



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Dipartimento per il personale, la natura, il territorio e il Mediterraneo

DIREZIONE GENERALE PER IL MARE E LE COSTE

Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza #Next Generation Italia

AVVISO PUBBLICO DI MANIFESTAZIONE DI INTERESSE

PER LA FORMULAZIONE DI PROPOSTE PROGETTUALI NELL'AMBITO DELLA

COMPONENTE INTERMODALITÀ E LOGISTICA INTEGRATA

Investimento 1.1: Interventi di energia rinnovabile ed efficienza energetica nei porti **GREEN PORTS**

"Scheda intervento"

INFORMAZIONI GENERALI	
Autorità di sistema portuale del Mare di Sardegna	
Direzione / Ufficio Responsabile	Direzione Pianificazione e Sviluppo
Riferimenti (email, tel.) del Referente	Dott. Alessandro Franchi franchi@adspmaredisardegna.it ; 070.679531 – 331.1708721
Struttura organizzativa della AdSP/Beneficiario per la gestione del progetto: uffici/servizi coinvolti, indicando ruoli/responsabilità	Ing. Marco Mura Responsabile dell'Ufficio Amministrativo Decentrato di Porto Torres – Responsabile unico del procedimento L'Ing. Mura opera nell'ambito della Direzione Tecnica Nord alla quale fa capo un pool di tecnici (8 unità) di diverse professionalità, ingegneristiche ed architetture, con esperienza pluriennale nel settore della progettazione, realizzazione e manutenzione di opere infrastrutturali ed impianti nel settore portuale. Al fine di assistere l'attività di contabilizzazione, rendicontazione e monitoraggio della presente Azione integrata, la DPS fornirà idoneo supporto al RUP, in forza anche della consulenza che sarà assicurata da società esterna specializzata, all'uopo individuata mediante procedura di affidamento. Si valuterà altresì il ricorso alle assunzioni consentite ai sensi del decreto-legge 9 giugno 2021, n. 80, convertito dalla legge 6 agosto 2021, n. 113 (art. 1 e art. 7). La Direzione Pianificazione e Sviluppo, competente, tra le altre, in materia di Smart & Green Ports, nonché di fundraising, può garantire la propria assistenza grazie a professionalità di ampia esperienza nel settore della gestione dei progetti comunitari.
Titolo della proposta di intervento:	AI_03 - Impianto Idraulico per la cattura dell'energia dal mare "Millepiedi"
Tipologia di intervento (art. 1.2 del presente Avviso)	1
Costo totale dell'intervento (migliaia di €)	3.800
Contributo richiesto (migliaia di €)	3.800
Localizzazione dell'intervento (porto/i)	Porto Torres - Diga foranea di Ponente, Porto Industriale
ELEMENTI DI CONTESTO	



Descrizione puntuale del progetto e della soluzione progettuale (max 10.000 caratteri, spazi inclusi)

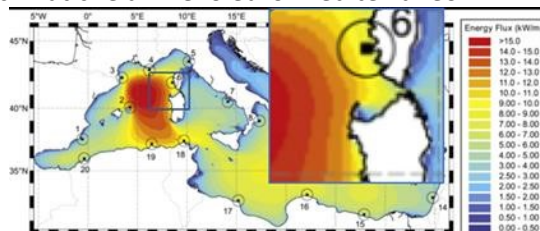
Premessa. Il progetto nel ripristinare una sezione di un'infrastruttura portuale danneggiata consentirà di sfruttare l'energia catturata dal moto ondoso mediante installazione di una macchina idraulica innovativa.

Contesto territoriale e intervento infrastrutturale.

Nel 2019, una violenta mareggiata da Nord-Est ha provocato lo sfondamento di un tratto del molo foraneo del Porto Industriale di Porto Torres. Lo sfondamento del cassone, si presenta attualmente con una larghezza sul fronte interno intorno ai 13 metri, mentre all'esterno la larghezza è di 15 metri. Lo sfondamento ha una forma approssimativamente semicircolare, con una profondità al centro di circa 6 m rispetto al l.m.m. La struttura del cassone terminava poco sopra il livello del medio mare e sovrastante era stato realizzato uno strato di cemento armato dello spessore di circa 2.00 m avente funzione di massiccio di sovraccarico (cfr. AI_03_ALL_03). L'intervento di manutenzione straordinaria del cassone della diga foranea, per le specifiche esigenze e le finalità del presente progetto, verrà progettato e realizzato, mediante l'inserimento di un cassero in acciaio inox (almeno 316 lt) dello spessore di non meno di 5 mm di altezza fino al piano di calpestio e dimensioni perimetrali pari a quelle della seconda cella originaria di 3,98x3,83 m con fondo cieco. Il collegamento dalla parete esterna fronte mare al fondo della cella verrà realizzato mediante due tubazioni DN 1200 parallele. Tale intervento permetterà di installare la macchina idraulica oggetto del presente intervento.

Progetto combinato.

Si tratta, quindi, di un progetto combinato consistente nell'installazione, nella apposita infrastruttura da realizzarsi nella parte danneggiata della diga, di una macchina idraulica avente la capacità di risucchiare dal livello medio mare e trasferire a quote geodetiche rilevanti e/o in autoclave l'energia insita nelle onde marine incidenti originanti OWC in camere di espansione adeguate producendo energia elettrica, anche nei casi di mare calmo. Per questo tipo di applicazione la Sardegna ed in particolare la costa nord-occidentale, come mostra il grafico seguente, presenta le migliori condizioni meteo-climatiche al livello euro-mediterraneo.



La macchina idraulica è il risultato di un progetto di ricerca coordinato dall'Azienda Speciale Parco di Porto Conte, a partire da un brevetto EPO n. 3376023, con la consulenza del DICMM dell'Università degli Studi di Cagliari. Il migliore rendimento funzionale ottenibile è stimato nel 20% rispetto all'energia insita nell'OWC. Con l'Azienda Speciale Parco di Porto Conte è stato sottoscritto un apposito accordo di collaborazione (ex art. 15 della legge 7 agosto 1990, n. 241).



L'attuazione del presente progetto rappresenterebbe la prima applicazione industriale di una soluzione innovativa, replicabile modularmente ("millepiedi") nello stesso porto industriale di Porto Torres, ed in altri porti regionali e nazionali. Si consideri che il molo industriale di Porto Torres dispone di n° 21 cassoni costituiti ciascuno da 4 file di 4 celle della dimensione ciascuna di m 3,15 X 3,15. Detti cassoni, con specifici interventi di adeguamento, potrebbero in futuro accogliere l'inserimento di ulteriori macchine all'interno di ogni cella per un numero complessivo di quattro macchine cadauna. La macchina idraulica è costituita da un corpo galleggiante su cui sono montati una serie di pistoni pompanti ad avanzamento progressivo che consentono l'utilizzo della variazione della OWC sfruttando gli aforismi idraulici e i principi di Archimede, Pascal, Torricelli e Stevino per ottenere il massimo rendimento estrattivo. Nella ipotesi di prospettiva di installazione di più macchine in serie, ogni macchina sarebbe comunque indipendente ed i relativi pistoni collegati ad un collettore di unione a sua volta collegato, mediante valvola di sezionamento, ad un collettore principale, che raccoglierebbe la portata in alta pressione prodotta da una o più macchine per convogliarla ad un'autoclave da cui verrebbe alimentata una turbina pelton per la produzione di energia.

Principio di funzionamento.

Viene esposto un modello composto da cinque steli-pistoni pompanti. Tenendo presente che, in funzione della forza esercitabile dal corpo galleggiante, costituente il principio fisico fondamentale del torchio idraulico inverso, in base alla sua immersione ed altezza dell'onda incidente su parete verticale capace di originare la colonna liquida oscillante (OWC), nel caso di macchine con corpo galleggiante motore di superficie maggiore a quella rappresentata, gli steli-pistoni possono avere sia sezioni di pompaggio, sia numero di singoli elementi cilindrici in pressione maggiorati. In sostanza quando la colonna liquida sale all'interno della cella, genera una spinta archimedeica nel corpo galleggiante che spinge i pistoni in esso cablati, mentre nel momento della discesa, al ritiro dell'onda, il corpo galleggiante discende consentendo l'aspirazione di ulteriore liquido all'interno dei pistoni per la successiva pompata.

Modalità di esecuzione dell'intervento.

L'intervento prevede la demolizione del tratto di banchina danneggiato e la realizzazione di un nuovo cassone per l'alloggiamento della macchina idraulica. Seguirà la fornitura e posa in opera di una macchina completa di galleggiante e pistoni pompanti, la fornitura e posa in opera di apparecchiature idrauliche (piping ed apparecchiature di sezionamento), la fornitura e posa in opera di apposita autoclave per il mantenimento della pressione e della portata, la fornitura e posa di turbina tipo pelton corredata di generatore elettrico e di quadro di comando e manovra. In aggiunta si prevede l'installazione di una cella elettrolitica



campione per la produzione di idrogeno proporzionata alle potenze erogabili dal sistema.

Potenzialità produttiva dell'impianto. La energia elettrica prodotta potrà essere impiegata per l'alimentazione delle utenze del sistema portuale o restituita in rete di distribuzione. Al variare della pressione esterna, a seconda dell'altezza dell'onda incidente riflessa sulla parete verticale normale al suo verso di propagazione, in corrispondenza delle bocche di presa con l'esterno, all'interno del pozzo piezometrico (cella) si origina un movimento della massa liquida la cui variazione di energia potenziale in seno al liquido oscillante è pari a:

$$\Delta E_{(J)} = 0,5 \cdot \rho_w \cdot g \cdot S \cdot H^2$$

Si può ragionevolmente ipotizzare che il pelo libero all'interno della cella possa variare da m -2,2 quando l'onda si ritira completamente fino a + 2,2 ipotizzando un'onda sinusoidale. Conseguentemente, accettando ipotizzando un'oscillazione ondosu con ampiezza esterna massima di 4,5 m ed un periodo di 9 s, come da presunzioni del progetto originario della diga, trascurando il tempo di avvio del moto nelle foronomie comunicanti con la camera interna della colonna liquida oscillante, potremo contare sulla medesima variazione del pelo libero dell'OWC nella cella in cui viene inserita la macchina. Si tenga in debita considerazione il fatto che tali caratteristiche di onda si verificano in condizioni estreme con settore di traversia favorevole e pertanto con frequenza limitata, ma sono utilizzate per il dimensionamento della macchina e per la determinazione della massima potenzialità. Si consideri che la cella dispone di una superficie di 3,15 X 3,15 = 9,92 mq. Pertanto al suo interno si avrebbe la seguente variazione d'energia:

$$E = 0,5 \cdot 1025 \text{ Kg/mc} \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 9,62 \text{ m}^2 \cdot 4,5 \text{ m}^2 = 979.406,49 \text{ Nm} = \text{J}$$

Ed avvenendo tale variazione d'energia in un periodo di 9 s, risulta una potenza idraulica prevedibile (979.406,49 J/9s) = 108.822,94 W ≈ 100 KW. Considerando il rendimento della macchina dell'ordine del 20% la potenza massima ottenibile dall'impianto risulta di circa 20 kW. L'impianto proposto sarà calibrato per erogare una portata di acqua variabile in funzione del moto ondosu (con conseguente variazione di OWC) da 0 (condizioni di mare calmo) a 70 mc/h (nelle condizioni di altezza dell'OWC di 4,5 m) alla pressione costante di 10 bar, garantiti dall'autoclave, per poter alimentare la turbina di produzione.

La produzione annua stimata, in via estremamente cautelativa, ovvero considerando una potenza media annua per metro lineare di parete di diga foranea dell'ordine di 10 kW/ml (in linea con quanto rilevato da dati disponibili in letteratura), considerando un rendimento di impianto del 20% ed un fronte di 3,15 m per cella sarebbe di:

$$5 \text{ kW} \times 0,2 \times 3,15 \text{ m} \times 24 \text{ h} \times 365 \text{ g} = 27.594 \text{ kWh/anno.}$$

È appena il caso di rammentare che l'energia nell'onda progressiva esterna si trova ripartita in parti uguali fra



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

	<p>potenziale e cinetica, pertanto al momento della riflessione sulla parete verticale anche l'energia cinetica si converte in potenziale, conseguentemente la potenza ottenibile offshore risulta disponibile nella misura del 50 %. Ciò giustifica l'opportunità di installare sistemi ad OWC in grado di sequestrare una maggior quantità di energia dal moto ondoso in dighe foranee come quella di Porto Torres. Il fatto che le infrastrutture siano già esistenti e solo da ripristinare limita al minimo qualsiasi impatto ambientale derivante dalla realizzazione del progetto oltre alle economie di realizzazione.</p> <p>Infine si evidenzia la semplicità della macchina idraulica e la sua modularità, che consentirebbe, come detto, una facile estensione ad ulteriori celle di altri cassoni. La vita della macchina, realizzata con materiali pregiati e dotata di sistema di automazione e telecontrollo, è di almeno 15 anni e richiede limitati costi di manutenzione e gestione.</p> <p>In prospettiva futura se si intervenisse nello stesso porto di industriale di Porto Torres sfruttando i cassoni esistenti sarebbe possibile prevedere l'installazione di ulteriori 21 x 4 macchine sfruttando un fronte di diga foranea di 21 X 4 X 3,15 = 265 ml. Si potrebbe pertanto prevedere una produzione di energia. Si potrebbe pertanto prevedere una produzione di energia per le esigenze di auto-produzione del porto industriale di Porto Torres dell'ordine di 2.317.896 kWh/anno.</p> <p>PAI</p> <p>L'intervento si integra con:</p> <ul style="list-style-type: none">• AI_05 – Green Mobility;• AI_07 – Pit e-Stop
Applicazione della normativa vigente in materia urbanistica, ambientale e di appalti pubblici	Applicazione del Codice dei contratti per l'affidamento dei lavori di realizzazione dell'opera.
Elementi di coerenza con gli strumenti di pianificazione vigenti, con le Linee Guida DEASP e con l'Allegato VI al Regolamento (UE) 2021/241 del Parlamento europeo e del Consiglio del 12 febbraio 2021 che istituisce il dispositivo per la Ripresa e la Resilienza	<p>L'intervento è coerente con:</p> <ul style="list-style-type: none">• DEASP – Aggiornamento 2020 - Sezioni VII e VIII• Reg. (UE) 2021/241: 081 - Altri porti marittimi; 031 - Energia rinnovabile: marina; 026 - Rinnovo di infrastrutture pubbliche sul piano dell'efficienza energetica e misure relative all'efficienza energetica per tali infrastrutture, progetti dimostrativi e misure di sostegno
Elementi giustificativi a corredo della disponibilità delle aree oggetto dell'intervento e/o delle relative autorizzazioni necessarie per la realizzazione	<p>L'intervento si realizza interamente all'interno delle aree di competenza dell'AdSP.</p> <p>Non sono previste autorizzazioni per la disponibilità delle aree interessate.</p>
Verifica della necessità di acquisire pareri amministrativi e indicazione degli attori coinvolti	Non sono previste autorizzazioni da parte di altri Enti terzi.



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

Nel caso di cooperazione tra più soggetti coinvolti nella realizzazione dell'intervento, eventuali protocolli già sottoscritti o in fase di sottoscrizione. Dovrà essere esplicitato il ruolo, i compiti e le attività che ciascun soggetto deve implementare per la piena realizzabilità e operatività dell'intervento	Accordo di collaborazione ex art. 15 della legge 7 agosto 1990, n. 241, sottoscritto in data 29.10.2021 tra l'Azienda Speciale Parco di Porto Conte e l'Autorità di sistema portuale del Mare di Sardegna, cui si rinvia (in allegato AI_03_ALL_01) per l'esplicitazione dei compiti e delle attività dei soggetti intervenienti.
Documenti grafici e tabellari allegati	Si allegano: <ul style="list-style-type: none">• AI_03_ALL_01: Accordo di cooperazione• AI_03_ALL_02a: Quadro Economico infrastruttura• AI_03_ALL_02b: Quadro Economico impianto• AI_03_ALL_03: Ambito di intervento• AI_03_ALL_04: Cronoprogramma finanziario
Stima delle tonnellate di CO ₂ e della somma di SO _x , NO _x e PM risparmiate annualmente	In considerazione della produzione annua di energia stimata per l'installazione della singola macchina si avrà: <ul style="list-style-type: none">— una riduzione delle emissioni di 7.348 ton/anno di CO₂;— ulteriori benefici collaterali per altri fattori inquinanti pari a 7,21 ton/anno quale somma delle riduzioni di SO_x, NO_x e PM.

SCHEDA ECONOMICO-FINANZIARIA

Analisi Costi-Benefici ovvero Costi-Efficacia per l'intervento redatta secondo le indicazioni descritte nel cap. 5 delle Linee Guida per i DEASP	<p>Trattandosi, ai sensi del cap. 5 delle Linee Guida per i DEASP, di un'opera ambientale inferiore ai 10 milioni di euro si è fatto riferimento ad una analisi di valutazione semplificata del tipo costi – efficacia che rapporta i costi economici dell'intervento al principale beneficio atteso della riduzione delle emissioni di CO₂, trattandosi di un progetto energetico-ambientale. Quest'ultima va valutata con riferimento alle prospettive future di implementazione in serie dell'impianto qui proposto, alla sua produzione industriale ed alle relative economie di scale nelle spese di investimento per tale tipo di applicazioni, soprattutto quando installabili sfruttando le infrastrutture portuali esistenti. E' il caso di Porto Torres dove la sola possibile e auspicabile estensione del progetto alle altre porzioni dello stesso porto industriale consentirebbe di installare ulteriori 84 macchine. Tale intervento, in termini di costi di investimento potrebbe sfruttare forti economie di scala, conseguenti ad una auspicabile produzione industriale in serie degli impianti idraulici di cattura dell'energia, ed in considerazione dei trascurabili costi infrastrutturali necessari. In termini di soli benefici ambientali consentirebbe di ottenere:</p> <ul style="list-style-type: none">— una riduzione di 617.256 ton/anno di CO₂;— significativi benefici collaterali per la riduzione di altri fattori inquinanti pari a 606 ton/anno quale somma delle riduzioni di SO_x, NO_x e PM. <p>Per queste ragioni l'Autorità di sistema portuale del mare di Sardegna guarda con interesse agli sviluppi economici e sociali del progetto ed ai suoi benefici attesi che in prospettiva potrebbero consentire l'installazione in serie di altre macchine di cattura dell'energia dal mare nell'ottica di una progressiva riqualificazione innovativa dei porti italiani in “green port”</p>
--	--



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

	altamente performanti. Inoltre, tale tipo di impianti di produzione di energia dal mare sarebbero facilmente raccordabili ed integrabili funzionalmente in sito (filiera corta) con altri impianti di produzione, a seconda delle esigenze, di acqua dolce (dissalazione) e, soprattutto, di idrogeno verde. L'auspicio è, pertanto, quello che il presente progetto, in termini di costi-benefici per dimostrarne la sua convenienza pubblica, sia valutato per le sue più ampie prospettive di implementazione futura tenendo nella dovuta considerazione i benefici per la collettività, in un'ottica di innovazione ambientale e di ricadute sociali ed economiche.
Quadro Economico	Vedi allegati: — AI_03_ALL_02a (parte infrastrutturale); — AI_03_ALL_02b (parte impiantistica).
Sintesi delle forme e fonti di finanziamento per la copertura della spesa complessiva	L'intervento sarà sostenuto con fondi propri dell'AdSP presenti nel bilancio di previsione 2022 (Programma Triennale Opere) approvato in data 02.11.2022 per la parte relativa all'intervento infrastrutturale.
Assenza di duplicazione di finanziamenti per le stesse opere provenienti da altri fondi comunitari, nazionali e regionali	Si conferma l'assenza di duplicazione di finanziamenti per le medesime opere.

CRONOPROGRAMMA TEMPORALE E PROCEDURALE

Cronoprogramma delle fasi attuative, con l'indicazione dei tempi massimi di svolgimento relativamente almeno alle attività di: i) progettazione, ii) approvazione, iii) affidamento, iv) esecuzione, v) collaudo	<ul style="list-style-type: none">– Progettazione: 3 mesi– Approvazione: 6 mesi– Affidamento: 3 mesi– Esecuzione: 18 mesi– Collaudo: 3 mesi
Cronoprogramma finanziario, con indicazione dei tempi relativi alla spesa sostenuta rispetto alla realizzazione di ciascuna delle attività descritte al punto precedente	V. allegato AI_03_ALL_04

LIVELLO E MODALITÀ DI APPLICAZIONE DEI CRITERI AMBIENTALI MINIMI E DEGLI OBIETTIVI SOCIALI NELL'APPALTO

Modalità di applicazione dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) nelle opere da appaltare	<ul style="list-style-type: none">• <u>Specifiche tecniche</u>: così come definite dall'art. 68 del D.lgs. 50/2016, "definiscono le caratteristiche previste per lavori, servizi o forniture. Tali caratteristiche possono inoltre riferirsi allo specifico processo o metodo di produzione o prestazione dei lavori, delle forniture o dei servizi richiesti, o a uno specifico processo per un'altra fase del loro ciclo di vita anche se questi fattori non sono parte del loro contenuto sostanziale, purché siano collegati all'oggetto dell'appalto e proporzionati al suo valore e ai suoi obiettivi".• <u>Criteri premianti</u>: ovvero requisiti volti a selezionare prodotti/servizi con prestazioni ambientali migliori di quelle garantite dalle specifiche tecniche, ai quali attribuire un punteggio tecnico ai fini dell'aggiudicazione secondo l'offerta al miglior rapporto qualità-prezzo.• <u>Clausole contrattuali</u>: forniscono indicazioni per dare
---	---



MINISTERO DELLA TRANSIZIONE ECOLOGICA

	esecuzione all'affidamento o alla fornitura nel modo migliore dal punto di vista ambientale.
Previsione di applicazione dei principi di cui al documento 2021/C 237/01 «Acquisti sociali — Una guida alla considerazione degli aspetti sociali negli appalti pubblici (seconda edizione)» pubblicato nella GU della UE il 18 giugno 2021	<p>Verrà garantito il rispetto dei diritti umani e questioni legate al commercio etico:</p> <ul style="list-style-type: none">– aumentando la trasparenza nelle catene di approvvigionamento, anche attraverso il monitoraggio dei subappaltatori e dei loro subappaltatori;– analizzando rischi specifici all'interno delle catene di approvvigionamento;– richiedendo a contraenti e subappaltatori di adottare misure per migliorare le condizioni dei lavoratori lungo la catena di approvvigionamento e affrontando violazioni potenziali o individuate di diritti umani nel processo di produzione;– incoraggiando codici di condotta rigorosi per i fornitori in materia di responsabilità sociale. <p>Sarà inoltre assicurato il pagamento entro il termine di 30 giorni imposti dalla direttiva.</p>
INFORMAZIONE AGLI ATTORI COINVOLTI	
Attività di comunicazione prevista per i soggetti coinvolti nel processo, direttamente o indirettamente, al fine di garantire la conoscenza del sistema implementato sia da parte della cittadinanza che degli operatori portuali	<p>In ragione anche della collaborazione sottoscritta con l'Azienda Speciale Parco di Porto Conte, si prevede non solo alla conclusione dell'intervento, ma durante la sua attuazione, una adeguata campagna di comunicazione e sensibilizzazione della cittadinanza, degli studenti e degli operatori economici per una chiara rappresentazione della portata ambientale e sociale del progetto e dei suoi caratteri innovativi.</p> <p>L'Azienda Speciale è Ente gestore di un parco (il Parco di Porto Conte ad Alghero) e di un'area protetta (l'Area Marina di Capo Caccia – Isola Piana), quindi già particolarmente impegnato sui temi dell'educazione ambientale, della sostenibilità e della comunicazione sui temi dei cambiamenti climatici e delle azioni di contrasto e adattamento.</p> <p>La conoscenza del sistema innovativo implementato sarà assicurata attraverso specifiche azioni di comunicazione ed educazione ambientale, pubblicazioni, seminari, workshop ed anche attraverso un largo uso dei principali social media.</p>