

# Algas verdes en la arquitectura y el diseño receptivos

GREEN ALGAE IN RESPONSIVE ARCHITECTURE AND DESIGN

Verena M. Schindler

Historiadora del Arte y la Arquitectura, Zollikon \_ Presidenta del AIC Study Group on Environmental Colour Design \_ Miembro de Ad Chroma, Pro/colore, y del Centre Français de la Couleur \_ Atelier Cler Études Chromatiques, Paris.

Art and Architectural historian, Zollikon \_ Chair, AIC Study Group on Environmental Colour Design \_ Member of Ad Chroma, Pro/colore, and of the Centre Français de la Couleur \_ Atelier Cler Études Chromatiques, Paris.

Este trabajo considera algunos proyectos de arquitectura relacionados con las algas verdes. El primero, los "Docks en Seine - Ciudad de la Moda y el Diseño", alude al verde del follaje de los árboles a lo largo del Quai D'Austerlitz en París (2008). Este artículo propone una nueva interpretación asociando el edificio diseñado por Jakob+MacFarlane Architects con las algas prehistóricas que una vez florecieron en el mar tropical que existió en esta misma ubicación unos 45 millones de años atrás. Un segundo proyecto revisado en este artículo es la "Mediateca Sendai" de Toyo Ito en Japón (2000), en la cual la noción de un acuario con sus algas, plantas marinas y fitoplancton es utilizada de manera metafórica. En tercer lugar, se revisa el uso que da XTU Architects (París) a las microalgas verdes para crear fachadas biorreactivas. También se considera el trabajo de Pierre Calleja, bioquímico francés y experto en acuicultura marina (Libourne), quien ha desarrollado luminarias urbanas que funcionan con microalgas que absorben CO<sub>2</sub>.

This work considers some architecture projects related to green algae. The first one, "Docks en Seine" —City of Fashion and Design, is a reference to the green foliage of the trees along the Quai d'Austerlitz in Paris (2008). This paper proposes a new interpretation of the building designed by Jakob+MacFarlane Architects by associating it with the prehistoric algae that once flourished in the tropical sea that existed at this exact location some 45 million years ago. A second project discussed in this paper is Toyo Ito's Sendai Mediatheque (2000) in Japan, whereby the notion of an aquarium with its algae, seaweed, and phytoplankton is employed metaphorically. Thirdly, XTU Architects' (Paris) use of green microalgae to create bio-reactive façades is reviewed. Also considered is the work of Pierre Calleja, French biochemist and marine aquaculture specialist (Libourne) who has developed CO<sub>2</sub>-absorbing, microalgae-powered street lamps.

Jakob+MacFarlane \_ diseño ambientalmente amigable \_ ciudades sustentables \_ fachadas biorreactivas \_ XTU Architects luminarias alimentadas con microalgas. \_ Jakob+MacFarlane \_ environmentally-friendly Design \_ sustainable cities bioreactive façades \_ XTU Architects \_ microalgae-powered lamps.

DESTACADOS

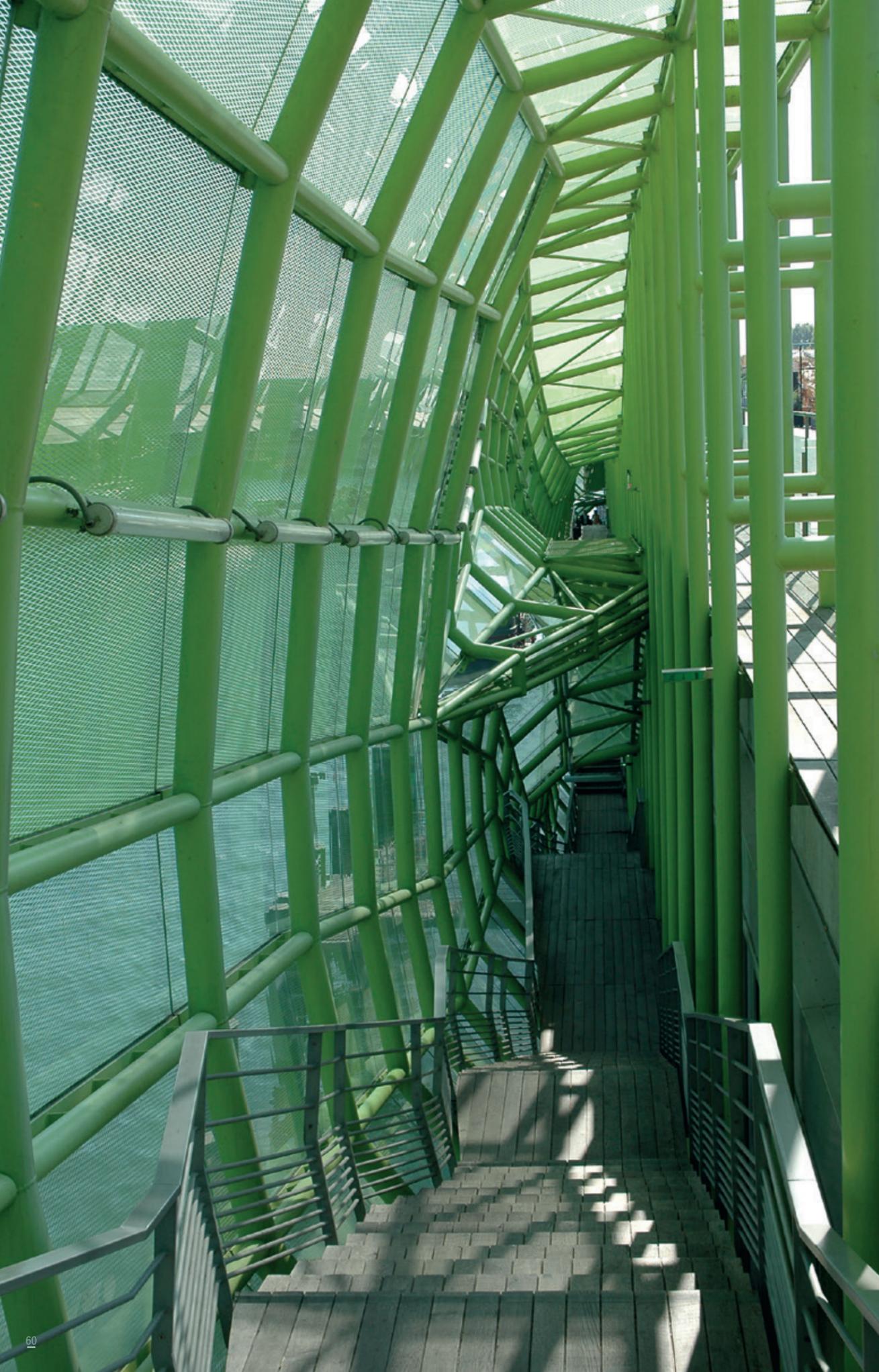
## Algas verdes en la arquitectura contemporánea

Desde hace algunos años, París ha servido como muestra al aire libre de nuevas maneras de intensificar la relación entre arquitectura y vegetación urbana. Especialmente revolucionario es un nuevo enfoque ecológico basado en algas verdes.

Las estrategias sobre las cuales se basa la investigación acerca de "el verde" en la arquitectura van desde utilizar plantas como inspiración para la forma y el color —incluidas como símil e incluso metáfora que alimenta el concepto mismo de diseño— hasta literalmente usar la vegetación viviente como material constitutivo de la arquitectura.



Figura 1: Docks en Seine-Ciudad de la Moda y el Diseño, París, vista general @ Fotografía: Verena M. Schindler.



Así, surge una nueva interpretación que relaciona el verde con las algas prehistóricas que alguna vez pudieron haber florecido en el mar tropical que existió en esta precisa ubicación hace unos 45 millones de años.

**Jakob + MacFarlane Architects:  
Arquitectura que evoca algas verdes  
prehistóricas**

Ubicados en la ribera izquierda del Sena y proyectados por el estudio parisino Jakob+MacFarlane, los "Docks en Seine - Ciudad de la Moda y el Diseño" (2008) se extienden a lo largo del borde del río mediante una nueva estructura —que los arquitectos llaman *plug-over*— que se agarra de los costados y la parte superior de una construcción de concreto perteneciente a bodegas industriales que datan de 1907 (Jakob+MacFarlane, 2007).

La intención de los arquitectos fue cubrir el edificio antiguo del puerto de París con «una piel vegetal dinámica, activa e inteligente, que evoca el agua y la naturaleza» (Hasquenoph, 2012). De este modo, una importante fuente de inspiración es el verdoso y ondulado río (Figuras 5, 6 y 7). Los arquitectos también se refieren al hermoso follaje verde de los árboles a lo largo del Quai d'Austerlitz, buscando realzar un paisaje verde continuo no solo a través del concepto de color del edificio, sino también incorporando

una cubierta vegetal diseñada por el arquitecto paisajista Michel Desvignes, que entrega magníficas vistas panorámicas de París (Birck, 2008). Más allá de la inspiración o motivo, el color verde de esta nueva arquitectura contribuye a su singularidad. Durante el día puede aparecer como una variedad de verde oliva o como un verde encandilante.

Más allá de las propias explicaciones de los arquitectos acerca del concepto de diseño original, el aspecto cromático de un macrófito puede asociarse al edificio (Schindler, 2014). Así, surge una nueva interpretación que relaciona el verde con las algas prehistóricas que alguna vez pudieron haber florecido en el mar tropical que existió en esta precisa ubicación hace unos 45 millones de años. Las verdes y bien infladas estructuras que se adhieren al antiguo esqueleto de hormigón también podrían asociarse con gigantescas arañas vegetales provenientes de un bosque tropical prehistórico (Figura 4). Hacia el interior, estas constituyen una bóveda gigantesca, alta e irregular, de un simulacro de verdor, bañada de una luz verdosa (Figuras 2 y 3).

Figura 2: Pasarela interior a lo largo de las orillas del Sena, Docks en Seine-Cité de la Mode et du Design, París, concebida por Jakob + MacFarlane © Fotografía: Verena M. Schindler.



No es necesario mencionar que este misterioso edificio verde ha provocado una gran cantidad de críticas y ha tenido una enorme dificultad en establecer relaciones positivas con sus vecinos. Más aún, el diseño de iluminación de Yann Kersalé transforma la arquitectura en un espectáculo vívido. Al anochecer, el efecto es fluorescente. De noche, el *plug-over* muta, transformándose en un misterioso y resplandeciente gusano de fuego, inundando la superficie del río y sus movimientos con luminiscencias verdosas.

Volviendo a la asociación del macrófito, el aspecto cromático combinado con la curvatura dinámica de la nueva estructura evoca la vegetación flotante, como una melena verde atrapada en la corriente, algas agarradas de las rocas, creando una atmósfera fresca y húmeda, una ornamentación para la antigua estructura de concreto en las orillas del Sena. El filósofo francés Gaston Bachelard se pregunta: «Los hierbajos atrapados en los juncos ¿no son acaso ya ellos los cabellos de un muerto?» (2012, pág. 102). Y luego escribe: «Esto es lo que escuchamos cerca del río: el suspiro de plantas suaves, la triste caricia del verdor» (2012, pág. 82).

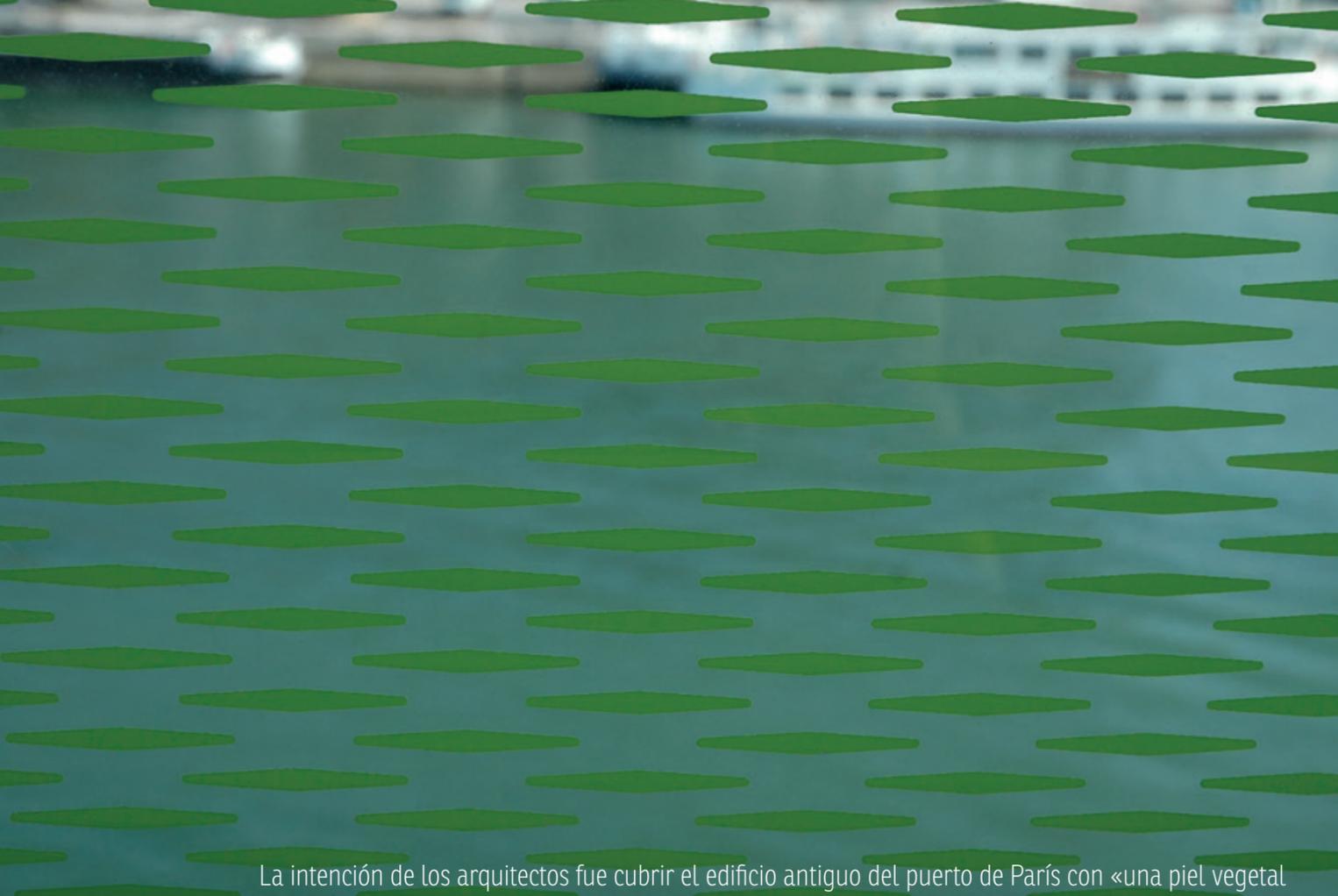
#### **Toyo Ito: Concepto arquitectónico que incluye una estructura como algas danzando en el agua**

Uno de los proyectos más emblemáticos de Toyo Ito, la “Mediateca de Sendai” (2000), está basado —de forma metafórica— en el concepto de acuario. Dentro de una caja de cristal, trece naves verticales de costillas de acero sostienen las losas de los pisos. Como “algas danzando en el agua”, estas estructuras tubulares verticales sirven como pozos de luz, ya que cuentan con sistemas en el techo que reflejan la luz del sol hacia el edificio, proveyendo además conexiones verticales para cables, ductos, ascensores y escaleras.

En 2013, Toyo Ito recibió el Premio Pritzker «por su sensibilidad al paisaje, por imbuir sus diseños con una dimensión espiritual y por la poética que trasciende todo su trabajo» (Pritzker Prize Jury Members, 2013). El jurado también menciona que él «ha obtenido su inspiración de los principios de la naturaleza, tal como lo evidencia la unidad lograda entre las estructuras de apariencia orgánica, la superficie y la piel» (Pritzker Prize Jury Members, 2013).

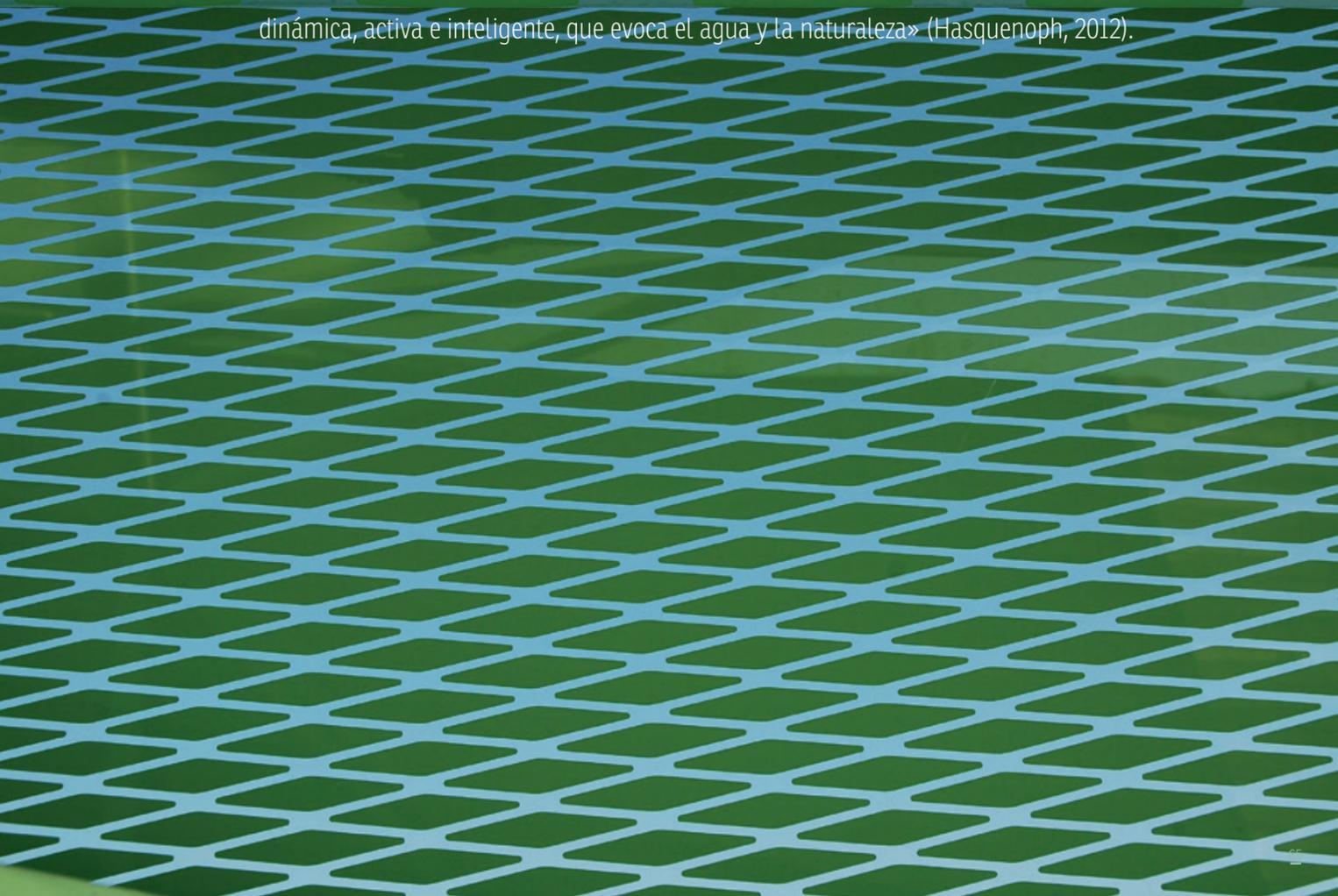
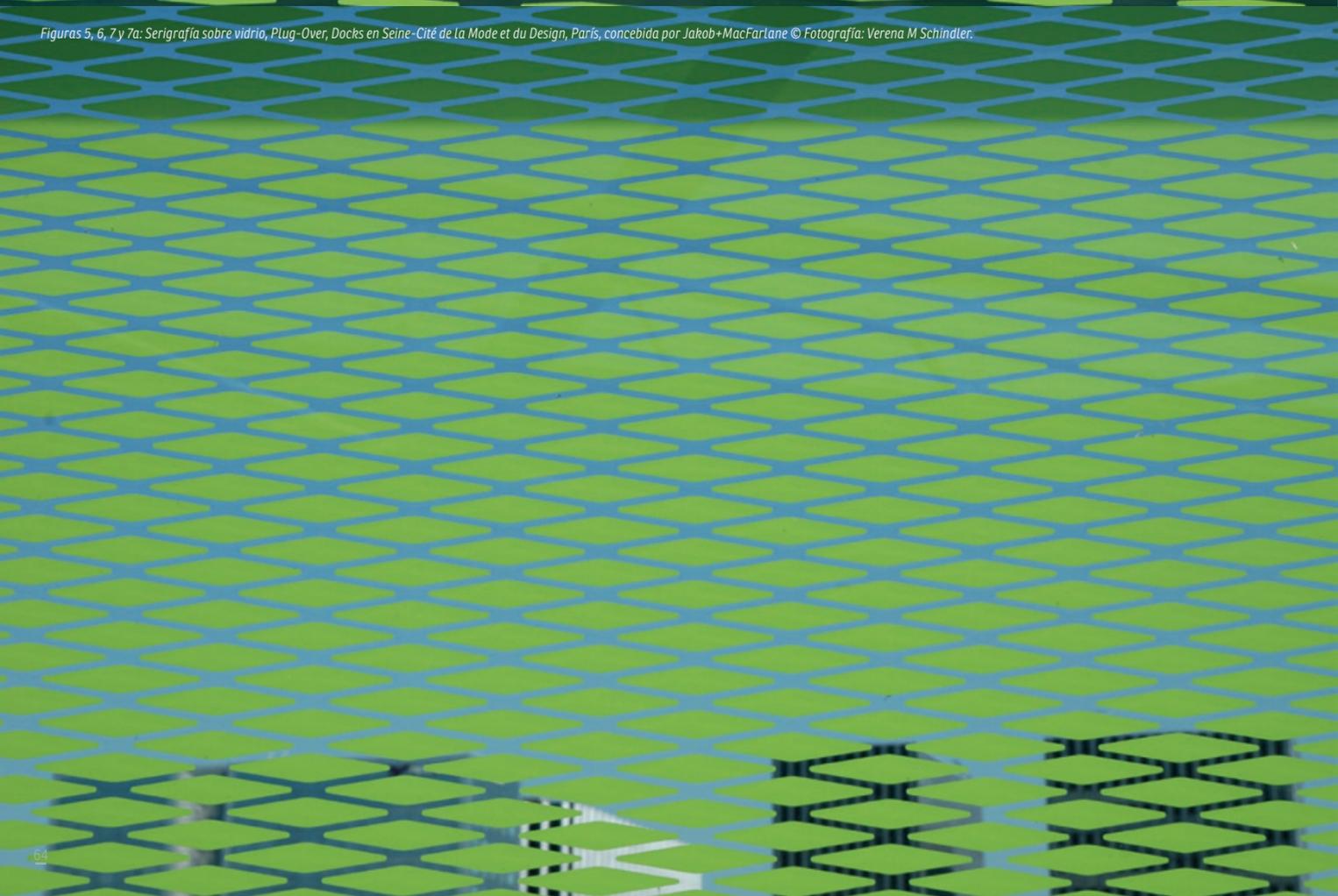
Figura 3: Pasarela interior y caja de escalas, Docks en Seine-Cité de la Mode et du Design, París, concebida por Jakob + MacFarlane © Fotografía: Verena M. Schindler.

Figura 4: Estructura sobre la terraza, Docks en Seine-Cité de la Mode et du Design, París Jakob+MacFarlane © Fotografía: Nicolas Borel.



La intención de los arquitectos fue cubrir el edificio antiguo del puerto de París con «una piel vegetal dinámica, activa e inteligente, que evoca el agua y la naturaleza» (Hasquenoph, 2012).

Figuras 5, 6, 7 y 7a: Serigrafía sobre vidrio, Plug-Over, Docks en Seine - Cité de La Mode et du Design, París, concebida por Jakob+MacFarlane © Fotografía: Verena M Schindler.





... Anouk Legendre ha concebido la fachada fotosintética, una suerte de invernadero vertical en el cual «algas planctónicas que absorben CO<sup>2</sup> son cultivadas para producir una biomasa oleaginosa rica en oxígeno» (Borne, 2013).





### Pieles de microalgas en la arquitectura receptiva

#### Fachadas de edificios basadas en algas

Si la arquitectura del ondulante exterior de la Ciudad de la Moda y el Diseño ha sido percibida como futurista, los proyectos del estudio parisino XTU Architects (fundado por Anouk Legendre y Nicolas Desmazières) pueden ser considerados ultrafuturistas y utópicos. Ellos imaginan que, en el futuro cercano, existirán ciudades completamente flotantes, diseñadas como ecosistemas amigables con el medio ambiente, no polucionantes y autosuficientes. Anouk Legendre explica que «el verde ha invadido nuestros proyectos» y que este color «ha sido inspirado por el paisaje» (Borne, 2010). XTU propone, en definitiva, un concepto biónico —una síntesis de arquitectura y agricultura— para ciudades sustentables. Presentando el tema “Diversas maneras de producir y proporcionar alimento”, los arquitectos diseñaron el pabellón francés para la Expo Milán 2015, cuyo tema fue “Alimentar el Planeta - Energía para la Vida”.

Mientras las estrategias que subyacen en la investigación sobre la arquitectura “verde” de Jakob+MacFarlane y Toyo Ito utilizan plantas como inspiración para la forma y el color, nutriendo el concepto de diseño, los proyectos de XTU usan microalgas vivas

como material de construcción. Sobrina de agrónomos y madre de un biólogo, desde 2007 Anouk Legendre ha concebido la fachada fotosintética, una suerte de invernadero vertical en el cual «algas planctónicas que absorben CO<sup>2</sup> son cultivadas para producir una biomasa oleaginosa rica en oxígeno» (Borne, 2013) (Figuras 8, 9 y 10).

En las cavidades intermedias de las unidades de fachada de cristal de los foto-biorreactores no solo hay aire fluyendo, sino también microalgas (Figura 11).

Expuesta a la luz, la fachada de doble piel sirve como granja vertical de microorganismos vivos. Estos actúan también como reguladores térmicos optimizando el funcionamiento energético del edificio. Dependiendo de la hora del día, pueden ser más o menos opacos según la densidad de la biomasa, sirviendo así como un sistema dinámico de protección solar. En este sistema, el muro cortina forma una conexión simbiótica con el edificio (Figuras 12, 13 y 14). Cosechada diariamente al final de la tarde, la biomasa viva puede ser utilizada para propósitos comerciales: por ejemplo, para el procesamiento de fármacos, cosméticos y alimentos, así como para la industria de los biocombustibles y bioenergía.

En las cavidades intermedias de las unidades de fachada de cristal de los foto-biorreactores no solo hay aire fluyendo, sino también microalgas. Expuesta a la luz, la fachada de doble piel sirve como granja vertical de microorganismos vivos.



Figuras 8, 9 y 10: Prototipo por XTU Architects, Exposición en el Pabellón de l'Arsenal en París, 2013 © Fotografía Antoine Espinasseau.

Figura 11: Biofachada, detalle, foto-biorreactores integrados arquitectónicamente y técnicamente en el muro cortina, 2011 © XTU Architects.



Figura 12: Symbio2, Biofachada de una planta de recuperación de materiales, Rendering 3D, 2011 © XTU Architects.



Figura 13: SymbioTeh, biofachada habitacional, 2012 © XTU Architects.



Figura 15: Ciudad flotante no-polucionante para el futuro imaginada por XTU Architects © XTU Architects.

La ciudad no polucionante del futuro imaginada por XTU se compone de distintos tipos de edificios (Figura 15). El primer tipo es construido con biofachadas fotosintéticas de microalgas, tal como se describe más arriba. El segundo tipo es hecho de concreto verde especial sobre el cual crece un tipo de vegetación que absorbe el CO<sup>2</sup>. Al lado del río verde, verdes bosques con palmeras crecen en una orilla, mientras en la otra ribera las ovejas pacen sobre verdes pasturas apaciblemente (Figura 16).

#### Luminarias urbanas alimentadas con microalgas

El bioquímico francés y especialista en acuicultura marina Pierre Calleja, fundador de FermentaG en 2009, comenzó a investigar con microalgas unos quince años atrás. Recientemente ha desarrollado una luminaria alimentada con microalgas que absorben CO<sup>2</sup>, la cual puede ser utilizada para iluminar espacios exteriores tales como calles y parques, así como espacios interiores, como oficinas, tiendas y hogares. Un prototipo de estas luminarias tubulares de resplandor verdoso fue probado en Burdeos en 2012 (Figuras 17 y 18).

Figura 14: El proyecto "In Vivo" gana el concurso Réinventer Paris para el Rive gauche de París. En primer plano "AlgoHouse" con su biofachada con vistas al Boulevard Général Jean Simon, París, Francia, 2016 © XTU Architects / MU Architecture.



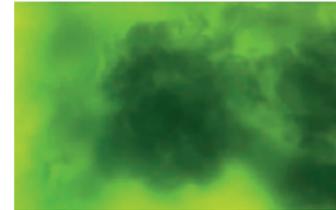


Figura 17: Lámpara alimentada por microalgas, 2012, por Pierre Calleja.



Figura 18: Luminarias de calle alimentadas por microalgas, Bordeaux, 2012, por Pierre Calleja Foto <http://www.designboom.com>, Fotos cortesía de Fermentalg.

Pierre Calleja, bioquímico francés y especialista en acuicultura marina, ha desarrollado una luminaria alimentada con microalgas que absorben CO<sup>2</sup>, la cual puede ser utilizada para iluminar espacios exteriores tales como calles y parques, así como espacios interiores, como oficinas, tiendas y hogares.

#### Rango de colores de las algas

El efecto de la arquitectura biomimética con algas verdes, ¿corresponde a mirar a través del cristal de un acuario turbio o un submarino? ¿O se transformará la ciudad en un espacio urbano uniformemente verdoso? El color y el imaginario visual juegan un importante rol en el discurso ecológico. Todos los proyectos con microalgas muestran un color verde excepcionalmente brillante (Figuras 19 y 20), pero la realidad es distinta.

Las especies unicelulares de algas varían en tamaño desde unos pocos micrómetros a algunos pocos cientos de micrómetros. Las condiciones de cultivo, tales como temperatura, iluminación, oxígeno y nutrientes son importantes. El crecimiento vertical y un sistema de circuito cerrado parecen estimular el crecimiento de las algas vivas.

Olivier Scheffer, director de I+D en XTU Architects, afirma que debido al breve ciclo de vida de las microalgas —de uno a tres días dependiendo del tipo—, estas cambian su color de verde a rojo brillante. Él dice que, en efecto, todos los colores del arcoíris y todas las cualidades, desde transparente hasta opaco, serán opciones para las biofachadas.

DNA



Figura 19: Cartilla para identificación de colores de algas, 2013 © Robert Bair, University of South Florida, [https://www.teachengineering.org/view\\_activity.php?url=collection/usf/\\_activities/usf\\_biorecycling/usf\\_biorecycling\\_lesson01\\_activity2.xml](https://www.teachengineering.org/view_activity.php?url=collection/usf/_activities/usf_biorecycling/usf_biorecycling_lesson01_activity2.xml)



Figura 20: Olivier Scheffer, director de Investigación y Desarrollo de XTU frente a una instalación de Algebags diseñadas por XTU © XTU Architects, París.

#### Referencias

- Bachelard, G. (2012). *L'Eau et Les Rêves. Essai sur l'Imagination de la Matière*. París: Le Livre de Poche.
- Birck, D. (31 de mayo de 2008). *Docks en Seine*. Recuperado el 19 de mayo de 2014, de RFI: [www.rfi.fr/francefr/articles/101/article\\_66924.asp](http://www.rfi.fr/francefr/articles/101/article_66924.asp)
- Borne, E. (10 de noviembre de 2010). *X-TU, de l'inconnu(e) aux utopies*. Recuperado el 13 de octubre de 2014, de Le Courrier de l'Architecte: [www.lecourrierdelarchitecte.com/article\\_907](http://www.lecourrierdelarchitecte.com/article_907)
- Hasquenoph, B. (30 de julio de 2012). *Les Docks en Seine, une Cité de la mode qui flotte*. Recuperado el 19 de mayo de 2014, de [www.louvrepourtout.fr/Les-Docks-en-Seine-une-Cite-de-la-743.html](http://www.louvrepourtout.fr/Les-Docks-en-Seine-une-Cite-de-la-743.html)
- Jakob+MacFarlane. (2007). *The Docks of Paris*, París, France, 2008. *World Architecture*, 209(11), 76–79.
- Pritzker Prize Jury Members. (2013). *Jury Citation*. Obtenido de [www.pritzkerprize.com/2013/jury-citation](http://www.pritzkerprize.com/2013/jury-citation)
- Schindler, V. M. (2014). Ah! Verte, verte, combien verte... est la ville de Paris! *Primaires (Couleurs Espaces)*(174), 84–93.

Figura 16: X Sea Ty Centre, concepto para una ciudad sustentable, 2009 © XTU Architects.