

**COMUNE DI COSTA VOLPINO**  
Provincia di Bergamo

---

# **PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO**

---

- *adottato dal Consiglio Comunale  
con delibera n° 130 del 15.12.2008*
  - *verifica di compatibilità con il P.T.C.P.  
delibera n° 362 del 21.05.2009*
  - *approvato dal Consiglio Comunale  
con delibera n° 41 del 19.06.2009*
- 

## **PIANO URBANO GENERALE SERVIZI DEL SOTTOSUOLO**

### **Allegato 1 - RELAZIONE**

---

giugno 2009

Progettista:

**Dott. Arch. Margherita Fiorina**  
24129 Bergamo  
via Salvecchio, 13 tel. fax 035/248470

Collaboratori:

Dott. Arch. Marzia Lomboni, Dott. Alice Bosio

---

Studio paesistico:

Studio Gerundo – Dott. Arch. P. Pelliccioli, Ing. S. Quirico,  
Dott. Agr. A.Massa Saluzzo. Dott. P. Arnoldi

---

Studio Geologico:

Studio G.E.A. Dott. Geol. Sergio Ghilardi

---

Coordinamento e collaborazione:

Dott. Arch. Pierfranco Castellani

---

Responsabile settore urbanistica:

Geom. Francesca Pertesana

---

## **TITOLO I – PREMESSA**

### **Art. 1. Finalità**

Il Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo (PUGSS) si pone come finalità il censimento dei sottoservizi presenti nel sottosuolo e come strumento di pianificazione, volto a soddisfare le esigenze di razionalizzazione degli spazi occupati del sottosuolo comunale, favorire il coordinamento degli interventi per la realizzazione dei sottoservizi, concentrando le diverse necessità d'intervento in unico cantiere in modo da limitare le occupazioni di suolo pubblico con modifiche alla viabilità e conseguenti disagi alla popolazione dell'area interessata ai lavori ed alle attività commerciali ivi esistenti.

La connessa finalità relativa alla tipologia di posa dei sottoservizi è quella di promuovere la scelta di interventi che comportino minori necessità di occupazioni di suolo pubblico e minori futuri interventi con conseguenti economie a lungo termine.

Così facendo si limitano gli interventi sulla fluidità del traffico per i ripetuti lavori interessanti le strade urbane, contribuendo anche ad evitare gli effetti di congestione del sottosuolo pubblico disponibile causato dal disordine delle sezioni occupate dai sottoservizi.

### **Art. 2. Campo di applicazione**

Le disposizioni contenute nel PUGSS si applicano alla realizzazione di tutti i sottoservizi sul territorio del Comune di Costa Volpino insistenti su suolo pubblico o privato ad uso pubblico interessato da strade, piazze, esistenti o in costruzione, alle aree di nuova urbanizzazione ed ai rifacimenti e/o integrazione ai sottoservizi già esistenti ovvero in occasione di significativi interventi di riqualificazione urbana con particolare attenzione quando il ripristino della stessa possa essere l'occasione per realizzare, manufatti o polifore a contenimento di impianti da allocare, per riordinare gli spazi occupati e per possibili esigenze future.

Le disposizioni si applicano comunque in tutti i casi di interesse pubblico, tenuto conto delle caratteristiche degli impianti tecnologici, delle strade, del traffico, dei piani di sviluppo delle aree nelle quali l'evoluzione dei servizi potrebbe comportare il successivo potenziamento o rifacimento degli impianti.

### **Art. 3. Riferimenti legislativi**

Il PUGSS è lo strumento di gestione dell'uso del sottosuolo in base a quanto dispongono:

- la **Direttiva 3/3/99** "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici" (Direttiva Micheli), pubblicata l'11 marzo 1999;
- la **legge della Regione Lombardia n. 26/03** "Disciplina dei servizi locali di interesse generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia e di utilizzo del sottosuolo".
- il **Regolamento regionale 28 febbraio 2005 - n. 3** " Criteri guida per la redazione del PUGSS comunale, in attuazione dell'articolo 37, comma 1, lettera a), della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

- la **legge regionale n. 12 (11/03/05)** “Legge per il governo del territorio”

Per quanto riguarda l'infrastrutturazione del sottosuolo, il PUGSS è parte integrante del Piano dei Servizi (art. 9 comma 8 LR 12/05) che è uno dei tre documenti di base del Piano di Governo del territorio (art 7 LR 12/05).

#### **Art. 4. Soggetti**

L'art. 3 della menzionata Direttiva 3/3/99 stabilisce quali siano le Amministrazioni pubbliche che devono dotarsi di PUGSS e relativo Regolamento attuativo-esecutivo. I destinatari dei contenuti del documento, oltre alle amministrazioni medesime sono tutti i soggetti che svolgono attività che prevedono interventi nel sottosuolo in particolare le aziende erogatrici dei servizi ed operatori economici che realizzino nuove reti e/o impianti ovvero interventi di manutenzione al sistema urbano nel territorio del Comune, nonché i soggetti privati nei casi di allacciamento ad infrastrutture e/o impianti comunali.

Nell'ambito del Comune di Costa Volpino, è affidata ad UNIACQUE S.p.A. la pianificazione, programmazione, progettazione, realizzazione, gestione e coordinamento in fase di realizzazione di manufatti interrati per il contenimento delle reti dei servizi sotterranei, con diritto di privativa ed esclusiva in tutto il territorio comunale.

In virtù di tale convenzione, i soggetti aventi titolo, mediante stipula di Convenzione Quadro con UNIACQUE, e previo benestare da parte del Comune, possono chiedere ad UNIACQUE la realizzazione di manufatti interrati a contenimento delle proprie reti sotterranee.

Per l'occupazione di aree pubbliche al di sotto delle quali realizzare manufatti o polifore a contenimento degli impianti previsti in convenzione, UNIACQUE corrisponde all'Amministrazione Comunale un canone annuo unitario per ogni metro lineare di canalizzazione elementare messa a disposizione per l'alloggiamento delle reti.

Con riferimento ai soggetti coinvolti, si danno le seguenti definizioni:

Comune di Costa Volpino: ente concedente.

Gestore: soggetto incaricato dal Comune di Costa Volpino tramite Convenzione, per la pianificazione, progettazione, realizzazione, gestione e coordinamento in fase di realizzazione dei manufatti interrati per il contenimento delle reti dei servizi sotterranei.

Oggi il Gestore è UNIACQUE

## **TITOLO II - RETI TECNOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO**

### **ACQUEDOTTO**

La rete idrica comunale gestita dalla società COGEME di Rovato e dal 2009 dalla società UNIACQUE, ha un'estensione totale di 65 Km ed è realizzata in gran parte con tubazioni in acciaio, oppure PEAD. Essa serve le utenze da quota 950 m. circa s.l.m. (case sparse afferenti al serbatoio Stramazzano) fino ai 185 m della frazione Piano. Sono attualmente in funzione 7 serbatoi di accumulo e compenso con volume variabile fra 6.6 mc. (Stramazzano e 385 (Fontanelle). La sconnessione idraulica, necessaria a causa dei forti dislivelli di quota per non avere pressioni di rete eccessive, è realizzata sia dai serbatoi stessi sia da opportune vaschette di rottura del carico.

L'alimentazione idrica è assicurata attualmente dai seguenti apporti:

- a) Sorgenti in quota (Vester, Fontana Fredda, Ciliegina, San Carlo, Valle Porcile, Ciar e Puntervola);
- b) Pozzo palaci situato nella via omonima, che alimenta il serbatoio Fontanelle;
- c) Consorzio Poltragno che tramite il serbatoio consortile di Via Brine assicura un notevole quantitativo di risorsa idrica (345.000 mc ml 96).

### **CARATTERISTICHE PLANOALTIMETRICHE DELLA RETE**

La rete idrica comunale serve zone con notevoli differenze di quota. Il servizio alle frazioni più elevate altimetricamente avviene grazie all'apporto delle sorgenti montane, che alimentano una serie di serbatoi posti in cascata:

- serbatoio Stramazzano (mc. 6.6 quota 960 m. s.l.m.);
- serbatoio Veratello (mc. 18.3 quota 835 m. s.l.m.);
- serbatoio Flaccanico (mc. 72.9 quota 835 m. s.l.m.)
- -serbatoio Qualino (mc. 81 quota 505 m. s.l.m.);
- - serbatoio Sulif (mc. 24 quota 363 m. s.l.m.);
- serbatoio Fontanelle (mc. 385 quota 300 m. s.l.m. circa)

I serbatoi, unitamente alle vaschette di rottura del carico, realizzano la sconnessione idraulica definendo le "sottoreti" di distribuzione alle rispettive zone di competenza e limitando la pressione a valori non eccessivi. Sono presenti ove necessario impianti di dosaggio del biossido di cloro. Presso i serbatoi Fontanelle e Sulif sono posizionate delle elettropompe normalmente spente, aventi lo scopo di intervenire il flusso idrico nei periodi siccitosi estivi: in tale stagione, infatti, la portata delle sorgenti montane cala e risulta talvolta insufficiente a soddisfare il fabbisogni idrici, pertanto gli impianti sollevano l'acqua andando a caricare i serbatoi posti a quota superiore.

Le caratteristiche delle pompe e le portate sollevate sono riportate nella seguente tabella.

SERBATOIO	POMPA KSR	MOTORE KSR	PREVALENZA	PORTATA
Fontanelle	UPA 150S 48/6	UMA 150 B 10/21	55 m.	12 l/s
Sulif	UPA 200-8/10	UMA 150 B 21/21	150 m.	8 l/s

Il servizio alle frazioni Corti, Volpino Piano (che rappresentano la gran parte del fabbisogno) fa capo ai serbatoi Fontanelle e Volpino. Le simulazioni al calcolatore hanno messo in evidenza che la zona di influenza del Fontanelle è di gran lunga la più estesa, interessando le frazioni Corti, Piano e parte della Volpino: il serbatoio Volpino, posto a quota inferiore, serve solamente una zona di influenza posta nelle sue vicinanze. Tenendo conto del fatto che nei periodi estivi il Fontanelle alimenta in parte, per mezzo delle stazioni di rilancio, anche le frazioni in quota, risulta evidente che esso costituisce il manufatto di accumulo e compenso principale dell'intera rete.

Tale serbatoio viene caricato sia dal Pozzo Plalsch sia dalla condotta proveniente dal serbatoio consortile di via Brine; il Volpino viene alimentato solo dal serbatoio consortile (serbatoio Volpino 113,50 mc quota 285 m. s.l.m. circa).

I dati degli impianti sono riportati al capitolo 4.

## SORGENTI

### *SORGENTE FONTANA FREDDA*

E' la sorgente posta a quota più elevata, 1240 m. s.l.m. circa; si tratta di due opere murarie distinte, di cui la prima, posta a quota superiore, raccoglie le acque da una scaturigine nella roccia convogliandole poi in tre vasche di raccolta e decantazione poste in serie. Si dipartono due tubi, uno dei quali alimenta direttamente alcune piccole utenze, l'altro si imette nell'opera muraria a quota inferiore.- Quest'ultima è composta da quattro vasche dell'ultima delle quali escono due tubi PEAD 110 mm destinati ad alimentare la rete secondo lo schema di principio . Poiché come detto alcune utenze sono alimentate direttamente, è già in previsione l'installazione di un impianto di disinfezione con biossido di cloro.

In seguito a forti temporali inoltre le acque diventano molto sporche, e assumono una colorazione marrone. Per tale motivo risulta opportuna l'adozione di filtri a sabbie.

Sui tubi di adduzione sono interposti alcuni pozzetti di rottura dal carico, eventi lo scopo di limitare la pressione in condotta.

#### *SORGENTE VESTER*

La sorgente Vester è posta a 1040 m . s.l.m. circa; l'edificio principale che raccoglie le acque ed è suddiviso in tre vasche di raccolta e decantazione poste in serie. Le acque vengono raccolte da una tubazione in PEAD 110 mm e convogliate verso un pozzetto di rottura del carico, alimentando poi i serbatoi di compenso.

#### *SORGENTE VALLE PORCILE*

Le acque sgorgano attraverso due letti di ghiaia.e attraverso delle scaturigini nella roccia; sono presenti tre vasche di calma. La quota della sorgente è di 925 m. s.l.m.

#### *SORGENTE SAN CARLO*

Il manufatto, posto a quota 940 m. s.l.m. raccoglie le acque da scaturigini rocciose convogliandole, previo passaggio attraverso due piccole vasche di calma, a un pozzetto di rottura del carico (attualmente disattivato) per mezzo di una tubazione in acciaio 2" ½ . Le acque alimentano direttamente anche alcune piccole utenze.

#### *SORGENTE CILIEGINA*

Posta q quota 840 m. s.l.m. raccoglie le acque da scaturigini rocciose convogliandole in una piccola vasca, da cui si stacca un tubo in acciaio diametro100 mm che convoglia le acque nel manufatto che ospita la sorgente Ciar, posta a quota inferiore. Le dimensioni del locale sono di circa mq. 9.0 - 1.5.

#### *SORGENTE CIAR*

La sorgente è posta a quota 800 m. s.l.m. e, oltre alle acque che ivi sgorgano raccoglie anche le acque della sorgente Ciliegina. Le acque poi in parte alimentano direttamente alcune utenze, in parte caricano il serbatoio Qualino. Il manufatto dell'opera di presa è molto esteso e caratterizzato da una pianta irregolare; l'acqua sgorga da numerosi punti e attraverso una serie di cunicoli viene convogliata in tre vasche fra loro collegate.

Le acque provenienti dalle sorgenti in quota danno luogo a dei problemi di regolazione: infatti esse in parte sfociano in una vasca presso la sorgente Ciar in parte proseguono verso il serbatoio Stramazano. La ripartizione fra le due portate risulta complicata, in quanto sono presenti anche delle utenze direttamente allacciate le quali, se la ripartizione stessa è errata, non dispongono di sufficiente pressione.

### *SORGENTE PUNTERUOLA*

E' la sorgente posta a quota inferiore (540 m. s.l.m.) ed alimenta il serbatoio Qualino. E' composta da due manufatti distinti. Nel manufatto superiore si ha la raccolta della maggior parte delle acque provenienti da scaturigini, convogliate da una cabaletta a pavimento entro due piccole vasche poste in serie, da cui il tubo 125 mm che si collega con il manufatto inferiore. Quest'ultimo, con pianta rettangolare e dimensione mq. 1.1 - 2.5 è composto da tre vasche di calma in serie; il tubo di uscita che alimenta il Qualino è in acciaio 150mm.

### *SERBATOI*

#### *SERBATOIO STRAMAZZANO*

Posto a quota 960 m. s.l.m. è costituito da un'unica vasca con volume di circa 6.6 mc. Esso riceve le acque delle sorgenti Fontana Fredda e Vester, con portata in arrivo pari a 3/4 l/s che viene sottoposta a clorazione mediante impianto di generazione di biossido di cloro. Lq acque in parte alimentano le utenze della località Stramazzano, in parte caricano i serbatoi in cascata posti a quote inferiori (tubo in acciaio 3). Dal momento che il serbatoio raccoglie le acue da Fontana Fredda, vi sono fenomeni di forte intorpidimento a seguito di eventi temporaleschi. E' presente un contatore volumetrico per la portata in ingresso.

#### *SERBATOIO CERATELLO*

Posto a quota 835 m. s.l.m. serve la frazione omonima e carica poi i serbatoi posti quota inferiore. E' composto da quattro vasche disposte a semianello fra loro comunicanti, per una capacità complessiva di circa 18.3 mc. Attualmente il carico avviene solamente tramite una tubazione in ingresso 2" ½ ; dello stesso diametro sono le due uscite alle utenze della frazione; l'alimentazione in uscita al serbatoio Flaccanico è realizzato con un tubo avente diametro 2". Anche il circuito di troppo pieno di cui tutte le vasche sono dotate (tubo 100 mm) alimenta il serbatoio Flaccanico.

Il serbatoio Ceratello è posto in proprietà privata; necessita pertanto la realizzazione di un nuovo serbatoio posto a quota superiore. Tale soluzione permette anche di risolvere i problemi di regolazione, in quanto le utenze attualmente servite direttamente dalla sorgente possono, con diverso schema impiantistico, essere alimentate tramite nuovo serbatoio.

#### *SERBATOIO FLACCANICO*

Il serbatoio Flaccanico (quota 660 m. s.l.m.) è suddiviso in due parti: nella prima parte vi sono quattro vasche disposte a semianello, con disposizione identica a quella del serbatoio Ceratello e con volume di 15

mc. Queste quattro vasche sono attualmente asciutte e escluse dalla rete, in quanto esuberanti rispetto alle esigenze di accumulo e compenso. Quando erano attive, l'acqua vi sostava infatti per lungo tempo. La vasca "principale", l'unica attualmente in funzione, ha pianta rettangolare con dimensioni di mq. 6.2 - 4.2 circa; l'altezza massima dell'acqua è di m. 2.8 per un volume totale di mc. 72.9. L'alimentazione avviene tramite due condotte provenienti dal serbatoio Ceratello con diametro rispettivamente di 4" e 1" ½ ; la rete della frazione Flaccanico è servita con tubo avente diametro 4"; medesimo diametro ha il tubo di carico al serbatoio Qualino.

#### **SERBATOIO QUALINO**

Il serbatoio Qualino (quota 505 m. s.l.m.) ha una disposizione che ricalca concettualmente quella del Flaccanico: vi sono quattro vasche disposte a semianello, altezza d'acqua m. 2.1 circa per un volume di mc. 22.2) cui si aggiunge una vasca rettangolare (mq. 4.9 - 5.5) con un setto murario centrale volto a favorire il rimescolamento delle acque, avente volume di mc. 66.4. Nella configurazione attuale sono in funzione solo due vasche, quelle con maggiori dimensioni, mentre le altre tre sono escluse dal servizio. Il volume di compenso attualmente utilizzato è pertanto pari a mc. 81. E' presente un generatore di biossido di cloro che effettua la clorazione delle acque immesse in rete.

Il carico avviene sia dal serbatoio Flaccanico sia dalle sorgenti montana, mediante due tubazioni 125 mm e una tubazione di diametro 2". Il serbatoio alimenta: -

- la rete della frazione Qualino con un tubo di diametro 2" ½ ;
- la località Col del Rosso con un tubo di diametro 2" ½.

#### **SERBATOIO SULIF**

Il serbatoio (quota 363 m. s.l.m.) è composto da due vasche a anta rettangolare con dimensioni in pianta di mq. 3.0 - 3.0 ciascuna e altezza d'acqua m. 2.7 circa. La gestione attuale prevede l'utilizzo di una sola vasca, per un volume totale di compenso di mc. 24 circa. La tubazione di ingresso proviene dal serbatoio Qualino e ha diametro 125 mm, mentre in uscita vi sono due tubazioni: una (150 mm) carica il serbatoio Fontanelle, l'altra (diametro 2") serve le utenze di via XXV Aprile e zone adiacenti. Spesso la tubazione di ingresso trasporta anche bolle d'aria, con conseguente irregolare erogazione della portata e fenomeni di sollecitazione ed accelerata usura della condotta stessa.

Nei pressi del serbatoio è installata una pompa incubata KSB UPA 200-8/10 con motore UMA 150B 21/21 in grado di sollevare una portata di 8 l/s con prevalenza pari a 150 m., da utilizzarsi in occasione delle emergenze estive, allorché la ridotta portata delle sorgenti non consente di soddisfare appieno i fabbisogni delle frazioni in quota. La pompa utilizza per l'alimentazione del serbatoio Qualino, la medesima condotta di carico con inversione del flusso idrico.

### *SERBATOIO FONTANELLE*

Il Fontanelle (quota 300 m. s.l.m. circa) è il principale serbatoio di accumulo e compenso della rete idrica: esso riceve le acque dal pozzo Palach, e dal serbatoio consortile di via Brine. La tubazione in ingresso dal pozzo ha diametro 200 mm, quelle dal consorzio e dal serbatoio diametro 150 mm. La struttura originaria si compone di quattro vasche disposte semianello, in modo analogo ad altri serbatoi (Flaccanico, Qualino); è poi stata aggiunta un'ulteriore vasca perimetrale per un volume utile complessivo di mc. 385. E' presente un impianto di disinfezione a mezzo di biossido di cloro. L'impianto di sollevamento destinato a sopperire alle carenze estive è realizzato con una pompa incubata KSB UPA 150S 48/6 con motore UMA 150 B 10/21 in grado di sollevare una portata di 12 l/s alla prevalenza di 55 m; sono previsti gli alloggiamenti per un'eventuale seconda pompa di emergenza in caso di manutenzione o guasto alla prima.

L'acqua in ingresso dal serbatoio consortile ha una portata media quantificabile in 0.5/ 1.5 l/s

Vengono erogati all'incirca mc. 50.000.

### *SERBATOIO VOLPINO*

Il serbatoio Volpino (quota 285 m. s.l.m.) viene alimentato unicamente dal serbatoio consortile di via Brine, con una portata in ingresso pari, stando ai dati disponibili, a circa 9.5 l/s (ulteriori dati sono riportati nel punto 4.40) Esso si compone di quattro vasche con disposizione a semianello, attualmente escluse, e di una vasca in funzione rettangolare con dimensioni in pianta di mq. 8.9 -5.0 ed un'altezza utile di m. 3.0 circa; il volume disponibile è dunque pari a circa mc. 133.5. Il Volpino alimenta a gravità parte dell'omonima frazione e, mediante stazione di sollevamento, la località Mondo Nuovo e alcune case sparse.

*DATI RIASSUNTIVI VOLUMI DEI SERBATOI*

Nella tabella seguente sono riassunti i volumi dei serbatoi di compenso presenti sulla rete. I volumi indicati sono quelli attualmente utilizzati, non sono cioè riportati i volumi delle vasche dismesse che non vengono pertanto considerate.

<b>SERBATOIO</b>	<b>VOLUME</b>	<b>PRESENZA VASCHE DISMESSE</b>
<b>Stramazzano</b>	<b>6.6</b>	<b>no</b>
<b>Ceratello</b>	<b>18.3</b>	<b>no</b>
<b>Flaccanico</b>	<b>72.9</b>	<b>si</b>
<b>Qualino</b>	<b>81.0</b>	<b>si</b>
<b>Sulif</b>	<b>24.0</b>	<b>si</b>
<b>Fontanelle</b>	<b>385.0</b>	<b>no</b>
<b>Volpino</b>	<b>133.5</b>	<b>si</b>
<b>TOTALE</b>	<b>721.3</b>	

*CONSORZIO POLTRAGNO; SERBATOIO DI VIA BRINE*

Il consorzio Poltragno emunge acque per mezzo di pozzi con potenzialità massima 50 l/s; lo sfruttamento attuale è di circa 35 l/s. Esso serve i Comuni di Lovere, Costa Volpino, Rogno. In particolare il serbatoio consorziale di via Brine (frazione Branico) alimenta sia il serbatoio Fontanelle sia il serbatoio Volpino mediante due condotte separate ed indipendenti DN 150 A.

*POZZO PALACH*

Il pozzo Palach è situato nella via omonima, in pieno centro cittadino, alla quota di circa 200 m .s.l.m. Fu realizzato al fine di sopperire ad una grave ed improvvisa situazione di emergenza idrica: i lavori di realizzazione della galleria della nuova SS 42 alterarono infatti gravemente l'assetto idrogeologico della zona, rendendo impossibile utilizzare le acque della sorgente "Follo", che tradizionalmente costituivano una primaria fonte di approvvigionamento idrico per il Comune. Esso è munito di n.2 pompe, per una portata massima emungibile pari a circa 45 l/s, normalmente tuttavia funziona unicamente una pompa. Il pozzo alimenta tramite condotta dorsale in acciaio DN 200 (lunghezza 1000 m. circa) senza utenze allacciate, esclusivamente il serbatoio Fontanelle.

### **TITOLO III - TIPI DI INTERVENTO**

#### **Art. 5.     Definizioni**

Nell'ambito della realizzazione degli impianti di contenimento delle reti si definiscono diverse tipologie di strutture:

- a) Trincea: scavo aperto di sezione adeguata realizzato in concomitanza di marciapiedi, strade o pertinenze di quest'ultime;
- b) Struttura sotterranea polifunzionale (SSP): struttura collocata nel sottosuolo contenente in uno spazio comune accessibile (eventualmente suddiviso in zone dedicate) i servizi a rete, assicurando a loro condizioni di sicurezza e di affidabilità di esercizio. La SSP può essere configurata come:
  - Galleria: struttura costituita di passaggio praticabile destinata alla posa di servizi a rete, generalmente collocata nel sottosuolo delle sedi stradali;
  - Cunicolo: struttura costituita di trincea o di altro passaggio non praticabile con chiusura mobile, generalmente collocata nel sottosuolo dei marciapiedi o delle fasce di pertinenza stradale;
- c) Condotto: manufatto generalmente da interrare destinato alla posa di cavi e/di condotte;
- d) Polifora: manufatto costituito da più tubi destinati alla posa di energia o di telecomunicazione;
- e) Impianto tecnologico sotterraneo: sistema di condotte o di cavi, posato nel sottosuolo (pubblico o privato) per la distribuzione di energia, gas, acquedotti e reti di telecomunicazione.
- f) Pozzetto: manufatto ubicato sulla sede di posa o in prossimità delle reti di distribuzione, realizzato in modo da consentire, senza che sia necessario l'accesso all'interno di esso, le operazioni di posa, giunzione, derivazione di tubazioni e di cavi nonché l'azionamento delle apparecchiature e delle installazioni accessorie eventualmente dislocate nel pozzetto.

Nella realizzazione di impianti devono essere osservate le indicazioni di cui agli Artt.5 e 6 della "Direttiva" 3 marzo 1999 e quanto previsto nell'art.66 del Dpr 495 del 16 dicembre 1992 Nuovo Codice della strada.

"Le strutture sotterranee dei servizi devono essere realizzate per quanto possibile in modo tale da poter raccogliere al proprio interno, sistematicamente, tutti i servizi compatibili" (art. 8 Direttiva 3/3/1999).

#### **TITOLO IV - MODI DI INTERVENTO**

**Art. 6.**     Modalità di intervento per opere soggette a Convenzione Quadro con il Gestore

Il Gestore valorizza, ove possibile, tutte le infrastrutture pubbliche già esistenti, adattandole al contenimento di altri servizi.

Il Gestore procede alla realizzazione di un nuovo impianto nei seguenti casi:

- a) Per dare attuazione agli interventi previsti nel documento programmatico annuale presentato dal Gestore al Comune di Costa Volpino;
- b) In occasione di lavori di sistemazione e/o manutenzione straordinaria stradale effettuata dal Comune di Costa Volpino;
- c) Per soddisfare i programmi di espansione geografica delle reti degli operatori;
- d) In occasione di particolari interventi di manutenzione straordinaria sui manufatti preesistenti di contenimento delle reti, la cui necessità sia segnalata dai vari operatori;

Nelle aree di nuovo insediamento le strutture sotterranee polifunzionali sono considerate opere di urbanizzazione primaria e devono essere realizzate contemporaneamente alle altre infrastrutture a cura e spese del lottizzatore secondo progetti concordati con il Gestore e gli Enti Gestori di servizi e approvati dal Comune.

Nella fase preliminare di progettazione il Gestore convoca, in una riunione o in conferenza dei servizi, una o più volte i vari Operatori e gli altri Enti Gestori di servizi ed i competenti servizi del Comune di Costa Volpino, al fine di approfondire la conoscenza delle singole esigenze ed effettuare azione di coordinamento; definendo: la modalità e i tempi degli interventi da effettuare, l'ubicazione in base a criteri di scelta tecnico economica e/o di particolari vincoli urbanistici, ambientali e archeologici da rispettare nella fase esecutiva delle opere. Delle riunioni effettuate vengono redatti appositi verbali sottoscritti dai partecipanti.

Il Gestore procede quindi con la progettazione definitiva dell'impianto e con la richiesta delle necessarie autorizzazioni agli Enti competenti. Ottenute le autorizzazioni prosegue con la progettazione esecutiva. Terminata questa fase progettuale, prima di dare inizio ai lavori di costruzione di un nuovo impianto, il Gestore convoca tutti gli operatori interessati in apposita "Conferenza Servizi" e presenta un Documento, contenente i dati tecnici previsti al punto 6.5 del "Regolamento" di cui all'art. 4.

I lavori di realizzazione dell'impianto hanno inizio subordinatamente alla sottoscrizione dello stesso da parte di tutti gli operatori. In caso di comprovate e documentate modifiche che si rendessero necessarie in corso d'opera, il Gestore convoca nuovamente la "Conferenza Servizi" al fine di presentare l'eventuale aggiornamento dei costi.

Il Gestore ha l'obbligo di curare, a proprie spese, tutta la progettazione dei nuovi interventi. Tali spese verranno comprese nei canoni da corrispondere al Gestore da parte degli Operatori, come previsto dal Regolamento.

Il Gestore mette a disposizione le infrastrutture a condizioni eque, trasparenti e non discriminatorie.

Il Comune ha diritto in qualsiasi momento di chiarire e concordare modifiche con il Gestore sui singoli interventi previsti.

**Art. 7. Modalità di intervento per opere degli Enti Gestori di Servizi**

La progettazione e realizzazione delle opere relative agli enti Gestori dei Servizi vengono curate direttamente dagli Enti stessi, finanziate con oneri di urbanizzazione primaria e secondaria previa azione di coordinamento atta a definire l'ubicazione degli impianti e valutare l'opportunità di realizzare contemporaneamente la posa di altri sottoservizi.

**Art. 8. Modalità di accesso agli impianti soggetti a Convenzione Quadro con UNIACQUE**

Ogni Operatore autorizzato, per utilizzare gli impianti deve inoltrare richiesta allo Sportello del Gestore di cui all'art. 4, appositamente costituito.

La richiesta deve contenere:

- a) Denominazione, identità giuridica e sede legale;
- b) Titolarità del richiedente;
- c) Informazioni sulla rete che il richiedente intende installare e/o integrare;
- d) Programma di installazione della rete e/o degli interventi integrativi alla rete già esistente;
- e) Estensione geografica iniziale della rete (con allegate dettagliate informazioni grafiche);
- f) Programma triennale di eventuale espansione geografica della rete (con allegate dettagliate informazioni grafiche);
- g) Interconnessioni con i tratti di rete già esistenti.

Entro trenta giorni dalla richiesta, lo Sportello esprime il parere tecnico e, se tale parere risulta positivo, richiede il benestare all'Amministrazione Comunale; avuto il benestare avvia la stesura della Convenzione Quadro con il Gestore. L'accesso è comunque trattato con riferimento specifico alla procedura nel "Regolamento", al quale questo piano fa riferimento in materia di impianti nel sottosuolo.

**Art. 9. Modalità di accesso agli impianti degli Enti Gestori di Servizi**

Il Gestore del servizio è l'unico responsabile dell'impianto ed a lui spettano la gestione e la manutenzione.

**Art. 10. Qualità del servizio e di gestione**

La qualità e la sicurezza del servizio sono definiti nella Convenzione con il Gestore. Esso è tenuto a provvedere alla disattivazione e dismissione di tutte le reti obsolete o comunque che si rendessero incompatibili con il documento pianificatorio o programmatico predisposto dalla suddetta Convenzione. Tali interventi saranno assicurati per mezzo dell'intervento del Comune nei confronti dei vari operatori, ai quali sarà imposto di corrispondere al Gestore, pro-quota, le spese dallo stesso sostenute per la rimozione dei servizi obsoleti.

Il Gestore favorisce la necessaria tempestività degli interventi di realizzazione, il mantenimento degli impianti in perfetta efficienza per l'utilizzo degli stessi da parte degli operatori autorizzati, il rispetto delle norme vigenti e delle tecniche di sicurezza. Si impegna ad apportarvi potenziamenti, estensioni e migliorie, nonché le sostituzioni che si rendessero necessarie al fine di consegnare al Comune, al termine della Convenzione, impianti funzionali e funzionanti. Perciò il Gestore favorisce gli interventi di manutenzione sia ordinaria che straordinaria.

Gli impianti progettati devono essere dimensionati in modo tale da poter sostenere il piano di sviluppo urbano.

La realizzazione degli impianti verrà effettuata considerando la sensibilità dell'area di scavo, in modo tale da suggerire la modalità operativa meno impattante.

Il gestore valuterà di volta in volta l'opportunità di effettuare i lavori afferenti agli interventi sui servizi anche nelle ore notturne qualora non si determini un impatto acustico per le zone interessate.

Una volta effettuati gli interventi di sistemazione completa o di straordinaria manutenzione di un'infrastruttura viaria, sulla stessa o nell'area di pertinenza, saranno vietati per i successivi dieci anni ulteriori interventi di manomissione. Per raggiungere questo obiettivo l'azione di coordinamento tra i vari operatori dovrà essere predisposta e gestita in modo sistematico ed organizzato dal Gestore e dai singoli Enti Gestori di servizi.

Una volta terminati gli interventi il Gestore riporterà nel proprio Sistema Informativo il nuovo assetto del sottosuolo.

#### **Art. 11. Tecniche di scavo**

Le tecniche di scavo che possono essere utilizzate per realizzare gli impianti di contenimento dei sottoservizi a rete possono essere suddivise in due aree:

la prima è quella degli scavi tradizionali in trincea l'altra è quella degli scavi meno invasivi, no-dig/tunneling.

Le seconde sono da preferire, nel caso in cui sia tecnicamente possibile la scelta, nelle aree individuate come zone ad alta sensibilità nei confronti di traffico e della popolazione.

#### **Art. 12. Organizzazione dei cantieri**

Tutti gli interventi sono realizzati in modo tale da rispettare le Norme Tecniche UNI e CEI, al fine di garantire l'efficienza del sistema, nonché facilitare tutti gli interventi necessari per l'esercizio e la manutenzione curando, in particolare, l'osservanza delle disposizioni in materia di sicurezza nei cantieri di cui al D.LGS. 9 APRILE 2008 N. 81.

## **TITOLO V – INDIRIZZI DI MASSIMA DELLA PIANIFICAZIONE A LIVELLO COMUNALE**

### **Art. 13. Piano di Governo del Territorio (PGT)**

Il PUGSS si attua seguendo le indicazioni e le modalità di intervento previste nel PGT e nello specifico nel Piano dei Servizi, integrando le sue funzioni con i materiali costituenti la città e con i Sistemi che ne fanno parte, facendo proprie le azioni per gli interventi previsti. Inoltre è priorità del PUGSS agire in armonia con gli Ambiti di Trasformazione previsti ed in rispetto degli elementi vincolanti di questi previsti nel Piano dei Servizi.

Il Piano, in riferimento a quanto già previsto nel Piano Regolatore Generale al capo II – Tipi d'intervento (generalità, manutenzione ordinaria, manutenzione straordinaria, restauro, risanamento conservativo, ristrutturazione urbanistica e recupero ambientale) si applica a tutti gli spazi aperti del territorio comunale e quanto specificato per gli impianti tecnici.

Il PUGSS verrà adeguato e modificato rispetto alle modifiche apportate al Piano di Governo del Territorio dalle sue varianti.

Gli aspetti relativi alla disciplina del suolo, sottosuolo, acqua ed aria sono compiutamente descritti nel PGT al quale si rimanda.

## **TITOLO VI - TEMPI DI INTERVENTO**

### **Art. 14. Collegamenti con il Programma Triennale delle Opere Pubbliche (PTOP) comunale**

Gli obiettivi del Piano triennale delle Opere Pubbliche vengono recepiti come prioritari per il PUGSS, nel rispetto della convenzione che specifica essere prioritari gli interventi dei lavori comunali, perciò la programmazione delle opere pubbliche sarà chiaro riferimento per il Gestore nella pianificazione dei propri interventi così da non venir meno né a quanto previsto dalla convenzione né all'art. 3 della direttiva del 3 marzo 1999.

Ad ogni successivo aggiornamento del PTOPI verranno introdotte modifiche anche alla programmazione triennale del PUGSS per mantenere gli obiettivi e le finalità dello stesso. Queste però non devono compromettere lo sviluppo ed adeguamento dei servizi a rete concordato con le Aziende e gli Enti.

### **Art. 15. Criteri di pianificazione**

Il Gestore, in base all'art. 4 del presente Piano, deve all'uopo svolgere le funzioni di coordinamento in materia di realizzazione delle opere relative alle reti dei servizi, con esclusione degli allacciamenti agli utenti. Gli adempimenti di cui sopra fanno carico oltre al Comune, agli altri soggetti proprietari e/o gestori delle sedi stradali e delle aree di uso pubblico che siano interessati dalle opere di cui alla direttiva 3 marzo 1999.

A tale scopo tutti i soggetti interessati (comuni, enti ed aziende), devono promuovere una efficace pianificazione con verifica della copertura finanziaria degli interventi previsti, su base triennale e/o annuale, seguendo le indicazioni presenti nel Regolamento di cui all'art. 4, mediante incontri sistematici per realizzare le necessarie sinergie e conseguire risultati razionali e coerenti con un uso ottimale del sottosuolo, nell'ambito del piano di sviluppo urbano.

Il comune e/o il Gestore, di concerto con gli altri soggetti interessati predispone un piano triennale di interventi dove sono raggruppati i programmi triennali dei singoli operatori, del Comune e degli altri "enti". L'attività di aggiornamento, degli interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria delle strade, degli interventi in attuazione del PGT, degli interventi previsti dalle "aziende" e dagli "enti" interessati per lo sviluppo delle proprie reti, viene svolta in maggiore dettaglio per la redazione di un piano annuale di attuazione delle opere.

Il piano annuale di attuazione conterrà le previsioni per gli interventi trimestrali concordati con i soggetti coinvolti.

Il Comune e/o il Gestore, di concerto con gli altri "enti", con cadenza trimestrale, danno luogo al censimento degli interventi necessari sia per l'ordinaria che per la straordinaria manutenzione delle strade, nonché degli interventi urbanistici previsti, dando tempestiva comunicazione alle "aziende", che dovranno presentare al Comune e/o agli "enti" entro trenta giorni dalla suddetta comunicazione, la pianificazione prevista per le proprie attività. Il Comune e/o il Gestore deve provvedere, di concerto con gli "enti" interessati a convocare una riunione con le "aziende" per la pianificazione dei suddetti interventi

nei periodi successivi. Nel corso di questa riunione vengono diffusi i programmi degli interventi pianificati dal comune, dagli "enti" interessati e dalle "aziende" e il Comune e/o il Gestore, sulla base delle suddette risultanze, deciderà sulla opportunità di convocare una apposita Conferenza dei Servizi, ai sensi della legge n. 241/1990 ("Nuove norme in materia di procedimento amministrativo e di diritto di accesso ai documenti amministrativi").

Almeno trenta giorni prima dall'inizio del trimestre successivo il Comune e/o il Gestore identifica/ano le aree e la tipologia degli interventi.

Nella pianificazione annuale, e quindi nelle specifiche trimestrali, dovranno essere coordinati gli interventi nel corso dell'anno in modo tale da privilegiare quelli con minor impatto sui flussi della rete viaria e programmare gli altri in maniera tale da mitigarne gli effetti, ad esempio i lavori nei mesi estivi sulla viabilità principale.

Il Gestore è tenuto a mettere a disposizione, per la sola consultazione, i dati aggiornati, attraverso il sistema ritenuto più idoneo dal Concedente (ad esempio internet), limitatamente alle società od enti compartecipanti alla produzione degli stessi, ovvero a terzi espressamente autorizzati.

I programmi triennali del Comune, delle Aziende, degli Enti sono, ai fini di questo piano congiunti ed aggiornati annualmente in base alle modifiche previste e concordate dai soggetti interessati.

## **TITOLO VII – MAPPATURA DEI SERVIZI NEL SOTTOSUOLO**

### **Art. 16. Tempi e criteri di mappatura**

Connessa finalità del PUGSS è dotare il Comune di una cartografia cartacea, informatica o numerica, e in questo secondo caso essa dovrà corrispondere a quanto indicato all'art. 16 della direttiva 3 marzo 1999 acciò sia compatibile fra i vari soggetti, finalizzata alla conoscenza degli impianti dei pubblici servizi esistenti nel sottosuolo.

Gli Enti, sono tenuti a fornire al Gestore i files delle proprie reti aggiornate.

Lo scambio di informazioni tra le Aziende e tra queste ed il Comune o gli enti competenti potrà inizialmente avvenire utilizzando idonee cartografie su supporto cartaceo sulle quali le Aziende dovranno riportare le indicazioni relative all'ubicazione dei propri impianti sotterranei e dei nuovi interventi.

Le "Aziende", nello scambio delle informazioni sull'occupazione del sottosuolo, dovranno precisare, per ciascun tipo di impianto, l'ubicazione indicando, ove possibile, il lato della strada occupato, la profondità e la distanza da punti di riferimento degli edifici e la tipologia e dovranno indicare le seguenti caratteristiche principali:

- ⇒ gas, acqua: specifica della condotta, materiale, dimensione;
- ⇒ elettricità: tensione nominale, materiale;
- ⇒ fognatura: materiale, dimensione, diametro, quota altimetrica;
- ⇒ telecomunicazioni: canalizzazioni, tubi affiancati, cavi in trincea, diametro, n° di tubi.

### **Art. 17. Impiego della cartografia**

Per facilitare lo scambio di informazioni, le cartografie dovranno essere gradualmente informatizzate, utilizzando una base planimetrica unica preferibilmente di tipo aerofotogrammetrico e/o satellitare.

Nel caso di nuove urbanizzazioni o di significativi interventi di riqualificazione urbanistica, il Comune provvederà inoltre a fornire alle Aziende, in occasione delle riunioni di pianificazione, le nuove carte numeriche aggiornate.

A partire dalla data in cui il Comune o il Gestore fornirà alle "Aziende" la cartografia unificata del proprio territorio, tutti i nuovi interventi dovranno essere documentati sul nuovo supporto e dovranno essere forniti al Comune o a società da esso delegata di volta in volta, su richiesta motivata e relativamente alla zona interessata dai lavori previsti nei progetti. Gradualmente dovranno essere documentati parimenti tutti gli impianti esistenti.

Ciò dovrà consentire di disporre di cartografia numerica del territorio come base comune per tutti gli utenti che interagiscono nella medesima attività dando luogo ad un sistema unitario da condividere quale mezzo indispensabile per lo scambio delle diverse informazioni tra gli utenti stessi.

Nel quadro di un possibile interscambio delle informazioni tra i vari Sistemi Informativi Territoriali, la necessità di garantire la libertà di ogni Ente o Società di scegliere gli strumenti hardware e software più

idonei alle proprie esigenze operative e strutturali, presuppone come iter percorribile il ricorso ad uno specifico formato neutro di interscambio ovvero conformato a standard internazionali nei suoi vari livelli di strutturazione che consente il trasferimento di tutte le informazioni di tipo geometrico, alfanumerico e topologico.

## **TITOLO VIII - FINALI**

Le disposizioni contenute nel Piano sono volte alla predisposizione, all'organizzazione, alla gestione, al governo e alla razionalizzazione dell'uso del sottosuolo e allo sviluppo dei servizi presenti. Per perseguire tali obiettivi il comune deve operare per:

Conseguire un quadro conoscitivo dei sottosistemi presenti. Tale quadro sarà dotato di informazioni sulle caratteristiche e sulla tipologia dei servizi forniti, delle ubicazioni topografiche e spaziali delle reti e delle strade riportate su cartografie e su supporto informatico sempre aggiornato ed inserito nel SIT comunale .

Dotare il territorio comunale di un sistema di infrastrutture sotterranee polifunzionali, in grado di contenere tutti i servizi a rete presenti nel sottosuolo stradale, con le limitazioni di cui al TITOLO III, assicurando ai cittadini ed agli operatori servizi efficienti e minori disagi sulle strade, realizzando economie di scala a medio e lungo termine con usi plurimi dei sistemi.

Ridurre, in base ad una programmazione, le operazioni di scavo con conseguente smantellamento e ripristino delle sedi stradali per interventi sulle reti, limitando i costi sociali ed economici ed evitando la diminuzione di traffico veicolare e pedonale per le strade ed i marciapiedi interessati.

**ALLEGATO – Schemi sezioni tipiche degli impianti sotterranei**

Per maggiore chiarezza sulle opere necessarie a contenere le reti di servizi sono riportate come esempi schemi tipologici di indirizzo alla realizzazione degli impianti di cui sopra

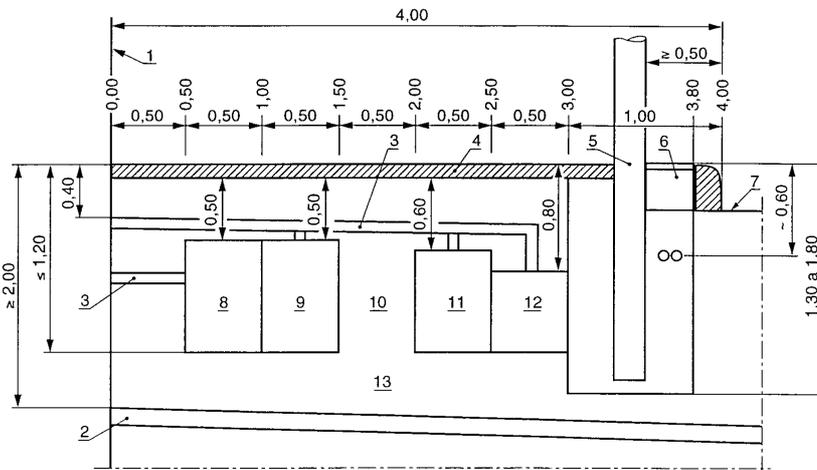
*Strutture sotterranee polifunzionali*

Fig.1 – Struttura sotterranea polifunzionale (fonte UNI-CEI).

**LEGENDA**

- 1** Confine dell'edificio
- 2** Raccordo fognario
- 3** Derivazioni
- 4** Marciapiede
- 5** Palo
- 6** Pozzetto illuminazione pubblica
- 7** Carreggiata
- 8** Telecomunicazioni
- 9** Energia elettrica
- 10** Spazio libero
- 11** Gas
- 12** Acqua
- 13** Sede per eventuale posa con tecniche senza apertura di trincea quali perforazione orizzontale controllata

Dimensioni in m



Galleria

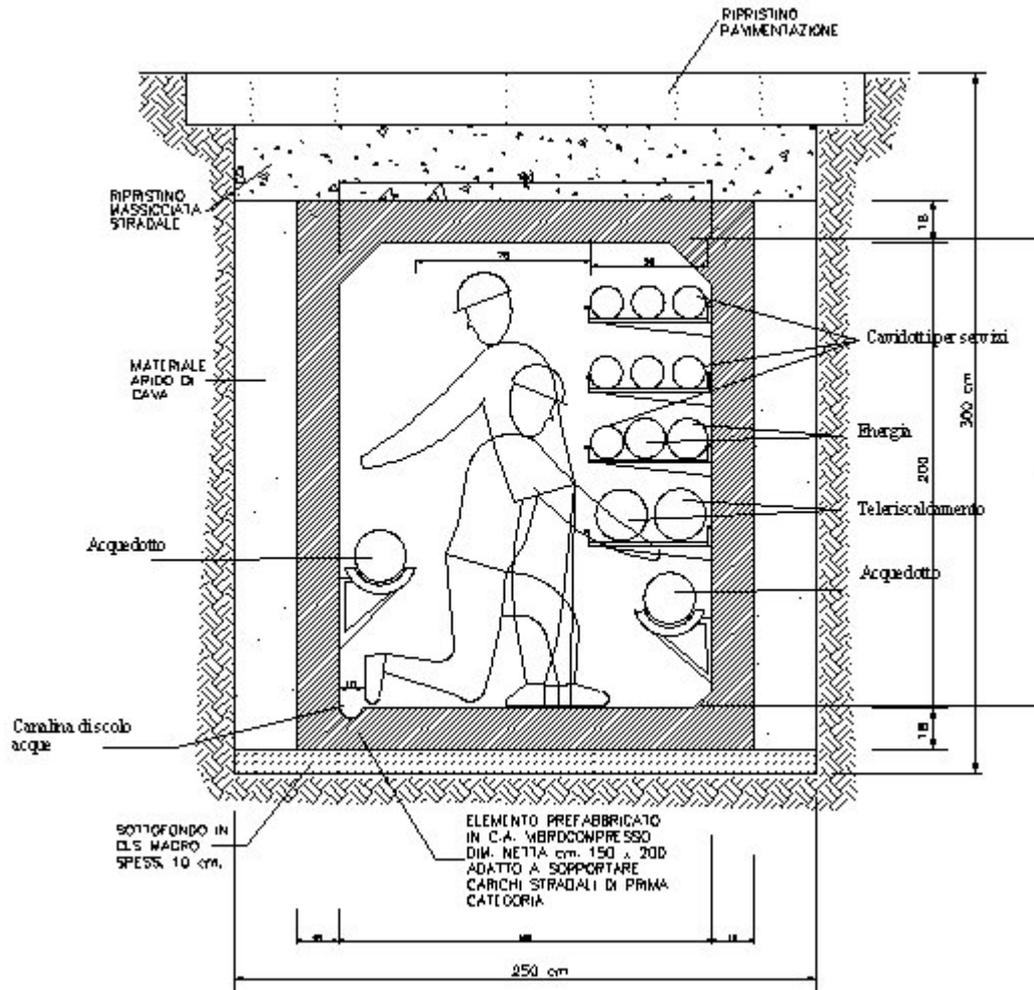


Fig.2 – Galleria polifunzionale ispezionabile.

Cunicolo

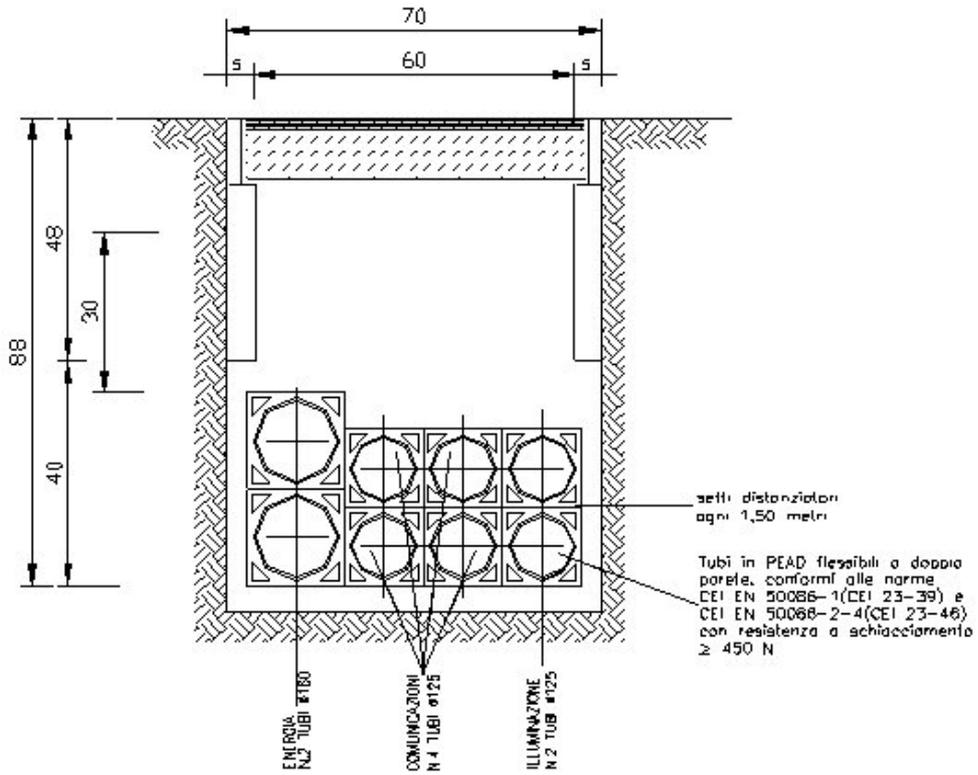


Fig.3 – Cunicolo polifunzionale ispezionabile.

Condotto

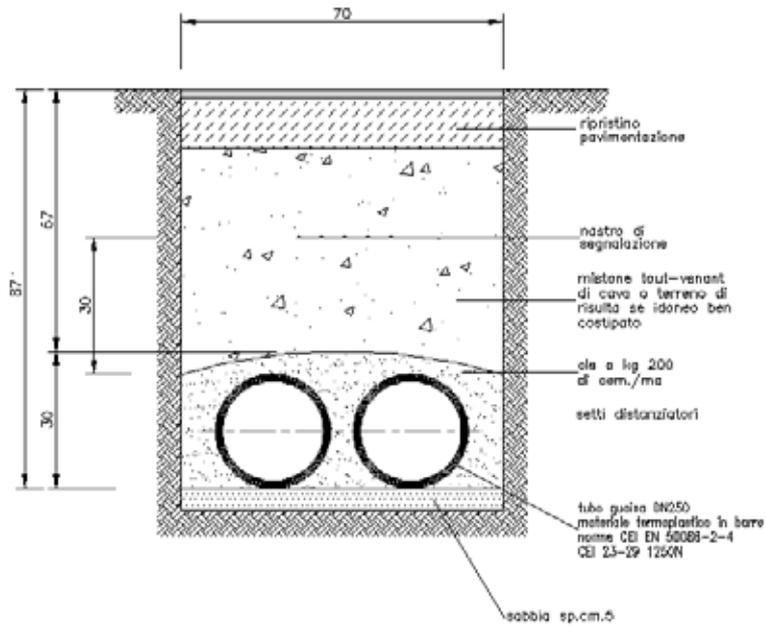


Fig.4 – Condotto per sottoservizi.

Polifora

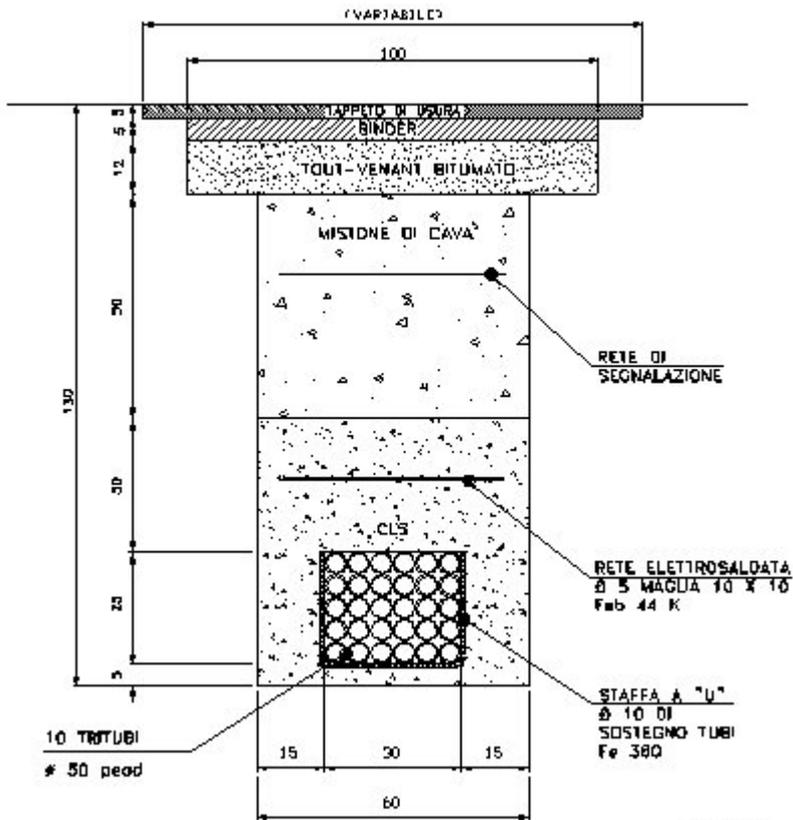


Fig.5 – Polifora destinata al contenimento di cavidotti per telecomunicazioni

Impianto tecnologico sotterraneo

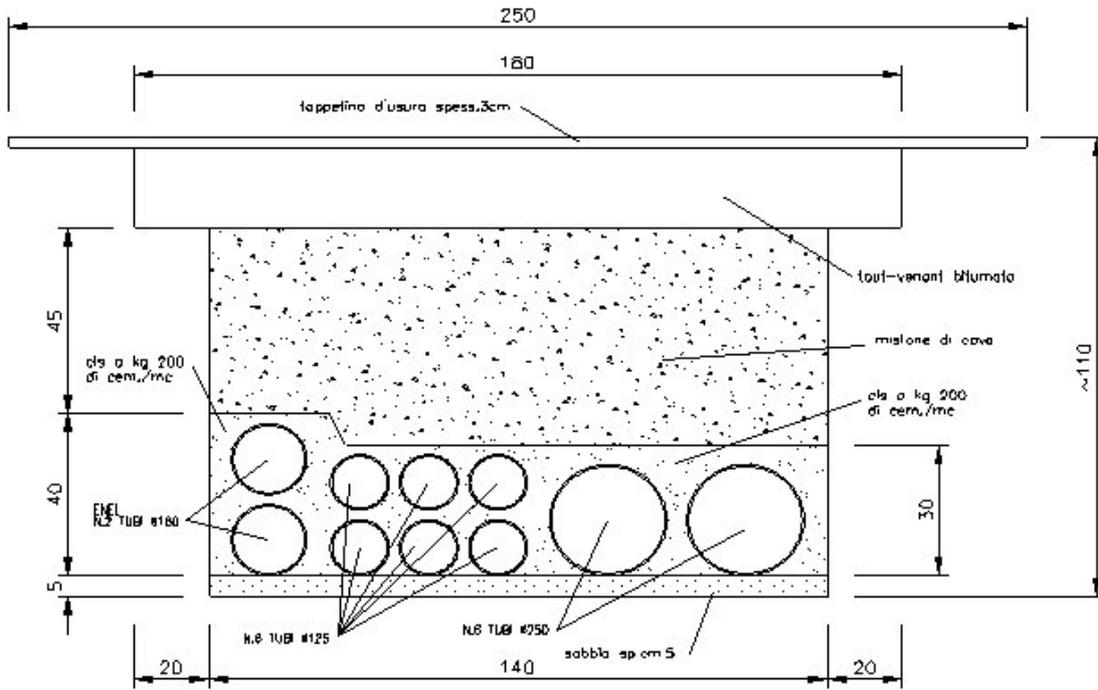
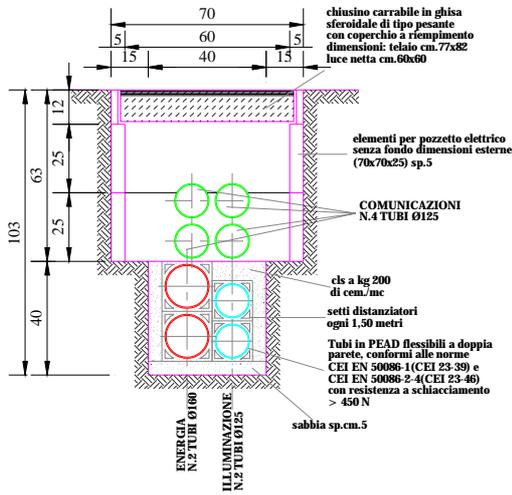
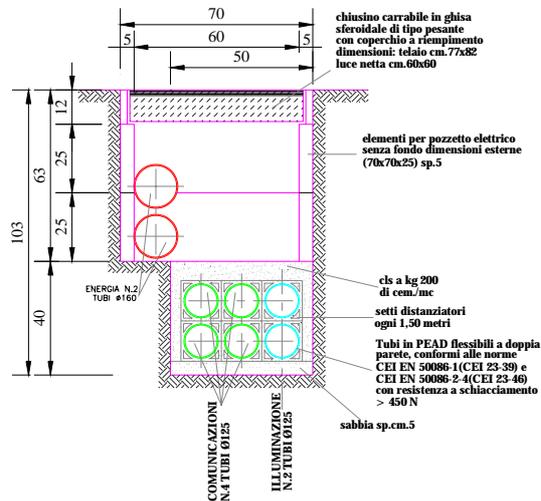


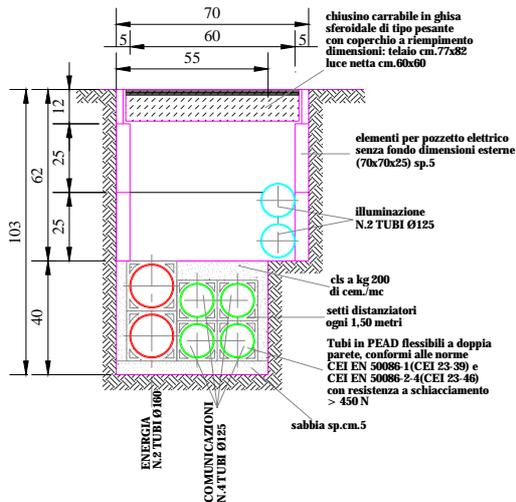
Fig.6 – Sistema di condotte per la distribuzione posato in sotterraneo.



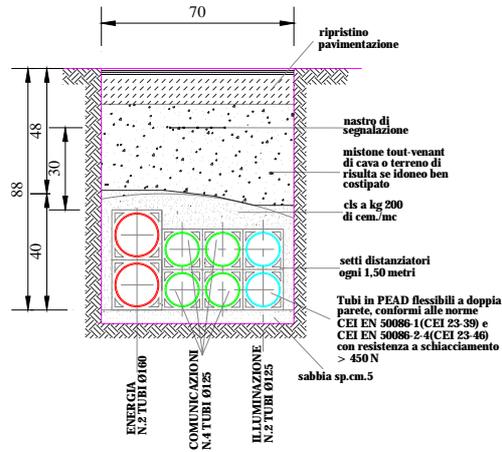
**SEZIONE A-A scala 1:20  
 POZZETTO COMUNICAZIONI**



**SEZIONE B-B scala 1:20  
 POZZETTO ENERGIA**



**SEZIONE C-C scala 1:20  
 POZZETTO ILLUMINAZIONE**



**SEZIONE D-D scala 1:20  
 POZZETTO CAVIDOTTI**

LEGENDA	
	ILLUMINAZIONE
	COMUNICAZIONI
	ENERGIA

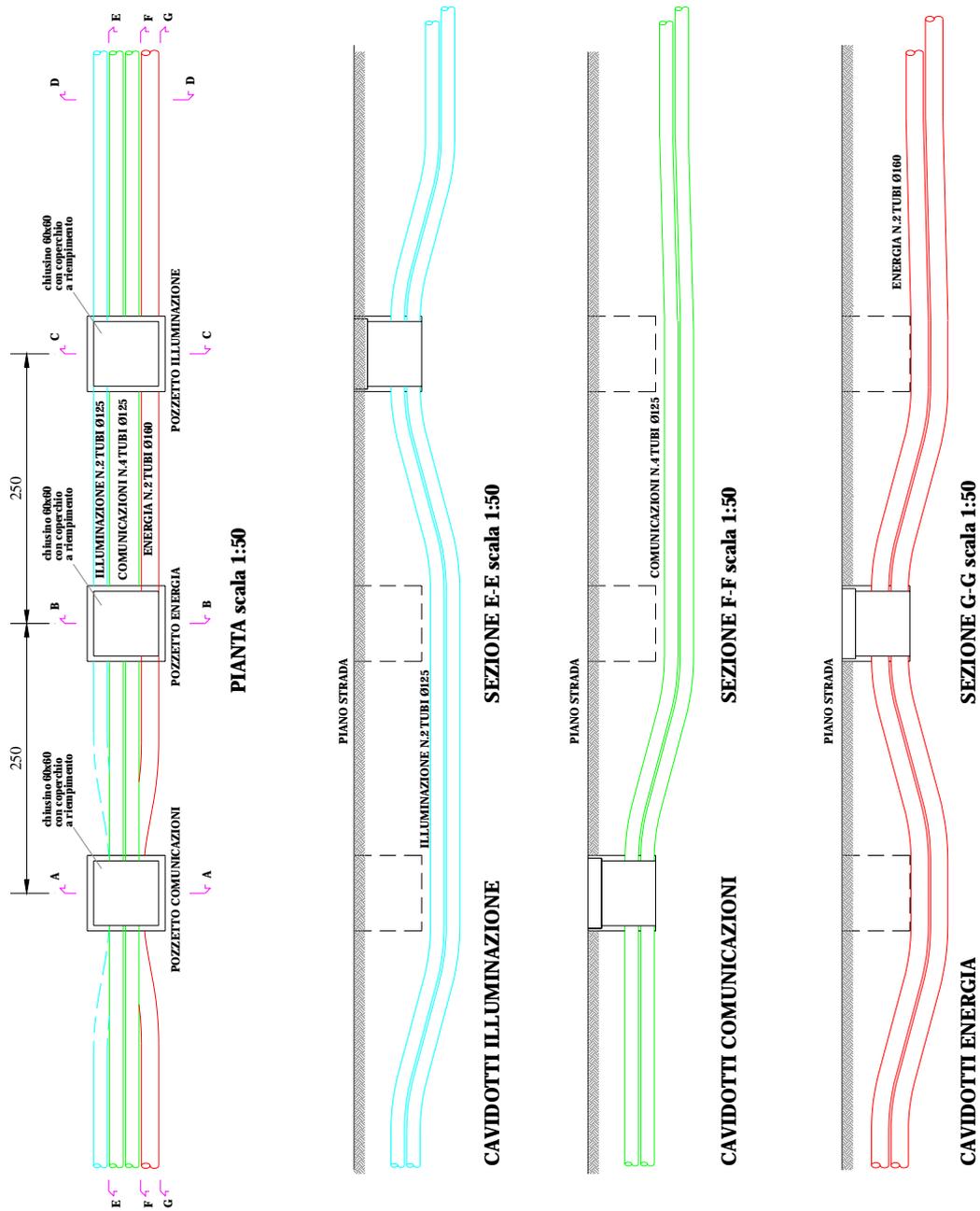
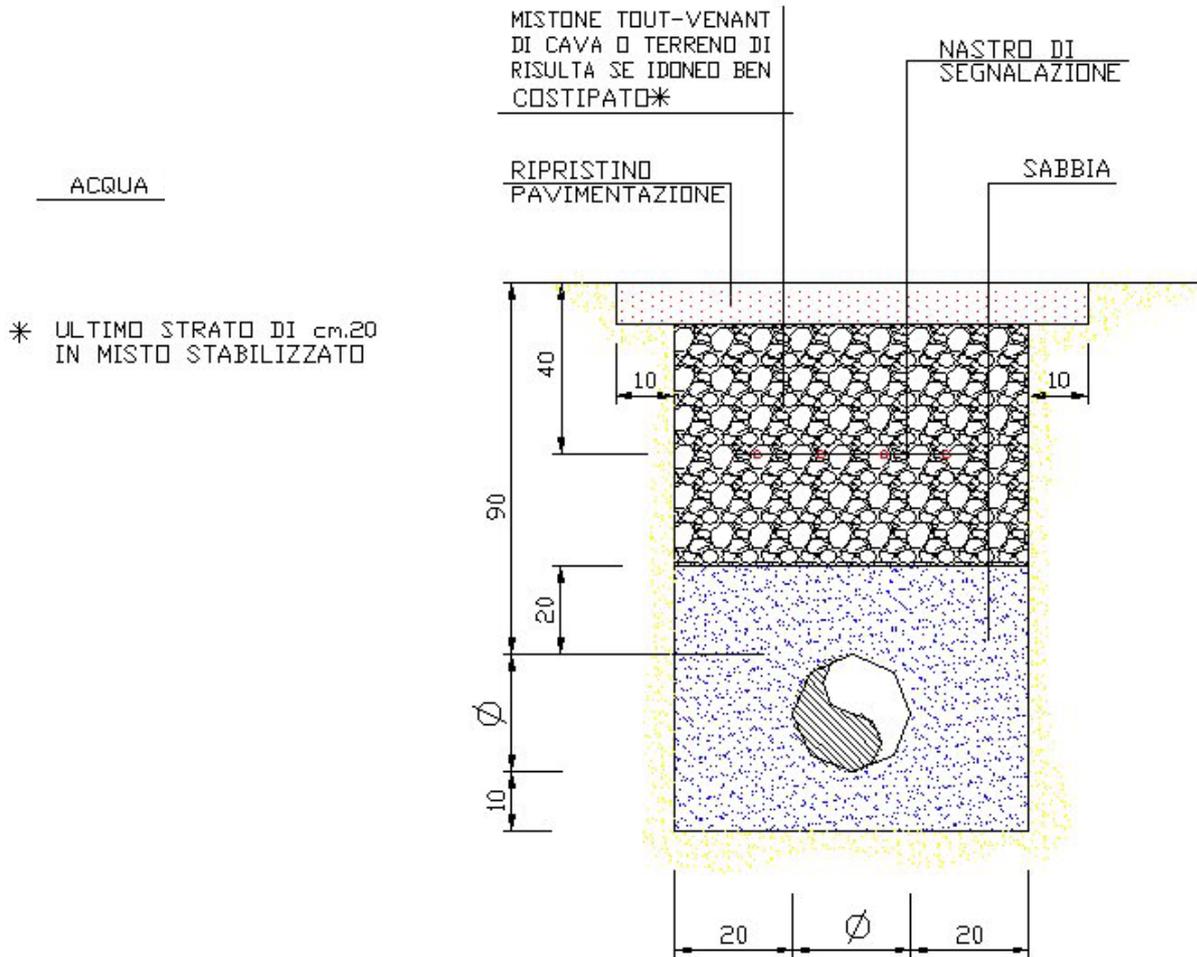


Fig.7 – Sezioni tipo per polifore.



Fig.8 – Sezioni tipo cavidotto per energia elettrica in sede stradale



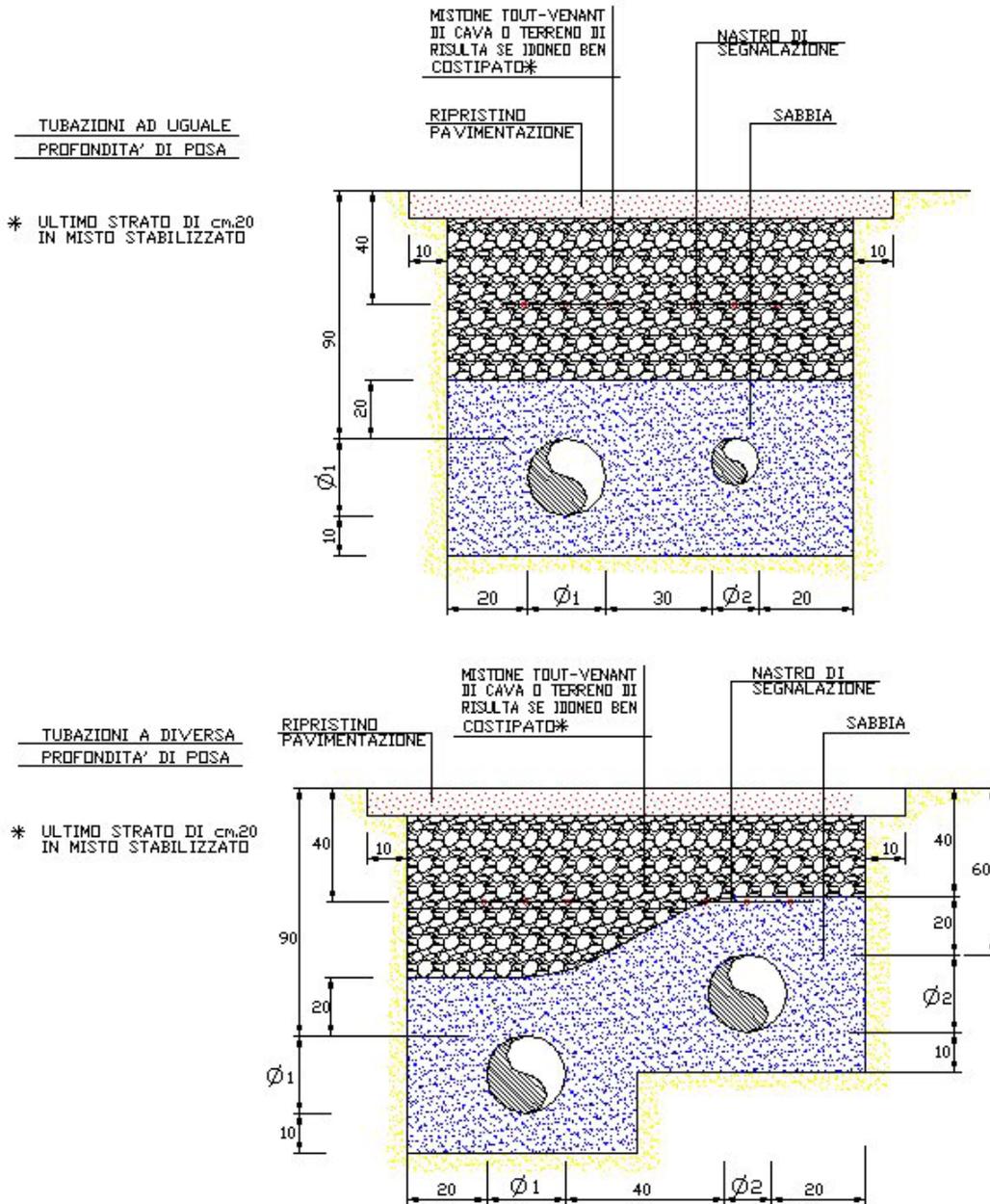


Fig.9 – Rete di Acquedotto, sezioni tipo

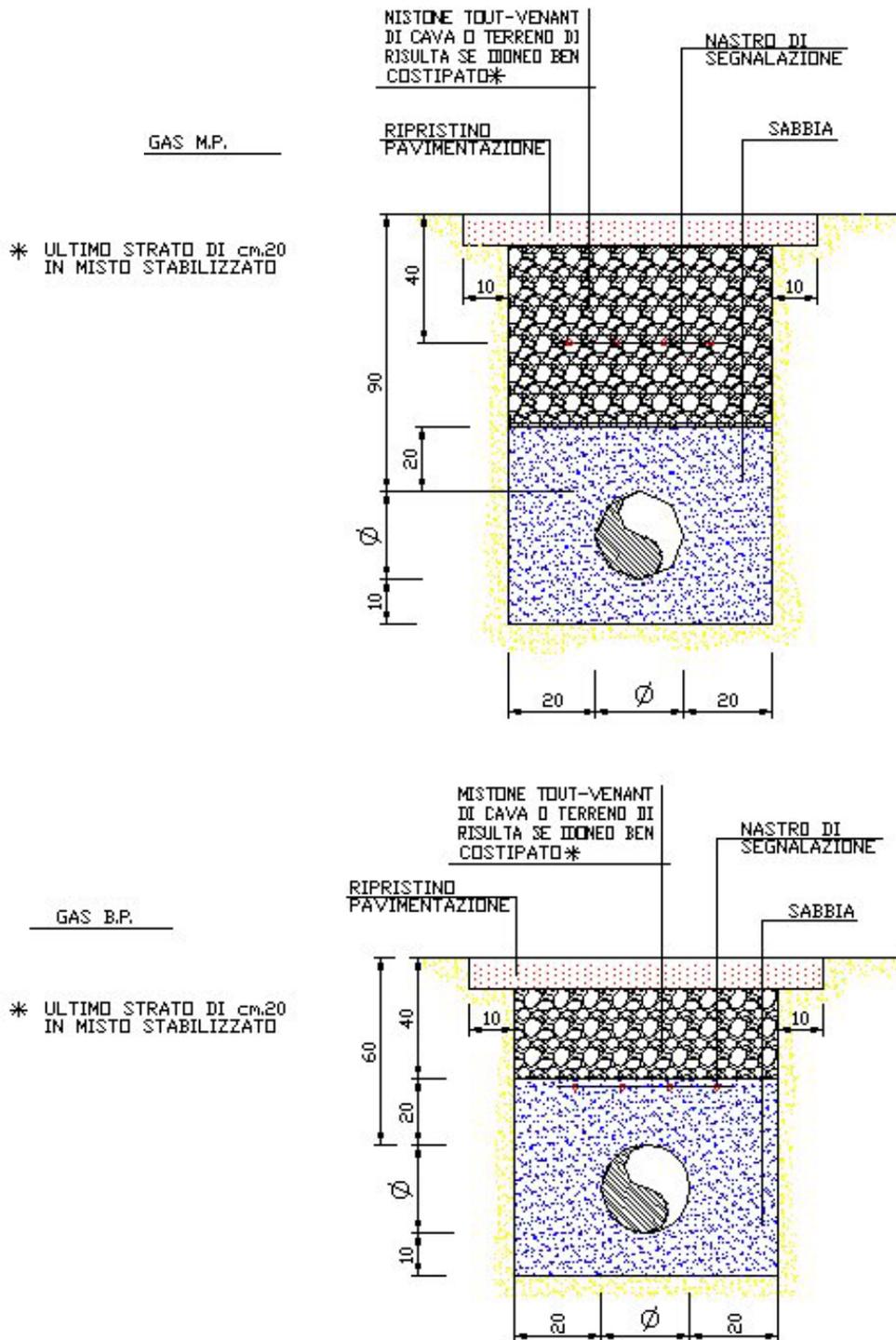


Fig.10 – Rete Gas, sezioni tipo

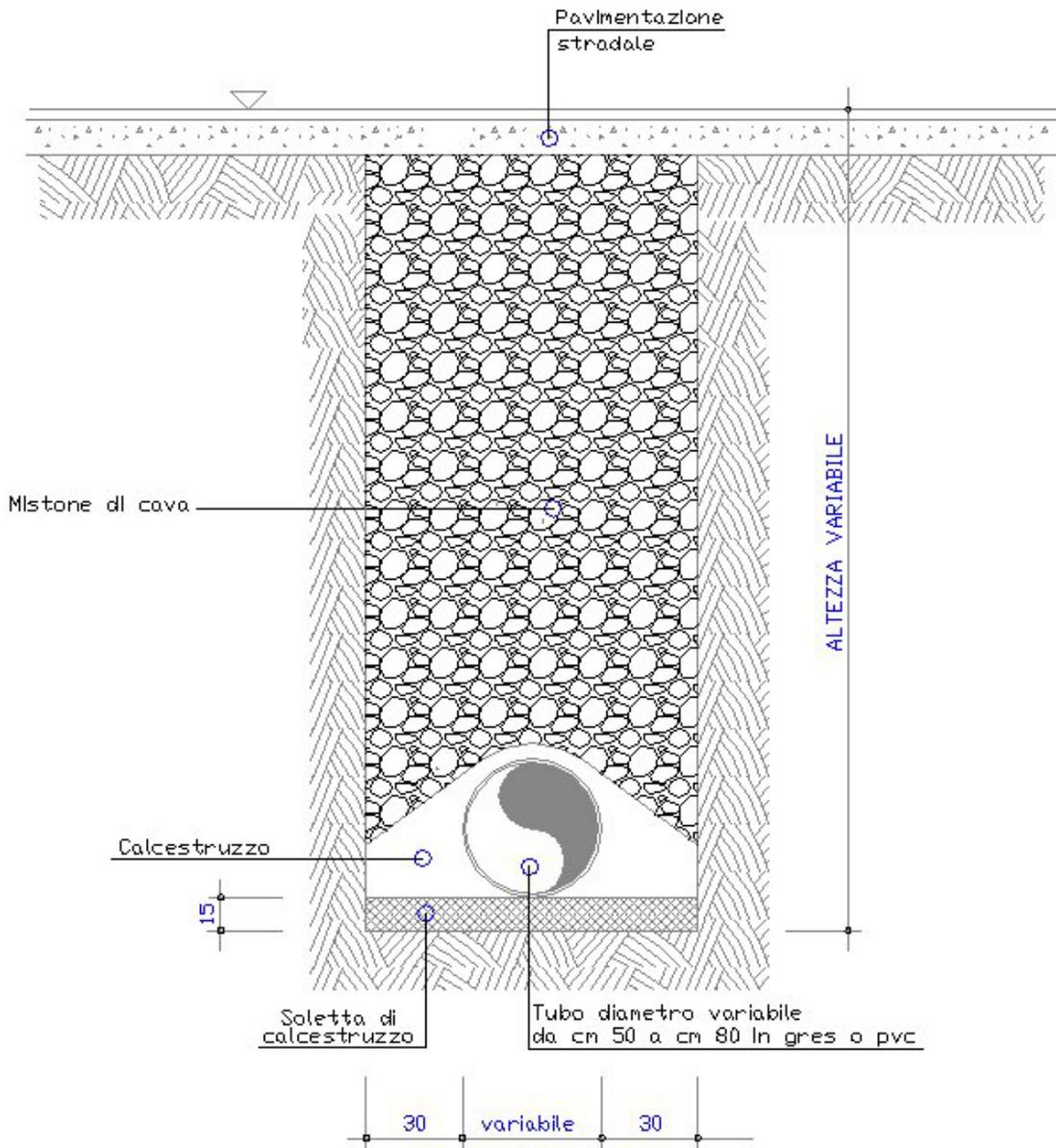


Fig.12 – Rete Fognatura, sezione tipo

### Modalità di realizzazione degli impianti

#### *In trincea*

La tecnica consiste semplicemente nel realizzare una trincea con mezzo meccanico, o in casi particolari manualmente, di dimensione opportuna per la posa dei manufatti e predisponendo gli spazi per le aree destinate, in fase di progettazione, ai pozzetti, in questa fase sono tenute in considerazione le caratteristiche del terreno per valutare le condizioni di stabilità delle sponde della trincea. Nella ricopertura sono tenuti in particolare considerazione il giusto grado di costipazione, la tipologia di strati esistenti ed di copertura stradale preesistente ed il posizionamento dei nastri segnalatori per evitare danni all'infrastruttura nelle successive opere di scavo.

Questa tecnica ha recentemente sviluppato interventi meno invasivi attraverso la realizzazione di *mini* e *microtrincee* con scavi per la sola posa di tritubi per le telecomunicazioni a profondità non superiori di 40 cm per le prime e di solo alcuni cm per le seconde (dove viene posato direttamente in cavo in fibra ottica); entrambe al di sotto del marciapiede.

Queste tecniche per quanto siano applicate largamente nelle grandi città (Roma e Milano) per la loro rapidità di esecuzione comportano dei rischi dovuti alla superficialità degli impianti e quindi al pericolo di danneggiamento degli stessi in caso di successive manutenzioni.

#### *No dig - Microtunneling*

Questo tipo di tecnologia di scavo è stata inizialmente utilizzata per il superamento delle infrastrutture lineari e dei corsi d'acqua, le sue applicazioni oggi sono sfruttate soprattutto per la posa di tubazioni nei centri abitati, per il basso impatto del metodo che genera un abbattimento elevato dei costi sociali dovuti ai lavoratori. La tecnica più comune è quella della perforazione orizzontale guidata (Directional Drilling), essa ha numerosi vantaggi come i bassi tempi di esecuzione, la riduzione dei volumi di scavo, limitato disturbo della superficie sovrastante le tubazioni, basso impatto ambientale e la capacità di raggiungere profondità elevate. La tecnica è basata nella realizzazione di uno scavo delle dimensioni opportune per poter inserire la testa del perforatore e l'apparecchiatura di spinta del tubo, quindi si decide il tipo di avanzamento e di guida da utilizzare per poter eseguire correttamente il posizionamento della tubazione ed evitare ostacoli eventualmente individuati nella fase di indagine dell'area interessata.

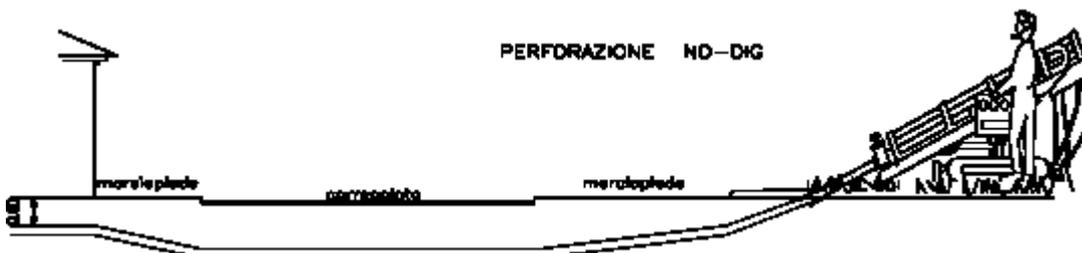


Fig. IX-1. Tecnica no-dig guidato

Tra i principali svantaggi di questa tecnica vi sono le difficoltà dovute alla posa di tubazioni di diametro rilevante gli scavi di inserimento della testa del perforatore e dell'apparecchiatura di spinta possono essere invasivi come quelli della posa in trincea, specialmente in brevi tratti d'intervento. Il secondo svantaggio rilevante è che speso in aree con molti sottoservizi presenti un utilizzo della tecnica impreciso può portare a gravi danni. Infine per alcuni sottoservizi (fognatura) solo la posa a profondità rilevanti risulta essere economicamente vantaggiosa.

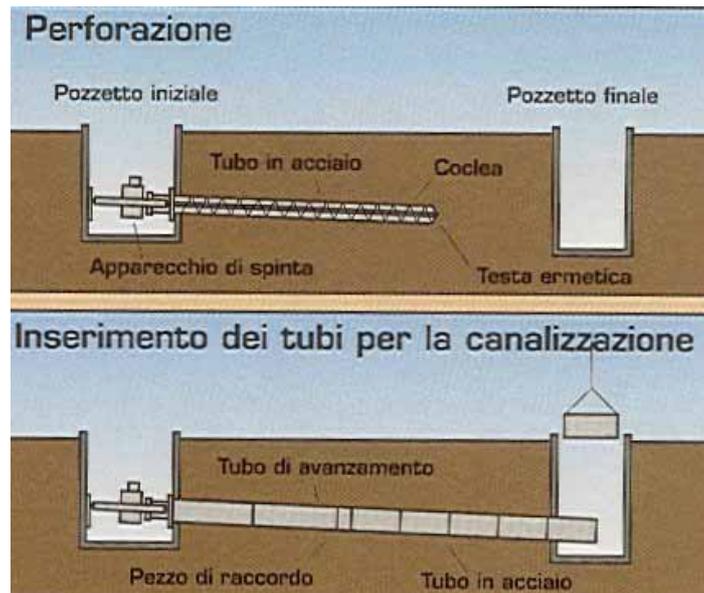


Fig.IX-2. Esempio di perforazione guidata (fonte Gress)