



# Projecte executiu de millora de la resposta de la infraestructura a temporals al Port Fòrum

---

ESTUDI DE DINÀMICA LITORAL



**Ajuntament  
de Barcelona**

Juny de 2018

# ESTUDI DE DINÀMICA LITORAL.

## PROJECTE EXECUTIU DE MILLORA DE LA RESPOSTA DE LA INFRAESTRUCTURA A TEMPORALS AL PORT FÒRUM

### CONTINGUT

1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS .....	3
2. DESCRIPCIÓ DE LES ZONES ADJACENTS AL PORT.....	4
2.1. PART SUD.....	4
2.2. PART NORD.....	5
3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ PROPOSADA .....	6
4. ANÀLISI DE L'IMPACTE DE LES OBRES EN LA COSTA ADJACENT .....	7
4.1. impactes EN la costa sud .....	7
4.2. IMPACTES EN La platja adossada al nord .....	8
4.2.1. Flux mig d'energia.....	8
4.2.2. Forma en planta d'equilibri .....	10
5. CONCLUSIONS .....	12

## 1. INTRODUCCIÓ I OBJECTIUS

El present informe es redacta amb l'objectiu d'estudiar la dinàmica litoral de la àrea d'actuació del projecte i d'analitzar els possibles impactes de les obres proposades sobre la morfologia de la costa adjacent al Port Fòrum.

El Port Fòrum es troba en la confluència dels fronts marítims de Barcelona i de Sant Adrià del Besòs, en el parc del Fòrum. Les coordenades del port són 41°24'45.3"N 2°13'43.7"E. Per la seva part nord es troba limitat per la platja i a la zona sud de la bocana es troba una zona arrecerada anomenada zona de banys.

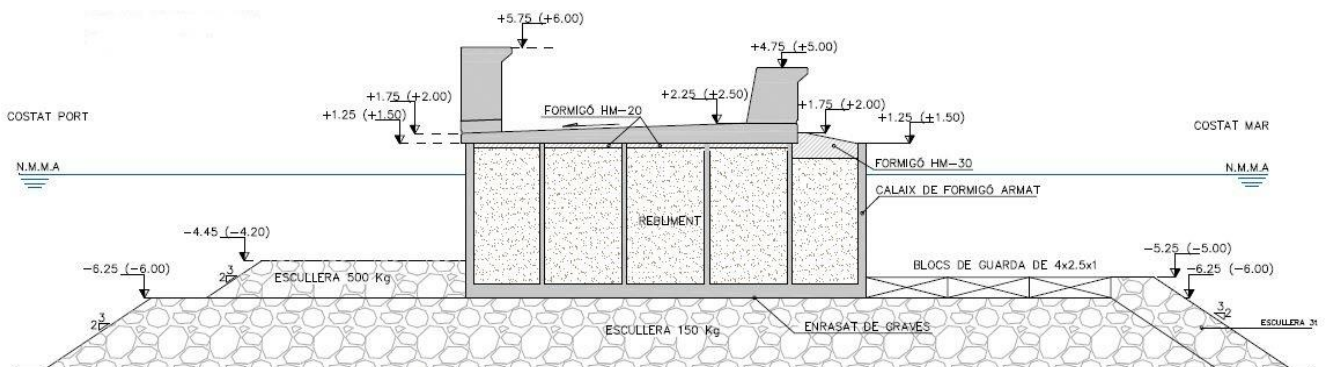


*Figura 1. Vista aèria del Port Fòrum actual.*

La superfície d'aigua arrecerada es troba diferenciada en dues dàrsenes principals. La primera dàrsena, situada entre l'accés al port des de la Ronda Litoral i la passarel·la per a vianants, on amarran iots d'eslores mitjanes. La segona dàrsena, situada a l'exterior entre el dic de recer i la passarel·la, està destinada a amarraments de iots de gran eslora (de fins a 90 m). La superfície terrestre del port està dividida en els 6300 m<sup>2</sup> que conformen l'àrea tècnica, la superfície destinada a marina seca, les instal·lacions del club, locals comercials i el parc del nord-est.

L'element principal de la zona portuària és el dic de recer. Es tracta d'un dic vertical format per 24 calaixos prefabricats de formigó armat amb un morrot a cada extrem. El morrot sud a la zona de la

bocana es troba protegit addicionalment per un conjunt de blocs prefabricats de formigó de 15 Tn, iguals als situats a la zona de banys i al contradic extern. La longitud total del dic de recer és de 770 m. L'ample de cada secció es de 19.60m entre els seus extrems exteriors i de 12 m a l'àrea interior. Al extrem de mar obert del dic es troba un botanes amb coronació a la cota +5.75m i a la part interior, al costat port, un espatller amb cota de coronació de +4.75m<sup>1</sup>, dotat d'uns sobreeixidors per eliminar l'aigua provinent de l'ultrapassament. El dic es troba orientat a 26° respecte el nord. Inicialment, el dic es va projectar com a dic exempt, però es va tancar la seva bocana nord, donats els problemes d'inestabilitat de les embarcacions arrecerades. En la mateixa operació, es va obrir el parament del calaix núm. 23 per tal de facilitar l'accés de dic en operacions de manteniment. Posteriorment, a la part interior del dic de recer es va col·locar en uns trams un talús d'escullera per tal d'esmoreir l'onatge a la dàrsena exterior.



**Figura 2.** Secció tipus dic vertical existent. Les cotes entre parèntesis fan referència al zero del port segons projecte original.

## 2. DESCRIPCIÓ DE LES ZONES ADJACENTS AL PORT

### 2.1. PART SUD

Al sud, el port es troba limitat per la zona de banys. A 400m de la bocana es situa un emissari que està protegit per dos espigons. Tot seguit hi trobem uns 360m de costa dura, protegida amb escullera, que es troba encaixada per dos espigons i un dic exempt. La primera platja de sorra està ubicada a 835m de la bocana sud del dic de recer del Port Fòrum i correspon a la Platja de Llevant de Barcelona.

<sup>1</sup> Les cotes estan referides al zero del projecte que coincideix amb el nivell mig del mar a Alacant (N.M.M.A.), en el projecte original les cotes estaven referides a un zero de projecte situat 0.25 metres per sobre de l'actual, amb el que les cotes dels espatllers, segons el zero original, són de +5.00 i +6.00 m respectivament.



*Figura 3* Descripció de la costa adjacent situada al sud del port

## **2.2. PART NORD**

A la part nord del port es troba la platja del Fòrum. Aquesta platja forma part de les platges de Sant Adrià del Besòs i té una longitud de costa de 450m de costa i una superfície de 38.600m<sup>2</sup> aproximadament. La seva forma ve fixada per les estructures que l'encaixen: la bocana nord del dic de recer del port Fòrum i l'espigó de la desembocadura del riu Besòs. A més l'illot d'escullera produeix una acumulació de sediment davant seu creant un efecte de doble paràbola.





*Figura 4* Descripció de la costa adjacent situada al nord del port

### 3. DESCRIPCIÓ DE LA SOLUCIÓ PROPOSADA

Després de la campanya d'assaigs en model físic a petita escala realitzats a la dàrsena d'onatge, de l'estudi d'alternatives tant en planta com en seccions i de contrastar els resultats amb un model numèric, s'acorda realitzar una solució conjunta d'actuació sobre el Port Fòrum per a millorar la resposta de la infraestructura als temporals.

Aquesta actuació consta de la construcció d'un dic en talús recolzat sobre el dic de recer actual, al llarg de tota la seva longitud, seguint la tercera configuració de Xbloc® que consta d'un talús format per Xbloc® de 8 m<sup>3</sup> i una berma formada per Xbloc® i Xbase®, tal i com s'indica a la figura 4. La peça Xbloc® es col·loca en una única capa i en un talús més vertical, i que proporciona major estabilitat hidràulica, una major porositat al talús, gran absorció energètica i molt bona fixació individual de les peces. Aquesta peça treballa per interlocking, és a dir per intersecció de les diferents protuberàncies externes de les peces. L'element Xbase® s'utilitza habitualment per a donar major estabilitat al talús i facilitar la col·locació de les peces Xbloc®.

Pel que fa a les actuacions per a mitigar els efectes del sud, es proposa protegir tota la longitud del dic amb un revestiment d'escullera. Actualment el revestiment de la escullera s'estén a uns 350 ml de dic

per la part interior. Per a protegir-ho completament es requereix de uns 300 ml més. Aquesta protecció es durà a terme amb escullera de 1 a 3 tn amb talús 3:4 (H:V).

Per altra banda, per tal de protegir el port davant d'episodis més energètics, i vist que en aquest cas la escullera interior deixa de tenir efectivitat, es construirà el contradic en el morrot i s'allargarà el contradic exterior. El contradic interior serà construït amb escullera de 6 tn. El dic es calcula amb una amplada en coronació de uns 7.2 metres i un talús exterior de 2:1, la seva cota de coronació serà de 2.80m metres per sobre del nivell del mar. L'allargament del contradic exterior es farà mitjançant blocs de formigó de 15 tn i amb un nucli d'escullera de 1-3 tn amb un talús 3:2 (H:V).

## **4. ANÀLISI DE L'IMPACTE DE LES OBRES EN LA COSTA ADJACENT**

### **4.1. IMPACTES EN LA COSTA SUD**

Tal i com s'ha indicat anteriorment, la zona costera situada al sud del port es una costa dura protegida amb escullera.

La primera platja de sorra que podria veure's afectada per les obres proposades es troba a 835 m del morrot sud del dic de recer del port i a 720 m del contradic exterior. Aquesta platja està encaixada entre dos espigons i a més està una mica protegida per la part sud del dic exempt.

Per tant, degut a la llunyania de la platja i a la seva disposició protegida per espigons, els possibles impactes a la platja de Llevant es poden considerar nuls.



*Figura 5 Distància de la zona d'actuació a la platja de Llevant*

## 4.2. IMPACTES EN LA PLATJA ADOSSADA AL NORD

En el present apartat s'analitzarà l'efecte que les actuacions en el dic de recer del Port Fòrum puguin tenir sobre la platja adossada al nord del port.

Per un costat s'analitzaran les dades de clima i l'estudi de propagacions, d'on s'obtidran els valors locals de l'onatge, que permetran definir el flux mig d'energia incident en el punt de difracció de l'extrem nord del contradic, i a partir d'aquí es definirà la forma en planta de la platja, tant per a la situació actual com per a la situació de projecte, que determinarà l'impacte de les obres sobre la platja del Fòrum.

### 4.2.1. Flux mig d'energia

De cara a analitzar la dinàmica litoral de la platja del Fòrum, és important caracteritzar a peu de platja les condicions climatològiques que determinen l'estat modal de la mateixa, sobre la base del flux energètic que rep.

La determinació del flux energètic mig pot obtenir-se del conjunt global de dades d'onatge propagades, duent a terme un *downscaling* dinàmic, que consisteix en propagar tot el registres de dades fins el punt de difracció per mitjà de la interpolació dels valors de propagació dels onatges propagats, anomenats clústers. A partir del registre complet transformat al punt d'interès, s'obté el



flux mig ponderant la mitjana de la direcció segons la component energètica de cada estat de mar, definida segons el factor  $H^2 \cdot T$ .

Aquest flux energètic s'obtéindrà pels dos punts de difracció que suposa l'extrem nord del dic de recer del Port Fòrum, donat que en l'actualitat el parament és vertical i en el futur s'hi construirà un revestiment d'escullera (veure Figura 6). I alhora també s'obtéindrà per la resta de punts de difracció de la platja: illa central i espigó nord (Figura 7).



**Figura 6.** Punts de difracció segons la situació actual i la situació de projecte



**Figura 7.** Punts de difracció de la resta de la platja del Fòrum

Segons els valors obtinguts, donat que els dos punts de difracció són molt propers i les obres projectades no afecten al propi punt de difracció, els valors obtinguts del flux mig d'energia són pràcticament idèntics, 111.76º per a la situació actual i 111.75º per a la situació de projecte. Pel què fa a la resta de punts, a l'illot central s'hi aprecien clares diferències entre el sud i el nord, 118.04º i 112.03º respectivament, i a l'espigó del Besòs el valor és de 120.30º (si bé aquest valors no variaran entre l'estat actual i l'estat futur, donat que les obres no afectaran l'onatge en aquesta zona).

#### 4.2.2. Forma en planta d'equilibri

Un cop conegut definit el flux mig d'energia, es defineix la forma en planta de la platja, que penja del punt de difracció. La forma d'equilibri, s'establirà sobre la base de formulacions existents a la literatura, comunament usades en el món de l'Enginyeria Marítima i Costanera.

En aquest cas la forma d'equilibri en planta s'ha obtingut d'acord amb la formulació de Tan & Chiew (1994), com a millora a la de Hsu & Evans (1989) per a platges encaixades (veure Figura 8).

L'equació d'aquesta forma en planta ve definida per la següent paràbola:

$$\frac{R}{R_0} = C_0 + C_1 \left( \frac{\beta}{\theta} \right) + C_2 \left( \frac{\beta}{\theta} \right)^2 \quad \text{Eq. 1}$$

on  $C_0$ ,  $C_1$  i  $C_2$  són coeficients que vénen tabulats en funció de la resta de paràmetres.

Aquesta formulació depèn principalment de l'onatge incident en el punt de difracció, i en especial del flux energètic mitjà.

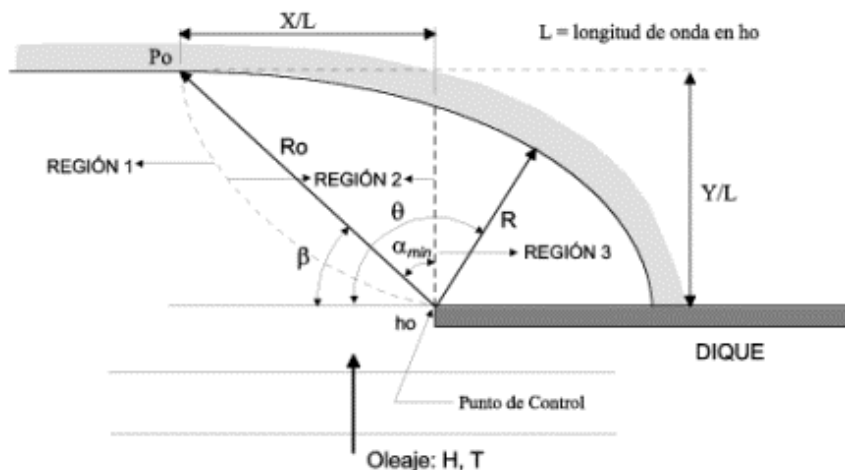


Figura 8. Paràbola d'equilibri segons Tan & Chiew (1994)

D'acord amb aquesta formulació s'han definit les dues paràboles de la forma en planta d'equilibri que es mostren a la Figura 9.



**Figura 9 . Forma en planta d'equilibri actual (blau) i segons projecte (vermell)**

Tal i com s'aprecia en aquesta figura, la platja del Fòrum tendirà a bascular lleugerament cap al nord en el seu extrem sud, de tal manera que en la zona a tocar del port, s'espera que la línia de costa avanci prop de 8 m, que es compensaran de la zona central sud, la qual alhora, no es veurà gaire modificada més enllà donat que la part central de platja penja de l'illot existent, que es va dissenyar per a mantenir la costa amb la forma actual, que mostra un sortint en la zona central.

Així i tot, en el basculament es compensarà una àrea aproximada d'uns 500 m<sup>2</sup>, que generaria un retrocés màxim d'uns 5 m prop del sortint que genera l'illot central.

Amb tot, es considera que l'impacte serà molt petit pel què respecta a l'equilibri de la platja.

## 5. CONCLUSIONS

L'estudi de dinàmica litoral permet valorar la possible afectació de les zones adjacents al port arran de les obres proposades per a millorar la infraestructura. Atès a aquest anàlisis es pot concloure el següent:

- Pel que fa a la zona situada al sud del port, el tram més pròxim al port està protegit per estructures i esculleres. Això deixa la zona sensible a possibles impactes derivats de l'actuació al port (platja de Llevant) massa lluny com per patir canvis morfològics.
- Respecte a la platja adossada al nord del port, l'estudi de la forma en planta d'equilibri verifica que la modificació serà mínima ja que la platja del Fòrum penja de l'illot existent. S'estima que la línia de costa avanci uns 8 m aproximadament a l'extrem adjacent al port i que es produirà un retrocés màxim de 5m a prop del l'illot central .

Per tant, de forma global, és confirma que l'impacte de les diferents actuacions que es proposen executar a la infraestructura del port Fòrum no és significatiu.

A Barcelona, Juny de 2018.



**Oriol Garcia i Arribas**

Enginyer de Camins, Canals i Ports