
Construcción de edificios a partir de contenedores marítimos

RECICLAJE, SOSTENIBILIDAD Y AHORRO ECONÓMICO

Cada vez más, los contenedores de transporte marítimo se utilizan para levantar edificios permanentes, de una forma más rápida y económica que los construidos a la manera tradicional. Este es el hilo argumental de este artículo, fruto de un póster del área de Edificación 4.0, presentado en la pasada edición de CONTART, celebrada en Zaragoza.

texto_ Félix Ruiz Gorrindo (Arquitecto Técnico, Doctor Ingeniero Civil y profesor del CAATEEB)
y Ariadna Llorens García (Doctora Ingeniera Industrial, profesora del departamento de Organización de Empresas de la Universidad Politécnica de Cataluña).





LA MÁXIMA EXPRESIÓN DEL REC

Sobre estas líneas, contenedores apilados en un buque de carga. A la derecha, el esquema muestra las distintas medidas de los contenedores marítimos.

Desde hace más de 60 años,

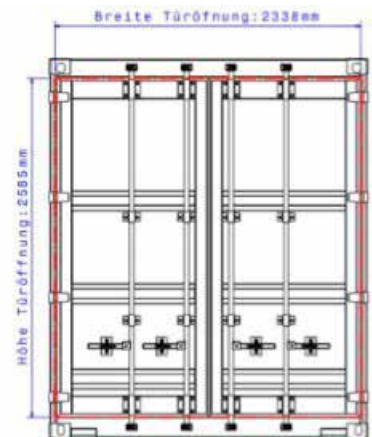
el trans- por te marítimo mundial se vale de contenedores de acero Corten, un

material con un alto contenido de cobre, cromo y níquel –que también se utiliza en puentes, chimeneas, torres e, incluso, esculturas al aire libre–, que hace que su oxidación tenga unas características particulares, protegiéndolo frente a la corrosión atmosférica, sin perder prácticamente sus características mecánicas. El elemento de aleación en el acero Corten reacciona cuando se presenta el óxido mediante la formación de una capa superficial protectora de óxido de textura fina^[1]. Al estar diseñados para enviarse varias veces por todo el mundo, los contenedores son resistentes y duraderos. Se fabrican en diferentes medidas, que van desde los 8 pies (2,4 m) hasta los 53 pies (16 m) de longitud, siendo los de 20 pies (6 m) y 40 pies (12 m) los más populares. Los que más se utilizan son las variantes denominadas HC (*high cube*): con una altura exterior de 2.896 mm (2,9 m), son adecuados para transportar cargas de todo tipo; y, al tener el techo más alto, son aptos para la construcción de edificios.

El transporte aéreo y la reciente crisis económica han provocado que haya un gran número de contenedores

POR DENTRO

A la izquierda, vista isométrica de un contenedor HC de 20 pies (6 m). A la derecha, vista frontal del mismo.



res abandonados en los puertos. En 2015, el número de buques de carga inactivos era de 238, con una capacidad combinada de alrededor de 900.000 TEU (acrónimo de *Twenty-foot Equivalent Unit*; en castellano: Unidad Equivalente a Veinte Pies. El TEU representa una unidad de medida de capacidad del transporte marítimo, expresada en contenedores de 20 pies). En 2016 pasó a 435 buques, acumulando un total de 1,7 millones de TEU, lo que supone un incremento del 90% de TEU en tan solo un año^[2].

Segunda vida. A menudo, los contenedores sirven como espacio temporal en las obras de construcción. Ahora, y debido al excesivo número de contenedores inactivos, se están

EN TÉRMINOS DE SOSTENIBILIDAD, LA CONSTRUCCIÓN A BASE DE CONTENEDORES MARÍTIMOS SUPONE UNA REDUCCIÓN DE COSTE Y DURACIÓN DE LA OBRA

reutilizando para la construcción permanente de viviendas, escuelas y oficinas.

Ventajas. El empleo de contenedores marítimos para edificar inmuebles tiene una serie de ventajas:

- Reducción de tiempo en la duración de la obra. La magnitud de esta reducción depende de diversos factores, pero se estima que, de promedio, es de un 30% respecto la construcción del edificio usando las técnicas habituales. Por ejemplo, en la ciudad de contenedores de Londres se estima que la reducción del tiempo de construcción fue del 50%^[3].
- Ahorro de dinero. Depende de diversos factores. De promedio, se estima que el ahorro es de un 30% respecto a la construcción del edificio



- cio mediante el empleo de las técnicas habituales.
- Modularidad de la construcción. Permite la ampliación de la construcción con relativa facilidad, agregando más contenedores. Este factor es atractivo para empresas en fase de crecimiento.
 - Beneficio ambiental al reducir la emisión de CO₂. En la misma línea se aplican los conceptos de sostenibilidad y de reciclaje.
 - Los contenedores marítimos se pueden comprar por todo el mundo.
 - Se pueden transportar con facilidad en camión, siendo factible hacerlos llegar a los lugares de construcción.
 - La construcción modular con contenedores marítimos permite una notable variedad de diseños y composiciones.
 - El coste de un contenedor nuevo es más elevado que el de uno usado. Por contra, el contenedor usado presenta una serie de desventajas como el des-

gaste del material. Además, a los contenedores destinados a uso marítimo se les aplica una capa de pesticidas en su interior, por lo que si se quieren reutilizar en la edificación, deben tratarse para eliminar esta capa, con el coste que esto representa.

Espacios interiores. Otro uso de los contenedores marítimos es colocarlos en el interior de edificios existentes, para crear espacios, como oficinas, etc. Un ejemplo de esto se encuentra en Sabadell, donde ROA Arquitectura concibe la reindustrialización de los servicios TIC bajo el concepto de *Box in a box*, mediante el reciclado de contenedores marítimos del puerto de Barcelona, que se introducen en las naves industriales abandonadas. De este modo, se consigue reciclar la cadena de valor de la industria del siglo XXI, a la vez que enlazar la parte económica y geográfica de territorio, pasando “del paisaje portuario al tapiz urbano”.

EL CONCEPTO ‘BOX IN A BOX’ SUPONE EL RECICLADO DE CONTENEDORES MEDIANTE SU INTEGRACIÓN EN EDIFICIOS YA EXISTENTES, CREANDO ASÍ UNA NUEVA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL

En proyecto. El edificio de la EPEL Neàpolis (una agencia de innovación entre cuyas prioridades figuran la investigación, la innovación tecnológica, el emprendimiento y la colaboración con la universidad) es un centro tecnológico construido en 2007, que cuenta con espacios de *cowork* (vivero de empresa), orientados a la innovación y la tecnología. Perteneciente al Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú, forma parte de la red de buenas prácticas europeas dentro del programa URBACT. Este centro tecnológico pluridisciplinar y transversal, de gran utilidad para el territorio, va incrementando progresivamente su importancia y el volumen de tareas que se realizan en él. Los espacios destinados a *cowork* están llenos y se ha detectado una demanda creciente para este uso. Para que Neàpolis pueda disponer de más espacio de *cowork*, se ha evaluado la opción de construir un nuevo edificio en un terreno adyacente, uti-



EDIFICACIÓN PERMANENTE
 proyecto del estudio de arquitectura Nicholas Lacey & Partners, supuso la recuperación de los Docklands de Londres, un espacio que, en 2001, estaba abandonado y que han escogido los artistas para trabajar y vivir.



a.



b.



c.



d.



e.

VARIEDAD DE DISE

Las posibilidades de diseños y usos son múltiples cuando se trata de construir con contenedores marítimos:

a: Escuela rural (Sudáfrica)

Situada en una empobrecida zona rural en las afueras de Ciudad del Cabo, esta escuela es un ejemplo de la adaptabilidad, durabilidad, funcionalidad y bajo coste del uso de contenedores marítimos en los países en vías de desarrollo.

b: Edificio de oficinas (Japón)

Para abordar el problema de la limitación de espacios, los contenedores marítimos se han utilizado para levantar edificios de oficinas cómodos y espaciosos. En 2012, la empresa japonesa Daiken-Met Architects construyó su propio edificio de oficinas en Gifu (Japón) apilando contenedores marítimos.

c-d: Viviendas

Para construir la Casa Incubo (c), en Costa Rica, se utilizaron ocho contenedores HC de 40 pies (12 m). El tiempo de construcción se redujo en un 30%.

La Beach Box (d) se encuentra en Los Hamptons, una de las zonas más caras de Nueva York. La estructura de los contenedores marítimos está recubierta en las paredes, pero está a la vista en el techo.

e: Campus escolar

Cuando la Escuela Waldorf, en Costa Mesa (California), decidió expandirse, se optó por utilizar contenedores marítimos para levantar nuevos inmuebles con criterios ecológicos. El proyecto necesitó un total de 32 contenedores para construir cuatro edificios en su campus. Además del espacio adicional de aulas, las nuevas construcciones incluyen una biblioteca, un auditorio de dos pisos y un laboratorio de ciencias.

lizando contenedores marítimos. Durante el primer semestre de 2017, y en el marco de un IDPS (*International Design Project Semester*), Neápolis y la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Vilanova i la Geltrú (perteneciente a la Universidad Politécnica de Cataluña) llevaron a cabo un proyecto de colaboración, en el que participaron seis estudiantes extranjeros de ingeniería (ya en proyecto final de carrera) procedentes de Alemania, Bélgica, Holanda, Malasia, Reino Unido y Rumania, para diseñar un edificio multifuncional utilizando contenedores marítimos. El diseño de este edificio, situado en el terreno que hay al lado norte del edificio de Neápolis, además de resultar atractivo, ha de adaptarse al entorno. Con capacidad para albergar 30 personas, debe contar con espacios para *cowork*, *maker space*, sala de reuniones, lavabos, bar y sala para exposiciones. Su construcción tiene ser modular para que, llegado el caso, el edificio pueda ampliarse. El proyecto también incluía la planificación de la obra y el cálculo del coste económico. Se realizó el cálculo de la estructura del edificio, el dimensionado, el diseño de la cimentación y la propuesta de instalaciones (electricidad, agua, desagües, aire acondicionado, etc.).

El resultado es un edificio de PB+1PP, con 490 m² de superficie, construido mediante contenedores marítimos, con un diseño que tiene similitudes conceptuales con el edificio de Neápolis y un precio de ejecución material (PEM) de 382.000 €. En el PEM no se ha recogido el coste de la maquinaria del *maker space* (como impresoras 3D, etc.). La duración de la obra se ha estimado en

dos meses. En comparación con la construcción tradicional de un edificio de análogas características, se calcula que hay un ahorro de un 30%, tanto en el PEM como en la duración de la obra.

El ahorro de coste se ha comparado tomando como referencia el PEM de esta tipología de inmueble mediante construcción tradicional (en torno a 545.000 €). Este valor de referencia se ha obtenido del *Boletín* ➤

LOS CONTENEDORES 'HIGH CUBE', CON UNA ALTURA EXTERIOR DE CASI 3 METROS, SON LOS MÁS ADECUADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS

LOS EDIFICIOS A PARTIR DE CONTENEDORES SON FÁCILMENTE AMPLIABLES AL TRATARSE DE CONSTRUCCIONES MODULARES



PROYECTOS REAL

A la izquierda, imágenes del terreno donde se proyecta la ampliación de Neapolis con contenedores. Arriba, a la derecha, proyecto de ROA Arquitectura de uso de contenedores en Sabadell para servicios TIC.

Económico de la Construcción (BEC), en concreto, del supuesto de construcción mixta compuesta por dos plantas de oficinas.

Respecto a la duración de la obra, se ha estimado que para levantar esta tipología de edificio mediante construcción tradicional se emplean del orden de tres meses. Los ahorros de tiempo de obra con el uso de contenedores marítimos se consiguen en las fases de estructura, de construcción de fachadas y de construcción de cubiertas. ⁿ



BIBLIOGRAFÍA

[1] R. Herr: *What is CORTEN Steel and why are shipping containers made from it?*

<http://containerauction.com/read-news/what-is-corten-steel-and-why-are-shipping-containers-made-from-it>.

[2] Drewry: *Idle Containership Fleet Surges amid Overcapacity*. *World Maritime News*.

<http://worldmaritimeweb.com/archives/207947/drewry-idle-containership-fleet-surges-amid-overcapacity/>.

[3] *Containercity*

<http://www.containercity.com/about>.

PRESENTE Y FUTURO

Sobre estas líneas, el edificio Neapolis, en Vilanova i la Geltrú. Abajo, dos imágenes de la propuesta de ampliación a base de contenedores marítimos.

