



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

Area dei Servizi Generali

---

**PROGETTO:**

**VALORIZZAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE PER  
L'OTTIMIZZAZIONE DELL'ACQUACOLTURA  
IN AMBIENTE LACUSTRE:  
REALIZZAZIONE DI UN MODELLO INTENSIVO  
AUTO-  
DEPURANTE PER L'INGRASSO NEGLI INVASI  
AZIENDALI  
(SAMPEI)**

**MISURA 2.51 DEL PO FEAMP2014/2020  
CUP: G67B18000260009**

**Capitolato Tecnico Descrittivo-Prestazionale**

Il tecnico incaricato

Dott. Ing. E. Parrinello



IL RUP

Dott. Ing. P. Ricci



Gennaio 2023

## Indice

<b>1</b>	<b>OGGETTO DELL'APPALTO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>MANUTENZIONE STRAORDINARIA INVASO 2 .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1</b>	<b>Scavo, modellazione e riprofilatura del bacino .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2</b>	<b>Compattazione terreno esistente.....</b>	<b>4</b>
<b>2.3</b>	<b>Impermeabilizzazione con riporto di argilla, bentonite.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>SISTEMA DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO SUB-SUPERFICIALE.....</b>	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Movimenti terra per la formazione delle vasche di fitodepurazione .....</b>	<b>7</b>
<b>3.2</b>	<b>Impermeabilizzazione e rivestimenti.....</b>	<b>8</b>
<b>3.3</b>	<b>Riempimenti .....</b>	<b>10</b>
<b>3.4</b>	<b>Collaudo letti di fitodepurazione .....</b>	<b>10</b>

## **1 OGGETTO DELL'APPALTO**

L'appalto ha per oggetto l'esecuzione di tutte le opere e provviste occorrenti per eseguire e dare completamente ultimati i lavori relativi al progetto di ricerca dal titolo *“Valorizzazione delle risorse idriche per l'ottimizzazione dell'Acquacoltura in ambiente lacustre: realizzazione di un Modello intensivo auto-depurante per l'Ingrasso negli invasi aziendali (sAMpEI)”* che ha come obiettivo la realizzazione di un modello semiestensivo multitrofico auto-depurante a ciclo chiuso per l'ingrasso di pesci allevati in invasi aziendali allo scopo di implementare la pratica dell'acquacoltura e di valorizzare le risorse di bacino non utilizzate ancora a tali fini, divenendo un'opportunità per le imprese rurali intenzionate a intraprendere un allevamento ittico nelle aree interne. Le attività previste nel progetto sAMpEI verranno svolte presso l'azienda “Agricola Arena Giuseppe”, ubicata in c. da Cacocciolilla del comune di Ramacca (CT). In particolare, il presente capitolato si riferisce:

- Alla manutenzione dell'INVASO 2 in cui verrà ubicato l'impianto di allevamento ittico;
- Alla realizzazione di un impianto di fitodepurazione per il trattamento delle acque di ricircolo.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto, secondo le condizioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto definitivo-esecutivo dell'opera e relativi allegati dei quali l'Appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'esecuzione dei lavori è sempre e comunque effettuata secondo le regole dell'arte e l'Appaltatore deve conformarsi alla massima diligenza nell'adempimento dei propri obblighi.

Ai fini dell'art. 3 comma 5 della Legge 136/2010 e s.m.i. il Codice identificativo della gara (CIG) relativo all'intervento è 8605168945 e il Codice Unico di Progetto (CUP) dell'intervento è G67B18000260009.

## **2 MANUTENZIONE STRAORDINARIA INVASO 2**

Le lavorazioni per la manutenzione straordinaria dell'invaso 2, al fine di renderlo impermeabile, comprendono in successione le operazioni di:

- scavo e modellazione del bacino;
- compattazione;

- impermeabilizzazione.

### **2.1 Scavo, modellazione e riprofilatura del bacino**

Le operazioni di scavo comprendono l'asportazione di 1 m di materiale, ricco di humus vegetale che negli anni si è depositato, sul fondo dell'invaso 2 avente una superficie di circa 5.500 m<sup>2</sup>, fino a raggiungere il substrato originario imposto. La stessa operazione dovrà essere svolta lungo le pareti dell'invaso, aventi una superficie di circa 5.500 m<sup>2</sup>, asportando uno strato di materiale alterato pari a 40 cm, per un totale di circa m<sup>3</sup> 7.700.

Nelle operazioni di scavo si deve tenere in conto la stratigrafia del bacino e la geometria originaria dello stesso che non deve essere alterata.

Prima di iniziare i lavori su un bacino esistente, l'Appaltatore deve preparare l'area di scavo

allontanando l'eventuale acqua dall'area di lavoro.

L'Appaltatore deve usare i mezzi e i macchinari adeguati alle dimensioni dell'area di scavo, nonché all'accessibilità dell'area e alle caratteristiche morfologiche e pedologiche del terreno; non deve procurare danni all'esistente, quali escavatori cingolati muniti di benna rovescia, ruspe apri pista, pale meccaniche cingolate.

L'Appaltatore deve porre particolare cura alla modellazione delle sponde. Le operazioni di modellazione devono essere eseguite con mezzi adeguati, quali escavatori cingolati muniti di benna rovescia, ruspe apri pista, pale meccaniche cingolate.

### **2.2 Compattazione terreno esistente**

La compattazione del terreno all'interno dell'invaso 2 deve essere ottenuta tramite rullatura, incrociata sul fondo, cingolatura o battitura sulle pareti, con mezzi di peso adeguato per prevenire eventuali assestamenti, come rulli di peso superiore alle 10 tonnellate e escavatori di peso

superiori alle 30 tonnellate o pale meccaniche con peso superiore alle 25 tonnellate. La compattazione deve essere uniforme per assicurare la migliore tenuta del bacino.

### **2.3 Impermeabilizzazione con riporto di argilla, bentonite.**

Il fondo delle vasche deve essere impermeabilizzato in modo da impedire il deflusso delle acque attraverso argilla grigia, a composizione prevalentemente bentonica e montmorillonitica con una permeabilità  $k < 10^{-7}$  (cm/s). Lo strato di argilla dello spessore di 40 cm deve essere steso uniformemente sulle pareti e sul fondo dell'invaso 2, senza

discontinuità; la lavorazione va eseguita con il materiale in tempera, attraverso la stesura in strati successivi di argilla di volta in volta rullati e compattati. Il materiale di stesura, pari a circa 4.400 m<sup>3</sup>, deve essere privo di inerti e senza grossi agglomerati. Al termine delle lavorazioni, fino al riempimento, lo strato di argilla deve essere mantenuto umido per evitare fessurazioni che ne vanificano l'impermeabilità.

### 3 SISTEMA DI FITODEPURAZIONE A FLUSSO SUB-SUPERFICIALE

Le lavorazioni per la realizzazione di laghi e aree umide comprendono in successione le operazioni di:

- scavo e modellazione del bacino;
- impermeabilizzazione;
- realizzazione del bordo del bacino;
- riempimento.

Per le realizzazioni particolari è necessario seguire le indicazioni di progetto.

L'impianto di fitodepurazione è organizzato su due linee in parallelo, ciascuna costituita da un'unità a flusso sub-superficiale verticale (V-SSF) seguita da un'unità a flusso sub-superficiale orizzontale (H-SSF). I letti hanno le seguenti caratteristiche

<b>Letti V-SSF</b>	
Pendenza del letto	1%
Composizione del materiale di riempimento (dall'alto verso il basso)	ghiaia 0-5 mm (h 5 cm), sabbia lavata (h 10 cm), ghiaia 0-5 mm (h 15 cm), ghiaia 5-10 mm (h 15 mm), pietrisco 10-15 (h 15 cm), pietrisco 25-40 mm (h 30 cm), sabbia lavata (h 10 cm)
Profondità media riempimento del letto	1,00 m
Altezza iniziale riempimento del letto	0,96 m
Altezza finale riempimento del letto	1,04 m
Lunghezza fondo vasca	12,2 m
Larghezza fondo vasca	12,2 m
Area utile superficiale totale	150 mq

<b>Letti H-SSF</b>	
Pendenza del letto	1%
Porosità del materiale di riempimento	0,40
Conducibilità idraulica	500 m/d
Profondità media riempimento	0,70 m
Altezza iniziale riempimento	0,61 m

Altezza finale riempimento	0,78 m
Lunghezza fondo vasca	17,2 m
Larghezza fondo vasca	4,6 m
Area utile superficiale totale	150 mq

Le operazioni di preparazione delle vasche V-SSF sono le seguenti:

- Costituzione di rilevato con idoneo materiale provenienti dagli scavi in sito, per creare i piani atti a contenere la vasca con pareti inclinate a 45°, come da elaborati grafici;
- Compattazione del fondo degli scavi;
- Rivestimento con tessuto non tessuto (TNT) in fibra minerale del tipo 300 gr/mq;
- Impermeabilizzazione con geomembrana in polietilene ad alta densità (HDPE) dello spessore di 1,5 mm;
- Rivestimento della geomembrana con tessuto non tessuto (TNT) in fibra minerale del tipo 300 gr/mq;
- Collocazione di uno strato andante di sabbia naturale sul fondo delle vasche di altezza media 10 cm come elemento di protezione meccanica;
- Riempimento del letto di fitodepurazione V-SSF mediante pietrisco avente dimensione granulometrica (dall'alto verso il basso): ghiaia 0-5 mm (h 5 cm), sabbia lavata (h 10 cm), ghiaia 0-5 mm (h 15 cm), ghiaia 5-10 mm (h 15 mm), pietrisco 10-15 (h 15 cm), pietrisco 25- 40 mm (h 30 cm), sabbia lavata (h 10 cm);
- Collocazione di mattoni forati, sulla superficie del materiale di riempimento, con funzione di sostegno delle tubazioni di alimentazione. I mattoni dovranno essere posizionati, ad un'interdistanza di 1,50 m, lungo le quattro ali di distribuzione (nove per ciascuna ala di distribuzione) e fissati alle stesse mediante fascette in

plastica;

- Collocazione, sulla superficie del materiale di riempimento, di mattonelle 20 X 20 cm in corrispondenza dei fori della condotta di distribuzione;
- Posa in opera, sulle sponde delle vasche, di rete antiersiva biodegradabile in fibre di juta a maglia non superiore a mm 20 x 15 e di massa areica non inferiore a 500 gr/mq, ancorata per mezzo di una serie di picchetti.

Le operazioni di preparazione delle vasche H-SSF sono le seguenti:

- Operazioni di scavo e di riporto per creare i piani atti a contenere la vasca con pareti inclinate a 45, come da elaborati grafici;
- Compattazione del fondo degli scavi;
- Rivestimento con tessuto non tessuto (TNT) in fibra minerale del tipo 300 gr/mq;
- Impermeabilizzazione con geomembrana in polietilene ad alta densità (HDPE) dello spessore di 1,5 mm;
- Rivestimento della geomembrana con tessuto non tessuto (TNT) in fibra minerale del tipo 300 gr/mq;
- Collocazione di uno strato andante di sabbia naturale sul fondo delle vasche di altezza media 10 cm come elemento di protezione meccanica;
- Posa in opera, lungo i lati corti dei letti di fitodepurazione H-SSF per una lunghezza di circa 1,50 m, di pietrisco con granulometria media 80-100 mm;
- Riempimento dei letti di fitodepurazione H-SSF, per un'altezza media di 0,70 m, con ghiaia avente dimensione granulometrica di 8-10 mm;
- Posa in opera, sulle sponde delle vasche, di rete antiersiva biodegradabile in fibre di juta a maglia non superiore a mm 20 x 15 e di massa areica non inferiore a 500 gr/mq, ancorata per mezzo di una serie di picchetti.

### **3.1 Movimenti terra per la formazione delle vasche di fitodepurazione**

La fase di movimentazione del terreno prevede il totale reimpiego in sito del materiale escavato. Questo consente anche un maggior grado di protezione delle vasche in caso di eventi di piena eccezionali del fosso, per quanto le aree in cui si realizza siano considerate in sicurezza idraulica. Durante la fase iniziale dei movimenti terra per la creazione dei terrazzamenti atti a contenere la vasca si deve aver cura di accatastare in sito la parte superficiale del terreno asportato per poterlo spargere, a fine lavori sul profilo modificato. Le superfici non direttamente interessate da manufatti o vasche dell'impianto devono essere

rettificate e modellate per permettere il ruscellamento delle acque meteoriche verso i fossetti naturali di drenaggio, ma non spianate eccessivamente, per evitare che all'impatto visivo si presentino superfici troppo artificializzate.

Gli scavi di sbancamento verranno realizzati a partire dall'area destinata al sistema a flusso sommerso. Il fondo dello scavo dovrà essere stabile ed accuratamente livellato prima della posa del letto di sabbia e dei rivestimenti, in modo da evitare pietre affioranti ed avvallamenti.

### **3.2 Impermeabilizzazione e rivestimenti**

Il telo impermeabilizzante dovrà essere costituito da geomembrana in HDPE (polietilene ad alta densità) di spessore 1,5 mm prodotta con polimero vergine ottenuto in monostrato mediante un procedimento di estrusione in continuo, il granulo utilizzato sarà vergine (non rigenerato) in percentuale maggiore del 97%, il materiale si presenterà liscio su ambedue le facce. Posato a secco sullo strato di compensazione e con sovrapposizione dei teli di almeno 10 cm la saldatura sarà del tipo termico a doppia pista, ottenuta mediante cuneo radiante con termostato di controllo elettronico ed istantaneo della temperatura di saldatura, il controllo delle saldature sarà del tipo pneumatico. Il materiale dovrà essere correlato da opportune certificazioni che attestino il tipo di granulo utilizzato e che le caratteristiche del manto ottenuto siano equivalenti o migliori di quello previsto, ogni rotolo dovrà essere fornito di numero di matricola per il riconoscimento, la certificazione di qualità deve essere relativa per ogni rotolo fornito e dovrà essere dotato di marcatura CE. La geomembrana dovrà risultare completamente impermeabile all'acqua e dovrà presentare le seguenti caratteristiche dimensionali e chimico-fisiche:

- carico di snervamento  $\geq 15 \text{ N/mm}^2$ ,
- allungamento a snervamento  $\geq 9\%$  (UNI 8202/8),
- carico a rottura  $\geq 26 \text{ N/mm}^2$ ,
- allungamento a rottura  $\geq 700\%$ ,
- resistenza all'urto  $\geq 800 \text{ mJ/mm}^2$  (UNI 8653),
- resistenza a lacerazione  $\geq 130 \text{ N/mm}$  (UNI 8202/9),
- saldabilità: Melt Index 190/5  $\geq 2 \text{ g/10 min}$  (ISO 1133);
- stabilità dimensionale  $1\text{hr}/120 \text{ }^\circ\text{C} \geq 2,0\%$  (UNI8202/17).

#### **Posa della geomembrana**

Le superfici di posa devono essere preparate in modo che alcun danneggiamento della geomembrana sia possibile. Le superfici di posa devono essere lisce e prive di asperità,



rocce, massi, radici e da ogni oggetto che potrebbe danneggiare la superficie della geomembrana. La superficie deve essere realizzata in modo da garantire la necessaria compattazione (95%proctor) sia nel fondo che nelle scarpate, con una tolleranza superficiale di  $\pm 25$  mm. Il sistema di saldatura da potersi utilizzare in grado di fornire tutte le garanzie di una corretta esecuzione del lavoro è del tipo:

- saldatura "ad estrusione" (da utilizzarsi per riparazioni, raccordi, pareti verticali etc.)
- saldatura "a doppia pista a cuneo caldo".

#### Saldature ad estrusione

Le saldature verranno eseguite all'asciutto ed a temperatura  $> + 15^{\circ}\text{C}$  previa molatura delle superfici da saldare. Brevi tratti di saldatura possono essere eseguiti riportando un cordone dello stesso polimero fuso sopra i lembi da saldare presaldati con aria calda e previa molatura delle superfici da saldare.

#### Saldatura a doppia pista a cuneo caldo

Consiste nel portare a fusione mediante cuneo caldo i lembi sovrapposti lasciando un canale intermedio per eseguire la prova a pressione. Il giunto saldato deve avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza della saldatura  $\geq 40$  mm
- larghezza del canale di pista  $\geq 13$  mm
- larghezza di ciascuna pista  $\geq 13$  mm

#### Controllo delle saldature geomembrana letti a flusso sommerso

Collaudo non distruttivo da eseguirsi in cantiere sul 100% delle saldature a doppia pista mediante aria compressa nel canale di prova alle seguenti pressioni dipendenti dalla temperatura del telo; Collaudo distruttivo da eseguire su campioni di saldatura prelevati nei punti indicati dalla DDLL. Il telo è poggiato su strato di sabbia poggiato su strato di tessuto non tessuto.

#### Tessuto non tessuto

Il tessuto non tessuto è costituito da geotessili non tessuti  $300 \text{ gr/m}^2$  forniti e posti in opera con funzione di filtro separatore e rinforzo utilizzati per separare terreni con diverse caratteristiche geomeccaniche. È compresa la fornitura, la posa in opera e l'eventuale fissaggio dei teli. È inoltre compreso quanto altro occorre per dare il lavoro finito. Nel rivestimento delle vasche mediante stesura di tessuto non tessuto, i rotoli di TnT devono essere trasportati ed accatastati asciutti. Le superfici di posa devono essere conguagliate in modo tale che il tessuto, dopo la posa, appoggi in tutti i punti. Nella stesura per fasce parallele dovrà essere garantita la continuità mediante sormonti laterali di almeno 10 cm di

spessore.

### **3.3 Riempimenti**

Per le sezioni di ingresso e di uscita dei letti H-SF si utilizza pietrisco 80-100 mm lavato, non gelivo e resistente alla frantumazione, disposto alla rinfusa come da tavole grafiche. Il pietrisco di riempimento dei letti H-SSF deve essere il più possibile uniforme nell'intervallo compreso tra 8 e 10 mm;

Il riempimento del letto di fitodepurazione V-SSF andrà eseguito mediante pietrisco avente le seguenti dimensione granulometrica (dall'alto verso il basso): ghiaia 0-5 mm (h 5 cm), sabbia lavata (h 10 cm), ghiaia 0-5 mm (h 15 cm), ghiaia 5-10 mm (h 15 mm), pietrisco 10-15 (h 15 cm), pietrisco 25-40 mm (h 30 cm), sabbia lavata (h 10 cm).

La messa in opera dovrà essere fatta a mano, in modo da evitare danni alla geomembrana. Una volta arrivati alla quota di posa del sistema di alimentazione, le pietre andranno sistemate in modo da avere il sistema di alimentazione il più possibile "a livella", aiutandosi eventualmente anche con la ghiaia più fine per il livellamento degli appoggi.

Nella formazione del letto di ghiaia, la ditta esecutrice deve impiegare per il sollevamento, trasporto e collocamento in opera, quegli attrezzi, meccanismi e mezzi d'opera che saranno riconosciuti più adatti per la buona esecuzione del lavoro e per evitare che la geomembrana possa essere danneggiata. Gli strati di ghiaie devono essere formate con ogni diligenza, in modo da costituire un tutto compatto e regolare, di quelle forme e dimensioni prescritte dal contratto o che siano, in ogni caso, stabilite dalla D.L.. Qualora la D.L. lo reputi necessario per la non perfetta orizzontalità dei piani superficiali dei letti, potranno anche essere richiesti all'Appaltatore eventuali riporti, per garantire una uniformità nella distribuzione delle ghiaie.

Evitare nel modo più assoluto di entrare dentro al letto con l'escavatore dopo che è stata realizzata l'impermeabilizzazione: le ghiaie saranno calate all'interno del letto dall'esterno tramite la pala dell'escavatore (e non rovesciando il cassone dell'autocarro) e sistemate per i primi cm a mano da un operaio con pala all'interno della vasca. Una volta messo in opera uno strato uniforme di circa 30 cm si potranno utilizzare anche piccoli bobcat all'interno della vasca.

### **3.4 Collaudo letti di fitodepurazione**

Oltre al collaudo sulla geomembrana al termine della sua posa, a fine riempimento con gli

inerti dovrà essere effettuata la verifica idraulica della vasca, in modo da accertarsi che non ci siano perdite del telo o in coincidenza dei passaggi delle tubazioni. Le vasche saranno riempite con acqua fino a 10 cm sopra la ghiaia, dopodiché sarà osservato dopo 24 h se c'è stato un calo del livello maggiore di quello compatibile con l'evaporazione stagionale. La prova dovrà essere effettuata in assenza di piogge. La Direzione dei Lavori stabilirà le norme ed i dispositivi necessari per dette prove. Un'ulteriore prova di tenuta potrà essere richiesta prima dell'avvio dell'impianto. Le vasche esistenti modificate ed i pozzetti saranno assoggettate a prove di carico e di tenuta, da effettuarsi dopo 30 giorni dall'ultimazione degli stessi. Le prove di carico verranno effettuate per un tempo pari alle 12 ore; il livello dovrà mantenersi costante all'interno delle vasche o pozzetti.

Se l'esito delle prove non è soddisfacente, a giudizio insindacabile della Direzione dei Lavori, l'Impresa avrà l'obbligo di provvedere senza alcun compenso, a qualsiasi lavoro di riparazione che dalla Direzione dei Lavori venga ordinato finché le prove non abbiano esito favorevole.