



Comune di Marsala

Medaglia d'Oro al valore civile

PO FESR SICILIA 2014-2020

Asse Prioritario 6 " Tutelare l'Ambiente e Promuovere l'uso Efficiente delle Risorse"

Azione 6.5.1 "Azioni previste nei Prioritized (PAF) e nei Piani di Gestione della Rete Natura"

Interventi finalizzati al **Recupero** delle condizioni **I** ambientali del bacino dello Stagnone di **Marsala**: applicazioni operative ed elaborazione di **SCE**nari (**RINASCHE**)

Esecuzione di rilievi Multi-Beam e Laser Scanner integrato da eseguire nell'area della laguna dello Stagnone di Marsala

RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

A. PREMESSE

L'intervento proposto interessa aree di rilevanza naturalistica della Rete Ecologica Siciliana proponendo, in particolare, un progetto denominato "**Interventi finalizzati al Recupero delle condizioni I ambientali del bacino dello Stagnone di Marsala: applicazioni operative ed elaborazione di SCE nari (RINASCHE)**"

Tutti gli interventi proposti rispettano le disposizioni in materia ambientale, ed in particolare della **Direttiva 92/43/CEE** per gli interventi (operazioni) ricadenti nella Rete Natura 2000.

L'area oggetto dello studio è ubicata nella parte sud-occidentale della Sicilia ed interessa il territorio comunale di Marsala. Per quanto concerne le Carte Tecniche Regionali scala 1:10.000 i siti ricadono nelle tavole 605060, 605100, 605140.

L'estensione dell'area oggetto di studio è di circa **1802 Ha**.

Si tratta di un'area costiera che costeggia la Laguna dello Stagnone posta a nord della città di Marsala. Il Sito è interessato dal **Piano Gestione dei siti Natura 2000 denominato "Saline di Trapani e**

Marsala" approvato con Decreto del Dirigente Generale del Dipartimento Regionale dell'Ambiente n° 402 del 17/05/2016.

In particolare i siti interessati sono:

- **SIC, Siti di Importanza Comunitaria**, Direttiva 92/43/CEE "Habitat" recepita con D.P.R. n. 357 dell'8 settembre 1997 s.m.i.:
 - **ITA010021 – Saline di Marsala**
 - **ITA010026 – Fondali dell'isola dello Stagnone di Marsala**
- **ZPS, Zone di Protezione Speciale**, Direttiva 79/409/CEE "Uccelli" recepita con D.P.R. n. 357 dell'8 settembre 1997 s.m.i.:
 - **ITA010028 – Stagnone di Marsala e Saline di Trapani – Area marina e terrestre**
- **Riserva Naturale Orientata "Isole dello Stagnone di Marsala"**, costituita con Decreto n. 215 del 4/7/1984, ai sensi e per gli effetti dell'art. 31 della L. R. n. 98/81, e successivo D. A. n. 412/44 del 15/6/1996, con cui si è proceduto alla revisione della perimetrazione e del regolamento della stessa.

L'intervento risulta coerente con quanto previsto nelle strategie gestionali del suddetto Piano di Gestione approvato. L'intervento, inoltre, si potrà integrare in sinergia con altri interventi che interessano l'intera area dello Stagnone.

Tutti gli interventi salvaguarderanno la connettività ecologica e risulteranno sostenibili dal punto di vista della gestione; avranno, inoltre, un carattere di innovatività sia per quanto riguarda la tutela che la valorizzazione del patrimonio naturale presente nell'area.

B. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto che si intende implementare riguarda il miglioramento e il ripristino dell'ambiente lagunare dello Stagnone di Marsala, con particolare riferimento alla circolazione idrica della parte nord occidentale della laguna. E' infatti noto che i tempi di ricambio idrico in una laguna rivestono un ruolo fondamentale nella qualità delle acque e nell'equilibrio dell'ecosistema acquatico. Diversi studi condotti nell'ultimo trentennio hanno dimostrato la delicatezza di tale equilibrio che, nel tempo, è stato in qualche modo turbato dall'azione dell'uomo. La circolazione della laguna è principalmente dovuta all'azione del vento e delle maree, ma è di fatto fortemente influenzata dai bassissimi fondali che si sono formati nella parte nord della laguna. Tale condizione è in parte spiegata dall'interrimento della bocca Nord, ma sicuramente le modifiche morfologiche che sono state apportate nell'attuale Isola Lunga negli ultimi due secoli hanno giocato un ruolo fondamentale nella riduzione degli scambi idrici con il mare aperto. E' infatti dimostrato che l'Isola Lunga è nata dall'unione di tre isole realizzata per la costruzione delle saline. La riduzione degli scambi idrici e l'incremento dei tempi di residenza, associati ad un incremento della temperatura media dell'acqua hanno, nel tempo, influenzato l'assetto ecologico della laguna. La stessa distribuzione della vegetazione sommersa è stata influenzata da questi fattori. Fino alla metà degli anni '90 all'interno della laguna era presente una prateria di Posidonia oceanica, sotto le forme peculiari di cordoni ed atolli. La zona a ovest di Mothia era caratterizzata dalla presenza di tali formazioni. Tuttavia già da allora studi appositamente realizzati avevano evidenziato **una tendenza alla riduzione degli scambi idrici col mare aperto** e, quindi, un deterioramento dell'ecosistema a Posidonia oceanica all'interno di questa parte di laguna. A maggior ragione questi fenomeni si accentuano all'altezza dell'Isola di Santa Maria.

Gli effetti di tali interventi saranno **monitorati** tramite un sistema di sensori appositamente installati.

C. OBIETTIVI SPECIFICI DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione del Rilievo batimetrico dell'area della Laguna dello Stagnone di Marsala, da effettuarsi con strumentazione e metodologia adeguate alla raccolta di informazioni utili alla descrizione

della morfologia e dell'andamento delle profondità della laguna, nonché alla formazione della Mesh di calcolo del modello numerico a supporto delle ulteriori indagini ed approfondimenti facenti parte del progetto di recupero, conservazione e gestione della naturalità dell'area.



La **batimetria** è una disciplina della oceanografia e della geodesia che si occupa della misura delle profondità e della rappresentazione cartografica dei fondali. I rilievi batimetrici vengono effettuati quindi per la conoscenza dell'andamento morfologico del fondale marino e lacustre. Sono necessari alla

progettazione ed al monitoraggio delle opere marittime e fluviali, nei dragaggi e ripascimenti e negli studi per l'erosione delle coste.

Il Servizio prevede l'esecuzione di **rilievi Single-beam e Multi-beam** da eseguire nella Laguna dello Stagnone) per un'area di circa **Ha 2.300,00**.

Il rilievo si articolerà in un'unica campagna di rilevamento con inquadramenti geodetici, sistemi di posizione di superficie e rilievi topo-batimetrici.

La batimetria sarà misurata e utilizzata nella **modellazione della circolazione generale e nella stima della variazione dei tempi di residenza**.

D. CARATTERISTICHE DELLE PRESTAZIONI

Il servizio richiesto prevede un rilievo batimetrico con ecoscandaglio idrografico di tipo **Single-Beam** dalla profondità di -0,50 m s.l.m. a -8,00 m s.l.m. Il rilievo, potrà essere completato, ove lo consente la profondità, con modalità **Multi-Beam**.

Le prestazioni richieste riguarderanno l'area della laguna individuata negli elaborati cartografici (All. 1 – planimetria Carta Tecnica Regionale) i cui vertici di delimitazione riportano le seguenti coordinate geografiche:

DENOMINAZIONE VERTICE	COORDINATE
V_1	37°49'8.66"N
	12°24'40.91"E
V_2	37°48'50.97"N
	12°27'24.37"E
V_3	37°54'56.66"N
	12°26'10.57"E
V_4	37°54'4.19"N
	12°28'5.62"E

Il rilievo batimetrico costiero per mezzo di ecoscandaglio Single-Beam viene condotto seguendo le linee di profilo tracciate secondo il progetto, poste in genere ortogonalmente alla costa, integrate da ulteriori rotte perpendicolari alle precedenti che servono per controllo.

Le indagini vengono generalmente effettuate a mare completamente calmo ed in assenza di vento. Le sezioni di scandagliamento sono percorse con una imbarcazione che si muove a velocità bassa e costante lungo le rotte prefissate. Generalmente vengono utilizzati, per questo tipo di rilievi, piccoli natanti dal basso pescaggio in quanto devono avvicinarsi il più possibile alla riva.

Per il rilievo batimetrico viene utilizzato un sistema di acquisizione dei dati automatico-digitale, con posizionamento del natante in tempo reale tramite tecnologia GPS con correzione delle coordinate via radio modem. Tale sistema permette di realizzare il rilievo delle linee senza alcun allineamento e di avere una correzione istantanea della quote.

Il GPS di bordo trasmette in tempo reale, a frequenze molto elevate, le coordinate (Est, Nord e quota) al software di navigazione.

L'operatore sul natante dirige l'imbarcazione seguendo le indicazioni sul video del calcolatore, ove è indicata la traccia che rappresenta la linea teorica da rilevare e la posizione istantanea del natante.

Una volta portata l'imbarcazione in allineamento con la sezione da rilevare, l'operatore segue con maggior precisione possibile la linea di progetto visualizzata, iniziando l'acquisizione dei dati. Sono inoltre visibili il fuori-rotta, la velocità in nodi, l'angolo di governo, la distanza dall'inizio e dal fine rotta, il numero di evento e altri valori utili per il rilievo.

Questa tecnologia offre notevoli vantaggi; calcolando infatti il GPS, oltre che le coordinate, anche la quota assoluta del trasduttore in tempo reale e con precisione centimetrica, diventa possibile, in abbinamento con i dati provenienti dall'ecoscandaglio, correggere automaticamente tutte le oscillazioni della superficie marina (marea, onde, sovrizzo dovuto alla massa d'acqua spinta dal vento) durante il rilievo.

Gli ecoscandagli utilizzati dovranno essere di tipo idrografico con una precisione di 1-2 cm. La frequenza adottata è generalmente di circa 200 KHz, per garantire un rilievo accurato del fondale con poca interferenza della colonna d'acqua. Il cono di emissione dello strumento è solitamente molto stretto per garantire una elevata risoluzione geometrica. È richiesta una frequenza di almeno un impulso (beam) per secondo.

Per garantire la congruenza tra le misure di profondità e quelle planimetriche, l'ecoscandaglio deve essere posizionato in asse al ricevitore per la posizione planimetrica o alternativamente vengono calcolati i relativi off-set. Ad inizio e fine rilievo si dovrà procedere alla taratura dell'ecoscandaglio.

I lavori di rilievo dei fondali specificati dovranno essere effettuati con una imbarcazione, in possesso delle autorizzazioni rilasciate dalla Autorità Marittima competente per l'esecuzione dei rilievi in oggetto, in grado di ospitare oltre i tecnici necessari all'esecuzione del rilievo almeno un rappresentante della D.L. e dovrà avere pescaggio massimo pari ad un metro, per consentire l'acquisizione dei dati anche in presenza di basso fondale.

Il rilievo geomorfologico di caratterizzazione del fondale andrà eseguito con sistema basato sulla tecnologia tipo sonar a scansione laterale.

Il sistema di posizionamento per tutte le fasi dei rilievi dovrà essere del tipo GPS in modalità RTK, a tal fine si dovrà materializzare con una borchia in ferro un caposaldo di riferimento.

La campagna di rilievo topo-batimetrico prevede:

- Inquadramento geodetico della campagna di rilievo;
- Rilievo batimetrico Single-Beam con utilizzo di strumentazione GPS geodetico fino alla profondità consentita dall'imbarcazione;
- Restituzione cartografica dei rilievi effettuati.

Le quote dovranno essere riferite al Livello Medio Mare dell'IGM.

A tal fine per determinare la differenza di quota tra l'ellissoide ed il livello medio mare e per eventuali trasformazioni di geodesia che potranno essere richieste per fornire le coordinate nel sistema geodetico nazionale Gauss-Boaga, dovranno essere ottenute mediante i grigliati ed il relativo software di calcolo, di cui si dovranno fornire i tabulati di input ed output.

Per la determinazione dei livelli di marea durante l'esecuzione dei lavori, necessari per la correzione dei dati batimetrici acquisiti, si potranno utilizzare le informazioni di quota fornite dal sistema GPS RTK, o utilizzare i dati registrati da un mareografo installato in prossimità dell'area interessata dai rilievi.

Prima dell'inizio delle operazioni di rilievo dovranno essere forniti alla stazione appaltante copie dei certificati di garanzia della strumentazione da utilizzare e la lista dei controlli di calibrazione da effettuare a bordo nonché eventuali certificati di calibrazione degli strumenti.

Le specifiche minime della strumentazione da utilizzarsi per il rilievo marino sono le seguenti:

- Sistema Single Beam - Ecoscandaglio di precisione che lavora su doppia frequenza, il range di profondità sul quale può essere adoperato è compreso tra i 20 cm e i 30 m.
- La configurazione tipica utilizzata si compone di una stazione GPS base, posta a terra su un punto di coordinate note e di una stazione GPS rover installata su un natante, collegate via radio e utilizzate in modo cinematico differenziale (RTK). L'acquisizione continua della profondità del battente d'acqua avviene utilizzando un ecoscandaglio digitale anch'esso interfacciato al sistema. Le misure di posizione e di profondità, acquisite con scansione temporale regolare ed opportunamente correlate tra loro, consentono la determinazione delle coordinate planaltimetriche del fondale lungo le rotte mantenute dal natante durante la navigazione. L'acquisizione e la correlazione dei dati avviene utilizzando un software idrografico che controlla in tempo reale i dati acquisiti. La navigazione può avvenire in modo libero o vincolato a percorsi predefiniti e l'acquisizione dei punti automaticamente assoggettata a filtri scelti: acquisizione a tempo, a distanza, con controllo dell'operatore e nel caso di sezioni, entro una fascia nell'intorno della sezione stessa. Queste modalità lasciano all'operatore la concentrazione necessaria a pilotare l'imbarcazione sui percorsi scelti, mentre il programma agisce automaticamente. Una volta eseguito il rilievo, l'elaborazione dei dati avviene con l'utilizzo di software dedicati che permettono l'elaborazione di modelli matematici a curve di livello e l'estrapolazione di sezioni libere o vincolate ad un asse di riferimento con eventuale calcolo dei volumi.
- Sistema Multi-beam (opzionale) - Ricevitore base in doppia frequenza L1/L2 per rilievi in tempo reale (RTK) e post processing • Ricevitore rover in doppia frequenza L1/L2 per rilievi in tempo reale (RTK) e post processing • Ecoscandaglio

Determinazione dei punti geodetici di inquadramento del rilievo

Il sistema geodetico utilizzato sarà UTM — ETRF2000 (Ellissoide WGS84 , proiezione UTM, fuso 32N); la restituzione delle coordinate planimetriche dei punti sarà anche fornita nel Sistema Nazionale Gauss Boaga ETRF 1989 (Ellissoide Internazionale orientato a Roma M. Mario 1940, fuso Ovest).

Il rilievo sarà inquadrato sui punti geodetici della rete trigonometrica italiana dell'Istituto Geografico Militare (IGM) o su quelli di raffittimento collaudati. Nel caso si usino servizi di correzione della posizione (NRTK) bisognerà specificare il datum rispetto al quale tali servizi operano.

Il datum verticale dovrà essere riferito allo 0 IGM.

Per la trasformazione da UTM-WGS84 a Gauss-Boaga e per l'ondulazione geoidica devono essere utilizzati i software e i grigliati di trasformazione pubblicati dall'I.G.M. nella loro versione più recente.

I punti distribuiti in modo uniforme lungo il perimetro a terra dell'area da esplorare, dovranno essere materializzati tramite borchia infissa su supporto stabile ed inamovibile, ed opportunamente monografati N.3 Caposaldi e la "Reference Station" di riferimento del Sistema Satellitare.

Ogni monografia dovrà presentare al suo interno i seguenti elementi grafico – analitici di identificazione:

- Dettaglio fotografico
- Schizzo planimetrico
- Coordinate Cartesiane Gauss-Boaga Datum Roma 1940
- Coordinate Geografiche Gauss-Boaga Datum Roma 1940
- Quota Ortometrica IGM
- Coordinate Cartesiane Wgs 84 –Proiezione U.T.M. Fuso 32

- Coordinate Geografiche Ellissoide Wgs 84
- Quota Elissoidica Wgs 84

Correzione della Marea

La Ditta esecutrice dovrà determinare le correzioni di marea utilizzando preferibilmente tecniche GPS-RTK.

Nel caso in cui non sia possibile utilizzare una correzione della quota automatica, i valori di profondità ottenuti dalla strisciata batimetrica andranno riportati allo Zero I.G.M. tramite le correzioni di marea e di pressione atmosferica. Il grafico della marea dovrà essere ottenuto tramite mareografo o da letture di un'asta graduata, livellata da un caposaldo di 1° ordine e posizionata in zona di mare calmo. Le letture dovranno essere effettuate ogni 30 min per tutta la sessione del rilievo batimetrico e fornite come restituzione all'Ente appaltante.

La media dei valori assoluti degli errori non dovrà superare i cm 10.

Il massimo dei valori assoluti degli errori non dovrà superare cm 15.

Gli errori di cui saranno affette le misurazioni, nei limiti posti dai due precedenti punti, dovranno essere errori casuali e assolutamente non sistematici, cioè dovranno essere errori con media compresa fra cm -1 e +1 (approssimativamente nulla).

I dati dovranno essere restituiti in copia cartacea, con planimetria in scala 1:500 ed in formato DWG e DXF 2D e 3D editabile

I dati batimetrici dovranno essere elaborati mediante **software specifici** al fine di consentire:

- ✓ la pulizia dei dati di navigazione;
- ✓ la pulizia dei dati di profondità;
- ✓ l'applicazione delle correzioni di marea;
- ✓ la produzione del Modello Digitale del Terreno (DTM) con maglia di massimo ml 1 x ml1.
- ✓ L'estrazione dal DTM di profili batimetrici, isobate, piano quotato, da produrre in formato DWG e DXF;

Dovranno essere consegnati alla stazione appaltante i seguenti allegati su supporto cartaceo ed informatico:

- ✓ relazione descrittiva del rilievo contenente:
- ✓ estratto diario di bordo;
- ✓ descrizione procedure di lavoro;
- ✓ specifiche strumentazione utilizzata;
- ✓ tabelle di marea registrate nel periodo;
- ✓ carte plano batimetriche in formato vettoriale CAD ed in formato PDF
- ✓ GRID fiel del Modello Digitale Terreno
- ✓ Griglia utilizzata per la generazione del DTM

Gli allegati sopraindicati costituiscono requisito minimo. Il professionista può fornire ogni elemento aggiuntivo che ritenga utili al qualificare il lavoro svolto.

E. AREE DI INDAGINE E TEMPISTICA DI ESECUZIONE

L'area di indagine come individuata ai precedenti articoli può subire variazioni in ordine alla individuazione dei limiti massimi del bacino da rilevare a seguito di opportuna segnalazione e

valutazione dell'esecutore sulla base di riscontri oggettivi dovuti a peculiarità non prevedibili in fase di predisposizione degli atti propedeutici all'affidamento.

Prima dell'inizio del rilievo, secondo le tempistiche fissate dal contratto, l'affidatario dovrà fornire al Responsabile Unico del Procedimento o ad altra persona indicata dalla Stazione Appaltante una planimetria contenente la programmazione delle rotte di rilievo su cui intende impostare il lavoro per la necessaria approvazione.

Il Responsabile Unico del Procedimento indicata dalla Stazione Appaltante potrà modificare la programmazione delle rotte di rilievo, in base a sopravvenute esigenze.

I tempi di esecuzione della campagna di rilevamento, comprensivi della consegna degli elaborati sono:

- a) inizio entro 20 gg dalla comunicazione
- b) termine entro 40 gg, con condizioni meteo favorevoli.

L'inizio e la conclusione della campagna dovranno essere comunicati via pec al Responsabile Unico del Procedimento o ad altra persona indicata dalla Stazione Appaltante, ai fini della verifica di regolare esecuzione.

Il Responsabile unico del procedimento e il direttore dell'esecuzione del contratto, al termine delle prestazioni, effettuati i necessari accertamenti, rilasceranno idoneo certificato attestante l'avvenuta ultimazione della prestazione.

L'esecutore che, per cause a lui non imputabili, non sia in grado di ultimare le prestazioni nel termine fissato, può richiederne la proroga ai sensi dell'art. 107, comma 5, del D.lgs. 50/2016.

F. STIMA DEI COSTI

La stima dei costi per le attività previste è la seguente:

Interventi finalizzati al Recupero delle condizioni ambientali del bacino dello Stagnone di Marsala: applicazioni operative ed elaborazione di SCEnari (RINASCE)			
A	IMPORTO DELLE OPERE		
A1	Batimetria € 0,0015 per mq	€ 35.924,70	
A2	Oneri per la sicurezza	€ 2.667,00	
	IMPORTO TOTALE APPALTO	€ 38.591,70	€ 38.591,70
B	SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
B1	Per I.V.A. 22% su A	€ 8.490,17	

B2	Spese amministrative e di gara	€ 0,00	
B3	Imprevisti e arrotondamenti	€ 2.918,13	
	IMPORTO TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMM./NE	€ 11.408,30	€ 11.408,30
	Totale costo progetto		€ 50.000,00

F.to

Ing. Alessandro Putaggio