las operaciones de salvamento se reducen, se alejan o se desactivan. El mar, antes cartografiado como espacio de asistencia, pasa a gestionarse como una zona de omisión estructurada. No se trata ya de evitar naufragios, sino de no verlos. La costa no alberga ya infraestructuras de acogida, sino sistemas de negación técnica. Según *Forensic Oceanography*, el Mediterráneo se ha transformado en un espacio de «violencia líquida»¹⁵⁷ donde la muerte no ocurre por colisión directa, sino por diseño institucional: se decide a quién se ve, cuándo se reacciona y cuánta distancia mantener entre el radar y la embarcación. El mar no es un vacío, sino una infraestructura expandida de control por omisión. *Forensic Oceanography* desafía las narrativas oficiales al exponer esta violencia mediante una «mirada desobediente», utilizando tecnologías de vigilancia para evidenciar las omisiones y negligencias de los estados europeos.

[152] Eyal Weizman, *Forensic Architecture*.

[153] José María Navarro García, «El sistema integrado de Vigilancia Exterior (SIVE),» *Estrategia Global: Revista de Relaciones Internacionales, Economía, Defensa y Tecnología*, no. 8 (2005): 66–69.

[154] Renzo Piano, «Ragazzi, disegname l'Italia come vi piace». Le immagini dei lettori, *la Repubblica*, 28 de julio de 2017.

[155] Laura Lo Presti, «Cartographic Affects and Mediterranean Metageographies,» *Visual Studies* 34, no. 3 (2019)

[156] Timothy Morton, *Hyperobjects: Philosophy and Ecology after the End of the World* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 2013)

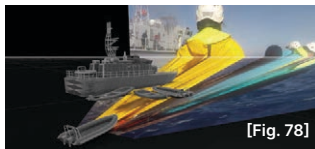
[157] Charles Heller y Lorenzo Pezzani, «Mare Clausum: Italy and the EU's Undeclared Operation to Stem Migration across the Mediterranean,» *Forensic Oceanography*, 2018.

Pág. anterior. Airbone Complyity - Frontex Aerial Surveillance Enables Abuse: Jul. 2021. Border Forensics, 2022.

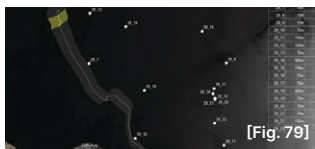
[Fig. 75]



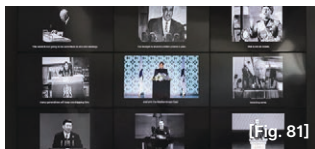
[Fig. 77]



[Fig. 78]



[Fig. 79]



[Fig. 81]

[158] Charles Heller y Lorenzo Pezzani, «Death by Rescue: The Lethal Effects of the EU's Policies of Non-Assistance,» *Forensic Oceanography*, 2016.

[159] Charles Heller y Lorenzo Pezzani, «Left-to-Die Boat,» *Forensic Oceanography*, 2012.

[160] Charles Heller y Lorenzo Pezzani, «Sea Watch vs. Libyan Coast Guard,» *Forensic Oceanography*, 2017.

[161] Charles Heller y Lorenzo Pezzani, «The Seizure of the Luventa,» *Forensic Oceanography*, 2018.

[162] Heba Y. Amin, *The General's Stork*, instalación, 2016.

[163] Heba Y. Amin, *Operation Sunken Sea*, video, 2018.

[164] José Palazón, «Vallas de Melilla,» fotografía, 2014.

Tecnificación

En abril de 2015, dos naufragios en el Mediterráneo central causaron más de mil muertes. El primero, el 12 de abril, se produjo cuando un gran buque comercial se acercó a una embarcación abarrotada. Menos de una semana después, el 18 de abril de 2015, un incidente similar provocó más de ochocientos muertes tras la colisión de una embarcación abarrotada con un carguero que se había acercado para rescatar a sus pasajeros. Fue la peor pérdida de vidas registrada por el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR) en el Mediterráneo.

Ambos incidentes se deben en parte a estos cambios en las políticas de la UE respecto al rescate marítimo, en particular a la reducción de las operaciones de rescate estatales y la consiguiente responsabilidad de los buques comerciales de cubrir la brecha de rescate. El informe *Death by Rescue*, desarrollado en el año 2016, analiza cómo contribuyeron estas políticas al número de víctimas mortales.¹⁵⁸

Este paisaje vigilado ha sido explorado desde la crítica visual por artistas y colectivos como Forensic Architecture, en investigaciones como *Left-to-Die Boat*,¹⁵⁹ *Sea Watch vs Libyan Coast Guard*,¹⁶⁰ y *The Seizure of the Luventa*.¹⁶¹ Estos trabajos revelan cómo el mar se convierte en escenario de violencia delegada, donde las decisiones algorítmicas y diplomáticas sustituyen a la responsabilidad política.

La artista Heba Y. Amin, en su proyecto *The General's Stork*, investiga cómo tecnologías de vigilancia como drones o satélites se han utilizado en el contexto de control militar y colonial sobre territorios árabes,¹⁶² conectando imaginarios de poder aéreo con formas de violencia territorial invisibilizadas. Su trabajo desmonta las narrativas oficiales desde dentro del aparato técnico, utilizando documentación real y estrategias de infiltración visual. Además, en *Operation Sunken Sea* (2018), imagina una utopía delirante en la que se inunda el norte de África para generar un mar interior,¹⁶³ cuestionando los proyectos modernizadores del control territorial desde una ficción crítica.

El fotógrafo José Palazón, en su serie sobre las vallas de Melilla, ha capturado momentos impactantes como la imagen de un migrante encaramado en una valla mientras turistas juegan al golf en primer plano,¹⁶⁴ revelando la brutal convivencia entre control y normalización del privilegio. Estas representaciones convierten lo invisible en imagen crítica.

La costa mediterránea europea ya no es solo frontera: es dispositivo técnico. Un radar puede ver más que una torre. Una imagen térmica puede borrar una vida. La arquitectura se disuelve, pero no desaparece: se desplaza hacia el espectro invisible.

El Sistema Integrado de Vigilancia Exterior (SIVE) es un sistema distribuido de sensores, radares, cámaras térmicas y software de detección que recorre la costa andaluza y el Estrecho de Gibraltar desde 2002. Se trata de una infraestructura no monumental pero densa, diseñada para detectar embarcaciones migrantes desde más de 20 millas náuticas antes de su llegada a tierra.

Operado por la Guardia Civil, el sistema permite seguir en tiempo real los movimientos de pateras, sin necesidad de contacto visual. Cada nodo del SIVE integra una torre técnica (camuflada en muchos casos), equipada con radar de vigilancia costera, cámaras térmicas

y sensores ópticos que escanean el horizonte marítimo en tiempo real. Los datos captados se transmiten por enlace cifrado a un centro de control regional, donde operadores de la Guardia Civil analizan la información a través de software especializado. Si se detecta una embarcación no identificada, se activa una alerta que puede ser derivada a medios aéreos, marítimos o terrestres. Este esquema de funcionamiento convierte al litoral en una infraestructura distribuida de sensores conectados a una matriz de decisión centralizada, en la que la arquitectura queda reducida a soportes técnicos para la vigilancia automatizada.

A esta estructura se suma el despliegue aéreo de Frontex, que complementa las capacidades nacionales con vigilancia por drones, vuelos tripulados y sensores de largo alcance, ampliando el perímetro de observación desde el cielo. A través de misiones como Hermes, Indalo o Themis, la agencia europea articula patrullajes aéreos periódicos que alimentan bases de datos transnacionales y refuerzan la capacidad de detección anticipada más allá del radar costero.

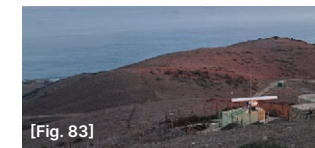
La tecnificación del litoral transforma acantilados, playas y promontorios naturales en antenas territoriales. El mar ya no es solo vía de comunicación sino campo de lectura algorítmica. Esta reconversión de la costa no tiene forma arquitectónica evidente, pero reorganiza todo el espacio político del borde.

El SIVE forma parte de una red más amplia de sistemas de control fronterizo en el Mediterráneo. En Italia, por ejemplo, el sistema EOLO actúa como red de vigilancia aérea, integrando drones y sensores para anticipar rutas migratorias. En Grecia, el despliegue de radares costeros, cámaras térmicas y patrullas coordinadas por Frontex refuerza un perímetro de vigilancia extendido en las islas del Egeo. También Marruecos, Túnez y Turquía han implementado tecnologías similares, muchas veces con apoyo económico y técnico de la Unión Europea.

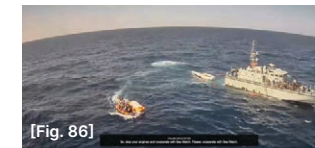
Así, el litoral mediterráneo se convierte en una interfaz tecnológica unificada, donde distintos países actúan como nodos de una infraestructura distribuida de control, externalizando la vigilancia a las periferias y haciendo del mar un espacio compartido de exclusión automatizada.

Si el litoral se convierte en una interfaz programada de exclusión, las islas operan como sensores avanzados del Mediterráneo tecnificado. En ellas, la tecnología de vigilancia no solo actúa, sino que se manifiesta, se tensa y se desborda. Lejos de ser excepciones, condensan múltiples formas complementarias de control espacial: turismo intensivo, abandono funcional y militarización securitaria. Siguiendo la lectura de Stefania Staniscia, que propone entender las islas mediterráneas como fragmento, muestra y fábrica del futuro, Mallorca, Susak y Lampedusa funcionan como prototipos disonantes donde la tecnopolítica fronteriza se despliega de forma adaptativa y diferencial.¹⁶⁵

En Mallorca, el radar no intercepta pateras, pero asegura la continuidad del turismo como flujo deseado. La seguridad no se enuncia como frontera, sino como garantía de confort. La infraestructura algorítmica se integra en la lógica de la experiencia turística: vigilancia ambiental, logística de acceso, control marítimo indirecto. El mar, domesticado, se convierte en decorado seguro, en superficie gestionada para el



[Fig. 83]



[Fig. 86]

Lectura crítica

[165] Stefania Staniscia, «The Island Paradigm and the Mediterranean,» *New Geographies*, no. 10 (2018): 255-262.



[Fig. 85]

ocio. Aquí, la vigilancia no genera fricción sino fluidez; su éxito radica en su invisibilidad.

En el extremo opuesto, Susak representa el abandono como forma activa de control. La isla, desvinculada de los circuitos principales de movilidad y atención estatal, sobrevive entre la ruina agrícola y la gentrificación nostálgica. No hay radar, pero tampoco servicios, inversión ni presencia institucional. La exclusión se produce por omisión: una forma de gestión territorial basada en la desconexión. La vigilancia se convierte en ausencia, y la costa, en un umbral sin interlocutor.

Lampedusa, en cambio, condensa el conflicto. Allí el radar se vuelve cuerpo, infraestructura visible, frontera codificada. La isla ha sido colonizada por tecnologías de visión: radares, drones, patrullas, centros de mando. Cada verano, el sistema proyecta su capacidad de ver y decidir sobre miles de cuerpos migrantes que cruzan el umbral sur de Europa. Lampedusa es nodo de fricción: donde la infraestructura turística convive con la logística militar, donde el espectáculo del rescate se mezcla con la criminalización de la llegada. El control se materializa como contradicción: se vigila para excluir, se rescata para disuadir, se registra para desaparecer.

Estas tres islas revelan que el control territorial no es homogéneo ni evidente: se adapta, se camufla y se reproduce según el tipo de flujo que se desea gestionar. El SIVE y sus equivalentes no son solo redes de sensores costeros, sino modelos espaciales que convierten el litoral en matriz de decisión algorítmica. Desde la saturación turística hasta el olvido, pasando por la hipervigilancia, el borde insular se transforma en un laboratorio expandido de la tecnopolítica europea. Las islas, más que márgenes, son umbral y espejo de un continente que ha externalizado su frontera en el mar. Allí, el radar no solo detecta sino que también delata.

Ejemplo paralelo superado

Sin embargo, frente a este modelo generalizado de control, emergen también territorios donde la vigilancia ha sido enfrentada desde lo común. A pesar de la consolidación del SIVE como paradigma de control litoral, existen ejemplos paralelos donde dispositivos de vigilancia similares han sido desactivados, cuestionados o resignificados. En la isla griega de Lesbos, tras el incendio del campo de Moria, emergieron iniciativas ciudadanas que desbordaron la lógica securitaria de Frontex, convirtiendo infraestructuras de detención en espacios efímeros de acogida. En la costa sur de Italia, nodos del sistema EOLO han sido abandonados o saboteados por presión social o falta de mantenimiento, revelando la fragilidad operativa de la vigilancia cuando no está respaldada por legitimidad territorial.

En Ceuta y Melilla, episodios de violencia documentados por activistas y medios han obligado a revisar las condiciones de uso de cámaras térmicas, sensores y alambradas. Más allá del Mediterráneo, el trabajo de colectivos como *Border Art Workshop*,¹⁶⁶ *Forensic Architecture*¹⁶⁷ o Teddy Cruz + Fonna Forman¹⁶⁸ en la frontera entre Tijuana y San Diego muestra cómo incluso el muro más sólido puede volverse poroso mediante prácticas culturales, archivos de violencia y arquitecturas cívicas que rearticulan la frontera como espacio común. Estas acciones no suprimen el control, pero abren fisuras en su narrativa. Son contraejemplos que revelan que el litoral tecnificado no es un destino irreversible, y que la interfaz algorítmica puede ser intervenida, desprogramada o devuelta a una dimensión sensible,

[166] *Border Art Workshop/Taller de Arte Fronterizo* (1984–1990) fue un colectivo de artistas y activistas radicado en San Diego–Tijuana que utilizó el arte público y la acción cultural para visibilizar la violencia fronteriza y reimaginar la frontera como espacio de encuentro y protesta.

[167] *Forensic Architecture* es una agencia de investigación con sede en Goldsmiths, University of London, fundada por Eyal Weizman en 2010, que utiliza técnicas arquitectónicas, visuales y cartográficas para documentar violaciones de derechos humanos y violencias de Estado.

[168] Teddy Cruz y Fonna Forman son un dúo de arquitecto y politólogo radicados en San Diego, cuyo trabajo explora la frontera Tijuana–San Diego a través de proyectos de urbanismo cívico, justicia espacial y colaboración transfronteriza.

colectiva y política. Allí donde el radar mira, otros cuerpos miran de vuelta.

Sin embargo, territorios con lógicas de control similares han transitado hacia otros modelos críticos de frontera. En el desierto de Sonora, entre Arizona y Sonora, el sistema estadounidense de vigilancia fronteriza —conocido como SBInet— desplegó desde 2006 una densa red de torres de detección, sensores de movimiento, cámaras infrarrojas y vigilancia aérea.¹⁶⁹ Al igual que el SIVE, el objetivo era anticipar y neutralizar flujos migratorios mediante una arquitectura invisible, basada en el rastreo algorítmico y la respuesta automatizada. Sin embargo, el proyecto fue desmantelado en 2011 tras una década de fallos operativos, costos desorbitados y protestas comunitarias por su impacto ecológico, legal y humanitario.

Desde entonces, múltiples iniciativas han reimaginado este borde no como una zona de exclusión, sino como un espacio de articulación cívica. Organizaciones como *Borderlands Restoration Network*¹⁷⁰ o *No More Deaths*¹⁷¹ han resignificado el desierto mediante redes de apoyo mutuo, restauración ecológica y memoria activa. La frontera ya no es concebida solo como línea de seguridad, sino como paisaje de convivencia conflictiva, donde coexisten flujos humanos, especies en tránsito y formas de habitar resilientes. A través de intervenciones arquitectónicas mínimas —refugios de sombra, puntos de agua, instalaciones artísticas efímeras—, estas iniciativas desafían la lógica de vigilancia mediante una arquitectura del cuidado, que no niega el conflicto pero lo reconfigura desde la escala sensible. Este viraje, aún parcial y fragmentario, ofrece un precedente valioso: incluso las infraestructuras de control más sofisticadas pueden ser desmontadas, reapropiadas y transformadas desde el territorio.

Frente a este paisaje de hipervigilancia distribuida, desde los modelos de superación tecnificada, emergen prácticas capaces de fracturar el dispositivo del borde sin anular el sistema. Una de ellas es la desactivación situada, allí donde el abandono técnico o la presión local permiten erosionar la infraestructura de control y abrir el litoral a otras lógicas de uso. Otra es el contrauso cívico, que resignifica los elementos técnicos del sistema —torres, sensores, cámaras— como soportes para pedagogías críticas, archivos de memoria o señalética del desacuerdo. También está la visualización desobediente, que convierte trayectorias, fallos y omisiones del sistema en imagen política: una práctica en la que se inscribe la instalación SOS de Santiago Sierra (2012), donde tres letras gigantes colocadas sobre la arena de la playa de Famara eran visibles solo desde el aire, apelando al ojo satelital y a los sistemas de vigilancia para denunciar, precisamente, su complicidad en la omisión de vidas migrantes. Una señal de socorro dirigida a quien todo lo ve y nada detiene.

Y, quizá la más transversal, el diseño como interferencia, donde proyectar ya no significa construir, sino hackear: operar sobre flujos, umbrales, narrativas.

A estos se suman estrategias como la infraestructura inversa, que consiste en desplegar tecnologías blandas —balizas informativas, cartografías colaborativas, sistemas abiertos de monitoreo ciudadano— que desbordan el monopolio estatal de la visión y redistribuyen la capacidad de mirar. O el testimonio tecnológico, donde se utilizan las mismas herramientas de vigilancia —drones, imágenes satelitales, grabaciones térmicas— para documentar



[Fig. 86]



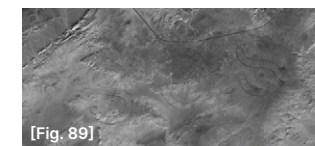
[Fig. 88]

[169] *SBInet* (*Secure Border Initiative Network*) fue un proyecto del Departamento de Seguridad Nacional de Estados Unidos (2006–2011) que desplegó una red de torres de detección, radares y cámaras a lo largo de la frontera de Arizona, cancelado en 2011 por sus fallos técnicos y altos costos.

[170] *Borderlands Restoration Network* es una organización comunitaria y ambiental con sede en Arizona y Sonora dedicada a la restauración ecológica, la resiliencia de comunidades fronterizas y la recuperación de hábitats transfronterizos.

[171] *No More Deaths* (No Más Muertes) es una organización humanitaria fundada en 2004 en Tucson, Arizona, que ofrece ayuda directa —agua, alimentos, refugio— a migrantes en el desierto de Sonora.

Contrainstrumento



[Fig. 89]

abusos y generar prueba política desde la disidencia. También emergen formas de autosuficiencia intermitente, que convierten la desvinculación funcional o el abandono institucional en oportunidad para reconfigurar la vida desde una lógica no extractiva, fuera de la conectividad programada. En paralelo, se desarrollan acciones de reapropiación colectiva del litoral, impulsadas por redes vecinales o plataformas culturales que cuestionan la neutralidad turística del borde y lo resignifican como espacio de derecho común. Y persisten los gestos de hospitalidad radical, que, lejos de la narrativa de la amenaza, sostienen el cuidado como forma política frente a la arquitectura disuasoria del control.

Estos contrainstrumentos no niegan la dimensión técnica del borde, sino que la reapropian y la convierten en soporte de acción colectiva. Una lectura proyectual del litoral tecnificado no exige nuevas formas, sino nuevas preguntas. La arquitectura, en este contexto, puede volver visible lo invisible. Puede reinterpretar el borde como umbral, no como línea. Puede convertir un mástil en relato, una torre en archivo, un radar en pregunta.

[172] Arne Svenson, *The Neighbours*, serie fotográfica (2012–2013), capturó con teleobjetivo escenas íntimas de los vecinos del artista en Nueva York sin su consentimiento, generando un debate internacional sobre privacidad, mirada y derecho a la intimidad.

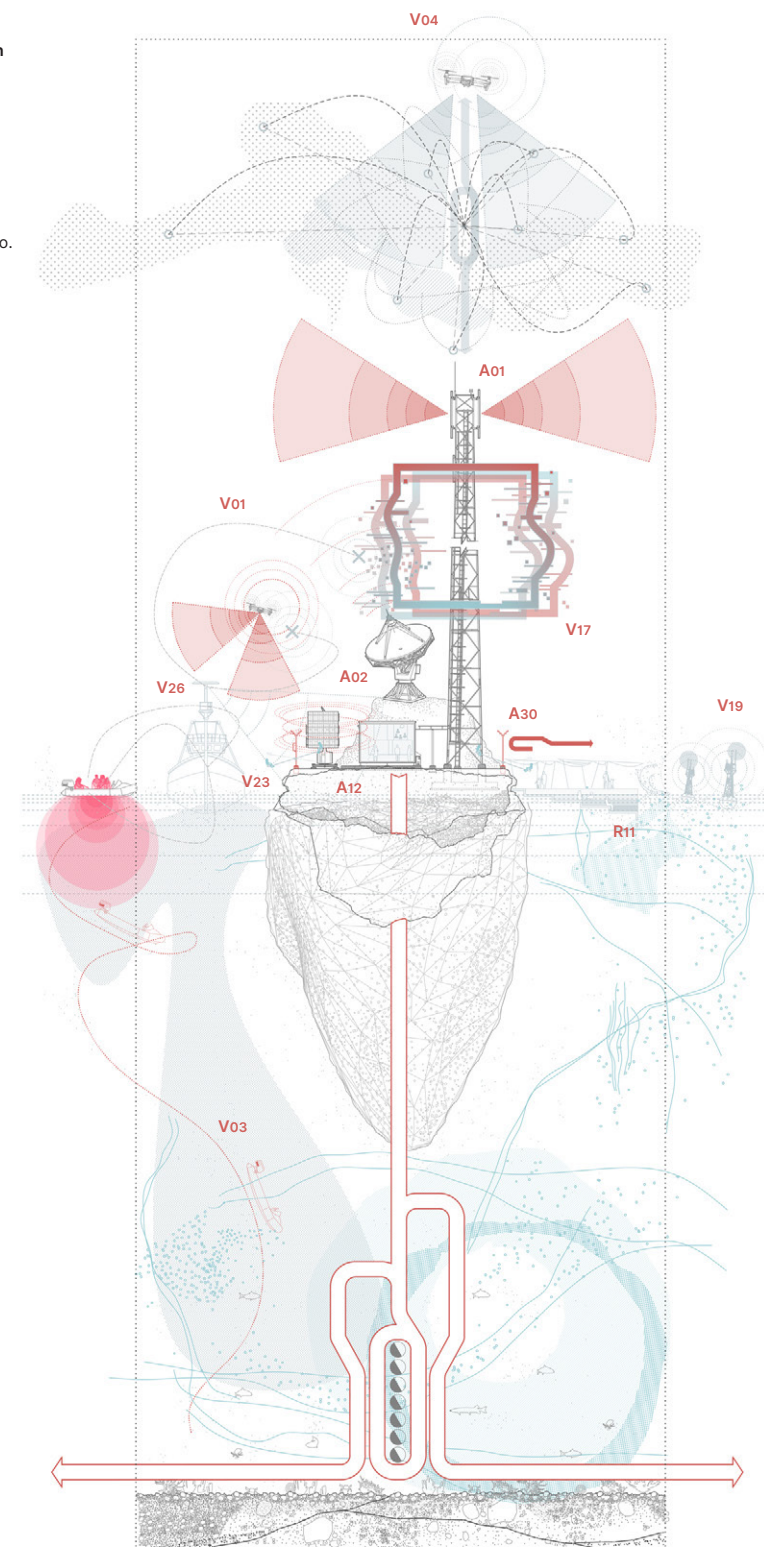
Como una coda silenciosa a este paisaje de hipervigilancia, resuena la obra *The Neighbours* del fotógrafo Arne Svenson.¹⁷² Armado con un teleobjetivo, Svenson capturó escenas íntimas de la vida cotidiana de sus vecinos a través de las ventanas de su edificio, sin su consentimiento, sin que lo supieran. No había contacto, solo distancia, encuadre y observación. La imagen se producía sin relación. En el Mediterráneo, el Sistema Integrado de Vigilancia Exterior actúa con la misma lógica, observa sin ser visto, registra sin tocar, decide sin diálogo. El litoral se convierte en la fachada de un edificio que mira hacia el mar; los cuerpos que se aproximan son solo siluetas térmicas, señales, trayectorias anónimas.

Como en las fotos de Svenson, no hay crimen, pero sí inquietud: una intimidad violentada por la mirada impune del que ve sin exponerse. ¿Qué derecho tiene quien posee la lente más larga, el radar más sensible, la imagen más clara? ¿Qué arquitectura produce esa mirada sin cuerpo? En esa distancia asimétrica entre el ojo y lo observado, entre el radar y la balsa, entre la torre y el mar, se juega una ética del espacio. Una arquitectura que opera en el umbral de la detectabilidad no solo diseña bordes: define lo visible, lo interpretable y lo que puede, o no, ser reconocido como vida.



Propuesta preliminar de contrainstrumentalización

- A01. Desactivación situada.
- A04. Contrauso cívico.
- A12. Reprogramación multiescalar.
- A30. Disipar límites.
- R11. Reapropiación ecológica del litoral.
- V01. Visualización desobediente.
- V03. Cartografía contrahegemónica del lecho marino.
- V04. Contra-mapeo.
- V17. Diseño como interferencia.
- V19. Digitalización preventiva.
- V23. Reapropiación simbólica de la alambrada.
- V26. Redes de rescate civil.



[Fig. 90] *The Neighbors*. Fotografía: Arne Svenson, 2012.



43 Complejo de

Complejo de Desalación Oriental:

infraestructuras de soberanía hídrica para la producción artificial de agua en contextos de escasez

32° 27' 56.30" N, 34° 53' 5.15" E



escasez

perativa.»¹⁷³

Palmachim, transforma el país en un país hidrológico del río Jordán. Este proceso ya no actúa

control del mecanismo o un Estado curso hídrico. como en la incluso en sus distribución

waterscapeerse incluso se sostiene y poder el statu quo

cooperative ter in England University

and Water den Politics ater Conflict

Hydro-rdan se of the 6, no. 1 (2013)

el concepto al para territorial, sistemas según Zeitoun, a la geografía egra las ciones y rminan su

Indicadores del norte de Gaza fueron destruidas, reduciendo el acceso a apenas 3 litros por persona al día, muy por debajo del mínimo recomendado por la OMS.

[Fig. 91]

Pág. anterior. Complejo de desalación oriental en Hadera, Israel. Fotografía: Jack Guez, 2022.

43 Complejo de

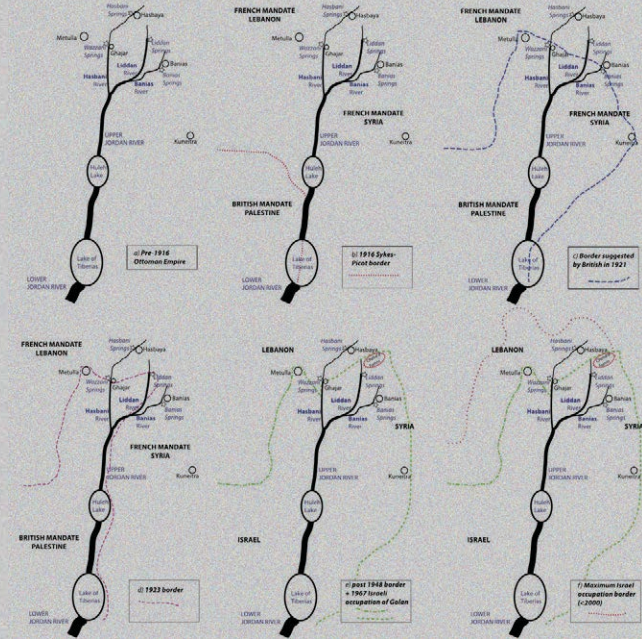
Estudiantes palestinos en el río Jordán inferior, cerca de su desembocadura en el lago Tiberíades, Ea Kahvadjian, Ciudad Vieja, Jerusalén, 1964. Fotografía incluida en el libro *Power and Water in the Middle East*, Mark Zeitoun, 2009.

[Fig. 92]



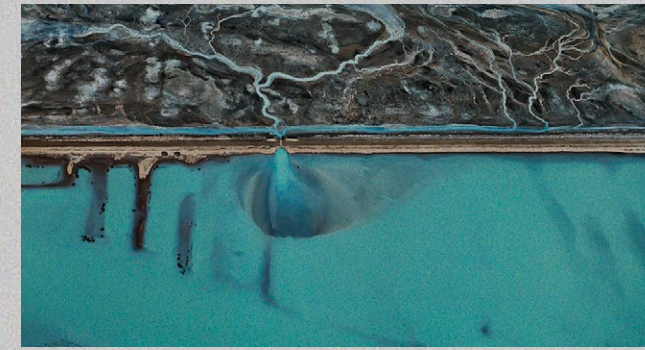
Esquema de los cursos de agua y fronteras en la cuenca alta del río Jordán a lo largo del tiempo, *Hydro-hegemony in the Upper Jordan Waterscape: Control and Use of the Flows*, Mark Zeitoun, 2014.

[Fig. 93]



Planta desalinizadora de Oxfam Intermon destruida en la ciudad de Gaza, 2024.

[Fig. 94]



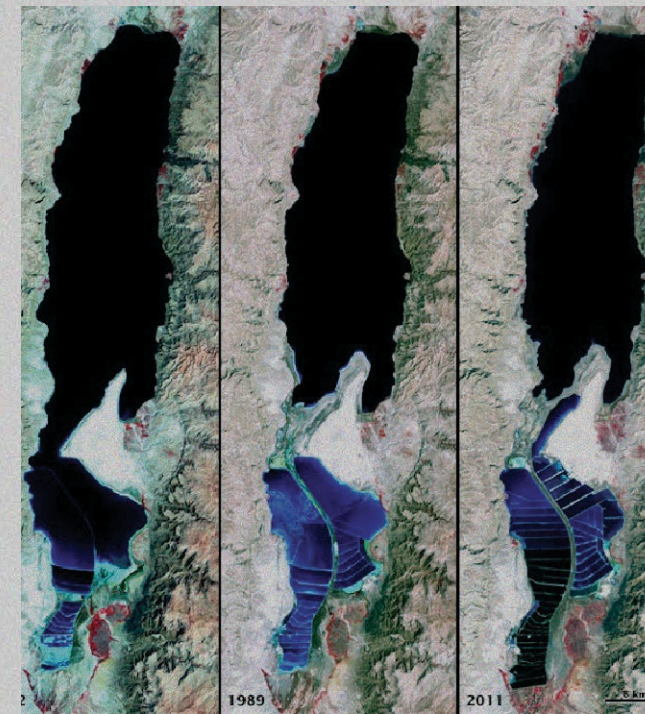
[Fig. 95]

«Water» Cerro Prieto Geothermal Power Station, México. Fotografía: Edward Burtynsky, 2012.



[Fig. 96]

«Manufactured Landscapes» Shipbreaking No. 8, Chittagong, Bangladesh. Documental de Edward Burtynsky y Jennifer Baichwal, 2000. Fotografía: Edward Burtynsky, 2000.



[Fig. 97]

La desecación del mar Muerto (1972, 1989, 2011) refleja la retirada de agua río arriba por parte de Israel, Jordania y Siria, NASA Earth Observatory.

escasez

perativa.»¹⁷³

Palmachim, transforma el río en un país hidrológico del río Jordán. Este proceso ya no actúa

control del mecanismo de un Estado curso hídrico. como en la distribución

waterscapeerse incluso se sostiene y poder el statu quo

cooperative ter in England University

and Water den Politics ater Conflict

«Hydro-rdan se of the 6, no. 1 (2013)

el concepto al para territorial, sistemas según Zeitoun, a la geografía egra las ciones y terminan su

indicas del norte de Gaza fueron destruidas, reduciendo el acceso a apenas 3 litros por persona al día, muy por debajo del mínimo recomendado por la OMS.

[Fig. 91]

Pág. anterior. Complejo de desalación oriental en Hadera, Israel. Fotografía: Jack Guez, 2022.

43 Complejo de

escasez

perativa.»¹⁷³

Palmachim, transforma el [] en un país [] hidrológico [] el río Jordán [] te procesos [] ya no actúa

control del [] mecanismo [] o un Estado [] curso hídrico. [] como en la [] cluso en sus [] distribución

waterscape [] erse incluso [] se sostiene [] s— y poder [] el statu quo

cooperative [] ter in England [] University

and Water [] den Politics [] ater Conflict

Hydro- [] rdan [] se of the [] 6, no. 1 (2013)

el concepto [] al para [] territorial, [] sistemas [] según Zeitoun, [] a la geografía [] egra las [] ciones y [] terminan su



Vertido de salmuera al mar Mediterráneo desde la planta desalinizadora de Hadera, Israel. Fuente: IDE Tech, 2024.

[Fig. 98]



La disposición industrial a orillas del mar evidencia la lógica de enclave técnico. Fuente: IDE Tech, 2024.

[Fig. 99]



Tubería de captación de agua de mar en una planta desalinizadora de ósmosis inversa. Fuente: IDE Tech, 2024.

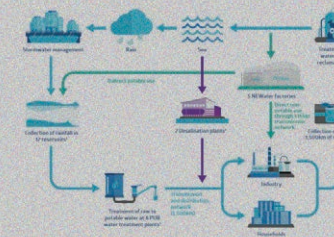
[Fig. 100]



Complejo desalinizador de Hadera, Israel, ubicada junto a una central termoelectrica en la costa mediterránea. Fuente: IDE Tech, 2024.

[Fig. 101]

THE WATER LOOP



Esquema del sistema hídrico circular de Singapur, conocido como The Water Loop a través del programa NEWater. El diagrama representa el ciclo integrado de captación, tratamiento, desalación, reutilización y distribución. Fuente: Our NEWater Journey, 2024.

[Fig. 102]



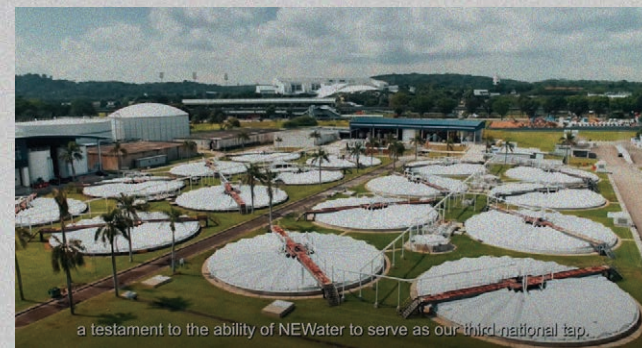
Interior de la planta NEWater en Singapur. Estas instalaciones están abiertas al público y concebidas como espacios pedagógicos, transparentes y visitables. Fuente: Our NEWater Journey, 2024.

[Fig. 103]



Ensamblaje de la infraestructura modular de ósmosis inversa. Fuente: Our NEWater Journey, 2024.

[Fig. 104]



Depósitos de tratamiento en superficie del complejo NEWater. Fuente: Our NEWater Journey, 2024.

[Fig. 105]

Indicaciones del norte de Gaza fueron destruidas, reduciendo el acceso a apenas 3 litros por persona al día, muy por debajo del mínimo recomendado por la OMS.

[Fig. 91] Pág. anterior. Complejo de desalación oriental en Hadera, Israel. Fotografía: Jack Guez, 2022.

4.3. Complejo de Desalación Oriental:

infraestructuras de soberanía hídrica
para la producción artificial de agua en contextos de escasez

«El agua es una mercancía no cooperativa.»¹⁷³

A lo largo de la costa israelí, cinco grandes plantas desalinizadoras —Ashkelon, Palmachim, Hadera, Sorek y Ashdod— operan como nodos estratégicos de una red tecnificada que transforma el mar en una fuente de agua potable. Estas infraestructuras no solo aseguran el suministro en un país marcado por la escasez hídrica estructural, sino que reconfiguran el paisaje costero, el ciclo hidrológico y las relaciones de poder sobre el territorio. El agua, antaño ligada a la geografía natural del río Jordán o de los acuíferos subterráneos, pasa a ser un producto industrializado, generado mediante procesos energéticamente intensivos y redistribuido a través de complejas redes de control. El litoral ya no actúa como frontera ecológica, sino como línea de ensamblaje hídrico.

Como señala Mark Zeitoun en su obra *Power and Water in the Middle East*¹⁷⁴ (2009), el control del agua en contextos de conflicto no es una cuestión meramente técnica o de gestión, sino un mecanismo fundamental de poder. Zeitoun introduce el concepto de hidrohegemonía para describir cómo un Estado dominante puede consolidar su control territorial y político mediante el acceso desigual al recurso hídrico. En el caso israelí-palestino, esto se manifiesta tanto en el manejo de acuíferos compartidos como en la imposición de marcos legales y administrativos que limitan el acceso palestino al agua incluso en sus propias tierras. Bajo esta lógica, el agua se convierte en una herramienta geopolítica, y su distribución configura y refuerza relaciones de dependencia y subordinación.

Esta visión se amplía en el trabajo posterior de Zeitoun¹⁷⁵ (2013). A través del concepto de *waterscape internacional*,¹⁷⁶ los autores demuestran que el control sobre los flujos hídricos puede mantenerse incluso sin dominio territorial directo, mediante lo que denominan poder remoto. Este tipo de control se sostiene por una combinación de poder duro —ocupación militar, destrucción de infraestructuras— y poder reputacional, entendido como la capacidad de disuadir cualquier intento de modificación del statu quo mediante la amenaza implícita de represalias.

Este marco permite interpretar las infraestructuras de desalinización como mecanismos de soberanía hídrica desvinculados del paisaje natural, que consolidan un modelo de autosuficiencia energética e hídrica a costa de cualquier dependencia hidropolítica con sus vecinos. La transformación del mar en agua potable a través de tecnología intensiva no solo es un acto de resiliencia técnica, sino una herramienta para interrumpir cualquier flujo cooperativo que implique redistribución o diálogo sobre el agua como bien común.

Un ejemplo extremo de esta lógica se dio en octubre de 2023, cuando fue destruida la planta desalinizadora de Beit Lahia, en el norte de Gaza. Esta instalación, que suministraba agua potable a decenas de miles de personas, quedó inoperativa tras un bombardeo. Según la Autoridad Palestina del Agua, más del 70% de las infraestructuras hídricas del norte de Gaza fueron destruidas, reduciendo el acceso a apenas 3 litros por persona al día, muy por debajo del mínimo recomendado por la OMS.

[173] Karen Bakker, *An Uncooperative Commodity: Privatizing Water in England and Wales* (Oxford: Oxford University Press, 2004).

[174] Mark Zeitoun, *Power and Water in the Middle East: The Hidden Politics of the Palestinian-Israeli Water Conflict* (London: I.B. Tauris, 2009).

[175] Mark Zeitoun, et al., «Hydro-Hegemony in the Upper Jordan Waterscape: Control and Use of the Flows,» *Water Alternatives* 6, no. 1 (2013)

[176] El artículo introduce el concepto de *waterscape internacional* para describir la configuración territorial, política y ecológica de los sistemas hídricos transfronterizos. Según Zeitoun, un *waterscape* no se limita a la geografía física del agua, sino que integra las relaciones de poder, instituciones y prácticas sociales que determinan su uso, distribución y acceso.

Pág. anterior. Complejo de desalación oriental en Hadera, Israel. Fotografía: Jack Guez, 2022.



[Fig. 95]



[Fig. 96]

[177] Edward Burtynsky, *Water*, (Göttingen:Steidl, 2013).

[178] Edward Burtynsky y Jennifer Baichwal, dirs., *Watermark*, documental, 92 min., Canadá: Mongrel Media, 2013.

[179] Edward Burtynsky y Jennifer Baichwal, dirs., *Manufactured Landscapes*, documental, 90 min., Canadá: Foundry Films, 2006.

Tecnificación



[Fig. 98]

La espectacularidad tecnológica que acompaña a estas infraestructuras tiende a eclipsar las tensiones ecológicas y políticas que las sustentan. En este sentido, la obra del fotógrafo Edward Burtynsky, particularmente en su serie *Water*¹⁷⁷ y en el documental *Watermark*¹⁷⁸ (codirigido con Jennifer Baichwal), resulta reveladora. Sus imágenes capturan la escala monumental de las infraestructuras hídricas desde una distancia que transforma el territorio en un patrón abstracto, casi ornamental. Mediante vistas aéreas de represas, canales y paisajes intervenidos, Burtynsky pone en evidencia cómo el diseño y la eficiencia pueden estetizar la violencia ecológica. Cuanto más precisa y bella parece la gestión del recurso, más desnaturalizada y profunda es la huella que deja.

Esta lectura visual puede ampliarse a través de otra colaboración entre Burtynsky y Jennifer Baichwal: el documental *Manufactured Landscapes*¹⁷⁹ (2006), que recorre distintos territorios marcados por la intervención industrial masiva. En él, se expone con crudeza cómo la escala y repetición de lo manufacturado produce paisajes donde la lógica técnica sustituye al equilibrio ecológico. Las plantas desalinizadoras, leídas desde esta óptica, no son solo soluciones funcionales, sino expresiones extremas de un pensamiento técnico que convierte los paisajes en dispositivos de producción continua. La costa israelí, reconfigurada por estas megaestructuras, se inscribe así en una estética global del territorio tecnificado, donde la eficiencia oculta la erosión de toda relación sensible con el agua como bien común o elemento ecológico.

Así, las desalinizadoras israelíes no solo deben leerse como soluciones a la escasez, sino también como dispositivos que producen una nueva geografía artificial, altamente dependiente de la energía y desvinculada de los ciclos hidrológicos naturales. Esta tensión entre lo visible y lo oculto, entre el control y la alteración, revela un modelo de soberanía basado en la tecnificación extrema del agua, que desplaza la sostenibilidad hacia un horizonte siempre postergado.

Desde principios de los años 2000, Israel ha desplegado una infraestructura hídrica sin precedentes a lo largo de su costa mediterránea. Las cinco grandes plantas desalinizadoras configuran una secuencia territorial que convierte el litoral en una cadena de producción de agua. Su localización responde tanto a criterios estratégicos —proximidad a centros urbanos, plantas energéticas o bases militares— como a una lógica de redundancia operativa. Cada planta actúa como eslabón autónomo pero interdependiente.

El principio técnico que vertebra estas plantas es la ósmosis inversa: un proceso de filtrado a presión que fuerza el paso del agua de mar a través de membranas semipermeables que retienen sales, minerales y contaminantes. Este procedimiento, que requiere un elevado consumo energético, produce dos flujos: agua dulce y salmuera hipersalina. La primera se incorpora a la red de distribución; la segunda, devuelta al mar, altera los ecosistemas costeros por su densidad, temperatura y carga química.

Pero la tecnificación del paisaje hídrico israelí no se limita a las plantas visibles. Bajo el mar, una red de tubos de admisión y descarga conecta kilómetros de fondo marino con las instalaciones costeras. Sobre tierra, sistemas automatizados de bombeo, estaciones de cloración, depósitos de almacenamiento y sensores de calidad conforman

un sistema hídrico intensamente monitorizado. En conjunto, estas infraestructuras constituyen una matriz hídrica algorítmica: el agua no fluye, se calcula.

Uno de los principios operativos que definen esta infraestructura es la repetición técnica. Cada planta sigue una lógica de diseño replicable: módulos de ósmosis, trazados de entrada y salida, protocolos de mantenimiento. Esta repetición genera economías de escala, facilita el entrenamiento técnico y reduce la dependencia de proveedores múltiples. A su vez, esta estandarización permite una optimización territorial: Israel puede gestionar un sistema hídrico descentralizado con una estructura operativa homogénea.

Pero esta repetición no es únicamente eficiencia: también produce una forma de paisaje. La reiteración modular de plantas, tubos y estaciones configura una estética de lo técnico que transforma el litoral en una infraestructura continua, donde el mar es descompuesto en unidades de tratamiento y el territorio en soporte replicable. No hay excepciones formales ni adaptaciones al lugar: cada elemento responde a una lógica de reproducción serial que disuelve la singularidad del entorno. Lo que se repite, se impone. Lo que se optimiza, se abstrae.

La operación es continua, silenciosa y distribuida. No hay forma arquitectónica monumental, sino soportes técnicos que configuran un territorio codificado. Esta red invisible no sólo produce agua, sino que genera dependencia tecnológica, fragmentación ecológica, externalización del coste ecológico y una nueva topología del poder. El paisaje costero, antes espacio de transición entre lo marítimo y lo terrestre, se convierte en interfaz productiva donde el mar es materia prima y el territorio, máquina extractiva.

Como plantea Marina Otero,¹⁸⁰ estas infraestructuras no se limitan a canalizar recursos: son dispositivos que seleccionan qué cuerpos y territorios son sostenidos y cuáles quedan fuera del sistema. En esa misma línea, Shannon Mattern¹⁸¹ advierte que toda infraestructura es también un sistema de escritura: codifica el territorio, estandariza sus ritmos y produce una forma de conocimiento técnico que sustituye a las ecologías locales. En este contexto, la repetición técnica no solo optimiza, sino que impone; no solo abstrae, sino que reescribe el paisaje como un espacio de cálculo y control.

La aparente eficiencia de las desalinizadoras israelíes oculta un conjunto complejo de externalidades ambientales, desequilibrios geopolíticos y contradicciones ecológicas profundas. Entre las más críticas se encuentra la descarga sistemática de salmuera —residuo hipersalino del proceso de ósmosis inversa— que altera de forma drástica el equilibrio del ecosistema marino costero. Este vertido, que combina alta salinidad con temperaturas elevadas y restos químicos del tratamiento del agua, se libera en puntos concretos del litoral sin procesos intermedios de neutralización. A medida que el volumen de producción aumenta, la concentración de estos residuos en la zona bentónica incrementa la acidez del entorno marino y provoca fenómenos de estratificación salina que afectan a la biodiversidad y a las dinámicas tróficas locales.

En paralelo, se está produciendo un fenómeno geopolítico y ecológico de gran escala: la desaparición progresiva del Mar Muerto. Aunque este proceso responde a múltiples factores —entre ellos, la desviación



[Fig. 99]

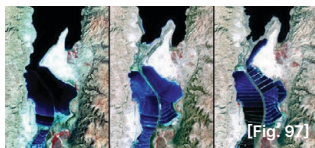


[Fig. 100]

[180] Marina Otero Verzier, «Infraestructure as Care: Toward a Reconfigurable Architecture,» en *Strangely Familiar: Design and Everyday Life* (Rotterdam: Het Nieuwe Instituut, 2022).

[181] Shannon Mattern, *Deep Mapping the Media City* (Minneapolis: University of Minnesota Press, 2015).

Lectura crítica



[Fig. 97]

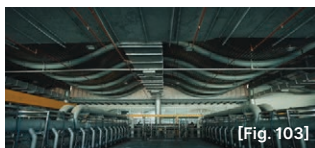
del río Jordán y la explotación mineral intensiva—, la tecnificación hídrica basada en la desalinización ha contribuido indirectamente a su agotamiento. Al eliminar la dependencia del río Jordán como fuente primaria de agua potable, el sistema desalinizador refuerza la lógica de extracción unilateral, desvinculando las infraestructuras de los ciclos naturales. El Mar Muerto, convertido en lago terminal de un río interrumpido, desaparece no tanto por desecación climática como por obsolescencia funcional. Lo que no es necesario, se abandona. Esta lógica revela una infraestructura que externaliza sus costes ecológicos eliminando la dependencia del río, pero no sus consecuencias, las cuales recaen sobre territorios y cuerpos que han quedado fuera del circuito técnico de gestión.

Este enfoque hiperfuncional ha exacerbado también las tensiones territoriales con Gaza y Cisjordania. Mientras Israel avanza hacia la autosuficiencia hídrica mediante soluciones energéticamente intensivas, las poblaciones palestinas continúan dependiendo de acuíferos contaminados y fuentes irregulares. En Gaza, los acuíferos costeros están sobreexplotados y afectados por intrusión salina. Las restricciones de acceso a materiales y energía impiden el desarrollo de alternativas locales. En este contexto, el agua se convierte en un arma estructural: no es negada explícitamente, pero se administra con rigidez burocrática, trazando una cartografía invisible de asimetrías y dependencia.

La lógica de la soberanía hídrica en Israel no busca solo independencia funcional, sino también control geopolítico: al no necesitar del agua de sus vecinos, puede ejercer presión sin necesidad de negociación. Este modelo desplaza la cooperación hacia una forma de autonomía cerrada, sostenida por tecnologías de frontera y retóricas de resiliencia. Pero esta supuesta resiliencia se construye sobre una base ecológica inestable: la producción de agua depende de enormes cantidades de energía, el residuo salino se acumula, y el vínculo con el paisaje se convierte en una abstracción productiva.

Así, el caso israelí revela que no hay paisaje hídrico neutral cuando el agua se fabrica. La desalinización masiva reconfigura no solo el acceso al recurso, sino también los marcos políticos, las ecologías territoriales y los imaginarios de sostenibilidad. La costa, que antes articulaba una ecología de intercambio, se convierte en un borde artificial desde donde se impone una lógica extractiva invertida: en lugar de extraer agua del territorio, se proyecta sobre él una máquina de conversión continua. La naturaleza se sustituye por un algoritmo de producción y un sistema de control extendido.

Ejemplo paralelo superado



[Fig. 103]

[182] Public Utilities Board (PUB), *NEWater: A Singapore Success Story*, informe institucional, 2003; véase también Cecilia Tortajada, Yugal Joshi, y Asit K. Biswas, «The Singapore Water Story: Sustainable Development in an Urban City-State» (London: Routledge, 2013).

El caso de NEWater en Singapur ofrece un modelo de gestión hídrica altamente tecnificada que, a diferencia del caso israelí, se ha implementado como una herramienta de integración territorial, transparencia institucional y sostenibilidad circular. Desde el año 2003, Singapur ha desarrollado un sistema de reutilización de aguas residuales mediante un sofisticado tratamiento en varias etapas —microfiltración, ósmosis inversa y desinfección por radiación ultravioleta— que permite reintroducir el agua reciclada en los embalses nacionales.¹⁸²

Este modelo ha sido acompañado por una fuerte inversión en pedagogía pública: las plantas de NEWater incluyen centros educativos, campañas ciudadanas y espacios de monitoreo accesibles, con el objetivo de desestigmatizar el uso de agua reciclada

y promover una relación más consciente con el recurso. Además, se prioriza la eficiencia energética y la reducción de impacto ambiental mediante sistemas de recuperación térmica y control del vertido.

A diferencia del enfoque extractivo y geopolítico israelí, NEWater se construye sobre una lógica de interdependencia: no se busca la autosuficiencia como aislamiento, sino como capacidad de adaptación sistémica. En lugar de crear una red de infraestructuras cerradas, se mantiene el vínculo con el ciclo hidrológico natural a través de una gestión por capas: agua reciclada, agua de lluvia, importación limitada y desalinización como último recurso. Esta jerarquía evita la saturación del litoral y reduce la necesidad de expulsar residuos hipersalinos al mar.



[Fig. 105]

El contraste entre el modelo israelí de desalinización masiva y el sistema NEWater de Singapur permite identificar una serie de contrainstrumentos que cuestionan la lógica de soberanía tecnificada, extractiva y geopolítica, y abren la posibilidad de un enfoque territorial más inclusivo, circular y pedagógico. Frente a una infraestructura hídrica que opera desde el aislamiento, la redundancia y la abstracción del paisaje, el modelo singapurense apuesta por una gestión interdependiente, transparente y adaptativa.

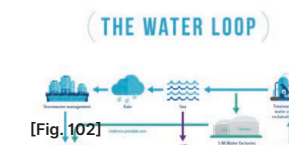
A diferencia del secretismo y el control estratégico que rodean las desalinizadoras israelíes, las plantas de NEWater funcionan también como espacios de educación pública. Incorporan centros de interpretación, visitas guiadas y programas escolares que desestigmatizan el agua reciclada y fomentan una cultura del recurso basada en la corresponsabilidad ciudadana. Este carácter pedagógico se entrelaza con una lógica operativa que jerarquiza las fuentes de agua mediante una estructura híbrida: agua de lluvia, agua reciclada, agua importada y desalinización como último recurso. Esta estrategia evita la saturación de los ecosistemas litorales y permite modular la presión sobre cada fuente de forma estratégica, manteniendo el vínculo con el ciclo hidrológico natural.

La recirculación y proximidad territorial son también claves diferenciales. El sistema NEWater se basa en el tratamiento avanzado de aguas residuales mediante microfiltración, ósmosis inversa y desinfección ultravioleta, que permite su reincorporación en los embalses nacionales. Este bucle cerrado no solo preserva el equilibrio ecológico, sino que reduce drásticamente la necesidad de verter salmuera hipersalina al mar.

Lejos de externalizar los costes energéticos al medio, el modelo prioriza la eficiencia mediante sistemas de recuperación térmica y diseño operativo integrado. La infraestructura ya no se concibe como una máquina de extracción continua, sino como una herramienta de contención y control del impacto. En este sentido, NEWater no busca la autonomía como aislamiento, sino como capacidad de adaptación colectiva, sostenida por instituciones públicas que apuestan por la confianza, la pedagogía y la transparencia.

Estos contrainstrumentos permiten imaginar un paisaje hídrico que no se limite a producir agua, sino que regenere los vínculos entre los ciclos naturales, la sociedad y el territorio. Una infraestructura no solo eficiente, sino responsable, que convierte la gestión del agua en una forma proyectual atenta a sus consecuencias ecológicas, políticas y culturales.

Contrainstrumento



[Fig. 102]

[183] Ursula Biemann, *Deep Weather*, videoinstalación, 9 min., 2013, <https://www.geobodies.org/art-and-videos/deep-weather>

En su videoinstalación *Deep Weather*¹⁸³ (2013), la artista suiza Ursula Biemann superpone dos escenas que podrían pertenecer a territorios ajenos, pero que dialogan en un mismo plano geopolítico: por un lado, las infraestructuras de extracción de arenas bituminosas en el norte de Canadá, extendidas como cicatrices sobre el suelo congelado; por otro, mujeres en Bangladesh cavando con sus manos canales de tierra para contener el avance del mar. Ambas imágenes operan sobre el agua, pero desde paradigmas opuestos. Una impone, la otra adapta. Una representa el dominio técnico sobre la materia; la otra, una práctica comunal de defensa frente al colapso ecológico.

Este contraste condensa el giro contemporáneo de los regímenes de control en Oriente Medio. Del petróleo al agua, de la infraestructura enterrada al litoral tecnificado, de la quema de fósiles al filtrado de sal. En este nuevo ciclo, el agua no es solo recurso, sino vector de soberanía y frontera líquida. Mientras las plantas desalinizadoras israelíes convierten el mar en una máquina de abastecimiento controlado, la obra de Biemann devuelve el agua a una dimensión ética, sensible y colectiva. No ofrece soluciones técnicas, pero sí una pregunta urgente: ¿quién tiene derecho a intervenir el agua y en nombre de qué futuro?.



[Fig. 106] Esfuerzos comunitarios para construir diques de protección hechos de barro y evitar la subida del mar, Bangladesh, *Deep Weather*, Ursula Biemann, 2013.

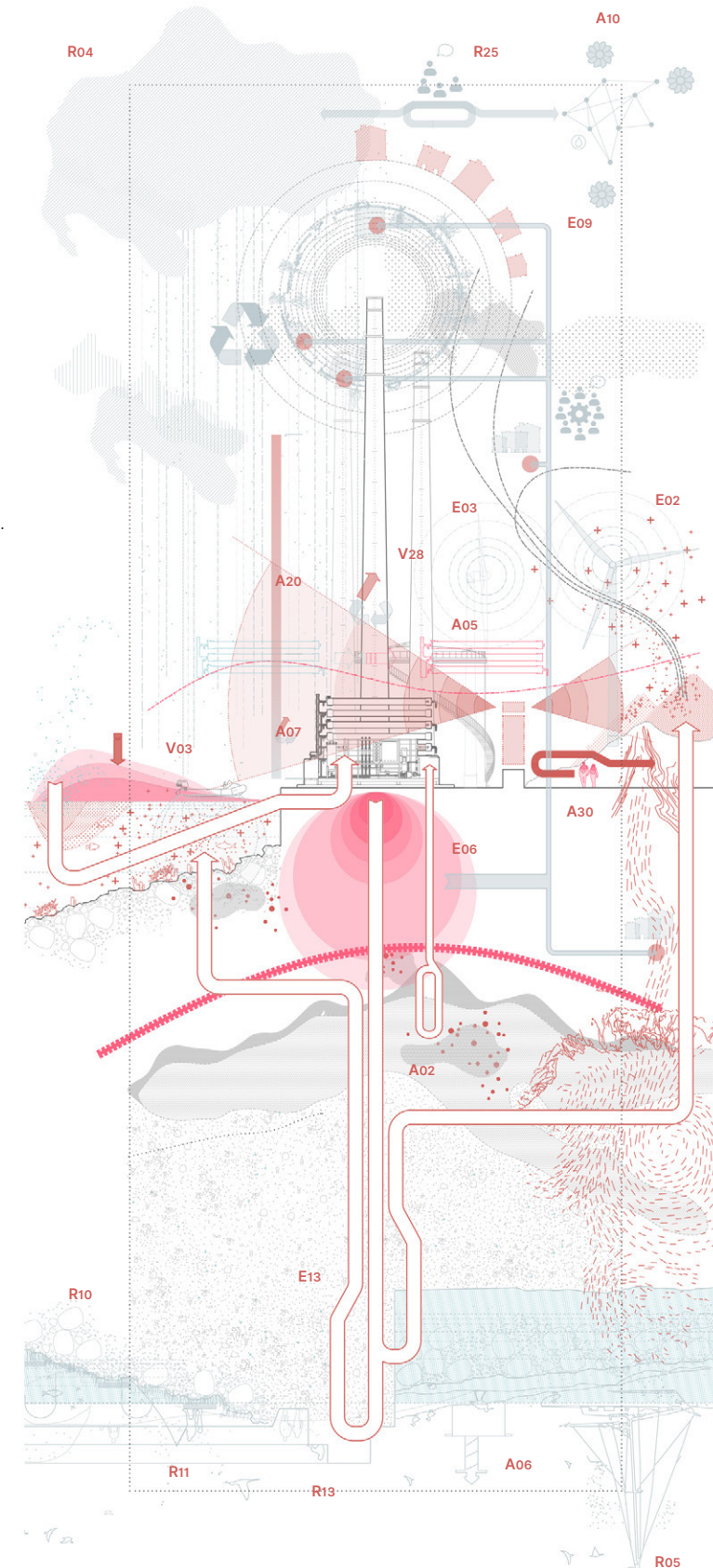
Propuesta preliminar de coninstrumentalización

A02. Del subsuelo fósil a la superficie accesible.
A05. Reutilización infraestructural.
A06. Reapropiación del frente portuario.
A07. Infraestructuras reversibles.
A10. Descentralización de pequeña escala.
A20. Reversibilidad operativa.
A30. Disipar límites.

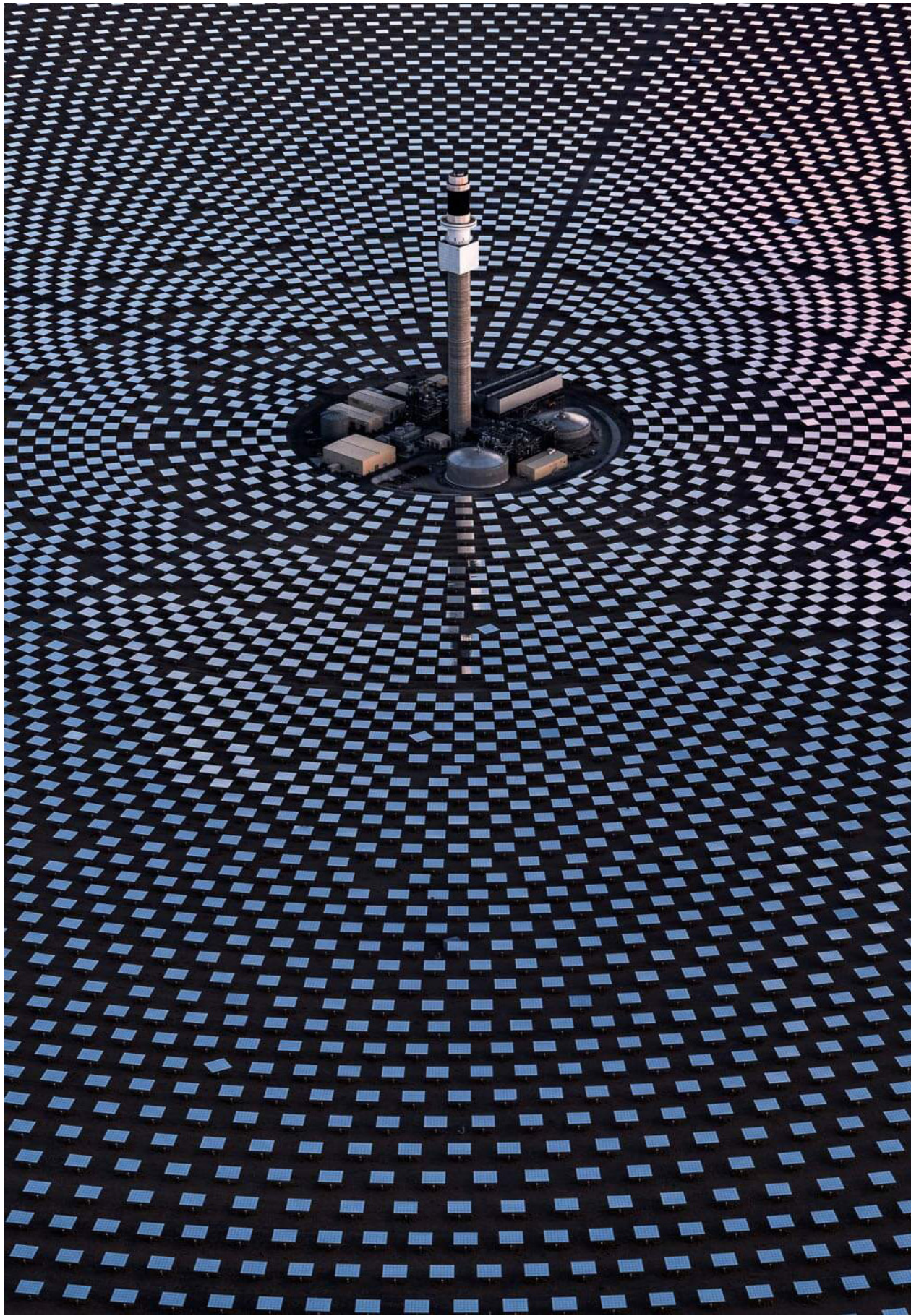
R02. Del subsuelo fósil a la superficie accesible.
R04. Jerarquía híbrida del ciclo del agua.
R05. Transición laboral postextractiva.
R10. Restauración de hábitats.
R11. Reapropiación ecológica del litoral.
R13. Diseño del contacto.
R25. Gobernanza participativa del agua.

E02. Red reversible cooperativa.
E03. Energías renovables integradas al lugar.
E06. Recuperación del calor residual.
E09. Redistribución energética.
E13. Fiscalidad fósil progresiva.

V03. Cartografía contrahegemónica del lecho marino.
V28. Transparencia programática.



44 El proyecto Desertec



El proyecto Desertec a la espera de un neocolonialismo ecológico solar

31° 03' 35.75" N, 6° 52' 13.71" W



tractivismo.
es como una
colonial.»¹⁸⁴

del norte de
centros de
la promesa
construir una
tensión que
ponible, sin

mpleso Solar
s del borde
loor no solo
ntidades de
co—, altera
la soberanía
comunidades
colonialismo
pendencia:
tecnología.
energía, sino
s, sociales y

e. «An
Colonialism
ed Western
noviembre
ence.org/
st-transition-
tractivism-in-

n Gaia and
ereignty
uth Atlantic

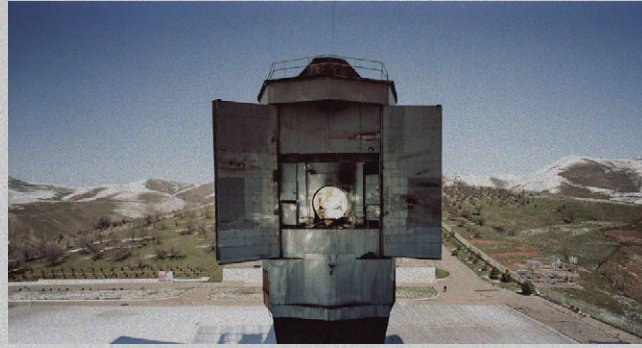
stitute photo
r mirror
ance, 2025,
rafía, Bienal
, 2025.

situa dentro de una crítica visual al tecnonaturalismo que sostiene proyectos como Desertec, desmontando la idea de que lo «verde» está exento de violencia. La sostenibilidad, en sus imágenes, se

[Fig. 107] Pág. anterior. Power Series, Ivánpah Solar Power Plant, USA. Fotografía: Tom Hegen, 2021.

4.4 El proyecto Desertec

Heliocomplex Sun, horno solar y campo de heliostatos en Uzbekistán, Armin Linke, 2024. La imagen forma parte del material de investigación presentado en el marco de la participación de Uzbekistán en la Bienal de Arquitectura de Venecia 2025, comisariada por Ekaterina Golovatyuk. Fotografía: Armin Linke, 2024.



[Fig. 108]

Heliocomplex Sun, horno solar y campo de heliostatos en Uzbekistán, Armin Linke, 2024. La imagen forma parte del material de investigación presentado en el marco de la participación de Uzbekistán en la Bienal de Arquitectura de Venecia 2025, comisariada por Ekaterina Golovatyuk. Fotografía: Armin Linke, 2024.



[Fig. 109]

Bricks, Tánger. Fotografía: Yto Barrada, 2003.

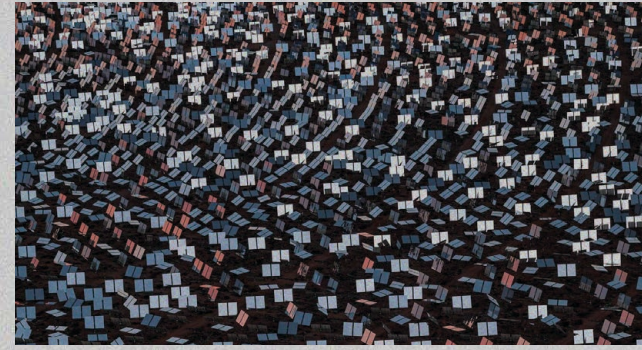


[Fig. 110]

Belvedere 2, The Strait Project, Tánger. Fotografía: Yto Barrada, 2000.



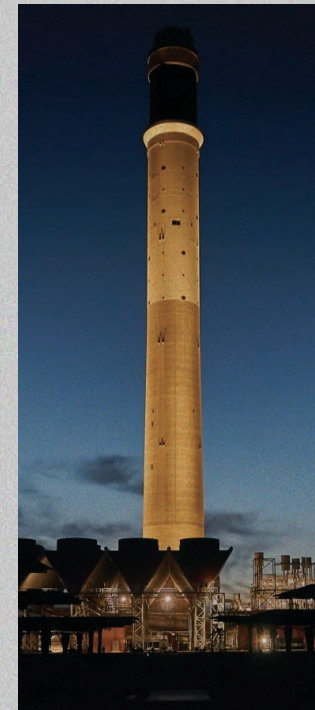
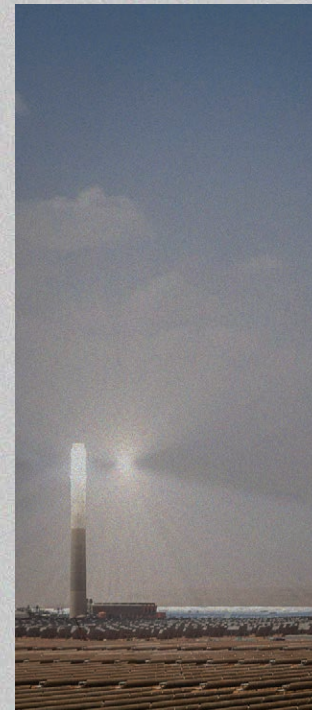
[Fig. 111]



The Solar Power Series. Fotografía: Tom Hegen, 2021.



Central solar Noor Ouarzazate III, Marruecos. Fuente: Masen - Moroccan Agency for Sustainable Energy, 2025.



Torre solar del Complejo Noor III en Ouarzazate, Marruecos. Fuente: Masen - Moroccan Agency for Sustainable Energy, 2025.

[Fig. 114]

tractivismo. es como una colonial.»¹⁸⁴

del norte de centros de la promesa construir una tensión que disponible, sin

Complejo Solar del borde floor no solo cantidades de rico—, altera la soberanía comunidades colonialismo dependencia: tecnología. energía, sino s, sociales y

e. «An Colonialism ed Western noviembre ence.org/ st-transition-tractivism-in-

en Gaia and ereignty outh Atlantic

stitute photo r mirror ance, 2025, rgrafía, Bienal , 2025.

sida dentro de una crítica visual al tecnocratismo que sostiene proyectos como Desertec, desmontando la idea de que lo «verde» está exento de violencia. La sostenibilidad, en sus imágenes, se

Pág. anterior. Power Series, Ivanpah Solar Power Plant, USA. Fotografía: Tom Hegen, 2021.

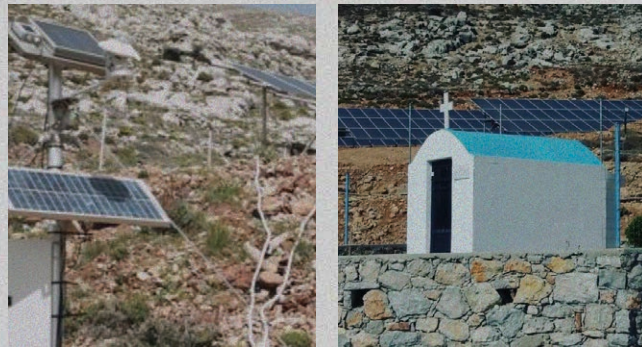
[Fig. 107]

4.4 El proyecto Desertec

Proyecto energético solar de la isla de Tilos enmarcado dentro de los European Union's Sustainable Energy Awards (EUSEW). Fotografía: Yorgos Karahalios, 2017. [Fig. 115]



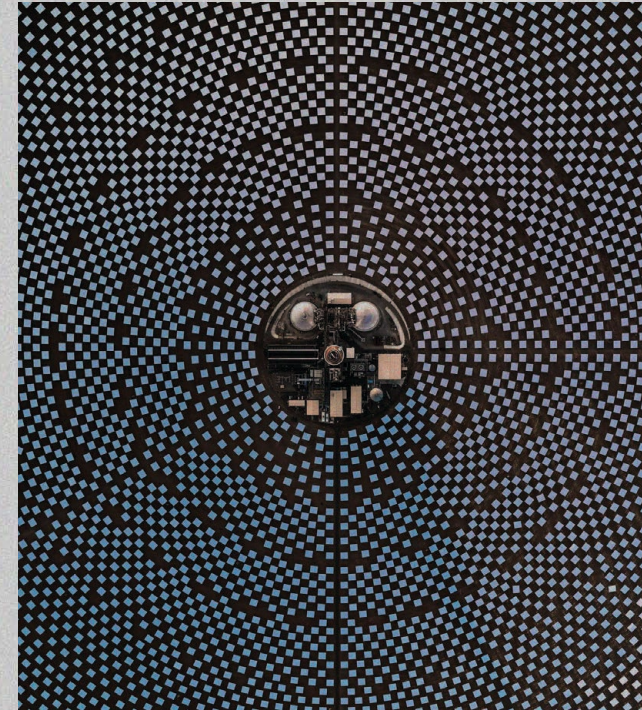
Estación de paneles fotovoltaicos de Tilos. Fotografía: Martha Zein, 2018 [Fig. 116]



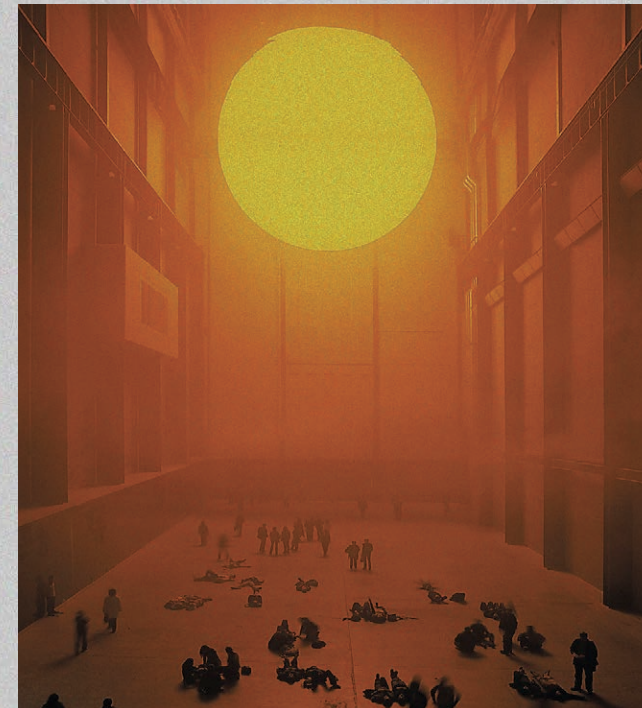
Paneles solares instalados sobre el canal Narmada, en el pueblo de Chandrasan, Gujarat, India. Fotografía: Ajit Solanki 2012. [Fig. 117]



Los canales solares están suspendidos sobre una estructura metálica elevada sobre el canal, lo que aporta beneficios tanto para la conservación del agua —al reducir la evaporación— como para la refrigeración de los paneles solares, que mejora su eficiencia. [Fig. 118]



The Solar Power Series. Fotografía: Tom Hegen, 2021. [Fig. 119]



The Weather Project, Olafur Eliasson, Tate Modern, Londres, 2003. [Fig. 120]

situa dentro de una crítica visual al tecnocapitalismo que sostiene proyectos como Desertec, desmontando la idea de que lo «verde» está exento de violencia. La sostenibilidad, en sus imágenes, se

Pág. anterior. Power Series, Ivanpah Solar Power Plant, USA. Fotografía: Tom Hegen, 2021. [Fig. 107]

tractivismo. es como una colonial.»¹⁸⁴

del norte de centros de la promesa construir una tensión que disponible, sin

Complejo Solar del borde floor no solo cantidades de rico—, altera la soberanía comunidades colonialismo dependencia: tecnología. energía, sino s, sociales y

e. «An Colonialism ed Western noviembre ence.org/ st-transition-activism-in-

en Gaia and ereignty outh Atlantic

stitute photo r mirror ance, 2025, rrafía, Bienal , 2025.

4.4. El proyecto Desertec: a la espera de un neocolonialismo ecológico solar

«Los proyectos de energía renovable también pueden perpetuar o reforzar el extractivismo. Por ejemplo, la fallida Iniciativa Industrial Desertec (...) fue entendida por activistas locales como una empresa capitalista neocolonial.»¹⁸⁴

A comienzos del siglo XXI, el proyecto Desertec propuso convertir los desiertos del norte de África en generadores de energía para Europa. Impulsado por un consorcio de empresas y centros de investigación europeos —entre ellos Siemens, el Deutsche Bank o el Club de Roma— bajo la promesa de aprovechar el «recurso solar más abundante del planeta», esta iniciativa planteaba construir una red masiva de plantas termosolares y fotovoltaicas interconectadas por cables de alta tensión que atravesarían el Mediterráneo. En su narrativa, el desierto era presentado como vacío, disponible, sin conflicto: pura superficie técnica.

En 2016, esa visión comenzó a materializarse en Marruecos con la construcción del Complejo Solar Noor en Ouarzazate, una infraestructura gigantesca que cubre más de 3.000 hectáreas del borde sahariano. Con una mezcla de tecnologías CSP (*Concentrated Solar Power*) y fotovoltaica, Noor no solo genera electricidad, sino que transforma profundamente el territorio: requiere grandes cantidades de agua para refrigeración —procedente del río Draa, en una región con estrés hídrico crónico—, altera las dinámicas locales de uso del suelo, y opera como enclave tecnopolítico al servicio de una soberanía energética que no necesariamente beneficia al entorno inmediato. De hecho, muchas comunidades cercanas permanecen sin acceso pleno a la red eléctrica nacional. Este modelo encarna un colonialismo verde, en el que la sostenibilidad se convierte en argumento para reproducir relaciones de dependencia: Europa externaliza la producción limpia mientras mantiene el control de la distribución y la tecnología. Como ha señalado la investigadora Miriam Tola,¹⁸⁵ estas infraestructuras no solo generan energía, sino también imaginarios: producen un relato de futuro verde que oculta las tensiones ecológicas, sociales y geopolíticas que lo sustentan.

En su serie *Heliocomplex Sun*¹⁸⁶ (2025), realizada para el pabellón de Uzbekistán en la Bienal de Venecia, Armin Linke documenta el gigantesco Heliocomplejo Solar de Parkent, una infraestructura soviética concebida en los años ochenta para concentrar los rayos del sol y alcanzar temperaturas de hasta 3.000 °C, componiendo un archivo visual sobre las nuevas infraestructuras de producción energética en paisajes áridos. Sus imágenes, tomadas desde una distancia que evita cualquier espectacularización, muestran campos de heliostatos, líneas de paneles fotovoltaicos y módulos repetidos que se funden con el terreno. A diferencia de la narrativa institucional que presenta estas instalaciones como emblemas del progreso sostenible, Linke captura su carácter industrial y maquínico. El desierto no aparece como un espacio vacío a colonizar, sino como una superficie ya ocupada, secuenciada, instrumentalizada.

La estética que construye no es heroica ni utópica, sino funcional, fría, burocrática. En sus fotografías, no hay figuras humanas, no hay relato de desarrollo, ni contexto local: solo el paisaje transformado por la lógica de la repetición técnica. En este sentido, su trabajo se sitúa dentro de una crítica visual al tecnonaturalismo que sostiene proyectos como Desertec, desmontando la idea de que lo «verde» está exento de violencia. La sostenibilidad, en sus imágenes, se revela

[184] Transnational Institute. «An Unjust Transition: Energy, Colonialism and Extractivism in Occupied Western Sahara.» *Resilience*, 11 de noviembre de 2021. <https://www.resilience.org/stories/2021-11-11/an-unjust-transition-in-energy-colonialism-and-extractivism-in-occupied-western-sahara/>

[185] Miriam Tola, «Between Gaia and Chronos: Environment, Sovereignty and the Anthropocene.» *South Atlantic Quarterly* 116, no. 2 (2017).

[186] Armin Linke, «Solar Institute photo series placed on a tripod for mirror testing at A Matter of Radiance, 2025, Uzbekistan Pavilion.» fotografía, Bienal de Arquitectura de Venecia, 2025.

Pág. anterior. *Power Series, Ivanpah Solar Power Plant, USA.*
[Fig. 107] Fotografía: Tom Hegen, 2021.

como una capa superficial aplicada sobre un proceso de ocupación a gran escala.

En paralelo, la artista marroquí Yto Barrada, originaria de Tánger, ha construido una obra que examina las infraestructuras del desarrollo desde una mirada profundamente crítica y situada.¹⁸⁷ Su trabajo no aborda directamente la energía solar, pero sí los dispositivos invisibles del crecimiento económico, las promesas de modernidad proyectadas sobre el norte de África y los rastros materiales de un progreso que muchas veces no llega. Su serie *Riffs*¹⁸⁸ (2011), así como obras posteriores como *The Sleepers*¹⁸⁹ o *Beau Geste*¹⁹⁰, articulan un archivo visual de esperas, ausencias y fracasos estructurales, contraponiéndose al relato triunfalista de los megaproyectos.



[Fig. 108]



[Fig. 109]



[Fig. 111]

Barrada no documenta las infraestructuras desde la distancia técnica como hace Linke, sino que las habita desde sus márgenes. En sus fotografías aparecen cimientos abandonados, barreras que no conectan nada, jardines plantados como estrategia de resistencia, o fragmentos de arquitectura que parecen suspendidos entre el proyecto y la ruina. En lugar de representar la eficiencia o el rendimiento, su mirada se fija en los cuerpos que no encajan en el sistema, en los espacios intermedios donde lo prometido se desvanece. En el contexto del Complejo Noor y el proyecto Desertec, su obra funciona como contravisionalidad infraestructural: si los paneles solares se exhiben como símbolo de soberanía técnica, Barrada revela lo que no se ve —las zonas que no se electrifican, los territorios que se sacrifican, las economías que no se integran. Así, su trabajo nos recuerda que toda infraestructura es también una promesa política —y que muchas veces, en el sur global, esa promesa queda atrapada entre el anuncio y el abandono.

El cortometraje *Solar Power and Empire*¹⁹¹ (2013), del cineasta y artista tunecino Fahd El Jaoud, articula una contra-narrativa visual al imaginario tecnoptimista que sostiene proyectos como Desertec. A través de un montaje poético que entrelaza imágenes de campos solares en construcción, testimonios de comunidades afectadas y fragmentos de archivos coloniales, El Jaoud desvela las continuidades entre los antiguos regímenes de ocupación y las nuevas formas de extractivismo verde.

El filme no se limita a denunciar los efectos materiales de la infraestructura, sino que revela su dimensión simbólica y cultural: los mismos territorios que fueron cartografiados y segmentados durante el colonialismo son hoy reconfigurados como plataformas de producción energética para otros. Las placas solares, en su disposición serial y abstracta, sustituyen a las rutas de explotación mineral del pasado, reproduciendo una lógica de apropiación a través de tecnologías supuestamente limpias.

La fuerza de la obra reside en su capacidad para superponer registros, mezclando imágenes documentales con recursos del cine ensayo, lo que permite tensionar los discursos de sostenibilidad y visibilizar la violencia latente bajo su superficie brillante. El Jaoud no muestra la energía como flujo técnico, sino como campo de disputa, donde lo solar no es solo fotón ni voltaje, sino también frontera, deuda y relato de poder. Su mirada poética se convierte así en una herramienta crítica para desmontar la apariencia inocente de estas infraestructuras, devolviéndoles su espesor histórico y político.

[187] Yto Barrada (Tánger, 1971) es una artista visual marroquí cuya obra explora las huellas materiales y simbólicas de los procesos de modernización y desarrollo en el norte de África. Sus series fotográficas y proyectos filmicos examinan la tensión entre los discursos de progreso y las realidades de abandono, ausencia o resistencia local.

[188] Yto Barrada, *Riffs*, serie fotográfica, 2011

[189] Yto Barrada, *The Sleepers*, serie fotográfica, 2006

[190] Yto Barrada, *Beau Geste*, serie fotográfica, 2009

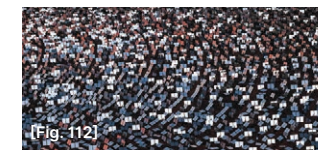
[191] Fahd El Jaoud, *Solar Power and Empire*, cortometraje, 2013.

Estas tres miradas —la distancia maquina de Linke, la crítica situada de Barrada y la poética política de El Jaoud— componen un dispositivo visual que desmonta el imaginario tecnocrático que sostiene Desertec. Frente a la representación del desierto como superficie vacía y neutral, estas obras revelan su densidad política, su historia interrumpida y su potencial conflicto. No se trata simplemente de producir energía limpia, sino de cuestionar quién decide dónde se produce, con qué medios, para quién y a costa de qué. Estas obras no ofrecen soluciones técnicas, pero sí una crítica fundamental, desactivar la ilusión de que lo verde es neutral. Porque incluso la luz, cuando es capturada, puede proyectar sombra.

El Complejo Solar Noor, ubicado a las afueras de Ouarzazate, en el borde septentrional del Sáhara marroquí, constituye la primera materialización física del imaginario de Desertec transformando los desiertos del norte de África en fábricas de energía limpia para Europa. El complejo se extiende por más de 3.000 hectáreas e integra varias tecnologías de generación eléctrica: CSP con espejos parabólicos móviles (Noor I y Noor II), sistemas de torres de concentración (Noor III) y plantas fotovoltaicas convencionales (Noor IV). La elección de CSP permite almacenar calor en sales fundidas para producir energía incluso sin sol directo, lo que convierte a Noor en una central «desertizada pero constante». Sin embargo, esta tecnología es intensiva en agua. Se estima que consume más de 2,5 millones de metros cúbicos anuales para refrigeración, limpieza de espejos y procesos térmicos. El suministro procede del río Draa, cuyo caudal ya estaba sometido a presión por el regadío intensivo y los cambios climáticos. Así, una infraestructura concebida como solución verde agrava la escasez hídrica local.

Noor opera con una lógica de enclave tecnológico. Aunque formalmente propiedad del Estado marroquí, su construcción y operación están ligadas a consorcios internacionales como ACWA Power o SENER, y su energía no siempre abastece a su entorno inmediato, sino a redes más amplias que priorizan las necesidades del norte del país o la futura exportación energética. Este patrón reproduce el modelo colonial donde el territorio periférico produce, pero no se beneficia directamente.

Este complejo se inserta en el marco más ambicioso de *Desertec Industrial Initiative* (Dii), lanzado en 2009.¹⁹² Su propuesta establecía una macroinfraestructura energética transcontinental basada en la producción solar y eólica en el norte de África y Oriente Medio, y su posterior exportación al mercado europeo mediante una red de líneas HVDC submarinas y terrestres. El sistema preveía la instalación de cables submarinos que cruzarían el Mediterráneo en varios puntos estratégicos. Uno de los más estudiados era el corredor entre Marruecos y España, aprovechando la interconexión eléctrica ya existente entre Tarifa y Tánger, ampliada con nuevos tendidos de 400 kV. Otra vía contemplada era desde Túnez hacia Italia, y una tercera desde Egipto hacia Grecia, articulando una malla energética paralela a los corredores migratorios y comerciales. Del lado europeo, los equipos receptores incluirían subestaciones convertoras capaces de transformar la corriente continua de alta tensión en corriente alterna, distribuida por la red eléctrica continental. Estas estaciones funcionarían como puertas energéticas del continente, pero también como filtros de decisión sobre qué energía fluye, cuándo y hacia dónde.



[Fig. 112]



[Fig. 113]

[192] Desertec Industrial Initiative (Dii), *Desertec 2050: An Overview of the Trans-Mediterranean Renewable Energy Project*, informe institucional, 2009.



[Fig. 114]

Lectura crítica

Aunque Desertec se disolvió oficialmente en 2014, sus principios persisten bajo fórmulas más discretas. Tanto Noor como Desertec configuran una topología energética invertida. El sol del sur sostiene el consumo del norte. Esta geografía no se basa en el control de pozos o minas fósiles, sino en la apropiación de una fuente inagotable a través de infraestructuras distribuidas gestionadas desde el exterior. La ocupación ya no requiere presencia física sino que basta con una red técnica y acuerdos de acceso.

El Complejo Noor representa la paradoja contemporánea de la energía renovable como nuevo vector de exclusión territorial. Diseñadas bajo el discurso de la sostenibilidad, estas infraestructuras reproducen patrones clásicos de ocupación, dependencia y marginalización, en los que el beneficio es diferido y el impacto, inmediato.

Una de las primeras tensiones reside en el desfase entre escala productiva y escala habitada. Noor genera energía para millones, pero no electrifica prioritariamente su entorno inmediato. Las comunidades rurales próximas a Ouarzazate continúan enfrentando precariedad en el acceso al agua, a la red eléctrica y a servicios básicos. La electricidad generada se integra en un sistema nacional y transnacional donde la lógica del mercado prima sobre la distribución equitativa. El paisaje que genera riqueza energética no necesariamente es el que la recibe.

La dependencia hídrica del complejo es uno de sus grandes puntos ciegos. Para operar, Noor necesita enormes volúmenes de agua, extraídos de cuencas ya tensionadas como la del río Draa. En un contexto donde el cambio climático agudiza la desertificación y reduce las reservas subterráneas, cada megavatio solar implica una extracción paralela de otro recurso escaso. Así, la energía solar se revela no como ilimitada, sino como interdependiente. Su sostenibilidad depende de lo que erosiona en otro frente. Desde una perspectiva ecológica, los efectos paisajísticos y simbólicos también son significativos. La repetición infinita de heliostatos, paneles o líneas de evacuación eléctrica genera una estética de lo indistinto. El territorio, en lugar de leerse como un sistema dinámico, se convierte en una grilla técnica segmentada y serial, sometida a criterios de eficiencia y rendimiento.

Finalmente, la narrativa que sustenta Desertec se apoya en un discurso tecnooptimista, que asume que cualquier conflicto territorial, social o ecológico puede resolverse mediante innovación. Pero esta visión omite que la energía limpia no es neutral. Ésta requiere extracción de materiales, genera residuos, implica conflictos de uso del suelo y reproduce desigualdades en su implementación. En este sentido, puede considerarse una forma contemporánea de neocolonialismo verde, donde lo que se exporta no es solo electricidad, sino una forma de organización territorial basada en la desconexión entre producción y comunidad.

Ejemplo paralelo superado

En distintos contextos geográficos, climáticos y sociales, se están ensayando modelos energéticos interdependientes, de escala humana y gobernanza descentralizada, que permiten proyectar —sin lógicas coloniales— un futuro energético sin sacrificar territorio ni comunidad.

Uno de los ejemplos más emblemáticos es el de Tilos¹⁹³, una pequeña isla griega del Dodecaneso que ha logrado su autosuficiencia

[193] Proyecto de energías renovables de Tilos: véase *Tilos Horizon 2020 Project*, Unión Europea, 2017, <https://tiloshorizon.eu>

energética mediante una red híbrida que combina energía solar, eólica y almacenamiento en baterías. Impulsado por actores locales con apoyo europeo, el proyecto prioriza la cobertura de las necesidades de la propia comunidad, y ha transformado a Tilos en un referente mediterráneo de transición energética a escala local. A diferencia de Noor, que produce para otros desde una lógica de enclave tecnocrático, Tilos produce para sí misma, con participación ciudadana y sensibilidad territorial.

En otro contexto, el estado de Gujarat¹⁹⁴, en la India, ha desarrollado un modelo que integra la generación fotovoltaica con la infraestructura agrícola existente mediante las llamadas canal-top solar plants. Al cubrir los canales de irrigación con paneles solares, esta estrategia no solo produce electricidad, sino que reduce la evaporación del agua, mejora el rendimiento del riego y optimiza el uso del suelo. Se trata de una infraestructura multiescalar, adaptada al territorio y conectada con sus ciclos hidrosociales. A diferencia del consumo intensivo de agua en Noor, aquí la energía solar se pone al servicio de la soberanía alimentaria y de una ecología integrada.

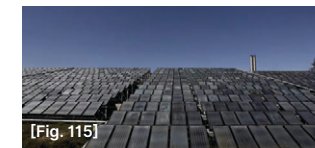
Por último, el proceso de *Energiewende*¹⁹⁵ en Alemania ha dado lugar a la proliferación de cooperativas energéticas locales, donde ciudadanos y comunidades invierten, gestionan y comparten los beneficios de instalaciones renovables distribuidas.¹⁹⁶ Este modelo ha contribuido a democratizar la transición energética, redistribuir beneficios económicos y establecer nuevas formas de gobernanza colectiva. Mientras Desertec representa la infraestructura vertical, externa y centralizada, estas redes alemanas proponen un paradigma de infraestructura distribuida, relacional y compartida.

Estas experiencias permiten extraer contrainstrumentos que cuestionan la lógica del neocolonialismo energético y apuntan hacia una transición más situada, democrática y ecológicamente consciente. En primer lugar, la descentralización comunitaria se configura como una alternativa a las megaestructuras exportadoras: al reducir la escala y promover la gestión local, se refuerza la apropiación territorial y se redistribuye el control sobre la energía. El caso de Tilos ilustra cómo una comunidad puede no solo producir, sino también decidir colectivamente sobre su consumo, mantenimiento y desarrollo.

En segundo lugar, la multifuncionalidad adaptativa desplaza la lógica del monocultivo energético hacia modelos que responden simultáneamente a necesidades ecológicas, sociales y territoriales. Las plantas solares sobre canales de irrigación en Gujarat no solo generan energía, sino que protegen el agua, optimizan el suelo y enlazan soberanía energética con soberanía alimentaria. Aquí, el diseño de la infraestructura no es un fin en sí mismo, sino una mediación sensible entre sistemas vivos.

El tercer contrainstrumento es la redistribución de beneficios: asegurar que la energía generada no se limite a alimentar redes externas, sino que retorne al territorio en forma de empleo, servicios, formación o mejora de las condiciones de vida. Frente al modelo de enclave extractivo de Noor, las cooperativas alemanas muestran que una infraestructura energética también puede ser una herramienta de democratización y justicia redistributiva.

Por último, es clave una pedagogía energética que visibilice los procesos, los impactos y las decisiones que envuelven la producción



[Fig. 115]



[Fig. 116]

[194] Gujarat Energy Research and Management Institute (GERMI), *Canal-Top Solar Photovoltaic Projects in Gujarat*, informe técnico, 2015.

[195] Lutz Mez, «Germany's Energiewende: A Success Story?», en *The Oxford Handbook of Energy Politics*, ed. Kathleen J. Hancock y Juliann Allison (Oxford: Oxford University Press, 2020)

[196] Thomas S. Bausch, *Community Energy in Germany: Drivers and Impacts* (Cham: Springer, 2020).

Contrainstrumento

[197] Olafur Eliasson y Frederik Ottesen, *Little Sun*, proyecto de diseño y acción social, 2012

de energía. Infraestructuras abiertas al conocimiento, al relato y a la crítica —como ocurre en muchos centros de educación energética comunitaria— permiten desmitificar la tecnología y devolver al ciudadano su papel activo. Que la energía no solo circule como voltaje, sino también como conocimiento compartido.

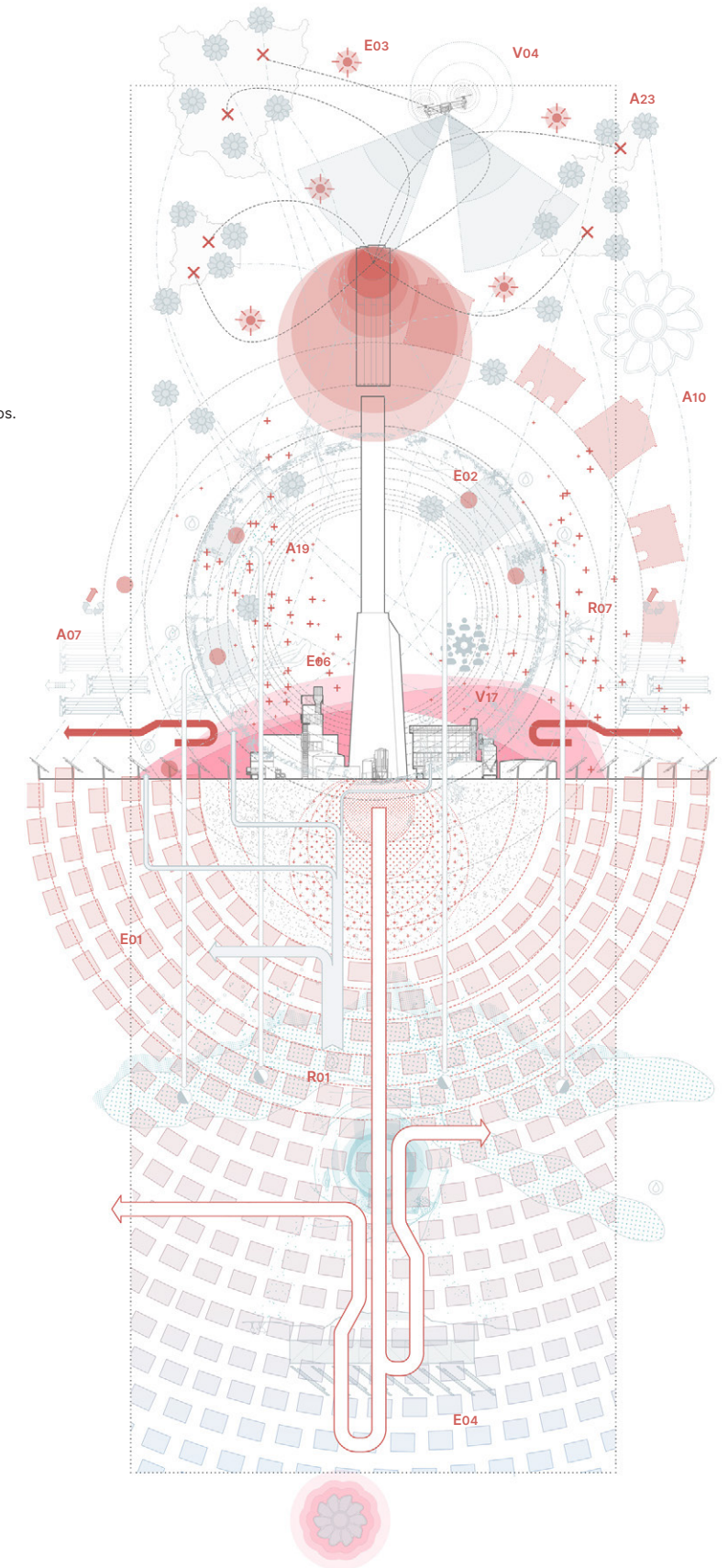
Frente a las imágenes satelitales de Desertec y la espectacularidad de las infraestructuras solares en el desierto, el proyecto *Little Sun* de Olafur Eliasson y Frederik Ottesen ofrece una escala alternativa de relación con la energía: accesible, pedagógica, portátil.¹⁹⁷ En 2012, la Tate Modern acogió una intervención donde miles de personas sostuvieron estas pequeñas lámparas solares al anochecer, iluminando la Turbine Hall desde sus propias manos. El sol, en este gesto colectivo, dejaba de ser una fuente abstracta gestionada desde consorcios transnacionales para convertirse en un bien compartido, relacional y distribuido. Entre ambos gestos —el sol total y los soles portátiles— se condensa una pregunta urgente: ¿quién decide la escala y la ubicación del sol?

Esta acción, aunque simbólica, permite imaginar otros futuros energéticos: no centralizados ni exportadores, sino participativos y situados. La luz no viaja por cables de alta tensión, sino que se transmite como experiencia, como cuidado, como posibilidad inmediata. En contraste con la lógica de enclave de Noor y la visión tecnocrática de Desertec, *Little Sun* propone una estética solar no extractiva. Una infraestructura mínima, pero cargada de una crítica silenciosa al poder que organiza la energía solar extractiva desde la distancia.



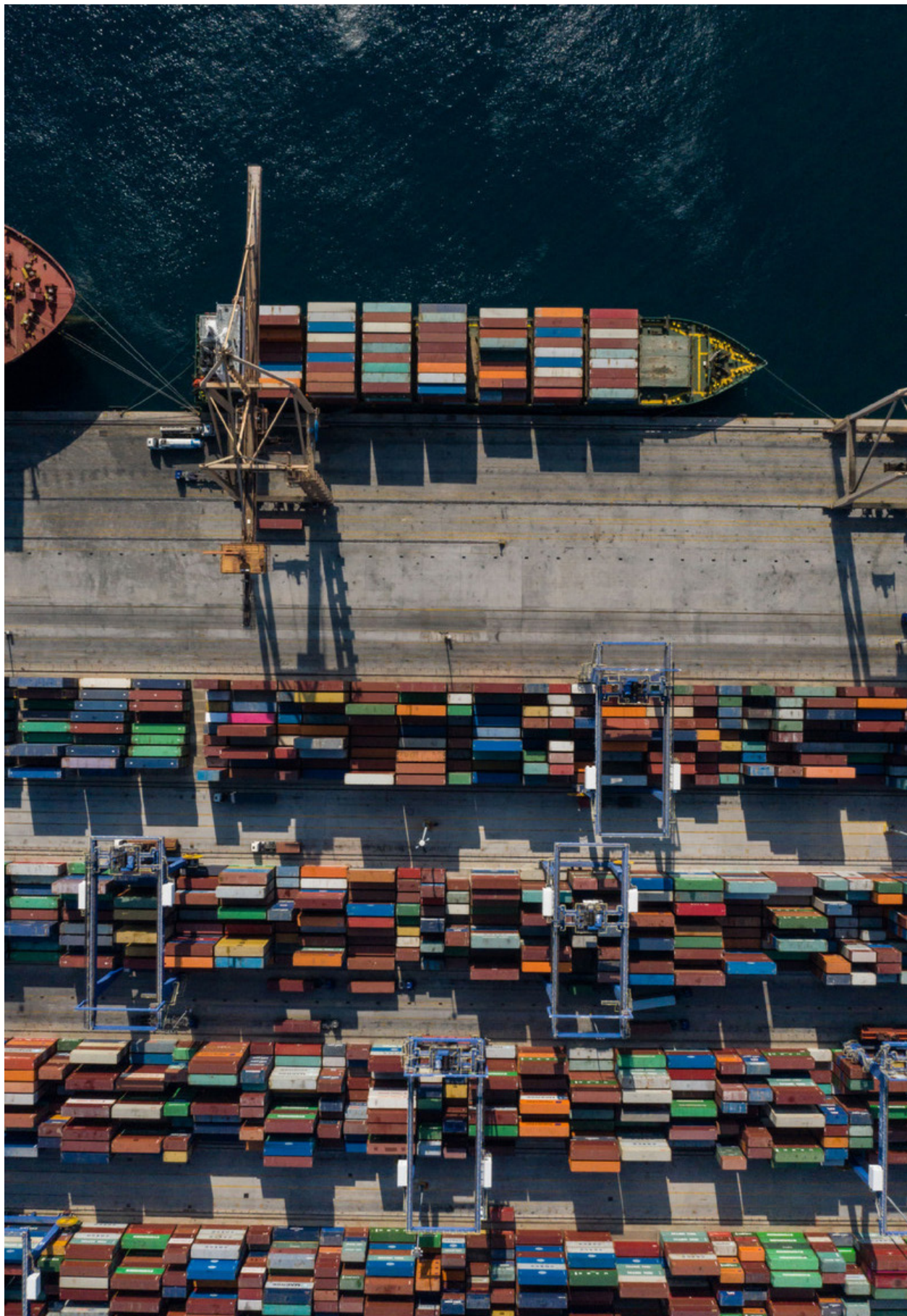
Propuesta preliminar de contrainstrumentalización

- A07. Infraestructuras reversibles.
- A10. Descentralización de pequeña escala.
- A19. Integración urbana patrimonial.
- A20. Reversibilidad operativa.
- A23. Descentralización operativa.
- R01. Gestión circular del agua.
- R07. Integación paisajística.
- E01. Simbiosis energética.
- E02. Red reversible cooperativa.
- E03. Energías renovables integradas al lugar.
- E04. Multifuncionalidad adaptativa.
- E06. Recuperación del calor residual.
- V04. Contra-mapeo.
- V17. Grupo de trabajo para identificación de conflictos.



[Fig. 121] *Little Sun*, Olafur Eliasson, Tate Modern, Londres, 2012

45 Piræus



Piræus
donde atracan los imperios

37° 57' 18.18" N, 23° 35' 29.21" E



«...biendo en el
estructura.»¹⁹⁸

...austeridad.
...as en venta
...eo, histórico
...estatal china
...6, amplió su
...un acuerdo
...o marítimo a
...n.

...ortunidades
...ponder a las
...uaje técnico
...ansferencia,
...ela cómo los
...al, donde lo
...in rostro.

...craft.

...rshaling

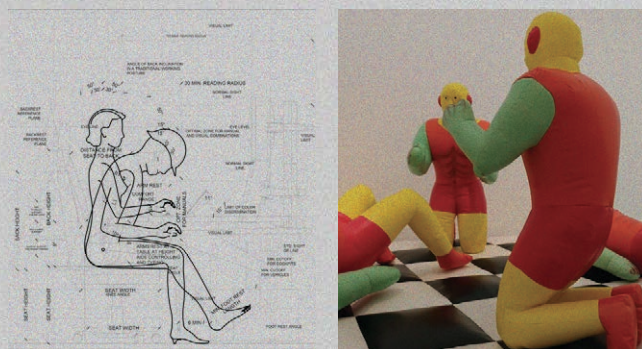
una infraestructura posmonumental, en la que la escala ya no dialoga con la mirada humana, sino con la satelital. La fachada al mar ya no busca representar, solo ocultar, proteger y acelerar. El puerto, que

[Fig. 122]

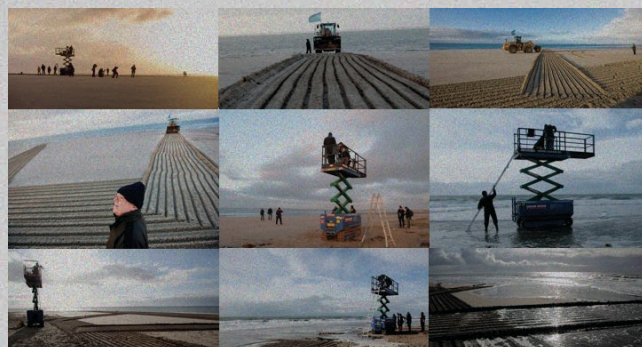
Pág. anterior. Fotografía aérea de las terminales II y III del puerto de El Pireo. Fotografía: Lefteris Partsalis, 2019.

45 Piræus

Work, Body, Leisure, exposición comisariada por Marina Otero para el Pabellón de los Países Bajos en la Bienal de Arquitectura de Venecia, 2018. [Fig. 123]



Intervenciones artísticas de Marjolijn Dijkman e Ilana Halperin en el marco del proyecto Portscaapes, Puerto de Rotterdam, 2009. [Fig. 124]



Here Be Dragons, Marjolijn Dijkman, 2009. [Fig. 125]



Visitantes recorren el área cercana a FutureLand mientras escuchan la audioguía A Brief History of Mobile Landmass, de Ilana Halperin. La pieza articula geología, ficción y territorio en una narración sobre los movimientos de tierra y el origen artificial del puerto Maasvlakte II en Rotterdam, 2009. [Fig. 126]



Vista de la terminal de contenedores de El Pireo. Fotografía: Alkis Konstantinidis, 2017. [Fig. 127]



Camiones en operaciones logísticas en la terminal de contenedores de El Pireo. Fotografía: Letteris Partalis, 2019. [Fig. 128]



Infraestructura logística del puerto del Pireo, Grecia, bajo gestión de COSCO Shipping Ports. Fuente: Seetao, «COSCO Shipping Ports Invests 140 million Euros to Expand the Pieria Terminal in Greece», 2022. [Fig. 129]



Buque portacontenedores de COSCO Shipping cargado con contenedores de China Shipping, CMA CGM y otras compañías. Fuente: Seetao, «COSCO Shipping Ports Invests 140 million Euros to Expand the Pieria Terminal in Greece», 2022. [Fig. 130]

«...biendo en el estructura.»¹⁹⁸

«...austeridad. as en venta eo, histórico estatal china 6, amplió su un acuerdo o marítimo a n.

«...ortunidades ponder a las uaje técnico ansferencia, la cómo los al, donde lo in rostro.

«...craft.

«...rshaling

«...una infraestructura posmonumental, en la que la escala ya no dialoga con la mirada humana, sino con la satelital. La fachada al mar ya no busca representar, solo ocultar, proteger y acelerar. El puerto, que

[Fig. 122] Pág. anterior. Fotografía aérea de las terminales II y III del puerto de El Pireo. Fotografía: Letteris Partalis, 2019.

45 Piræus



Tres mujeres caminan en un entorno fronterizo monitorizado. Geobodies. Fotografía: Ursula Biemann, 2012. [Fig. 131]



Masterplan Hafencity Hamburg, ASTOC Architects y Planners GmbH, 2000. [Fig. 132]



Rotterdam Makers District, SITE urban development, DELVA Architecture Urbanisme, 2017. [Fig. 133]



Marker Wadden, Países Bajos, Natuurmonumenten y Rijkswaterstaat, iniciado en 2016. [Fig. 134]



Porto Marghera 100, de la serie Tracce. 60 photographic images. Fotografía: Giorgio Bombieri, 2017. [Fig. 135]



Aesthetics and Politics of Logistics, Hamed Khosravi, Taheha Kuzniecowa Bacchin and Filippo Laferri, 2019. [Fig. 136]



Shipbreaking, Chittagong, Bangladesh. Fotografía: Edward Burtynsky, 2000. [Fig. 137]

una infraestructura posmonumental, en la que la escala ya no dialoga con la mirada humana, sino con la satelital. La fachada al mar ya no busca representar, solo ocultar, proteger y acelerar. El puerto, que

Pág. anterior. Fotografía aérea de las terminales II y III del puerto de El Pireo. Fotografía: Lefteris Partsalis, 2019. [Fig. 122]

«...biendo en el estructura.»¹⁹⁸

«...austeridad. as en venta eo, histórico estatal china 6, amplió su un acuerdo o marítimo a n.

«...ortunidades ponder a las uaje técnico ansferencia, la cómo los al, donde lo in rostro.

«...craft.

«...rshaling

4.5. Piræus: donde atracan los imperios

«Algunos de los cambios más radicales del mundo globalizado no se están escribiendo en el lenguaje de la ley y la diplomacia, sino en el lenguaje de la infraestructura.»¹⁹⁸

Tras el colapso financiero de 2008, Grecia se convirtió en un laboratorio extremo de austeridad. Las infraestructuras públicas, desde las redes ferroviarias hasta los puertos, fueron puestas en venta como condición para recibir rescates económicos impuestos por la Troika. El puerto de El Pireo, histórico enclave del comercio mediterráneo, fue uno de los primeros en caer. En 2009, la empresa estatal china COSCO Shipping obtuvo una concesión parcial sobre las terminales II y III del puerto. En 2016, amplió su participación hasta controlar el 67% de la Autoridad Portuaria del Pireo. Lo que empezó como un acuerdo de modernización se transformó en una cesión estructural de soberanía territorial, el acceso marítimo a Atenas —su mayor nodo logístico y símbolo histórico— pasaba a ser gestionado desde Pekín.

La narrativa oficial hablaba de inversión extranjera directa, eficiencia operativa y oportunidades económicas. Pero lo que se construyó fue una interfaz opaca, donde el puerto dejó de responder a las necesidades locales para integrarse en la red global de la *Belt and Road Initiative*. Bajo el lenguaje técnico de la logística, se reorganizó el poder. El Pireo ya no es solo un puerto, es una plataforma de transferencia, un corredor de circulación acelerada, una infraestructura de deuda. Su reconfiguración revela cómo los paisajes portuarios se han convertido en puntos estratégicos del capitalismo logístico global, donde lo que se mueve no son solo contenedores, sino también decisiones, rendimientos y políticas sin rostro.

Como ha señalado Marina Otero Verzier en *Logistics*¹⁹⁹ (Chicago Architecture Biennial, 2015), la infraestructura logística produce arquitecturas invisibles, desprovistas de monumentalidad y relato, pero cargadas de poder. El puerto de El Pireo, bajo el control de COSCO, ya no se configura como espacio cívico o lugar de intercambio simbólico, sino como nodo técnico dentro de una red de flujos transcontinentales. La arquitectura se reduce a su mínima expresión visible: perímetros de seguridad, almacenes, plataformas de carga, terminales sin ciudad. El puerto, convertido en terminal logístico, desplaza la arquitectura pública hacia una condición residual. Lo que antes fue plaza, muelle, mercado, ahora es perímetro restringido. En palabras de Otero, la logística sustituye la arquitectura por sistemas operativos, la forma ya no sigue a la función, sino al rendimiento.

Esta desaparición progresiva de la arquitectura pública en favor de la arquitectura operativa transforma la relación entre espacio y ciudadanía. *Work, Body, Leisure*²⁰⁰ (Bienal de Venecia, 2018) advierte que los espacios de la logística reconfiguran las condiciones de trabajo, ocio y presencia corporal.

La operación logística convierte el puerto en una arquitectura sin autor, sin comunidad, sin memoria. La monumentalidad del puerto clásico —que proyectaba la ciudad hacia el mar— es sustituida por una infraestructura posmonumental, en la que la escala ya no dialoga con la mirada humana, sino con la satelital. La fachada al mar ya no busca representar, solo ocultar, proteger y acelerar. El puerto, que

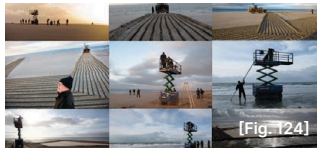
[198] Easterling, *Extrastatecraft*.

[199] Otero, «Logistics»

[200] Otero, «Logistics: Marshaling Material Movements»

[Fig. 122] Pág. anterior. Fotografía aérea de las terminales II y III del puerto de El Pireo. Fotografía: Lefteris Partsalis, 2019.

alguna vez fue símbolo de apertura, deviene cierre; lo que alguna vez fue umbral, deviene frontera. La arquitectura, sometida a la lógica de la logística global, desaparece como experiencia compartida y reaparece como sistema de control. Como advierte Keller Easterling, «el poder reside menos en las leyes que en las disposiciones espaciales invisibles».²⁰¹



[Fig. 124]



[Fig. 125]

Aunque desarrollado en el puerto de Róterdam, *Portscapes*²⁰² (2009) opera como una lente crítica extrapolable al caso de El Pireo, iluminando las narrativas ocultas tras la expansión logística portuaria. En esta serie de intervenciones artísticas, Marjolijn Dijkman e Ilana Halperin exploran las dimensiones simbólicas y materiales de la infraestructura portuaria.

La obra *Here be Dragons* de Dijkman reinterpreta los mapas históricos que inscribían dragones en los márgenes de lo desconocido, cuestionando las ficciones cartográficas que acompañan la ocupación de nuevas tierras.²⁰³ Su trabajo revela que lo que aparece como espacio vacío o disponible está ya cargado de historia, relato y exclusión.

Por su parte, Ilana Halperin introduce una perspectiva geológica y temporal que desacompasa la velocidad de los flujos logísticos.²⁰⁴ A través de su trabajo performativo y escultórico sobre la sedimentación, la formación de tierras y los procesos materiales del puerto, Halperin desvela las capas lentas, profundas y físicas que sostienen la infraestructura. Frente a la linealidad operativa de la logística, su obra sugiere que el puerto no es solo una máquina de transferencia, sino también un cuerpo geológico en transformación, donde cada contenedor, cada muelle y cada relleno son también estratos de tiempo y materia.

Estas miradas artísticas reabren el puerto como espacio de relato, memoria y materialidad, resistiendo su conversión en mera interfaz técnica. En última instancia, la lucha por el puerto es también una lucha por la memoria, la escala y el derecho a habitar, no solo a circular, sino a permanecer. En este sentido, la arquitectura pública no desaparece de forma súbita sino que se diluye y se desmaterializa hasta volverse invisible bajo la lógica operativa de la infraestructura.

Desde su adquisición parcial en 2009 y la ampliación de su control en 2016, el puerto se ha reconfigurado como una terminal intermodal de alta capacidad, equipada con grúas pórtico automatizadas, sistemas de gestión algorítmica de contenedores, escáneres de inspección remota y plataformas de seguimiento satelital en tiempo real.

Esta infraestructura hipertecnificada prioriza la circulación acelerada y la reducción de tiempos muertos, lo que implica una fragmentación funcional del espacio portuario. Los antiguos muelles abiertos se convierten en zonas restringidas de acceso controlado, los almacenes tradicionales son reemplazados por depósitos estandarizados de contenedores apilados, y los corredores logísticos se optimizan para el transporte pesado, reduciendo su permeabilidad hacia la ciudad.

Pero la tecnificación va más allá de la maquinaria visible. Produce una arquitectura de datos y redes invisibles, donde sensores, cámaras, plataformas digitales y algoritmos logísticos gestionan el flujo de mercancías dentro de sistemas opacos y descentralizados. El puerto, históricamente interfaz entre tierra y mar, entre ciudad y

[201] Easterling, *Extrastatecraft*.

[202] Marjolijn Dijkman e Ilana Halperin, *Portscapes* (Rotterdam: Port of Rotterdam Authority/Skor, 2009).

[203] Marjolijn Dijkman, *Here be Dragons*, en *Portscapes*, proyecto artístico en el Puerto de Róterdam, 2009.

[204] Ilana Halperin (n. 1973) es una artista escocesa-estadounidense cuyo trabajo explora la intersección entre geología y experiencia humana. En el marco del proyecto *Portscapes* (2009), desarrollado en el Puerto de Róterdam, realizó intervenciones que vinculaban los procesos logísticos con escalas geológicas de tiempo, a través de esculturas y performances que tematizan la sedimentación, la formación de tierras y la temporalidad material de los puertos.

Tecnificación



[Fig. 127]

comercio, entre espacio cívico y espacio económico, deviene una superficie técnica infra-visual, cuya representación no pasa por su monumentalidad arquitectónica, sino por sus métricas operativas y su conectividad global. La consecuencia directa es la desaparición progresiva de la arquitectura pública. Lo que antes fue plaza, muelle, mercado o paseo marítimo es sustituido por perímetros de seguridad, vallados perimetrales, plataformas de transferencia y áreas de exclusión. En palabras de Marina Otero Verzier, la logística no construye lugares, construye trayectorias: la forma ya no sigue a la función, sino al rendimiento. La relación entre puerto y ciudad se debilita, desplazando la escala humana hacia los márgenes, diluyendo la posibilidad de habitar o apropiarse simbólicamente del espacio portuario.

La tecnificación afecta las condiciones laborales mediante la implementación de un modelo de subcontratación laboral extendida, fragmentando las relaciones de trabajo en una red de contratistas secundarios que precarizan derechos y debilitan la agencia sindical. Así, el puerto no solo se transforma como máquina logística, sino también como infraestructura socialmente desmaterializada, donde los cuerpos son reabsorbidos como extensiones de sistemas algorítmicos que optimizan movimientos y rendimientos. Es una transformación donde la arquitectura desaparece como experiencia compartida, para reaparecer como sistema de control y circulación, subordinada a las lógicas del capital transnacional.

La tecnificación del puerto de El Pireo no solo implica una transformación espacial y operativa, sino también una profunda reconfiguración simbólica y política de su relación con la ciudad y sus habitantes. La arquitectura portuaria, tradicionalmente entendida como interfaz entre lo marítimo y lo urbano, se ve desplazada por una lógica operativa que privilegia la eficiencia logística frente al uso ciudadano, borrando las condiciones de habitabilidad y apropiación colectiva del espacio.

Esta desaparición de la arquitectura pública y cívica es también una desaparición de los cuerpos que antes la habitaban. La monumentalidad portuaria —que articulaba simbólicamente la relación de la ciudad con el mar— es sustituida por infraestructuras posmonumentales, donde la escala ya no dialoga con la mirada humana, sino con los satélites y los sistemas de gestión algorítmica.

La lectura crítica de esta transformación encuentra eco en la obra *Geobodies* (2012) de Ursula Biemann, donde la artista explora los corredores logísticos globales como territorios de opacidad y control.²⁰⁵ A través de un ensayo videográfico que entrelaza imágenes de puertos, flujos de contenedores, zonas francas y desplazamientos de cuerpos migrantes, Biemann revela cómo las infraestructuras portuarias modernas funcionan como dispositivos de exclusión, externalización y vigilancia. Su mirada crítica muestra que, mientras las mercancías circulan con fluidez, las personas enfrentan restricciones, filtros y fragmentaciones espaciales. *Geobodies* sugiere que la arquitectura logística no es solo una infraestructura material, sino también una infraestructura narrativa, donde la visibilidad y la invisibilidad están políticamente distribuidas. Aplicado al caso de El Pireo, su obra permite entender que la tecnificación del puerto no solo expulsa la arquitectura pública, sino que también invisibiliza las historias locales, las memorias comunitarias y las trayectorias corporales que antes habitaban el borde marítimo.



[Fig. 129]



[Fig. 130]

Lectura crítica



[Fig. 131]

[205] Ursula Biemann. *Geobodies*. Videensayo. 2000.

La problemática de El Pireo, por tanto, no reside únicamente en su privatización o su integración a las redes logísticas globales, sino en su mutación hacia una infraestructura infra-visual. Un espacio donde la arquitectura desaparece como lugar de encuentro, y reaparece como plataforma de control de flujos económicos, desvinculada de la escala humana. La lógica operativa transforma el puerto en una superficie técnica, donde las decisiones espaciales responden a algoritmos de eficiencia y no a las necesidades de la ciudad.

En última instancia, la lectura crítica del puerto revela una doble exclusión. La de la arquitectura pública, desmaterializada bajo la infraestructura operativa; y la de los cuerpos ciudadanos, desplazados hacia los márgenes de la experiencia espacial. Como sugiere Biemann, los puertos contemporáneos ya no son umbrales de encuentro, sino máquinas de tránsito donde solo circula lo que genera valor económico. El puerto de El Pireo, bajo esta lógica, deja de ser un espacio público y se convierte en una interfaz técnica donde la posibilidad de permanecer es sustituida por la obligación de pasar. La reapropiación simbólica y política del puerto exige interrumpir estas narrativas logísticas, abriendo fisuras donde la arquitectura pública pueda reemergir como lugar de relato, presencia y resistencia.

Ejemplo paralelo superado



[206] Hafencity Hamburg GmbH, *Hafencity Hamburg: The Official Project Website*, acceso abril de 2025, <https://www.hafencity.com>

[207] Rotterdam Innovation District. Estrategia urbana y portuaria de innovación tecnológica, desarrollada por el Puerto de Róterdam en colaboración con la Municipalidad de Róterdam.

[208] Dijkman y Halperin, *Portscapes*.

[209] Marker Wadden. Proyecto de restauración ecológica en el lago IJsselmeer impulsado por Natuurmonumenten y Rijkswaterstaat, iniciado en 2016.

[210] *Port of San Francisco Waterfront Plan*. San Francisco Port Commission, 1997.

El Puerto de Hamburgo representa una de las alternativas más sólidas. Aunque plenamente integrado en las redes logísticas globales, ha mantenido una participación pública significativa a través de la Hamburg Port Authority. Su gestión combina eficiencia operativa con políticas urbanas que han convertido parte de su frente marítimo en espacios accesibles, culturales y recreativos, ejemplificados por el proyecto de regeneración urbana Hafencity.²⁰⁶ No fue privatizado bajo condiciones de deuda ni cedido a intereses extranjeros, lo que permitió preservar la soberanía operativa y el control político sobre decisiones estratégicas.

Un camino similar, aunque con énfasis en la innovación, es el que traza el Puerto de Rotterdam. Siendo uno de los mayores y más automatizados de Europa, mantiene una propiedad mayoritariamente pública —70% municipal y 30% estatal—, articulando su expansión logística con políticas de sostenibilidad y acceso ciudadano. Proyectos como el *Rotterdam Innovation District*²⁰⁷ o la iniciativa cultural *Portscapes*²⁰⁸ (2009) abren fisuras críticas en la infraestructura operativa, reintroduciendo narrativas artísticas, ecológicas y participativas en el territorio portuario. Más radical aún es la lógica detrás de Marker Wadden, en los Países Bajos, donde la infraestructura abandona su vocación logística para convertirse en un experimento ecológico.²⁰⁹ Este archipiélago artificial, construido en el lago IJsselmeer, transforma la ingeniería hidráulica en un acto de restauración ambiental y regeneración paisajística. Marker Wadden recupera hábitats, fomenta la biodiversidad y abre el acceso ciudadano, convirtiendo la infraestructura en territorio productivo para el ecosistema y la colectividad.

Otro ejemplo relevante es el del Puerto de San Francisco, que tras su desindustrialización y declive logístico emprendió un ambicioso proceso de reintegración puerto-ciudad. A través del *Port of San Francisco Waterfront Plan*²¹⁰, la ciudad priorizó la regeneración del frente marítimo, el acceso público y la diversificación de usos, apostando por un modelo urbano inclusivo y multifuncional donde la arquitectura portuaria no desaparece, sino que se reprograma como espacio cívico, cultural y recreativo.

Por último, Porto Marghera en Venecia ofrece una lectura más ambivalente, pero igualmente instructiva.²¹¹ Históricamente asociado a la industria petroquímica y al puerto industrial, ha iniciado procesos de descontaminación y diversificación de usos, buscando superar el monocultivo infraestructural y reactivar espacios abandonados para nuevas funciones urbanas. Aunque inacabado y contradictorio, su esfuerzo por dismantlar lógicas extractivas y abrir posibilidades de reintegración territorial señala un camino posible para repensar los paisajes portuarios posindustriales.

Frente a la lógica extractiva que ha reconfigurado El Pireo como una máquina de circulación subordinada a flujos globales, es posible imaginar una arquitectura portuaria que no sea disuelta por la infraestructura, sino reprogramada como mediación entre escalas, cuerpos y memorias. No se trata de negar la técnica ni el intercambio, sino de introducir fisuras críticas en su clausura operativa; grietas por donde puedan filtrarse el relato, la ecología y el derecho a la ciudad. Intervenciones de pequeña escala, temporales o cooperativas, pueden reactivar la línea de costa como lugar de estancia, no solo de paso.

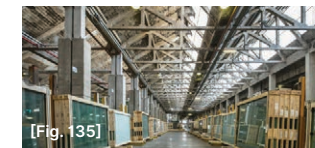
El perímetro logístico puede ser interrumpido por corredores lentos, bordes activables y fragmentos de costa donde la estancia sustituya al tránsito. Lejos de los grandes planes de regeneración, los intersticios —muelles abandonados, descansos, antiguas grúas— ofrecen oportunidades para la reapropiación simbólica y material del litoral. Estas intervenciones, incluso a pequeña escala, pueden devolver uso público y densidad simbólica al frente marítimo.

Insertar capas culturales o comunitarias en la infraestructura operativa permite tensionar la lógica de la eficiencia desde dentro. El puerto no es solo un nodo funcional, también puede ser archivo, relato o geología. Dispositivos como archivos, intervenciones artísticas o recorridos críticos —como los ensayados en *Portscapes*— devuelven visibilidad a lo que el sistema técnico tiende a borrar, revelando que incluso las superficies más neutralizadas conservan rastros de vida.

Reprogramar las arquitecturas logísticas —almacenes, terminales, hangares— es una vía para evitar su ruina o clausura. Una vez desplazadas de su función extractiva, pueden acoger usos urbanos, ecológicos o cooperativos. La desindustrialización, bien acompañada, puede ser un umbral hacia nuevas formas de cuidado y habitabilidad del territorio.

También es necesario introducir otras temporalidades en el espacio portuario. Frente al ritmo homogéneo del capital logístico, los ciclos de la biodiversidad, la sedimentación o los tiempos muertos ofrecen métricas alternativas. Activarlos implica descentrar la hegemonía del rendimiento y recuperar la escala del cuerpo, no solo como operador, sino como habitante. En ese contexto, el derecho a permanecer —a quedarse, descansar, observar, compartir— se convierte en una forma de resistencia.

Pero ningún cambio espacial es posible sin una transformación política. La infraestructura no es neutral. Democratizar su gobernanza, incorporar representación ciudadana o sindical y abrir procesos de decisión más allá del interés corporativo permite imaginar puertos como infraestructuras comunes: no solo máquinas de transferencia, sino lugares donde la vida pública no desaparece, sino que reaparece como posibilidad.



[211] Porto Marghera, Venecia. Zona industrial y portuaria en proceso de reconversión ecológica y urbana, desarrollada desde inicios del siglo XX y actualmente objeto de planes de descontaminación y regeneración.

Contrainstrumentos



[212] Hamed Khosravi, Taneha Kuzniecowa Bacchin y Filippo Lafleur, *Aesthetics and Politics of Logistics* (Delft: Delft University of Technology, 2019)

[213] Allan Sekula, *Fish Story*. Düsseldorf: Richter Verlag, 1995.

[214] Allan Sekula y Noël Burch, dirs. *The Forgotten Space*. Documental, 113 min. Países Bajos, 2010.

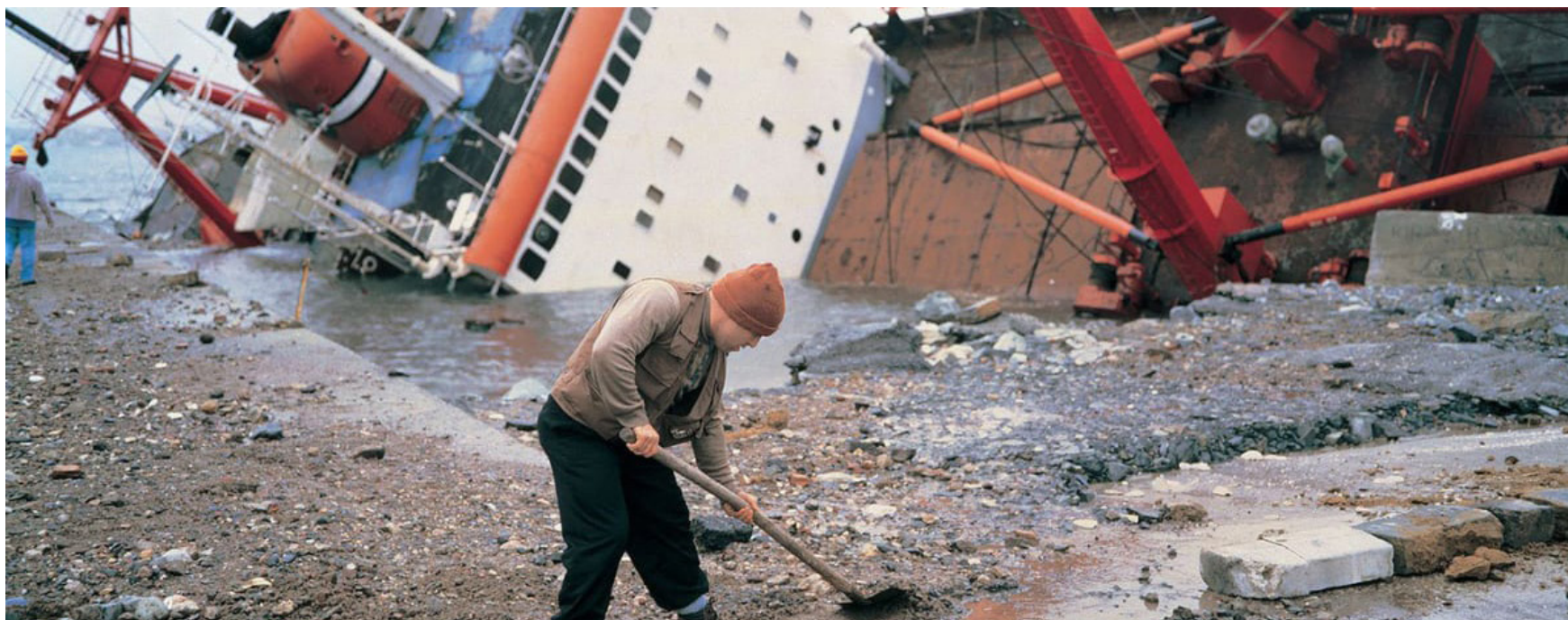
[215] Edward Burtynsky, *Shipbreaking*. Serie fotográfica (2000-2003)

Como señalan Hamed Khosravi, Taneha Kuzniecowa Bacchin y Filippo Lafleur en *Aesthetics and Politics of Logistics* (2019), «la arquitectura de la logística es profundamente política: mide, cartografía y modula el territorio a través de la proyección de relaciones de poder sobre la topografía». ²¹² Lo que aparece como mera infraestructura técnica es, en realidad, una traducción espacial de factores de riesgo y valores económicos, generando territorios alienados tanto de la topografía natural como de las formas de trabajo que los sostienen. La publicación permite creer que al cultivar un imaginario común podremos conocer, resistir y trabajar eficazmente contra y desde dentro del sistema logístico que configura nuestras vidas, territorios y ciudades.

Frente al puerto tecnificado que disuelve la arquitectura pública en trayectorias operativas, la mirada crítica de Allan Sekula en *Fish Story* ²¹³ nos devuelve el puerto como archivo de memorias desplazadas, cuerpos invisibilizados y luchas interrumpidas. Su cámara no solo documenta, sino que archiva resistencias, proponiendo una contra-narrativa al imaginario logístico. Entre sus imágenes, los márgenes del puerto se convierten en escenario de una política del habitar, allí donde la máquina logística querría solo circulación y olvido. En continuidad con esta mirada, *The Forgotten Space* ²¹⁴ (2010), codirigido por Allan Sekula y Noël Burch, amplifica la crítica al sistema logístico global mostrando cómo los corredores marítimos, ferroviarios y portuarios configuran una geografía oculta de explotación y desposesión. El documental desvela que la aparente fluidez de los contenedores reposa sobre la invisibilización de trabajadores, migrantes y comunidades enteras, cuya precariedad sostiene la circulación de mercancías.

Por su parte, *Shipbreaking* de Burtynsky, al documentar el desguace de barcos en las playas del sur global, sugiere una imagen inversa al enclave logístico cerrado: el acto de desmontar, abrir, fragmentar las estructuras que antes solo operaban como maquinaria de extracción. ²¹⁵ En esta metáfora, el desmantelamiento no es solo un final, sino una posibilidad crítica imaginando que el puerto tecnificado — comprado con la deuda griega, privatizado bajo la lógica global— pudiera también desguazarse, abrirse, devolverse al cuerpo ciudadano. Donde el capital construyó muros, el desguace insinúa grietas; donde hubo control, el desmontaje sugiere acceso.

Entre los márgenes y los restos, Sekula y Burtynsky nos recuerdan que toda infraestructura es también una escritura, que lo que se construye para mover mercancías puede, alguna vez, volver a ser espacio de encuentro. Que incluso las grúas y los cascos rotos pueden convertirse en monumentos de una lucha por reapropiar el borde, por habitar donde antes solo se transitaba.



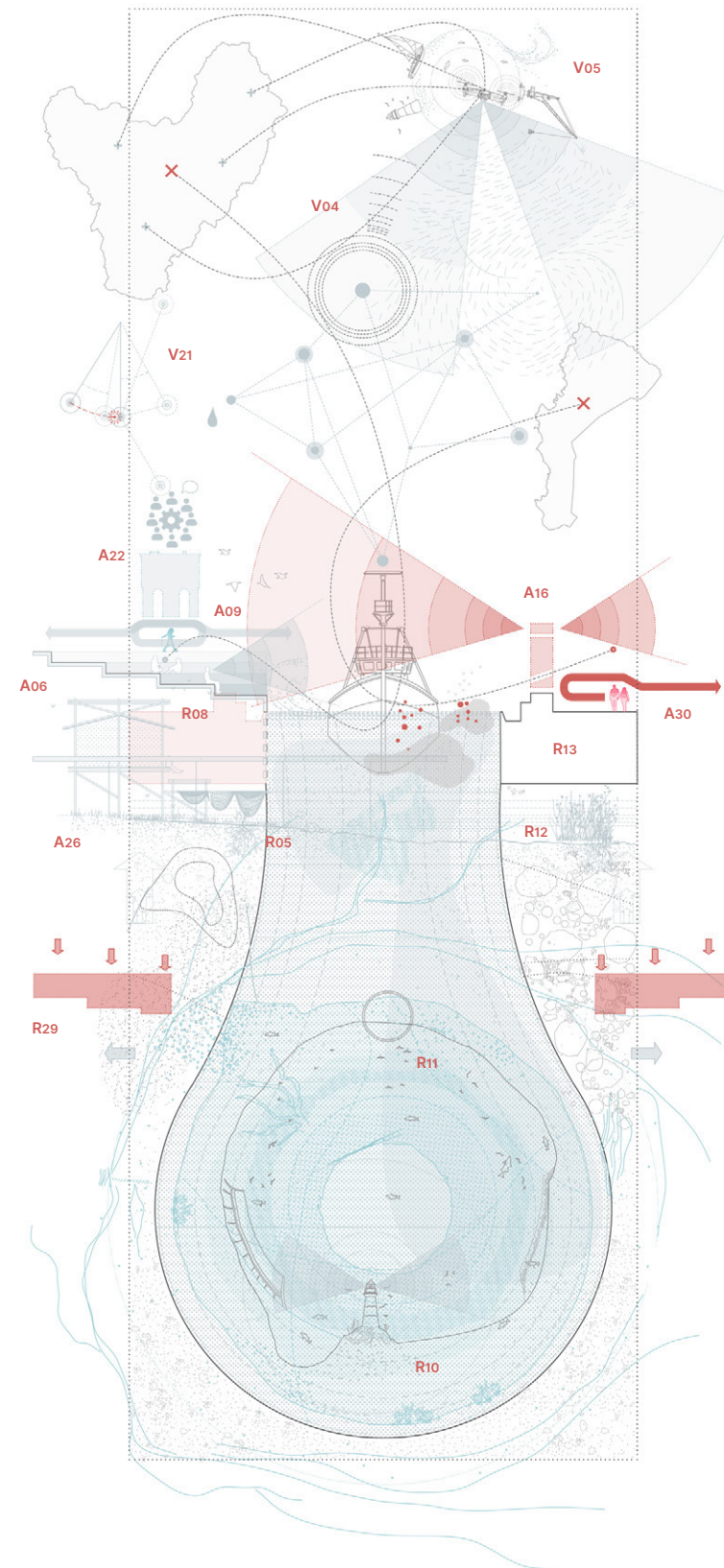
Propuesta preliminar de coninstrumentalización

A06. Reapropiación del frente portuario.
A09. Reinserción urbana del puerto.
A16. Desm. de usos exclusivamente logísticos.
A22. Arquitectura pública como resistencia.
A26. Infraestructuras sin huella.
A30. Disipar límites.

R05. Transición laboral postextractiva.
R08. Infraestructuras ligeras y reversibles.
R10. Recuperación de hábitats.
R11. Economía verde y azul.
R12. Reapropiación ecológica del litoral.
R13. Rediseño del contacto.
R29. Adaptación al cambio climático.

V04. Contra-mapeo.
V05. Visibilización de la infraestructura.
V21. Activar latencias.

[Fig. 138] *Fish Story*, Estambul. Fotografía: Allan Sekula, 1998-2000.



46 Green Data Center de ENI:



Green Data Center de ENI

la ecología de la habitación climática artificial
a servicio de la disposición humana

45° 05' 58.49" N, 8° 51' 46.05" E



«almacenan
climáticas.»²¹⁶

controlados
nter de ENI,
na ecológico
dicciones al
othy Morton

se ve ahora
a en soporte
s avanzados
ctura digital
gera gracias
leciendo un
ero Verzier,
experiencia
ticas».²¹⁸ No

ser extraído
solo implica
su entorno
n crítica, Los
curso digital
y a menudo
rícola se ha
o en recurso
na lógica de

En las
arquitecturas
oberanía
Madrid:
Madrid,

pregunta por
dicciones del

ota por la

logía oscura

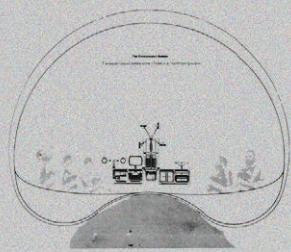
vez más ubicaciones extremas, peninsulas o incluso remotas para expandirse, desplazando los límites de la infraestructura hacia territorios menos regulados o más vulnerables.

[Fig. 139] Pág. anterior. ENI Green Data Center, STARCHING + Pop Solid, Ferrera Erbognone. Fotografía: Nicolas Bellwald, 2013.

46 Green Data Center de ENI:

The Environment-Bubble. Dibujo de Reyner Banham y François Dallegret, 1965.

[Fig. 140]



Ejemplo de los Well-tempered Environment(s). 'Oase No.7', Haus Rucker Co, 1972.

[Fig. 141]



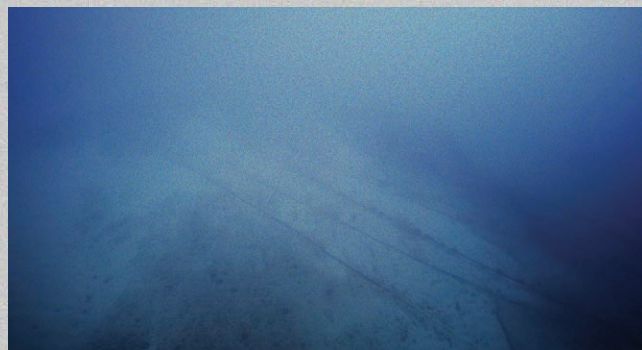
The China Recycling #22, Portrait of a woman in blue, Zeguo, Zhejiang, Province, China. Fotografía: Edward Burtynsky, 2004.

[Fig.142]



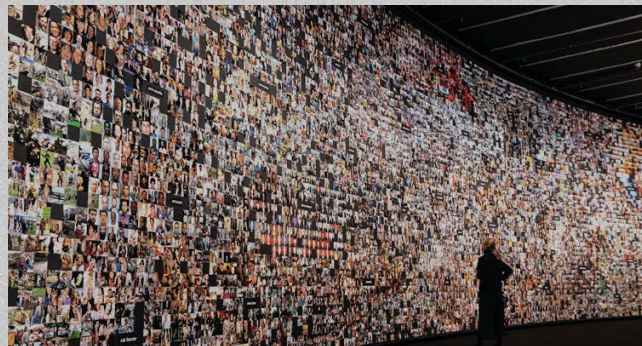
Undersea Cables, North Pacific Ocean. Fotografía: Trevor Paglen, 2016.

[Fig. 143]



From 'Apple' to 'Anomaly', Trevor Paglen, 2019.

[Fig. 144]



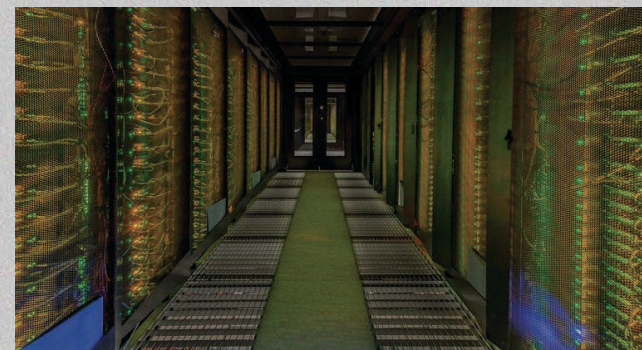
[Fig. 145]

Vista aérea del conjunto del Green Data Center de ENI. Fotografía: Nicolas Bellwald, 2013.



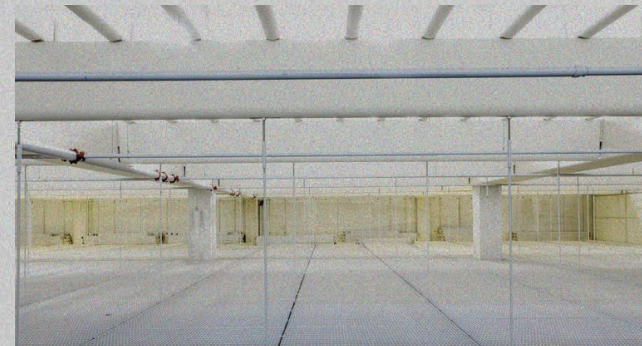
[Fig. 146]

Fachadas del Green Data Center entre prados artificiales. Fotografía: Nicolas Bellwald, 2013.



[Fig. 147]

Corredor interior entre racks de servidores. Fotografía: Nicolas Bellwald, 2013.



[Fig. 148]

Sala técnica hiperiluminada vacía del centro de datos. Fotografía: Nicolas Bellwald, 2013.

almacenan imáticas.»²¹⁶

controlados nter de ENI, na ecológico dicciones al othy Morton

se ve ahora a en soporte s avanzados ctura digital gera gracias leciendo un ero Verzier, experiencia ticas».²¹⁸ No

ser extraído solo implica su entorno n crítica, Los curso digital y a menudo agrícola se ha o en recurso na lógica de

En las arquitecturas soberanía (Madrid: Madrid,

pregunta por diciones del

nta por la

logía oscura

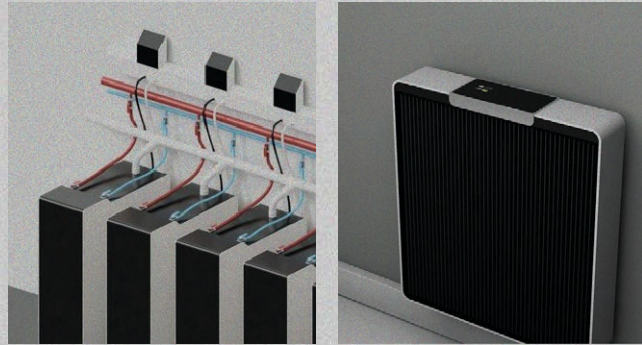
vez más ubicaciones extremas, peninsulas o incluso remotas para expandirse, desplazando los límites de la infraestructura hacia territorios menos regulados o más vulnerables.

[Fig. 139] Pág. anterior. ENI Green Data Center, STARCHING + Pop Solid, Ferrera Erbognone. Fotografía: Nicolas Bellwald, 2013.

4.6 Green Data Center de ENI:

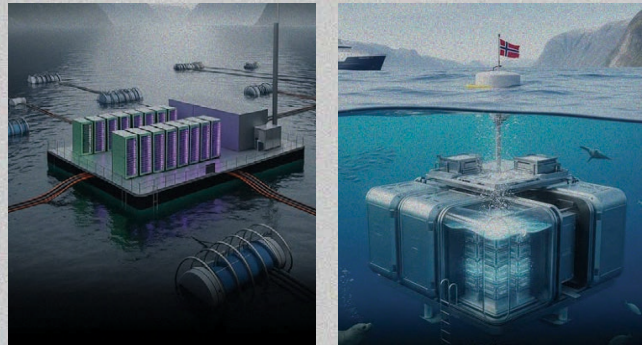
Radiador digital Q.rad de Qarnot Computing. El Q.rad reutiliza el calor generado por microprocesadores realizando tareas de cálculo para clientes remotos, convirtiendo el hogar en parte de una red de procesamiento descentralizado. Fuente: Qarnot Computing.

[Fig. 149]



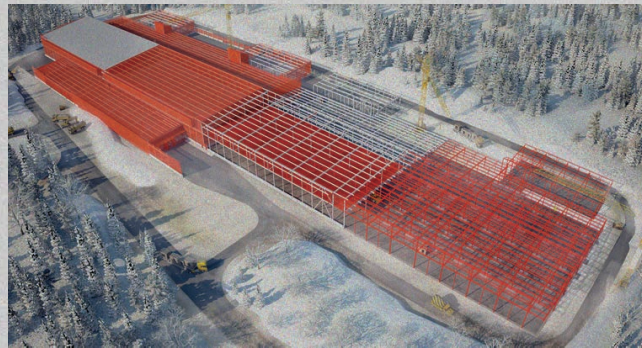
Proyecto piloto Ocean Data Center. En la primera imagen el Data Center flota y se alimenta de la energía de las olas; en la segunda el Data Center se ubica sumergido en el océano como sistema de refrigeración.

[Fig. 150]



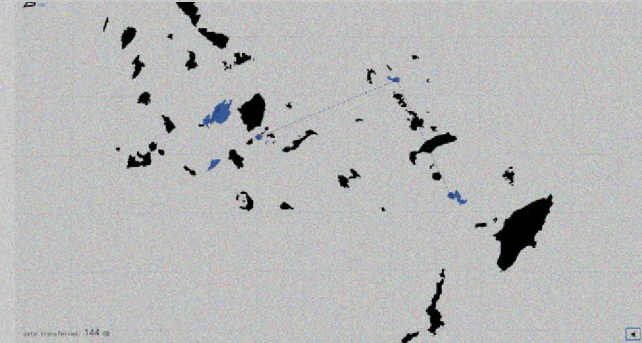
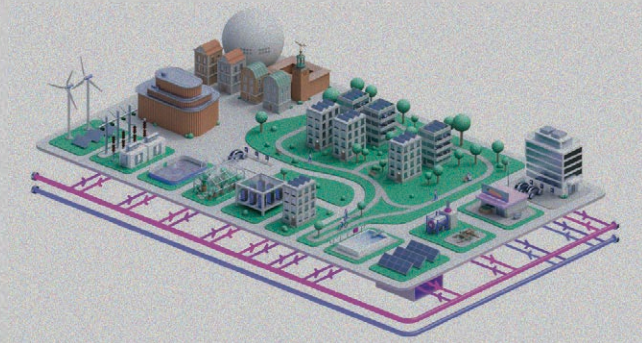
Luleå Data Center de Meta, Suecia. Ubicado en el Círculo Polar Ártico, este centro de datos aprovecha el clima frío del norte de Suecia para refrigeración pasiva y se alimenta exclusivamente con energía hidroeléctrica.

[Fig. 151]



Stockholm Data Parks, Suecia. Iniciativa pionera que integra centros de datos en la infraestructura urbana mediante un sistema de recuperación de calor residual para alimentar la red de calefacción urbana.

[Fig. 152]



[Fig. 153]

The Aegean Datahaven, Kyriaki Goni, 2017. Proyecto especulativo que imagina una red de centros de datos autónomos gestionados por las comunidades de las islas del Egeo, proponiendo una alternativa descentralizada y localizada frente a las nubes digitales corporativas.

«...almacenan...
«...máticas.»²¹⁶

controlados
nter de ENI,
na ecológico
dicciones al
othy Morton

se ve ahora
a en soporte
s avanzados
ctura digital
gera gracias
leciendo un
tero Verzier,
experiencia
ticas».²¹⁸ No

ser extraído
solo implica
su entorno
n crítica, Los
curso digital
y a menudo
grícola se ha
o en recurso
na lógica de

En las
arquitecturas
soberanía
(Madrid:
Madrid,

pregunta por
dicciones del

nta por la

logía oscura

vez más ubicaciones extremas, peninsulas o incluso remotas para expandirse, desplazando los límites de la infraestructura hacia territorios menos regulados o más vulnerables.

[Fig. 139] Pág. anterior. ENI Green Data Center, STARCHING + Pop Solid, Ferrera Erbognone. Fotografía: Nicolas Bellwald, 2013.

4.6. Green Data Center de ENI: la ecología de la habitación climática artificial a servicio de la disposición humana

«Antes de ser moldeados en una experiencia mercantilizada tridimensional, los bits se almacenan en arquitecturas de habitaciones climáticas.»²¹⁶

La infraestructura digital, lejos de ser inmaterial, depende de espacios concretos, controlados y altamente tecnificados. Este carácter se materializa ejemplarmente en el *Green Data Center* de ENI, ubicado en Ferrera Erbognone, cerca de Milán, una instalación que se presenta como paradigma ecológico de la gestión del recurso digital. Sin embargo, este mismo espacio revela profundas contradicciones al analizarse desde el concepto heideggeriano de *Bestand*, posteriormente adoptado por Timothy Morton para abordar la problemática ecológica actual.²¹⁷

Ferrera Erbognone, históricamente un territorio agrícola con fuertes vínculos locales, se ve ahora redefinido como nodo de convergencia energética y digital, donde el suelo fértil se transforma en soporte técnico. A las afueras de esta localidad, el centro de datos de ENI se alza como uno de los más avanzados de Europa. Bajo su nombre sostenible se oculta una paradoja contemporánea: la infraestructura digital está energéticamente anclada a la infraestructura fósil. Este *data center* se alimenta y refrigera gracias a la cogeneración térmica procedente de la refinería de gas y petróleo adyacente, estableciendo un circuito operativo donde lo digital no rompe con lo fósil, sino que lo prolonga. Marina Otero Verzier, en «En las profundidades de la nube», señala que «antes de ser moldeados en una experiencia mercantilizada tridimensional, los bits se almacenan en arquitecturas de habitaciones climáticas».²¹⁸ No hay desmaterialización; hay refrigeración, consumo, extracción y disipación de energía.

Heidegger definió el *Bestand* como aquello que está siempre disponible, dispuesto para ser extraído y utilizado sin límite ni pausa.²¹⁹ Morton amplía esta noción señalando que el *Bestand* no solo implica explotación y acumulación, sino también una relación problemática entre el ser humano y su entorno natural.²²⁰ Aplicado al contexto del *Green Data Center*, este concepto adquiere una dimensión crítica. Los datos, almacenados en condiciones de disponibilidad permanente, se convierten en un recurso digital infinito, pero su existencia se sostiene sobre recursos materiales muy concretos, finitos y a menudo ocultos tras una fachada de sostenibilidad tecnológica. En Ferrera Erbognone, el paisaje agrícola se ha transformado en un ensamblaje operativo, donde el calor residual de la refinería es traducido en recurso térmico y la tierra en soporte técnico, ilustrando cómo el territorio es subsumido bajo una lógica de disponibilidad total.

Concebidos para aumentar el poder computacional y la reducción de la latencia, el futuro de los centros de datos presenta hoy un dilema ambiental y social. Su consumo excesivo de energía, agua, suelo y emisiones de dióxido de carbono ha desencadenado una creciente resistencia popular. Presionados por comunidades locales, movimientos ambientales, el aumento de los precios de la energía y la escasez de agua, los gobiernos han comenzado a imponer controles.

Varios países como Singapur y ciudades como Ámsterdam o Dublín han implementado prohibiciones temporales en la construcción de centros de datos. Ante estas restricciones, la industria busca cada vez más ubicaciones extremas, periféricas o incluso remotas para expandirse, desplazando los límites de la infraestructura hacia territorios menos regulados o más vulnerables.

[216] Marina Otero Verzier, *En las profundidades de la nube: arquitecturas para el almacenamiento y soberanía de datos en la era de la AI* (Madrid: Universidad Politécnica de Madrid, 2024).

[217] Martin Heidegger, *La pregunta por la técnica* (Buenos Aires: Ediciones del Serbal, 1994)

[218] Otero Verzier, *En las profundidades de la nube*.

[219] Heidegger, *La pregunta por la técnica*

[220] Timothy Morton, *Ecología oscura* (Madrid: Paidós, 2018)

Pág. anterior. ENI Green Data Center, STARCHING + Pop Solid, Ferrera Erbognone. Fotografía: Nicolás Bellwald, 2013.

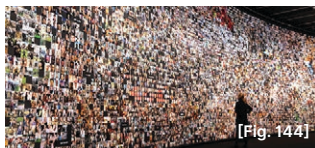


[Fig. 140]

El *Green Data Center* de ENI funciona como una habitación climática artificial extrema, diseñada para mantener condiciones óptimas de temperatura y humedad que aseguren la disponibilidad continua de la información. Reyner Banham, en *Architecture of the Well-tempered Environment*, ya señalaba que estas «habitaciones climáticas» son arquitecturas que redefinen radicalmente la relación con el entorno natural, creando microclimas artificiales independientes de las condiciones externas.²²¹ Marina Otero, lleva esta crítica aún más lejos al demostrar cómo los centros de datos, más allá de ser estructuras técnicas, son espacios de control climático y energético que hacen tangible la supuesta inmaterialidad de la nube digital.²²²



[Fig. 142]



[Fig. 144]

A pesar de su proliferación, la arquitectura de los centros de datos no ha registrado transformaciones significativas en la última década. La mayoría se conciben como cajas negras, mientras otros se disfrazan como edificios ordinarios, integrándose discretamente en el tejido urbano. Sus interiores repiten un mismo patrón. Una sucesión de racks de servidores informáticos dentro de habitaciones equipadas con sistemas avanzados de control de temperatura, humedad y polvo, conectadas a redes de suministro, cuartos de baterías y generadores que prometen un funcionamiento ininterrumpido frente a fallos humanos, mecánicos y desastres naturales. Cables de fibra óptica conectan estos centros con los usuarios a la velocidad de la luz a través de geografías enredadas con minas, fábricas, puertos, puntos de conmutación, torres de telefonía móvil y los espacios cotidianos. Y si bien su operatividad e impacto ocurren en diversos territorios, escalas y tiempos, la mayoría de los diseños no considera lo que sucede más allá de sus instalaciones inmediatas, una realidad que refleja *Manufactured Landscapes*, documental del fotógrafo Edward Burtynsky, donde océanos de cables telefónicos se pierden en el horizonte en algún lugar de China.²²³ Similarmente, el artista Trevor Paglen, en su serie fotográfica sobre infraestructuras digitales, revela cómo la nube, lejos de ser etérea, se sustenta en una red global de cables submarinos, satélites y data centers ocultos en paisajes cotidianos.²²⁴

La disposición permanente del recurso digital requiere, inevitablemente, una disponibilidad constante de otro recurso crítico: la energía. La infraestructura energética del *Green Data Center* de ENI refleja esta dependencia; aunque se presenta como una instalación «verde» que reduce el consumo energético mediante sistemas avanzados de refrigeración y energías renovables, no puede eliminar completamente su condición de consumidor constante. Aquí se revela una paradoja fundamental, la sostenibilidad prometida coexiste con una demanda energética ininterrumpida, alineándose perfectamente con la crítica de Morton sobre la «ecología oscura».²²⁵ Lo térmico no es solo una condición técnica, es el vínculo invisible que une los flujos digitales con los extractivos.

El *Green Data Center* de ENI se configura como una infraestructura hipertecnificada, donde cada elemento arquitectónico y operativo está subordinado a la optimización climática, energética y computacional. Su diseño responde a una lógica de habitación climática extrema: un recinto sellado, climatizado, monitorizado y redundante, pensado no para alojar cuerpos humanos, sino flujos eléctricos y digitales.

La arquitectura visible del centro es opaca y funcionalista, una envolvente industrial que encierra salas blancas donde se alinean miles de racks de servidores. Cada servidor es un nodo dentro de una

[221] Reyner Banham, *The Architecture of the Well-Tempered Environment* (Chicago: University of Chicago Press, 1984).

[222] Otero Verzier, *En las profundidades de la nube*.

[223] Burtynsky y Baichwal, *Manufactured Landscapes*.

[224] Trevor Paglen, *Invisible Images (Your Pictures Are Looking at You)*, 2016; y *Landing Sites*, serie fotográfica sobre infraestructuras digitales. Véase Trevor Paglen, *Invisible: Covert Operations and Classified Landscapes* (Nueva York: Aperture, 2010).

[225] Morton, *Ecología oscura*.

Tecnificación

red interdependiente que conecta la instalación con infraestructuras globales de energía, telecomunicaciones y logística. En su interior, sistemas automatizados gestionan el control de temperatura, la humedad y la pureza del aire, garantizando las condiciones estables necesarias para evitar fallos por sobrecalentamiento o polvo microscópico.

El proceso de refrigeración se apoya en un sistema de cogeneración térmica que reutiliza el calor residual de la refinería de gas y petróleo contigua. Este circuito convierte el calor fósil en recurso para estabilizar el entorno digital, perpetuando la dependencia entre infraestructura fósil e infraestructura de datos. A nivel operativo, sensores y algoritmos monitorizan en tiempo real las condiciones ambientales, activando sistemas de emergencia y backup que aseguran la redundancia operativa frente a cortes de energía o fallos mecánicos. En su red externa, el centro se conecta mediante cables de fibra óptica de alta capacidad que atraviesan geografías minadas, perforadas, cableadas, enlazando el *Green Data Center* con hubs internacionales de datos y centros de intercambio de tráfico digital. Esta red materializa el ensamblaje global de infraestructuras: una topología oculta donde las redes eléctricas, las torres de telecomunicación y los puntos de conmutación se entrelazan, reproduciendo la lógica extractiva a escala territorial.

Sin embargo, esta tecnificación no solo afecta el interior del edificio, sino que también transforma su entorno. El consumo intensivo de agua para los sistemas de refrigeración impacta los acuíferos locales; las emisiones térmicas alteran microclimas; la huella energética del centro refuerza la dependencia de la red fósil a pesar de su «etiqueta verde». Lo que se presenta como eficiencia energética es, en realidad, una redistribución y externalización de costos ambientales sobre cuerpos y territorios adyacentes.

La tecnificación del *Green Data Center* no puede entenderse solo como optimización operativa; es un ensamblaje de técnicas climáticas, infraestructuras extractivas y redes interdependientes que aseguran la disponibilidad permanente de los datos. Bajo la apariencia de neutralidad tecnológica, esta infraestructura actúa como una máquina de estabilización climática al servicio de la economía digital, haciendo visible que cada bit almacenado requiere temperatura, agua, energía y territorio.

El funcionamiento de los centros de datos afecta inevitablemente la calidad del aire, del agua y del suelo, así como las vidas de los seres que dependen de estos recursos. Esta acumulación de datos intensifica la abstracción tecnológica, canalizando la sed insaciable de la humanidad por «más» y sus aspiraciones de trascendencia en una producción y consumo desmedido de información digital, almacenada como activos valiosos en bases de datos que modelan y predicen el futuro. Esta presión material sobre el territorio replica las lógicas extractivas de otras infraestructuras industriales, afectando tanto la ecología local como la vida de las comunidades humanas y no humanas que dependen de estos ciclos vitales.

Bajo su promesa de sostenibilidad, eficiencia y progreso tecnológico, persiste y prolonga las lógicas extractivas y operativas de la economía fósil. Su funcionamiento, dependiente de la cogeneración térmica de una refinería de gas y petróleo adyacente, revela que lo digital no ha roto con lo fósil, sino que lo ha incorporado como base



[Fig. 145]



[Fig. 146]



[Fig. 147]

Lectura crítica

energética silenciosa. Este enclave no solo produce una dependencia energética, sino una transformación radical de su ecología inmediata.

La habitación climática artificial que aloja los servidores, siguiendo la crítica de Reyner Banham y Marina Otero, configura un espacio cerrado, autorreferencial, donde las condiciones térmicas y ambientales son estrictamente controladas, escindidas del entorno exterior. Cada bit almacenado requiere temperatura, humedad, aire filtrado; cada cálculo depende de un caudal energético ininterrumpido. La arquitectura deja de ser refugio, espacio público o mediación simbólica, para convertirse en una máquina de estabilización técnica, aislada y autosuficiente, al servicio de la disponibilidad absoluta. Al permitir la instrumentalización ilimitada del planeta, la ciencia moderna ha reducido la Tierra a «una colección de recursos naturales, suelos fértiles, materiales de construcción, territorios a ser ocupados».

Pero esta disponibilidad tiene costes ocultos. La existencia del dato almacenado prolonga una cadena de afectaciones territoriales. Desde las emisiones invisibles que acompañan la refrigeración constante, hasta el impacto sobre la calidad del aire, del agua y del suelo que sostienen indirectamente su operación. La acumulación masiva de información, ese «archivo total» que aspira a registrar y predecir el futuro, canaliza la sed insaciable por «más», según describe Marina Otero, sin resolver las tensiones materiales y ecológicas que su almacenamiento implica.

El *Data Center* puede leerse como la materialización espacial del concepto de *Bestand* formulado por Heidegger y retomado por Timothy Morton: la reducción de todo lo existente a disponibilidad técnica, a reserva operativa, a recurso listo para su uso. El paisaje agrícola, el subsuelo fósil, la energía residual, el calor, el espacio; todo ha sido alineado bajo un mismo orden instrumental, transformado en insumo, stock o plataforma.

A esta condición instrumental se suma la problemática de su arquitectura: un espacio clausurado, invisible, excluyente, diseñado no para ser habitado, sino para permanecer operativo. La arquitectura deja de ofrecer estancias, experiencias o vínculos; organiza únicamente flujos térmicos, eléctricos y digitales. Mientras la fachada promete sostenibilidad, el interior reitera un modelo replicado en innumerables enclaves: cajas negras, racks de servidores, sistemas redundantes, nodos opacos. No importa el lugar, el data center tiende a eliminar su contexto, a deslocalizar su impacto, a borrar su territorialidad.

La industria de los centros de datos busca lugares cada vez más extremos para su implementación. En su expansión global, las geografías periféricas, climáticamente estables y energéticamente baratas se convierten en territorios codiciados. Los países nórdicos, en particular, han sabido utilizar su clima frío y su matriz energética renovable como herramientas de marketing para su floreciente industria de centros de datos, promoviendo una imagen de sostenibilidad y eficiencia que contrasta con la opacidad y el consumo intensivo de otros enclaves digitales. En este contexto, emergen modelos alternativos que exploran maneras de rearticular la relación entre energía, territorio y comunidad, sin abandonar las exigencias operativas de la nube.

Ejemplo paralelo superado



[Fig. 149]

Un primer ejemplo es Qarnot,²²⁶ una empresa francesa que ha desarrollado una red de servidores distribuidos bajo la forma de radiadores domésticos conocidos como Q.rad.²²⁷ En lugar de concentrar los servidores en habitaciones climáticas cerradas, Qarnot dispersa los procesadores en viviendas y oficinas, utilizando su calor residual para climatizar espacios habitados. Cada cálculo informático realizado en la red genera calor que se transfiere directamente al ambiente, eliminando la necesidad de costosos sistemas de refrigeración industrial y convirtiendo la infraestructura técnica en un servicio público de calefacción.

Por otro lado, el *Ocean Data Center*,²²⁸ un proyecto piloto en Noruega, propone sumergir los servidores directamente en entornos marinos, utilizando el agua fría del océano como sistema natural de refrigeración.²²⁹ Al integrar el medio ambiente como parte activa de la arquitectura térmica, esta infraestructura minimiza el uso de sistemas mecánicos de climatización, reduce el consumo energético asociado al enfriamiento y abre una relación simbiótica con el paisaje costero. La arquitectura desaparece bajo el agua, pero su operación conecta la nube con los ciclos termodinámicos oceánicos, generando una infraestructura que no solo ocupa territorio, sino que interactúa con él como parte de su metabolismo térmico.

En el norte de Suecia, el *Luleå Data Center* de Meta se erige como uno de los centros de datos más grandes y sostenibles de Europa.²³⁰ Su diseño aprovecha la climatología fría del Ártico para reducir las necesidades de refrigeración artificial, utilizando ventilación pasiva y aire exterior durante gran parte del año. Además, opera con energía hidroeléctrica 100% renovable, eliminando su dependencia directa de fuentes fósiles. A esta estrategia se suman los proyectos suecos *EcoDataCenter Piteå*²³¹ y *EcoDataCenter Falun*,²³² ambos diseñados para funcionar exclusivamente con energías renovables y optimizados para maximizar la eficiencia energética.²³³ En el caso de Falun, el centro de datos está conectado a la planta local de bioenergía, permitiendo que el calor residual generado por los servidores sea reutilizado en la red de calefacción distrital que abastece a la ciudad. Aquí, los centros de datos se reimaginan como infraestructuras térmicas, utilizando el exceso de calor emitido por los servidores para calefactar instalaciones residenciales y comerciales cercanas.

Finalmente, el programa *Stockholm Data Parks*²³⁴ representa una estrategia urbana más ambiciosa, al integrar varios centros de datos en una red metropolitana que reutiliza su calor residual en el sistema de calefacción distrital.²³⁵ Este modelo, impulsado por la ciudad de Estocolmo, busca reemplazar progresivamente las fuentes fósiles para 2040, convirtiendo el calor de los servidores en una infraestructura térmica colectiva.

La revisión de otras infraestructuras digitales permite vislumbrar formas incipientes de transformar la lógica técnica de la habitación climática. Frente al aislamiento operativo del *Green Data Center* de ENI, surgen estrategias que desplazan la clausura térmica hacia una apertura controlada, donde la energía excedente no se disipa sin destino, sino que encuentra circulación y redistribución. En esta dirección, algunos centros de datos han comenzado a reimaginarse como infraestructuras térmicas, integradas en ciclos urbanos de aprovechamiento energético.



[Fig. 150]

[226] Qarnot, «Q.rad: Smart Radiator Computer», *Qarnot Computing*, consultado en mayo de 2025, <https://qarnot.com>

[227] El proyecto Q.rad de Qarnot despliega pequeños servidores distribuidos en forma de radiadores domésticos, reutilizando el calor residual de los procesadores para climatizar viviendas y oficinas, evitando sistemas industriales de refrigeración.

[228] Ocean Data Center, «Underwater Data Centers: A Norwegian Pilot Project», informe técnico, 2019.

[229] El *Ocean Data Center*, piloto en Noruega, propone sumergir servidores en el mar y emplear el agua fría oceánica como refrigeración natural, reduciendo el gasto energético y estableciendo una relación simbiótica con el entorno marino.

[230] El *Luleå Data Center* de Meta, en el norte de Suecia, aprovecha el clima ártico y la energía hidroeléctrica renovable, utilizando ventilación pasiva y aire exterior para reducir la necesidad de refrigeración artificial.

[231] El *EcoDataCenter Piteå* funciona íntegramente con energías renovables, posicionándose como uno de los primeros centros de datos «carbono neutro» del mundo, diseñado para máxima eficiencia energética.

[232] El *EcoDataCenter Falun*, también en Suecia, conecta el calor residual de los servidores a la planta local de bioenergía, que lo redistribuye a la red de calefacción distrital de la ciudad.

[233] EcoDataCenter, «Falun y Piteå: Sustainable Data Centers», *EcoDataCenter*, consultado en mayo de 2025, <https://ecodatacenter.se>

[234] *Stockholm Data Parks*, «Heat Recovery for a Fossil-Free Stockholm 2040», *Stockholm Stad*, consultado en mayo de 2025, <https://stockholmdataparks.com>

[235] El programa *Stockholm Data Parks* integra varios centros de datos en una estrategia urbana que aprovecha sistemáticamente su calor residual para alimentar la calefacción distrital, con el objetivo de eliminar el uso de combustibles fósiles en 2040.

Contrainstrumento



[Fig. 151]



[Fig. 153]

[236] Kyriaki Goni, *The Aegean Datahaven*, proyecto artístico, 2017, consultado en mayo de 2025, <https://kyriakigoni.com/projects/the-aegean-datahaven>

[237] Banksy, *Love is in the Bin* (Londres: Sotheby's, 2018).

La arquitectura de estos centros sugiere también una desautomatización parcial de su opacidad. Allí donde el *Green Data Center* adopta la caja cerrada, opaca, impermeable, emergen experimentos que introducen transparencia programática, intersección con redes urbanas y relación explícita con el tejido territorial. La arquitectura ya no solo organiza racks de servidores: empieza a entrelazarse con las infraestructuras urbanas, sociales y energéticas, visibilizando su dependencia mutua. Un ejemplo especulativo en esta línea es *The Aegean Datahaven* de Kyriaki Goni, que imagina una red distribuida de centros de datos comunitarios en las islas del Egeo, donde la soberanía digital se articula desde la cooperación insular y la memoria compartida, desplazando la lógica corporativa de la nube hacia una infraestructura relacional.²³⁶

La tecnificación climática, que en ENI clausura su entorno en nombre de la eficiencia, encuentra contrainstrumentos en los modelos que desplazan la eficiencia hacia la colaboración metabólica: donde la estabilidad térmica ya no es una condición absoluta, sino una variable dentro de una red más amplia de intercambios. Así, la arquitectura del data center deja de concebirse como máquina aislada y empieza a proyectarse como infraestructura cohabitante, inscrita en relaciones energéticas, térmicas y territoriales más complejas. Estos desplazamientos no niegan la lógica técnica, pero desvían su clausura: operan sobre sus intersticios, sobre sus excedentes, sobre sus límites. Allí donde el *Green Data Center* manifiesta la culminación de la disposición técnica, estos contrainstrumentos apuntan a fracturas dentro del *Bestand*, a rendijas por donde reaparecen otras formas de relación entre energía, arquitectura y territorio.

Borrar es, hoy, un imperativo ecológico. Frente a la compulsión de acumular, a la fantasía de un almacenamiento sin fin, emerge la necesidad urgente de imaginar otras ecologías de los datos: prácticas de desprendimiento, de selección, de cuidado y olvido. Porque la nube no solo almacena; también pesa, ocupa, calienta. Y cuando la Tierra advierte que ya no puede sostener más, proliferan las visiones de centros de datos sumergidos en océanos o flotando en el espacio, orbitando como promesas desplazadas de un progreso trasnochado. Quizá la arquitectura más urgente no sea la que hace posible seguir almacenando, sino aquella que nos acompañe en el acto íntimo y político de borrar. Como en *Love is in the Bin* de Banksy,²³⁷ donde la destrucción parcial de una obra se convierte en su gesto más revelador, quizás solo el acto de triturar —conscientemente, críticamente— pueda devolver sentido y límite a la acumulación sin fin.

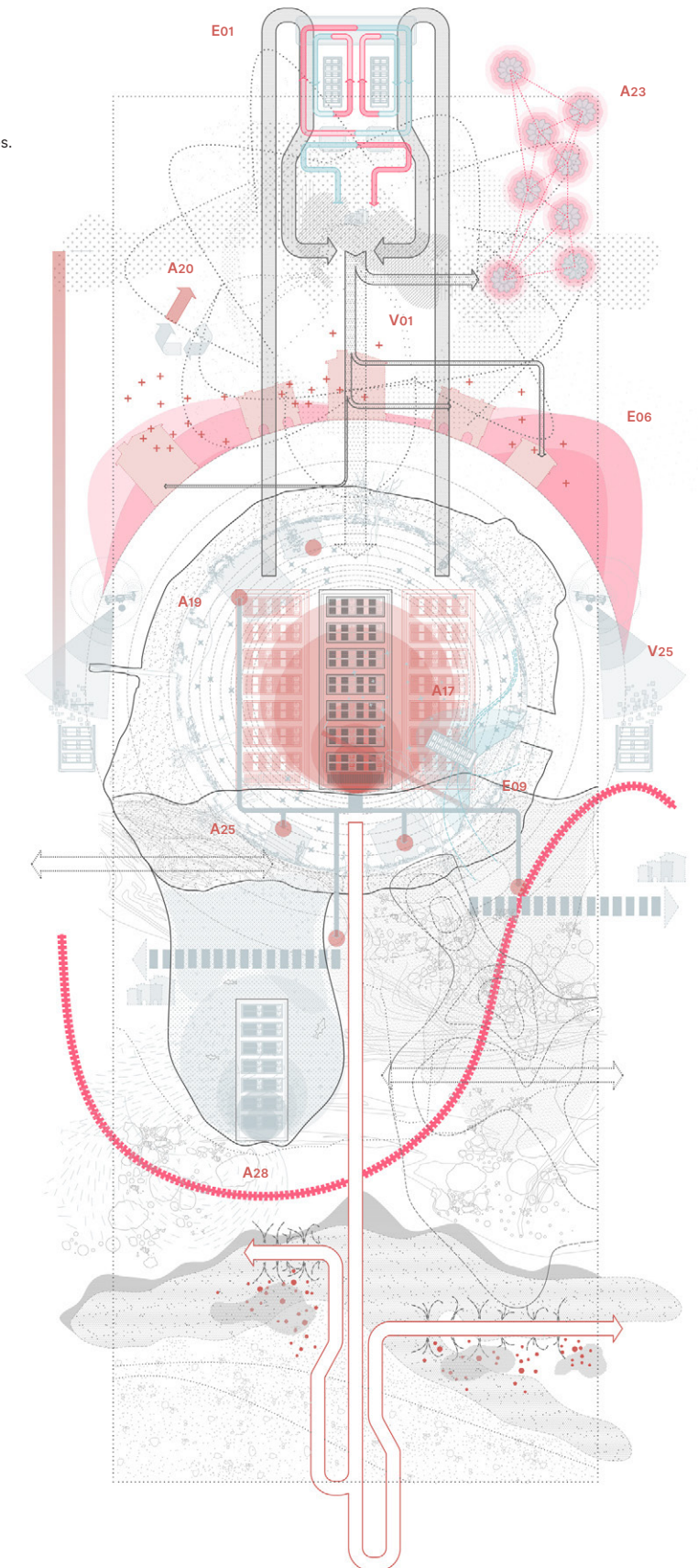
[Fig. 154] *Love is in the Bin*, Banksy, 2018.

Propuesta preliminar de contrainstrumentalización

A17. Aprovechamiento de condiciones climáticas locales.
A19. Integración urbana.
A20. Reversibilidad operativa.
A23. Descentralidad operativa.
A25. Bajo impacto.
A28. Infraestructura sumergida.

E01. Simbiosis energética.
E06. Recuperación de calor residual.
E09. Interacción urbana metabólica.

V01. Visualización desobediente.
V25. Estrategias y derechos de borrado.



47 El Golfo de Gabès

El Golfo de Gabès cartografías blancas del litoral de fosfato

34° 20' 58.93" N, 10° 09' 6.87" E



na violencia
esgaste que
absoluto.»²³⁸

sima. El mar
ño corre, se
el horizonte.
deteriorada
anquecinos,
te de Túnez,
o económico
e, la minería
Mettlaoui y
ecen pobres
trabajadores
inhabitable.
monía entre
volatilidad.

a serie West
o de Gabès,
cotidiano y
fosfoyesos,
rece blanco
ndamente la

ence and
e Poor
University

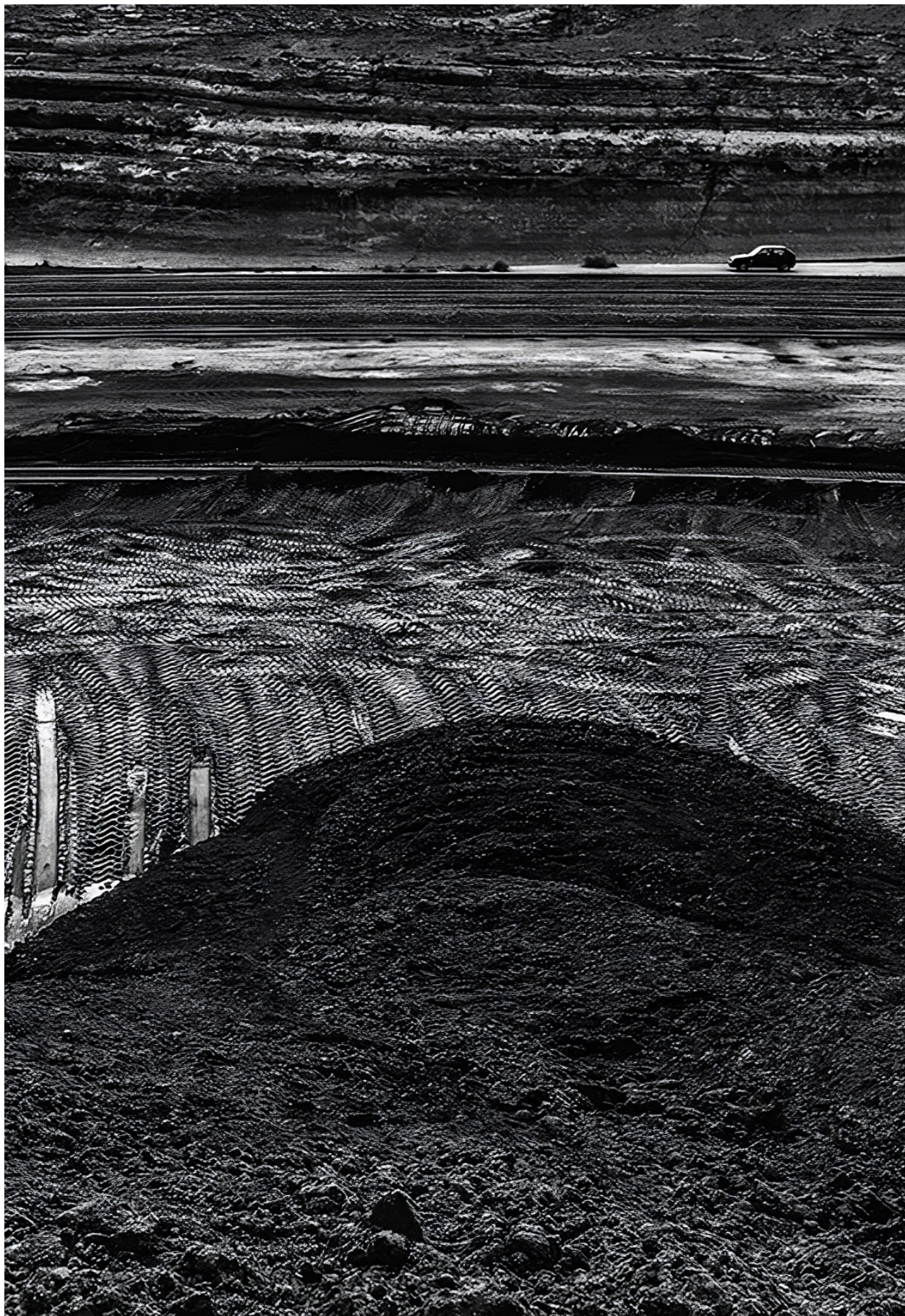
osphates
esa estatal
xtracción de
fsa.

el sector
es del World
rvey.

West of Life
esentada en

Química instalada en Gabès genera enormes cantidades de residuos tóxicos, especialmente fosfoyesos, liberados directamente al mar y depositados en gigantescos vertederos visibles desde kilómetros

[Fig. 155] Pág. anterior. West of Life, Gafsa. Al-Mitlawi, Tunisia. Fotografía: Zied Ben Romdhane, 2018.



47 El Golfo de Gabès:

Vista de las instalaciones de procesamiento de fosfato, Gafsa, Al-Mitlawi, Tunisia, West of Life. Fotografía: Zied Ben Romdhane, 2018.

[Fig. 156]



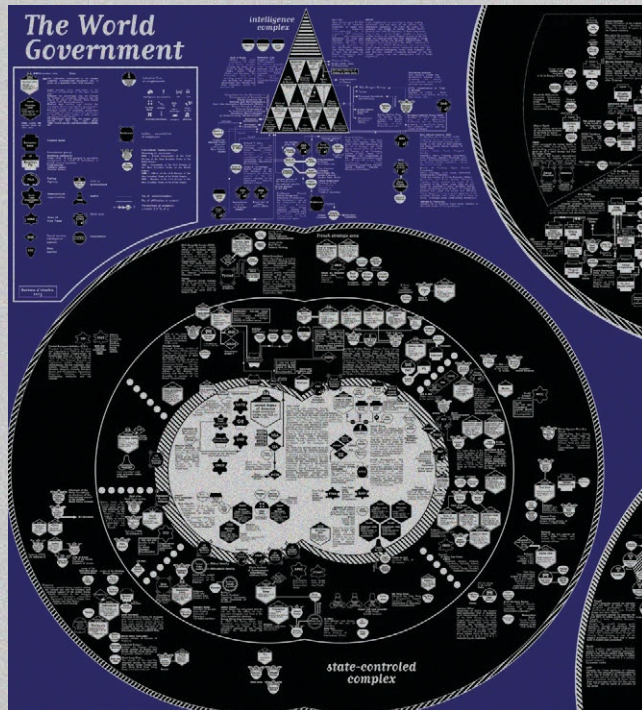
Huellas de aves marcadas sobre el terreno cercano a una planta química en Chatt Essalam, West of Life. Fotografía: Zied Ben Romdhane, 2018.

[Fig. 157]



Cartografía crítica del poder global, visualizando las relaciones entre entidades gubernamentales, corporaciones, complejos militares, financieros y mediáticos. The World Government, Bureau d'Etudes, 2013.

[Fig. 158]



[Fig. 159]

Fotografía aérea del complejo químico en la costa de Gabès, Túnez.



[Fig. 160]

Vertidos costeros de aguas residuales sin tratar al mar en Chatt Sidi Abd Essalam a través del uadi Ennaten (el antiguo cauce del uadi Gabès) y el uso de la arena de playa contaminada de Chatt Sidi Abd Essalam usada como fertilizante en los campos agrícolas del oasis.



[Fig. 161]

Comparativa histórica del oasis de Gabès: de 750 hectáreas en 1970 a solo 170 en la actualidad. La progresiva reducción del oasis evidencia la desaparición del conocimiento agrícola tradicional, en contraste con el uso de fosfatos para maximizar cultivos al otro lado del Mediterráneo.



[Fig. 162]

Cada día, el Groupe Chimique Tunisien vierte al Mediterráneo 42.000 metros cúbicos de fosfoyeso mezclado con agua dulce, según la Asociación para la Salvaguarda de las Zonas Húmedas del Sur Tunecino. Fotografía: Hans Lucas, 2022.

química instalada en Gabès genera enormes cantidades de residuos tóxicos, especialmente fosfoyesos, liberados directamente al mar y depositados en gigantescos vertederos visibles desde kilómetros

[Fig. 155]

Pág. anterior. West of Life, Gafsa, Al-Mitlawi, Tunisia. Fotografía: Zied Ben Romdhane, 2018.

na violencia
esgasto que
absoluto.»²³⁸

sima. El mar
ño corre, se
el horizonte.
deteriorada
anquecinos,
te de Túnez,
económico
e, la minería
Mettlaoui y
ecen pobres
trabajadores
inhabitable.
monía entre
volatilidad.

a serie West
o de Gabès,
cotidiano y
fosfoyesos,
rece blanco
ndamente la

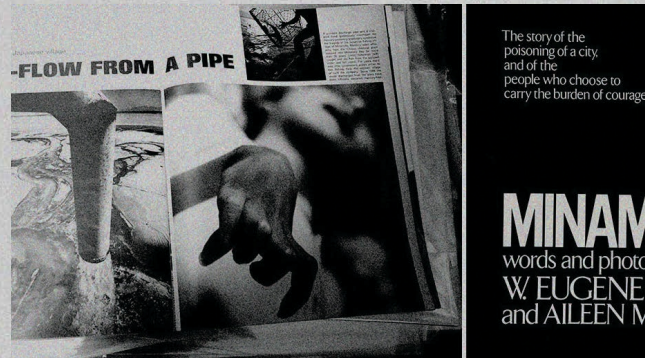
ence and
e Poor
University

osphates
esa estatal
extracción de
fsa.

el sector
es del World
rvey.

West of Life
esentada en

47 El Golfo de Gabès



El desagüe de vertido Hachimán. Desde 1932 hasta 1968, la fábrica continuó realizando vertidos directos al mar, incluyendo metilo de mercurio, sin ningún tipo de control, Minamata, 1972. Minamata Disease Museum. Fotografía: W.Eugene Smith, 1972

[Fig. 163]



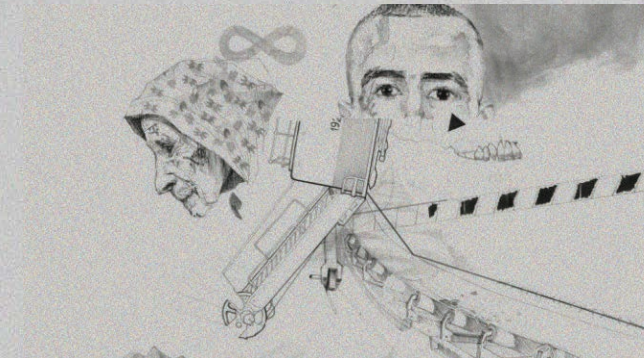
Vista aérea del proyecto del Parco Scientifico e Tecnologico VEGA, instalado sobre terrenos industriales reconvertidos en Porto Marghera, Venecia.

[Fig. 164]



Duisburg Nord, Latz + Partner, Michael Latz, 2002.

[Fig. 165]



Cursed be the Phosphate, Sami Tlili 2012.

[Fig. 166]



DESERT PHOSfate, Mogamed Sleiman Labat, 2023.

[Fig. 167]



The Alchemist Discovering Phosphorus, Joseph Wright of Derby 1771.

[Fig. 168]

West of Life, Gafsa. Al-Mitlawi, Tunisia. Fotografía: Zied Ben Romdhane, 2018.

[Fig. 169]

química instalada en Gabès genera enormes cantidades de residuos tóxicos, especialmente fosfoyesos, liberados directamente al mar y depositados en gigantescos vertederos visibles desde kilómetros

Pág. anterior. West of Life, Gafsa. Al-Mitlawi, Tunisia. Fotografía: Zied Ben Romdhane, 2018.

[Fig. 155]

na violencia
esgaste que
absoluto.»²³⁸

sima. El mar
ño corre, se
el horizonte.
deteriorada
anquecinos,
te de Túnez,
económico
e, la minería
Mettlaoui y
ecen pobres
trabajadores
inhabitable.
monía entre
volatilidad.

a serie West
o de Gabès,
cotidiano y
fosfoyesos,
rece blanco
ndamente la

ence and
e Poor
University

phosphates
esa estatal
extracción de
fsa.

el sector
es del World
rvey.

West of Life
esentada en

4.7. El Golfo de Gabès: cartografías blancas del litoral de fosfato

«La violencia lenta es una violencia que ocurre gradualmente y fuera de la vista, una violencia de destrucción retardada y dispersa a través del tiempo y el espacio, una violencia de desgaste que por lo general no se considera violencia en absoluto.»²³⁸

A primera vista, la costa parece cubierta por una capa de sal o de arena blanca finísima. El mar apenas toca la orilla, detenido por una franja espesa de materia clara. Más adentro, un niño corre, se detiene, lanza una piedra. Al fondo, las chimeneas de una planta industrial rompen la línea del horizonte. En otra escena, un pescador sostiene un pez sin brillo, muerto, mientras una embarcación deteriorada reposa en la arena. La tierra muestra heridas abiertas: cráteres de color óxido, surcos blanquecinos, charcos inmóviles que no reflejan el cielo. En Gafsa, una región minera de fosfatos al suroeste de Túnez, una empresa estatal llamada CPG extrae fosfato de las colinas.²³⁹ La minería es un recurso económico importante para la economía tunecina y se practica desde la época romana. Actualmente, la minería de fosfatos representa casi el 4% del PIB.²⁴⁰ Los pueblos mineros locales de Redayef, Mettlaoui y Oumm Laarayes son ricos en recursos, pero están marginados por el gobierno. Permanecen pobres y contaminados, una fuente de riqueza. Mientras tanto, los pueblos costeros prosperan. Trabajadores atraídos desde Libia, Marruecos, Argelia y los alrededores de Túnez viven en esta tierra casi inhabitable. Las divisiones étnicas, exacerbadas por la vida en un paisaje agreste, han generado desarmonía entre las personas y la naturaleza. Estas partes incompatibles permanecen en constante cambio y volatilidad.

Estas imágenes son el testimonio —compensado— de la crudeza del lugar. Forman parte de la serie *West of Life* (2018), del fotógrafo tunecino Zied Ben Romdhane.²⁴¹ A través de su lente, el Golfo de Gabès, en el sureste de Túnez, se revela como un paisaje cargado de ambigüedad: bello y tóxico, cotidiano y devastado, íntimo y sistémico. Las playas aparentemente inofensivas están cubiertas de fosfoyesos, residuos industriales procedentes de la producción de fertilizantes fosfatados. Lo que parece blanco y puro es, en realidad, producto de una contaminación estructural que ha alterado profundamente la ecología del lugar.

En la costa oriental de Túnez, el Golfo de Gabès fue durante siglos una región reconocida por su biodiversidad marina, sus ricos recursos pesqueros y una próspera agricultura litoral. El paisaje, históricamente moldeado por comunidades dedicadas a la pesca artesanal, la agricultura tradicional y la recolección de productos marinos, representaba un equilibrio ecológico sensible y un espacio de interacción social continua.

Este equilibrio fue radicalmente interrumpido con la llegada, a mediados del siglo XX, de la industria química basada en la producción de fertilizantes derivados del fosfato. Impulsada primero por la explotación colonial francesa, y posteriormente mantenida por grandes corporaciones nacionales e internacionales, la costa del Golfo fue sometida a una profunda tecnificación química. Desde entonces, el litoral ha dejado de ser visto como territorio vivo, ecológico o comunitario, para convertirse en soporte funcional de una cadena industrial extractiva y contaminante. La industria química instalada en Gabès genera enormes cantidades de residuos tóxicos, especialmente fosfoyesos, liberados directamente al mar y depositados en gigantescos vertederos visibles desde kilómetros

[238] Rob Nixon, *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 2011)

[239] La *Compagnie des Phosphates de Gafsa* (CPG) es la empresa estatal tunecina encargada de la extracción de fosfatos en la región de Gafsa.

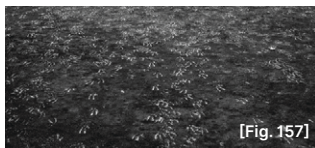
[240] Datos aproximados del sector minero en Túnez en informes del *World Bank* y la *US Geological Survey*.

[241] Zied Ben Romdhane, *West of Life* (2018), serie fotográfica presentada en diversos festivales

Pág. anterior. *West of Life*, Gafsa. Al-Mitlawi, Tunisia. Fotografía: Zied Ben Romdhane, 2018. [Fig. 155]



[Fig. 156]



[Fig. 157]



[Fig. 158]

[242] Nixon, *Slow Violence*.

[243] Bureau d'Études, *Atlas of Agendas* (Paris: Bureau d'Études, 2003). Este proyecto mapea las relaciones de poder entre corporaciones, industrias y territorios.

Tecnificación

de distancia. El resultado es un paisaje violento, tóxico, lentamente sacrificado. Donde antes existía abundancia marina, ahora se acumulan sedimentos contaminados; donde hubo comunidad, hoy prevalece el desplazamiento social y la enfermedad.

Lo que revelan las imágenes de Zied Ben Romdhane no es un desastre puntual, sino una forma de destrucción persistente y acumulativa. Aquí resuena con fuerza el concepto de «violencia lenta» propuesto por Rob Nixon en *Slow Violence and the Environmentalism of the Poor* (2011): una violencia que «no estalla, sino que se filtra, que se despliega lentamente a través del tiempo y del espacio, invisibilizada por su dispersión».²⁴²

La dimensión crítica de este paisaje no termina en el territorio. Como han evidenciado los mapas del colectivo Bureau d'études, en proyectos como *Atlas of Agendas*, el caso de Gabès no es aislado ni accidental.²⁴³ A través de una cartografía de relaciones entre industrias químicas, redes de distribución agrícola global, sistemas financieros y políticas extractivas, sus diagramas muestran cómo el litoral tunecino forma parte de una red colonial-industrial aún activa. Lo que se presenta como una industria nacional es, en realidad, una infraestructura global de extracción que articula periferias sacrificables con centros de consumo y acumulación.

Las obras de Zied Ben Romdhane y Bureau d'études no solo se complementan, sino que permiten ver y entender al mismo tiempo. La una desde la experiencia visual y sensible del territorio, la otra desde la inteligencia crítica de la cartografía política. Ambas denuncian que Gabès no es solo un paisaje contaminado, es un territorio reescrito por la lógica de la disponibilidad total.

La tecnificación del Golfo de Gabès se articula a través de un complejo sistema de infraestructuras diseñado para sostener la cadena industrial del fosfato. Este sistema comienza en las minas a cielo abierto de Gafsa, en el interior del país, donde se extrae el mineral mediante grandes excavadoras y explosiones controladas. Desde allí, el fosfato es transportado hasta la costa mediante una línea ferroviaria exclusiva —construida expresamente para uso industrial— que conecta los yacimientos con la planta química de Gabès. Esta infraestructura lineal convierte el territorio intermedio en un corredor logístico, donde el suelo se reorganiza según los flujos de la materia prima.

En el complejo industrial de Gabès, el fosfato es procesado mediante una red de reactores, tanques de ácido sulfúrico y torres de absorción, donde se produce el fertilizante final. Como subproducto de este proceso, se generan millones de toneladas de fosfoyeso, un residuo contaminante que contiene metales pesados, sulfatos, fluoruro, y elementos radiactivos como el uranio o el radio. La gestión de estos residuos requiere nuevas infraestructuras. El fosfoyeso es conducido, a través de canalizaciones abiertas, hacia dos destinos principales: el vertido directo en el mar o su acumulación en vertederos artificiales construidos sobre el litoral. Estas plataformas blancas, visibles desde varios kilómetros, se convierten en una nueva topografía industrial que sustituye los antiguos suelos agrícolas y zonas de playa. El mar, por su parte, ha sido adaptado mediante muros de contención, espigones y zonas de dragado, para facilitar tanto el vertido de residuos como el embarque de productos finales.



[Fig. 159]

El conjunto de estas infraestructuras configura una matriz operativa cerrada que transforma completamente el paisaje. El agua del golfo se utiliza en el proceso industrial, se contamina y se devuelve al mar; el aire es intervenido mediante chimeneas que dispersan partículas tóxicas; la tierra es excavada, canalizada, cubierta por depósitos. Las infraestructuras no solo ocupan espacio, sino que lo convierten en función técnica.

Esta tecnificación fragmenta y sustituye los antiguos usos del territorio. La pesca artesanal, la agricultura de oasis y el uso comunal del espacio costero ceden ante un sistema industrial que opera con una lógica de eficiencia extractiva. El Golfo de Gabès queda así subordinado a un ensamblaje químico-funcional que convierte la costa en el final de un circuito que comienza en la mina y termina en el vertido, inscribiendo sobre el paisaje una infraestructura de disponibilidad total.

La tecnificación del Golfo de Gabès no solo ha alterado el equilibrio ecológico de su litoral sino que ha instituido un régimen de ocupación química que borra los rastros de vida que antes sostenía. Lo que ocurre en Gabès no es excepcional. A lo largo del Mediterráneo, otras costas han sufrido transformaciones similares. En Huelva, las marismas del Odiel permanecen cubiertas por más de cien millones de toneladas de fosfoyesos, mientras que en Safi, las aguas cargan con los vertidos continuos de la industria del fósforo. En ambos casos, como en Gabès, el mar ha sido instrumentalizado como dispositivo de dilución ante una falsa promesa de desaparición del daño.

Pero lo vertido no se disuelve, se acumula, se transforma y altera profundamente la vida marina. La descarga ininterrumpida de fosfoyesos ha desencadenado procesos de eutrofización severa. El exceso de nutrientes y contaminantes orgánicos ha reducido drásticamente los niveles de oxígeno disuelto en el agua, provocando zonas muertas, donde ya no sobreviven ni peces ni moluscos. Las praderas submarinas han desaparecido, los ciclos reproductivos de especies clave se han interrumpido, y los fondos marinos se han cubierto de lodos ácidos que impiden la regeneración ecológica.

Este deterioro ha trastocado por completo los oficios del litoral. La pesca artesanal, que durante generaciones estructuró la economía local y el tejido social costero, ha colapsado. Los pescadores deben desplazarse más de 100 kilómetros para encontrar zonas donde aún puedan faenar, debido al éxodo de peces en las aguas cercanas. Las técnicas tradicionales —como el arrastre manual de redes desde la playa o la recolección de pulpo en bajamar— han quedado obsoletas frente a la escasez de fauna marina. Los pescadores han visto cómo sus capturas se reducen año tras año, y muchos han abandonado el oficio o migrado hacia empleos precarios en la propia industria contaminante. La agricultura de oasis, que se beneficiaba del microclima costero y del equilibrio entre agua dulce y salada, también ha sufrido. La intrusión salina y la acidificación del suelo, derivadas de los vertidos y del uso industrial del agua del golfo, han afectado cultivos tradicionales como las palmeras datileras, los cítricos o los cereales de secano. Los antiguos oficios vinculados al cuidado del agua, a la construcción de canales de riego o a la gestión comunitaria de los recursos hídricos, han perdido sentido en un contexto dominado por la lógica fabril y la centralización técnica.



[Fig. 162]

Lectura crítica



[Fig. 161]

Ejemplo paralelo superado



[Fig. 163]



[Fig. 164]

[244] El *Minamata Disease Municipal Museum*, inaugurado en 1993 en la ciudad de Minamata (Japón), constituye un espacio de memoria y educación sobre la catástrofe sanitaria causada por la contaminación por mercurio de la empresa Chisso. Su arquitectura, abierta al mar y vinculada al humedal restaurado, combina exposiciones históricas, testimonios de afectados y espacios de contemplación, proponiendo una pedagogía ambiental y un acompañamiento en el duelo colectivo.

[245] El *Parque Tecnológico VEGA* en Porto Marghera (Venecia) es un proyecto de reconversión industrial iniciado en los años noventa para transformar parte de la infraestructura petroquímica obsoleta en un polo de innovación tecnológica y medioambiental.

[246] *Ecolaguna* fue un programa de regeneración paisajística desarrollado en la Laguna de Venecia a partir de los años noventa, con el objetivo de restaurar ecosistemas degradados por la industria de Porto Marghera. Mediante dragados selectivos, rehabilitación de canales y diseño de bordes lagunares, el proyecto buscó recuperar hábitats marinos y ofrecer nuevos espacios públicos, integrando memoria industrial y resiliencia ecológica.

La comunidad costera, por tanto, no solo ha perdido sus medios de vida, ha perdido también su relación con el territorio. La costa, antaño espacio de encuentro, intercambio y celebración, se ha convertido en una franja funcionalizada, vigilada e insalubre. El mar, que antes ofrecía alimento y relato, hoy devuelve enfermedades, desconfianza y silencio. La juventud crece sin contacto directo con el litoral, que ya no es accesible ni simbólicamente habitable. Como en Huelva o Safi, la narrativa institucional reduce el daño a un efecto colateral necesario, mientras la contaminación se acumula y los vínculos ecológicos y sociales se disuelven.

Aunque el Golfo de Gabés representa uno de los paisajes más radicalmente degradados del litoral mediterráneo, no es un caso aislado ni tampoco irremediable. Existen precedentes donde procesos de contaminación estructural han sido parcialmente revertidos gracias a la articulación entre comunidades afectadas, conocimiento científico, marcos legales y, de forma significativa, propuestas arquitectónicas y territoriales que no solo buscan reparar el daño físico, sino también restituir vínculos simbólicos y ecológicos.

En la ciudad japonesa de Minamata, tristemente célebre por la contaminación por mercurio provocada por la empresa Chisso entre 1932 y 1968, la catástrofe sanitaria dejó una huella profunda en el paisaje y en la memoria colectiva. Durante décadas, el mar dejó de ser fuente de vida y se convirtió en un espacio contaminado, doloroso e intransitable. Sin embargo, tras una intensa movilización ciudadana y procesos judiciales que culminaron en el reconocimiento oficial del daño, se dio paso a un proceso de resignificación territorial. El *Minamata Disease Municipal Museum*, construido junto a la costa afectada, no es un simple contenedor de memoria.²⁴⁴ Su arquitectura incorpora espacios de reflexión, zonas abiertas al mar, recorridos paisajísticos que permiten observar el humedal restaurado y comprender el daño como una lección histórica. Aquí, el proyecto arquitectónico no repara, pero sí acompaña el duelo, ofreciendo pedagogía y permite reconstruyendo una relación activa con el entorno desde la memoria.

Un proceso diferente pero igualmente revelador tuvo lugar en la Laguna de Venecia, concretamente en la zona de Porto Marghera, donde el desarrollo industrial de mediados del siglo XX instaló una poderosa infraestructura petroquímica a las puertas de un ecosistema único. La destrucción ambiental fue intensa: dragados, vertidos y alteraciones hidrológicas fragmentaron el paisaje y desplazaron modos de vida tradicionales vinculados a la pesca y la marisqueo. Sin embargo, a partir de los años 90, surgieron iniciativas que apostaron por una transición ecológica y productiva. El plan de reconversión industrial incluyó la reocupación de estructuras existentes para la instalación de centros de investigación medioambiental y equipamientos públicos, como el *Parque Tecnológico VEGA*, donde la arquitectura postindustrial es reinterpretada como soporte de nuevas prácticas.²⁴⁵

Paralelamente, proyectos como *Ecolaguna* trabajaron sobre la morfología del borde lagunar, rehabilitando canales y diseñando espacios públicos que, lejos de ocultar el pasado industrial, lo integran en una narrativa de transformación.²⁴⁶ La arquitectura aquí no borra, sino que permite una lectura crítica del territorio dañado, proyectando futuros más interdependientes entre cultura, ecología y producción.

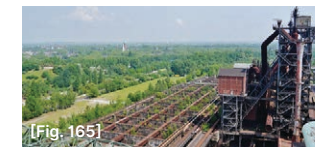
También en el norte de Europa encontramos modelos inspiradores. El caso de la cuenca del río Emscher, en la región del Ruhr (Alemania), ilustra cómo un territorio intensamente degradado por la minería del carbón y la industrialización pesada pudo reconectarse con sus dinámicas ecológicas mediante un enfoque integral. La renaturalización del Emscher, emprendida a finales del siglo XX, no se limitó a obras de ingeniería hidráulica, sino que incorporó paisajes de transición que combinaban la recuperación de hábitats, la gestión de aguas y la participación ciudadana. Dentro de este marco, el *Landschaftspark Duisburg-Nord*, diseñado por Peter Latz en los años noventa, se convirtió en un referente: una antigua acería fue transformada en parque público mediante una estrategia de reutilización creativa de infraestructuras industriales.²⁴⁷ La arquitectura del paisaje se consolidó así como un lenguaje capaz de mediar entre necesidades técnicas, memoria histórica y vínculos comunitarios.

La respuesta al modelo extractivo y tóxico que ha sometido al Golfo de Gabés no puede limitarse a una remediación técnica. Requiere activar un conjunto de contrainstrumentos que operen a distintas escalas, tanto materiales como simbólicas, y que rearticulen la relación entre comunidad, territorio y memoria. Uno de los primeros gestos necesarios es la elaboración de una cartografía contrahegemónica que haga visibles las huellas del daño, los flujos contaminantes y las transformaciones del paisaje. Frente a la invisibilización institucional, se propone un mapeo crítico que recupere no solo los datos físicos, sino también los relatos de las comunidades, los oficios perdidos y las formas de habitar desdibujadas por la tecnificación. Este instrumento no se limita al diagnóstico, es un acto de reapropiación territorial.

En paralelo, se hace indispensable construir una memoria activa del daño, que impida la naturalización de la violencia lenta. Esta memoria puede tomar forma arquitectónica a través de espacios de pedagogía y duelo como los que se dieron en Minamata: centros de interpretación ambiental, memoriales costeros o pabellones efímeros que no oculten el conflicto, sino que lo transformen en materia de conocimiento y acción.

A escala territorial, la regeneración ecológica debe abordarse como reconfiguración de la interfaz litoral, no solo como limpieza o restauración técnica. Proyectos de arquitectura del paisaje que permitan recuperar hábitats marinos, rediseñar bordes costeros para amortiguar impactos, o introducir estructuras vivas que fomenten la biodiversidad, pueden revertir parcialmente el colapso ecológico. Esto implica también intervenir sobre las infraestructuras existentes, desactivar vertederos, renaturalizar zonas industriales abandonadas y convertirlas en espacios públicos híbridos donde coexistan memoria, ecología y encuentro. Pero ningún proceso de reparación será completo sin una transición laboral postextractiva, que revalorice los saberes desplazados y propicie nuevas formas de economía regenerativa. Frente al colapso de la pesca artesanal y la agricultura de oasis, se abren oportunidades en la reconversión de oficios tradicionales hacia actividades vinculadas al monitoreo ambiental, la gestión comunitaria de recursos o el turismo crítico, capaz de visibilizar el conflicto y sostener economías locales sin volver a sacrificar el territorio.

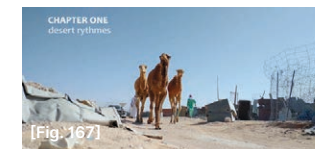
A ello se suma la posibilidad de proyectar infraestructuras ligeras, reversibles y comunitarias que reocupen espacios intersticiales del litoral. Refugios costeros para pescadores, talleres flotantes,



[Fig. 165]

[247] Peter Latz, *Landschaftspark Duisburg-Nord: The Transformation of a Steel Mill into a Landscape Park* (Basel: Birkhäuser, 2001). Véase también *Emschergerossenschaft, The Emscher Landscape Park: A Model for Ecological Regeneration in the Ruhr* (Essen: Emschergerossenschaft, 2010).

Contrainstrumento



[Fig. 167]

[248] Sami Tlili, dir., *Cursed Be the Phosphate* (Maudit soit le phosphate), documental, 95 min., Túnez, 2012.

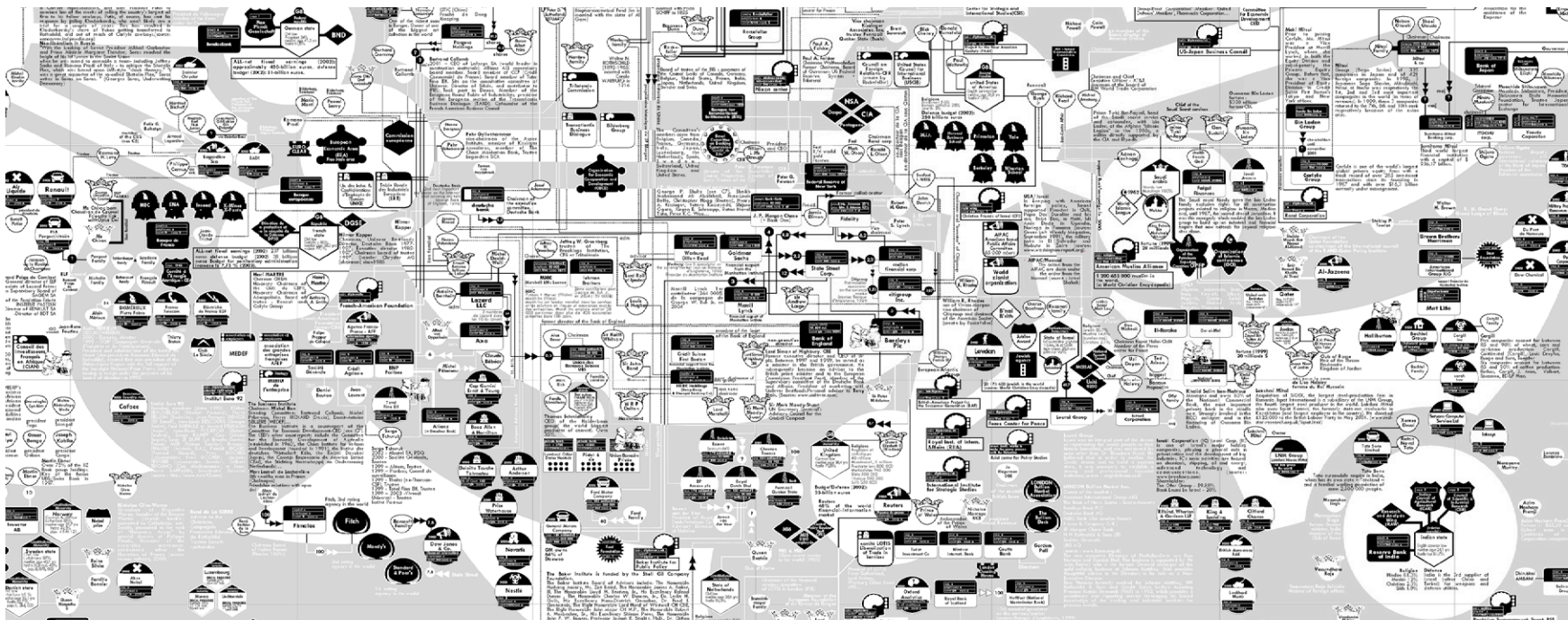
[249] *The PhosFATE Project*, colaboración interdisciplinar financiada por Kone Foundation (2022), <https://thephosfateproject.org/>

[250] Joseph Wright of Derby, *The Alchemist in Search of the Philosopher's Stone, discovers Phosphorus*, c. 1771, óleo sobre lienzo, Derby Museum and Art Gallery, Derby.

dispositivos móviles de observación o plataformas educativas pueden actuar como elementos activadores que devuelvan habitabilidad a un territorio expulsado. Experiencias como *Maritime Commons*, desarrolladas en contextos costeros afectados por transformaciones industriales, demuestran que pequeñas arquitecturas pueden asumir funciones simbólicas, sociales y ecológicas al mismo tiempo. No se trata de rediseñar la costa desde cero, sino de insertar microarquitecturas con capacidad simbólica y funcional, que reparen vínculos, reactiven los saberes locales y ofrezcan nuevos usos donde hoy solo hay exclusión.

Quizá la imagen que mejor condensa el conflicto no sea la de los residuos industriales ni la línea recta de los trenes cargados de fosfato, sino la que aparece en el documental *Cursed be the Phosphate* (2012), del cineasta tunecino Sami Tlili.²⁴⁸ A través del relato coral de los habitantes del sur del país, la película reconstruye las revueltas de Gafsa en 2008 —precuroras de la revolución tunecina— y revela cómo el fosfato ha funcionado como agente de desposesión estructural. Esa lectura se expande y complejiza en *The PhosFATE Project* (2022), una colaboración entre artistas y cineastas financiada por Kone Foundation, que traza la ruta del fosfato desde el mar Báltico hasta el Sáhara Occidental.²⁴⁹ En este trabajo, el fosfato se convierte en materia geopolítica, capaz de conectar campos de cultivo hipertecnificados en el norte de Europa con territorios contaminados o colonizados en el sur. Las aguas del Báltico sufren procesos de eutrofización por el exceso de fertilizantes derivados del fosfato, mientras comunidades saharauis desplazadas sobreviven en los márgenes argelinos tras la extracción masiva del mineral en territorios ocupados. La blancura del fosfato se muestra así como una promesa rota.

Pero esta fascinación por el fósforo no es nueva. Ya en el siglo XVIII, el pintor inglés Joseph Wright of Derby capturó el momento de su descubrimiento en una obra emblemática titulada *The Alchemist, in Search of the Philosopher's Stone, Discovers Phosphorus*.²⁵⁰ En ella, el alquimista, rodeado de penumbra, se arrodilla ante la materia luminosa como si se tratase de una aparición divina. La escena revela con precisión la ambivalencia de este elemento. Entre lo espiritual y lo químico, entre el milagro y la técnica, entre el poder y la plegaria. El fósforo, desde sus orígenes modernos, fue objeto de fascinación, no por lo que es, sino por lo que promete. Esa promesa persiste en Gabès, pero ha mutado. Frente a esa opacidad, la arquitectura no puede limitarse a restaurar el litoral como imagen. Debe interrumpir el relato del sacrificio, devolver espesor político a la costa, reactivar sus vínculos comunitarios y proyectar futuros que escapen a la lógica del residuo. Maldito sea el fosfato, dice el título. Pero más que maldición, lo que reclama este territorio es una arquitectura capaz de señalar, escuchar y reparar. Que sepa leer en la blancura no pureza, sino trauma. Y que sea capaz, precisamente ahí, de abrir otros futuros habitables.



[Fig. 170] *The World, Government, Bureau d'Etudes*, 2004.

Propuesta preliminar de contrainstrumentalización

- A15. Reconversión del tejido industrial abandonado.
- A16. Desm. de usos exclusivamente logísticos.
- A19. Integración patrimonial urbana.
- A29. Consolidación topográfica.

- R04. Jerarquía híbrida del ciclo del agua.
- R05. Transición laboral postextractiva.
- R06. Recuperación de modelos preconflictos.
- R10. Recuperación de hábitats.
- R13. Rediseño del contacto.
- R21. Convivencia adaptativa.

- E13. Fiscalidad fósil progresiva.

- V04. Contra-mapeo.
- V05. Visibilización de la infraestructura.
- V29. Trazabilidad del residuo.

