



Eta Efficient Solutions



COMUNE DI MAZARA DEL VALLO


**LAVORI PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AUTOMATICO
DI ABBATTIMENTO DEL CONTENUTO DI NITRATI
NELL'ACQUA DEI POZZI RAMISELLA**

PROGETTO DEFINITIVO

R01 – RELAZIONE GENERALE IMPIANTO

PROGETTISTA: ING.MATTEO NOVENTA

GRUPPO DI LAVORO: RAFFAELE TIARCA, DAVIDE SANTINI, DANIELE FABBRI

 Eta s.r.l. Sede legale: Via A. Rossi 3F Rubano - 35030 (PD) Mail: info@eta-es.com PIVA/CF: 03365500283 QR-Code: M5UXCR1	DATA				
	LUGLIO 2021				
	COMMESSA N°	REDATTO			
	J21F001				
	CODICE COMMESSA	CONTROLLATO			
	NOME FILE	APPROVATO			
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	CONTR.	APPR.
A termini di legge ci si riserva la proprietà del presente elaborato, che pertanto non può essere riprodotto e/o ceduto a terzi senza autorizzazione di ETA s.r.l.					

Eta s.r.l.

Sede legale: Via A. Rossi 3F Rubano - 35030 (PD)
 Mail: info@eta-es.com
 PIVA/CF: 03365500283
 QR-Code: M5UXCR1



INDICE

Sommario

1. PREMESSE	3
2. LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	4
3. FINALITA' DELL'INTERVENTO E CRITERI DI PROGETTAZIONE	5
La tecnologia a membrane osmotiche	5
Tecnologia a scambio ionico su resine cationiche selettive al nitrato	6
Confronto tra le tecnologie	7
Ulteriori considerazioni	7
Descrizione delle soluzioni di mitigazione al rischio di aumento della concentrazione di NO ₃ o Cl nei pozzi Ramisella.....	8
Valutazione sull'opportunità di realizzare la condotta di trasporto dell'eluato	9
4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO.....	10
Stazione di sollevamento.....	10
Filtrazione	10
Vasca per la preparazione e lo stoccaggio della salamoia	10
Serbatoio per l'acqua di rigenerazione	10
Vasca per la raccolta degli eluati	11
Descrizione del funzionamento.....	11
4. RELAZIONI SPECIALISTICHE ALLEGATE AL PROGETTO	13
5. QUADRO ECONOMICO DI SPESA	14
6. ELENCO ELABORATI ED ALLEGATI.....	16

1. PREMESSE

La presente relazione si riferisce al progetto definitivo per la realizzazione di un impianto automatico di abbattimento del contenuto di nitrati nell'acqua dei pozzi Ramisella, nel comune di Mazara del Vallo (TP).

Soprattutto a causa dell'assetto delle condotte idriche il comune di Mazara del Vallo da molti anni fornisce acqua ad uso potabile emunta dai due pozzi San Nicola e dei tre pozzi Ramisella, da ognuno dei quali si hanno mediamente 10 l/s di acqua complessivamente di buona qualità, ma contenente elevate concentrazioni di Nitrato (NO_3).

Anche recenti analisi, svolte nel novembre 2020, su campioni prelevati dalle fontanelle di via Del Mare e dai pozzi Ramisella mostrano che il contenuto di nitrato della miscela d'acqua distribuita non è più compatibile con le specifiche di potabilità (*allegati 2140927-03, 2140927-04 e 2140927-05*). Ulteriori analisi svolte su campioni prelevati dai pozzi nel febbraio 2021 permettono di individuare nei pozzi Ramisella 1, 2 e 3 la maggiore fonte di nitrato: in particolare il pozzo Ramisella 2 mostra contenuti quasi doppi rispetto al limite di potabilità.

Dai pozzi Ramisella si emungono in continuo tra i 10 e i 14 l/s per un flusso complessivo di circa 145 m³/h ed un apporto medio giornaliero intorno ai 3.500 m³ d'acqua. I pozzi sono dislocati nelle vicinanze della centrale di distribuzione sita in corrispondenza dell'incrocio tra via Nuova Zelanda e Via del Mare. La zona non è provvista di impianto fognario, che è in via di realizzazione.

Il Sindaco di Mazara del Vallo, con l'ordinanza n°119 del 23/11/2020, ha dovuto vietare l'utilizzo potabile dell'acqua erogata dall'acquedotto comunale nel quartiere Trasmazzaro, Tonnarella e nelle zone alimentate dalla torre piezometrica di c.da Ramisella consentendone l'uso esclusivamente per motivi domestici.

Scopo del presente progetto è quello di ricercare una soluzione atta a rendere potabile la miscela di acque emunte dai pozzi Ramisella abbattendo il parametro nitrato.

2. LOCALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Il sito in cui si prevedono gli interventi di adeguamento dell'impianto di potabilizzazione comunale si trova all'interno dell'area già attualmente destinata a questo uso, situata all'incrocio di via Nuova Zelanda e di via del mare nel Comune di Mazara del Vallo.



Figura 1 Localizzazione dell'impianto di potabilizzazione

La centrale di distribuzione dell'acqua è composta da 2 vasche di compenso e riserva delle dimensioni di 24,3m x 23,3m e altezza 5m (1), una camera di manovra (2), una torre piezometrica (3).

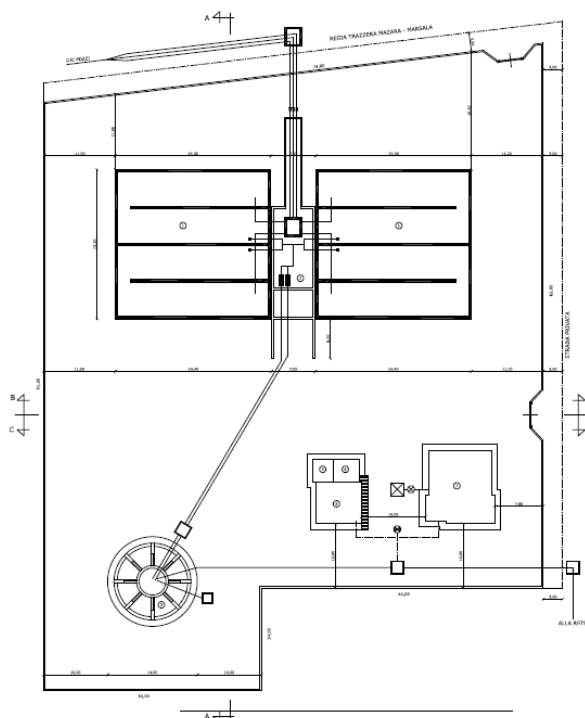


Figura 2 Planimetria centrale di distribuzione dell'acqua

3. FINALITA' DELL'INTERVENTO E CRITERI DI PROGETTAZIONE

Il progetto è nato con lo scopo di individuare gli interventi necessari per rimuovere i nitrati presenti nell'acqua dei pozzi Ramisella, e riportare questi valori al di sotto del limite di potabilità.

In sede di progettazione di fattibilità tecnica ed economica sono state considerate due diverse soluzioni progettuali, al fine di consentire un confronto tecnico-economico che potesse mettere il Comune di Mazara del Vallo nelle condizioni di scegliere tra le due diverse tecnologie. La prima proposta riguarda il trattamento dei nitrati tramite tecnologia a membrane osmotiche, mentre la seconda proposta prevede l'utilizzo di una tecnologia a scambio ionico su resine cationiche selettive per trattenere il nitrato.

Un confronto tra le 2 soluzioni in termini di fattibilità e di costi-benefici ha portato alla scelta della seconda proposta, che è stata quindi sviluppata negli elaborati testuali e grafici in questo progetto.

Nella presente fase di progettazione si sono naturalmente effettuati tutti gli approfondimenti tipici di questa fase progettuale, andando a definire in modo dettagliato tutti gli aspetti di processo: partendo dalla necessità di dare risposta al complesso problema della rimozione dei nitrati per rendere potabile l'acqua, sia al possibile ampliamento dell'impianto a fronte di ulteriori aumenti di nitrati e cloruri, sia alla realizzazione di una condotta di scarico degli eluati fino al depuratore di via Maranzano, si è pervenuti a delineare la soluzione descritta in dettaglio nei successivi paragrafi.

In definitiva, la configurazione illustrata nel presente progetto è stata individuata sulla base dei seguenti criteri:

- Individuare la migliore tecnologia per la rimozione dei nitrati, in termini di fattibilità e di costi benefici in riferimento alla specifica situazione del Comune di Mazara del Vallo,
- Garantire il funzionamento dell'impianto in grado di trattare tutto il volume di acqua potabile richiesta,
- Contenere i costi di gestione dell'impianto, per chemicals ed energia elettrica,
- Individuare soluzioni per lo smaltimento degli eluati di rigenerazione,
- Organizzare e rendere agevoli le operazioni di movimentazione e scarico del sale,
- Ottimizzare la progettazione dell'impianto e delle vasche in modo che sia adattabile ad un incremento di nitrati e cloruri nelle acque dei pozzi da trattare.

La tecnologia a membrane osmotiche

La tecnologia a membrane osmotiche, il cui principio di funzionamento è il confinamento dei composti salini tramite membrane semipermeabili, realizza la separazione del flusso l'acqua d'alimento in 2 flussi in uscita:

- a) un flusso detto "*permeato*" che attraversa la membrana risultando quasi completamente desalinizzato, pari a circa al 60% del flusso di alimento dell'impianto,
- b) un flusso detto "*concentrato*" che contiene tutti i composti salini contenuti nel flusso di alimento, pari al rimanente 40% del flusso di alimento.

Per ricavare acqua potabile dai 145 m³/h di miscela emunta dai pozzi si dovrebbero trattarne con questa tecnologia 120 m³/h. Da questo flusso risulterebbero 80 m³/h di permeato che miscelato con i 25 m³/h di

acqua non trattata produrrebbe un flusso d'acqua potabile di 105 m³/h, per una produzione giornaliera di 2.500 m³ d'acqua potabile, pari a circa il 72% dell'acqua emunta.

Il flusso concentrato di circa 40 m³/h conterrebbe praticamente l'intera salinità dei 120 m³/h d'acqua trattata, tale da avere una concentrazione di nitrati maggiore di 300 mg/l. Questo flusso risulterebbe non scaricabile nei corpi idrici superficiali, per i quali il limite di azoto nitroso è 20 mg/l come N pari ad 89 mg/l di NO₃ e non risulta scaricabile neppure in fogna dove il limite d'azoto nitroso è 30 come N pari a 133 di NO₃. Per questa ragione la tecnologia a membrane risulta di fatto inapplicabile perché, anche qualora venisse realizzata la fogna, non vi si potrebbe scaricare il flusso concentrato.

Inoltre, il confinamento osmotico necessita di pressurizzare il flusso di alimento ad alte pressioni, tra 15 e 17 bar: la potenza necessaria a pressurizzare un flusso di 120m³/h a 17 bar, ipotizzando di utilizzare pompe con rendimento complessivo del 70%, sarebbe di quasi 80kW, a cui corrisponde un consumo di 0,66kWh/m³ d'acqua trattata. Considerato un prezzo dell'energia elettrica pari a 0,21€/KWh il costo operativo di potabilizzazione potrebbe essere stimato intorno 0,14 €/m³ ai quali poi sommare i costi gestione e dei chemicals.

Tecnologia a scambio ionico su resine cationiche selettive al nitrato

La tecnologia a scambio ionico su resine cationiche selettive al nitrato si basa sul principio di funzionamento che prevede la sostituzione dello ione NO₃⁻ con lo ione Cl⁻ per affinità elettrochimica.

Il presente studio ha individuato nella resina alimentare *Lanxes Monoplus SR7* la resina migliore per efficacia nella ritenzione dei nitrati. La resina è costituita da microsfele del diametro di 0,6mm in polistirene sulla quale sono integrati gruppi funzionali di tripropilammina.

Questo trattamento non è continuo ma funziona secondo i seguenti ciclo di assorbimento e rilascio:

1. Una fase detta di produzione, durante la quale un volume d'acqua, corrispondente a circa 230 volte il volume di resina, attraversa il letto di resina che trattiene lo ione NO₃⁻ rilasciando lo ione Cl⁻;
2. Una fase detta di rigenerazione, durante la quale la resina investita con salamoia al 7% di NaCl in ragione di 5 volumi per volume di resina, effettua lo scambio ionico inverso trattenendo lo ione Cl⁻ e rilasciando NO₃⁻: lo scambio inverso avviene per effetto dell'enorme differenza di concentrazione dei due ioni durante la rigenerazione e per questo motivo dopo la rigenerazione occorre risciacquare la resina con altri 6 volumi d'acqua per volume di resina.

Per ricavare acqua potabile dai 145 m³/h di miscela emunta dai pozzi si dovrebbe trattarne con questa tecnologia 100 m³/h di questo flusso che andrebbe poi mescolato con i residui 45 m³/h che bypasserebbero l'impianto. In questo modo sarebbe completamente potabilizzato l'intera portata d'acqua, con una produzione giornaliera di acqua potabile di 3.500 m³.

Dai dimensionamenti eseguiti ne risulta un impianto costituito da 3 filtri, aventi ciascuno un letto di resina di volume pari a circa 2.300l, per un totale di 7 m³. Ogni filtro eseguirà mediamente 1,66 rigenerazioni al giorno, per un consumo complessivo d'acqua di 115 m³/giorno; una parte dei risciacqui, circa 40 m³, vengono recuperati per produrre nuova salamoia portando il consumo reale a 75 m³/giorno d'acqua pari a solo il 2 % del volume potabilizzato.

Dal punto di vista energetico bisogna prevedere di fornire l'energia necessaria al flusso da trattare per attraversare i letti di resina. Complessivamente si tratta di compensare una perdita di carico di circa 1 bar

per superare la quale occorrerà fornire circa 6 kW: considerando di nuovo di utilizzare pompe con rendimento complessivo pari al 70% si ottiene un consumo di 0,04 kWh/ m³ d'acqua trattata.

Dal punto di vista dei costi per il sale di rigenerazione è stato stimato un prezzo d'acquisto presso una salina di Trapani per un costo di 60 €/ton, comprensivo del trasporto. Dato che l'impianto progettato consumerà circa 2,6 ton/giorno di sale è da considerare un costo 160 €/giorno per una incidenza minore di 0,05 €/m³.

I 75 m³/giorno che costituiscono l'eluato di rigenerazione non sono a loro volta scaricabili né nei corpi idrici superficiali né in fogna, e per questa ragione l'impianto sarà provvisto di una vasca di raccolta dell'eluato di rigenerazione che potrà essere smaltito secondo le seguenti 2 opzioni:

1. Caricare l'eluato su camion e trasportarlo al vicino impianto di depurazione di via Maranzano distante 2 km dal sito di potabilizzazione, per un costo giornaliero di 250€ pari a 0,07€/m³ di acqua potabilizzata.
2. Dato che la portata media nelle 24 ore, di eluato da scaricare, sarebbe di poco superiore a 3 m³/h è possibile interrare una doppia tubazione continua del diametro di 63mm in polietilene per trasferire questo volume all'impianto di depurazione di via Maranzano. La realizzazione di una doppia condotta non incide sui costi di scavo e rinterro, e consente il lavaggio a riciclo nel caso di eventuali incrostazioni di sale lungo la tubazione.

Il costo operativo di potabilizzazione con la tecnologia a scambio ionico viene dalla somma di:

- Costo per energia elettrica, pari a 0,0084 €/m³,
- Costo per approvvigionamento del sale, pari a 0,045€/m³,
- Costo per smaltimento eluato (solo nel caso dovesse essere trasportato con i camion), pari a 0,074€/m³.

Il costo di potabilizzazione risulta quindi essere pari a 0,127€/m³.

Confronto tra le tecnologie

Al netto della inapplicabilità dell'impianto ad osmosi inversa a causa della impossibilità di scaricare la frazione concentrata, il confronto tra le due tecnologie mostra un evidente vantaggio nello scambio ionico, il quale offre un recupero d'acqua del 98% rispetto al 72% della tecnologia a membrane, un consumo energetico più di 20 volte inferiore, ed un'incidenza dei costi operativi sul m³ d'acqua potabilizzata 2,5 volte inferiore.

Ulteriori considerazioni

Durante il consiglio comunale aperto del 27-04-2021 è stato manifestato il rischio di aumento della concentrazione di nitrato nei pozzi che renderebbe non applicabile la tecnologia a scambio ionico, perché l'aumento di cloruri porterebbe alla non potabilità dell'acqua trattata per superamento del limite di cloruri stessi, fissato a 250 mg/l.

Pur individuando la soluzione definitiva a questo rischio nella regolazione dello spandimento d'azoto in campagna ottemperando le direttive vigenti, si è valutato il rischio ed il suo impatto come segue:

- È stato calcolato che il contenuto medio di nitrati nei 3 pozzi Ramisella dovrebbe aumentare fino al 150% rispetto a quanto misurato nel febbraio scorso, passando quindi da 93 mg/l a quasi 140 mg/l.
- È stato calcolato che il contenuto medio di cloruri nei 3 pozzi Ramisella dovrebbe aumentare fino al 120% rispetto a quanto misurato nel febbraio scorso, passando quindi da 180 mg/l a quasi 215 mg/l.

Quanto sopra sembra escludere il rischio connesso con l'aumento della concentrazione di nitrato, anche nel caso l'ottemperanza alla direttiva nitrati fosse largamente disattesa, perché un tale aumento non sarebbe giustificato agronomicamente.

Inoltre, la concentrazione di cloruri dipende dalle condizioni geologiche, perché l'ingresso di acqua marina deriva:

1. Dalla permeabilità degli strati che isolano i pozzi dal mare,
2. Dal livello dinamico del pozzo che in condizioni di emungimento stabili potrebbe presentare variazioni stagionali dipendenti dal livello delle falde.

Un cambiamento rispetto alla prima condizione è poco plausibile. Rispetto alla seconda condizione, allo scopo di poter valutare meglio questo rischio, è stato richiesto al comune di Mazara di svolgere una campagna di analisi dei parametri di cloruro e nitrato sui pozzi Ramisella durante l'estate 2021.

Pur ritenendo molto poco probabile il rischio di questi aumenti di concentrazione, dato che il danno che ne scaturirebbe corrisponderebbe alla svalorizzazione dell'investimento, sono state ricercate ed individuate soluzioni che permettono la completa funzionalità di un impianto di abbattimento nitrati basato sulla tecnologia a scambio ionico anche a fronte dell'avverarsi degli aumenti di concentrazione.

Descrizione delle soluzioni di mitigazione al rischio di aumento della concentrazione di NO_3 o Cl nei pozzi Ramisella

La resina può scambiare lo ione nitrato NO_3^- anche contro lo ione solfato SO_4^{2-} (peraltro elettricamente bivalente) il quale andrebbe a sostituire nello scambio ionico lo ione cloruro Cl^- , lasciando inalterato il contenuto di cloruri nell'acqua potabile. In questa modalità la massa di nitrato abbattuto sarebbe sostituita da una massa di solfati pari al 77% ($1 \text{ mg NO}_3 = 0,77 \text{ mg SO}_4$).

Dato che il limite di concentrazione di solfato in acqua potabile è pari a 250 mg/l, considerata la concentrazione misurata di solfati nei pozzi intorno ai 50 mg/l non vi sarebbero rischi rispetto al raggiungimento dei limiti di potabilità per i solfati, che arriverebbero al massimo a 100 mg/l.

Dal punto di vista chimico si tratta, di sostituire il cloruro di sodio con solfato di sodio durante la rigenerazione della resina. Dal punto di vista impiantistico questa sostituzione comporta:

- Una minore capacità di scambio della resina che passa da 230 volumi d'acqua prodotta per volume di resina a 170 lt,
- Una maggiore quantità d'acqua utilizzata per la rigenerazione che passerebbe dai $75 \text{ m}^3/\text{giorno}$ a $160 \text{ m}^3/\text{giorno}$, con una diminuzione del recupero di acqua che passerebbe dal 98% al 95%,
- Una maggiore quantità di sale: servirebbero 6,5 ton di solfato di sodio al giorno contro le 2,6 di cloruro di sodio,

- Un maggior costo di rigenerazione per il solfato di sodio pari a 1,5 volte quello che si avrebbe con il cloruro di sodio.

Per mantenere la capacità produttiva totale sarebbe necessario aumentare la quantità di resina di 1/3 passando da 7.000 litri a 9.300 litri. Per questo motivo è stato progettato l'impianto in modo che possa essere ampliato inserendo un quarto filtro. Inoltre, è stata progettata una vasca di raccolta eluati di volume complessivo 200 m³, in grado quindi di contenere il maggior volume degli eluati; il doppio tubo da 2" in polietilene sarà in grado di trasportare la portata di 7 m³/h all'impianto di depurazione.

Infine, la vasca di produzione della salamoia è stata dimensionata in modo da prevedere di poter disciogliere in essa anche il solfato di sodio.

Riassumendo il progetto prevede la possibilità di affrontare il rischio di anomalo aumento dei nitrati e/o cloruri con la stessa tecnologia a fronte di quanto segue:

- Un ulteriore investimento per l'installazione del quarto filtro da stimare in circa 80.000 €.
- Un aumento del costo di potabilizzazione legato all'aumento della necessità di sale e del suo prezzo che porterebbe l'incidenza totale del costo operativo a 0,17€/m³ d'acqua potabilizzata.

Valutazione sull'opportunità di realizzare la condotta di trasporto dell'eluato

Studiando la pianta viaria di Mazara riteniamo che il percorso più agevole sia seguire via "Motopesca Andromeda" e poi via "Delle Serre" fino a via "Fani" dove la ferrovia passa sopra il fiume "Mazaro" offrendo l'opportunità di attraversare la ferrovia passando sotto il ponte per poi risalire sul ciglio di via "Fani" e proseguire fino alla "Statale 115" per attraversarla in corrispondenza dell'incrocio con via "Maranzano"

Questo percorso è complessivamente lungo circa 1.900m ed oltre ad offrire un agevole attraversamento della ferrovia, passa sotto al viadotto della statale 115 arrivando ad attraversarla dove diventa una semplice strada a doppio senso di marcia con carreggiata unica.

Il costo tabellare di una tale opera compreso lo scavo, previsto profondo 1m e largo 0,5m, e la posa del doppio tubo in Polietilene diametro 63 PN6 i letti di posa ed il re-interro, è stimabile in 60.000€ cui aggiungere 20.000 di imprevisti/finiture; confrontandolo con il costo di trasporto via camion di 250 €/giorno si calcola un tempo di ritorno di questo investimento pari a circa 1 anno.

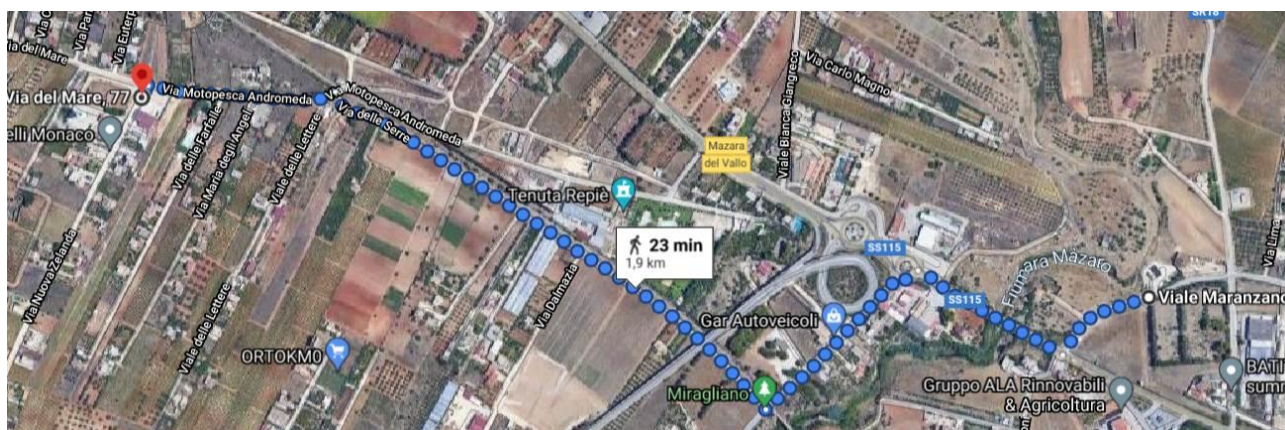


Figura 3 Percorso per la tubazione di scarico degli eluati fino al depuratore

4. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

L'impianto in progetto sarà in grado di rispettare i limiti normativi per le acque potabili, e in particolare ad assicurare un contenuto di nitrato inferiore a 50mg/l nell'acqua trattata.

Di seguito vengono descritte le principali parti dell'impianto, facendo riferimento al P&ID allegato al progetto (*DD279-T08 - REVO P&ID DI PROCESSO*).

Stazione di sollevamento

Le tubazioni dei pozzi giungono già alla centrale da nord per entrare direttamente nelle vasche di stoccaggio/disinfezione, aventi un volume totale di 3.000 m³, attraverso una soglia a stramazzo: prima di questa soglia i tubi saranno intercettati e collegati ad un collettore a partire dal quale sarà interposto l'impianto progettato senza che questo modifichi in alcun modo il regime idraulico esistente.

Per alimentare l'impianto di filtrazione sono previste N° 2 pompe booster (**P1A – P1B**) del tipo a girante chiusa in AISI 316, portata 100 m³/h, prevalenza 16 mca, rendimento complessivo maggiore del 70% nel punto di lavoro. Le pompe funzionano una in riserva all'altra e sono entrambe gestite da inverter per regolare la velocità in base alla pressione misurata sul collettore di mandata (**PT02**). Le pompe sono pompe ad asse verticale multistadio, non autoadescanti, accoppiate con motore standard normalizzato.

Filtrazione

Come si vede nel P&I allegato il cuore dell'impianto è costituito dai 3 filtri in acciaio collegati in parallelo tra loro. La profondità del letto è di 2m ed il diametro del filtro è di 1,3 m: ogni filtro conterrà un volume di resina di 2.350 litri. Ogni filtro è provvisto di tubazioni frontali di manovra in PVC, valvolame a farfalla completo di attuatore pneumatico e box fine corsa e manometri.

Vasca per la preparazione e lo stoccaggio della salamoia

La vasca per la preparazione della salamoia (**T2**) in c.a. rivestita in poliurea è un parallelepipedo avente base quadrata di lunghezza 4m e altezza di 2,5m. La vasca ha un volume di 40 m³ ed è costruita parzialmente interrata in modo che la parte fuori terra permetta lo scarico del ribaltabile che trasporterà il sale.

La vasca sarà provvista di coperchio in vetroresina che ne protegga il contenuto dall'intrusione di animali; la metà del coperchio verso il lato di scarico dei camion sarà attrezzata con un sistema motorizzato di aperture in modo da rendere agevole lo scarico del sale.

La pompa di sollevamento della salamoia (**P2**) è del tipo a girante chiusa in AISI 316, con portata 2,4 m³/h @ 24 mca di prevalenza.

Completa l'allestimento della vasca un misuratore di livello (**LIT02**), del tipo a ultrasuoni.

Serbatoio per l'acqua di rigenerazione

Il serbatoio in vetroresina (**T3**) di capacità 20 m³, ha un diametro di 2,5m e altezza 4,4m, e conterrà l'acqua necessaria alla rigenerazione dei filtri. Il serbatoio è allestito con un sensore di livello a pressione installato sul fondo (**LT 03**) per la misura in continuo del livello liquido e un tubo di troppo pieno. Il serbatoio è fornito

con zanche di ancoraggio del serbatoio a terra, passo d'uomo laterale DN600, vari bocchelli flangiati di varie dimensioni per tubazione di aspirazione della pompa, per lo strumento di misura del livello e altri accessori. Al serbatoio è collegata l'aspirazione della pompa P3 di rigenerazione, del tipo a girante chiusa in AISI 316, portata 8-14 m³/h, prevalenza 30-16 mca.

Vasca per la raccolta degli eluati

La vasca di raccolta degli eluati sarà costituita da una vasca in c.a. rivestito in poliurea (**T1**) di forma cilindrica avente diametro di 6m e altezza di 7m, e un volume totale di 216 m³.

La vasca ha la funzione di accumulare l'eluato concentrato di rigenerazione che sarà poi inviato all'impianto di depurazione attraverso i camion o la doppia condotta interrata.

È previsto un sensore di livello di tipo a ultrasuoni (**LIT01**), installato sulla parte superiore della vasca, per la misura in continuo del livello liquido. La vasca verrà chiusa con una rete a maglie fine per evitare la caduta accidentale di uccelli dentro di essa.

La vasca è accessoriata con una pompa centrifuga (**P5**) per l'invio degli eluati al depuratore: è previsto che la pompa faccia una portata di circa 3m³/h per permettere lo scarico dei 75m³ di eluato giornalieri nelle 24 ore.

Descrizione del funzionamento

La batteria di filtri sarà alimentata a partire da un collettore (a cui saranno collegati i tubi dei pozzi) attraverso n°2 pompe booster (base e riserva "calda") gestite a velocità variabile in modo da mantenere costante ed invariata rispetto alla condizione attuale la contropressione sui pozzi.

Il flusso sarà ripartito tra i filtri che lavorano in parallelo attraverso 3 valvole regolanti (**1V1 – 2V1 – 3V1**) ed altrettanti regolatori che tenderanno a mantenere uguali le portate verso i filtri in produzione misurate da 3 flussimetri (**FIT.1A – FIT.1B – FIT.1C**), un ulteriore valvola regolante (**V6**) attraverso il flussimetro (**FIT.06**) regolerà la portata che bypassa la batteria di filtri.

Ognuno dei 3 flussimetri in ingresso ai filtri integra il volume d'acqua passato attraverso il filtro in modo da misurare il ciclo di lavoro prima che sia necessario rigenerare la resina.

L'acqua trattata insieme a quella che bypassa la batteria di filtri, verrà convogliata alle vasche di stoccaggio già presenti nella centrale per essere successivamente inviata alla torre piezometrica e infine alla rete.

Uno strumento capace di misurare la concentrazione di nitrati (**AIT01**) collegato attraverso 3 valvole (**1V6 – 2V6 – 3V6**) alle uscite di ognuno dei filtri misurerà la concentrazione di nitrati uscente da ogni filtro in modo da verificare il ciclo di produzione del filtro; lo stesso strumento collegato attraverso la valvola (**V1**) misurerà la concentrazione di nitrati in ingresso in modo da poter fornire dati utili a massimizzare il ciclo di produzione.

Ogni volta che uno dei filtri avrà trattato un volume d'acqua pari al ciclo previsto, verrà escluso dalla batteria chiudendo le valvole d'ingresso (**xV1**) e d'uscita (**xV2**) la valvola di bypass (**V6**) regolerà una nuova portata di bypass in modo che la portata emunta dai pozzi rimanga uguale.

Il filtro escluso dalla batteria in produzione dopo una breve sosta eseguirà la seguente procedura di rigenerazione, composta da 3 fasi:

1. Dosaggio rigenerante:
 - aprono le valvole di ingresso e uscita salamoia (**xV3** e **xV4C**),

- apre la valvola **V3P3** posta in mandata alla pompa dell'acqua di rigenerazione e viene avviata la pompa **P3** dell'acqua di rigenerazione: la portata **FIT03** viene impostata variando la frequenza dell'inverter della pompa in modo che venga raggiunto il valore previsto per la portata di diluizione della salamoia,
 - apre la valvola di mandata **V3P2** della pompa della salamoia e viene avviata la pompa **P2** della salamoia: la portata **FIT02** viene impostata variando la frequenza dell'inverter della pompa in modo che venga raggiunto il valore previsto per la portata di dosaggio,
 - La fase continua fino a quando il misuratore di portata **FIT02** avrà integrato un valore pari alla quantità di salamoia satura da dosare.
2. Primo Risciacquo:
- Si ferma la pompa della salamoia e si chiude la valvola in mandata **V3P2**. La pompa **P3** dell'acqua di rigenerazione rimane in moto e le valvole **V3P3**, **xV3** e **xV4C** aperte fino a quando il misuratore di portata **FIT03** avrà integrato la quantità di volume prevista ed il misuratore di nitrati **AIT01** collegato attraverso la valvola **V3** non avrà verificato il raggiungimento di una determinata concentrazione di nitrato nell'eluato di rigenerazione.
 - Il resto delle utenze rimane invariato lo stato come descritto al punto precedente, fino a quando il misuratore di portata **FIT03** avrà integrato il volume previsto.
3. Secondo Risciacquo:
- La valvola di uscita dei concentrati **xV4C** si chiude e apre la valvola dei diluiti **xV4D**.
 - Gli altri operatori continuano nella stessa posizione finì a quando il flussimetro **FIT03** avrà integrato la quantità prevista dal secondo risciacquo. Eventualmente sarà possibile aumentare la portata del secondo risciacquo rispetto al primo.

La procedura di rigenerazione si conclude ed il filtro ritorna nello stato di produzione nel momento adatto a permettergli di filtrare il volume d'acqua giornaliero previsto; il serbatoio **T3** e la vasca di diluizione salamoia vengono di nuovo riempiti con acqua prelevata dalle pompe di sollevamento. Per ogni fase della rigenerazione è previsto un controllo del tempo di durata della fase: al superamento del tempo impostato per eseguire una determinata fase viene generato un allarme.

La x che precede il nome di alcune valvole descritte nelle righe precedenti identifica le valvole aventi la stessa funzione dei filtri 1, 2 e 3.

4. RELAZIONI SPECIALISTICHE ALLEGATE AL PROGETTO

Si rimanda alle relazioni specialistiche allegate al presente progetto definitivo per tutti i dettagli e gli approfondimenti.

In particolare, la Relazione geologica e geotecnica descrive, oltre all'inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico, le indagini geognostiche effettuate e riporta l'interpretazione dei risultati in termini di parametri geotecnici e di sismicità del sito.

Nella relazione tecnica di processo sono state analizzate le tecnologie disponibili per abbattere il contenuto di nitrati nelle acque di pozzo e spiegati i motivi che hanno portato alla scelta progettuale della tecnologia mediante resine a scambio ionico selettive.

Sono inoltre elencati i criteri generali in base ai quali è stato sviluppato il presente progetto e descritti i principali componenti del processo.

La Relazione sismica e sulle strutture descrive invece le tipologie strutturali e gli schemi e modelli di calcolo; definisce inoltre l'azione sismica tenendo anche conto delle condizioni stratigrafiche e topografiche, coerentemente con i risultati delle indagini e delle elaborazioni riportate nella Relazione geologica e geotecnica. Illustra altresì i criteri di verifica adottati e la definizione degli elementi strutturali principali.

Nella Relazione preliminare sugli impianti elettrici è riportata la descrizione degli elementi principali dell'impianto elettrico e vengono illustrati gli schemi unifilari e multifilare del quadro elettrico di comando e controllo delle apparecchiature elettromeccaniche che saranno installate.

5. QUADRO ECONOMICO DI SPESA

Si riporta nel seguito il quadro economico di spesa, così come risulta dall'elaborato Quadro economico, allegato al presente progetto. Per la quantificazione economica delle lavorazioni contenute nel suddetto preventivo di spesa (a cui si rimanda per ogni dettaglio) si sono primariamente utilizzati i prezzi unitari contenuti nel Prezzario Regionale delle Opere Pubbliche, edito a cura della Regione Sicilia – Edizione 2019; nei rimanenti casi il prezzo unitario è stato desunto da offerte chieste ai principali fornitori specializzati.

Per quantificare, infine, le lavorazioni specialistiche si è fatto riferimento alle offerte di fornitori specializzati, come illustrato nell'elaborato Analisi dei prezzi unitari.

Tra le somme a disposizione della stazione appaltante, la voce A1 riporta il valore complessivo dei lavori a misura e la voce A2 dei lavori a corpo. Nelle voci A3 e A5 sono riportati rispettivamente i costi della sicurezza ordinaria e speciale non soggetti a ribasso.

Le somme messe a disposizione nella sezione B comprendono, alla voce 1, i costi per eventuali imprevisti, spese per pratiche e autorizzazioni per la realizzazione delle tubazioni di collegamento tra l'impianto di distribuzione dell'acqua dei pozzi Ramisella e il depuratore situato in viale Maranzano.

Nella voce B2 sono riportati i costi per l'indagine geologica relativa alla realizzazione della tubazione scarico degli eluati di cui sopra.

La voce B3 comprende le spese per il collaudo statico e tecnico-amministrativo delle strutture.

Nelle spese tecniche raggruppate alla voce B4 si trovano le spese per la progettazione definitiva, per la direzione dei lavori, la contabilità e il coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione.

Non si prevedono spese per acquisizione e occupazione di aree né per allacciamenti ai servizi pubblici, quali rete di energia elettrica, rete telefonica e rete idrica.

QUADRO ECONOMICO DEI LAVORI	
A. LAVORI	
1. Lavori a Misura	144.429,25 €
2. Lavori a Corpo	399.270,95 €
3. Sicurezza Ordinaria compresa nelle lavorazioni non soggetta a ribasso	10197,61 €
Stima costi della sicurezza generale pari al 13% delle lavorazioni edili, importo non soggetto a ribasso	
4. Sicurezza speciale a Corpo non soggetta a ribasso	-
5. Sicurezza speciale a Misura non soggetta a ribasso	9.034,27 €
6. Incidenza della Manodopera non soggetta a ribasso	-
7. Lavori in economia	-
TOTALE A) LAVORI	562.932,08 €
B. SOMME A DISPOSIZIONE	
1. SPESE DIVERSE	48.685,01 €
2. RILIEVI, ACCERTAMENTI E INDAGINI	3.500,00 €
3. SPESE ANALISI E COLLAUDI	3.400,00 €
4. SPESE TECNICHE	44.050,00 €
5. ACQUISIZIONE AREE	-
6. OCCUPAZIONE AREE	-
7. ALLACCIAMENTI AI PUBBLICI SERVIZI	-
8. ALTRE SOMME	-
9. I.V.A.	145.764,75 €
TOTALE B) SOMME A DISPOSIZIONE	99.635,01 €
I.V.A. su A) LAVORI	123.845,05 €
I.V.A. su B) SOMME A DISPOSIZIONE	21.919,70 €
TOTALE B) SOMME A DISPOSIZIONE - I.V.A. INCLUSA	245.399,76 €
TOTALE QUADRO ECONOMICO (A+B)	808.331,84 €

6. ELENCO ELABORATI ED ALLEGATI

Fanno parte del presente progetto definitivo gli elaborati riportati nel seguito:

elaborati di testo

- R01 Relazione generale
- R02 Relazione geologica
- R03 Relazione di processo
- R04.01 Relazione preliminare sugli impianti elettrici
- R04.02 Relazione di calcolo impianto elettrico
- R04.03 Impianto elettrico: dati completi utenze
- R04.04 Impianto elettrico: stato utenze
- R05.01 Relazione sismica e sulle strutture: relazione di calcolo
- R05.02 Relazione sismica e sulle strutture: fascicolo di calcolo
- R05.03 Relazione sismica e sulle strutture: esecutivi strutturali
- R05.04 Relazione sismica e sulle strutture: relazione sui materiali
- R05.05 Relazione sismica e sulle strutture: relazione geotecnica
- R05.06 Relazione sismica e sulle strutture: piano di manutenzione
- R06 Elenco prezzi unitari
- R07 Analisi nuovi prezzi
- R08 Computo metrico estimativo
- R09 Quadro Economico
- R10 Piano sicurezza

elaborati grafici

- T01 Planimetria generale costruzioni
- T02 Sezioni nuove costruzioni
- T03 Layout filtri a resine - Alzato
- T04 Layout filtri a resine - Pianta
- T05 Collettore DN200 ai filtri
- T06 Disposizione utenze e strumenti
- T07 Costruttivo filtro a resine $\varnothing 1.28$
- T08 P&ID di processo
- T09 Schema elettrico unifilare
- T10 Schema elettrico multifilare

Il progettista

Ing. Matteo Noventa

