

**COMPLETAMENTO DELL'INTERVENTO DEL SISTEMA
DEPURATIVO A SERVIZIO DEL TERRITORIO DEI COMUNI DI OPI E
PESCASSEROLI RECAPITANTI NELL'AREA SENSIBILE DEL LAGO
DI BARREA**

PROGETTO DEFINITIVO

rev 0: dicembre 2015 rev 1: _____ rev 2: _____ rev 3: _____ rev 4: _____ rev 5: _____	oggetto dell'elaborato: <p align="center">RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA</p>	TAV. <p align="center">A.1</p>
--	--	--

IMPRESA:  <p>RICCI COSTRUZIONI</p> <p>RICCI GUIDO s.r.l. Via Ponte Nuovo, 87, 67031 - Castel di Sangro AQ</p>	PROGETTAZIONE:  <p>prog.in srl</p>  <p><i>Sergio Lucianetti</i></p>	
CODICE PROGETTO: PI 285	DATA: DICEMBRE 2015	SCALA:

INDICE

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	2
3	OBIETTIVI E INTERVENTI PREVISTI.....	3
4	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI PESCASSEROLI.....	5
4.1	INTERVENTI SU COMPARTO A MEMBRANA	6
4.2	ISTALLAZIONE DEODORIZZATORE.....	6
5	RETE FOGNARIA	9
5.1	COLLETTORI FOGNARI	9
5.1.1	<i>Calcoli idraulici.....</i>	<i>12</i>
5.2	SOLLEVAMENTI	14
5.2.1	<i>Impianto di sollevamento 1 – depuratore esistente di Opi</i>	<i>14</i>
5.2.2	<i>Impianto di sollevamento 2 – località pagliare di Opi.....</i>	<i>19</i>
5.2.3	<i>Impianto di sollevamento 3.....</i>	<i>22</i>
6	DURATA ESECUZIONE LAVORI.....	24

1 PREMESSA

Il presente progetto denominato “*Completamento dell'intervento del sistema depurativo a servizio dei comuni di Opi e Pescasseroli recapitanti nell'area sensibile del lago di Barrea*” rientra tra gli interventi finanziati con i fondi premiali ottenuti dalla Regione Abruzzo dal Governo a valere sulle risorse FSC-OdS, ed è stato finanziato per € 2.600.000,00 con DGR 552/14 e 799/14, riguarda l'adeguamento del progetto preliminare “*APQ 3-87 - Disinquinamento lago di Barrea: Sistema depurativo a servizio dei comuni di Pescasseroli ed Opi - 2° e 3° stralcio funzionale*”.

L'intervento ha lo scopo di collettare le acque reflue dell'abitato di Opi al realizzando depuratore di Pescasseroli e di completare la messa in sicurezza dal punto di vista depurativo dell'intera zona del PNALM. Il primo stralcio funzionale e fruibile, è stato già appaltato dal Gestore, prevede la realizzazione del collettore da Pescasseroli al nuovo impianto di depurazione e la realizzazione del nuovo impianto di depurazione per il totale degli abitanti equivalenti del comune di Pescasseroli (11.200 abitanti equivalenti), prevedendo lo spazio all'interno del capannone di contenimento per il successivo ampliamento dovuto al convogliamento nello stesso degli scarichi fognari provenienti dal Comune di Opi per ulteriori 1443 a.e..

L'intervento in progetto invece, prevede la realizzazione del sistema di collettamento da Opi a Pescasseroli, l'adeguamento dimensionale del nuovo depuratore di Pescasseroli al fine di poter trattare anche le acque reflue di Opi e la realizzazione di alcuni tratti di rete fognaria nel comune di Opi. Il presente progetto definitivo è redatto in conformità a quanto indicato nel progetto preliminare e lo aggiornerà per quanto riguarda la posizione del nuovo depuratore di Pescasseroli (delocalizzato successivamente alla redazione del progetto preliminare).

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La programmazione degli interventi nel settore del collettamento e della depurazione delle acque reflue urbane è sostanzialmente condizionata dalla necessità di adeguamento ai disposti delle direttive comunitarie in materia, che hanno trovato riscontro normativo nel D.Lgs. n. 152 dell'11.05.1999, integrato e modificato dal D.Lgs. n. 258 del 18.08.2000.

Il D.Lgs 152/1999 fissa gli obiettivi e le scadenze temporali di adeguamento delle infrastrutture a servizio degli agglomerati urbani nell'intento di raggiungere nel breve – medio periodo un progressivo ed efficace livello di salvaguardia e tutela dell'ambiente e della risorsa idrica.

In altri termini i principali obiettivi del D.Lgs. 152/99 possono così riassumersi:

- recepire le direttive comunitarie n. 91/271 sulle acque reflue urbane e n. 91/676;
- introdurre (accanto ai limiti di emissione per gli scarichi) specifici e differenziati obiettivi di qualità (ambientali e funzionali) per i corpi idrici ricettori, da raggiungere entro scadenze prefissate;
- conseguire una maggiore difesa delle acque sotterranee, anche attraverso norme più severe per gli scarichi sul suolo e nel sottosuolo, e un esplicito coordinamento con la nuova disciplina delle bonifiche dei suoli contaminati;
- perseguire più efficacemente il corretto e razionale uso dell'acqua, nonché una migliore protezione quantitativa della risorsa;
- Si fa riferimento, inoltre, alla D.G.R. 10-08-2009 n. 442, e DGR 227/2013 ed alla Legge regionale 29 luglio 2010, n.31 - Norme regionali contenenti la prima attuazione del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale); infine, la progettazione è stata redatta in conformità al PTA.

3 OBIETTIVI E INTERVENTI PREVISTI

L'impianto di depurazione di Opi attualmente in funzione presenta alcuni problemi gestionali dovuti a diversi fattori tra cui l'elevata portata idraulica in ingresso in alcuni periodi dell'anno, nonché alcuni limiti tecnologici e strutturali dell'impianto, ciò considerato e nell'ottica di una gestione economica ed efficiente è stato deciso di realizzare un unico impianto a servizio dei due Comuni, l'impianto in progetto, da realizzarsi con il I stralcio funzionale, è ubicato nel comune di Pescasseroli in località Peschiera, pertanto le acque reflue di Opi saranno collettate, tramite sollevamento al realizzando impianto di Pescasseroli. L'agglomerato di Opi IT13066061A10 ha un carico generato di 1393 a.e., l'impianto scarica sul fiume Sangro, e all'attualità i trattamenti effettuati sono primario e secondario, con il collettamento al nuovo depuratore di Pescasseroli e l'adeguamento dimensionale dello stesso per ulteriori 1443 a.e., fino alla capacità complessiva di 12.634 a.e., i reflui saranno sottoposti a trattamento terziario spinto con ultrafiltrazione a membrane, con notevoli benefici ambientali.

In questa fase di progettazione definitiva, l'impianto di depurazione in corso di appalto con i lavori del I stralcio funzionale, sarà incrementato della capacità depurativa di 1.443 a.e., necessaria a trattare i liquami provenienti da Opi. I lavori da eseguirsi all'interno del depuratore, sono stati determinati sulla scorta delle previsioni del progetto definitivo presentato dall'impresa Appaltatrice del I stralcio, come desunte dagli elaborati progettuali.

Il depuratore in corso di progettazione con il primo stralcio, sarà ubicato in località "Peschiera" del comune di Pescasseroli, nell'area catastalmente identificata nel Foglio 31 p.lla 53 del Comune di Pescasseroli.

Detto depuratore è localizzato in un area pressoché pianeggiante, l'accesso all'impianto sarà garantito da una strada brecciata che è la prosecuzione della strada comunale S. Donato, oggi non asfaltata. Lo scarico del nuovo impianto confluisce nel Sangro.

Per quanto attiene la realizzazione dei nuovi collettori fognari sono previsti i seguenti interventi:

L'allaccio della rete fognaria di Opi, oggetto della presente progettazione, al nuovo impianto in corso di realizzazione avverrà per mezzo di una fognatura premente in PEAD De 160 (Tratto 4) che derivando dal nuovo impianto di sollevamento (Soll. 2) in località stalle convoglia i reflui al depuratore. Al sollevamento i reflui arrivano mediante un collettore fognario a gravità De 500 in PEAD Corrugato (Tratto 3), che capta i reflui provenienti dal centro storico, tramite una tubazione in PEAD corrugato De 500 a gravità (Tratto 3bis) e la tubazione premente in PEAD De 160 (Tratto 2) proveniente dal sollevamento (Soll.1) presso il depuratore esistente di Opi, all'altezza del Km 49.00 della SR n. 83 Marsicana. Al sollevamento 1 i reflui sono convogliati tramite la condotta esistente in ingresso al depuratore, una condotta De 400 in PEAD corrugato a gravità (Tratto 5), una premente esistente a servizio del sollevamento dell'Hotel Du Park e una premente in progetto in PEAD De 90 (Tratto 6bis) a servizio del sollevamento 3 (Soll. 3). In ingresso al sollevamento 3 è prevista una condotta De 315 in PEAD corrugato a gravità (Tratto 6).

Da quanto sopra esposto si evince che gli interventi previsti nel presente progetto, risultano un'estensione delle opere relative al nuovo depuratore di Pescasseroli (intervento quest'ultimo denominato "Disinquinamento Lago di Barrea: sistema depurativo a servizio dei Comuni di Pescasseroli ed Opi – 1° stralcio funzionale- "Delocalizzato in località Peschiera"").

Pertanto ai fini di ottimizzare la gestione delle terre e ridurre gli impatti ambientali derivanti da tale attività, si prevede il trasporto e il riutilizzo di 2 560 m³ di materiale di scavo, per la realizzazione del nuovo impianto di depurazione di Pescasseroli.

Nel caso di materiale di scavo in eccedenza, già in questa fase è stata individuata la seguente discarica autorizzata:

Fratelli Melone snc

Località Campo Dragone

67030 – SCONTRONE (AQ)

Autorizzazione n. RIP /29/99/AQ del 26.10.1999

4 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO IMPIANTO DI DEPURAZIONE DI PESCASSEROLI

Il progetto risultato vincitore dell'appalto integrato "APQ 3-87 - Disinguinamento lago di Barrea: Sistema depurativo a servizio dei comuni di Pescasseroli ed Opi - 1° stralcio funzionale" per la realizzazione del depuratore di Pescasseroli, in corso di esecuzione, prevedeva un impianto di depurazione dimensionato per 11 200 a.e. predisposto per lo stato futuro, considerando anche i liquami del Comune di Opi, per ulteriori 1443 a.e., ed è stato articolato su due filiere di trattamento distinte, l'una per il liquame tal quale e l'altra per le acque di pioggia sino a 6,0 volte la portata media. La soluzione tecnologica, scelta per realizzazione del nuovo impianto di depurazione, rispetta pienamente le norme contenute nel D.Lgs. 11/05/1999 n. 152, così come modificato ed integrato dal D.Lgs 3 aprile 2006 n. 152.

Dagli elaborati grafici e dalle relazioni tecniche del nuovo depuratore di Pescasseroli, si evince che le strumentazioni relative al sistema a membrane sono stati dimensionate per lo stato futuro (comprendente anche i liquami provenienti dal Comune di Opi), così come la fase di denitro-nitro e quelle inerenti i trattamenti preliminari (sollevamento, grigliatura media, grigliatura fine, dissabbiatura-disoleatura).

Parametro	Unità	Pescasseroli	Pescasseroli+Opi
Abitanti equivalenti	N°	11.200	11.200+1.443
Portata media oraria liquami (Q_{24h})	m ³ /d	2.811,2	3.174
Portata di punta oraria (Q_{pn})	m ³ /h	175,7	198,4
Portata massima ammessa al trattamento biologico (Q_{max})	m ³ /h	351,4	396,7

Il processo depurativo si comporrà dei seguenti trattamenti:

PRETRATTAMENTI (6,0 · Q_m)

- Manufatto di arrivo;
- Grigliatura media;
- Sollevamento iniziale.

LINEA ACQUE DI PIOGGIA (3,0 · Q_m)

- Grigliatura fine;

- Dissabbiatura e disoleatura;
- Disinfezione a raggi ultravioletti.

LINEA LIQUAME (3,0 · Qm)

- Grigliatura fine per MBR;
- Dissabbiatura e disoleatura;
- Processo a fanghi attivi con rimozione biologica dell'azoto;
- Defosfatazione;
- Ultrafiltrazione a membrane;
- Disinfezione a raggi ultravioletti.

LINEA FANGHI

- Trattamento fanghi con poliettolita;
- Disidratazione mediante centrifuga.

4.1 INTERVENTI SU COMPARTO A MEMBRANA

Per quanto esposto precedentemente, gli interventi di adeguamento, si riducono all'aggiunta di alcuni moduli dei filtri a membrana MBR a fibra cava e all'incremento della concentrazione della miscela aerata in vasca da 6.000 gr/mc a 9.000÷9.500 gr/mc (comunque cautelativo rispetto ad un valore normale che si attesta a 10.000 gr/mc). Il sistema MBR proposto dall'impresa Appaltatrice nel progetto vincitore è costituito da moduli a membrana a fibra cava monolitica (ovvero la fibra è realizzata mediante un'unica estrusione e non vi sono polimeri di supporto) in PVDF, con diametro nominale dei pori pari a 0,04 micron installati in 2 vasche MBR, ciascuna costituita da 9 rack di membrane a fibra cava (superficie di filtrazione totale offerta 10.260 m² espandibile a 14.820 m² più che sufficiente per trattare la portata dell'espansione futura derivante dall'allacciamento del Comune di Opi).

Pertanto non sono da eseguire ulteriori opere civili per l'adeguamento del comparto MBR ma risulta necessario solo aggiungere 1 rack per vasca. Visto che ogni rack è costituito da 15 moduli, ciascuno caratterizzato da una superficie filtrante di 38 m², questo si traduce nell'aggiunta di 1140 m² di superficie.

4.2 INSTALLAZIONE DEODORIZZATORE

La delocalizzazione del nuovo depuratore di pescasseroli in località Peschiera, ha comportato un avvicinamento dell'impianto al centro abitato. Pertanto in questa fase, con l'incremento delle

portate affluenti al depuratore, si è ritenuto opportuno adeguare lo stesso con un sistema di deodorizzazione dell'aria.

Si prevede l'installazione di n.1 scrubber a secco di capacità massima pari a circa 4.000 m³/h che consentirà la deodorizzazione dei seguenti comparti:

- Sollevamento
- Cassonetto griglia grossolana;
- Cassonetto griglia fine;
- Dissabbiatore acque nere;
- Dissabbiatore acque bianche;
- Cassonetto sabbie;
- Ispessitore fanghi;
- Centrifuga;
- Edificio disidratazione fanghi;
- Cassonetto raccolta fanghi.

I filtri scrubber proposti operano secondo i seguenti principi:

1. TUBAZIONE INGRESSO: l'aria maleodorante proveniente dalle vasche coperte entra nel filtro attraverso il punto 1a nel disegno. In alcuni casi specifici è anche previsto l'ingresso di una certa portata di aria esterna per il controllo delle condense

2. ZONA DEMISTER: La portata d'aria dopo aver attraversato la tubazione d'ingresso raggiunge la zona Demister (2). In questa fase, grazie alla presenza di uno speciale riempimento, il flusso d'aria viene distribuito uniformemente per tutta la superficie di passaggio del filtro e allo stesso tempo eventuali gocce di carryover vengono prima trattenute e poi eliminate attraverso un apposito scarico di condensa (7)

3. RETE DI PASSAGGIO: l'aria maleodorante passa attraverso una grata di sostegno sormontata da una rete in polipropilene di maglia adeguata (3) che divide la zona Demister (2) dalla zona di Scrubbing (4)

4. ZONA DI SCRUBBING: L'aria raggiunge la zona di Scrubbing (4) dove avvengono i processi chimico-fisici necessari alla completa rimozione dei composti odorigeni. In questa zona viene alloggiato il "media" filtrante che opera secondo principi di chemiassorbimento. I granuli di allumina impregnata in funzione della chimica degli odori da abbattere svolgono un abbattimento chimico a secco delle molecole indesiderate contenute nel flusso d'aria. Questi prodotti sono in grado di abbattere in modo irreversibile un'ampia gamma di composti gassosi maleodoranti e/o

nocivi, portandoli al di sotto della soglia di percezione dell'odore. Ogni "media" è costituito da un substrato poroso con un'elevata superficie specifica di contatto che facilita le interazioni molecolari e quindi le reazioni chimiche di eliminazione dei composti indesiderati. L'abbattimento dei gas contaminanti avviene in modo irreversibile grazie ad un processo combinato di adsorbimento e assorbimento, seguito da specifiche reazioni chimiche che trasformano i gas in solidi innocui. I prodotti di reazione rimangono quindi intrappolati nei pori dei granuli, scongiurandone ogni possibilità di rilascio

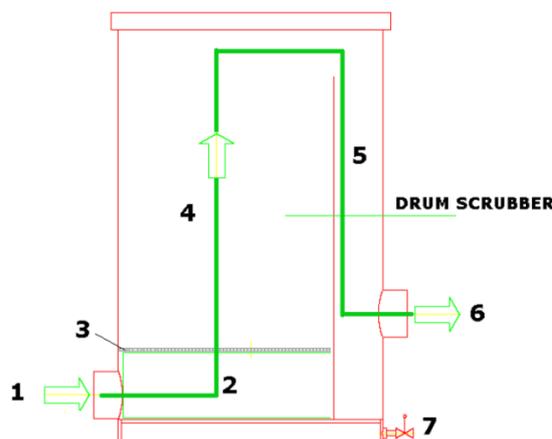
5. PLENUM DI USCITA: attraversata la zona di scrubbing l'aria pulita raggiunge un adeguato plenum (5) che costituisce il raccordo idraulico con la tubazione di uscita del filtro (6) direttamente collegata al ventilatore centrifugo di aspirazione

6. VENTILATORE CENTRIFUGO: il ventilatore centrifugo viene collocato a valle del filtro in modo tale da mantenere in depressione tutta la linea di trattamento e scongiurare qualsiasi possibile fuga di odori prima del trattamento di scrubbing. Le caratteristiche del ventilatore vengono riportate in allegato

7. QUADRO ELETTRICO DI CONTROLLO: il quadro elettrico viene montato a bordo del filtro ed è progettato per gestire in maniera semplice e sicura il funzionamento del filtro. Le specifiche tecniche del quadro elettrico sono riportate in allegato

LEGENDA:

- 1: ingresso aria maleodorante
- 2: zona demister
- 3: rete di separazione in polipropilene
- 4: zona di scrubbing chimico-fisico
- 5: plenum di uscita aria pulita
- 6: tubazione di uscita filtro collegata con il ventilatore centrifugo
- 7: valvola di scarico condensa



Di seguito si riporta una tabella da cui si evincono il numero dei ricambi orari considerati per ciascun comparto, e la quantità d'aria oraria necessaria complessivamente:

		n° ricambi	lunghezza	larghezza	Area	altezza	Volume	Portata
		[ricambi/h]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m3]	[m3/h]
A	Canale e Sollevamento iniziale	5					128	640
B	Cassonetto grigliato grossolana	5	2.6	2.2	5.72	3.00	17.16	86
C	Cassonetto griglia fine	5	4.50	2.00	9	3.00	27	135
D	Dissabbiatore acque nere	5					7	35
E	Dissabbiatore acque bianche	5					7	35
F	Cassonetto sabbie	5	4	4	16	3.00	48	240
G	Ispessitore fanghi	4					42	168
H	Centrifuga disidratazione							200
I	Edificio disidratazione	8	7.7	5.5	42.35	4.00	169.4	1 355
L	Scarrabile fanghi	8	7.5	4.5	33.75	4.00	135	1 080
TOTALE								3 974

Per consentire la deodorizzazione, si prevede la copertura dell'ispessitore fanghi, dei cassonetti di raccolta del grigliato e delle sabbie e dello scarrabile di raccolta fanghi.

5 RETE FOGNARIA

5.1 COLLETTORI FOGNARI

A seguito dei sopralluoghi effettuati dai tecnici consulenti dell'ATO, durante la redazione della progettazione preliminare completa di concerto con gli uffici tecnici dei comuni interessati sono stati individuati i punti di confluenza della rete fognaria da cui derivare le portate da addurre al nuovo depuratore.

Il punto di allaccio principale della rete fognaria mista di Opi, si trova in corrispondenza del vecchio depuratore di Opi all'altezza del Km 49.00 della SR n. 83 Marsicana. Qui è stato previsto un primo impianto di sollevamento "S1" che dopo una fase di grigliatura grossolana invierà i reflui, tramite una tubazione in pressione in PEad DN160 PE 100 PN16 ("Tratto 2"), ad un pozzetto disconnettere. Tale tubazione, sarà posata in opera sotto la strada provinciale, tramite trivellazione orizzontale controllata "TOC" per una lunghezza pari a poco più di 1225 m. Dal pozzetto disconnettere si diparte una condotta in PEad corrugato SN 8 De 500 a gravità ("Tratto 3") che confluirà i reflui in un secondo impianto di sollevamento "S2", posizionato nella "zona stalle" del Comune di Opi. Tale condotta sarà posata in opera sotto strada comunale, tramite scavo a sezione obbligata, per una lunghezza pari a poco più di 560 m. Nel pozzetto disconnettere, oltre alla tubazione in pressione proveniente dal primo sollevamento, si immetterà anche una tubazione a gravità in PEad corrugato SN 8 De 500 a gravità ("Tratto 3bis") che consentirà di raccogliere quota parte delle acque provenienti dal centro abitato da un secondo punto di allaccio individuato durante le fasi di sopralluogo. Tale tubazione sarà posata in opera sotto un percorso pedonale, tramite scavo a sezione obbligata, per una lunghezza di circa 140 m e sarà dotata di pozzetti di salto al fine di superare il dislivello esistente.

Dal secondo impianto di sollevamento "S2" partirà una tubazione in PEad DN160 PE 100 PN16 ("Tratto 4"), che confluirà i reflui al nuovo impianto di depurazione di Pescasseroli. Tale tubazione sarà posata, in campagna con scavo a cielo aperto per circa 920 m e sotto strada provinciale, tramite trivellazione orizzontale controllata "TOC" per una lunghezza pari a circa 1830 m per poi deviare lungo una strada vicinale e raggiungere il nuovo impianto di depurazione di Pescasseroli dopo altri 500 m, subito dopo aver attraversato il fiume Sangro (per una lunghezza complessiva di 3250 m).

Nel comune di Opi saranno inoltre realizzati ulteriori quattro collettori:

- Il collettore "Tratto 5" in PEad corrugato De 400 SN8 lungo 650 metri, costituirà la fognatura "acque nere" principale della zona di espansione del PRE nella zona Casette (come indicato nel progetto preliminare il collettore "acque bianche", relativo alla zona "Casette" sarà demandato ad altro intervento). La tubazione sarà in parte posata in opera in campagna tramite scavo a cielo aperto e in parte posata in opera tramite "TOC" fino al sollevamento 1.
- Il collettore "Tratto 6" realizza la fognatura principale della zona di espansione del PRE in prossimità dell' Hotel Du Park; si costruirà una fognatura unitaria con tubazione " in PEad corrugato De 315 SN8 lungo 305 metri posata in opera sotto strada provinciale tramite scavo a sezione obbligatoria. La fognatura sverserà i reflui nel sollevamento di progetto "S3" posto nelle vicinanze dell'hotel du Park;
- Il collettore "Tratto 6bis" è costituito da una condotta in PEad DN90 PE 100 PN16 in pressione che parte dal sollevamento di progetto "S3" e che confluirà i reflui della zona di espansione del PRE in prossimità dell'Hotel du Park fino al sollevamento di progetto "S1" localizzato nel vecchio depuratore di Opi. Tale tubazione sarà posata in opera, sotto strada provinciale, tramite trivellazione orizzontale controllata "TOC" per una lunghezza pari a poco più di 330 m;
- Il collettore "Tratto 3ter" è costituito da una condotta in acciaio DN 400 della lunghezza di circa ml 100 chiodata sulla superficie del costone con barre tipo "Diwydag" e intervallata da alcuni pozzetti di salto dotati di lamierino metallico per la dissipazione dell'energia. Tale condotta tramite uno scolmatore da realizzare nel presente progetto, convoglierà le acque bianche dalla fognatura esistente in Via S.Giovanni incrocio Via salita la Croce (slargo prospiciente Ristorante La Pieja) fino alla fognatura bianca esistente di Via fonte Carnevale.

POSA IN OPERA CONDOTTA IN PRESSIONE TRAMITE TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (TOC)

Le fasi operative per la posa di una tubazione mediante trivellazione controllata sono essenzialmente tre:

- Esecuzione del foro pilota;
- Alesatura del foro;
- Tiro e posa della tubazione

Esecuzione del foro pilota

Questa è la prima e la più delicata delle fasi di lavoro. La trivellazione avviene mediante l'inserimento nel terreno di una serie di aste la prima delle quali collegata ad una testa orientabile che permette di essere guidata, l'asportazione del terreno in eccesso avviene per mezzo di fanghi bentonitici e vari polimeri che, passando attraverso le aste di perforazione e fuoriuscendo dalla testa, asporta il terreno facendolo defluire a ritroso lungo il foro, fino alla buca di partenza sottoforma di fango. Il sistema di perforazione ad espulsione di fanghi sopra descritto non è impiegabile per la trivellazione in materiali molto compatti e in tutti i tipi di roccia. In tali circostanze si impiegano sistemi di trivellazione a roto-percussione che consistono nell'impiego di speciali martelli pneumatici a fondo foro direzionabili. Il controllo della testa di trivellazione, generalmente avviene ad onde radio o via cavo per mezzo di una speciale sonda che alloggiata all'interno della testa ed in grado di fornire in ogni istante:

- Profondità
- Inclinazione
- Direzione sul piano orizzontale

Alesatura del foro

Una volta realizzato il foro pilota, indipendentemente dal metodo impiegato, la testa di trivellazione viene sostituita con particolari alesatori che vengono trascinati a ritroso all'interno del foro, che ruotando grazie al moto trasmesso dalle aste esercitano un'azione fresante e quindi allargante sul foro sempre coadiuvati dai getti di fango per l'asportazione del terreno e la stabilizzazione delle pareti del foro (il diametro dell'alesatura deve essere del 20-30% più grande del tubo da posare).

Tiro e posa della tubazione

Terminata la fase di alesatura, viene agganciato il tubo o il fascio di tubi dietro l'alesatore stesso per mezzo di un giunto rotante ad evitare che il moto di rotazione sia trasmesso al tubo stesso e viene trainato a ritroso fino al punto di partenza.

Si riassumono di seguito i vantaggi di tale tecnica di posa:

- Sicurezza con la quale l'intervento può essere condotto;
- Abbattimento dei costi relativi alle misure di prevenzione;
- Velocità con la quale il lavoro viene eseguito;
- Si evita il deterioramento dei manti stradali;
- Si evita di compromettere o perlomeno di limitare al massimo le ripercussioni sulla resistenza statica del sottofondo stradale;
- Si limitano fino ad eliminare i disagi, le limitazioni e le perdite di energia ai danni del pubblico e soprattutto del traffico;
- L'intervento è praticamente indipendente dalle condizioni atmosferiche;
- Riduzione dell'inquinamento atmosferico ed acustico;
- la profondità di scavo non costituisce un fattore di costo e rischio;
- movimentazioni di terreno ridottissime (preservazione di cave naturali e discariche);
- inalterazione delle opere preesistenti.

5.1.1 Calcoli idraulici

Per le verifiche idrauliche dei collettori caratterizzati da un funzionamento a gravità è stata usata la ben nota formula di Chezy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

Q = Portata defluente [m³/s];

χ = Funzione di resistenza $\chi = K_s R^{1/6}$;

K_s = Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler = 90;

A = Area sezione bagnata [m²];

R = Raggio idraulico [m];

i = Pendenza media [m/m].

Per le tubazioni a gravità si è qui di seguito calcolato la portata massima e la velocità relativa ad un grado di riempimento del 70 % considerando la pendenza minima per ciascun diametro di progetto.

- Tubazioni in pressione del diametro 160 in PEad PE 100 PN16 (Tratto 2 e 4):

$$Q_{\text{med}} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} = \frac{2000 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} = 3,70 \text{ l/s}$$

$$Q_{\text{max}} \text{ al depuratore} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} \cdot c_p = \frac{2000 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} \cdot 3 = 11,5 \text{ l/sec}$$

DN interno 130,8 mm

$V_{max} = 0,85 \text{ m/s}$

- Tubazioni in pressione del diametro 90 in PEad PE 100 PN16 (Tratto 6bis):

$$Q_{med} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} = \frac{500 \cdot 200 \cdot 0,8}{86400} = 0,92 \text{ l/s}$$

$$Q_{max} \text{ al depuratore} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} \cdot c_p = \frac{500 \cdot 200 \cdot 0,8}{86400} \cdot 3 = 2,76 \text{ l/sec}$$

DN interno 73,6 mm

$V_{max} = 0,66 \text{ m/s}$

- Tubazioni a gravità del diametro 315 in PEad corrugato SN8 (Tratto 6):

Diametro interno 272 mm

Grado di riempimento max = 70 %

K_s (coeff. Scabrezza Gauckler) = 80

$I_{min} = 0,33 \%$

$Q_{max(70\%)} = 37 \text{ l/s}$

$V = 0,86 \text{ m/s}$

- Tubazioni a gravità del diametro 400 in PEad corrugato SN8 (Tratto 5):

Diametro interno 347 mm

Grado di riempimento max = 70 %

K_s (coeff. Scabrezza Gauckler) = 80

$I_{min} = 0,3 \%$

$Q_{max(70\%)} = 68 \text{ l/s}$

$V = 0,96 \text{ m/s}$

- Tubazioni a gravità del diametro 500 in PEad corrugato SN8 (Tratto 3 e 3bis):

Diametro interno 433 mm

Grado di riempimento max = 70 %

K_s (coeff. Scabrezza Gauckler) = 80

$I_{min} = 0,5 \%$

$Q_{max(70\%)} = 160 \text{ l/s}$

$V = 1,44 \text{ m/s}$

Di seguito vengono esplicitate le caratteristiche delle tubazioni di progetto:

TUBAZIONI IN PEAD CORRUGATO			
	DN 315	DN 400	DN 500
Normativa di riferimento	PrEN 13476/1 e UNI 10968/1 tipo B	PrEN 13476/1 e UNI 10968/1 tipo B	PrEN 13476/1 e UNI 10968/1 tipo B
Classe [SN]	8	8	8
Diametro esterno [mm]	315	400	500
Spessore [mm]	21,5	26,5	33,5
Diametro interno[mm]	272	347	433

TUBAZIONI IN PEAD LISCIO PE 100		
	DN 160	DN 90
Normativa di riferimento	UNI EN 12201	UNI EN 12201
Pressione nominale [PN]	16	16
Diametro esterno [mm]	160	90
Spessore [mm]	14,6	8,2
Diametro interno[mm]	130,8	73,6

5.2 SOLLEVAMENTI

5.2.1 Impianto di sollevamento 1 – depuratore esistente di Opi

Al sollevamento pervengono le acque reflue della parte bassa di Opi, (da via Spinetti a SR 83 Bivio SR Forca D'Acero, via Fonte dei Cementi, e zona di espansione), tra le attività a più alto carico ci sono un Hotel ed un campeggio, servita dalla rete fognaria esistente nonché dai due nuovi tratti in progetto di estensione della rete fognante, il primo a servizio della zona di espansione, fiancheggiante il fiume Sangro ed il secondo verso Val Fondillo lungo la SR n. 83.

L'impianto di sollevamento sarà realizzato in c.a. gettato in opera, nell'area di sedime del depuratore esistente, si prevede la realizzazione di uno scolmatore che, previa grigliatura grossolana a cestello, sverserà nel fiume Sangro le portate superiori a quelle da inviare al trattamento per mezzo dell'attuale condotta di scarico del depuratore a cui sarà raccordata. Dal sollevamento 1 parte la tubazione in pressione del diametro De160 in PEAD PN16 di 1.225 metri di lunghezza che arriva

al bivio con la SR di Forca D'Acero dove termina nel pozzetto di partenza della fogna a gravità De 500 PEAD Corrugato SN8.

La stazione di sollevamento n.1 prevede tubazioni di mandata in acciaio inox DN 100 ognuna dotata di valvola di ritegno a palla e saracinesca a corpo piatto DN 100 PN 16, e saranno riunite nella camera di manovra, in un collettore DN 150 che collegherà le due mandate. Il collettore si raccorderà con la premente in pead DN 160 PN16 mediante il seguente raccordo di pezzi speciali e apparecchiature: saracinesca a corpo piatto, tronchetto in inox DN 150 di 70 cm di lunghezza, misuratore di portata elettromagnetico, un tronchetto in inox DN 150 lungo 50 cm, un tronchetto in inox DN 150 lungo 30 cm con manicotto da 2" per la misura pressione di mandata con pressostato e un'altra saracinesca a corpo piatto, che si collega alla flangia della premente. Si prevede l'installazione di un gruppo di pompaggio costituito da n.2 pompe sommergibili (di cui una di riserva) idonee al funzionamento, anche in continuo, a secco verticale o orizzontale senza necessità di mantello di raffreddamento aventi le seguenti caratteristiche.

DATI TECNICI

Potenza assorbita dalla rete	kW	12,09
Potenza nominale resa all'albero	kW	11
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz	400/3/50
Intensità di corrente nominale	A	20,1
Intensità di corrente allo spunto	A	141
Modalità di avviamento	tipo	S/T
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi	0,87
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi	0,82
Efficienza motore al 100% del carico	%	90,97
Efficienza motore al 75% del carico	%	91,48
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹	2930
Grado di protezione	IP	68
Esecuzione motore	tipo	antideflagrante secondo EEx dII BT4/ATEX II 2Gk

Isolamento statore	Classe	H (140° C)
Cavo elettrico sommergibile	tipo	H07RN8-F10G1.5
Lunghezza	m	10
Girante	tipo	ContraBlock monocanale
Diametro esterno	mm	180
Passaggio libero	mm	45
Aspirazione	DN	80 (flangiata UNI PN16)
Mandata	DN	80 (flangiata UNI PN16)
Peso	kg	180

PRESTAZIONI AL PUNTO DI LAVORO OFFERTO (lav) secondo ISO 9906 – Annex A1/A2

Portata al punto lavoro	l/s	11,8
Prevalenza al punto di lavoro	m	33,7
Potenza assorbita dalla rete P1	kW	9,85
Potenza nominale resa all'albero P2	kW	9
Rendimento idraulico	%	43
Rendimento totale	%	39,11

CARATTERISTICHE E MATERIALI

Raffreddamento motore	liquido circostante e/o pompato
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici bimetallici (klixon) nell'avvolgimento
Sistema di protezione umidità	sensore infiltrazione in vano di separazione motore/idraulica
Tipo di aggancio	maniglia in AISI316
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	Acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/C)
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente

Per sollevare i liquami alla quota richiesta si è reso necessario installare ulteriori n.2 pompe in serie a quelle precedenti, installate orizzontalmente e all'asciutto e dotate delle seguenti caratteristiche.

DATI TECNICI

Potenza assorbita dalla rete	kW	12.09
Potenza nominale resa all'albero	kW	11.00
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz	400/3/50
Intensità di corrente nominale	A	20.10
Intensità di corrente allo spunto	A	141.0
Modalità di avviamento	tipo	S/T
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi	0.87
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi	0.82
Efficienza motore al 100% del carico	%	90.97
Efficienza motore al 75% del carico	%	91.48
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹	2930
Grado di protezione	IP	68
Esecuzione motore	tipo	antideflagrante secondo EEx dII BT4/ATEX II 2Gk
Isolamento statore	Classe	H (140° C)
Cavo elettrico sommergibile	tipo	H07RN8-F10G1.5
Lunghezza	m	10
Girante	tipo	Vortex
Diametro esterno	mm	198
Passaggio libero	mm	65
Aspirazione	DN	80 (flangiata UNI PN16)
Mandata	DN	80 (flangiata UNI PN16)
Peso	kg	160

PRESTAZIONI AL PUNTO DI LAVORO OFFERTO (lav) secondo ISO 9906 – Annex A1/A2

Portata al punto lavoro	l/s	11,5
Prevalenza al punto di lavoro	m	30,7
Potenza assorbita dalla rete P1	kW	10,6
Potenza nominale resa all'albero P2	kW	9,7
Rendimento idraulico	%	35,4
Rendimento totale	%	32,18

CARATTERISTICHE E MATERIALI

Raffreddamento motore	liquido circostante e/o pompato
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici bimetallici (klixon) nell'avvolgimento
Sistema di protezione umidità	sensore infiltrazione in vano di separazione motore/idraulica
Tipo di aggancio	maniglia in AISI316
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	Acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/C)
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente

L'impianto sarà dotato di un sistema di automazione che registra tutte le variabili principali, il quadro di comando provvederà allo scambio in automatico. Il sistema sarà collegato con il Depuratore di Pescasseroli e con la sede di SACA Spa via GSM.

Di seguito si riportano le portate di progetto desunte dal progetto preliminare "APQ 3-87 – Disinquinamento lago di Barrea: sistema depurativo a servizio dei Comuni di Pescasseroli eed Opi"

PORTATA IN INGRESSO

Q max = 162 l/sec

Q min (portata nera) = 2,8 l/sec

Tubo in entrata (esistente) DN 630 in PVC

PORTATA IN USCITA

$$Q_{n,med} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} = \frac{2000 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} = 3,70 \text{ l/s}$$

$$Q_{n,max} \text{ al depuratore} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} \cdot c_p = \frac{2000 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} \cdot 3 = 11,5 \text{ l/sec}$$

Q da sfiorare 150 l/sec (tramite scarico di troppo pieno sollevamento in PEad corrugato DN 500 SN8)

Dove:

P = popolazione servita;

d= dotazione idrica;

φ = coefficiente di afflusso in fogna;

C_p = coefficiente di punta.

5.2.2 Impianto di sollevamento 2 – località pagliare di Opi

La stazione di sollevamento n.2 sarà, ubicata nella zona delle pagliare in corrispondenza delle fosse Imhoff esistenti e sarà costituita da: canale in c.a. dove sarà alloggiata la grigliatura grossolana, con griglia sub verticale (3 cm di barratura) con compattatore del grigliato che scarica in cassone, una vasca di carico, camera di manovra indipendente ed adiacente alle vasche; verrà anche installata una tubazione di scarico acque bianche che sverserà nel fiume Sangro le portate superiori a quelle da inviare al trattamento;

La stazione di sollevamento n.2 prevede tubazioni di mandata in acciaio inox DN 100 ognuna dotata di valvola di ritegno a palla e saracinesca a corpo piatto DN 100 PN 16, e saranno riunite nella camera di manovra, in un collettore DN 150 che collegherà le due mandate. Il collettore si raccorderà con la premente in pead DN 160 mediante il seguente raccordo di pezzi speciali e apparecchiature: saracinesca a corpo piatto, tronchetto in inox DN 150 di 70 cm di lunghezza, misuratore di portata elettromagnetico, un tronchetto in inox DN 150 lungo 50 cm, un tronchetto in inox DN 150 lungo 30 cm con manicotto da 2" per la misura pressione di mandata con pressostato e un'altra saracinesca a corpo piatto, che si collega alla flangia della premente

Si prevede l'installazione di un gruppo di pompaggio costituito da n.2 pompe sommergibili (di cui una di riserva) idonee al funzionamento, anche in continuo, a secco verticale o orizzontale senza necessità di mantello di raffreddamento aventi le seguenti caratteristiche.

DATI TECNICI

Potenza assorbita dalla rete	kW	15.97
Potenza nominale resa all'albero	kW	15.00
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz	400/3/50
Intensità di corrente nominale	A	27.20
Intensità di corrente allo spunto	A	294.0
Modalità di avviamento	tipo	S/T
Fattore di potenza al 100% del carico	Cosfi	0.85
Fattore di potenza al 75% del carico	Cosfi	0.80
Efficienza motore al 100% del carico	%	93.92
Efficienza motore al 75% del carico	%	92.09
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹	2950
Grado di protezione	IP	68
Esecuzione motore	tipo	antideflagrante secondo EEx dII BT4/ATEX II 2Gk
Isolamento statore	Classe	H (140° C)
Cavo elettrico sommergibile	tipo	H07RN8-F10G1.5
Lunghezza	m	10
Girante	tipo	ContraBlock® monocanale
Diametro esterno	mm	197
Passaggio libero	mm	50
Aspirazione	DN	100 (flangiata UNI PN16)
Mandata	DN	100 (flangiata UNI PN16)
Peso	kg	320

PRESTAZIONI AL PUNTO DI LAVORO OFFERTO (lav) secondo ISO 9906 – Annex A1/A2

Portata al punto lavoro	l/s	11,5
Prevalenza al punto di lavoro	m	42,9

Potenza assorbita dalla rete P1	kW	12,37
Potenza nominale resa all'albero P2	kW	11,4
Rendimento idraulico	%	42,2
Rendimento totale	%	38,56

CARATTERISTICHE E MATERIALI

Raffreddamento motore	liquido circostante e pompato
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici bimetallici (klixon) nell'avvolgimento
Sistema di protezione umidità	sensore infiltrazione in vano di separazione motore/idraulica
Tipo di aggancio	maniglia in AISI316
Carcassa motore	ghisa grigia GG25
Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	Acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	Acciaio inox AISI316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/SiC)
Tenuta superiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/C)
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente

L'impianto sarà dotato di un sistema di automazione che registra tutte le variabili principali, il quadro di comando provvederà allo scambio in automatico. Il sistema sarà collegato con il Depuratore di Pescasseroli e con la sede di SACA Spa via GSM.

Di seguito si riportano le portate di progetto desunte dal progetto preliminare "APQ 3-87 – Disinquinamento lago di Barrea: sistema depurativo a servizio dei Comuni di Pescasseroli eed Opi"

PORTATA IN INGRESSO

Q max = 162 l/sec

Q min (portata nera) = 2,8 l/sec

Tubo in entrata (esistente) DN 630 in PVC

PORTATA IN USCITA

$$Q_{n,med} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} = \frac{2000 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} = 3,70 \text{ l/s}$$

$$Q_{n,max} \text{ al depuratore} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} \cdot C_p = \frac{2000 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} \cdot 3 = 11,5 \text{ l/sec}$$

Q da sfiorare 150 l/sec (tramite scarico di troppo pieno sollevamento in PEad corrugato DN 500 SN8)

Dove:

P = popolazione servita;

d= dotazione idrica;

φ = coefficiente di afflusso in fogna;

C_p = coefficiente di punta.

5.2.3 Impianto di sollevamento 3

L'impianto di sollevamento n.3 consentirà di convogliare nel sollevamento 1 le acque provenienti dalla Val Fondillo, dove l'attività a più alto carico risulta essere un campeggio. L'andamento morfologico del terreno, la presenza di diversi tombini e la necessità di attraversare il Fiume Sangro non hanno reso possibile il convogliamento delle acque a gravità, come previsto in fase di progettazione preliminare. La stazione di sollevamento n.3 prevede tubazioni di mandata in acciaio inox DN 100 ognuna dotata di valvola di ritegno a palla e saracinesca a corpo piatto DN 75 PN 10, e saranno riunite nella camera di manovra, in un collettore DN 100 che collegherà le due mandate. Il collettore si raccorderà con la premente in PEad DN 90 PN16 mediante un giunto ACC/PEad. Si prevede l'installazione di un gruppo di pompaggio costituito da n.2 pompe sommergibili (di cui una di riserva) idonee al funzionamento, anche in continuo, a secco verticale o orizzontale senza necessità di mantello di raffreddamento aventi le seguenti caratteristiche.

DATI TECNICI

Potenza assorbita dalla rete	kW	1.93
Potenza nominale resa all'albero	kW	1.30
Tensione nominale/Fasi/Frequenza	V/fasi/Hz	400/3/50
Intensità di corrente nominale	A	3.60
Intensità di corrente allo spunto	A	11.10
Modalità di avviamento	tipo	diretto
Fattore di potenza al 100% del carico	cosfi	0.77
Fattore di potenza al 75% del carico	cosfi	0.68

Efficienza motore al 100% del carico	%	67.24
Efficienza motore al 75% del carico	%	69.35
Numero di giri nominali	giri min ⁻¹	1330
Grado di protezione	IP	68
Esecuzione motore	tipo	standard
Isolamento statore	classe	F (155°C)
Cavo elettrico sommergibile	tipo	H07RN-F7G1.5
Lunghezza	m	10
Girante	tipo	Vortex
Diametro esterno	mm	186
Passaggio libero	mm	60
Aspirazione	DN	80
Mandata	DN	80 (flangiata UNI PN16)
Peso	kg	37

PRESTAZIONI AL PUNTO DI LAVORO OFFERTO (lav) secondo ISO 9906 – Annex A1/A2

Portata al punto lavoro	l/s	2,86
Prevalenza al punto di lavoro	m	8,33
Potenza assorbita dalla rete P1	kW	1,12
Potenza nominale resa all'albero P2	kW	0,78
Rendimento idraulico	%	30,4
Rendimento totale	%	21,02

CARATTERISTICHE E MATERIALI

Raffreddamento motore	liquido circostante
Sistema di protezione sovratemperatura	sensori termici bimetallici (klixon) nell'avvolgimento
Sistema di protezione umidità	sensore infiltrazione in vano di separazione motore/idraulica
Tipo di aggancio	maniglia in fusione di ghisa GG25
Carcassa motore	ghisa grigia GG25

Corpo pompa	ghisa grigia GG25
Girante	ghisa grigia GG25
Albero motore	acciaio inox AISI 420 (1.4021)
Viteria a contatto con il liquido	acciaio inox AISI 316
Tenuta inferiore albero	meccanica in carburo di silicio (SiC/C)
Tenuta superiore albero	Labbro di tenuta (lip seal)
Ciclo verniciatura	primer zincante, finitura resina epossidica bicomponente

L'impianto sarà dotato di un sistema di automazione che registra tutte le variabili principali, il quadro di comando provvederà allo scambio in automatico. Il sistema sarà collegato con il Depuratore di Pescasseroli e con la sede di SACA Spa via GSM.

Di seguito si riportano le portate di progetto desunte dal progetto preliminare "APQ 3-87 – Disinquinamento lago di Barrea: sistema depurativo a servizio dei Comuni di Pescasseroli ed Opi"

PORTATA IN INGRESSO

$$Q_{n,med} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} = \frac{500 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} = 0,92 \text{ l/s}$$

$$Q_{punta} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} \cdot c_p = \frac{500 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} \cdot 3 = 2,76 \text{ l/sec}$$

PORTATA IN USCITA

$$Q_{n,med} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} = \frac{500 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} = 0,92 \text{ l/s}$$

$$Q_{n,max} = \frac{P \cdot d \cdot \varphi}{86400} \cdot c_p = \frac{500 \cdot 200 \cdot 0.8}{86400} \cdot 3 = 2,76 \text{ l/sec}$$

6 DURATA ESECUZIONE LAVORI

Si prevede l'esecuzione dei lavori in 240 giorni naturali e consecutivi decorrenti dalla data di consegna dei lavori.

Il Progettista

.....



Sergio Lucianetti