

OBSEA: CINC ANYS D'EXPERIÈNCIES

J. Santamaria¹, A. Mànuel²

Abstract — This paper summarizes the main activities carried out in the OBSEA underwater observatory during the five years of operation, starting with planning and installation of this

1-ANTECEDENTS, OBJECTIU DEL PROJECTE

L'objectiu central de l'OBSEA és establir una estructura en xarxa que pugui donar suport a la instal·lació submarina de sensors i elements d'investigació oceanogràfica submergits. És modular, ampliable i adaptable a diferents configuracions amb accés normalitzat a un ampli nombre de dispositius de mesura i investigació, proporcionant les eines d'accés, control i gestió necessàries per a obtenir el màxim profit de la instal·lació dels instruments instal·lats en el fons marí.

Els observatoris submarins multidisciplinaris representen un recurs tecnològic excepcional que pot suposar un salt qualitatiu tant en la investigació de les ciències marines com en l'oceanografia operacional, la seva implantació beneficiarà a un ampli espectre d'àrees de coneixement de les ciències marines, biològiques, geològiques, químiques, ambientals i meteorològics.

2-PLANIFICACIÓ: REQUISITS, PERMISOS, CONVENIS I COL-LABORACIONS

Per assolir el dos grans objectius de plataforma tecnològica i científica, el disseny s'ha realitzat observant els següents requeriments:

- Interoperabilitat i flexibilitat per connectar qualsevol instrument.
- Disponibilitat permanent d'energia per l'alimentació dels equips
- Possibilitat de connexió i desconnexió d'instruments submergits
- Connexió en temps real i alta velocitat als instruments.
- Accés remot a les observacions del fons marí.
- Capacitat per gestionar les mostres obtingudes.
- Accés ràpid i fàcil a les dades arxivades.

El sistema que es va dissenyar inicialment es compon d'una estació terrestre i un node submarí al que s'interconnecten els instruments de mesura. El primer node de l'observatori està ubicat a 4 km de la costa de Vilanova i la Geltrú en una zona protegida de pesca amb esculls artificials, que ofereixen un entorn propici per la instal·lació de càmeres submarines que enregistren l'activitat biològica, i queda protegit de l'activitat pesquera.

Per l'instal·lació de l'OBSEA ha calgut demanar permisos tant d'obres com d'ocupació de domini públic. Pel traçat del cable i la ubicació del node les tres administracions hi són competents, l'Ajuntament, la Generalitat i l'Estat.

Ajuntament:

Obres necessàries per la canalització del cable en els trams de terra. Es va signar un conveni de col·laboració entre l'Ajuntament i la UPC en el qual es cedeix a l'Ajuntament part de la canalització construïda a canvi del dret de pas pel subsòl.

Generalitat:

Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, Direcció General de Pesca i Acció Marítima.

Departament de Medi Ambient i Habitatge: Agència Catalana de l'Aigua

Departament de Política Territorial i Obres Públiques: Direcció General de Ports, Aeroports i Costes.

Estat:

Ministerio de Medio Ambiente. Demarcación de Costas en Cataluña de la Dirección General de Costas

Ministerio de Defensa. Instituto Hidrográfico de la Marina

Al voltant de l'OBSEA, s'han signat acords de col·laboració amb el Servei Meteorològic de Catalunya, Institut Geològic de Catalunya, Ajuntament de Vilanova i la Geltrú, Consorci dels Colls i Miralpeix Costa del Garraf, Telefónica, Fundació la Caixa,

3-EXECUCIÓ: CONSTRUCCIÓ, POSADA EN SERVEI I AMPLIACIONS

En el projecte van participar: ABENTEL, Telefónica, Prysmian, Stecma, Contratas Submarinas, Tyco Telecommunications, Serveis Portuaris i Amarratges Vilanova, La Unitat de Tecnologia Marina amb el vaixell oceanogràfic Sarmiento de Gamboa del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, i tot el personal

de SARTI-UPC

Per executar l'operació d'estesa del cable submarí es va elaborar un manual operatiu: MOP: Instalacion Cable y Observatorio Submarino en Vilanova i la Geltrú (BARCELONA), en el que es descriuen els treballs a realitzar en les seves diferents fases, els recanvis, la instal·lació i els empalmes de cable, personal responsable.

Al maig de 2011 l'OBSEA s'amplia la instal·lació amb una boia de superfície equipada amb una estació meteorològica, que possibilita les mesures al llarg de la columna d'aigua. Pot funcionar com element autònom ja que incorpora bateries per l'alimentació dels instruments i la connexió a terra es fa per GPRS OBSEA (figura 1) està equipat amb instruments submergits i de superfície instal·lats a la boia:

CTD (Temperatura, Salinitat i Pressió)

Hidròfon (Senyals acústics)

Correntòmetre Doppler "AWAC"

Mesurador de pH

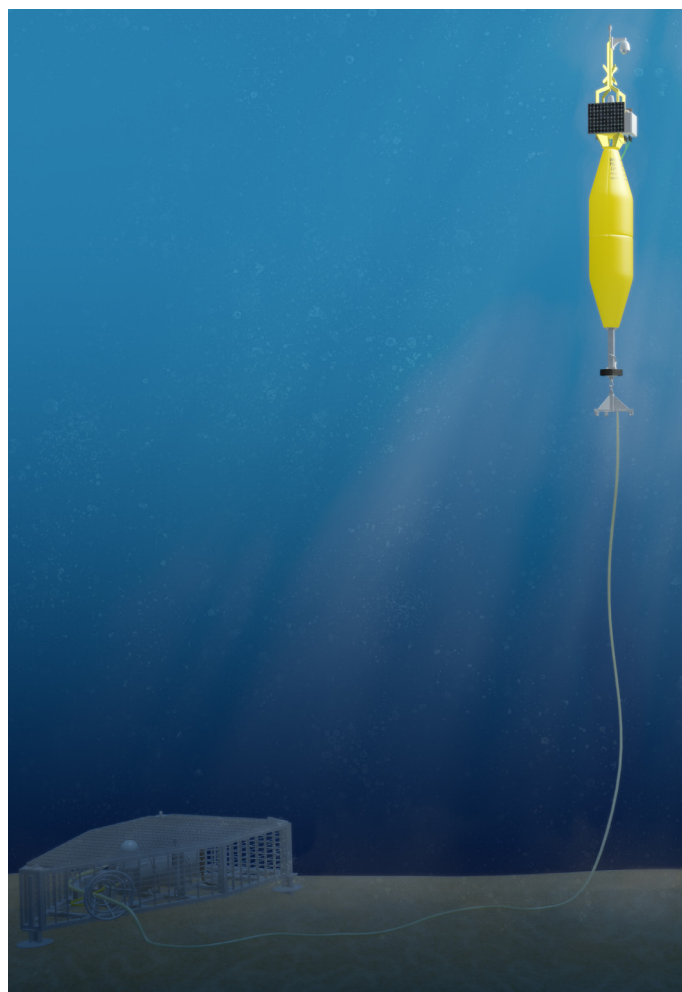
OBS cablejat (sismògraf)

Web-cam submarina

Web-cam de superfície

Estació meteorològica de superfície

Posicionament GPS



4-PROJECTES DESENVOLUPATS AL OBSERVATORI OBSEA

El observatori OBSEA, ha estat possible per la col·laboració de diferents empreses, i gràcies als fons aconseguits en projectes competitius.

4.1. Instal·lació infraestructura de l'OBSEA

> **Construcció observatori OBSEA.** Plataforma oceanogràfica de investigació CTM2004-20100-E. PCT-310100-2005-2, PCT-310100-2006-3, PCT-310100-2007-1
> **Desplegament des de el vaixell d'investigació oceanogràfica Sarmiento de Gamboa de l'Observatori submari OBSEA.** Prototipo preliminar de Observatorio Submarino Expandible Cableado EMSO CAC-2007-0
> **Manteniment OBSEA.** ACI2009-0983 Operatividad laboratorio Submarino. CTM2009-06269-E/MAR Instalación sensores observatorio submarino expansible. CTM2010-11955-E Instalación de equipos en superficie observatorio

4.2. Disseny d'equips de mesura del observatori

> **Protocols d'integració sensor-xarxa:** European Seas Observatory NETWORK. FP6-2005-Global-4 - ESONET 036851-2. CTM2008-04517/MAR. CTM2009-08867 Interoperabilidad en redes de sensores marinos y ambientales
> **Disseny equips submarins:** PET2007_0240. Sismómetro Marino de Profundidad. Caracterización mediante técnicas acústicas impulsivas DPI2007-66615-C02-02/. VALTEC09-1-0059 Sismómetro marí digital amb connexió per cable. CTM2010-15459. Sistemas Inalámbricos para la Extensión de Observatorios Submarinos
> **Avaluació comportament espècies:** Proyecto de Mejora de Eficiencia Energética en Barcos de Pesca Generalitat de Catalunya CTT7725-2009. TRA2009_0294 Redes de sensores submarinos acústicos aplicados al seguimiento de especies de interés comercial. CTM2010-16274 Ritmos fisiológicos e influencia del hábitat en crustáceos de ambientes marinos profundos.

4.3. Participació prevista en Projectes Europeus

> FixO3— Fixed Point Open Ocean Observatories Network FP7 Capacities/ Research Infrastructures Programme. (www.fixo3.eu)
> NeXOS Next generation, Cost-effective, Compact, Multifunctional Web Enabled Ocean Sensor Systems Empowering Marine, Maritime and Fisheries Management Proposal N°: 614102 FP7-OCEAN-2013. The NeXOS project aims to improve the temporal and spatial coverage, resolution and quality of marine observations through the development of cost-efficient innovative and interoperable in-situ sensors deployable from multiple platforms, and Web Services for key domains and applications (<http://www.nexosproject.eu/>).
> Towards A Joint European Research Infrastructure Network For Coastal Observatories. JERICO FP7 Capacities/Research Infrastructures Programme
> Marine Technology Instrumentation. Program Intensive 2013-1-ES1-ERA10-74536
> **MeteoMet Metrology for Meteorology.** European Metrology Research Programme (EMRP). Sensors characteristics for the generation of higher quality climate data.

4.4. Altres treballs i projectes desenvolupats

OBSEA és test-site per tota la Comunitat Europea; l'únic existent en aigües someres i dels pocs existents a nivell mundial. Red de Excelencia ESONET <http://www.esonet-emsu.org> del VI Programa Marco, y del Proyecto EMSO European Multidisciplinary Seafloor Observatory del VII Programa Marco. OBSEA es test-site dins EMSO (http://www.emso-eu.org/management/index.php?option=com_content&task=view&id=126&Itemid=169)
L'observatori està ubicat a l'espai Colls Miralpeix Costes del Garraf, espai declarat Lloc d'Importància Comunitària (LIC) i Zona d'Espècial Protecció d'Aus (ZEPA), integrant de la Xarxa Natura 2000 (ES5110020). Els fons marins juguen un paper fonamental en l'equilibri del nostre ecosistema biòtic, amb un gran valor ecològic i productiu. No obstant això, aquest paper és poc considerat i sovint pateix de grans pressions i vulnerabilitat. A l'Espai "Costes del Garraf" (ES5110020) se li afegeix el fet que es troba en l'àmbit de la Regió Metropolitana de Barcelona, de manera que la pressió a què està sotmès és molt gran. Aquesta proximitat, té un doble vessant ja que tenir un espai ecològicament valuós i ben gestionat pot revertir a un gran volum de població, que gaudirà d'una millor qualitat de vida. Així doncs l'àrea té múltiples valors pels quals cal una actuació, protecció i gestió com la que es va plantejar amb la instal·lació del observatori OBSEA, que ens ha permès avançar i obtenir resultats en diferents línies de recerca que passem a detallar:

4.4.1. Acidificació del aigua de mar

És ben sabut i reconegut que l'augment del contingut de CO₂ a l'atmosfera a causa de les activitats antròpiques està provocant, a través de l'efecte hivernacle, l'escalfament global del planeta. Bona part del CO₂ que emetem els humans està sent absorbit pels mars i oceans, provocant una progressiva acidificació de les aigües. Estudis paleoceanogràfics mostren que, en termes mitjans, els canvis que s'han produït hores d'ara no tenen precedents en els últims 20 milions d'anys. Aquest canvi cap a condicions més àcides porta associat una sèrie d'efectes perjudicials per als organismes marins, sobretot per als que calcifiquen, com els corals, els musclos, les algues coccolitoforals o els pteròpodes. pH de l'aigua al fons marí veure figura 2.

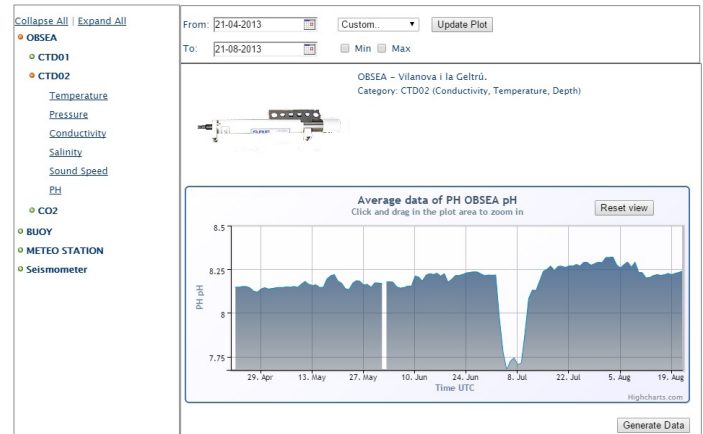


Figura 2. L'observatori permet el registre de llargues sèries temporals de dades. En aquest cas visualitzem el pH del fons marí del període 21/04 al 21/08/2013 informació que es pot generar en diferents formats.

4.4.2. Biologia de les Espècies

Gràcies al ajut Visión submarina: un entorno para el aprendizaje y la experimentación. ACDC 2012 de la Generalitat Catalunya se ha desenvolupant, amb col·laboració del Institut de Ciències del Mar, un entorn per a la participació ciutadana (Citizen Science). Ciència ciutadana és un mètode d'integració de les activitats de divulgació i la recopilació de dades científiques a nivell local, regional, i en grans escales geogràfiques. Involucrar els ciutadans participants directament en el seguiment i la gestió activa de les dades generades en els seus llocs de residència, la ciència ciutadana pot generar poderoses eines de gestió de les bases de dades generades, que condueix a un impacte positiu, acumulatiu, i mesurable sobre la biodiversitat (figura 3).

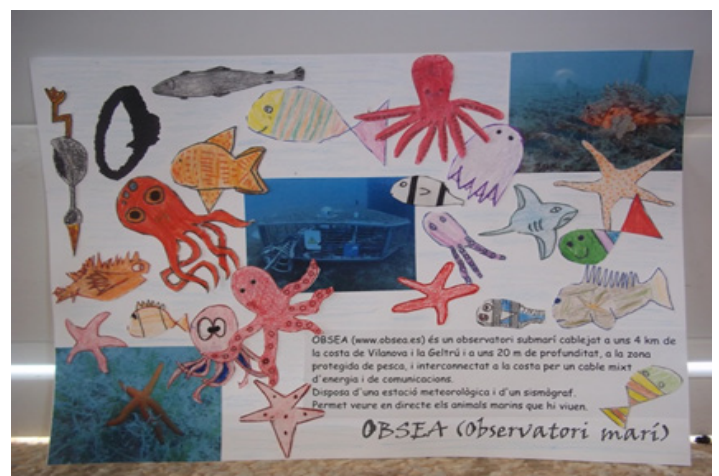


Figura 3. Alumnes de 4 cursos de primària del col·legi els Costarets Sant Pere de Ribes (Barcelona). Panell realitzat amb els dibuixos retallats a partir de la motivació de diferents vídeos i fotos.

CosmoCaixa, de desembre de 2013 fins al desembre de 2014, hi ha la exposició "Mediterrani. El nostre mar, com mai l'has vist" (Figura 4). Exposició que vol donar a conèixer als ciutadans el mar Mediterrani des de diferents punts de vista, la comprensió científica, la riquesa de la biodiversitat, la cultura mediterrània i la investigació per la sostenibilitat. A la mateixa exhibició es mostra la recerca per la sostenibilitat del mar Mediterrani, ja que ha passat a ser una de les zones del món amb uns nivells de contaminació i d'extinció d'espècies més elevats. L'exposició compta amb una part interactiva dedicada a l'OBSEA des d'on es pot conèixer què és un observatori submarí, accedir als diferents equips que formen part de la plataforma, i, capturar imatges de la càmera en directe.

https://www.educaixa.com/microsites/Mediterrani/laboratorio_submarino/

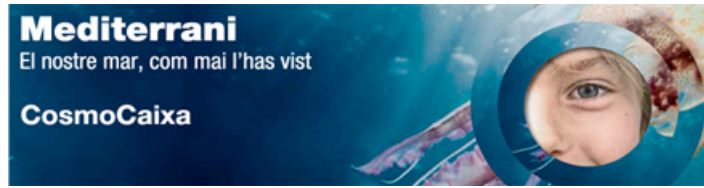


Figura 4.. Cartell de la Exposició Mediterrani

4.4.3. Sismicitat marina

S'ha dissenyat i construït un sismòmetre marí de banda ampla connectat a l'observatori OBSEA. Això ha permès des de el 15 de maig de 2013 que la xarxa sísmica del Instituto Geográfico Nacional (IGN), i del Institut Geològic de Catalunya estiguin rebent la informació enregistrada en temps real. Sismògraf VILA, instal·lat a la plataforma continental davant Vilanova.

http://www.igc.cat/web/ca/simologia_xsis_xarxa.html

4.4.4. Interoperabilitat

Actualment els sistemes d'instrumentació oceanogràfica utilitzen protocols de comunicació propietaris i diferents per a cada fabricant d'equips o sensors. Sent els busos més utilitzats per la seva simplicitat les comunicacions sèrie basades en l'estàndard RS232 orientat a la comunicació punt a punt, i no a la configuració en xarxa. La complexitat que comporta un sistema d'observació submarina augmenta quan augmenta el nombre d'equips sensors o actuadors a monitoritzar i controlar. Sent els estàndards els que fan possible la interoperabilitat, que no només significa intercanvi d'instruments sinó que la informació és comprensible per totes les unitats de processament de dades subsegüents. La informació del sensor ha d'estar acompanyada d'una descripció exhaustiva de la dada en forma d'esquema estandarditzat de tipus metadada. En altres paraules, els estàndards a nivells baixos han de ser fàcilment traduïbles a nivells alts tal com actualment passa en els sistemes SensorML, IEEE1451, PUCK protocol i serveis web (STWS, Smart Transducer Web Services) tecnologia que possibilita l'accés i gestió de la informació de manera remota i flexible via Internet. Aquests estàndards aplicats a sistemes d'observació submarina estan sent desenvolupats en la infraestructura OBSEA, i són una de les aportacions a destacar al desenvolupament i transferència tecnològica marina (figura5).

Cal esperar que els processos d'estandardització en els que participem, generin valor afegit i beneficis. S'ha participat en la redacció de les normatives de estandardització:

- Desenvolupament conjunt MBARI (Monterrey Bat aquàrium) i SARTI-UPC. Open Geospatial Consortium PUCK protocol version 1.4 protocol for RS232 and Ethernet instruments OGC 09-127. http://www.youtube.com/watch?v=W9qjX_rREWY



Figura 5. L'observatori OBSEA, forma part de la Xarxa OpenI00S.org proporcionant dades en temps real juntament amb un centenar d'observatoris marins, principalment als Estats Units. Únic observatori de Europa està a Vilanova i la Geltrú.

- IEEE P1451.2TM /D17 Draft Standard for a Smart Transducer Interface for Sensors and Actuators - Serial point-to-point Communication Protocols and Transducer Electronic Data Sheet (TEDS).
- Es forma part del Smart Ocean Sensors Consortium grups de recerca i empreses de USA i Canada, <http://groups.google.com/group/sosclist/web/sosc-members>.

4.4.5. Eficiència energètica i l'aprofitament de la energia del medi.

L'objectiu fonamental d'aquesta activitat és la investigació i disseny d'innovadors sistemes per la captació de l'energia del medi, per alimentar els equips i sistemes de mesura (Energy Harvesting) ubicats al medi marí i permetre dotar-los d'autonomia. Emprant la infraestructura OBSEA, en aquesta línia d'activitat hem participat en el projecte CEN-20091039, Ocean-Lider. Líders en Energies Renovables Oceàniques Consorci estratègics nacionals d'investigació tècnica liderat per Iberdrola.

4.4.6 Robòtica submarina

L'observatori cablejat, té la limitació de desconèixer els valors dels paràmetres sota estudi en altres punts de mesura de la zona d'interès. Aquesta limitació es pot salvar si fem un vehicle submarí que mostreja diferents punts de l'àrea d'observació i després enviar aquestes dades al observatori submarí. Així dins l'equipament desenvolupat, SARTI ha dissenyat i construït un vehicle submarí que es pot veure a la figura 6. Guanay II, va participar la tardor de 2011 a la experiència "AUV2011 - Underwater robotic experiment in the Mar Menor Coastal Lagoon", dirigida per el Dr. Kanna del Monterrey Bay Aquarium (USA). Amb la participació de vehicles de les Universitats de Porto, Girona i Cartagena. http://www.youtube.com/watch?v=SbHs3X_0T3s&feature=related



Figura 6 AUV Guany II novembre 2011

http://www.youtube.com/watch?v=SbHs3X_0T3s&feature=related

L'observatori OBSEA serà aquest 2014 un dels laboratoris al Roboacademy, European Academy for Marine and Underwater Robotics, Initial Training Networks FP7-PEOPLE-2013-ITN agreement no.: FP7-608096. que coordina Dr Thomas Vögele. Head of International Business Development. Robotics Innovation Center (RIC) Bremen Germany.

4.4.7. Base per a tesis doctorals

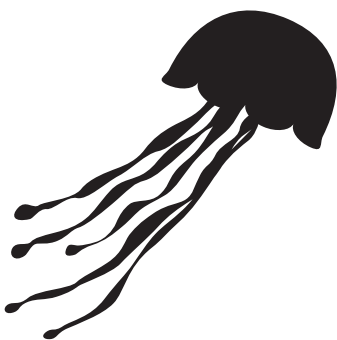
Moltes de les aportacions científicotècniques desenvolupades al voltant de OBSEA han estat recollides en diferents treballs de Tesi: "Sistemas Inalámbricos para la monitorización continua del comportamiento especies marinas" David Sarrià 02/04/2014. "Advances in the Interoperability in Wireless Sensor Networks for Smart Transmission Grid" Daniel Toma 09/10/2012. "Interoperabilidad

en las Redes de Sensores aplicados a la monitorización submarina" Joaquín del Río 21/10/2011. "Aportaciones a la caracterización y minimización del ruido en sismómetros marinos" Xavier Roset 29/07/2011. "Aportaciones a la identificación de señales impulsivas generadas por impactos" Erik Molino 05/2010. "Multidimensional Techniques of Signal Processing Applied to Seismic Data" Sergi Ventosa 05/2009. "Caracterización y Diseño de Sistemas de Registro y Almacenamiento Datos Sismómetros de Fondo Marino" Shahram Shariat 14/12/2007.

La plena operativitat de l'observatori OBSEA, i la seva ampliació amb més nodes, equips e infraestructures, ha permès un increment de la internacionalització mitjançant la interacció amb els grups de recerca de les xarxes europees (ESONET i EMSO) i els observatoris americans (MBARI i Neptune). Ens han permès participar en el complex i encara poc conegut món dels processos que ocorren en els fons marins i que tanquen moltes de les respostes científiques de la dinàmica de sistemes que observem en superfície, amb l'avantatge de mostrejos continus i de llargues sèries temporals. Disposar d'un observatori de les característiques de l'OBSEA en aigües someres, permet liderar a nivell europeu la realització d'assaigs d'equipament tecnològic (nous sensors) com de recerca científica en una zona de fàcil accés i amb connexió "en línia" a la xarxa. Això representa una realitat diferencial respecte a d'altres iniciatives. A la Mediterrània on està ubicat l'observatori OBSEA, s'ofereixen millors condicions meteorològiques i de treball que als emplaçaments del nord d'Europa, les condicions d'aigües poc profundes de l'OBSEA, li confereixen un perfil idoni com a observatori de proves d'equipament i d'experiments a realitzar amb posterioritat en aigües profundes, on una manipulació equivocada pot tenir efectes fatals sobre equip i mesures.

AGRAÏMENT

En el marc de la Unidad Asociada Tecnoterra al CSIC, el projecte CGL2013-42557-R. Interoperabilidad e instrumentacion de plataformas autonomas marinas para la monitorización sísmica i el projecte CTM2010-15459 (subprograma MAR) Sistemas Inalámbricos para la Extensión de Observatorios Submarinos, han contribuït de manera notable a fer possible el desenvolupament del projecte OBSEA.



OBSEA

WWW.OBSEA.ES

EXPANDABLE
SEAFLOOR
OBSERVATORY