

# Construcció d'edificis amb contenidors marítims

Exemple de reciclatge i sostenibilitat

Fèlix Ruiz / Fotos proporcionades per l'autor



Figura 1. Ciutat de contenidors a Londres

**E**ls contenidors marítims s'utilitzen a tot el món per al transport marítim i han estat usats durant més de 60 anys. N'hi ha milions, en força casos sense usar-se i inutilitzant importants superfícies dels ports. En aquest marc plantejat, des de fa anys que, seguint criteris de sostenibilitat, reciclatge i estalvi econòmic, s'estan utilitzant contenidors marítims per construir edificis permanents, més ràpid i més barat que els edificis tradicionals.

Els contenidors marítims són essencialment grans caixes d'acer utilitzades per transportar mercaderies en bucs de càrrega, per tot el món. Aquests contenidors s'han produït ràpidament en massa en els últims 50 anys, ja que el món s'ha tornat més dependent de béns i serveis d'altres països i continents. Els contenidors marítims estan fets d'acer corten. És un tipus d'acer que

té un alt contingut en coure, crom i níquel, que fa que la seva oxidació tingui unes característiques particulars, que protegeixen la peça realitzada amb aquest material enfront de la corrosió atmosfèrica, sense perdre pràcticament les seves característiques mecàniques. L'element d'aliatge en l'acer corten reacciona quan es presenta l'òxid mitjançant la formació d'una capa superficial protectora d'òxid de textura fina. Aquest tipus d'acer també s'utilitza en ponts, xemeneies, torres i fins i tot escultures a l'aire lliure.

Els contenidors es fabriquen en diferents mesures que van des de 8 peus (2,4 m) fins a 53 peus (16 m) de longitud. Les longituds més utilitzades són de 20 peus (6 m) i 40 peus (12 m) (Figura 2). Aquests contenidors estan dissenyats per ser enviats per tot el món diverses vegades, per la qual cosa es construeixen perquè siguin resistents i d'important durabilitat.



Figura 2. Contenedors marítims en un vaixell de càrrega (esquerra); Mesures diverses de contenidors marítims (dreta)

En la mateixa línia, els contenidors marítims més utilitzats són les variants denominades HC (*high cube*), ja que tenen una altura exterior de 2.896 mm (2,9 m), que els fa més adequats per transportar diversos tipus de càrrega. També els fa més aptes per a la construcció d'edificis, en tenir el sostre més alt. Les següents imatges (Figura 3, Figura 4 i Figura 5) il·lustren les dimensions d'un contenidor HC de 20 peus (6 m).

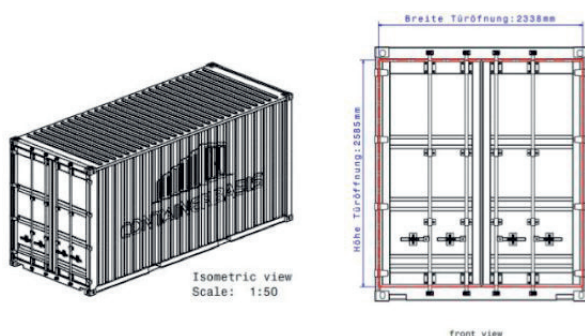


Figura 3. Contenedor HC de 20 peus (6 m). Vista isomètrica (esquerra); vista frontal (dreta)

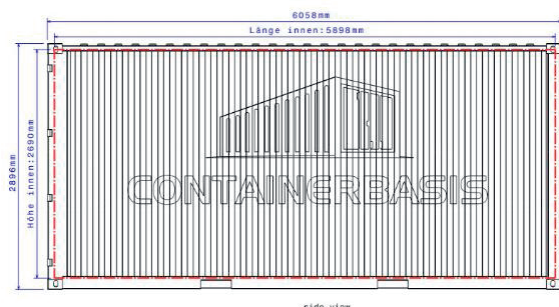


Figura 4. Contenedor HC de 20 peus (6 m). Vista lateral

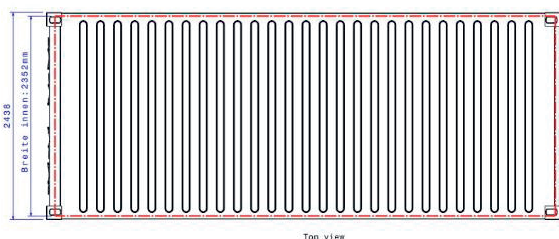


Figura 5. Contenedor HC de 20 peus (6 m). Vista superior

### ■ Ús de contenidors marítims en construcció d'edificis permanents

El transport aeri cada vegada més comú i afermat, i la recent crisi econòmica, han provocat que hi hagi un gran nombre de contenidors que han quedat abandonats en els ports, ja que el ràpid creixement de l'oferta ha

superat àmpliament a la demanda. El 2015 el nombre de bucs de càrrega inactius era de 238, amb una capacitat combinada del voltant de 900.000 TEU (acrònim del terme en anglès *Twenty-foot Equivalent Unit*, que significa Unitat Equivalent a Vint Peus; representa una unitat de mesura de capacitat del transport marítim, expressada en contenidors: 1 TEU representa un contenidor de 20 peus (6 m)). En 2016 va passar a 435 bucs, acumulant un total d'1,7 milions de TEU, la qual cosa representa un increment del 90% de TEU en tan sol un any.

Així, a causa de l'excessiu nombre de contenidors que estan inactius, estan sent reutilitzats per a nous usos. Alguns exemples són habitatges, escoles i oficines construïdes amb contenidors marítims. Els contenidors s'utilitzen sovint com a espai temporal en les obres de construcció, però la seva recent disponibilitat ha portat al fet que s'utilitzin per a la construcció d'edificis permanents. Un exemple és la ciutat de contenidors a Londres (vegeu Figures 1 i 6), habitada per 400 artistes i dissenyadors.



Figura 6. Ciutat de contenidors a Londres

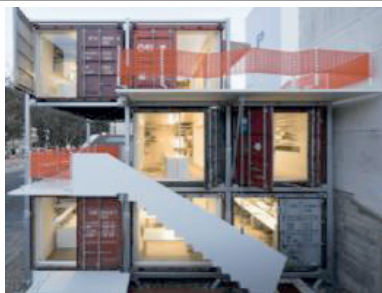
### Alguns dels avantatges de l'ús de contenidors marítims per a la construcció d'edificis són la següents:

- Reducció de temps en la construcció de l'edifici. La magnitud d'aquesta reducció depèn de diversos factors, però s'estima que de mitjana la reducció és d'un 30% respecte la construcció de l'edifici usant les tècniques habituals.
- Estalvi de diners. Aquest estalvi també depèn de diversos factors, però s'estima de mitjana que l'estalvi és d'un 30% respecte la construcció de l'edifici usant les tècniques habituals.
- Modularitat de la construcció. Això permet l'ampliació de la construcció amb relativa facilitat, agregant més contenidors. Aquest factor és atractiu per a empreses en fase de creixement.
- Benefici ambiental en reduir emissió de CO<sub>2</sub>. En la mateixa línia s'apliquen els conceptes de sostenibilitat i de reciclatge.

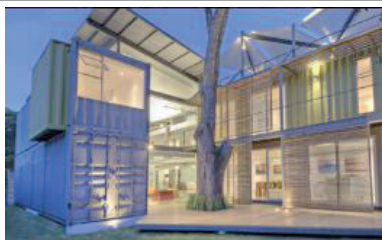
## Exemples



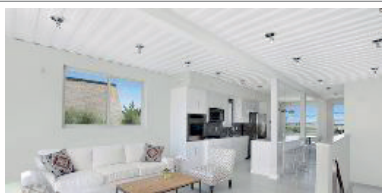
Aquesta escola és un exemple de l'adaptabilitat, durabilitat i baix cost de l'ús de contenidors marítics. Aules com aquesta són útils als països en vies de desenvolupament, a causa del baix cost i a la funcionalitat dels contenidors marítics. Aquest aula va ser patrocinada per tres companyies sud-africanes, per al seu ús en una empobrida zona rural als afores de Ciutat del Cap.



Les limitacions d'espai són un problema comú en molts països. Els contenidors marítics s'han utilitzat per abordar aquest problema, usant-los per construir edificis d'oficines còmodes i espaiosos. Aquest edifici està al Japó, on les limitacions d'espai són comunes. El 2012 una empresa d'arquitectura va tenir dificultats per trobar un edifici d'oficines, per la qual cosa va construir el seu propi edifici fet de contenidors marítics.



La denominada Casa Incubo està a Costa Rica. Va ser construïda utilitzant vuit contenidors Hc de 40 peus (12 m). Es va reduir el temps de construcció en un 30%.



La denominada Beach Box està construïda en els Hamptons, una de les zones més cares de Nova York. L'estructura dels contenidors marítics està recoberta en les parets, però està a la vista en el sostre.



Quan l'Escola Costa Mesa Waldorf, a Califòrnia, va decidir expandir-se, van triar usar contenidors marítics a causa de la seva sostenibilitat. L'escola va utilitzar contenidors marítics per construir una nova ala d'edificis ecològics. El projecte va utilitzar 32 contenidors per construir quatre edificis addicionals al seu campus. A més de l'espai addicional d'aules, les noves construccions inclouen una biblioteca, un auditori de dos pisos i un laboratori de ciències.

Figura 7. Exemples de construcció d'edificis mitjançant l'ús de contenidors marítics

#### Altres característiques a tenir en compte:

- Els contenidors marítics es poden comprar per tot el món.
- Es poden transportar amb facilitat en camió, sent fàcil fer-los arribar als llocs de construcció.
- La construcció modular amb contenidors marítics permet una notable varietat de dissenys i composicions.
- El cost d'un contenidor nou és més elevat que un usat. Per contra, el contenidor usat presenta els següents desavantatges pel que fa al nou: desgast del material; als contenidors que es destinen a ús marítim se'ls

aplica una capa de pesticides en el seu interior, per la qual cosa si es volen reutilitzar per a edificis, els contenidors han de ser tractats per eliminar aquesta capa, amb el cost que això representa.

Una recerca sobre l'estat de la qüestió mostra que hi ha moltes possibilitats quan es tracta de construir amb contenidors marítics, sent molt variats els dissenys i usos. Alguns exemples són els que es mostren en la Figura 7.

Un altre ús dels contenidors marítics és col·locar-los a



l'interior d'edificis existents, per crear espais, com a ofícines, etc. Un exemple es dona a Sabadell, on ROA Arquitectura concep la reindustrialització dels serveis TIC sota el concepte de *Box in a box*, mitjançant el reciclatge de contenidors marítims del port de Barcelona, que s'introdueixen en les naus industrials abandonades. (Figura 8) D'aquesta manera s'aconsegueix reciclar la cadena de valor de la indústria del s. XXI, alhora que enllaçar la part econòmica i geogràfica de territori, passant "del paisatge portuari al tapís urbà".



Figura 8. Oficines TIC de Sabadell

### ■ Nou projecte usant contenidors marítims

L'edifici de l'EPEL Neàpolis és un centre tecnològic que va ser construït en 2007 (vegeu Figura 9), que pertany a l'ajuntament de Vilanova i la Geltrú i que té com algunes de les seves prioritats la recerca, la innovació tecnològica (en matèria de *smart cities*, etc.), empenedoria i col·laboració amb la universitat. També té espais de *cowork* (viver d'empresa), orientats a la innovació i la tecnologia. És així mateix la seu permanent del capítol català de la City Protocol Society (relacionat amb les *smart cities*).

Aquest centre tecnològic pluridisciplinari i transversal, que és de gran utilitat per al territori, va incrementant progressivament la seva importància i el volum de tasques que es realitzen. En aquest marc, els espais destinats a *cowork* estan plens, i s'ha detectat que hi ha més demanda per a ús de *cowork*. Perquè Neàpolis pugui oferir més espai de *cowork*, s'ha avaluat l'opció de construir, en un terreny que hi ha al costat de Neàpolis, un nou edifici, utilitzant contenidors marítims.

Com a primer pas, s'ha realitzat un projecte durant el primer semestre de 2017, col·laborant Neàpolis i l'EPS d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú (UPC). S'ha fet en el marc d'un IDPS (International Design Project Semester) desenvolupat en anglès, en el qual van participar sis estudiants estrangers d'enginyeria en fase de projecte final de carrera, que eren dels països següents: Alemanya, Bèlgica, Holanda, Malàisia, Regne Unit i Romania. Un dels estudiants era de la titulació d'enginyeria d'edificació, i els altres eren d'altres branques de l'enginyeria (mecànica, disseny industrial, etc.).



Figura 9. Imatge de l'edifici Neàpolis, a Vilanova i la Geltrú

L'objectiu principal del projecte és dissenyar un edifici multifuncional utilitzant (principalment) contenidors marítims. Aquest edifici ha de reunir les següents característiques:

- Ha d'estar situat en el terreny que hi ha al costat nord de l'edifici de Neàpolis (vegeu Figures 10 i 11).
- El disseny de l'edifici ha de ser atractiu, i adaptar-se a l'entorn.
- Els usos de l'edifici han de ser: *cowork*, *maker space*, sala de reunions, lavabos, bar, espai per a exposicions.
- Capacitat per 30 persones.
- La construcció ha de ser modular, amb capacitat per ser ampliat l'edifici, cas que convingui.

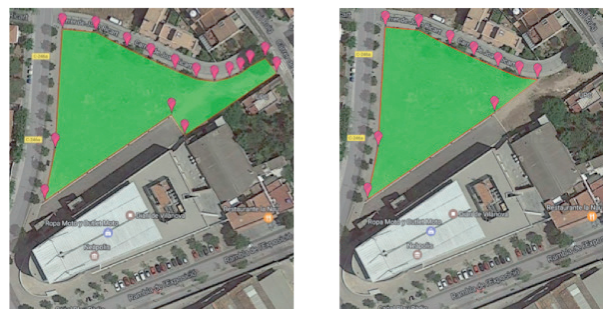


Figura 10. Vista del terreny (en verd), on es projecta la construcció usant contenidors marítims



Figura 11. Fotos del terreny, realitzades des de l'edifici de Neàpolis



Figura 12. Vista exterior de la proposta (oest)

En el marc del projecte també es realitza la planificació de l'obra i el càlcul del cost econòmic.

El resultat del projecte és un edifici de PB+1 PP, de 490 m<sup>2</sup> de superfície, construït principalment amb contenidors marítims, amb un disseny que té similituds conceptuals amb l'edifici de Neàpolis.

En les Figures 12 i 13 es pot veure l'aspecte exterior del disseny proposat.

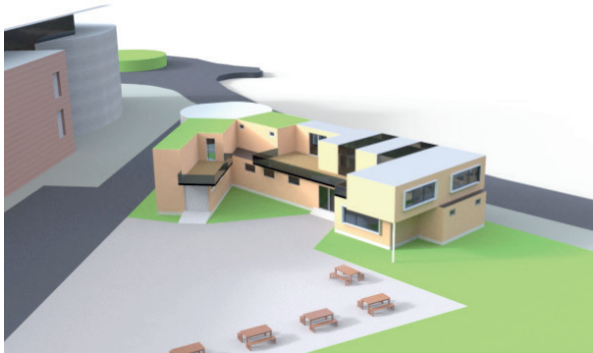


Figura 13. Vista exterior de la proposta (est)

En les Figures 14 i 15 es pot veure la proposta de disseny interior de les dues plantes, amb els usos de cada espai.

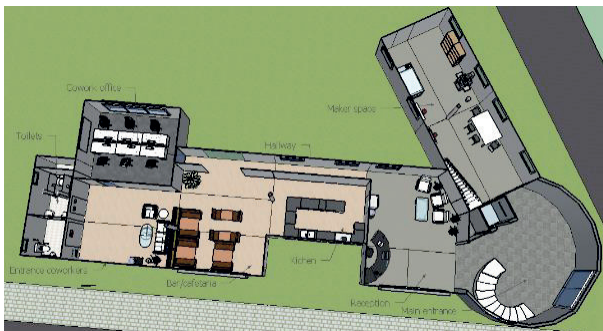


Figura 14. Disseny de l'interior Planta baixa

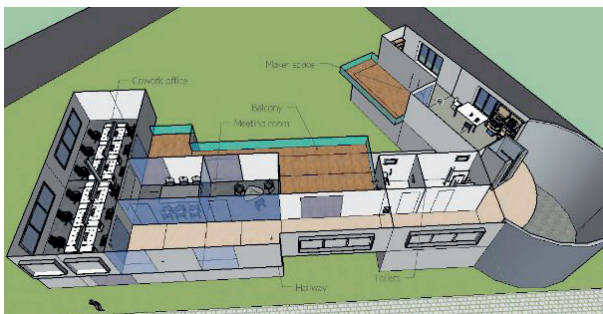


Figura 15. Disseny de l'interior. Planta Primera

També s'ha realitzat el càlcul de l'estructura de l'edifici, el dimensionament i disseny de la fonamentació i la proposta d'instal·lacions (electricitat, aigua, desguassos, aire condicionat, etc.). En les Fig. 16 i 17 veiem un esquema de l'estructura metàl·lica analitzat numèricament.

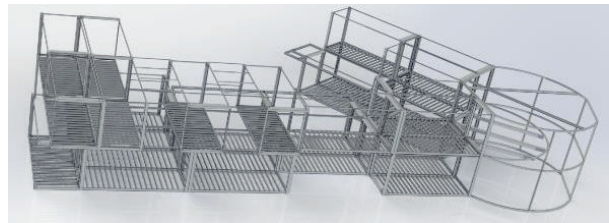


Figura 16 Esquema de l'estructura metàl·lica de l'edifici, basada principalment en contenidors marítims

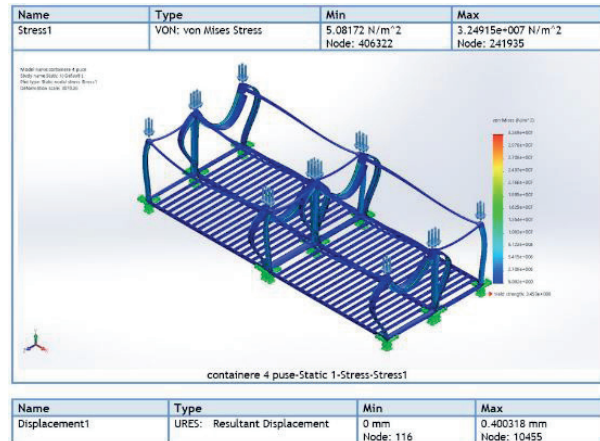


Figura 17. Exemple d'anàlisi de l'estructura, amb el programa Solid Works

L'edifici té un preu d'execució material (PEM) de 382.000€. En el PEM no s'ha inclòs el cost de la maquinària del *maker space* (com a impressores 3D, etc). La durada de l'obra s'estima en dos mesos. En comparació de la construcció tradicional d'un edifici d'anàlogues característiques, s'estima que hi ha un estalvi d'un 30% del PEM, així com un 30% d'estalvi en la durada de l'obra.

## Conclusions

Queda constatada la idoneïtat de l'ús de contenidors marítims per a la construcció d'edificis permanents. Aquests edificis poden tenir una gran quantitat de dissenys, gran quantitat d'usos, i poden ser ampliables a l'ésser de construcció modular. Aquest tipus de construcció és millor en termes de sostenibilitat en comparació de la construcció tradicional, produint-se a més una reducció de cost i de durada de l'obra.

La construcció d'aquest tipus d'edificis entra plenament dins del camp de treball dels arquitectes tècnics (o enginyers d'edificació).

**Autors:** Félix Ruiz Gorrindo és arquitecte tècnic (col·legiat 7.075), doctor enginyer civil, enginyer d'obres públiques i és professor del CAATEEB.  
Ariadna Llorens i Garcia és doctora en enginyeria industrial i profesora de la UPC.