



Intervento di

Lotto 1) Adeguamento pedonalizzazione, riqualificazione impianto fognario-elettrico- idrico Santuario San Costantino;

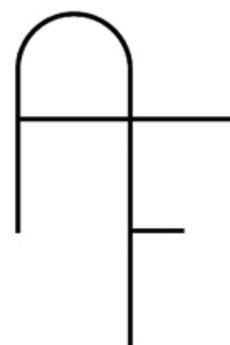
Lotto 2) Adeguamento pedonalizzazione, riqualificazione e messa in sicurezza Circonvallazione Centro Abitato.

CIG: ZCE39807D7

Progetto Esecutivo

Relazione Tecnica Specialistica Impianto di Depurazione

Committente: Comune di Sedilo, Sardegna, Provincia di Oristano
Responsabile Unico del Procedimento: Geom. Antonino Faedda
Progettista: Arch. Andrea Feliciello



Arch. Andrea Feliciello
Via San Antonio 14
09076 Sedilo (OR)

Tel. 3393595758
Mail. andrea.feliciello@hotmail.it
Pec. andrea.feliciello@archiworldpec.it

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. RIFERIMENTI NORMATIVI – DEFINIZIONI	2
3. CALCOLO IMPIANTO	4
3.1 ABITANTI EQUIVALENTI.....	4
3.2 CARATTERISTICHE DELLE ACQUE REFLUE	4
3.3 CARICO IDRAULICO E CARICO ORGANICO	4
3.4 SOLIDI SOSPESI	5
3.5 PARAMETRI MICROBIOLOGICI	5
4. TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO INDIVIDUATA.....	6
4.1 VASCA BIOLOGICA IMHOFF	8
4.2 TRATTAMENTO SECONDARIO	8
4.3 CONDOTTA DISPERDENTE SUB-IRRIGAZIONE.....	8

1. PREMESSA

Data l'assenza di rete di pubblica di fognatura per lo scarico e convogliamento dei reflui a servizio dell'area in studio, in quanto la rete fognaria più prossima al sito dista circa 800 metri e ad una quota maggiore, e non vi sono a ragionevole distanza, corpi idrici superficiali, si è optato, in considerazione dell'art 13 c. 5 della Disciplina degli scarichi della R.A.S. che recita “ *In caso di accertata impossibilità tecnica o eccessiva onerosità, a fronte dei benefici ambientali conseguibili, a recapitare in corpi idrici superficiali o a riutilizzare il refluo, può essere ammesso lo scarico sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, nel rispetto dei vincoli sulle distanze dal più vicino corpo idrico superficiale come definiti nell'Allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/06 e dei criteri e dei valori limite di cui al successivo art. 14*”, di adottare per lo scarico delle acque domestiche (non trovandosi il fabbricato nelle condizioni di isolamento di cui all'art. 14 c.1, in quanto nelle vicinanze non sono presenti altre costruzioni con relativi scarichi), un impianto di depurazione con trattamento primario (costituito vasca biologica tipo Imhoff) e trattamento secondario (filtro percolatore aerobico) e scarico su suolo per sub irrigazione, adeguato al rispetto dei limiti di emissioni imposti dalla normativa di settore per lo scarico sul suolo specificati nella tab. 4 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs 152/2006.

2. RIFERIMENTI NORMATIVI – DEFINIZIONI

- **D.Lgs. 152/2006 – NORME IN MATERIA AMBIENTALE – SEZIONE II “Tutela delle acque dall'inquinamento” – TITOLO I – Art. 74 comma 1 lett. a:** abitante equivalente: il carico organico biodegradabile avente una richiesta biochimica di ossigeno a 5 giorni (BODS) pari a 60 grammi di ossigeno al giorno;
- **D.Lgs. 152/2006 – NORME IN MATERIA AMBIENTALE – SEZIONE II “Tutela delle acque dall'inquinamento” – TITOLO I – Art. 74 comma 1 lett. g:** acque reflue domestiche: acque reflue provenienti da insediamenti di tipo residenziale e da servizi e derivanti prevalentemente dal metabolismo umano e da attività domestiche;
- **DISCIPLINA SCARICHI RAS – CAPO III – Art. 13 comma 5:** In caso di accertata impossibilità tecnica o eccessiva onerosità, a fronte dei benefici ambientali conseguibili, a recapitare in corpi idrici superficiali o a riutilizzare il refluo, può essere ammesso lo scarico sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, nel rispetto dei vincoli sulle distanze dal più vicino corpo idrico superficiale come definiti nell'Allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. 152/06 e dei criteri e dei valori limite di cui al successivo art. 14;
- **DISCIPLINA SCARICHI RAS – CAPO III – Art. 14 comma 1:** I titolari degli scarichi di acque reflue urbane derivanti da insediamenti isolati, che non convogliano acque reflue industriali, aventi dimensioni inferiori o uguali a 50 a.e. recapitanti in acque superficiali, nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, sono tenuti a garantire l'efficienza del trattamento appropriato individuato secondo le modalità di cui all'Allegato 3;
- **ALLEGATO 1 – TABELLA A** “Valori limite di emissione per gli scarichi di acque reflue urbane che non convogliano acque reflue industriali, aventi dimensioni comprese tra 51 e 500 a.e.; di acque reflue assimilate a quelle domestiche, di acque reflue urbane che convogliano anche reflui industriali aventi dimensioni comprese tra 0 a 500 a.e., recapitanti in acque superficiali”

Tabella A. Valori limite di emissione per gli scarichi di acque reflue urbane che non convogliano acque reflue industriali, aventi dimensioni comprese tra 51 e 500 a.e.; di acque reflue assimilate a quelle domestiche, di acque reflue urbane che convogliano anche reflui industriali aventi dimensioni comprese tra 0 a 500 a.e., recapitanti in acque superficiali

Parametro ¹	Valore limite
Solidi sospesi totali (in mg/l) ¹	≤ 80
BOD ₅ (in mg/l)	≤ 60
COD (in mg/l)	≤ 160
Per i reflui urbani con componente industriale e per i reflui assimilati ai domestici valgono tutti i restanti parametri della Tab. 3 dell'Allegato 5 alla parte terza del D.Lgs 152/06 limitatamente ai parametri caratteristici dei reflui che costituiscono lo scarico.	I valori limite di emissione prescritti dalla tabella 3 per scarichi in acque superficiali

3. CALCOLO IMPIANTO

3.1 ABITANTI EQUIVALENTI

NUMERO SERVIZI IGIENICI PRESENTI	
BAGNI PUBBLICI	5
CASA DEL COMITATO	1
PUNTO RISTORO	3
CHIESA	3
TOTALE	12

I valori parametrici per l'attività di ristorazione sono stabiliti dalla bibliografia specialistica di settore (A.R.P.A.), che suggerisce l'adozione di 1 abitante equivalente ogni 4 servizi igienici.

$$\text{Abitanti equivalenti impianto} = 12 \times 4 = 48 \text{ a. e.}$$

3.2 CARATTERISTICHE DELLE ACQUE REFLUE

Le acque di rifiuto fresche sono caratterizzate da colore normalmente grigio, concentrazione di ossigeno disciolto variabile fra 1÷2 mg/l, odore sui generis caratteristico pungente, ma non particolarmente fastidioso.

Le acque di rifiuto settiche, cioè le acque nelle quali, a causa di un lungo tempo di permanenza in fognatura o per il passaggio attraverso fosse settiche, l'azione dei batteri ha consumato tutto l'ossigeno disciolto, sono caratterizzate da un colore tendente al nero e da un odore caratteristico molto sgradevole, per la presenza di composti organici (indolo, scatolo ecc.) ed in particolare del solfuro d'idrogeno (H₂S) che, solitamente, si trova in concentrazioni di 1÷2 mg/l, con picchi di 5÷10 mg/l.

I due parametri principali sui quali si basa il dimensionamento di un qualsiasi sistema di depurazione sono: Il carico idraulico ed il carico organico.

3.3 CARICO IDRAULICO E CARICO ORGANICO

Il carico idraulico è la portata volumetrica di acque di rifiuto da trattare (anche chiamato portata idraulica, normalmente espressa in m³/d, l/s, l/min), determina, in maniera prevalente, il dimensionamento di tutta la parte idraulica dell'impianto.

Per case e centri rurali si ritiene ammissibile un carico idraulico unitario di 150÷250 l/d, da cui si può stimare un valore medio:

$$\text{Carico idraulico unitario} = 200 \frac{l}{d} \times 48 \text{ a. e.} = 9.600 \frac{l}{d} = 9,6 \frac{m^3}{d}$$

Il carico organico è la portata in massa delle sostanze organiche da trattare (espressa globalmente come g BOD₅/d o kg BOD₅/d), determina, in maniera prevalente, il dimensionamento del trattamento biologico dei liquami, e della linea fanghi. Le sostanze organiche sono espresse di solito come BOD o COD e costituiscono il parametro principale di inquinamento delle acque reflue. Secondo la letteratura di settore l'apporto organico unitario (apporto pro capite), per i reflui domestici per case isolate e piccoli centri rurali, sono ammissibili valori di 30÷40 g BOD₅/(ab d) per ogni abitante, ma sulla base delle indicazioni del D. Lgs. 152/99 e s.m.i. si assume un valore cautelativo di 60 g BOD₅/(ab/ d), da cui si calcola il carico organico con la seguente formula:

$$\text{Carico organico} = 60 \frac{gr_{BOD5}}{a. e. d} \times 48 \text{ a. e.} = 2.304 gr_{BOD5} = 2,3 kg_{BOD5}$$

3.4 SOLIDI SOSPESI

I solidi sospesi rappresentano quella porzione dei solidi totali presenti nelle acque reflue, trattenuta da un filtro di porosità di 0,45 μm , ed insieme alle sostanze colloidali, sono i principali responsabili della torbidità dell'acqua.

La tabella 1 riporta "i valori pratici" dell'apporto unitario di solidi sospesi (per abitante), dei corrispondenti apporti unitari di sostanze organiche e infine dell'apporto dei solidi filtrabili (disciolti).

Le sostanze organiche sono espresse come BOD5, avendo assunto un apporto complessivo unitario di 60 g BOD5/(ab d). Fra parentesi sono riportate le percentuali di BOD di ogni categoria di solidi, sul totale del BOD.

In generale i solidi sospesi sedimentabili contribuiscono per una percentuale variabile fra il 30 % e il 40% sul totale delle sostanze organiche, pertanto di questo ordine di grandezza è la quota massima del BOD che può essere abbattuta con semplici processi di sedimentazione, i solidi sospesi totali contribuiscono con una percentuale variabile fra il 55% e il 65%: di quest'ordine di grandezza sono i rendimenti di rimozione delle sostanze organiche di quei processi che agiscono sostanzialmente sui solidi sospesi.

Tabella 1: Apporto unitario di solidi sospesi e apporto unitario di carico organico in liquame civile

Parametro	Apporti di solidi (g/d)	Apporto organico (g BOD/d)
Solidi sospesi totali di cui:	270	108 (60%)
sedimentabili	180	72
non sedimentabili	90	36
Solidi filtrabili (disciolti)	270	72 (40%)
Totali	540	180 (100%)

Tabella 2: Apporto di solidi sospesi e di carico organico in un liquame civile per 48 a.e.

Parametro	Apporti di solidi (g/d)	Apporto organico (g BOD/d)
Solidi sospesi totali di cui:	12.960	5.184 (60%)
sedimentabili	8.640	3.456
non sedimentabili	4.320	1.728
Solidi filtrabili (disciolti)	12.960	3.456 (40%)
Totali	25.920	8.640 (100%)

3.5 PARAMETRI MICROBIOLOGICI

Le acque reflue civili contengono popolazioni ben diversificate di microrganismi (batteri, funghi, protozoi, alghe ecc.) che stanno alla base dei molti processi biologici aerobici e anaerobici di depurazione. Si tratta di microrganismi molto diffusi anche nel terreno dove contribuiscono ai processi di depurazione naturale.

Nelle acque reflue poi sono presenti moltissimi microrganismi patogeni, cioè all'origine di malattie per l'uomo e gli animali, con prevalenza e frequenza di quelli legati alle più diffuse malattie endemiche locali, le cui concentrazioni possono essere molto elevate in determinate località e in particolari periodi.

Data la difficoltà di isolamento dei singoli microrganismi patogeni presenti nei liquami, normalmente si fa riferimento agli indicatori di inquinamento fecale, cioè a particolari batteri del ceppo coli, coliformi totali, coliformi fecali, streptococchi fecali, escherichiacoli, presenti in elevatissime concentrazioni nei rifiuti umani e degli animali superiori, e quindi in altrettanto elevatissime concentrazioni nei liquami.

Le concentrazioni dei batteri indicatori nei liquami grezzi sono assai variabili: normalmente si riscontrano concentrazioni di coliformi totali dell'ordine di $1 \div 5 \cdot 10^8$ MPN/100 ml, a seconda della concentrazione dei liquami, talora anche 10^9 MPN/100 ml, con un apporto individuale di $10^{10} \div 10^{12}$ unità/(ae d). La concentrazione dei coliformi fecali è inferiore di $1,5 \div 10$ volte rispetto a quella dei coliformi totali e lo stesso dicasi per gli streptococchi fecali.

4. TIPOLOGIA DI TRATTAMENTO INDIVIDUATA

L'area di studio è ubicata ad una quota inferiore rispetto alla pubblica rete fognaria presente nell'agglomerato urbano di Sedilo, ciò ha portato negli anni 90 alla realizzazione di un impianto di depurazione per i vari servizi presenti all'interno del santuario. Tale impianto, caratterizzato da trattamento primario delle acque, risulta essere però ormai in disuso e non più adatto al trattamento dei reflui.

Si è pertanto optato per la realizzazione di un nuovo impianto di trattamento molto spinto del refluo, affinché lo scarico sia caratterizzato da un'elevata limpidezza oltre che dall'assenza di composti maleodoranti e di

agenti patogeni, con obiettivo di usufruire del suolo come mezzo recettore finale. Il nuovo impianto sarà localizzato sul lato Nord del Santuario, in prossimità della strada rurale che fiancheggia il santuario.

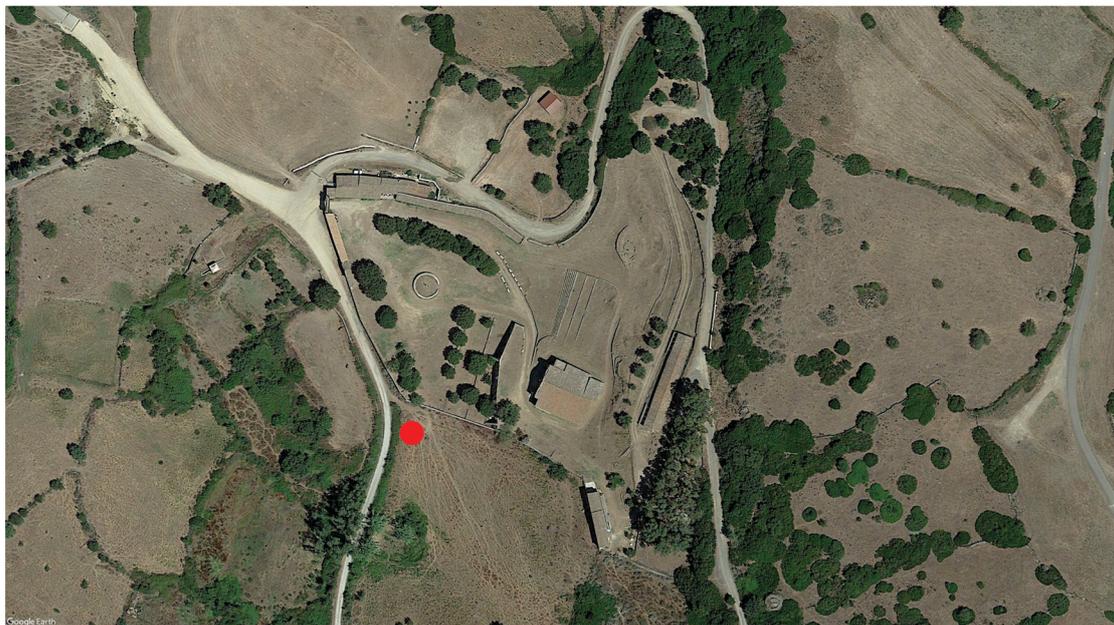
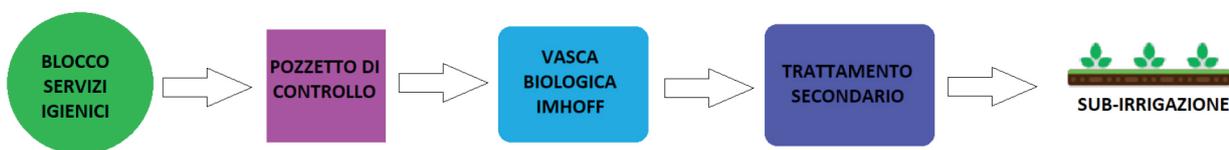


Figura 1: In rosso localizzazione nuovo impianto

L'impianto proposto per il trattamento dei reflui con scarico su suolo è dimensionato, per ragioni di reperibilità sul mercato, per n. 54 a.e., superiore a quello individuato per lo scarico in esame (48 a.e.). Esso è composto da una vasca biologica tipo Imhoff, per il trattamento delle acque nere proveniente dai servizi igienici, un impianto per il trattamento secondario spinto, costituito da un percolatore anaerobico e da un impianto a fanghi attivi. A monte ed a valle dell'impianto sarà inserito un pozzetto per il controllo del liquido in entrata ed in uscita all'impianto. Infine dal pozzetto di controllo a valle si diparte la condotta interrata disperdente adeguatamente dimensionata. Per quanto riguarderà le acque di scorrimento superficiale, queste non entreranno nell'impianto di trattamento ma seguiranno i percorsi già stabiliti dalle cunette stradali.

Di seguito si riporta il Layout dell'impianto:



L'impianto di trattamento prescelto (dimensionato per 54 A.E.), prevede come dato di progetto le seguenti caratteristiche del liquame da trattare, che come riportato nella tabella più avanti è compatibile con le caratteristiche dei liquami civili:

a.e. trattati	54
Carico idraulico pro capite	200 lt/ae x d
Carico organico pro capite	60 gBOD5 / ae x d

Carico idraulico totale	10.800 lt/d
Carico organico totale	3,24 kg BOD5/d
Tempo di detenzione	4 – 6 h (sulla portata di punta)
Portata media oraria (pmh)	500 lt/h
Portata di punta oraria (pmh x3)	15000 lt/h
Parametri in ingresso	BOD5 < 300 mg/lt
	COD < 500 mg/lt
	SS < 350 mg/lt

4.1 VASCA BIOLOGICA IMHOFF

Le vasche Imhoff sono impiegate come trattamento primario delle acque nere provenienti dai WC a servizio di scarichi domestici o assimilabili. Sono costituite da due scomparti sovrapposti e idraulicamente comunicanti. Nel comparto superiore i solidi sedimentabili raggiungono per gravità il fondo del sedimentatore, che ha una opportuna inclinazione per consentire il passaggio dei fanghi nel comparto inferiore dove avviene la digestione; questo tipo di impianto sfrutta l'azione combinata di un trattamento meccanico di sedimentazione e di un trattamento biologico di digestione anaerobica fredda.

4.2 TRATTAMENTO SECONDARIO

I trattamenti secondari formati da un percolatore anaerobico e da un impianto a fanghi attivi, permettono di ottenere un abbattimento vicino al 100% per quello che riguarda il carico organico e i solidi sospesi e una riduzione molto spinta del carico di azoto e di fosforo contenuti nelle acque reflue civili.

Il filtro percolatore è un reattore biologico nel quale i microrganismi, in condizioni anaerobiche, usano la sostanza biodegradabile contenuta nel refluo. Questi si sviluppano sulla superficie di appositi corpi di riempimento in polipropilene disposti alla rinfusa, pensati proprio per rendere massima la superficie di contatto tra i microrganismi e il refluo. L'impianto a fanghi attivi è un sistema nel quale la flora batterica si sviluppa in colonie che rimangono in sospensione nel refluo e consumano il materiale biodegradabile rimanente. Il processo è totalmente aerobico e l'ossigeno necessario allo sviluppo dei batteri è fornito da un sistema di aerazione mediante diffusori sommersi che dal fondo della vasca disperdono un flusso d'aria a bolle fini. Questo garantisce anche una continua miscelazione del refluo. Grazie al sistema di ricircolo, parte dei fanghi presenti nella vasca vengono, mediante un sistema air lift, riciclati all'interno del percolatore. Sul tubo di uscita è presente anche un alloggio dove posizionare una pastiglia di cloro che permette di disinfettare il refluo in uscita dall'impianto di depurazione (ove richiesto da regolamenti locali).

4.3 CONDOTTA DISPERDENTE SUB-IRRIGAZIONE

I liquami precedentemente trattati avranno un abbattimento vicino al 100% per quello che riguarda il carico organico e i solidi sospesi e una riduzione molto spinta del carico di azoto e di fosforo contenuti nelle acque reflue civili, ciò consentirà la dispersione degli stessi negli strati superficiali del terreno in quanto il corpo recettore più vicino dista a circa 1 km.

La condotta disperdente è realizzata in elementi tubolari continui in PEAD del diametro di 125 mm e con fessure, praticate inferiormente e perpendicolarmente all'asse del tubo, distanziate 10 – 20 cm e larghe da 5 a 10 mm. La condotta disperdente deve avere una pendenza compresa fra lo 0.2% e 0.5%. Essa viene posta in trincea di profondità pari a 70 cm, con larghezza alla base 40 cm e larghezza superiore di 80 cm. Il fondo della trincea per almeno 30 cm è occupato da un letto di pietrisco di tipo lavato della pezzatura 40/70. La condotta disperdente viene collocata al centro del letto di pietrisco. La parte superiore della massa ghiaiosa prima di essere coperta con il terreno di scavo, deve essere protetta con uno strato di materiale adeguato che impedisca l'intasamento del terreno sovrastante ma nel contempo garantisca l'aerazione del sistema drenante. Materiale

particolarmente idoneo allo scopo risulta essere il cosiddetto “tessuto non tessuto”. A lavoro finito la sommità della trincea deve risultare rilevata rispetto al terreno adiacente in modo da evitare la formazione di avvallamenti e quindi di linee di compluvio e penetrazione delle acque meteoriche nella rete drenante.

Per il dimensionamento della sub-irrigazione, si sono considerati un volume di massa filtrante pari a 1-2 m³ per utente equivalente ed una lunghezza massima di 3 m calcolata sempre per utente equivalente (tale valore considera il caso di permeabilità del terreno con sabbie grosse e pietrisco), pertanto la lunghezza complessiva delle tubazioni disperdenti deve essere pari a 144 m.

Il Progettista

Arch. Andrea Feliciello