

ATO 2 Lazio Centrale Roma

allegato 3.1 alla Convenzione di Gestione

Annesso A al Manuale di Gestione del S.I.I.

## **SPECIFICHE TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE**

## SOMMARIO

1 - Premesse.....	4
2 - Riferimenti normativi.....	7
2.1 - Criteri guida .....	7
2.2 - Norme per la redazione dei progetti.....	7
2.3 - Autorizzazioni, norme Comunali e di Altri Enti competenti sul territorio .....	9
2.3.1 - Le procedure approvative ed autorizzative .....	11
2.3.1.1 - Espropri, occupazioni temporanee e servitù .....	11
2.3.1.2 - Dichiarazione di pubblica utilità .....	11
2.3.1.3 - Le espropriazioni e le occupazioni.....	12
2.3.1.4 - Le servitù.....	12
2.3.2 - Tutela ambientale .....	13
2.3.2.1 - Riferimenti normativi.....	13
2.3.3 - Tutela dei beni di interesse archeologico .....	14
2.3.3.1 - Riferimenti normativi.....	14
2.3.4 - Tutela dei boschi, dei terreni montani e difesa del suolo (vincolo idrogeologico) .....	14
2.3.4.1 - Riferimenti normativi.....	14
2.3.5 - Salvaguardia dei corsi d'acqua.....	15
2.3.5.1 - Riferimenti normativi.....	15
3 - Acquedotti .....	17
3.1 - Reti di adduzione e di alimentazione .....	17
3.1.1 - Generalità .....	17
3.1.2 - Criteri di progettazione .....	17
3.2 - Reti idriche .....	18
3.2.1 - Generalità .....	18
3.2.2 - Criteri di progettazione .....	18
3.2.3 - Tipologia di condotte .....	21
3.2.3.1 - <i>Condotta in ghisa sferoidale</i> .....	21
3.2.3.2 - <i>Condotta in acciaio</i> .....	21
3.2.3.3 - <i>Condotta in polietilene ad alta densità</i> .....	23
3.2.3.4 - <i>Canna zincata semplice o rivestita</i> .....	23
3.2.4 - Protezione contro la corrosione.....	23
3.2.4.1 - <i>Dispensore anodico di tipo profondo</i> .....	24
3.2.4.2 - <i>Apparecchiature e componenti dell'impianto di protezione catodica</i> .....	24
3.2.4.3 - <i>Collegamenti</i> .....	25
3.2.4.4 - <i>Elettrodi di riferimento</i> .....	25
3.2.4.5 - <i>Posto di misura</i> .....	26
3.2.4.6 - <i>Giunti isolanti</i> .....	26
3.3 - Scavi e rinterri .....	27
3.4 - Modalità di posa .....	30
3.4.1 - Posa in cavo.....	30
3.4.2 - Posa in cunicolo .....	30
3.4.3 - Attraversamenti .....	31

3.5 - Apparecchiature idrauliche .....	32
3.6 - Opere murarie.....	35
3.7 – Allacci all’utenza.....	35
4 - Collettori fognari .....	39
4.1 - Generalità e criteri di progettazione .....	39
4.2 - Tipologie di condotte .....	40
4.2.1 - Condotta in cemento .....	40
4.2.2 - Tubazioni in gres ceramico .....	42
4.2.3 - Tubazioni in fibrocemento .....	42
4.3 - Scavi e rinterri .....	43
4.3.1 - Modalità di posa .....	44
4.4. - Manufatti tipo.....	45
4.5 - Sollevamenti fognari .....	47
5 - Interventi speciali .....	48
5.1 - Spingitubo / Microtunnelling .....	48
5.1.1 - Principi di funzionamento del microtunnelling.....	49
5.1.2 - Le tubazioni.....	51
6 - Serbatoi per acqua potabile .....	53
7 - Pozzi di captazione di acque potabili .....	56
7.1 - Generalità e criteri di progettazione .....	56
7.2 - Esecuzione dei lavori .....	57
7.3 - Autorizzazioni .....	58
8 - Impianti di depurazione.....	59
8.1 - Criteri di progettazione .....	59
8.1.1 - Richiami normativi.....	59
8.1.2 - Pretrattamenti .....	60
8.1.3 - Il comparto biologico .....	61
8.1.4 - Trattamento finale del liquame .....	65
8.1.5 - Linea fanghi .....	66
8.1.6 – Impianti elettrici .....	67
8.1.7 - Piazzali e luoghi di manovra .....	68

# 1 - Premesse

Il presente elaborato ha come finalità quella di fissare alcune linee guida di progettazione, in modo da poter uniformare quanto più possibile i criteri ispiratori delle scelte relative alla progettazione, ai materiali impiegati e alle loro caratteristiche, nonché alle modalità di esecuzione degli interventi per le opere che si andranno a realizzare in futuro nel territorio dell'Ambito Territoriale Ottimale n° 2.

Per "progettazione" si intende l'attività di predisposizione di elaborati progettuali conformi a quanto previsto dal D.P.R. 21 dicembre 1999 n. 554 "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici n.109/94 e successive modificazioni" agli artt. 18÷45, completa di tutte le prestazioni d'ingegneria necessarie fino all'aggiudicazione dei lavori.

In particolare la progettazione preliminare sarà conforme agli artt. 18÷24 del citato D.P.R., e sarà propedeutica all'indizione, da parte dell'Amministrazione, della conferenza di servizi su istanza preliminare (art. 10 L.340/2000).

La progettazione definitiva sarà conforme agli artt. 25÷34 del D.P.R. 554/99, e consentirà all'Amministrazione di indire la conferenza di servizi ai sensi della L.340/2000.

Gli elaborati progettuali esecutivi saranno conformi a quanto disposto dagli artt. 35 ÷ 45 del citato "Regolamento".

In particolare, come verrà maggiormente esplicitato nel successivo Capitolo 2, i progetti esecutivi saranno composti dai seguenti documenti:

- a) relazione generale;
- b) relazione di dimensionamento idraulico;
- c) relazione geologica e geotecnica;
- d) elaborati grafici impiantistici;
- e) elaborati grafici strutturali;
- f) calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- g) piano di manutenzione dell'opera;
- h) piano di sicurezza e di coordinamento;
- i) computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;

- j) cronoprogramma dei lavori;
- k) elenco dei prezzi unitari;
- l) capitolato speciale di appalto.

Si intendono comunque inclusi nella progettazione:

- a) la redazione del piano di sicurezza e di coordinamento, ai sensi dell'art.12 del D.lgs. 494/96;
- b) la partecipazione, e/o l'eventuale indizione di conferenze di servizi con le Autorità preposte per l'acquisizione delle necessarie licenze per la realizzazione delle opere, dei n.o. ai fini ambientali, idrologici e paesaggistici, delle eventuali variazioni di destinazione d'uso dei suoli, delle autorizzazioni all'attraversamento dei fossi, e di quant'altro necessario per la realizzazione delle opere presso gli Enti preposti;
- c) l'espletamento delle procedure inerenti la comunicazione preventiva ai proprietari di terreni interessati dalla realizzazione dell'opera, ai sensi della L. 241/90;
- d) l'espletamento delle pratiche espropriative e/o di occupazione delle proprietà private e per la stipula di convenzioni, necessarie per l'esecuzione dei lavori;
- e) la predisposizione di tutti i documenti necessari all'indizione della gara d'appalto;
- f) l'assistenza alle Ditte che, intendendo partecipare alla gara, richiedessero informazioni tecniche;

La Segreteria Tecnica Operativa (STO) che opera per conto dell'Autorità d'Ambito, senza voler attribuire un significato didattico al presente documento, ritiene opportuno perseguire un obiettivo di uniformità nella realizzazione delle opere, anche per rendere più agevole il successivo compito di manutenzione e gestione delle stesse.

Va da sé che i criteri, le tecnologie e i materiali di seguito esposti non dovranno ritenersi esaustivi, ma potranno invece essere integrati da quelle innovazioni tecnologiche che riusciranno a coniugare una maggiore economia o semplicità realizzativa ad una più efficace e meno onerosa manutenzione e gestione delle opere realizzate.

Gli interventi previsti saranno quindi sottoposti all'approvazione dell'Autorità d'Ambito, e per Essa della Segreteria Tecnica Operativa.

Le opere di seguito descritte sono relative:

1. alla captazione, all'emungimento, la derivazione delle acque potabili destinate ad uso domestico o comunque civile;
2. alle opere di potabilizzazione delle acque;

3. alla loro adduzione in serbatoi di accumulo, a piezometri e alle reti di distribuzione;
4. alla distribuzione all'utenza (sino al contatore);
5. alla raccolta e al collettamento di liquame fognario in reti miste ovvero, laddove possibile, separate;
6. alla realizzazione di impianti di depurazione dei liquami e alle opere di scarico nei relativi corpi ricettori.

## **2 - Riferimenti normativi**

### **2.1 - Criteri guida**

Dovendo il Gestore dell'ATO progettare, realizzare, mantenere e gestire essenzialmente opere acquedottistiche, fognarie e depurative, è chiaro che tutti gli interventi che si andranno a realizzare dovranno necessariamente essere conformi a quanto stabilito dal D.L.vo n°152/99, così come modificato dal D.L.vo n° 258 del 18/8/2000.

In particolare il Decreto stabilisce gli obiettivi di qualità da perseguire (art.1 e artt. 5-17) in funzione del tipo di utilizzo delle acque, individua le aree sensibili e le zone vulnerabili, disciplina e tutela le aree di salvaguardia di produzione di acque destinate al consumo umano.

Ai fini di una corretta politica di salvaguardia della risorsa idrica, il Decreto disciplina le modalità di captazione e di adduzione dell'acqua, imponendo pianificazioni del bilancio idrico (art. 22), da realizzare sia mediante *“l'installazione...di idonei dispositivi per la misura delle portate e dei volumi d'acqua pubblica derivati...”*, sia prevedendo misure di risparmio idrico e di riutilizzo dell'acqua (artt. 25 e 26).

La tutela qualitativa della risorsa idrica si perseguirà con la realizzazione (laddove necessario) di reti e collettori fognari e con la realizzazione (o l'adeguamento) di impianti di depurazione, i cui scarichi dovranno adeguarsi a quanto stabilito dagli artt..29 – 34 del Decreto.

### **2.2 - Norme per la redazione dei progetti**

Ai fini della redazione degli elaborati progettuali e dell'individuazione dei contenuti minimi degli stessi, si farà riferimento alla Legge 11 febbraio 1994 n° 109 (di seguito denominata “Legge quadro”) e successive modificazioni (Leggi 216/95, 549/95, 127/97, 191/98, 415/98 e 144/99), nonché al Regolamento di attuazione della legge quadro in materia

di lavori pubblici 11 febbraio 1994 n° 109 e successive modificazioni, approvato con D.P.R. del 21/12/1999 n°554(di seguito denominato “Regolamento”).

In particolare, in base a quanto stabilito dall’art. 35 del Regolamento, il progetto esecutivo dovrà comporsi dei seguenti elaborati:

- a) una relazione generale, corredata da un grafico delle attività costruttive e da un diagramma che rappresenti graficamente la pianificazione delle lavorazioni nei suoi principali aspetti di sequenza logica e temporale;
- b) relazioni specialistiche (geologica, geotecnica, idrologica, etc.);
- c) elaborati grafici, compresi quelli delle strutture e degli impianti: in particolare per le strutture in cemento armato semplice o precompresso i disegni dovranno contenere i tracciati dei ferri di armatura con l'indicazione delle sezioni e delle misure parziali e complessive, nonché i tracciati delle armature per la precompressione, mentre per le strutture metalliche o lignee dovranno essere indicati tutti i profili e i particolari relativi ai collegamenti, completi nella forma e spessore delle piastre, del numero e posizione di chiodi e bulloni, dello spessore, tipo, posizione e lunghezza delle saldature. Per le strutture murarie, il disegno dovrà contenere tutti gli elementi tipologici e dimensionali atti a consentirne l'esecuzione;
- d) calcoli esecutivi delle strutture e degli impianti;
- e) piani di manutenzione dell'opera e delle sue parti;
- f) piani di sicurezza e di coordinamento;
- g) computo metrico estimativo definitivo e quadro economico;
- h) cronoprogramma dei lavori;
- i) elenco dei prezzi unitari ed eventuali analisi;
- l) quadro dell'incidenza percentuale della quantità di manodopera per le diverse categorie di cui si compone l'opera o il lavoro;
- m) schema di contratto e capitolato speciale di appalto.

Il piano di manutenzione è, come cita l’art. 40 del Regolamento, “*il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma ... l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico*”.

Il piano di manutenzione sarà costituito dal manuale d'uso, dal manuale di manutenzione e dal programma di manutenzione. In particolare quest’ultimo conterrà le regole da seguire per la manutenzione delle parti più importanti del bene ed in particolare

degli impianti tecnologici, fornendo le indicazioni necessarie per la corretta manutenzione nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

Il programma di manutenzione prevederà un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporalmente o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni.

Il piano di manutenzione sarà corredato dagli elaborati di cui all'art.40 comma 9 del Regolamento.

Essendo tutti gli interventi che si andranno a realizzare sottoposti alla vigente normativa in materia di LL.PP., contestualmente alla redazione del progetto dovrà essere presentato il Piano di Sicurezza ai sensi del D.l.vo 494/96 modificato con il D.l.vo 528/1999, trattandosi presumibilmente sempre di opere che richiedono un numero di giorni/uomo superiore a 200 e comunque essendo gli interventi in questione ricadenti nella tipologia di lavori definiti dall'art. 31 comma 1 del citato D.l.vo 528/1999.

I piani di sicurezza e di coordinamento dovranno prevedere l'organizzazione delle fasi lavorative in modo da prevenire o ridurre i rischi per la sicurezza e la salute dei lavoratori, individuando e analizzando i rischi insiti al particolare procedimento di lavorazione e connessi alle eventuali sovrapposizioni di fasi lavorative.

I contenuti minimi del piano di sicurezza e coordinamento (PSC) di cui all'art. 12 del D.L.vo 14/8/1996 n°494 e successive modifiche ed integrazioni, del piano di sicurezza sostitutivo (PSS) del PSC di cui all'art.31 comma 1 bis lettera b) della L. 11/2/94 n°109 e successive modificazioni del piano operativo di sicurezza (POS) di cui all'art.2 comma 1 lettera f ter del D.L.vo 14/8/1996 n°494 e successive modifiche ed integrazioni, e all'art.31 comma 1 bis lettera c) della L. 11/2/94 n°109 e successive modificazioni, dovranno essere conformi, in attesa di specifico decreto legislativo, allo *“schema di regolamento sui contenuti minimi dei piani di sicurezza nei cantieri temporanei o mobili in attuazione dell'articolo 31 comma 1 del decreto legislativo 19 novembre 1999 n° 258 di modifica del decreto legislativo 14/ agosto 1996 n°494”*.

### **2.3 - Autorizzazioni, norme Comunali e di Altri Enti competenti sul territorio**

Con il termine autorizzazione si è inteso racchiudere l'elenco riportato dalla L. 415/98, art. 7 comma 7 ossia: “intese, pareri, concessioni, autorizzazioni, licenze, nulla osta e assensi comunque denominati” per l'ottenimento dei quali dovranno essere attivate le necessarie istanze alle competenti Amministrazioni, Enti e Società”.

In linea generale le opere previste dal piano degli investimenti possono essere distinte, per quanto concerne gli aspetti autorizzativi in due tipologie: opere a rete ed opere puntuali.

La realizzazione delle reti, trattandosi di opere completamente interrato, non richiede una particolare destinazione di Piano Regolatore pertanto l'accertamento di conformità urbanistica si limiterà al rilevamento dei vincoli derivanti dall'applicazione della normativa di P.R. con il solo fine di effettuare una scelta adeguata del tracciato.

Per le opere puntuali, viceversa, qualora l'area interessata dall'intervento non risulti destinata a "servizi" bisognerà procedere ad una adozione di variante di P.R. ed a tal fine si potrà fare ricorso all'accordo di programma come previsto dalla normativa vigente.

Le autorizzazioni necessarie ai sensi di legge e ricorrenti per la realizzazione di un'opera pubblica ed in particolare per i servizi a rete riguardano principalmente la:

- tutela ambientale;
- tutela delle cose di interesse archeologico;
- tutela dei boschi, dei terreni montani e la difesa del suolo (vincolo idrogeologico);
- salvaguardia dei corsi d'acqua.

In fase di redazione del progetto, oltre alle normative sopra richiamate, dovranno essere scrupolosamente rispettate le norme vigenti in Italia derivanti sia da leggi che da decreti, circolari e regolamenti con particolare riguardo ai regolamenti edilizi, d'igiene, di polizia urbana, dei cavi stradali, alle norme sulla circolazione stradale, a quelle sulla sicurezza ed igiene del lavoro vigenti alle disposizioni di cui al D.P.R. 10.9.1982, n. 915 e successive modificazioni ed integrazioni o impartite dalle U.S.L., alle norme CEI, U.N.I., C.N.R..

Parimenti nella progettazione si dovrà scrupolosamente osservare tutte le norme regolamentari e le disposizioni emanate dalle Autorità Regionali, Provinciali, Comunali e della Pubblica Sicurezza, nonché i Regolamenti e le disposizioni impartite dalle Autorità Comunali o da altri Enti (Provincia, ANAS, etc.) competenti per l'opera.

Si riportano di seguito i principali riferimenti normativi e procedurali per gli adempimenti autorizzativi per le occupazioni e nei settori di tutela sopra richiamati.

### ***2.3.1 - Le procedure approvative ed autorizzative***

#### **2.3.1.1 - Espropri, occupazioni temporanee e servitù**

La disciplina degli espropri, delle occupazioni temporanee e delle servitù connesse alla realizzazione di opere pubbliche o di pubblica utilità ha subito una recente modifica con l'introduzione del D.P.R. 8.6.2001 n.327 (Testo Unico), che supera e sostituisce tutta la previgente normativa, introducendo una procedura espropriativa unica articolata in tre fasi:

- a) la previsione dell'opera pubblica o di pubblica utilità da eseguire da parte dello strumento di programmazione urbanistica generale ovvero di un atto avente natura e dotato di efficacia assimilabili al primo, nonché l'apposizione sul bene in oggetto del "vincolo preordinato all'esproprio";
- b) la dichiarazione di pubblica utilità dell'opera;
- c) la determinazione, quand'anche provvisoria, dell'indennità di esproprio.

Esperate queste tre fasi propedeutiche, l'Amministrazione può emanare l'atto cardine del procedimento, ossia il decreto di esproprio, la cui esecuzione si concretizzerà nella redazione del verbale di immissione in possesso.

Degno di nota è il fatto che la nuova normativa non contempla più l'occupazione preventiva delle aree a seguito di una dichiarazione di indifferibilità ed urgenza, causa la scomparsa dell'istituto dell'occupazione d'urgenza: l'unico modo per ottenere l'immissione in possesso di aree interessate da un'opera di pubblica utilità è quello stabilito dalla procedura di esproprio anzidetta, caratterizzata da una concatenazione temporale ben definita la cui disapplicazione da parte dell'Amministrazione determina decadenza del vincolo espropriativo; la eventuale reiterazione di detto vincolo comporta forti criticità in ordine al contenzioso con i proprietari.

Il procedimento di esproprio, come disciplinato dal T.U., è coerente con la L. 241/90, e pertanto prevede particolari doveri di comunicazione da parte dell'amministrazione ai cittadini interessati.

#### **2.3.1.2 - Dichiarazione di pubblica utilità**

Se la realizzazione di un'opera pubblica o di pubblica utilità non è prevista dal piano urbanistico generale, il vincolo preordinato all'esproprio (art. 10 T.U.) può essere disposto, su iniziativa dell'amministrazione competente all'approvazione del progetto, mediante una

conferenza di servizi, un accordo di programma, una intesa ovvero un altro atto, anche di natura territoriale, che in base alla legislazione vigente comporti la variante al piano urbanistico e l'apposizione su un bene del vincolo preordinato all'esproprio.

Dall'apposizione del vincolo si hanno a disposizione cinque anni per poter effettuare la dichiarazione di pubblica utilità, provvedimento che di fatto coincide con l'approvazione del progetto definitivo (se coerente con la variante di PRG già approvata) ; seguirà l'emanazione dell'atto centrale del procedimento, ossia il decreto di esproprio, la cui esecuzione sarà concretizzata dalla redazione del verbale di immissione in possesso, operazione quest'ultima che dovrà avvenire entro il termine perentorio di due anni decorrente dalla data di validità ed efficacia del medesimo decreto.

Il provvedimento di esproprio verrà emesso dalle Amministrazioni Comunali o Provinciale competenti per il territorio quali Enti destinatari della delega della Regione Lazio di cui all'art. 31 della legge regionale 22.5.1997 n. 1 come modificato dall'art. 21 della legge regionale 23.12.1997 n. 46; la forte innovazione rispetto alla legislazione previgente introdotta dal T.U. (art. 6) è che la legittimazione alla emanazione degli atti del procedimento espropriativo viene attribuita alla autorità cui compete la realizzazione dell'opera pubblica, eliminando con ciò sia le sovrapposizioni di competenze che le residue competenze del prefetto.

Se l'opera pubblica deve essere realizzata da un concessionario, invece, l'amministrazione può delegargli i propri poteri espropriativi determinando l'ambito della delega.

#### 2.3.1.3 - Le espropriazioni e le occupazioni

Preliminarmente all'avvio dei lavori si provvederà all'immissione in possesso delle aree espropriate (art. 24 T.U.) nonché all'occupazione temporanea delle aree necessarie per l'esecuzione dei lavori ma non soggette ad esproprio (art. 49 T.U.).

In particolare l'area e le fasce di occupazione temporanea verranno definite in fase di progettazione al fine di assicurare lo svolgimento delle attività di cantiere nel pieno rispetto di quanto previsto dalla normativa vigente in materia di sicurezza del lavoro e per consentire il regolare sviluppo di tutte le fasi lavorative previste dal programma dei lavori.

#### 2.3.1.4 - Le servitù

Qualora il tracciato delle condotte interessi aree poste al di fuori della viabilità pubblica, per assicurare l'esercizio e la manutenzione delle opere si procederà all'imposizione di servitù, secondo l'art. 44 T.U.

La fascia di terreno da asservire lungo l'asse delle condotte sarà di volta in volta definita in funzione del tipo di opera, acquedotto o fognatura, e dei diametri delle condotte.

### **2.3.2 - Tutela ambientale**

Accertata dall'esame della documentazione allegata ai Piani Territoriali Paesistici della Regione Lazio l'esistenza di vincoli sulle aree interessate, è necessario effettuare la richiesta di autorizzazione agli Enti preposti per l'ottenimento dell'autorizzazione ai sensi di legge.

#### 2.3.2.1 - Riferimenti normativi

- Decreto legislativo n. 490 del 29.10.99 e legge regionale n. 59 del 19.12 1995;
- V.I.A.: legge n. 349 dell'8.7.1986, decreto del Presidente della Repubblica del 12.4.1996; Deliberazione della Giunta Regionale 30/6/98 nr. 3099 -Recepimento del decreto del Presidente della Repubblica 12/4/96 in materia di valutazione di impatto ambientale.

#### Enti competenti:

- Regione Lazio
- Amm.ne Comunale territorialmente competente
- Ministero per i Beni e le Attività Culturali-Soprintendenza per i Beni Ambientali ed Architettonici per il Lazio
- Ministero per i Beni e le attività Culturali-Ufficio Centrale per i Beni Ambientali e Paesaggistici

L'esercizio delle funzioni relative alle autorizzazioni in materia di tutela ambientale è di competenza Regionale, tuttavia in applicazione della legge regionale n. 59 del 19.12.1995 alcune autorizzazioni per specifiche opere (per es. posa in opera di nuove condotte di fognatura, condotte idriche, ecc.) sono state delegate ai Comuni dotati di strumento urbanistico generale vigente ad esclusione delle opere che interessano due o più Comuni. Il Ministero per i beni e le attività culturali ed ambientali effettua un controllo di legittimità ed ha la facoltà di annullare con decreto motivato l'autorizzazione rilasciata dagli Enti delegati.

### **2.3.3 - Tutela dei beni di interesse archeologico**

Il rilievo dei beni di interesse archeologico oggetto di tutela, presenti sul territorio in esame viene effettuato attraverso l'esame della documentazione allegata ai Piani Territoriali Paesistici della Regione Lazio. Al fine di una verifica puntuale sulla presenza di eventuali ritrovamenti e nel contempo per l'ottenimento del nulla osta alla realizzazione delle opere vengono inviate agli uffici territorialmente competenti della Soprintendenza Archeologica per il Lazio le planimetrie, in scala adeguata, con indicati i siti dove si collocano gli interventi previsti.

#### 2.3.3.1 - Riferimenti normativi

- ◆ decreto legislativo n. 490 del 29.10.99

La richiesta finalizzata all'ottenimento dell'autorizzazione o del parere di competenza deve essere inoltrata al Ministero per i Beni e le Attività Culturali- Soprintendenza Archeologica per il Lazio

### **2.3.4 - Tutela dei boschi, dei terreni montani e difesa del suolo (vincolo idrogeologico)**

Presso il Comando Stazione Forestale del Comune interessato dovrà essere accertato se la zona interessata dal progetto è gravata da vincolo idrogeologico, in tal caso si procede alla richiesta di autorizzazione secondo le modalità appresso descritte.

#### 2.3.4.1 - Riferimenti normativi

- ◆ R.D. n. 3267 del 30.12.1923
- ◆ R.D. n. 1126 del 16.5.1926
- ◆ deliberazione della Giunta Regionale n. 3888 del 29 luglio 1998

#### Enti competenti:

- Ministero per le Politiche Agricole e Forestali- Coordinamento Provinciale del C.F.S.
- Regione Lazio- Dipartimento Ambiente e Protezione Civile

- Amministrazione Provinciale
- Amministrazioni Comunali

L'esercizio delle funzioni relative al rilascio delle autorizzazioni in materia di vincolo idrogeologico è di competenza regionale, tuttavia in applicazione della deliberazione della G. R. n. 3888 del 29.7.1998, il rilascio delle autorizzazioni per specifiche opere è stato delegato alle Province ed ai Comuni. E' pertanto necessario di volta in volta individuare l'Autorità competente al rilascio del N.O. in funzione della tipologia dell'opera. Per le opere per cui è competente la Provincia di Roma vige il Regolamento per la gestione del rilascio del N.O. sul vincolo idrogeologico (Delib. Cons. Prov. N°178 del 20/05/02).

Sulla base di quanto disposto dalla deliberazione della Giunta Regionale del 30.07.96 n.6215 la tipologia degli interventi da effettuare va confrontata con le categorie riportate nelle tabelle "A", "B" e "C" contenute nella sopracitata deliberazione al fine di accertare l'Amministrazione competente.

### **2.3.5 - Salvaguardia dei corsi d'acqua**

Qualsiasi opera che può influire sul regime idraulico di un corso d'acqua, preliminarmente alla sua realizzazione, deve essere sottoposta alla valutazione dell'Amministrazione competente.

#### 2.3.5.1 - Riferimenti normativi

- ◆ R.D. n. 523 del 25.7.1904
- ◆ DPR n. 11 del 15.1.1972
- ◆ DPR n. 616 del 24.7.1977
- ◆ delib. della G.R. n. 2653 del 18.5.1999
- ◆ L.R. Lazio n.4 del 5/3/1997

Enti competenti:

- Ministero dei Lavori Pubblici- Provveditorato alle OO.PP. per il Lazio
- Regione Lazio

- Consorzi di bonifica
- Amministrazione Provinciale
- Amministrazioni Comunali

## **3 - Acquedotti**

Gli acquedotti adducono le acque dalle opere di captazione sino al primo centro idrico di smistamento dal quale si diramano le adduttrici per l'alimentazione dei centri idrici di distribuzione o direttamente la rete idrica di alimentazione di una zona idrica.

### **3.1 - Reti di adduzione e di alimentazione**

#### ***3.1.1 - Generalità***

Le condotte adduttrici ed alimentatrici sono le condotte in pressione di diametro maggiore del sistema acquedottistico. Le prime hanno la funzione di trasferire l'acqua proveniente dai punti terminali degli acquedotti (nodi di smistamento), generalmente posti esternamente alle località urbanizzate, ai vari centri di distribuzione (serbatoi di testa o terminali, piezometri, ecc.) ovvero in prossimità dei luoghi di utilizzazione. Si tratta normalmente di una rete di condotte di notevole lunghezza e diametro strettamente correlata a quella degli acquedotti. Le condotte di alimentazione hanno origine generalmente dai centri di distribuzione e costituiscono le maglie principali di una rete di distribuzione e sono pertanto costituite solitamente da tubazioni di diametro rilevante rispetto la media della rete.

Per dette condotte, in relazione alla loro grande dimensione e flusso idrico, non sono normalmente previste ed ammesse derivazioni di singole utenze, che determinerebbero indesiderati effetti quali: l'indebolimento meccanico e la maggiore vulnerabilità della tubazione con maggiore probabilità di perdite idriche rilevanti.

#### ***3.1.2 - Criteri di progettazione***

Le condotte adduttrici ed alimentatrici, consistendo in impianti idrici primari, debbono essere progettate individuando un adeguato livello di vita utile: ciò comporta l'adozione di diametri sufficienti al trasporto di portate future che possono essere significativamente maggiori di quelle attuali o prevedibili a breve medio termine.

Debbono altresì essere adottati materiali e modalità di posa che garantiscano la maggiore durata ed affidabilità dell'impianto.

Compatibilmente con la morfologia territoriale e le presenze antropiche, i tracciati delle condotte adduttrici debbono essere i più brevi possibili e quelli delle condotte

alimentatrici il più possibile baricentrici rispetto alla distribuzione dei consumi nella zona servita.

La configurazione delle alimentatrici varierà a seconda della geometria della zona e dello schema di distribuzione adottato, optando preferibilmente per quella ad anello, dove i collegamenti tra le alimentatrici garantisce un migliore equilibrio delle pressioni ed una maggiore sicurezza di esercizio.

Ove possibile, le condotte vanno ubicate su strade pubbliche od aperte al pubblico transito, al lato della carreggiata, in modo da facilitarne l'accessibilità ad opera del personale preposto all'esercizio ed alla manutenzione, compatibilmente con il rispetto delle distanze minime da edifici, manufatti, altri sottoservizi, vegetazione da salvaguardare.

L'andamento altimetrico delle condotte sarà il più possibile conforme a quello del terreno, al fine di limitare gli oneri di scavo ma anche le deviazioni altimetriche.

La pendenza delle tubazioni non dovrà essere inferiore al 0,3% per favorire la risalita dell'aria verso i punti sommitali di sfiato e lo svuotamento dell'impianto.

## **3.2 - Reti idriche**

### **3.2.1 - Generalità**

Per rete di distribuzione si intende sia la rete primaria di alimentazione che partendo generalmente dai centri di distribuzione (quali serbatoi, piezometri, partitori, o comunque vasche di disconnessione idraulica) eroga l'acqua mediante le maglie principali del sistema di distribuzione svolgendo la funzione di convogliare le portate all'interno delle zone da alimentare, sia la rete locale che si sviluppa nel dettaglio lungo la viabilità stradale esistente e sulla quale vengono allacciate direttamente le derivazioni per le singole utenze.

Le utenze idriche vengono connesse alla rete di distribuzione tramite la connessione ("presa") di una tubazione di piccolo diametro ("portatore") direttamente su quella della rete stessa. E' opportuno interporre una saracinesca a valle della presa in modo che in caso di rottura della diramazione si possa effettuare la riparazione senza dover porre fuori servizio l'intera strada su cui è posata la tubazione principale.

### **3.2.2 - Criteri di progettazione**

Le tubazioni delle reti idriche di distribuzione debbono essere progettate individuando un adeguato livello di vita utile, ciò comporta l'adozione di diametri sufficienti anche al trasporto di portate future. Per una corretta individuazione degli incrementi di portate da

erogare nel tempo che possono essere anche significativamente maggiori di quelle attuali o prevedibili a breve termine si devono adeguatamente tenere in conto gli strumenti urbanistici vigenti.

Debbono altresì essere adottati materiali e modalità di posa che garantiscano la maggiore durata ed affidabilità dell'impianto.

Compatibilmente con la morfologia territoriale e le presenze antropiche, i tracciati delle condotte delle reti idriche debbono essere i più brevi possibili e il più possibile baricentrici rispetto alla distribuzione dei consumi nella zona servita.

La configurazione delle reti idriche di distribuzione varierà a seconda della geometria della zona e lo schema di distribuzione ad anello è quello da adottare preferenzialmente, in maniera da garantire un migliore equilibramento delle pressioni ed una maggiore sicurezza di esercizio e di continuità dell'erogazione. Le reti idriche di distribuzione si svilupperanno di preferenza secondo la viabilità ordinaria realizzando il più possibile delle maglie chiuse al fine di garantire percorsi idraulici diversi in caso di necessità per fuori servizio di qualche tratto di condotta e per limitare al minimo indispensabile i tratti terminali chiusi da testate.

Ove possibile, le condotte vanno ubicate su strade pubbliche od aperte al pubblico transito. Nella scelta del tracciato ottimale si dovrà tener conto delle seguenti esigenze:

- raggiungibilità e accessibilità dell'impianto, in ogni momento, ad opera del personale preposto all'esercizio ed alla manutenzione;
- riduzione al minimo dell'intralcio al traffico ed alla circolazione, in caso di intervento di manutenzione;
- rispetto delle distanze minime dalle proprietà private;
- disposizione ottimale ai fini manutentivi e conforme a normative o direttive eventualmente esistenti nei confronti degli altri sottoservizi (in presenza di fognature e/o di tubazioni di scarico di acque luride o comunque inquinanti si dovrà sempre verificare il reciproco posizionamento);
- distanza adeguata dalla vegetazione eventualmente presente in funzione delle caratteristiche peculiari delle essenze (idrofilia) e, laddove esistano, di disposizioni o prescrizioni emanate da Enti competenti in merito (Servizio Giardini, Regione Lazio, ecc.).

La pendenza delle tubazioni non dovrà essere inferiore al 0,3% per favorire la risalita dell'aria verso i punti sommitali di sfiato automatico e lo svuotamento dell'impianto. L'andamento altimetrico delle condotte sarà il più possibile conforme a quello del terreno, al fine di limitare gli oneri di scavo ma anche le deviazioni altimetriche.

Le reti devono essere dotate delle seguenti apparecchiature:

- di manovra e d'intercettazione quali saracinesche, saracinesche a gruppi montate su corpo unico (del tipo "Combi"), valvole a farfalla; normalmente in ghisa sferoidale e flangiate;
- di controllo della pressione (manometri) e di misura della portata (normalmente venturimetri);
- di sicurezza: scarichi, sfiati di tipo automatico, valvole unidirezionali e di riduzione della pressione, ecc.

Le suddette apparecchiature devono essere alloggiare, in camerette interrato o pozzetti, onde preservarle dal deterioramento e consentire le operazioni di manovra, ispezione e manutenzione delle condotte.

In particolari casi (strade di limitata larghezza, mancanza di spazi,...) sarà consentita l'installazione interrato delle sole apparecchiature di sezionamento, comprensiva degli accessori (cappello, asta, trombino e chiusino) per la manovrabilità delle stesse dall'esterno.

Le camerette di linea devono avere dimensioni tali da consentire:

- l'alloggiamento degli organi e delle apparecchiature idrauliche;
- un ambiente di lavoro sicuro per il personale addetto all'esercizio degli impianti in esso presenti;
- la movimentazione dei mezzi e dei materiali necessari alle operazioni di manutenzione degli impianti stessi.

Dal punto di vista strutturale, deve essere garantita la stabilità dei suddetti manufatti nei riguardi delle varie sollecitazioni statiche e dinamiche, sia esterne che interne all'opera, con l'applicazione, in particolare, dei carichi mobili previsti dalla vigente normativa sulla progettazione dei ponti stradali. Tali manufatti devono inoltre risultare adeguatamente protetti da possibili fonti di inquinamento.

In corrispondenza della sede stradale tali manufatti sono, ovviamente, completamente interrati. Se ubicati nelle immediate vicinanze della sede stradale, ove non completamente interrati, i manufatti dovranno avere caratteristiche geometriche e costruttive tali da non pregiudicare la sicurezza del traffico e della circolazione veicolare e non. In tal caso il progetto dovrà essere munito di preventiva approvazione degli organi di vigilanza aventi competenza in merito.

I dispositivi di chiusura per l'accesso ai suddetti manufatti dovranno essere costituiti da chiusini circolari in ghisa sferoidale con telaio a sagoma quadrata, rispondenti alle norme UNI EN124, classe D400, luce netta Ø 700 mm.

In campagna i chiusini, per una facile individuazione del manufatto, saranno sollevati rispetto al terreno di almeno 50 cm.

Ove possibile, i manufatti in argomento dovranno essere collegati alla più vicina fogna o ad altro corpo ricettore. Il collegamento dovrà assicurare l'allontanamento, a gravità, delle acque che, eccezionalmente, in caso di danno o manutenzione, dovessero fuoriuscire dalle tubazioni; tale collegamento dovrà essere dotato di quanto necessario a salvaguardare igienicamente l'impianto idrico, mantenendolo isolato dal corpo ricettore (pozzetto sifonato o altro sistema idoneo). Lo scarico va regolarmente autorizzato dagli organi competenti.

### **3.2.3 - Tipologia di condotte**

Tutte le tubazioni, nonché i pezzi speciali ed ogni genere di apparecchiature e strumenti previsti in progetto corrisponderanno alle norme nazionali vigenti in materia di unificazione (UNI, UNICERAB, UNIPLAST, ecc.) od, in mancanza, ai relativi progetti o proposte: ciò sia per la qualità delle materie prime, che per i metodi di fabbricazione, le dimensioni, le tolleranze, le prove di collaudo, ecc. e pertanto saranno dotate di marchio CE.

Per quanto attiene alla definizione, accettazione, verifiche, manipolazioni, trasporto, accatastamento, sfilamento e posa in opera delle tubazioni dovranno rispondere a quanto prescritto dalle “Norme Tecniche relative alle tubazioni” di cui al Decreto del Ministro dei LL.PP. del 12.12. 1985.

Si dovrà prescrivere per le tubazioni che siano accompagnate dal certificato di collaudo 3.1.B come da norma EN 10204, in ottemperanza della circolare ministeriale n. 2136 del 5.5.1966 e del D.M. LL.PP. del 12.12.1985.

#### **3.2.3.1 - Condotta in ghisa sferoidale**

Le tubazioni e i raccordi in ghisa sferoidale classe K 9 saranno previsti conformi alla norma UNI EN 545; saranno ottenute mediante il procedimento produttivo della centrifugazione ed il trattamento termico della ricottura e ferritizzazione.

La ghisa sferoidale impiegata per la fabbricazione avrà le seguenti caratteristiche:

- carico unitario di rottura a trazione minimo 420 N/mm<sup>2</sup>;
- allungamento minimo a rottura 10 %;
- durezza Brinell non superiore a 230 HB (condizioni prova standard).

Le tubazioni saranno previste rivestite internamente con malta cementizia d'altoforno applicata per centrifugazione secondo la norma UNI ISO 4179/1987; esternamente con uno strato di zinco purissimo applicato per metallizzazione e successivamente con vernice sintetica secondo la norma UNI ISO 8179/1986.

#### **3.2.3.2 - Condotta in acciaio**

I tubi di acciaio, con o senza saldatura, di qualsiasi diametro e spessore corrisponderanno alle prescrizioni di qualità, fabbricazione e prova, della norma UNI 6363-84.

L'acciaio impiegato dovrà avere caratteristiche meccaniche (snervamento, allungamento, rottura) e grado di saldabilità non inferiori a quelli del tipo S275JR (Fe 430B) della UNI EN 10025+A1/93.

Analogamente le caratteristiche relative ai diametri, spessori e masse dei tubi saranno non inferiori a quelle della serie B della citata norma UNI 6363/84.

I tubi di linea saranno previsti realizzati con saldature elicoidali o con una sola saldatura longitudinale e avranno estremità calibrate lisce e smussate, predisposte per giunzioni in opera testa a testa o sagomate per giunzioni a bicchiere sferico.

Per i pezzi speciali saranno ammesse le seguenti tolleranze massime:

- sulla massa sarà ammessa la tolleranza di  $\pm 10\%$ ;
- sullo spessore: tolleranza in difetto del 5% con limite massimo di 0,5 mm, tolleranza in eccesso limitata dalla tolleranza sulla massa;
- sul diametro sarà ammessa la tolleranza di  $\pm 1\%$ ;

Sul diametro esterno delle estremità calibrate sarà prevista una tolleranza in eccesso di 1,6 mm ed in difetto di 0,4 mm per  $D_n \leq 250$ , una tolleranza in eccesso di 2,5 mm ed in difetto di 1,0 mm per  $D_n > 250$

Per quanto non esplicitamente specificato relativamente a tolleranze, controlli e prove, anche per i pezzi speciali si rispetterà la citata norma laddove applicabile.

Tutti i tubi ed i pezzi speciali di acciaio prima dell'esecuzione del rivestimento protettivo saranno tassativamente sottoposti in officina a prova idraulica mediante una pressione tale da generare nel materiale una sollecitazione pari a 0,75 volte il carico di snervamento. La pressione di prova sarà mantenuta per almeno 10 secondi.

Si dovrà inoltre prevedere che su un numero di tubi e pezzi speciali scelti a caso (minimo un tubo ogni 50 e un pezzo speciale ogni 10) siano eseguite in officina le prove previste dalla norma UNI 6363/84.

I tubi e pezzi speciali saranno previsti rivestiti esternamente in polietilene a triplo strato della classe rinforzata secondo UNI 9099/89, costituito da una mano di fondo, un adesivo e da uno strato di polietilene.

Il rivestimento interno dei tubi è invece di tipo epossidico, con resine idonee al contatto con acqua ad uso potabile.

### **3.2.3.3 - Condotta in polietilene ad alta densità**

Le tubazioni in polietilene da porre in opera sia per realizzare la rete idrica che per le derivazioni di utenze saranno di polietilene ad alta densità del tipo PE 100 conforme alle norme UNI 10910 per condotte d'acqua potabile in pressione ed alle prescrizioni igienico sanitarie del Ministero della Sanità (Circ. Min. 102/78).

Si dovrà specificare che i tubi ed i raccordi abbiano il marchio in conformità IIP e siano estrusi con materia prima omologata dall'IIP. Si dovrà inoltre prevedere che il polimero sia assolutamente vergine non rigenerato e sia tra quelli approvati in sede internazionale e omologati dall'IIP.

### **3.2.3.4 - Canna zincata semplice o rivestita**

Per le nuove derivazioni di utenza e per le sostituzioni totali di portatori esistenti si potranno prevedere canne zincate rivestite in polietilene.

Le tubazioni in acciaio zincato saranno previsti conformi alle prescrizioni della norma UNI 8863, filettati secondo la norma UNI ISO 7/1, con giunzione a manicotto, della serie media o pesante e rispondenti rispettivamente alle caratteristiche riportate nei prospetti III e IV della suddetta norma UNI. La zincatura dovrà rispondere alla descrizione della norma UNI EN10240.

In particolare le tubazioni in acciaio zincato rivestite con polietilene dovranno corrispondere a quelle previste nella norma UNI 8863 per la categoria definita media nel prospetto III delle stesse norme, sottoposte alla zincatura ai sensi della norma UNI EN 10240 e rivestite con polietilene applicato per estrusione a norma UNI 9099, del tipo a triplo strato, classe rinforzata con spessore del rivestimento superiore a 1,8 mm.

### **3.2.4 - Protezione contro la corrosione**

Per l'installazione degli impianti per la protezione catodica delle strutture metalliche interrato si dovranno prevedere le seguenti condizioni esterne ambientali:

- Temperatura ambiente: da -20°C a +40°C;
- Umidità relativa: da 50% a 100% a 25°C;
- Grado di inquinamento: 3 (presenza di inquinamento conduttivo dovuto a polvere e condensa dell'umidità).

### **3.2.4.1 - Dispensore anodico di tipo profondo**

Riferimenti:

- Norma UNI 10835;
- Norma UNI EN 12954.

Il dispersore anodico di tipo profondo sarà realizzato mediante una perforazione a rotazione ad andamento verticale di diametro massimo pari a 5''<sup>¼</sup> eseguita a distruzione di nucleo per una profondità di almeno 100 metri, in qualsiasi tipo di terreno, con impiego di fanghi bentonitici, compreso l'esame dei cuttings di perforazione e stesura della relativa colonna stratigrafica e installando un dispersore verticale costituito da barre di acciaio al carbonio di diametro 70 mm (peso Kg/m 29) collegate meccanicamente ed elettricamente tra loro, collocato in letto di posa inerte costituito da fanghi bentonitici ottenuti mediante miscelazione di bentonite con acqua dolce (PH > 6).

La profondità d'interramento dell'estremità superiore del dispersore dovrà essere prevista pari a 40 metri, la resistenza del dispersore  $\leq 3 \Omega$ , la distanza del dispersore dalla struttura (tubazione) secondo quanto disposto dalle predette Norme UNI.

Sulla testata della perforazione si prevederà un pozzetto terminale in calcestruzzo prefabbricato delle dimensioni interne di 40x40x50 cm, completo di botola di chiusura.

Il cavo elettrico tipo FGR/5 (doppio isolamento) sarà previsto della sezione minima di 16 mm<sup>2</sup>, da posare in foro verticale, per il collegamento delle singole barre e per il collegamento della prima e dell'ultima barra fino alla superficie della perforazione.

Si prevederà inoltre l'installazione di un cavo elettrico unipolare a doppio isolamento della sezione di 16 mm<sup>2</sup> tipo FGR/5, interrato in tubazione di PVC del diametro di 50 mm per il collegamento del dispersore all'alimentatore.

In prossimità del pozzetto terminale si prevederà un punto di misura, costituito da un contenitore in alluminio con sportello a coulisse montato su tubo di acciaio zincato ed ancorato al terreno con blocco in calcestruzzo e una morsettiera per il collegamento dei cavi provenienti dall'anodo dispersore.

### **3.2.4.2 - Apparecchiature e componenti dell'impianto di protezione catodica**

Riferimenti:

- Norma UNI 10166

- Norma UNI 10167.

L'impianto di protezione catodica sarà composto da:

- a) n.1 armadio per esterno montato su basamento in calcestruzzo, resistente al fuoco, in esecuzione per esterno, provvisto di serratura, sistema di aerazione per gli apparati interni ed idoneo per contenere i dispositivi di protezione catodica, i circuiti di regolazione e controllo dell'impianto ed il punto di consegna dell'energia elettrica.
- b) Alimentatore automatico per protezione catodica 10 A – 50 V (500 VA) (alimentazione 220 V  $\pm$  10% - 50 Hz), con raffreddamento ad aria, rispondente a quanto disposto dalle Norme.
- c) Pannello per alimentazione completo di n.1 interruttore magnetotermico, n.1 interruttore differenziale e n.2 prese da 10 A.
- d) Impianto di messa a terra di sicurezza eseguito secondo Norma CEI 64/8.

### **3.2.4.3 - Collegamenti**

Riferimenti:

- Norma UNI 10166
- Norma UNI EN 12954.

Si prevederanno i collegamenti tra le tubazioni e apparecchiature dell'impianto di protezione catodica a mezzo di conduttori in rame 1 x 16 mm<sup>2</sup> RG5/R 0,6/1 kV UNEL 35374, lunghezza adeguata con le estremità saldobrasate con elettrodo CASTOLIN MPO 1802 e disossidante tipo 1802N su piastrina in Fe 360 di dimensioni 110x25x4 mm (tipo B). Per distanze superiori ai 20 m la sezione dei conduttori non sarà inferiore a 1 x 25 mm<sup>2</sup>. Tutti i cavi saranno previsti dotati di contrassegno per l'identificazione (UNI 10166/Pos. 5.3).

### **3.2.4.4 - Elettrodi di riferimento**

Riferimenti:

- Norma UNI CEI 6 pos. 5.3

Tale apparecchiatura comprenderà n.1 elettrodo di riferimento (Cu/CuSO<sub>4</sub>), costituito da spirale di rame immersa in una soluzione satura di solfato di rame contenuta in un recipiente di terracotta; ciascun elettrodo corredato da cavo in rame per il collegamento, della

lunghezza di 10 m e della sezione minima di 1 x 10 mm<sup>2</sup>. Si dovrà prevedere che prima della posa in opera, l'elettrodo di riferimento resti immerso in acqua per almeno 24 ore.

#### **3.2.4.5 - Posto di misura**

Riferimenti:

- Posto di misura in linea: Norma UNI 10166 pos.6.1;
- Posto di misura in linea per misure di potenziale: Norma UNI EN 12954;
- Posto di misura per misure di corrente: Norma UNI 10166 pos.6.1.2.

Un posto di misura sarà costituito da un contenitore in lega d'alluminio con sportello a coulisse montato su tubo di acciaio zincato ed ancorato al terreno con blocco in calcestruzzo, una morsettiera di tipo unificato cod. MPE/IT527 per il collegamento dei cavi provenienti dalla struttura sottoposta a protezione, ovvero da una cassetta stagna di sezionamento o terminazione per cavo telefonico da 10/4 tipo FS 3/10 in VTR cod. OPT 3123106, montata su piantana in VTR cod. OPT 3578671, da montare su basamento in cls, n.2 pressacavi e n.1 morsettiera per sezionamento cod. OPT 3112208 e una morsettiera di tipo unificato cod. MPE/IT527 per il collegamento dei cavi provenienti dalla struttura sottoposta a protezione ed i collegamenti sui giunti isolanti.

#### **3.2.4.6 - Giunti isolanti**

Riferimenti:

- Bollettini di collaudo in fabbrica

La posa in opera di giunti isolanti per pressioni nominali PN 16 o 25 di tipo monolitico per il sezionamento della continuità galvanica della tubazione (secondo Norma UNI EN 12954) sarà prevista con il ripristino dell'isolamento mediante nastratura del giunto e finitura con camicia termorestringente.

### 3.3 - Scavi e rinterri

Sarà previsto di norma per la costruzione delle condotte uno scavo di larghezza alla base di mt.  $0,50 + D$  (intendendo per  $D$  il diametro nominale della tubazione da porre in opera) per assicurare una corretta posa delle tubazioni ed una efficace compattazione dei rinterri. Qualora richiesto dagli Enti competenti sarà eseguito uno scavo di larghezza superiore a quella richiesta per la posa della condotta, limitatamente ad un primo strato del terreno al fine di consentire una migliore tenuta del sovrastante ripristino stradale.

L'inclinazione delle pareti degli scavi sarà determinata in funzione del tipo di terreno e del tipo di protezione adottato. Di norma, però, lo scavo sarà previsto a sezione obbligata con pareti verticali, con protezione delle stesse tramite opportuna armatura a cassa chiusa, realizzabile con palancolate metalliche o sbadacciatura in legno.

Si prevederanno tutti gli accorgimenti tecnici legati alla necessità di allargamento dello scavo per l'esecuzione delle giunzioni delle tubazioni o per l'esecuzione di murature di contrasto o di ancoraggio e, infine, quelli legati alla presenza, lungo lo scavo, di qualunque tipo di intralcio, quali canalizzazioni di sottoservizi.

Lo scavo per la posa dei portatori nelle derivazioni di utenza sarà previsto di larghezza alla base di 0,50 m ed una profondità tale da consentire la copertura di almeno 1,00 m sulla generatrice superiore del portatore e la realizzazione di un letto di posa di 15 cm di spessore.

Il ricalzo, rinfianco e ricoprimento delle tubazioni, sarà sempre previsto in pozzolana vagliata, o altro materiale arido ritenuto idoneo, anche nel caso di riempimento dei cavi in misto cementato, con materiale betonabile o con reimpiego del materiale proveniente dagli scavi (per posa in campagna), sino a 30 cm sopra la generatrice superiore del tubo. La pozzolana sarà prevista esente da materie organiche e vegetali; avrà inoltre caratteristiche tali da dare una densità massima di laboratorio superiore a 1,5.

La posa della pozzolana del rinfianco e del ricoprimento sarà prevista a strati, bagnata, con acqua esente da impurità dannose quali acidi, alcali e materie organiche o sostanze nocive, pilonata con i mezzi ritenuti più idonei al caso, a mano o meccanici in modo da ottenere una densità in sito non inferiore al 90% della densità massima fornita dalla prova AASHO modificata, accertabile in sito mediante penetrometri o in laboratorio su campioni prelevati dal rinterro.

Il riempimento dei cavi sarà previsto in pozzolana, in misto cementato, con materiale betonabile o con materiale proveniente dagli scavi, nel rispetto delle disposizioni emanate dall'Ente competente sul territorio.

Nei casi in cui venga richiesto l'uso di pozzolana stabilizzata con calce per gli ultimi 50 cm di rinterro, il dosaggio della calce stessa sarà di 100 kg per mc e avrà i requisiti prescritti dal R.D. 16.11.1939 n.2231.

Per il riempimento in misto cementato sarà previsto un misto granulare impastato con cemento, in ragione di 50 kg per mc o con diverso dosaggio stabilito nel rispetto delle disposizioni emanate dall'Ente competente sul territorio, e con l'aggiunta di acqua.

I materiali da impiegare dovranno avere le seguenti caratteristiche:

- aggregato di dimensioni non superiori a 40 mm;
- granulometria avente, di massima, la composizione sottoriportata:

<b>Crivello UNI</b>	<b>Passante totale</b>
40	100
25	60 - 80
15	40 - 60
10	35 - 50
5	25 - 40
2	15 - 30
0,4	7 - 15
0,18	0 - 6

- coefficiente di frantumazione non superiore a 160;
- equivalente in sabbia compreso tra 20 e 70.

Il legante sarà composto da cemento del tipo "325" e l'acqua dovrà avere le caratteristiche già precedentemente descritte.

I materiali dovranno essere mescolati in cantiere con l'utilizzo di apposita betoniera o essere approvvigionati presso impianti di betonaggio.

Per il riempimento con materiale betonabile si dovrà prevedere che questo avvenga mediante il trasporto delle miscele con autobetoniere provenienti direttamente dagli impianti di produzione.

La miscela betonabile avrà le seguenti caratteristiche:

- granulometria: pozzolana fino 30% in peso, cretoni di pozzolana (5-15 mm.) 70% in peso.

Pozzolana e cretoni possono essere sostituiti con materiali alluvionali nelle stesse proporzioni e dimensioni.

Cemento ed acqua potranno essere aggiunti in quantità tali da conseguire le seguenti resistenze a compressione:

R24h = 2 daN/cmq a 24 ore dal riempimento;

R28gg  $\geq$  15 daN/cmq a 28 giorni dal riempimento.

Di norma la struttura dei ripristini stradali sarà prevista costituita in genere da due strati, quello inferiore di collegamento e di livellamento (binder) e quello superiore di usura

(manto). Il conglomerato sarà previsto costituito da una miscela di inerti ed additivi, mescolati con bitume a caldo, e verrà posta in opera con idonee attrezzature.

Si dovrà prescrivere che gli aggregati abbiano i requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei pietrischi, dei pietrischetti, delle graniglie, delle sabbie, degli additivi per costruzioni stradali", fascicolo 4/1953 del C.N.R..

In particolare si dovrà prevedere che i pietrischetti e le graniglie per il binder abbiano i requisiti richiesti per la IV ctg della tabella III, art.4 delle predette norme, mentre quelli per lo strato di usura i requisiti richiesti dalla I ctg della stessa tabella.

Le prescrizioni per la composizione del legante saranno conformi ai requisiti prescritti dalle "Norme per l'accettazione dei bitumi", fascicolo 2/1951 del C.N.R., del tipo con penetrazione 80/100.

Analogamente le miscele verranno previste seguendo i criteri e le prescrizioni della sottoriportata tabella:

vaglio UNI % passante in peso per	<b>Binder</b>	<b>Manto</b>
25	100	-
20	75 ÷ 100	-
15	60 ÷ 85	100
10	50 ÷ 75	75 ÷ 100
5	35 ÷ 60	35 ÷ 60
2	25 ÷ 60	15 ÷ 40
0,4	10 ÷ 30	8 ÷ 15
0,18	5 ÷ 20	5 ÷ 10
0,075	4 ÷ 8	5 ÷ 8
% in peso del bitume	4 ÷ 6	5 ÷ 7
stabilità Marshall a 60° C in kg	650	750
stabilità Marshall dopo 15 giorni in acqua distillata a 20°C (% su prec.)	-	75
scorrimento su provini costipati con 75 colpi di magli per facciata (mm)	2 ÷ 4	2 ÷ 4
vuoti residui (%) su provini c. s. del volume apparente	8	2 ÷ 5
ruvidezza superficie	-	normale duratura
vuoti residui a cilindratura ultimata (% del volume apparente)	10	6

Per i ripristini dei marciapiedi in cui sia previsto l'impiego di asfalti colati di bitume modificato i materiali da adoperare saranno conformi a quanto precisato dall'Ente proprietario della strada.

## **3.4 - Modalità di posa**

### **3.4.1 - Posa in cavo**

Per quanto riguarda le modalità di posa delle condotte la larghezza minima del cavo dovrà essere pari al diametro della condotta più 0,50 m. La copertura minima delle tubazioni dovrà essere di norma superiore a 1,20 m. Nei casi eccezionali in cui non è possibile assicurare la copertura minima, andrà prevista un'adeguata opera di protezione della condotta dai carichi esterni; essa dovrà essere tale da non pregiudicare l'agevole e rapido intervento in caso di manutenzione. Analogamente nei casi di eccessiva profondità della condotta.

Nel cavo deve essere previsto un idoneo sistema per identificare e segnalare le tubazioni presenti nel sottosuolo come un opportuno nastro segnalatore.

Per il rinterro dell'impianto devono essere previste modalità e materiali tali da assicurare la continuità del comportamento meccanico della sede e al tempo stesso non danneggiare i tubi e gli eventuali loro rivestimenti.

Devono comunque essere rispettate le indicazioni contenute nel Regolamento, eventualmente vigente, di apertura cavi stradali dell'Ente competente sul territorio e ciò anche nei riguardi delle caratteristiche di ripristino della pavimentazione stradale.

### **3.4.2 - Posa in cunicolo**

Qualora si prevedesse la posa di condotte all'interno di cunicoli e gallerie PP.SS. (SSP: strutture sotterranee polifunzionali), le tubazioni non dovranno mai essere collocate direttamente sul pavimento bensì dovranno essere collocate nella parte inferiore, su apposite selle di appoggio metalliche od in calcestruzzo. Le suddette selle dovranno essere opportunamente distanziate dalle pareti della galleria/cunicolo e, di norma, avranno un'altezza costante, per permettere interventi di manutenzione o di allacciamento delle utenze sulla tubazione. Lo spazio al di sopra delle tubazioni dovrà essere, almeno nei cunicoli multiservizi, completamente sgombro.

L'altezza delle selle potrà variare in base alla pendenza risultante dal profilo di progetto della tubazione. In presenza di elevate sollecitazioni dinamiche, le selle svolgeranno, mediante apposite staffe metalliche, anche la funzione di ancoraggio della tubazione alla struttura muraria circostante. In ogni caso si dovrà prevedere che la superficie esterna del tubo, a contatto con la sella e/o l'eventuale staffa, sia protetta da materiale isolante, per evitare

sia danni al rivestimento esterno del tubo, che l'instaurarsi di fenomeni corrosivi dovuti a possibili correnti vacanti.

Le progettazioni delle SSP e delle tubazioni in esso presenti dovranno essere eseguite congiuntamente, in accordo con l'Amministrazione Comunale o con gli Enti competenti competente e con le altre Società PP. SS., nel rispetto della norma UNI CEI 70029.

Per quanto riguarda la presenza delle tubazioni nelle SSP, la progettazione di tali strutture dovrà prevedere un sistema di rilevamento di temperatura, umidità e di presenza d'acqua (allagamento) all'interno delle SSP stesse.

Poiché l'eventuale realizzazione del cunicolo è volta ad evitare che un successivo bisogno di accesso agli impianti comporti la necessità di scavo e l'interruzione del traffico stradale, il manufatto andrà ubicato in corrispondenza del marciapiede e la sua copertura dovrà essere costituita da elementi (plotte) che, all'occasione, possano essere comodamente asportati e quindi ricollocati in sito. In corrispondenza degli attraversamenti stradali, qualora essi siano sufficientemente brevi, vengono generalmente previste delle polifore in cui alloggiare gli impianti stessi. Nel caso di tubazioni idriche è necessario che agli estremi siano poste delle camere di adeguate dimensioni per consentire, in caso di necessità, l'estrazione e successiva introduzione di tronchi di condotta.

Il manufatto intero dovrà essere dotato di adeguata pendenza e collegamento alla fogna o altro corpo ricettore per l'allontanamento e lo scarico, a gravità, delle acque che, eccezionalmente, in caso di danno o manutenzione, dovessero fuoriuscire dalle tubazioni. Particolare attenzione, in sede di progettazione, va posta in corrispondenza delle uscite per diramazioni di utenze, nonché in corrispondenza di curve, incroci e punti singolari.

Va, comunque, sottolineato che la progettazione di un siffatto tipo di manufatto è molto delicata e va adeguata di volta in volta alle specifiche peculiarità dell'area interessata, coordinandola con le esigenze dei soggetti gestori dei vari impianti che vi andranno collocati ed in taluni casi, ove già sussistessero insediamenti del genere, con la presenza di attività umane e commerciali.

### **3.4.3 - Attraversamenti**

In corrispondenza degli attraversamenti di canali, ferrovie ed importanti arterie stradali, le modalità di posa delle tubazioni dovranno essere tali da consentirne, una volta in esercizio, l'agevole manutenzione dall'esterno, senza pregiudicare il normale esercizio dell'infrastruttura attraversata. Dovrà naturalmente essere strutturalmente compatibile con l'opera interessata e garantire, insieme, la salvaguardia igienica ed il mantenimento delle caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua.

Ove necessario, la tubazione andrà alloggiata in apposito manufatto di protezione (cunicolo, galleria, controtubo, ecc.), di caratteristiche tali da consentire un'agevole estrazione e sostituzione della tubazione. I criteri di progettazione delle suddette infrastrutture di protezione e di contenimento delle tubazioni, sono gli stessi di quelli relativi alle camerette di linea e si possono così riassumere::

- accesso dall'esterno, generalmente con dispositivo di chiusura circolare in ghisa sferoidale di luce netta Ø 700 mm; in caso di necessità di luci maggiori si devono prevedere adeguati sistemi di accesso dall'esterno (es. chiusini del tipo modulare);
- ambiente di lavoro sicuro, anche in funzione degli ingombri dei pezzi speciali e delle apparecchiature, degli spazi necessari alle operazioni di posa, giunzione e smontaggio delle tubazioni, nonché all'azionamento delle apparecchiature e delle installazioni accessorie;
- struttura stabile nei riguardi delle varie sollecitazioni statiche e dinamiche, sia esterne che interne all'opera;
- protezione dalle possibili fonti di inquinamento;
- pozzetto sifonato per il recapito in fogna dell'acqua proveniente dallo svuotamento o dall'eventuale rottura della condotta o altro sistema idoneo allo smaltimento dell'acqua.

Qualunque scelta tecnica dovrà comunque essere resa compatibile con indicazioni e prescrizioni imposte dall'Ente gestore dell'opera attraversata, con il quale essa va concordata.

### **3.5 - Apparecchiature idrauliche**

Relativamente alle principali apparecchiature idrauliche che saranno previste nel progetto, si dovranno esplicitamente menzionare le seguenti prescrizioni minime:

Saracinesche: in ghisa sferoidale GS400-15, conformi alle norme ISO7259-88 e UNI 10269-90, a corpo piatto o ovale con otturatore a cuneo rivestito in elastomero EPDM certificato a norma ISO 9001; protezione esterna ed interna con resine epossidiche dello spessore minimo 150 microns, provviste di cappello o volantino di ghisa o di acciaio con idonea protezione anticorrosiva; flangiate e forate secondo le norme UNI PN 10 e PN 16; oppure con giunzione flangia – bicchiere.

Saracinesche a gruppi montati su corpo unico, del tipo "Combi": in ghisa sferoidale GGG58, con verniciatura protettiva in resina epossidica e con flange complete di guarnizioni di gomma e i relativi volantini.

Valvola a farfalla di tipo normale: a manovra manuale con corpo e ventola in ghisa sferoidale, guarnizioni di tenuta sulla ventola o sul corpo, in gomma sintetica di alta qualità (EPDM o

BUMA o equivalenti), protezione esterna ed interna con resine epossidiche, spessore minimo 250 microns, perni di rotazione in acciaio inox o bronzo ad alta resistenza, riduttore di numero di giri, flange di estremità secondo le norme UNI.

Valvola a farfalla di tipo Wafer: corpo e ventola in ghisa sferoidale a perfetta tenuta nei due versi, guarnizioni di tenuta sulla ventola o sul corpo in gomma sintetica di alta qualità, protezione esterna ed interna con resine epossidiche, perni di rotazione in acciaio inox o bronzo ad alta resistenza, volantino e riduttore di numero di giri.

Sfiati automatici: in ghisa a semplice od a doppio galleggiante, a norma UNI 10235.

Idrante antincendio tipo soprassuolo: costruito da Aziende munite di certificazione UNI - EN 29002 oppure ISO 9002, in ghisa sferoidale di diametro 80-100 mm. conformi alle norme UNI 9485 nei tipi certificati dal Servizio Antincendi della Protezione Civile o dal Ministero dell'Interno, resistente ad una pressione di esercizio di 16 atmosfere, costituito da un corpo idrante in due pezzi: uno esterno munito di bocche con raccordi di presa filettati unificati secondo la norma UNI 810, uno interrato, altezza sottosuolo 1000 mm. circa, con collegamento flangiato al corpo esterno a mezzo di bulloni e giunti a frattura prefissata, all'altezza del piano stradale; sistema di tenuta della valvola di chiusura del flusso rispondente alle norme UNI; otturatore interamente rivestito in elastomero, con guide laterali; scarico automatico antigelo azionato dalla chiusura dell'otturatore; vite di manovra a base pentagonale con chiusura in senso orario con tenuta a mezzo di guarnizioni con o senza cuscinetti a sfera; verniciatura della parte interrata a base di catrame e resine epossidiche; la parte soprassuolo con vernice protettiva bianca riflettente e rossa di tipo epossidico.

Valvole di regolazione: si dovrà prevedere che al variare della portata e della pressione di monte, la valvola assicuri una pressione di valle costante: l'oscillazione massima, rispetto al valore di taratura, dovrà essere contenuta, per variazioni di portata comprese tra 0,3 e 2 volte la portata media prevista, entro 2 m senza superare comunque il valore di 5 m in caso di portata nulla. Si dovrà inoltre prevedere che la valvola sia dotata di raccordi a flangia con foratura secondo ISO PN 10 o PN 16 o DIMA, di indicatore di posizione dell'otturatore, di circuito pilota dotato di valvole a sfera di esclusione, filtro, orifizio calibrato, valvola di controllo della velocità di apertura e chiusura della valvola principale, pilota per la funzione di regolazione della pressione in bronzo o acciaio inox. Si dovrà prescrivere che il corpo coperchio e otturatore sia in ghisa G25, ghisa sferoidale o acciaio al carbonio, la sede di tenuta in acciaio inox AISI 316, lo stelo in acciaio inox guidato ad entrambe le estremità, la membrana rinforzata con fibre sintetiche e anello o disco di tenuta in gomma sintetica tipo "BUNA-R" o "NBR" o equivalenti. Dovrà inoltre essere prescritto che la protezione esterna e interna sia con resine epossidiche omologate per uso a contatto con alimenti con spessore minimo di 250 micron. Si dovrà prevedere che il filtro ad Y di protezione abbia il corpo e fondello in ghisa G25 o sferoidale e il filtro in acciaio inox AISI 304 o equivalenti.

Valvole limitatrici di portata: in caso si preveda la fornitura di valvole per regolazione della portata e con funzione di ritegno, PN 10 e PN 16, del tipo assiale, a flusso avviato, il loro dimensionamento dovrà avvenire in base al valore della pressione di esercizio, al valore

massimo di taratura della portata, al valore minimo di taratura della portata e alla perdita di carico alla portata massima. Al variare della pressione di monte e della pressione di valle, la valvola dovrà assicurare che non venga superato il valore della portata prefissato con una tolleranza del 5%. La valvola dovrà essere prevista con raccordi a flangia con foratura secondo ISO PN 10 o PN 16 o DIMA. Si dovrà prescrivere che la valvola abbia un indicatore di posizione dell'otturatore e un circuito pilota dotato di: valvole a sfera di esclusione, filtro, orifizio calibrato, valvola di controllo della velocità di apertura e chiusura della valvola principale, pilota per la funzione di regolazione della portata in bronzo o acciaio inox, valvola di non ritorno. Il corpo coperchio e l'otturatore sarà previsto siano in ghisa G25, ghisa sferoidale o acciaio al carbonio, la sede di tenuta in acciaio inox AISI 316, lo stelo in acciaio inox guidato ad entrambe le estremità, le guide dell'otturatore sullo stelo in bronzo, la membrana rinforzata con fibre sintetiche e anello o disco di tenuta in gomma sintetica tipo "BUNA-R" o "NBR" o equivalenti, la protezione esterna e interna con resine epossidiche omologate per uso a contatto con alimenti con spessore minimo di 250 micron. Per il dimensionamento di valvole per la riduzione della pressione e la regolazione della portata PN 10 o PN 16, del tipo assiale a flusso avviato si dovrà considerare il valore della pressione di esercizio, il valore massimo di taratura della portata, il valore minimo di taratura della portata e la perdita di carico alla portata massima. Al variare della pressione di monte e della pressione di valle, la valvola dovrà assicurare che non venga superato il valore della portata prefissato. I raccordi a flangia con foratura dovranno essere rispondenti alle norme ISO PN 10 o PN 16 o DIMA. Si dovrà prevedere che il circuito pilota sia dotato di valvole a sfera di esclusione, filtro, orifizio calibrato, valvola di controllo della velocità di apertura e chiusura della valvola principale, pilota per la funzione di regolazione della portata in bronzo o acciaio inox, valvola di non ritorno, corpo coperchio e otturatore in ghisa G25, ghisa sferoidale o acciaio al carbonio. La sede di tenuta dovrà essere prevista in acciaio inox AISI 316, lo stelo in acciaio inox guidato ad entrambe le estremità, le guide dell'otturatore sullo stelo in bronzo, la membrana rinforzata con fibre sintetiche e anello o disco di tenuta in gomma sintetica tipo "BUNA-R" o "NBR" o equivalenti. Le specifiche dovranno prevedere una protezione esterna e interna con resine epossidiche omologate per uso a contatto con alimenti con spessore minimo di 250 micron.

Misuratori di portata: saranno previsti del tipo bidirezionale in caso di acqua potabile e monodirezionale in caso di liquami urbani, con convertitore del tipo a microprocessore programmabile separato dal tubo di misura, con cavo di collegamento di almeno 10 metri di lunghezza. Il tubo di misura dovrà essere PN 10 o PN 16 secondo richiesta, con attacchi con flange tipo UNI e grado di protezione IP68, corpo in acciaio al carbonio, elettrodi in AISI 316, rivestimento interno in PTFE o ebanite o altro materiale comunque adatto per uso alimentare, rivestimento esterno in vernice epossidica o custodia esterna in acciaio inox, conduttività minima del liquido 5 microSiemens. Il convertitore a microprocessore programmabile sarà previsto con possibilità di memorizzazione su apposita EEPROM (senza batteria) di tutti i dati in caso di mancanza di alimentazione elettrica e dotato di circuito di blocco a zero della misura in caso di tubo vuoto e circuito di autodiagnosi del sistema di misura. Per i misuratori di portata di acqua potabile, l'errore di misura nel campo delle temperature ammesse dovrà essere inferiore allo 0,5% del valore misurato, per velocità del

fluido comprese tra 0,3 e 2 m/s, e inferiore allo 0,2% del valore misurato, per velocità comprese tra 2 e 10 m/s.

### **3.6 - Opere murarie**

Le opere in muratura e quelle in calcestruzzo saranno previste in conformità a quanto stabilito dalle norme legislative vigenti per la progettazione, per l'accettazione dei leganti idraulici, delle pozzolane e dei materiali a comportamento pozzolanico, per l'esecuzione delle opere in conglomerato cementizio semplice o armato, per l'accettazione delle calci, delle pietre naturali da costruzione, dei materiali laterizi e dei materiali da pavimentazione. Normalmente sarà previsto l'impiego di calcestruzzo cementizio a prestazione garantita secondo la Norme UNI EN206-1, UNI EN 196/96, UNI 9156/97, UNI 10595/97 e UNI 8981/99.

Per quel che riguarda le strutture prefabbricate, le stesse dovranno rispondere anche a quanto stabilito dal D.M. LL.PP. del 3.12.1987, avente per oggetto le "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate".

Relativamente ai manufatti di linea per l'alloggiamento delle apparecchiature saranno previsti realizzati in conglomerato cementizio gettato in opera, ovvero, se di limitate dimensioni, costituiti da elementi prefabbricati in c.a.v., con le estremità adeguatamente sagomate per consentirne una corretta giunzione.

I cunicoli per l'alloggiamento delle canalizzazioni di pubblici servizi e per le relative derivazioni potranno essere previsti gettati in opera o prefabbricati. Nel caso dei prefabbricati saranno costituiti da elementi modulari in c.a.v. con le estremità adeguatamente sagomate per consentire la giunzione in modo che, con la successiva sigillatura, vengano impediti l'ingresso o la fuoriuscita di acqua. Anche i coperchi avranno un profilo tale da impedire l'ingresso di acqua dall'esterno sia nelle zone di appoggio sulle pareti del cunicolo che in corrispondenza delle giunzioni tra coperchi successivi.

Le pareti del cunicolo saranno predisposte con setti a frattura prestabilita per il passaggio delle derivazioni per le utenze; il fondo del cunicolo sarà sagomato in modo da consentire la raccolta e il deflusso di eventuali acque, verso gli scarichi in fogna.

### **3.7 – Allacci all'utenza**

Di norma il progetto degli allacci idrici dovrà prevedere che ogni portatore vada a servire una sola palazzina o villa. Sul portatore sarà posto un trombino di manovra, che, laddove fosse possibile, sarà ubicato sul marciapiede, in modo da poter essere manovrabile in caso di bisogno senza dover ricorrere alla rimozione di eventuali mezzi in sosta o senza interferire con il traffico locale.

Sarà previsto uno scavo per l'alloggio del portatore largo ca. 50 cm e profondo ca. 120 cm. Il riempimento del cavo sarà previsto con pozzolana e cemento per i primi 30 cm e con materiale betonabile o con cemento e pozzolana (a seconda delle indicazioni dell'autorità competente) sino alla quota di posa del binder.

Il collare di presa sarà previsto in ghisa sferoidale G400 e montato in corrispondenza del cielo della condotta principale. Sul collare sarà prescritto inoltre uno snodo in ghisa che realizzi una deviazione a 90° altimetrica ed una planimetrica.

Il portatore sarà previsto in canna zincata rivestita in polietilene in triplo strato secondo norma UNI 9099.

Il dimensionamento del portatore e del diametro del contatore in funzione delle utenze servite sarà conforme alla seguente tabella:

UTENZE POTABILI		
APPARTAMENTI SERVITI	ØPRESA (pollici)	ØCONTATORE (mm)
1 - 3	1"	13
4 - 6	1"	20
7 - 20	2"	30
21 - 32	2"	40
33 - 50	3"	50

Relativamente alle prese anti incendio, portatore e contatore saranno invece dimensionati secondo i seguenti criteri:

UTENZE ANTINCENDIO			
B.I. Principali	PORTATA (l/s)	Ø CONTATORE (mm)	Ø PRESA (mm)
Ø 45	3,5	50	50
Ø 70	7,0	80	80
2 x Ø70	14,0	100	100

Il rubinetto di presa dovrà essere del tipo BDM. Il cappello con la camera di base per saracinesca dovrà essere ancorato in un blocco di calcestruzzo.

Il rubinetto sarà azionabile tramite un'asta di manovra protetta da un trombino in ghisa, alla cui sommità sarà installato un chiusino in ghisa per saracinesca di presa alla quota del piano stradale, inghisato in un blocco di sostegno in calcestruzzo.

In corrispondenza del limite della proprietà privata, dovrà essere previsto un secondo snodo per l'elevazione del portatore sino a una quota di almeno 30 cm. al di sopra del piano stradale, in una traccia muraria predisposta dall'utente.

In corrispondenza di tale sezione sarà prevista l'inserimento di un giunto dielettrico tipo "Prochind" e di un tappo di chiusura.

Il contatore (nel caso, preferibile, di utenza condominiale) o i contatori dovranno essere alloggiati in apposite nicchie accessibili dall'esterno, senza dover entrare nella proprietà privata.

Dovranno essere previsti contatori punzonati, e conformi alla direttiva CEE 75/33, recepita dal DPR 23/8/82.

I contatori dovranno essere conformi almeno alla classe B della direttiva CEE 75/33 recepita con DPR n° 854 del 23/1/8/1982, per una pressione nominale di esercizio non inferiore a 10 bar e pressione di prova 16 bar,: potranno essere a turbina a getto unico o a getto multiplo. Generalmente i primi sono i più usati, visto l'ottimo compromesso che raggiungono tra precisione di misura (per le portate medie in gioco) e costo.

Come alternativa si possono anche prevedere contatori con trasmissione magnetica, adatti alle applicazioni di telelettura.

In ogni caso i contatori dovranno essere previsti a quadrante asciutto antigelo, a rulli protetti, con sistema di lettura a rulli con almeno tre cifre decimali.

Sarà previsto che l'asse di comando dei nottolini sia in acciaio inox, la carcassa in ottone G-Cu Zn 36 conforme alle norme UNI 5034, l'anello filettato con coperchio a cerniera in ottone stampato secondo norme UNI 4891.

I contatori dovranno comunque corrispondere alle norme delle tabelle UNI 1064-1077.

Le parti in materiale plastico ed in gomma di tutti i contatori dovranno essere realizzate in conformità alla Circolare n. 102 del 2.12.1978 del Ministero della Sanità concernente la "disciplina igienica delle materie plastiche e gomme per tubazioni ed accessori destinati a venire in contatto con acqua potabile e da potabilizzare".

Relativamente al sistema di installazione, nel progetto si dovrà prevedere l'inserimento a monte del contatore di un rubinetto piombabile e di un eventuale limitatore di pressione piombato. A valle del contatore, dovrà essere previsto l'inserimento di una valvola di non ritorno e di un rubinetto a sfera di arresto libero.

La valvola a sfera avrà il corpo e manicotto in ottone OT58 nichelato, le guarnizioni in P.T.F.E. Teflon, la sfera in OT58 rettificata al diamante e cromata a spessore, l'asta in OT58 completa di due anelli O-ring in NBR 70 SH, la leva di comando in acciaio zincato secondo norme UNI5076, la vite di serraggio in acciaio zincato.

Si dovrà comunque prescrivere che il contatore, anch'esso piombato, sia installato con il quadrante perfettamente orizzontale sia in senso longitudinale che trasversale (a meno di diverse indicazioni riportate sul contatore stesso), con l'avvertenza che il passaggio dell'acqua avvenga nel senso della freccia impressa sul corpo del misuratore.

La raccorderia prevista nel vano contatori sarà in acciaio zincato con saldatura elicoidale o longitudinale conforme alle norme UNI 4148 e 3842.

## 4 - Collettori fognari

### 4.1 - Generalità e criteri di progettazione

Nella progettazione di collettori e reti fognarie si dovrà prediligere, laddove possibile, la realizzazione di reti di collettamento separate per le acque bianche e nere.

In ogni caso nel dimensionamento di collettori per le acque piovane, si dovrà considerare come evento critico la precipitazione avente tempo di ritorno almeno trentennale.

La scelta delle livellette di posa dovrà garantire una velocità minima del liquame di almeno 0,4 m/sec, e una massima non maggiore di 2 m/sec, per evitare fenomeni di sedimentazione di materiale nel primo caso o di erosione nel secondo. Di norma, quindi, la pendenza di posa delle condotte dovrà essere compresa tra lo 0,5% e il 2,5%.

In caso di fognatura nera, laddove le particolari esigenze morfologiche impediscano la posa di tubazioni con pendenza sufficiente, dovranno essere realizzati opportuni pozzetti di cacciata per il lavaggio della condotta.

Per evitare fenomeni di intasamento della condotta, oltre alla scelta di tubazioni dalla scabrezza superficiale contenuta, si dovrà in ogni caso adottare un diametro minimo di 300 mm.

Inoltre, per consentire eventuali operazioni di pulizia e disostruzione tramite autosurgito a canal-jet, i pozzetti di ispezione per le condotte di diametro inferiore a 600 mm non dovranno avere una distanza reciproca maggiore di 25 ÷ 35 metri in funzione della pendenza della condotta.

In caso di fognatura mista, si dovrà porre particolare cura all'individuazione dei siti dei manufatti di sfioro, se possibile a soglia orizzontale.

A monte di tali sfioratori (che, ricordiamolo, funzionano in condizioni di corrente lenta), sarà buona norma prevedere dei dissabbiatori in linea, con separazione della sabbia raccolta tramite idroestrattore ed avviamento di questa ad un classificatore di sabbie, con recapito finale ad un cassone scarrabile per il successivo conferimento a discarica.

Laddove possibile, al fine di facilitare e rendere più economica la gestione della rete, si dovrà avere cura di progettare il profilo altimetrico della condotta in modo da limitare al massimo il numero dei sollevamenti fognari.

## **4.2 - Tipologie di condotte**

### **4.2.1 - Condotta in cemento**

Qualora la scelta tecnica sulla tipologia di materiale da adottare ricadesse sul cemento, il capitolato speciale d'appalto dovrà prevedere che le tubazioni siano costituite da conglomerato cementizio vibrocompresso armato o non, confezionato con cemento tipo 425 ed inerti di cava e di fiume con dimensione massima non superiore ad un quarto dello spessore della parete del tubo e comunque a 25 mm.

Le tubazioni potranno essere previste con piano di posa esterno ed avranno giunto a bicchiere ed anello di tenuta in gomma o similare. Possono presentarsi con o senza base piana e bicchiere esterno, con incastro a bicchiere e guarnizione di tenuta in gomma sintetica antiolio, incorporata nel giunto durante la produzione, conforme alle norme UNI EN 681, DIN 4060. La giunzione fra le tubazioni dovrà essere realizzata solamente mediante apparecchiature idrauliche o manuali di tiro (TIR-FOR), previo controllo in stabilimento delle tolleranze dimensionali, che non dovranno superare quelle stabilite nella normativa europea di riferimento prEN N510E.

Le tubazioni armate prefabbricate a sezione circolare in calcestruzzo vibrocompresso, di spessore dimensionato in funzione della grandezza dello speco e comunque calcolato per resistere al carico sovrastante e alla pressione idraulica interna di 1 atmosfera, avranno lunghezza non inferiore a mt 2,00. Le tubazioni saranno previste armate con singola gabbia rigida in acciaio, costituita ciascuna da spirale continua elettrosaldata a filanti longitudinali con passo e diametro idonei a resistere ai carichi di rottura previsti in progetto. Le tubazioni avranno sezione interna circolare e dovranno rispondere alla normativa contenuta nelle DIN 4035, UNI 8520/2, UNI 8981, D.M. 12-12-1985 e circolare Ministero LL.PP. n°27291 del 02-03-1986 e D.M. 14-02-1992.

In tali condizioni le tubazioni possono essere poste sotto un rinterro variabile da -1,00 sino a -4,00 metri senza che occorra effettuare alcuna verifica statica.

Per le fognature realizzate con tubazioni in cls armato, a sezione circolare e base d'appoggio piane e di lunghezza non inferiore a ml. 2,00 per la posa in opera si dovrà prevedere che le tubazioni poggino su un letto di posa continuo, sia esso in pozzolana, sabbia, breccia o cls a seconda della tipologia dei terreni di scavo; si dovrà inoltre prescrivere che il rinterro sia eseguito con materiale incoerente, privo di sassi, a strati successivi e compattati fino a superare la sommità del tubo per circa 30/40 cm.

Per le fognature progettate con tubazioni vibrocomprese in cls semplice il progetto dovrà prevedere per quanto riguarda la posa in opera, che le tubazioni poggino su uno strato continuo di cls di base, di spessore opportuno, tale che la pressione trasmessa sul terreno sia contenuta in valori ammissibili.

Si dovrà inoltre prevedere che il rinterro sia effettuato con materiale sabbioso a granulometria sottile per un'altezza che va dal piano di appoggio a non meno di cm 50 dall'estradosso superiore della tubazione.

Le tubazioni andranno calcolate in modo da sopportare il riempimento di prima fase ed i carichi stradali propri della strada, in funzione della larghezza dello scavo e delle modalità di rinterro dello stesso; le norme di riferimento saranno le DIN 4033 e le ATV A127.

Le tubazioni dovranno essere prodotte e controllate, nelle varie fasi della produzione, da aziende in possesso di certificazione di Sistema Qualità Aziendale UNI EN ISO 9000, o perlomeno che abbiano iniziato il processo di implementazione del Sistema Qualità sopraindicato.

Le tubazioni dovranno essere tali da garantire il rispetto delle prescrizioni contenute nell'allegato 4 dei "criteri, metodologie e norme tecniche generali" di cui all'art.2, lettere B), D), E), della legge 10-05-1976 n.319, recante norme per la tutela delle acque dell'inquinamento compreso ogni altro onere per dare la lavorazione finita a regola d'arte. La progettazione dovrà tenere conto della seguente normativa di riferimento:

- UNI EN 681: Prodotti finiti di elastomeri. Guarnizioni di tenuta ad anello per tubazioni di acquedotti e di scarico requisiti e prove;
- DIN 4060: Prodotti di tenuta a base elastomerica per giunti di tubazioni in canalizzazioni e fognature;
- prEN 681.1: Elastomeric seals. Material requirements for pipe joint seals used in water and drainage application part 1 vulcanized rubber;
- DIN 4035: Tubi in cemento armato, condotte forzate in cemento armato e relativa raccorderia in cemento armato;
- UNI 8981: Durabilità delle opere e manufatti in calcestruzzo;
- D.M. 12-12-85: Norme tecniche relative alle tubazioni; Circolare LL.PP. 27291 istruzioni relative alla normativa per le tubazioni;
- D.M. 14-02-92: Norme tecniche per le opere in cemento armato normale e precompresso;
- DIN 4033: Canali e tubazioni per le acque di scolo con tubi prefabbricati: Direttive per la costruzione;
- ATV A127: Guideline for the statical analysis of sewage channels and pipelines;
- pr EN N510E: Concrete pipes and fittings, unreinforced, steel fibre and reinforced.

#### **4.2.2 - Tubazioni in gres ceramico**

Le tubazioni ed i materiali in gres ceramico per collettori di fognatura devono corrispondere alle caratteristiche ed ai requisiti di accettazione prescritti dalle Norme UNI EN 295 del 31/10/1992.

Nelle specifiche progettuali dovrà essere indicato che i tubi siano fabbricati con miscela di argilla plastica, caolini, quarzo e feldspati.

Dovranno presentarsi di impasto omogeneo, compatto anche in frattura, ben vetrificato, senza incrinature, difetti o asperità, e dare, percossi al martello, un suono metallico.

I tubi ed i pezzi speciali devono avere un idoneo giunto in grado di garantire la perfetta tenuta idraulica dall'esterno verso l'interno e viceversa.

Il Capitolato Speciale dovrà esplicitamente riportare l'obbligo per l'Impresa esecutrice dei lavori del certificato di collaudo da parte del fabbricante, per ciascun lotto in cui sarà suddivisa l'intera fornitura di tubi. Ogni lotto comprenderà di regola almeno 300 unità dello stesso diametro.

Ogni certificato dovrà attestare la conformità dei tubi di ogni lotto alle Norme vigenti, secondo le quali in particolare:

- alla prova di tenuta idraulica, la giunzione dovrà risultare stagna ad una pressione interna di prova di  $0.5 \text{ kgf/cm}^2$  per la durata di 5';
- i tubi interi (in posizione verticale) sottoposti ad una pressione idraulica interna, variabile a seconda del diametro interno, non dovranno presentare in alcun punto rotture, perdite o trasudamenti.

#### **4.2.3 - Tubazioni in fibrocemento**

I Capitolati Speciali dovranno prevedere la fornitura e posa in opera di tubi, manicotti, pozzetti di ispezione e pezzi speciali in fibrocemento "nuova tecnologia" FC, senza amianto, conformi alle norme EN 588-1 per lo smaltimento delle acque reflue e fognature stradali urbane, nelle classi e diametri previsti.

I tubi e tutti gli accessori, prima del processo di maturazione in acqua, dovranno essere impregnati internamente ed esternamente con resine acriliche di alta qualità, assolutamente atossiche e neutre anche per acque potabili.

La giunzione dei tubi con accessori e pezzi speciali, realizzata con manicotti e relativi anelli in materiale elastomerico, dovrà garantire la perfetta tenuta idraulica e consentire il collaudo dell'opera in conformità alle vigenti disposizioni di legge. L'azienda produttrice dovrà fornire certificazione di assicurazione della qualità secondo le norme internazionali UNI EN ISO 9001.

### 4.3 - Scavi e rinterrati

Gli scavi per l'apertura delle sedi di condotte, di canalizzazioni di scarico dei manufatti e delle condotte per l'allacciamento delle utenze dovranno essere effettuati di norma in modo che la larghezza L (m) del fondo dei cavi per la posa delle tubazioni non sia inferiore a quella che risulta dalle seguenti formule:

$$L = D + 0,50 \quad \text{per } D \leq 500 \text{ mm.}$$

$$L = 1,2 * D + 0,40 \quad \text{per } D > 500 \text{ mm.}$$

in cui "D" rappresenta il diametro nominale in metri della tubazione da posare.

Nel caso di due tubazioni da posare nello stesso cavo la larghezza minima del fondo del cavo risulterà da seguente formula:

$$L = 1 + 1,20 * \frac{(D' + D'')}{2} + 0,40$$

in cui "I" è la distanza fra la proiezione orizzontale degli assi delle condotte, fissata caso per caso, e D' D'' sono i diametri nominali.

Tale formula è applicabile soltanto nei casi in cui le due tubazioni debbano essere posate sullo stesso piano di fondo fossa.

Se le due condotte, pur essendo parallele, hanno piani di posa a differenti quote, e sempreché le scarpate interne delle fosse, sulle basi delle larghezze minime sopra stabilite, interferiscano tra loro, verrà eseguito un unico scavo per la posa delle due condotte.

Nei capitolati dovrà essere esplicitamente previsto che il fondo dei cavi sia ben spianato e privo di sporgenze o infossature superiori a 5 cm rispetto ai piani delle livellette ordinate.

Il cavo dovrà essere dotato di apposite nicchie, sufficientemente ampie per consentire la comoda esecuzione delle giunzioni e dei relativi coprigiunti.

#### **4.3.1 - Modalità di posa**

Le tubazioni per edilizia che verranno poste in opera per scarichi, fognature, drenaggi, irroratori, pluviali, ecc., dovranno essere collocate in modo da essere facilmente ispezionabili, specie in corrispondenza dei giunti.

Le tubazioni dovranno assicurare un perfetto funzionamento per lo scopo cui sono destinate; e pertanto dovrà essere particolarmente curata la loro posa in relazione alle pendenze assegnate, alla loro resistenza ad eventuali sovraccarichi per quelle interrate, alle dilatazioni per quelle esterne, alla tenuta dei giunti, alle condizioni di appoggio e di ancoraggio.

Nel Capitolato Speciale dovrà essere contenuta la prescrizione che eseguite tutte le giunzioni relative a ciascun tratto di condotta e gettate le murature di ancoraggio, si proceda al rinfiacco dei tubi fino all'asse della condotta, lasciando scoperto un tratto di un metro circa in corrispondenza di ciascun giunto. Tale rinfiacco è tale da prevenire cedimenti o spostamenti laterali della condotta. Nel caso in cui è prevista pozzolana, questa dovrà essere compattata fino al grado di costipamento richiesto.

Il ricoprimento delle tubazioni dovrà essere previsto fino a 30 cm al di sopra della generatrice superiore. Ultimata questa fase, sarà necessario prevedere i ripristini degli allacci delle canalizzazioni di ogni genere incontrate nel cavo ed eventualmente interrotte.

Seguirà il rinterro del cavo e il successivo ripristino della sede stradale, prevedendo l'impiego dei materiali secondo gli elaborati progettuali e le specifiche prescrizioni tecniche relative ad Enti o Autorità sotto la cui competenza eventualmente ricada la sede alloggiante. Il costipamento di questi materiali dovrà essere previsto a strati di altezza non maggiore di 30 cm, utilizzando di norma mezzi meccanici ed intercalando con opportune bagnature.

Si prevedono differenti sistemi di alloggiamento della condotta in relazione alla tipologia della sede stradale: asfaltata, sterrata, sotto piano campagna o con bassa copertura del terreno.

L'allettamento ed il rinfiacco dei tubi sarà costituito da uno strato di 0,15 m in pozzolana vagliata, il ricoprimento sarà in pozzolana vagliata eventualmente debolmente legata con cemento (25 kg/mc) per uno spessore di 0,3 m sopra la generatrice superiore del tubo sulla sezione di scavo. Per l'ultimo strato potranno essere usate anche miscele di materiale betonabile. E' previsto, nel caso di strade asfaltate, il ripristino del binder per uno spessore di 0,21 m per la larghezza della sezione di scavo più un eventuale allargamento tecnico di circa 20 cm per lato (per una larghezza totale non inferiore a 1,2 m) e del tappeto d'usura per uno spessore di 0,03 m per la larghezza della carreggiata. Per le strade sterrate si deve prevedere invece il ripristino degli ultimi 0,50 m dal piano campagna con misto di pozzolana e calce estesi eventualmente in larghezza, per il ripristino della carreggiata stradale, per gli ultimi 0,20 m.

L'alloggiamento sotto piano campagna richiede un rinfianco e ricoprimento in pozzolana, di spessore pari a  $0,45+D$  (0,15 cm di allettamento e 0,30 cm di rinterro), mentre il rinterro si eseguirà con terreno vegetale proveniente dagli scavi.

Infine se la copertura del terreno disponibile è limitata si provvederà all'esecuzione di un rinfianco e ricoprimento della tubazione in calcestruzzo di sostegno, che raggiunga lungo l'asse della condotta lo spessore  $0,45+D$ . Seguirà uno strato di ulteriore ricoprimento in pozzolana, di altezza variabile e un rinterro di stabilizzato (50 cm), sottostante gli strati di binder e tappetino d'usura (21cm e 3 cm).

#### **4.4. - Manufatti tipo**

I pozzetti vanno posti in corrispondenza degli incroci tra più tubazioni (pozzetti di confluenza) di deviazioni planimetriche o altimetriche delle tubazioni (pozzetti rispettivamente di cambio di direzione e di salto). Lungo i tronchi di condotte verranno realizzati sia pozzetti di ispezione che di allaccio ad un interasse (per le condotte non praticabili) dell'ordine di  $25 \div 35$  m (fissando possibilmente una distanza che corrisponda alla posa di un numero intero di tubi). Quando le tubazioni di arrivo e partenza da un pozzetto hanno quote differenti si parla di pozzetti di salto.

Per evitare il deposito di materie nei tratti iniziali (fognoli) delle fognature nere o miste dove le portate sono minime, si fa ricorso ai pozzetti di cacciata, cioè piccole vasche alimentate con acqua d'acquedotto, che si riempiono lentamente e il cui svuotamento, raggiunto un determinato livello, avviene in modo rapido a sufficienza per dar luogo all'onda di trasporto dei materiali sedimentati ( $3 \div 4$  cacciate giornaliere con 0,5-1mc di acqua ciascuna). Il dispositivo sarà costituito da un pozzetto ubicato a monte della condotta, in comunicazione grazie ad un sifone sagomato a S rovesciato, con una cameretta in cui viene immessa l'acqua d'acquedotto.

Il fondo dei pozzetti deve essere previsto sagomato ad U (savanella), con un semitubo sul fondo, per limitare le perdite di carico e, nelle fognature nere o miste, per evitare spargimenti di liquame. Nelle fognature bianche la sagomatura è ottenuta a V largo quando sia opportuno ridurre la velocità.

In genere i manufatti saranno previsti gettati in opera per quelle zone ove esistono vincoli di protezione e/o di rispetto assoluto delle falde acquifere od in prossimità di zone balneari. Sarà possibile prevedere anche l'utilizzo di idonei pozzetti prefabbricati, con opportuni guarnizioni di tenuta tra gli elementi, solo se in grado di assicurare la perfetta tenuta idraulica dall'esterno verso l'interno e viceversa, offrendo garanzie di impermeabilità alle falde esterne. Si dovrà prevedere il rivestimento della savanella e delle pareti per un'adeguata altezza con resine costituite da una mano di primer aggrappante di spessore di 200 micron e della successiva spalmatura di resina rossa (epossidica pura) dello spessore di 300 micron.

I pozzetti devono essere previsti di sezione orizzontale circolare o rettangolare, con diametro e lati non inferiori ad 1,40 metri misurati al bordo esterno. Sono dotati di chiusino d'accesso per lo più di ghisa, avente diametro minimo di 0,8 metri e di una scala alla marinara con gradini a interasse di 30-32 cm.

Attualmente i pozzetti sono disponibili anche prefabbricati in materiali plastici, con già pronti innesti a due, tre o quattro vie: tali manufatti, facilmente trasportabili, possono essere previsti utilizzati come casseformi interne per i getti in cls, ciò per rendere stagno l'innesto tra condotta e pozzetto, considerando che i materiali plastici mal si sposano con il cls, causa il diverso coefficiente di dilatazione, creando delle vie di accesso all'acqua di falda nel collettore o a delle perdite dei liquidi che scorrono all'interno.

Negli altri casi, oltre i suddetti manufatti, si possono adottare altre metodologie o manufatti in cls prefabbricati. La metodologia di prefabbricazione prevede i seguenti elementi di costituzione:

- base provvista di innesti per le varie tubazioni;
- serie di elementi intermedi di varia altezza che collegano la base alla sommità, con innesti "a coda di rondine" per impedire l'ingresso dall'esterno di acqua di falda;
- soletta carrabile armata o elemento troncoconico o troncopiramidale in grado di ospitare in alto gli eventuali anelli o riquadri "raggiungi-quota" o direttamente il chiusino carrabile;
- elemento/i per realizzare il "passo d'uomo" di accesso al manufatto costituiti da riquadri "raggiungi-quota".

Per i dispositivi di accesso valgono le norme UNI EN 124: "Dispositivi di coronamento e di chiusura per zone di circolazione utilizzate da pedoni e veicoli" 1995, (classe D400, luce netta Ø 700 mm).

Per i rinterri da eseguire sui manufatti interrati si impiegheranno gli stessi materiali e le stesse modalità esecutive indicate per il rinterro del cavo sede della condotta, prevedendo il tempo d'attesa se la muratura è di fresca costruzione.

Per i rilevati al di sopra del piano di campagna, su sedi di condotte interrate o su manufatti, saranno seguite uguali norme esecutive. Il piano superficiale del rilevato dovrà essere ben spianato e le scarpate profilate secondo l'inclinazione prescritta dal progetto. Il perimetro esterno dei rilevati sarà cosparso con terreni vegetali ricchi di humus, per permettere la successiva seminazione.

Per garantire un buon livello di impermeabilità alle falde esterne nei manufatti si dovrà sempre prevedere l'utilizzo di idonei innesti intermateriali per il collegamento delle tubazioni ai pozzetti stessi.

#### **4.5 - Sollevamenti fognari**

I sollevamenti fognari dovranno essere realizzati in manufatti, prefabbricati o no, che siano comunque impermeabili all'acqua, sì che riempiendoli di acqua e impedendo per 24 ore l'arrivo di liquame, l'acqua mantenga dopo le 24 ore il livello originario, risultando tollerabile un aumento o una diminuzione massima del volume di liquido contenuto pari a 0,2 litri/giorno.

Qualora tali stazioni risultassero essere ubicate in zone di particolare pregio ambientale (presenza di falda idrica, prossimità di zone di balneazione, etc.), ai manufatti sarà richiesta l'impermeabilità assoluta.

Le stazioni di pompaggio dovranno essere dotate di un volume di compenso che garantisca un tempo di permanenza di almeno un'ora alla portata media entrante, ovvero, nel caso questa situazione fosse la più gravosa, un volume di compenso pari a 15 minuti della portata di punta.

Inoltre dovranno avere installate almeno 2 pompe, di cui una di riserva all'altra, dimensionate ciascuna sulla portata media, ma in modo da poter coprire comunque la portata di punta con il funzionamento contemporaneo.

Laddove le condizioni di esercizio lo consentano (prevalenze superiori a 7mt), si dovrà prevedere l'installazione di pompe trituratrici.

Non sussistendo tale condizione operativa, si dovrà comunque prevedere l'installazione di pompe con giranti arretrata a canale aperto.

In tal caso si dovrà prevedere l'installazione a monte dei macchinari per lo meno di una griglia grossolana a cestello.

In prossimità di falde idriche o di zone di balneazione, si dovrà provvedere all'installazione di un adeguato gruppo elettrogeno.

Le stazioni dovranno essere dotate della predisposizione al telecomando.

## 5 - Interventi speciali

### 5.1 - Spingitubo / Microtunnelling

Il sistema per realizzare le condotte interrato (con lo scavo e il rinterro di trincee di posa), nel corso degli anni è rimasto sostanzialmente immutato se non per i progressi dovuti alla meccanizzazione dei cantieri. Il contesto urbano e sociale è invece in rapida evoluzione così come lo sono anche i criteri informativi e di valutazione delle opere infrastrutturali che in tale contesto vengono realizzate.

Il problema della costruzione di tunnel di piccolo diametro alternativi allo scavo di trincee è stato condizionato per molto tempo dalla necessità di operare manualmente sul fronte di scavo, poi con lo sviluppo della tecnica delle frese scudate si è arrivati alla messa a punto della tecnica del microtunnelling per la realizzazione di microgallerie.

La posa tradizionale di condotte con scavo di trincee a cielo aperto a notevole profondità, su strade di larghezza limitata inserite in contesti già decisamente sviluppati ed antropizzati e l'eventuale compresenza di terreni costituiti da materiali con cattive caratteristiche meccaniche anche in condizioni con acqua di falda, implica rischi notevoli sia per gli insediamenti abitativi a ridosso dei tratti da realizzare sia di sicurezza per gli operatori. In questo contesto si ha la necessità di valutare soluzioni costruttive alternative alla convenzionale posa in trincea a cielo aperto, che possano consentire vantaggi tecnici e minori impatti sulle zone interessate.

Nel caso della posa di condotte fognarie a gravità, richiedenti dunque elevata precisione nelle pendenze di posa per garantire la regolarità del deflusso, la soluzione di posa senza scavo a spinta controllata a distanza (microtunnelling) può rappresentare un'alternativa tecnica poiché permette di:

- garantire elevata precisione nella posa richiesta per condotte a gravità realizzate in terreni pianeggianti;
- minimizzare l'interferenza con la superficie dell'area interessata dalla posa delle condotte;
- utilizzare tecnologie che assicurino la durata nel tempo dell'efficienza delle condotte in termini di tenuta idraulica, funzionale e strutturale.

I pozzi di spinta e di arrivo devono essere utilizzati, a lavori ultimati, come manufatti di ispezione e punti di accesso alla rete realizzata.

Nel caso di perforazione a spinta di tubazioni di grande dimensione per l'attraversamento di rilevati stradali, ferrovie ed in genere di manufatti preesistenti si può ricorrere alla tecnica dello spingitubo utilizzando tubi in acciaio od in c.a. prefabbricati di sezione circolare, quadrata o rettangolare. La tecnica dello spingitubo consente attraversamenti pseudo orizzontali rettilinei della pendenza richiesta mediante l'infissione di tubi singoli o in sequenza solitamente di grande sezione interna; la lunghezza dell'attraversamento dipenderà dalle caratteristiche meccaniche del terreno da attraversare. Il lavoro dovrà essere eseguito senza danno o ingombro della superficie sovrastante da attraversare.

### ***5.1.1 - Principi di funzionamento del microtunnelling***

Le caratteristiche peculiari del sistema sono:

- precisione nella posa delle tubazioni consentita dal sistema laser di guida e dal sistema computerizzato di governo e monitoraggio continuo dell'avanzamento;
- possibilità di utilizzo del sistema con diversi tipi di terreno (argille – sabbie – rocce) anche in presenza di acqua di falda;
- ridotto ingombro delle attrezzature di cantiere e dei pozzi;
- possibilità di realizzare lunghi tratti di condotta con unica spinta;
- non è richiesto l'utilizzo di tubi pilota o di protezione a perdere (camicia).

Dall'unità di spinta posizionata all'interno del pozzo spinta si inizia la perforazione con la fresa scudata telecomandata microtunneller lungo la direzione di progetto impostata con il laser.

Completata la spinta del microtunneller si continua la perforazione con le tubazioni che vengono inserite in coda al "convoglio" fino a che il microtunneller raggiunge il pozzo di ricevimento (di uscita) dal quale viene recuperato.

Dal pozzo di spinta si possono fare più perforazioni riposizionando l'unità di spinta sia in orizzontale (ruotandola) che in verticale (alzandola o abbassandola).

L'equipaggiamento standard prevede i seguenti componenti:

- 1) Microtunneller;
- 2) Sistema di evacuazione del materiale;
- 3) Sistema di spinta della condotta;

#### 4) Sistema di guida.

### 1) **Microtunneller**

Il microtunneller è uno scudo telecomandato munito di una fresa rotante che disgrega il materiale durante l'avanzamento. La testa fresante permette l'ingresso del materiale frantumato anche di grande dimensione, dentro la camera di miscelazione la quale restringe a cono ed ha le pareti munite di dentature convergenti; con l'avanzare della macchina il materiale scavato viene sospinto sul fondo del cono e le parti solide tendono ad incastrarsi fra i denti che nella rotazione le sminuzzano a dimensioni tali da poter essere poi allontanate tramite un circuito chiuso a circolazione d'acqua o acqua e bentonite. La tecnologia consente una notevole versatilità, potendo affrontare l'intera gamma di terreni, da quelli sciolti a quelli lapidei sia in falda che fuori falda. La testa fresante impiegata sarà scelta in funzione del tipo di terreno da attraversare.

La stabilità del fronte di perforazione è garantita in ogni istante sia dalla testa fresante, che viene mantenuta costantemente a contatto con il terreno tramite la tubazione, sia mediante il bilanciamento della pressione idraulica sul fronte di scavo tramite la regolazione della portata dei circuiti di alimentazione e di smarino.

### 2) **Sistema di evacuazione del materiale**

Il circuito idraulico di asportazione del materiale è composto da:

- serbatoio ad acqua pulita;
- serbatoio fanghi;
- pompe di mandata acqua e di evacuazione fanghi.

L'acqua pulita viene pompata dal serbatoio al cono di frantumazione dove si mescola con il terreno disgregato per formare una miscela fluida che viene pompata in un container aperto; qui, il materiale viene separato dall'acqua o mediante semplice decantazione o mediante l'utilizzo di un'unità di dissabbiatura.

Il bilanciamento delle pressioni interstiziali del terreno in prossimità del fronte di perforazione, viene garantito tramite la regolazione della pressione del fluido in circolazione agendo sulle pompe a portata variabile di alimentazione e di ritorno.

### 3) **Sistema di spinta della condotta**

L'avanzamento del microtunneller avviene a mezzo di un carrello di spinta tramite i tubi costituenti la condotta definitiva.

L'unità di spinta è composta da martinetti idraulici montati su un telaio metallico, da un anello di spinta mobile posizionato davanti ai martinetti idraulici, e da una parete metallica fissa posta dietro ai martinetti. Per lunghezze di spinta maggiori di 80 m circa, la spinta esercitata dai martinetti idraulici sulla tubazione, può risultare insufficiente a vincere le forze

di attrito laterale e di punta; per non dovere sovradimensionare eccessivamente l'unità di spinta e per contenere le sollecitazioni presenti nella condotta, si agisce riducendo il valore della forza di avanzamento. Ciò è possibile con:

- a) riduzione del coefficiente di attrito
- b) riduzione della lunghezza di spinta.

Il coefficiente di attrito viene ridotto lubrificando l'interfaccia tubo terreno con pompaggio di miscela acqua bentonite.

La lunghezza di spinta viene invece ridotta inserendo una stazione di spinta intermedia tra due elementi di tubazione al fine di dividere la sezione del tunnel in sezioni minori.

Durante l'avanzamento la stazione di spinta intermedia viene azionata alternativamente alla stazione di spinta principale posta nel pozzo di partenza.

#### **4) Sistema di guida**

Il microtunneller è guidato dall'esterno mediante una consolle di comandi ubicata nel container, che consente di controllare e variare i parametri di avanzamento in funzione della reazione del terreno attraversato. Il sistema di governo del microtunneller consente di controllare sia in modo automatico che manuale l'avanzamento della fresa rotante con una precisione di 2/3 cm su un tratto di perforazione di 100 m (con una precisione dello 0,02/0,03 %). Nella consolle di guida è possibile controllare e variare il valore dei parametri quali le coordinate X-Y della testa fresante, l'inclinazione longitudinale, angolo di rollio, la corsa dei pistoni di guida, la pressione sulla testa fresante, la pressione e corsa dei martinetti di spinta, il senso di rotazione della testa fresante.

Il sistema è composto da: Laser – Computer – Bersaglio elettronico.

Il laser installato all'interno del pozzo spinta dirige il suo raggio lungo la direzione di progetto, il bersaglio elettronico posizionato all'interno dello scudo del microtunneller sulla parte frontale, invia al computer di controllo lo scostamento del raggio rispetto al centro (orizz./vert. e rotazione attorno all'asse della perforazione). Dal quadro di comando del computer si controllano tutte le funzioni della perforazione sia in manuale che in automatico.

Le correzioni planoaltimetriche nel corso della perforazione avvengono tramite tre martinetti idraulici, agenti singolarmente sulla testa fresante.

#### **5.1.2 - Le tubazioni**

I tubi impiegati per l'esecuzione del microtunnel devono essere in grado di resistere alla forza di spinta assiale applicata durante la messa in opera, al carico del terreno di ricoprimento, al carico idrostatico ed a eventuali carichi esterni applicati in superficie.

I tubi devono essere provvisti di un giunto speciale. Infatti, la connessione tra i tubi deve essere contenuta dentro lo spessore del tubo e deve essere in grado di assorbire la forza longitudinale di spinta e la forza trasversale risultante dai movimenti di guida; il giunto deve essere inoltre in grado di garantire la tenuta idraulica dall'esterno verso l'interno e viceversa.

I tubi devono inoltre possedere tutti i normali requisiti richiesti dalla interazione con il fluido trasportato (resistenza all'aggressione chimica e fisica).

Si possono impiegare le tubazioni per microtunnelling in grès, in calcestruzzo armato, in fibrocemento, in conglomerato poliestere, in materiali compositi.

## 6 - Serbatoi per acqua potabile

In sede progettuale per dimensionare il serbatoio è necessario stimare il volume  $V_u$  di compenso e quello  $V_r$  di riserva (in caso di interruzione del rifornimento) e quello  $V_i$  a scopo antiincendio, per cui si avrà  $V_{tot} = V_u + V_r + V_i$ .

Nella pratica si può assumere

$$V_u = (0,15-0,2) \times V_{mg} \text{ (mc)}$$

Dove

$$V_{mg} = 86,4Q_{mg}$$

se l'alimentazione è continua, oppure:

$$V_u = (0,3-0,5) \times V_{mg} \text{ (mc)}$$

se è intermittente, solo per le 12 ore notturne, mentre la scelta di  $V_r$  e  $V_i$  andrà fatta in base a criteri prudenziali, ovvero alle eventuali norme esistenti:

piccoli centri urbani:

$$V_i = 120 \text{ mc}$$

grossi centri urbani:

$$Q_i = 64 \times P^{0,43} \text{ (l/sec)}$$

Dove "P" è espresso in migliaia di abitanti

$$V_i = 36 Q_i \text{ (mc)}$$

Il volume  $V_r$  dipenderà dalla prevedibile durata di eventuali interruzioni di alimentazione: si consiglia comunque una riserva di almeno mezza giornata di consumo massimo.

La quota minima del pelo libero dei serbatoi, per reti alimentate a gravità e nella condizioni di massima richiesta, dovrà garantire un carico di almeno 4-5 m al di sopra dell'utenza più sfavorita.

La configurazione deve essere a vasca coperta, munita di camini o feritoie di aerazione (con griglie molto fini contro gli insetti); da evitare l'ingresso di luce solare per prevenire la crescita di alghe.

L'interno delle vasche deve essere ispezionabile e di preferenza suddiviso in compartimenti per consentire la pulizia senza interrompere il servizio.

Per l'esercizio le vasche dei grandi serbatoi dovranno essere suddivise in compartimenti oppure munite di setti a labirinto che eliminino i corto-circuiti idraulici e le zone di ristagno. Ogni serbatoio deve essere corredato di tubazione di scarico, scarico di superficie, scarico di fondo e tubazione di presa, elementi tutti ispezionabili e il cui controllo idraulico deve potersi fare da un'apposita camera di manovra, in cui trovino posto tutte le saracinesche, gli organi di misura e segnalazione e le connessioni idrauliche necessarie al servizio.

Relativamente ai serbatoi il progettista dovrà prevedere l'esecuzione, effettuate le opere di scavo, di un massetto per sottofondi, riempimenti, rinfianchi, pendenze e simili di conglomerati isolanti in argilla espansa e realizzare un drenaggio a strati o riempimento di vani con ghiaia grossa o ciottoli.

Sulle solette in cemento armato o sul massetto delle pendenze dovrà prevedersi la spalmatura di vernici bituminose (tenore di bitume puro ossidato 50%) o Primer fluidi, adesivi, nella quantità di kg/mq 0,400.

Si dovrà prevedere la costruzione di solino di asfalto di larghezza minima cm 10 per il raccordo delle pareti orizzontali e verticali e la realizzazione di profili per giunto impermeabile, in nastro profilato di resine viniliche termoplastiche della larghezza di mm 360 (tipo SIKA JOINT o simili) inserito in elementi strutturali anche di fondazione.

L'intonaco cementizio realizzato potrà essere di tipo liscio, composto di un primo strato fratazzato dello spessore non minore di mm 15 eseguito con malta cementizia dosata q.li 6,0 di cemento tipo 325 per metro cubo di sabbia, di un secondo strato di colla accuratamente liscia dello spessore non minore di mm 3 eseguito con malta cementizia dosata q.li 9,0 di cemento tipo 325 per metro cubo di sabbia, dato su pareti verticali e all'intradosso dei soffitti o su superfici comunque inclinate o sagomate.

La superficie superiore dovrà essere rettificata e pronta per ricevere rivestimenti del tipo autogiacente mentre la superficie inferiore sarà costituita da uno strato ad alta concentrazione di cemento con elevate caratteristiche di resistenza ed impermeabilità. Le prestazioni minime richieste sono: resistenza ai carichi concentrati di Kg 500, resistenza ai carichi distribuiti Kg/mq 2500, resistenza al fuoco REI 60, reazione al fuoco classe zero, totale atossicità, attenuazione acustica Db 53.

La muratura in elevazione potrà essere prevista a faccia vista tipo lecablock o vibrapak, ovvero in calcestruzzo tradizionale con superficie splittata, spessore 12 cm, di colore "tufo", additivato con idrorepellenti nella massa. La scelta dei materiali è in funzione

dell'esigenza di garantire un'adeguata resistenza meccanica, impermeabilità e l'inalterabilità agli agenti esterni, all'acqua e alle sostanze in essa contenute (es. cloro). L'impermeabilità di murature o altre superfici orizzontali, verticali ed inclinate dovrà essere assicurata grazie a rivestimenti da cm 0,5 per murature interrato, con membrana in bentonite sodica naturale e polietilene ad alta densità (HDPE) ovvero una membrana impermeabile prefabbricata da mm 4, per almeno kg/mq (tipo TESTUDO spunbond 16-20, Paralon e VERAL autoprotetta con lamina di alluminio da 8/100 di spessore,) costituita da elastomeri paraffinici e macroresine, stabilizzati con nerofumo ed idrocarburi, armata centralmente con foglio di velo di vetro di elevata resistenza meccanica ed imputrescibile, in opera con sovrapposizione dei teli contigui di almeno cm 8 rifinite con camicia di malta di sabbia e cemento fratazzata fina, compreso il trattamento della camicia, con spalmatura della stessa, con prodotti a base degli stessi elastomeri solubilizzati in ragione di almeno kg/mc 0,250.

Per la protezione termica nei serbatoi sopraelevati si può usare un rivestimento esterno coibente, ovvero un tessuto bicomposto, del peso pari a 140 gr/mq (75% polipropilene e 25% nylon) permeabile all'acqua, resistente all'azione degli acidi alcali e batteri, stabile alla temperatura compresa fra -20 gradi e + 145 gradi centigradi, posto in opera con sovrapposizioni non inferiori a 20 cm, compreso l'onere delle sovrapposizioni stesse e/o il fissaggio alle pareti.

La configurazione deve essere a vasca coperta, munita di camini o feritoie di aerazione (con griglie molto fini contro gli insetti); da evitare l'ingresso di luce solare per prevenire la crescita di alghe.

L'interno delle vasche deve essere ispezionabile e di preferenza suddiviso in compartimenti per consentire la pulizia senza interrompere il servizio.

Per l'esercizio le vasche dei grandi serbatoi dovranno essere suddivise in compartimenti oppure munite di setti a labirinto che eliminino i corto-circuiti idraulici e le zone di ristagno. Ogni serbatoio deve essere corredato di tubazione di scarico, scarico di superficie, scarico di fondo e tubazione di presa, elementi tutti ispezionabili e il cui controllo idraulico deve potersi fare da un'apposita camera di manovra, in cui trovino posto tutte le saracinesche, gli organi di misura e segnalazione e le connessioni idrauliche necessarie al servizio.

## **7 - Pozzi di captazione di acque potabili**

### **7.1 - Generalità e criteri di progettazione**

Il prelievo di acque destinate al consumo umano mediante pozzi richiede l'esecuzione di accurate indagini a carattere geologico ed idrogeologico relative ad un'area sufficientemente ampia a consentire la comprensione degli assetti della circolazione dell'acqua nel sottosuolo.

La progettazione del pozzo/campo pozzi richiede infatti di integrare la normativa tecnica vigente sulle acque con una serie di disposizioni legislative in ambito di protezione della risorsa captata (L. 152/99, D.G.R. 5817/2000), di salvaguardia dell'acquifero da sovra sfruttamento (L. 349/86 – Valutazione impatto ambientale, D.P.R. 12/4/96) e di adempimenti per l'acquisizione della concessione da parte della Regione.

In questo ambito, a livello indicativo e non esaustivo, si prevede una iniziale ricerca idrica svolta secondo i criteri classici dell'idrogeologia scientifica e quantitativa con l'effettuazione di tutte le indagini del caso, inclusi "test well" per la parametrizzazione dell'acquifero, l'accertamento degli aspetti qualitativi dell'acqua, l'analisi dei centri di pericolo esistenti e le verifiche amministrative sulle destinazioni d'uso dei terreni.

Successivamente, sugli esiti favorevoli della fase precedente, si prevede l'avvio della progettazione dell'opera di captazione, anche avvalendosi di appositi modelli di acquifero per la simulazione dell'esercizio dell'impianto.

Il processo di progettazione comprende l'allestimento della documentazione di proposta delle aree di salvaguardia dell'impianto, con particolare riferimento alla perimetrazione della proprietà destinata alla tutela assoluta.

La progettazione dovrà specificare i terreni attraversati, le portate da emungere, le caratteristiche dimensionali del pozzo/pozzi (diametro, profondità, etc.), dei materiali da impiegare (qualità, lunghezza e spessore dei rivestimenti, specifiche tecniche dei filtri, etc.), dell'impianto di sollevamento delle acque, dei dispositivi e/o ambienti destinati alla protezione delle acque e delle opere elettromeccaniche, la sequenza delle lavorazioni, i macchinari impiegati e la tipologia degli strumenti da installare, sia per il sollevamento delle acque che per il monitoraggio della falda idrica e tutte le eventuali prescrizioni specifiche di contesto necessarie alla migliore esecuzione e condizionamento dell'opera e alla preservazione in attività di eventuali impianti potabili posti nelle vicinanze.

In ogni caso si esclude la possibilità di porre in comunicazione falde diverse, di depauperare la risorsa idrica o di indurre significative alterazioni degli equilibri geostatici di strutture ed infrastrutture preesistenti.

## **7.2 - Esecuzione dei lavori**

L'esecuzione dei lavori seguirà le indicazioni dettate dal progetto.

Verrà fornita, prima della realizzazione del pozzo/pozzi, la seguente documentazione:

- Certificato relativo alla qualità e caratteristiche tecniche delle tubazioni di rivestimento definitivo e filtranti rilasciate dal fornitore, congruamente alle specifiche di progetto;
- Cronoprogramma dei lavori;
- Documentazione tecnica e certificati relativi inerenti le opere elettromeccaniche;
- Documentazione tecnica di ogni eventuale sostanza od additivo impiegati per la realizzazione e/o il sostentamento del foro, ovvero caratteristiche dell'eventuale fango di circolazione rispondente a quanto stabilito nel progetto;
- Ogni documentazione esplicitamente richiesta dal progetto;

Ad ultimazione dei lavori sarà prodotta la seguente documentazione:

- Documentazione attestante la stratigrafia dei terreni attraversati, il “costruttivo” del pozzo realizzato, la durata dello spurgo eseguito e la tecnologia e procedure impiegata, il livello statico dell'acquifero stabilizzato dopo il completamento dell'opera;
- Documentazione relativa alle prove di portata eseguita in conformità alle norme tecniche vigenti per la determinazione dell'efficienza del pozzo e dei parametri gestionali dell'opera di presa (portata ottimale, abbassamenti specifici, ecc.) con inclusa l'elaborazione e restituzione grafica dei dati acquisiti e dei parametri calcolati;
- Eventuale documentazione (se richiesta in sede di progetto) relativa alla caratterizzazione idrodinamica dell'acquifero eseguita secondo le specifiche ed i dettami di progetto.

### **7.3 - Autorizzazioni**

Prima dell'inizio dei lavori deve essere richiesta l'autorizzazione all'escavazione alla Regione Lazio -Assessorato LL.PP. - Ufficio Ambiente.

30 giorni prima dell'inizio dei lavori dovrà essere data comunicazione al Servizio Geologico del Ministero dell'Ambiente.

## **8 - Impianti di depurazione**

### **8.1 - Criteri di progettazione**

Gli impianti di depurazione a servizio di liquami civili sono generalmente di tipo biologico, nel senso che, a valle di un pretrattamento del liquame del tipo fisico, l'abbattimento del carbonio e dell'azoto ammoniacale presenti nel liquame avviene grazie all'azione di microorganismi che in condizioni aerobiche si nutrono e si riproducono a spese della sostanza organica presente nel liquame, traendo l'energia necessaria per le loro funzioni vitali dall'ossidazione dell'ammoniaca che si trasforma così in nitrato.

Basandosi su processi biologici si deve porre attenzione che la flora batterica presente nel comparto biologico non subisca delle eccessive quanto letali variazioni delle condizioni ambientali, esprimibili in bruschi incrementi di carico organico (es. immissioni di liquami da autoespurgo) o di portata.

Per quest'ultimo problema è necessario che al comparto biologico non possa arrivare una portata massima superiore a ca. 3 volte quella media giornaliera.

Si dovrà quindi eventualmente prevedere uno scolmatore a monte dell'unità biologica.

Negli impianti più grossi, soprattutto se a servizio di una fognatura mista, si potranno prevedere due scolmatori, uno prima dei pretrattamenti, che limiti la portata massima a 6-7 volte la portata media (velocità eccessive nelle unità di pretrattamento potrebbero inficiarne il rendimento) ed un secondo a monte del comparto biologico.

Si dovrà prevedere la predisposizione al telecontrollo e l'installazione di un misuratore di portata a monte del comparto biologico.

Per le specifiche delle apparecchiature elettromeccaniche si rimanda all'apposito elaborato di manutenzione.

#### **8.1.1 - Richiami normativi**

Il riferimento legislativo progettazione degli impianti di depurazione è il raggiungimento dei limiti di emissione imposti dal d.lgs. 258/2000 all'art.28 comma 1 e 2 entro i termini fissati dall'art. 31 comma 2 e 3.

In particolare, relativamente ai limiti di emissione per gli impianti di acque reflue urbane, il riferimento da adottare è quello dei valori di concentrazione per le sostanze previste nella tab. 1 dell'allegato 5 al Decreto Legge (BOD5 ≤ 25 mg/l; COD ≤ 125 mg/l; Solidi Sospesi ≤ 35 mg/l).

La progettazione dell'impianto nella sua globalità (aree esterne, locali, vie d'accesso) dovrà essere conforme alla L. 626/94 e successive modifiche ed integrazioni.

### **8.1.2 - Pretrattamenti**

Un buon pretrattamento fisico del liquame impedisce che nel comparto biologico la presenza di sostanze esterne infici il perfetto contatto tra i microorganismi e la sostanza organica. Inoltre sostanze quali cotton fiocs, assorbenti, stracci e quant'altro provocano gravi problemi di conduzione nella fase di chiarificazione finale del liquame.

Per ottenere alti rendimenti depurativi, tali da consentire i limiti imposti dalla L.152/99, è quindi necessario, laddove possibile, prevedere un pretrattamento composto da una griglia grossolana a monte e una griglia fine a valle, quest'ultima con luce tra le barre non superiore a 2 mm.

Particolarmente raccomandabili sono le griglie verticali, quelle tipo "step-screen" e soprattutto quelle a nastro continuo autopulente, la cui profilatura del "dente" consente elevati rendimenti anche con luci di 6mm, e le griglie a cestello tipo "Rotomat", il cui funzionamento si basa su un cestello a maglia fine posizionato nel canale di ingresso, dove il liquame entra longitudinalmente: il cestello griglia il liquame e, ruotando, carica una tramoggia di convogliamento del grigliato in una coclea che, oltre a trasportare in elevazione il materiale, lo drena e, all'occorrenza, ne consente il lavaggio.

Altro valido sistema è quello della microstaccatura, che presuppone però un sollevamento preliminare del liquame, con possibile maggior usura delle parti meccaniche delle pompe.

Per garantire un sufficiente livello igienico nella gestione dell'impianto sarà opportuno prevedere che il grigliato sia scaricato ad un'altezza tale da poter essere automaticamente immesso in un cassone coperto da tettoia, meglio se dopo aver subito un compattamento che ne consenta il drenaggio dell'acqua.

La fase di pretrattamento prevede in genere un dissabbiatore, che può essere di tipo "pista", o semplicemente una vasca con ampia tramoggia in linea con il canale di arrivo.

In corrispondenza della tramoggia verrà posizionato un idroestrattore, che convoglierà le sabbie ad un classificatore.

Qualora nel liquame influente sia presente una forte componente di sostanza organica (pari ad almeno 800-1000 mg/l di COD), si potrà prevedere una sedimentazione primaria: in caso contrario la bassa frazione organica in ingresso al comparto biologico potrebbe non consentire l'innesco del processo.

### **8.1.3 - Il comparto biologico**

Nella progettazione degli impianti si dovrà prevedere una fase di abbattimento dell'ammoniaca e una unità di denitrificazione, anche per evitare fenomeni di trascinarsi di fanghi al sedimentatore secondario.

L'aerazione spinta del liquame, necessaria per ottenere un elevato rendimento nell'epurazione della sostanza organica, comporta l'abbattimento dell'ammoniaca presente nel liquame influente e la conseguente formazione di nitrati, che se non preventivamente eliminati, una volta pervenuti in vasca di chiarificazione e trovandosi in ambiente pressoché anossico, danno ivi luogo a processi di denitrificazione incontrollata, con liberazione di azoto gassoso e conseguente trascinarsi in superficie di frazioni anche cospicue di fango.

Inoltre il processo di denitrificazione comporta un ulteriore abbattimento della sostanza organica da parte di microrganismi eterotrofi facoltativi.

Un sistema ben calibrato di ossidazione - nitrificazione e successiva denitrificazione, se accompagnato da chiarificatori finali ben calibrati, dovrebbe consentire da sé l'eliminazione pressoché totale dei solidi sospesi nell'effluente.

Generalmente gli impianti di trattamento dei liquami civili sono di tipo biologico. A sua volta questo comparto può essere a biomassa dispersa, come nella maggior parte dei casi, ovvero a biomassa adesa su supporti.

E' questo il caso di alcuni sistemi in voga sino a una decina di anni fa, quali i letti percolatori e i biodischi, che però hanno dato gravissimi problemi in fase gestionale, pur consentendo una riduzione notevole dei costi di energia (soprattutto i biodischi).

Il vantaggio teorico di questi sistemi è la maggiore concentrazione di microorganismi, che consente, rispetto ai tradizionali sistemi a biomassa dispersa, riduzioni dei volumi delle vasche anche del 90%.

Attualmente in Europa sono in fase di avanzata sperimentazione impianti a letto fluido, nei quali i microorganismi risultano attaccati a piccoli supporti (generalmente sabbia).

Tra i sistemi a biomassa adesa il più utilizzato è quello della biofiltrazione, che però a fianco di altissimi rendimenti depurativi, volumi impegnati assai ridotti e a una maggiore

concentrazione del fango biologico di spurgo (e quindi minori costi di smaltimento), presenta alcuni notevoli inconvenienti, quali ad esempio:

- alti costi impiantistici;
- costi energetici per mettere in pressione il liquame in ingresso e per il controlavaggio;
- delicatezza della fase gestionale.

Come detto la maggior parte dei depuratori in funzione sono a biomassa dispersa: impiantisticamente è la soluzione più economica e gestionalmente la più semplice, ma necessita di volumi notevoli (ca. 1 mc ogni 12-14 abitanti se nell'impianto è presente una fase di stabilizzazione dei fanghi, altrimenti ca. 1 mc ogni 8 – 10 abitanti).

Per il dimensionamento del comparto biologico, si può ricorrere a puro titolo di esempio al modello di calcolo proposto dall'IRSA.

Se si definiscono quindi:

$Q_i$  = portata influente (mc/d)

$\theta$  = tempo di residenza totale (d)

$C_2$  = C.O.D. effluente (Kg/mc)

$\theta_1$  = tempo di residenza anossica (d)

$C_i$  = C.O.D. influente (Kg/mc)

$\theta_2$  = tempo di residenza zona aerata (d)

$N_2$  = azoto nitrico effluente (Kg/mc)

$X$  = concentrazione solidi volatili (Kg/mc)

$M_i$  = TKN influente (Kg/mc)

$\theta_c$  = età del fango (d)

$M_2$  = azoto ammoniacale effluente (Kg/mc)

$f_s$  = fattore di sicurezza

$M_x$  = azoto nei fanghi (Kg/mc)

$DO$  = concentrazione  $O_2$  disciolto in ossidazione (Kg/mc)

$a$  = rapporto ricircolo liquami

$b$  = rapporto ricircolo fanghi

e si assumono i seguenti parametri cinetici:

- velocità massima di denitrificazione  $K_D$  (KgN- $NO_3$ /MLVSS\*d)
- tasso di respirazione endogena comparto anossico  $K_{d1}$  (1/d)
- tasso di respirazione endogena nel comparto aerato  $K_{d2}$  (1/d)
- tasso di utilizzazione del nitrato  $U_d$  (KgN- $NO_3$ /KgMLVSS\*d) =  $K_D/f_s$

- rendimento di crescita YC (Kg MLVSS/Kg COD)

si può procedere al dimensionamento delle unità e al computo dei parametri biologici d'interesse sulla base di un modello di calcolo che si fonda sulle seguenti ipotesi fondamentali:

1. i due reattori, denitrificazione e ossidazione, sono a mescolamento completo.
2. l'alimentazione è priva di azoto nitrico.
3. l'ossigeno disciolto nel riciclo proveniente dal sedimentatore è nullo.
4. la concentrazione di biomassa attiva è la stessa nei due reattori.
5. il contenuto di azoto nei fanghi prodotti si assume pari a ca. il 10% della produzione totale di fango.

In via cautelativa si può inoltre assumere che tutto l'azoto presente nelle acque di scarico sia in forma ammoniacale: è noto infatti che nelle acque di scarico urbane l'azoto si trovi essenzialmente in forma ammoniacale ed organica, con rapporti tra queste due forme assai variabili, in quanto maggiore è la permanenza del liquame delle condotte fognarie, maggiore è il fenomeno di deamminazione attraverso il quale, per effetto di complessi processi biologici, si ha una trasformazione dell'azoto organico in ammoniacale. Si è inoltre posta nulla la concentrazione di azoto nitrico e nitroso influente e dell'azoto nitroso in uscita dal comparto di ossidazione.

Sempre in via cautelativa si può assumere che la frazione volatile, ovvero quella "attiva" ai fini del processo biologico, della biomassa rispetto a quella totale sia pari a ca. il 70 ÷ 75 % e che la concentrazione di quest'ultima sia attorno a 4 ÷ 4,5 kg/mc.

Va da sé che negli impianti ad "ossidazione totale", dove in vasca di ossidazione si instaurano anche fenomeni di stabilizzazione aerobica dei fanghi, la frazione volatile della biomassa diminuisce sensibilmente.

Ponendo uguale a zero la concentrazione di solidi nell'effluente chiarificato, si può ricavare la concentrazione degli stessi nel fango di ricircolo dal bilancio di massa al sedimentatore secondario tra la quantità di massa affluente dall'ossidazione e quella ricircolata e spurgata.

La determinazione del rapporto di ricircolo della miscela aerata si ottiene dal bilancio dell'azoto nitrico nel reattore aerato e dell'azoto ammoniacale in quello anossico, avendo assunto nulle le concentrazioni di N-NO<sub>3</sub> nel liquame influente e in uscita dal comparto di denitrificazione, fissando il rapporto di ricircolo dei fanghi "b".

Il quantitativo di fango di supero è dato dalla biomassa prodotta e dalla frazione inerte della biomassa, valutabile considerando pari a circa il 10% la frazione di sostanza organica

particellare non biodegradabile rispetto a quella influente, ed essendo pari a 1,48 il contributo di COD relativo alla biomassa.

L'ossigeno richiesto dal sistema è dato dalla somma dell'ossigeno richiesto per la rimozione del substrato carbonioso, dell'azoto ammoniacale e di quello richiesto per la respirazione endogena della biomassa, avendo assunto pari a 0,5 il coefficiente di respirazione attiva e pari a 4,57 il quantitativo di ossigeno (in Kg) per l'ossidazione di un chilo di azoto ammoniacale durante il processo di nitrificazione.

La produzione di fango (in Kg MLVSS/mc) è data dalla differenza tra la biomassa che si sviluppa in presenza del substrato carbonioso e quella degradata, avendo supposto, in via cautelativa, che tutto il substrato organico sia sotto forma biodegradabile, ed essendo  $\theta_1$  ricavato dal bilancio dell'azoto nitrico nel reattore anossico.

Questo bilancio può essere stimato assumendo che 1 mg/l di  $O_2$  equivalente a 0,35 mg/l di  $N-NO_3$ , in quanto si desume dalla stechiometria delle reazioni ossidative che 1.2 moli di  $N-NO_3$  equivalgono a 1.5 moli di  $O_2$ .

Prefissando il valore di  $\theta_2$  si può stimare l'età del fango  $\theta_c$  tramite un bilancio di massa dei microorganismi nel reattore anaerobico e aerobico.  $\theta_c$  deve essere almeno uguale al prodotto del fattore di sicurezza per il  $\theta_c$  minimo, fornito dalla:

$$1/\theta_c = \mu - Kd_2$$

essendo " $\mu$ " il tasso di crescita della biomassa (1/d).

La quantità di aria da fornire al sistema per garantire al sistema il necessario apporto di ossigeno viene calcolata tenendo conto che 1 mc di aria a 760 mmHg pesa 1294 gr e contiene 209,4 l di  $O_2$  che pesano 300 gr: in condizioni medie di pressione e temperatura l'aria pesa invece 1250 gr/mc e contiene 280 gr  $O_2$ /mc.

I sistemi di insufflazione dell'aria più utilizzati sono:

- aeratori sommersi a bolle grosse (tipo flow-jet): usati per piccoli impianti, hanno il vantaggio di una certa economia impiantistica a fronte di bassi rendimenti e relativamente alti consumi energetici;
- aeratori a bolle fini: rispetto ai flow jet forniscono rendimenti assai più elevati e una migliore distribuzione di aria nella vasca;
- aeratori superficiali (turbine): presentano l'inconveniente di elevati consumi energetici e soprattutto di elevatissimi valori di aerosols, e pertanto tendono a non essere più previsti in fase progettuale;

- soffianti e compressori: presentano alti rendimenti e consumi energetici ridotti rispetto agli altri sistemi, a fronte di costi impiantistici più elevati per la necessità di realizzare il sistema di distribuzione dell'aria e un locale di alloggio dei macchinari.

In quest'ultimo caso è preferibile prevedere diffusori a piattello o eventualmente a candela di tipo EPDM anziché di materiale quarzifero, facilmente soggetto ad intasamenti, avendo però cura di considerare nella scelta delle soffianti, ca. 0,70 mt di perdite di carico dell'aria all'uscita del diffusore.

I locali di alloggio dei compressori dovranno essere ben aerati e, nel caso di utilizzo di compressori, si dovrà prevedere una opportuna insonorizzazione del locale o della singola macchina, prevedendo comunque un sistema di ventilazione forzata o naturale. In questo caso, sarà necessario un corretto dimensionamento delle prese d'aria.

I compressori dovranno essere previsti dotati di inverter per la regolazione manuale e/o automatica (asservita eventualmente al misuratore di ossigeno, che necessita però di frequenti pulizie della sonda) della portata di aria immessa, in modo da poter ottenere quantità variabili in misura anche di  $\pm 40\%$  rispetto alla portata teorica.

La variazione di portata si ottiene modificando il numero di giri per i compressori ad aspi o modificando la geometria delle palette per i compressori con turbina a geometria variabile.

Completa il comparto biologico l'unità di chiarificazione. I sedimentatori, a pianta circolare o eventualmente rettangolare, dovranno consentire una permanenza del liquame di circa 2 ore nelle condizioni di punta, e avere una lunghezza di canalina di uscita sufficiente per non innescare eventuali fenomeni di trascinamento di solidi a causa della elevata velocità.

E' pertanto buona norma imporre un carico idraulico sullo stramazzo in condizioni di portata di punta non superiore a  $8 \div 10$  mc/m.l./ora.

Infine, per favorire la sedimentazione del fango evitando fenomeni di trascinamento all'uscita, la superficie dovrà essere sufficiente per consentire un valore di carico superficiale massimo non superiore a  $110 \div 120$  Kg MLSS/mq/giorno

#### **8.1.4 - Trattamento finale del liquame**

Esistono particolari condizioni di esercizio in cui si può rendere necessario un affinamento terziario del liquame: è il caso ad esempio dei depuratori che servono località balneare, che ricevono per 2-3 mesi all'anno, se non addirittura solamente nei fine settimana, punte di carico idraulico di cinque - sei volte superiori alla media annua.

Per tale motivo in alcuni depuratori si dovrà prevedere, per la rimozione dei solidi sospesi eventualmente sfuggiti alla sedimentazione secondaria, un trattamento terziario consistente in una filtrazione a sabbia o un trattamento simile.

E' questo un sistema che garantisce elevatissimi rendimenti, a fronte però di un notevole costo impiantistico e di un certo onere gestionale in termini non tanto di costo energetico per la messa in pressione dell'effluente ed il contro lavaggio, quanto soprattutto di attenzione e di controllo del processo da parte del personale.

Per quanto riguarda i processi di disinfezione del liquame, in impianti da realizzare in zone balneari o di vulnerabilità ambientale si dovrà prevedere, in luogo del tradizionale sistema con ipoclorito, un impianto a raggi U.V. o a biossido di cloro. In ogni caso l'impianto dovrà essere dotato di un clororesiduometro.

#### **8.1.5 - Linea fanghi**

La linea fanghi si compone di una unità di stabilizzazione dei fanghi (negli impianti più piccoli può avvenire nella stessa unità di ossidazione) una di post-ispessimento (a volte anche pre ispessimento) e una unità di disidratazione.

Generalmente, per impianti minori di 30.000 – 50.000 abitanti, la stabilizzazione è di tipo aerobico.

Spesse volte punto dolente nella gestione degli impianti di depurazione è la fase di disidratazione meccanica dei fanghi, a volte insufficiente rispetto alla produzione dell'impianto, se non addirittura inesistente: basti pensare che molte volte, anche in impianti di potenzialità superiore a 5.000 abitanti, la linea fanghi è costituita solamente da letti di essiccamento, che determinano un costo gestionale elevatissimo per l'impossibilità di portare a discarica fango palabile e la necessità di ricorrere ad autospurghi, con costi a parità di peso di fango smaltito anche 30 volte superiori.

Si ritiene che una valida soluzione progettuale sia costituita dalle unità di centrifugazione, sistema questo che coniuga buoni rendimenti di disidratazione ad una relativa rapidità di intervento.

Il fango, così come le sabbie e a volte il grigliato, sarà convogliato su cassoni scarrabili, opportunamente coperti da tettoie. La quota di scarico del fango, elevato a mezzo di nastri trasportatori o coclee dovrà essere quindi di norma non inferiore a 2,70 metri, per consentire un agevole posizionamento del cassone al di sotto del punto di scarico.

Si può inoltre prevedere la realizzazione di una stazione di centrifugazione mobile (ad esempio su pianale scarrabile) in presenza di impianti di depurazione limitrofi di piccola potenzialità, in quanto risulterebbe poco economico dotare i singoli impianti di unità di disidratazione meccanica.

In tal caso, è opportuno prevedere opportuni volumi di compenso per il fango da disidratare.

Altri validi sistemi di disidratazione dei fanghi sono rappresentati da filtropresse e nastropresse.

Rispetto alle centrifughe hanno rendimenti teorici di disidratazione più elevati, ma impongono un impegno di personale più elevato, in quanto è più lungo il ciclo di lavorazione.

Inoltre le nastropresse richiedono ingenti quantitativi di acqua di lavaggio dei teli.

Laddove si preveda una unità (fissa o mobile) di disidratazione meccanica del fango, si dovrà porre attenzione alla progettazione di un adeguato piazzale in calcestruzzo di ampiezza opportuna per le manovre di un bilico di lunghezza di ca. 9 mt che debba effettuare la manovra di carico e scarico di un cassone per i fanghi lungo ca. 6 mt.

### **8.1.6 – Impianti elettrici**

Gli impianti elettrici dovranno essere progettati a norma della legge 5 marzo 1990, n.46.

I materiali ed i componenti installati dovranno essere previsti con caratteristiche secondo le norme tecniche di sicurezza dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI), nonché nel rispetto di quanto prescritto dalla legislazione tecnica vigente in materia.

Gli impianti elettrici dovranno essere dotati di impianti di messa a terra e di interruttori differenziali ad alta sensibilità o di altri sistemi di protezione equivalenti .

Si dovrà prevedere che le apparecchiature elettromeccaniche dovranno essere dotate localmente di interruttori marcia/arresto, oltre che dei comandi generali ai quadri generali.

I quadri elettrici devono essere conformi alla norma europea EN 60439-4, con grado di protezione minimo IP44.

Tutti i quadri elettrici dovranno essere di tipo AS ai sensi della normativa vigente CEI 17-13/1.

I cavi di alimentazione previsti, di tipo unipolare o multipolare, dovranno essere rispondenti alle norme CEI 20-13, CEI 20-14, CEI 20-19, CEI 20-22II. Di norma la scelta cadrà su cavi con guaina in PVC del tipo FG7OR.

Gli interruttori automatici, quelli differenziali e quelli di sezione e comando, saranno rispondenti alle norme CEI 23-3, CEI 64-8, CEI 64-50, CEI 64-17 e CEI 23-42.

In particolare i dispositivi di sezionamento dovranno essere conformi anche alle norme CEI 44-5 e al D.P.R. 27/4/55 n. 547.

Si dovranno progettare gli impianti di terra in conformità con quanto disposto dalle norme CEI 64-8/5 al cap. 54 app. A e agli artt. 542.2.1, 542.2.3, 542.2.4, 542.2.5, 542.3.1, 543.1.2, alle norme CEI 64-8/2 artt. 23.2, 23.3, 24.2, 24.7, 24.10, CEI 64-8/4, CEI 64-8/7 e alle norme CEI 11-8, CEI 81-1, CEI 64-12, nonché al D.P.R. 27/4/55 n. 547.

Il progettista dovrà fornire le planimetrie dei percorsi, gli schemi unifilari di tutti i quadri elettrici e i particolari di installazione degli stessi.

### ***8.1.7 - Piazzali e luoghi di manovra***

Un ultimo accenno meritano i piazzali e luoghi di manovra degli impianti di depurazione: è buona norma, infatti, prevedere strade e piazzali in modo da poter raggiungere le varie apparecchiature con furgoni o camion dotati di braccio elevatore, per le operazioni di manutenzione meccanica.

Inoltre il piazzale in corrispondenza dei cassoni scarrabili dovrà essere sufficientemente ampio per consentire le manovre per le operazioni di carico e scarico: in corrispondenza della zona di scarico, la pavimentazione dovrà essere in calcestruzzo armato.

Sarà buona norma avere una mappa di dettaglio delle tubazioni passanti sotto i piazzali, in modo da evitare rotture in caso di operazioni di scavo per manutenzioni o realizzazioni di nuovi manufatti.

Può essere buona norma sistemare le condotte in cavedi, eventualmente ispezionabili con grigliati (e in tal caso dotati di tubazioni di scarico dell'eventuale acqua piovana).