

**COMUNE DI  
CORNAREDO (MI)**



**Piano Urbano Generale dei  
Servizi nel Sottosuolo**

Marzo 2008



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ARTICOLAZIONE DEL PIANO.....</b>	<b>5</b>
2.1	INDICAZIONI OPERATIVE.....	6
2.1.1	<i>Analisi metodologica.....</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Elementi di piano .....</i>	<i>8</i>
2.1.3	<i>Modalità elaborative .....</i>	<i>9</i>
2.2	COMPATIBILITÀ AMBIENTALE .....	10
2.3	COSTI SOCIALI .....	13
2.4	RISCHI TERRITORIALI .....	15
2.5	INFRASTRUTTURE TECNOLOGICHE SOTTERRANEE .....	16
<b>3</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA TERRITORIALE .....</b>	<b>17</b>
3.1	FINALITÀ E METODOLOGIA .....	18
3.2	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA .....	21
3.3	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE.....	22
3.3.1	<i>Aspetti Geologici.....</i>	<i>22</i>
3.3.2	<i>Caratteristiche Idrogeologiche .....</i>	<i>22</i>
3.3.3	<i>Reticolo Idrico.....</i>	<i>23</i>
3.4	QUADRO URBANO.....	23
3.4.1	<i>Classi di superfici dell'edificato.....</i>	<i>24</i>
3.4.2	<i>Destinazione d'uso .....</i>	<i>24</i>
3.4.3	<i>Edifici residenziali.....</i>	<i>25</i>
3.4.4	<i>Edifici lavorativi.....</i>	<i>27</i>
3.4.5	<i>Edifici pubblici .....</i>	<i>28</i>
3.5	VINCOLI STRUTTURALI E DI ATTENZIONE .....	29
3.5.1	<i>Vincoli territoriali e urbanistici .....</i>	<i>29</i>
3.5.2	<i>Vincoli sismici .....</i>	<i>31</i>
<b>4</b>	<b>SISTEMA DELLA MOBILITÀ.....</b>	<b>32</b>
4.1	GEOGRAFIA DELLA RETE STRADALE .....	32
4.2	MORFOLOGIA DELLA RETE STRADALE .....	34
4.3	VALORE DELLE STRADE.....	36
<b>5</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA DELLE RETI.....</b>	<b>38</b>

5.1	ANALISI CONOSCITIVA .....	38
5.1.1	<i>I gestori dei servizi</i> .....	40
5.1.2	<i>Sistema dei sottoservizi</i> .....	44
5.1.3	<i>Verifica dati disponibili</i> .....	68
5.1.4	<i>Rilievi di campagna</i> .....	69
5.1.5	<i>Stato di efficienza delle reti</i> .....	70
5.1.6	<i>Computo metrico estimativo</i> .....	71
5.2	QUALITÀ DI EROGAZIONE DEI SERVIZI .....	72
5.2.1	<i>UtENZE Connesse alla Capacità Insediativa</i> .....	72
5.2.2	<i>Flussi, portata e traffico</i> .....	72
5.2.3	<i>Censimento disservizi e criticità</i> .....	72
5.3	PROGETTAZIONE DEI SISTEMI A RETE .....	73
5.3.1	<i>Gerarchizzazione delle reti</i> .....	73
5.3.2	<i>Categorie standard di ubicazione</i> .....	75
5.3.3	<i>Tecniche di scavo</i> .....	76
5.4	INTERVENTI OPERATIVI .....	78
5.4.1	<i>Indagini Dirette e indirette</i> .....	78
5.4.2	<i>Analisi rischio</i> .....	80
5.4.3	<i>Barriere architettoniche</i> .....	80
5.4.4	<i>Indirizzi costruttivi</i> .....	81
5.4.5	<i>Organizzazione dei cantieri</i> .....	83
5.5	ESIGENZA DI ADEGUAMENTO DEI SISTEMI .....	84
<b>6</b>	<b>PIANO DELL'INFRASTRUTTURAZIONE .....</b>	<b>85</b>
6.1	INDIRIZZI GENERALI .....	85
6.2	ELEMENTI DI PRIORITÀ .....	87
6.3	CRITERI DI SCELTA .....	89
6.4	MODALITÀ DI PIANIFICAZIONE .....	89
6.5	FASE DI PIANIFICAZIONE.....	91
6.5.1	<i>L'incrocio</i> .....	91
6.5.2	<i>Le strade</i> .....	92
6.5.3	<i>Classi di Fattibilità Territoriale</i> .....	93
	Criteri di valutazione.....	93
	Classificazione per aree.....	94
	Priorità di intervento .....	95
6.6	INFRASTRUTTURAZIONE .....	98

<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>100</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>101</b>

**ALLEGATI: CARTOGRAFIA**

Tav. 1 – Inquadramento geoterritoriale

Tav. 2 – Analisi urbanistiche

Tav. 3 – Vincoli territoriali e urbanistici

Tav. 4 – Sistema della mobilità

Tav. 5 – Carta dell'infrastrutturazione del sottosuolo stradale

Tav. 6 – Rete della fognatura

## **1 PREMESSA**

Il Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo (PUGSS) è lo strumento di pianificazione del sottosuolo previsto dalla Direttiva della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 3/3/99, dalla Legge Regionale Lombardia n. 26, titolo IV, approvata il 12/12/2003 e dal Regolamento Regionale n. 3/05.

L'Amministrazione comunale, sulla base di queste disposizioni, ha predisposto il PUGSS come strumento di governo e di gestione del sottosuolo.

La Legge Urbanistica della Regione Lombardia n. 12/05, nell'indicare l'elaborazione del Piano di Governo del Territorio (PGT), prevede all'articolo 9 l'elaborazione del "Piano dei Servizi".

Il citato articolo al comma 8 stabilisce che il Piano dei Servizi è integrato, per quanto riguarda l'infrastrutturazione del sottosuolo, con le disposizioni del Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo (PUGSS), di cui all'articolo 38 della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche).

Seguendo queste disposizioni l'Amministrazione Comunale ha attivato un processo di pianificazione che ha portato ad elaborare la proposta di P.U.G.S.S.

Il lavoro a carattere interdisciplinare consta della relazione tecnica e della cartografia tematica (6 carte), secondo le disposizioni regionali.

Il team tecnico è composto dal Dott. Nino Bosco e dall'Ing. Andrea Maconi.

## 2 ARTICOLAZIONE DEL PIANO

Le disposizioni contenute nel Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo sono volte all'organizzazione, alla gestione razionale del sottosuolo stradale e dei servizi presenti nel sottosuolo.

La progressiva liberalizzazione dei servizi a rete, la crescita delle telecomunicazioni, le maggiori richieste di uso del sottosuolo e la diffusa presenza di reti impongono che l'Amministrazione Comunale attivi una fase di governo del sottosuolo stradale nell'ambito urbano, sia come area potenziale di sviluppo rispetto al soprassuolo sia per l'infrastrutturazione della città.

Il piano punta alla gestione del sottosuolo stradale come strumento speculare rispetto alla pianificazione di superficie.

Il Piano del Sottosuolo dovrà essere costantemente implementato da diverse attività conoscitive ed operative che permettano di farne uno strumento di governo al servizio e come supporto del soprassuolo.

Il Comune, non appena definito il piano generale di uso del sottosuolo, dovrà operare su diversi livelli per:

- Dotare nel tempo il territorio comunale di un sistema di infrastrutture in grado di collocare in modo ordinato i diversi servizi con facile accesso per la gestione e la manutenzione dei sottosistemi. Tale struttura dovrà permettere di realizzare economie di scala a medio e lungo termine, offrire un servizio efficiente, riducendo i disservizi, assicurare sistemi di prevenzione e di segnalazione automatica, nonché permettere la posa di nuovi sottosistemi.
- Conseguire un quadro conoscitivo dei sottosistemi presenti secondo gli standard fissati dalla Regione Lombardia. Tale quadro dovrà essere dotato di informazioni sulle caratteristiche tecniche delle reti, sulla tipologia dei servizi forniti e sull'ubicazione spaziale delle reti.
- Ridurre, in base ad una programmazione, le operazioni di scavo per interventi sulle reti con conseguente smantellamento e ripristino delle sedi stradali. In tal modo si punta a limitare i costi sociali ed economici, evitando la congestione del traffico veicolare e pedonale delle strade e dei marciapiedi.
- Promuovere le modalità di posa che favoriscano le tecniche senza scavo (No - Dig) e gli usi plurimi di allocazione dei sistemi.

Questo processo di gestione del territorio dovrà partire dai sottoservizi a rete ed estendersi nel tempo all'insieme delle funzioni presenti nel sottosuolo urbano.

Il piano del sottosuolo punta ad un miglioramento qualitativo e quantitativo dei servizi offerti alla città, un utilizzo più organico del sottosuolo stradale e minori costi sociali per la collettività.

## **2.1 Indicazioni operative**

Il Comune, nel rispetto delle indicazioni della normativa vigente, ha deciso di procedere alla pianificazione ed alla riorganizzazione del sottosuolo urbano e alla conoscenza dei sottoservizi presenti.

Questa azione passa anche attraverso l'analisi della tipologia tecnologica e dell'ubicazione fisica dei vari servizi presenti nel sottosuolo stradale.

In quest'opera due azioni rappresentano gli elementi di base su cui costruire una nuova fase della gestione del sottosuolo pubblico urbano nell'ambito stradale:

- l'approvazione del regolamento per gestire gli interventi relativi al sottosuolo;
- l'attivazione dell'ufficio del sottosuolo.

Questi due elementi permetteranno al Comune di fornire ai soggetti interessati (enti e gestori), un quadro normativo di riferimento da seguire per la gestione e per l'uso del sottosuolo ed un coordinamento dei loro interventi nel breve e nel lungo periodo.

Questo processo permetterà di definire programmi di sviluppo del sottosuolo in sintonia con le scelte urbanistiche ed i piani industriali dei gestori.

La gestione ed il coordinamento degli interventi nel sottosuolo stradale prevedono, come condizione imprescindibile, che il comune abbia una reale conoscenza del sistema delle reti ubicate e delle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo.

La conoscenza delle caratteristiche del sottosuolo e del sistema delle reti dovrà portare ad una riorganizzazione dei sottosistemi a rete in infrastrutture tecnologiche sotterranee che ingloberanno parte o l'insieme dei sistemi a rete assicurandone un'elevata qualità tecnologica ed efficienza gestionale.

### **2.1.1 Analisi metodologica**

Le considerazioni principali su cui è stato impostato il lavoro di analisi, finalizzato alla predisposizione del piano, sono le seguenti:

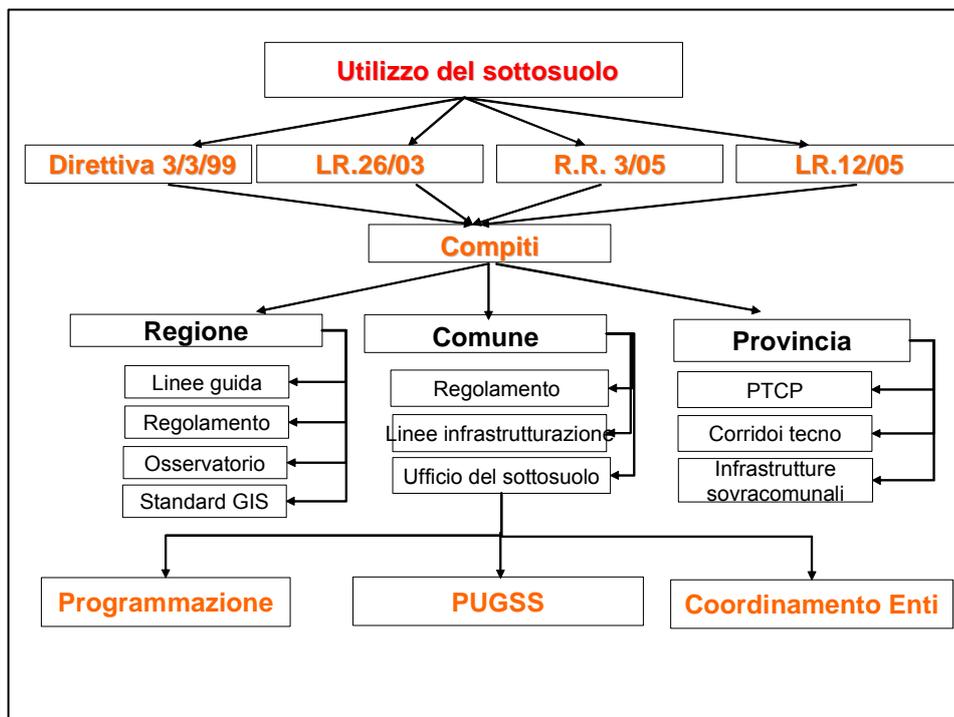
- 1) Il sottosuolo urbano stradale è considerato una dotazione pubblica ed un'opportunità al servizio delle necessità della collettività comunale.  
Va utilizzato ed opportunamente gestito a favore dello sviluppo urbano e di un migliore uso dei servizi offerti alla vita economico – sociale della città.  
Il sottosuolo stradale è un bene pubblico limitato arealmente ed è condizionato dagli aspetti idrogeologici e geotecnici dei suoli.  
Le attività autorizzative nel territorio stradale superficiale e sotterraneo dovranno essere guidate dalle norme tecnico – amministrative presenti nel regolamento del sottosuolo.
- 2) La ricognizione degli aspetti territoriali ed urbanistici presenti e la conoscenza quantitativa dei sistemi a rete dovranno essere costantemente aggiornate con un lavoro di dettaglio e di georeferenziazione, seguendo gli standard preparati dalla Regione Lombardia.  
I dati di gestione e di funzionamento delle reti nel territorio dovranno essere forniti al Comune ed aggiornati dai gestori in modo da poter implementare il SIT (Sistema Informativo Territoriale) comunale e la banca dati dei servizi alla città.
- 3) Il piano, nel guidare il processo di infrastrutturazione e di uso del sottosuolo, dovrà essere coordinato con le attività di trasformazione e di miglioramento urbano in stretto collegamento con il Piano dei Servizi che costituisce parte integrante del Piano di Governo del Territorio.

Il Piano è stato sviluppato con un ordine pianificatorio per soddisfare alle varie esigenze cittadine (abitativo, lavorativo e attività pubbliche) e rispondere alle caratteristiche territoriali presenti in una logica di uso sostenibile e di prevenzione dei rischi naturali.

La pianificazione del sottosuolo dovrà apportare elementi di valorizzazione infrastrutturale ed ambientale, affermando logiche di innovazione, di vivibilità e di qualità della vita urbana.

L'approccio verso il sottosuolo come risorsa pubblica dovrà determinare introiti economici per il Comune sia per estendere progressivamente le infrastrutture sia per tenere in efficienza il sistema a rete attualmente utilizzato dai gestori.

Lo schema metodologico delle attività svolte e da svolgere in base alle normative introdotte dal 1999 fino alla nuova Legge Regionale Urbanistica del 2005 è sintetizzato in Figura.



Schema metodologico delle attività svolte e da svolgere in base alle normative introdotte dal 1999 (Direttiva Micheli) fino alla nuova Legge Regionale Urbanistica del 2005.

### 2.1.2 Elementi di piano

Il piano è impostato seguendo lo schema strategico indicato nelle linee guida regionali (RR 03/05).

La prima fase, propedeutica a qualsiasi indirizzo, è la fase conoscitiva dei fattori strutturali presenti nel territorio urbano.

I fattori che sono stati considerati sono:

- gli elementi geo – territoriali;
- gli aspetti urbanistici con i vincoli;
- il sistema delle strade urbane ;
- la realtà dei sottoservizi a rete.

La loro conoscenza, in questa fase, si rifà alle elaborazioni di settore sviluppate a supporto del PGT e ai dati tecnico – informatici messi a disposizione dal Comune.

I documenti che sono stati utilizzati riguardano la componente geologica, l'individuazione del reticolo idrico, le analisi urbanistiche e gli studi territoriali e sulle reti tecnologiche.

Questi dati sono stati forniti dagli uffici comunali, dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia e dal sito della provincia di Milano.

La lettura e l'elaborazione di questi fattori ha permesso di evidenziare il quadro territoriale, il grado di infrastrutturazione e gli interventi effettuati nel sottosuolo.

Il piano dei sottoservizi nella sua attuazione dovrà rispondere alle esigenze di sviluppo sostenibile, alle indicazioni di legge e dovrà riuscire a migliorare il rapporto uso del sottosuolo ed attività sociali presenti in città e sulle strade.

Il piano indica il processo tecnico e temporale per dotare il territorio comunale di infrastrutture che:

- garantiscano la regolarità, la continuità e la qualità nell'erogazione dei servizi, in condizioni di uguaglianza nella fruibilità di strutture pubbliche al servizio della città gestite da operatori di settore specializzati;
- riducano i costi sociali (congestione del traffico, problemi per i pedoni, rumori ed intralci) che subiscono i cittadini per le continue manomissioni delle strade a causa del mancato coordinamento degli interventi;
- salvaguardino l'ambiente, in termini di difesa del suolo, di inquinamento del sottosuolo e dei corpi idrici sotterranei, di tutela paesaggistica ed architettonica.

### **2.1.3 Modalità elaborative**

Il piano del sottosuolo (PUGSS), in base alle disposizioni normative, è lo strumento generale di pianificazione e gestione del suolo e sottosuolo stradale e urbano in relazione agli indirizzi previsti dal Piano di Governo del Territorio (PGT) ed è parte integrante del Piano dei Servizi, come previsto dalla nuova Legge Regionale n. 12 del 2005.

Le previsioni di piano devono quindi essere commisurate alle esigenze di servizi di prima utilità richieste dall'utenza cittadina e rispondere ai criteri di sviluppo comunale e sovracomunale.

In relazione a quanto sopra accennato, il PUGSS si va a configurare come uno strumento speculare al PGT, ovvero uno strumento di organizzazione ed urbanizzazione del sottosuolo, che viene infrastrutturato per l'alloggiamento dei servizi a rete in connessione dove sarà possibile con strutture ed infrastrutture urbane che non trovano più spazio al di sopra delle strade (garage, punti di stoccaggio, metropolitane, ferrovie, punti di vendita o espositivi etc.).

In tale ottica va tenuto in grande considerazione il fatto che il sottosuolo stradale è fortemente condizionato dalla sua composizione geolitologica, dalla permeabilità del terreno, dalla presenza della falda idrica e dalla situazione idraulica.

La diffusa presenza di sottoservizi, che si dispiegano nelle maglie stradali, evidenzia la necessità di attivare una gestione razionale dei diversi sistemi in una infrastruttura innovativa e con sistemi gestionali tecnologicamente avanzati.

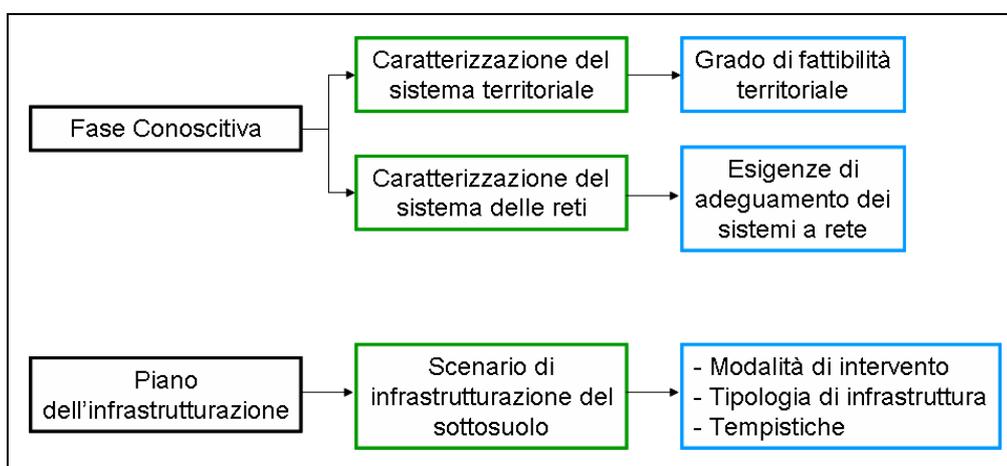
I disservizi diffusi, che richiedono interventi di vario tipo nell'arco dell'anno, sono un chiaro segnale di un sistema che va migliorato e profondamente rivisitato.

L'approccio, volto al miglioramento, comporta un impegno economico che la collettività urbana dovrà sostenere per raggiungere gli standard di innovazione, di sicurezza e di qualità previsti a livello europeo.

Il P.U.G.S.S. è stato elaborato seguendo la struttura proposta dalla nuova legge regionale per il Piano di Governo del Territorio, adattandola alle esigenze del sottosuolo come prescrivono la L.R. 26/2003 ed il Regolamento Regionale n. 3 del febbraio 2005.

Il Piano, come descritto dallo schema riportato in Figura, si compone di due elaborati principali:

- Il Documento di piano;
- Il Piano di Infrastrutturazione.



Elaborati principali del Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo (PUGSS).

## 2.2 Compatibilità ambientale

La pianificazione degli interventi sul suolo e sul sottosuolo stradale e urbano deve contemplare la salvaguardia dei sistemi territoriali, con particolare riferimento a:

- difesa del suolo;
- inquinamento del sottosuolo e dei corpi idrici sotterranei;

- emergenze ambientali, paesaggistiche ed architettoniche, in conformità agli indirizzi dei diversi livelli di pianificazione e di tutela del territorio.

La prevenzione, in tal senso, va perseguita sia in fase di alloggiamento dei sistemi sia nella gestione dei diversi servizi.

Per le nuove infrastrutturazioni è necessario adottare la procedura di VIA qualora vengano coinvolti in modo importante i sistemi urbani e territoriali presenti, in particolare per quanto concerne gli aspetti di compromissione delle falde idriche, di dissesto territoriale, di inquinamento atmosferico ed acustico.

La prevenzione e il contenimento dei processi di degrado deve essere seguita sempre, come prassi di base, per raggiungere standard di qualità sempre più alti nel rispetto delle normative vigenti.

Il sottosuolo urbano, nell'ambito della rete stradale, è diffusamente occupato da un sistema di sottoservizi che svolge un servizio indispensabile alla vita cittadina.

La posa dei diversi sistemi nel tempo ha seguito la crescita del comune ed è stata realizzata con logiche differenti, in base alle esigenze tecnologiche dei diversi gestori.

La diffusione e la diramazione delle reti hanno risposto alle esigenze degli insediamenti urbani o produttivi che nel tempo si sono espresse a livello comunale.

È mancata quindi un'azione di pianificazione generale sia del singolo servizio ed ancor meno dell'insieme dei servizi.

Questo processo ha portato a realizzare uno sviluppo delle reti con maglie che corrono nelle strade urbane con caratteristiche e funzioni differenti.

L'Amministrazione Comunale attualmente conosce in modo parziale l'ubicazione topografica, lo stato di qualità dei sistemi alloggiati nel sottosuolo, il loro grado di efficienza ed i piani di manutenzione e di sviluppo definiti dai gestori.

A tal proposito, le disposizioni di legge richiedono un'azione da parte del Comune affinché fornisca una conoscenza completa dei sistemi e assicuri il rispetto di tutte le misure di sicurezza e di affidabilità dei servizi per prevenire rischi, pericoli e collassi del sistema.

Un altro segnale, che spinge alla verifica dei sistemi ed in molti casi al loro significativo rinnovamento, è dato dai ripetuti interventi di manutenzione che devono essere effettuati da ogni singolo gestore e che globalmente interessano l'intero suolo urbanizzato e che denotano una diffusa vecchiaia dei sistemi a rete presenti.

L'obiettivo del lavoro di riordino e di gestione del sottosuolo è quello di offrire in tempi brevi alla città un sistema efficiente, facilmente controllabile ed affidabile nel funzionamento.

Tutto ciò può essere attuato se il sistema di infrastrutturazione risponde ai criteri di efficienza, efficacia ed economicità rispetto ai servizi richiesti e alla qualità ambientale attesa.

- **Efficienza**

L'efficienza va intesa come la "capacità di garantire la razionale utilizzazione del sottosuolo e dei servizi presenti". L'obiettivo è il raggiungimento di una situazione di "ottimalità produttiva", da intendersi sia come massimizzazione del servizio fornito date le risorse disponibili, cioè "efficienza tecnologica", sia come scelta della combinazione produttiva tecnologicamente più efficiente, ossia "efficienza gestionale".

- **Efficacia**

L'efficacia è definita come la "capacità di garantire la qualità del servizio in accordo con la domanda delle aree urbane servite e le esigenze della tutela ambientale". Rappresenta una misura del soddisfacimento del bisogno ed è legata alla qualità del servizio reso alla collettività. Tra gli elementi di giudizio dell'efficacia ci sono la continuità del servizio, la rapidità d'intervento in caso di guasti, mentre in termini ambientali si deve considerare il contenimento di perdite con eventuale grado di contaminazione e di sprechi di risorse idriche o elettriche.

- **Economicità**

L'economicità indica una misura della redditività della gestione del servizio. Uno dei maggiori problemi da affrontare riguarda l'adeguamento delle tariffe alle caratteristiche operative del servizio, in particolare al suo costo effettivo di produzione. Data la forte correlazione tra la redditività della gestione aziendale (e quindi dell'economicità), la formazione della tariffa e gli investimenti in infrastrutture, si deve tendere a raggiungere l'obiettivo di massimizzare l'economicità dei servizi erogati, attraverso l'attivazione di significative economie di scala che tendono ad abbattere i disservizi e gli sprechi.

### 2.3 Costi sociali

Un obiettivo del piano è quello di ridurre i costi sociali per la cittadinanza e per le attività economiche presenti.

I costi sociali si evidenziano principalmente nella fase di cantierizzazione a livello di disagi diffusi alla città, negli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria ripetuti e scoordinati tra i gestori e negli allacciamenti degli utenti alle reti.

Il piano, sia come impostazione generale sia a livello attuativo, persegue l'obiettivo di limitare i fastidi alla città e di prevenire le situazioni di pericolo offrendo servizi al massimo livello.

Lo sforzo di analisi nella fase di realizzazione deve tendere ad inserire, in modo fisiologico e sostenibile, il cantiere nel comune, nel quartiere e nella strada, contenendo al massimo i disturbi e le diseconomie.

I costi sociali e marginali sono:

- per la città: i disagi arrecati ai residenti ed agli operatori economici immediatamente influenzati dall'area dei lavori per:
  - l'inquinamento acustico ed atmosferico (fumi, polveri);
  - la presenza dei mezzi di cantiere;
  - la movimentazione e il parcheggio dei mezzi di supporto, che ingombrano ed affollano l'area.

In molti casi possono essere causati danni alle mura delle case e alle strutture urbane (porte, vetrate, inferriate). In altri casi il cantiere può creare danni al sistema del verde e nei casi peggiori determinare impatti sul paesaggio e sulla morfologia dei suoli attraverso scavi e ripristini non realizzati nel rispetto delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e paesaggistiche.

- per la viabilità: i disturbi arrecati alla circolazione dei pedoni, del traffico veicolare e dei mezzi di trasporto pubblico che, a causa dei lavori, vengono rallentati con conseguenze sui consumi energetici, sull'aumento di emissioni degli scarichi veicolari e le perdite di tempo connesse alla congestione veicolare.

Questi fattori di disagio e di diseconomia non sono computati negli oneri economici relativi a queste opere e sono scaricati sulla città ed i suoi abitanti.



L'intervento nella strada sulle reti viene considerato alla stregua di un'azione di emergenza necessaria per il quartiere e per la città.

È un approccio vecchio ed oneroso che va rivisto, sviluppando studi sulle modalità di cantierizzazione, sui tempi di esecuzione delle opere e delle interruzioni e sui costi arrecati alla collettività. Questi fattori vanno valutati e studiati, ricercando soluzioni per limitare al massimo le diseconomie e soprattutto contabilizzati nei costi dell'opera.

I costi sociali a carico della collettività, che necessitano di una stima economica, non essendo monetizzati, sono:

- rallentamento del traffico veicolare;
- inquinamento atmosferico;
- inquinamento acustico;
- problemi alle attività di scarico-carico merci;
- problemi alla pedonalità;
- incremento dell'incidentalità;
- interruzione dei servizi soggetti ad intervento;
- usura dei mezzi di trasporto per dissesti stradali.

Inoltre sarebbe necessario uno specifico studio per calcolare i costi economici che l'Amministrazione Comunale sopporta per la riduzione delle entrate dalle attività che non possono coesistere con la presenza di cantieri stradali.

Tali costi sono dovuti a:

- mancata occupazione dei parcheggi pubblici a pagamento nelle strade e nelle piazze;
- mancate occupazioni permanenti di suolo pubblico per attività di vario genere (es.: bar, esposizione, ecc...);
- mancate occupazioni temporanee di suolo pubblico (mercati ed ambulanti in genere);
- impiego di maggiore personale della Vigilanza Pubblica nell'area interessata dai lavori;
- impiego di Tecnici Comunali per le attività di controllo e di supervisione;
- degrado del manto stradale, dei marciapiedi e del verde urbano e necessità di rifacimenti parziali o totali.

## 2.4 Rischi territoriali

Il piano del sottosuolo nella sua elaborazione ha valutato i diversi rischi cui l'infrastruttura e le reti dei servizi alloggiati nel sottosuolo stradale possono andare incontro.

I rischi derivano dalle incidenze geologiche, idrogeologiche e sismiche che possono determinarsi nel territorio a causa della situazione strutturale presente.

Il rischio sismico, dato un evento sismico di caratteristiche prefissate, è dipendente dall'estensione e dalla tipologia della zona interessata dall'evento, dal valore dei beni esposti e dalla pericolosità sismica (Pubblicazioni G.N.D. Terremoti del CNR).

Un terremoto sufficientemente forte produce tre tipi d'effetti principali:

- sul suolo;
- sugli edifici;
- sulle persone.

Per un sistema urbano il rischio (R) può essere descritto simbolicamente dalla relazione:

$$R = Pr (PI \times Eu \times Vs )$$

Pr – pericolosità di riferimento – definisce l'entità massima dei terremoti ipotizzabili per una determinata area in un determinato intervallo di tempo. Questo fattore è indipendente dalla presenza di manufatti o persone e non può essere in alcun modo modificato dall'intervento umano, essendo esclusivamente correlato alle caratteristiche sismogenetiche dell'area interessata. Costituisce l'input energetico in base al quale commisurare gli effetti generabili da un evento sismico.

PI - pericolosità locale – rappresenta la modificazione indotta da condizioni geologiche particolari e dalla morfologia del suolo all'intensità con cui le onde sismiche si manifestano in superficie.

Eu – esposizione urbana – descrive tutto quanto esiste ed insiste su di un determinato territorio: dalla consistenza della popolazione, al complesso del patrimonio edilizio - infrastrutturale e delle attività sociali ed economiche.

Vs – vulnerabilità del sistema urbano – è riferita alla capacità strutturale che l'intero sistema urbano o parte di esso ha nel resistere agli effetti di un terremoto di data intensità.

Ci si può rendere conto immediatamente che si tratta di argomenti assai diversi, che implicano competenze disciplinari ben distinte: geologia e sismologia applicata per la pericolosità; ingegneria e urbanistica per la vulnerabilità e l'esposizione.

Il GNDDT, a livello nazionale, pur nella visione unitaria riferita agli obiettivi preposti, ha affidato a distinte linee di ricerca il compito di studiare tali argomenti. Sono così state

messe a punto metodologie che consentono di definire i parametri che concorrono a determinare il rischio sismico.

Il comune in base all'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/03, viene considerato tra i comuni che presentano rischio sismico basso (zona 4).

## 2.5 Infrastrutture tecnologiche sotterranee

Le infrastrutture tecnologiche sotterranee sono le gallerie ed i cunicoli tecnologici utilizzabili per il passaggio dei sistemi a rete previsti dalla normativa di settore.

La legge regionale 26/03 all'art. 34 definisce l'infrastruttura come il manufatto sotterraneo, conforme alle norme tecniche UNI-CEI, atto a raccogliere, al proprio interno, tutti i servizi a rete compatibili in condizioni di sicurezza e tali da assicurare il tempestivo libero accesso per gli interventi legati alla continuità del servizio.

Il cunicolo tecnologico permette la posa dell'insieme dei sottoservizi in una struttura facilmente accessibile, ampliabile con nuovi sistemi e controllabile con videoispezioni.

Tale sistema offre la possibilità di rinnovare le reti, di espanderle, di assicurare una manutenzione agile ed un pronto intervento tempestivo.

I cunicoli tecnologici possono essere realizzati con differenti tipologie di infrastrutture e differenti dimensioni.

Un esempio di strada infrastrutturata con cunicolo tecnologico è mostrata in Figura.



Esempio di strada infrastrutturata con cunicolo tecnologico.

### 3 CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA TERRITORIALE

Il documento di piano, costituisce la fase preliminare di conoscenza della realtà cittadina, momento in cui si vanno ad individuare i campi di indagine e di intervento che formano l'oggetto stesso del piano e permetteranno di delineare gli scenari di sviluppo dell'infrastrutturazione sotterranea con strutture sotterranee polifunzionali (gallerie e cunicoli tecnologici) ed i possibili utilizzi dell'area demaniale del sottosuolo stradale.

È quindi la base di lavoro necessaria per impostare la strategia di infrastrutturazione nella fase di Piano.

Il documento di piano si articola in due momenti distinti, che offrono la possibilità di valutare le potenzialità e le necessità del soprasuolo, del sottosuolo e le loro reciproche interazioni ed interferenze, ovvero:

- la caratterizzazione del sistema territoriale;
- la caratterizzazione del sistema dei servizi a rete.

Entrambi i momenti mirano a fornire una visione dello stato di fatto della realtà urbana complessiva, attraverso una ricognizione dello stato attuale, una valutazione dei fabbisogni della città in termini di offerta di servizi e del relativo soddisfacimento, della previsione di sviluppo urbanistico a carattere comunale e sovracomunale.

La caratterizzazione territoriale, in base a quanto previsto dalla tabella 1 del R.R. n. 3 del 2005, analizza i seguenti aspetti:

- situazione geoterritoriale che va a focalizzare i caratteri strutturali, i rischi e le prescrizioni tecniche nell'uso del sottosuolo;
- quadro urbano, che individua gli elementi che caratterizzano la città come composizione sociale, produttiva, commerciale ed a livello di dotazione di servizi, attrezzature pubbliche;
- classificazione di vincoli per effetto sul sottosuolo, che definisce le limitazioni ed i fattori di attenzione da considerare nella definizione dell'infrastrutturazione sotterranea;
- sistema stradale, relativamente al suo sviluppo, ai rapporti gerarchici con il territorio urbano ed extraurbano, all'utilizzo ed alle situazioni di criticità presenti.

La caratterizzazione territoriale ha come sintesi la definizione delle aree in cui l'infrastrutturazione del sottosuolo è possibile ed agevole dal punto di vista tecnico - realizzativo e necessaria dal punto di vista del carico insediativo residenziale, produttivo e lavorativo in genere e dal punto di vista sociale.

Questa analisi evidenzia la possibilità di operare interventi nel sottosuolo stradale e le limitazioni territoriali ed urbane da considerare in fase progettuale, per un corretto inserimento ambientale del sistema di infrastrutturazione.

La seconda fase del documento di piano è data dalla caratterizzazione dei sistemi a rete che, in base alla tabella 2 del R.R. n. 3 del 2005, affronta il tema della realtà dei servizi presenti nel territorio comunale ed i relativi gestori.

L'analisi congiunta delle componenti investigate e delle problematiche emerse definisce i livelli di fattibilità territoriale rispetto alle esigenze di adeguamento dei sistemi tecnologici nel sottosuolo a livello comunale e permette di definire le linee di piano.

### **3.1 Finalità e metodologia**

La caratterizzazione territoriale valuta la realtà urbana strutturata ed infrastrutturata ed il contesto territoriale presente.

L'analisi punta ad ottenere una visione completa degli elementi costituenti il suolo ed il sottosuolo relativamente a:

- il territorio comunale nella conformazione geomorfologia, idrogeologica ed urbanistica, per poter delineare la situazione strutturale del sottosuolo stradale e le situazioni insediative presenti e future;
- la rete stradale analizzata nella sua gerarchia e nelle sue funzioni di collegamento comunale e sovracomunale con ricostruzione dello sviluppo nel tempo.

L'analisi dei diversi fattori permette di fornire un'informazione articolata di tutti gli elementi che vanno considerati nella progettazione dell'infrastruttura polifunzionale che potrà essere realizzata nel tempo.

L'elaborazione dei diversi elementi analizzati ha permesso di delineare i caratteri salienti del territorio.

I tematismi trattati nell'ambito della caratterizzazione territoriale sono:

- a) Situazione geoterritoriale;
- b) Quadro urbano;
- c) Vincoli strutturali e di attenzione per effetti sul sottosuolo;
- d) Sistema stradale urbano.

#### Situazione geoterritoriale

L'analisi degli elementi territoriali individua gli elementi geostrutturali che caratterizzano l'area di studio e agevolano o complicano la fattibilità realizzativa e la potenzialità per l'urbanizzazione del sottosuolo.

In fase di progetto è necessaria una conoscenza di dettaglio del sottosuolo a livello:

- idrogeologico, individuando le caratteristiche della permeabilità e della trasmissività nell'area comunale e la rete fluviale con la gerarchia del sistema.
- geotecnico, con descrizione delle caratteristiche di portanza del terreno
- sismico, con l'individuazione del rischio come definito dall'ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003 sulla base degli studi effettuati a livello nazionale e regionale.

#### Quadro urbano

Il quadro urbano analizza le destinazioni d'uso delle aree insediate con la presenza di attività lavorative, di servizi di carattere pubblico e di nuclei insediativi.

La lettura degli elementi insediativi e dei suoi processi evolutivi deve portare a determinare il grado di complessità e di necessità di ogni area del territorio urbano in modo da valutare, attraverso le informazioni dirette e le proiezioni, "quanto" e "come" sono vissute le strade di ogni area. Queste strutture nel loro sottosuolo sono alloggiati i sottoservizi a rete.

I parametri analizzati sono i seguenti:

- Destinazione d'uso attuali e futuri;
- Quadro degli immobili e loro dimensioni;
- Presenza di attività lavorative;
- Residenti;
- Sistema dei principali servizi a carattere pubblico esistenti che si configurano come grossi attrattori di utenze e che necessitano servizi efficienti per il ruolo che svolgono nel contesto urbano e sociale.

Questa analisi fornisce il quadro dei bisogni di servizi a carattere abitativo e lavorativo che sono forniti o che nel futuro devono essere erogati e le richieste di nuovi servizi in base alle nuove tecnologie proposte dal mercato.

L'analisi dei residenti porta ad una stima della dimensione dei servizi che devono essere forniti.

#### Classificazione dei vincoli strutturali e di attenzione per effetti sul sottosuolo

I vincoli naturali o antropici rappresentano fattori di attenzione verso situazioni che possono determinare problemi o limitazione di diverso genere nell'utilizzo del sottosuolo.

L'analisi valuta i vincoli in funzione dell'effetto che hanno sul sottosuolo.

Essi sono classificabili in:

- vincoli territoriali;

- vincoli relativi ai beni ambientali, paesaggistici

#### Sistema stradale urbano

Il sistema stradale rappresenta la rete strutturale urbana per le relazioni sociali, per la mobilità e per i rapporti economici della città.

Il sistema stradale è stato scelto, nel tempo, come sede per la posa dei servizi a rete che, dalle rispettive centrali, arriva alle utenze urbane.

Questa doppia funzione va attentamente valutata per le implicazioni operative e per le interferenze che possono determinarsi per la vita della città.

Questi molteplici aspetti vengono affrontati attraverso due momenti di analisi: il primo riguarda gli aspetti strutturali e funzionali, mentre il secondo interessa la presenza dei sistemi a reti e le necessità future.

L'analisi del sistema stradale mira ad individuare la gerarchia e la struttura della viabilità comunale e gli elementi funzionali che lo caratterizzano.

I parametri considerati sono i seguenti:

- Aspetti dimensionali del sistema stradale;
- Classificazione della rete viaria;
- Principali funzioni presenti.

### 3.2 Localizzazione Geografica

Il Comune di Cornaredo è situato nella porzione occidentale del territorio della provincia di Milano.

Il territorio comunale confina, procedendo da Nord in senso orario con i Comuni di Pregnana Milanese, Rho, Settimo Milanese, Cusago e Bareggio.

Le aree più intensamente urbanizzate sono concentrate nella parte centrale e settentrionale del territorio comunale e coprono quasi l'intera superficie mentre l'area sud e nord-occidentale è quasi interamente agricola.

Gli abitanti sono 20.395 al 31/12/2005 (dato comunale).



### **3.3 Caratteristiche Geomorfologiche**

Il territorio comunale si estende per circa 11.1 Km<sup>2</sup>. Complessivamente si presenta come un insieme di superfici pianeggianti e densamente urbanizzate. La superficie topografica è compresa tra le quote di circa 150 m s.l.m. e 129 m s.l.m. con una pendenza da Nord verso Sud di circa il 1.9‰. Il territorio comunale si trova nella fascia dei fontanili.

#### **3.3.1 Aspetti Geologici**

Geologicamente, l'intera area di studio è costituita da una coltre alluvionale. L'ambito di studio può essere per la maggior parte definito di media pianura, poiché si colloca subito a valle delle estreme propaggini terrazzate dell'alta pianura milanese, che coprono la parte nord-occidentale del comune, in un contesto sostanzialmente pianeggiante. Secondo la cartografia geologica ufficiale (Foglio «Milano» della Carta Geologica d'Italia 1:100.000 e la «Carta geologica della Lombardia» alla scala 1:250.000), i materiali costituenti questo settore della pianura vengono attribuiti al Fluvioglaciale e Fluviale wurmiano (Pleistocene superiore) e l'insieme delle superfici viene detto Livello Fondamentale della Pianura (LFP).

Di seguito si riporta una sintetica caratterizzazione.

#### Fluviale E Fluvioglaciale Wurm

Sono i depositi costituenti il Livello Fondamentale della Pianura, rappresentati da alluvioni prevalentemente sabbiose e sabbioso-limose, con lenti a granulometria via via più grossolana (sabbie ghiaiose) con il crescere della profondità. La coltre superficiale presenta spessori variabili tra pochi decimetri ad alcuni metri ed è di natura limosa. Essa è riferibile per età al Pleistocene Superiore. Le litologie presenti in questa formazione sono molto varie, essendo rappresentate soprattutto da rocce cristalline (graniti, granodioriti e dioriti), effusive (porfidi quarziferi) e metamorfiche (gneiss, scisti, quarziti, filladi, micascisti), cui si associano rocce sedimentarie (calcarei e dolomie), con diametro massimo dell'ordine di 15 cm.

#### **3.3.2 Caratteristiche Idrogeologiche**

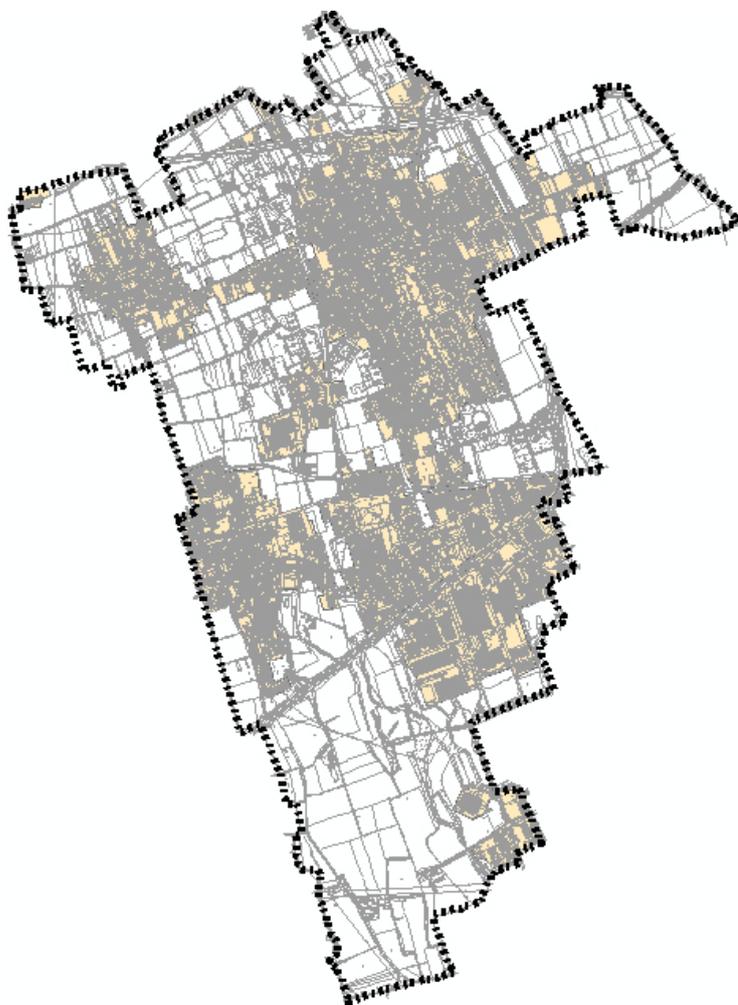
Le falde della zona si alimentano principalmente grazie all'infiltrazione delle acque sulla superficie di un vasto territorio comprendente buona parte del settore prealpino fra Como e Valmadrera, con le valli del Seveso, del Lambro, del Lura e dell'Olonza ed i loro antichi alvei. Le acque che si raccolgono negli acquiferi di questa regione prealpina defluiscono poi verso sud raggiungendo l'area milanese. L'acquifero ospitato nei depositi più superficiali risulta essere inoltre alimentato, sia dagli apporti meteorici efficaci, sia da fenomeni di dispersione nel sottosuolo dei corsi d'acqua.

### 3.3.3 Reticolo Idrico

La superficie dell'area in esame è attraversata da un reticolo idrografico di canali irrigui abbastanza ramificati che derivano le loro acque principalmente dal Canale Villoresi. Il corso idrico più importante è il Derivatore di Bareggio, posto al confine con Bareggio.

### 3.4 Quadro urbano

Per analisi dell'ambiente urbano si intende la lettura del contesto di riferimento della strada, ovvero le parti della città servite dalla strada stessa. La porzione urbanizzata del territorio comunale occupa una superficie di 4.5 Km<sup>2</sup> circa, pari al 41% dell'intero territorio comunale.



Area urbanizzata comunale.

### 3.4.1 Classi di superfici dell'edificato

L'analisi dell'aerofotogrammetrico ha permesso di rilevare tutti i poligoni classificati come edifici e su questi effettuare elaborazioni di tipo grafico e numerico.

Come primo passo gli edifici sono stati classificati in base alla loro superficie secondo quattro categorie al fine di fornire un quadro della porzione edificata dell'area urbana:

- Superficie minore o uguale di 50 m<sup>2</sup>
- Superficie compresa tra 50 e 200 m<sup>2</sup>
- Superficie compresa tra 200 e 500 m<sup>2</sup>
- Superficie maggiore di 500 m<sup>2</sup>

I risultati ottenuti sono riportati in tabella e mostrano che l'area occupata dall'edificato è pari a 950 822m<sup>2</sup> che corrispondono al 21% circa dell'intera area urbanizzata ed al 8.6% del territorio comunale.

Classificazione degli edifici in base alla superficie

Classi di superficie	Numero di edifici	%	Superficie edifici (m <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Minore o uguale di 50 m <sup>2</sup>	20	1	901	0
Compresa tra 50 e 200 m <sup>2</sup>	941	48	126 394	13
Compresa tra 200 e 500 m <sup>2</sup>	695	35	209 959	22
Maggiore di 500 m <sup>2</sup>	311	16	613 567	65
<b>Totale</b>	<b>1967</b>	<b>100</b>	<b>950 822</b>	<b>100</b>

La maggior parte degli edifici (il 49% del totale) presenta un'estensione minore di 200 m<sup>2</sup> e solo il 16% occupa un'area superiore ai 500 m<sup>2</sup>.

Il risultato rispecchia la tipologia abitativa presente nel territorio urbano costituita prevalentemente da villette, piccole palazzine e edifici di moderata estensione.

### 3.4.2 Destinazione d'uso

Gli edifici identificati dall'aerofotogrammetrico sono classificati secondo le categorie mostrate in tabella, con la rispettiva area occupata e le percentuali rispetto al numero totale dell'edificato ed all'estensione totale.

Gli edifici individuati nel rilievo urbano sono stati suddivisi in due macro-categorie identificate dal Piano Regolatore Generale attuale. In questa analisi sono stati trascurati gli edifici classificati come edifici agricoli, silos, edifici non classificati.

Le realtà analizzate sono:

- Residenziale;
- Industriale / terziario;
- Interesse pubblico.

Ogni tipologia ha una richiesta qualitativa e quantitativa di servizi differente:

- Il settore residenziale, sia come mononucleo (le villette) sia come insieme di nuclei (condomini), interessa le famiglie. La scelta è di carattere privato ed è indirizzata da motivi di convenienza economica, di convinzioni innovative, di valorizzazione dell'immobile, di funzionalità delle strutture;
- Il settore del lavoro comprende le attività industriali. È spinto da motivazioni aziendali (rapporti costi/benefici), innovativo (miglioramento della qualità dei servizi).

Tra gli edifici considerati a valle della fase di screening, gli edifici residenziali rappresentano circa l'82% del totale, la percentuale di aree industriali è pari al 52%, come sintetizzato in Tabella.

Edifici residenziali, industriali e pubblici

Tipologia	Numero	% Edifici	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Residenziale	1 618	82	427 543	45
Industriale	320	16	498 398	52
Pubblico	29	1	24 881	3
<b>Totale</b>	<b>1 967</b>	<b>100</b>	<b>950 822</b>	<b>100</b>

### 3.4.3 Edifici residenziali

Gli edifici a destinazione d'uso residenziale sono 1 618 di diversa dimensione.

Essi sono stati suddivisi secondo le classi di superficie che sono mostrate in Tabella.

Gli edifici residenziali rappresentano la maggior parte (82%) delle strutture presenti.

Edifici a destinazione d'uso residenziale

Classi di superficie	Numero di edifici	%	Superficie edifici (m <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Minore o uguale di 50 m <sup>2</sup>	14	1	627	0
Compresa tra 50 e 200 m <sup>2</sup>	871	54	118 318	28
Compresa tra 200 e 500 m <sup>2</sup>	605	37	179 488	42
Maggiore di 500 m <sup>2</sup>	128	8	129 109	30
<b>Totale</b>	<b>1 618</b>	<b>100</b>	<b>427 543</b>	<b>100</b>

La classe più comune è quella compresa tra i 50 m<sup>2</sup> e i 200 m<sup>2</sup>, tipica degli edifici residenziali, quali villette e palazzine.

Il primo elemento considerato per il calcolo del coefficiente di complessità dell'ambiente urbano è il numero di edifici abitativi in ogni via o piazza. Si è attribuito ogni edificio alla strada più vicina ad esso: sono stati esclusi gli edifici con distanza maggiore di 80 m.

La tabella riporta le cinque vie con il maggior numero di edifici residenziali.

Strade con maggiore numero di edifici residenziali

Tipologia	Denominazione	N. Ed. Residenziali	Superficie (m <sup>2</sup> )
Cascina	Croce	67	14 585
Via	Garibaldi	42	9 182
Via	Marconi	38	11 021
Via	Asilo Ponti	31	7 394
Via	Favaglie San Rocco	29	4 430

Le cinque vie che presentano la superficie maggiore di edifici residenziali sono quelle riportate nella tabella seguente.

Strade con maggiore superficie di edifici residenziali

Tipologia	Denominazione	Superficie (m <sup>2</sup> )	N. Ed. Residenziali
Cascina	Croce	14 585	67
Via	Milano	11 029	28
Via	Marconi	11 021	38
Via	Vittorio Veneto	9 991	16
Via	Garibaldi	9 182	42

Si noti che Cascina Croce rappresenta la strada con il maggior carico residenziale, in termini di superficie dell'edificato abitativo.

### 3.4.4 Edifici lavorativi

Gli edifici classificati come "lavorativi" includono, oltre che edifici a destinazione d'uso prettamente industriale, anche edifici di tipologia artigianale. Sono 320 e rappresentano circa il 16% del totale degli edifici presenti nel Comune.

Edifici a destinazione d'uso lavorativa

Classi di superficie	Numero di edifici	%	Superficie edifici (m <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Minore o uguale di 50 m <sup>2</sup>	6	2	274	0
Compresa tra 50 e 200 m <sup>2</sup>	63	20	7 339	1
Compresa tra 200 e 500 m <sup>2</sup>	86	27	28 783	6
Maggiore di 500 m <sup>2</sup>	165	52	462 001	93
<b>Totale</b>	<b>320</b>	<b>100</b>	<b>498 398</b>	<b>100</b>

La maggior parte (circa il 52%) degli edifici lavorativi si trova nella classe con superfici superiori ai 500 m<sup>2</sup>, come è facilmente intuibile. Gli edifici lavorativi comprendono, infatti, capannoni e magazzini di medie - grandi dimensioni.

Attraverso un'analisi spaziale, è stato quindi calcolato il numero di edifici di questa tipologia per ogni via. In tabella sono riportate le cinque strade con il maggior numero di edifici lavorativi e la relativa area occupata.

Strade con maggiore numero di edifici lavorativi

Tipologia	Denominazione	N. Ed. Lavorativi	Superficie (m <sup>2</sup> )
Via	Monzoro	33	74 200
Via	Merendi	23	111 600
Via	Galilei Galileo	19	21 056
Via	San Gottardo	18	15 307
Via	Tonale	17	20 912

Nella tabella che segue sono mostrate le cinque strade che con la superficie maggiore di edificato industriale/artigianale.

Strade con maggiore superficie di edifici industriali

Tipologia	Denominazione	Superficie (m <sup>2</sup> )	N. Ed. Industriali
Via	Merendi	111 600	23
Via	Monzoro	74 200	33
Via	Milano	36 098	9
Via	Marconi	21 965	5
Via	Galilei Galileo	21 056	19

### 3.4.5 Edifici pubblici

Gli edifici pubblici sono 29 e rappresentano circa l'1% del totale degli edifici presenti nel Comune. Si tratta di edifici occupati dal municipio, dalle scuole, dai luoghi di culto, centri sportivi, sedi centrali della posta, cinema e teatri.

Edifici a destinazione d'uso pubblica

Classi di superficie	Numero di edifici	%	Superficie edifici (m <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Minore o uguale di 50 m <sup>2</sup>	0	0	0	0
Compresa tra 50 e 200 m <sup>2</sup>	7	24	737	3
Compresa tra 200 e 500 m <sup>2</sup>	4	14	1 687	7
Maggiore di 500 m <sup>2</sup>	18	62	22 457	90
<b>Totale</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>24 881</b>	<b>100</b>

Le aree pubbliche sono le aree e le strutture che offrono un servizio al cittadino e alla comunità. Queste strutture rivestono una particolare importanza perché attraggono un gran numero di persone sia come addetti che come utenti. L'area tematica dei servizi di interesse comune comprende tre categorie distinte relative ai servizi di interesse generale (uffici comunali, postali), ai servizi ed attività di tipo culturale (cinema, centro sportivo) ed alle attività di tipo religioso (chiese, oratori). Per quanto riguarda questo comune, i servizi di interesse generale presenti sono:



Scuola media Curiel

- Uffici Comunali ed uffici postali;
- Scuole;
- Luoghi di culto e Oratori;
- Centri sportivi;
- Centri ricreativi.

La tabella seguente mostra le cinque vie con il maggior numero di edifici di pubblica utilità. Anche in questo caso sono stati eliminati gli edifici posti ad oltre 80m dalla strada più vicina.

Strade con il maggior numero di edifici di interesse pubblico

Tipologia	Denominazione	N. Ed. Pubblici	Superficie (m <sup>2</sup> )
Via	Don Sturzo Luigi	4	3 644
Via	Asilo Ponti	3	3 932
Via	Imbriani Fratelli	3	3 322
Via	Monzoro	2	2 045
Via	dello Sport	2	2 024

Nella tabella che segue sono mostrate le cinque strade con la superficie maggiore di edifici pubblici.

Strade con maggiore superficie edificata di interesse pubblico

Tipologia	Denominazione	Superficie (m <sup>2</sup> )	N. Ed. Pubblici
Via	Asilo Ponti	3 932	3
Via	Don Sturzo Luigi	3 644	4
Via	Imbriani Fratelli	3 322	3
Via	Volta	2 156	2
Via	Monzoro	2 045	2

### 3.5 Vincoli strutturali e di attenzione

L'analisi dei vincoli ha riguardato:

- Vincoli territoriali e urbanistici
- Vincoli sismici.

#### 3.5.1 Vincoli territoriali e urbanistici

- Fasce di rispetto fluviale,
- Zona di tutela assoluta delle captazioni idropotabili,
- Aree a parchi,
- Aree di rispetto dei fontanili.

Le aree soggette a vincoli di questa tipologia sono quasi interamente situate all'esterno dell'area urbanizzata.

#### Vincoli relativi ai pozzi

La normativa relativa alla tutela delle acque è costituita essenzialmente dal D.P.R. 236/88 e dal Dlgs. 152/06.

Tali normative definiscono i requisiti di qualità delle acque destinate al consumo umano, per la tutela e la salute pubblica e per il miglioramento delle condizioni di vita, ed introducono misure finalizzate a garantire la difesa delle risorse idriche.

#### Zona di tutela assoluta

È costituita dall'area immediatamente circostante le captazioni o derivazioni. L'estensione dell'area deve essere di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione. Questa zona deve essere recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche. L'estensione della zona di tutela assoluta è adeguatamente ampliata in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

#### Zona di rispetto

È costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta e deve avere un'estensione di raggio non inferiore a 200 metri rispetto al punto di captazione. Tale estensione può essere ridotta in relazione alla situazione locale di vulnerabilità e rischio della risorsa.

#### Fascia di rispetto del reticolo idrico

Le fasce di rispetto sono le aree attigue al corso d'acqua che consentono l'accessibilità al corso idrico ai fini della sua manutenzione, della sua fruizione e riqualificazione ambientale e per salvaguardare la sua integrità strutturale e morfologica.

Le fasce di rispetto fissate dal R.D.523/1904 per i corsi d'acqua principali e minori sono di 10m e si contano a partire dalle sponde.

#### Fascia di rispetto dei fontanili

Sul Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Milano viene indicata un'area di rispetto di 50m attorno alle teste dei fontanili e di 25m lungo l'asta. In questa zona va mantenuta l'originaria naturalità del paesaggio, vietando ogni opera di trasformazione e di urbanizzazione.

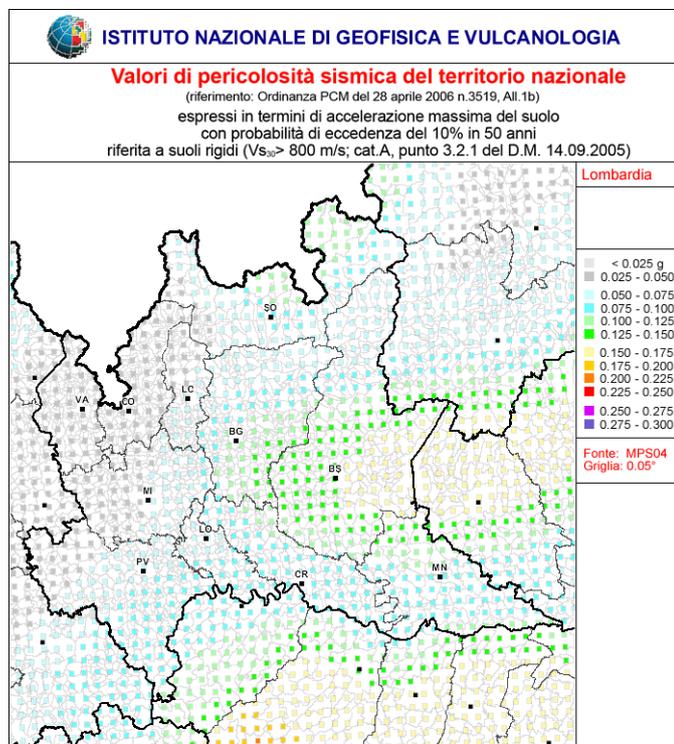
### Area a parchi

L'area agricola meridionale del territorio comunale ricade nel Parco Agricolo Sud Milano. Il Parco agricolo Sud Milano ha una forma di semianello attorno a Milano. A ovest si congiunge al Parco del Ticino, a est al Parco dell'Adda. Il Parco intende salvaguardare le attività agricole, le colture e i boschi, tutelare i luoghi naturali, valorizzare il patrimonio storico architettonico, recuperare l'ambiente e il paesaggio nelle aree degradate, informare e guidare gli utenti ad un uso rispettoso delle risorse ambientali. Caratterizza il Parco la sua fitta maglia agricola, scandita dalla ricca rete di corsi d'acqua naturali e di canali artificiali, e dalla rete stradale agricola. Terreni coltivati a mais si alternano a marcite; filari d'alberi disegnano i confini dei campi e accompagnano i corsi d'acqua. Cascine antiche e nuclei rurali di pregio punteggiano tutto il territorio. La superficie a parco nel comune è di 515.37ha.

### 3.5.2 Vincoli sismici

La sismicità di questa zona è bassa.

Secondo la classificazione sismica dell'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003, il Comune . ricade in Zona Sismica 4.



Stralcio della "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale"

## 4 SISTEMA DELLA MOBILITÀ

La pianificazione del sottosuolo presenta una diretta correlazione con lo stato di fatto del sistema infrastrutturale della mobilità in ambito urbano, in termini di funzione e morfologia delle infrastrutture ad esso dedicate.

La strada è stata studiata in base alla sua morfologia ed alla geografia del sistema della mobilità. I dati relativi all'analisi del sistema infrastrutturale sono stati forniti dagli Uffici Comunali di competenza.

### 4.1 Geografia della rete stradale

L'analisi della geografia della rete stradale permette di individuare i principali assi di scorrimento e di attraversamento del territorio comunale. Tali assi rivestono particolare importanza perché svolgono la funzione di collegamento del Comune con le realtà limitrofe e sono quindi soggette a flussi di traffico maggiormente sostenuti rispetto al resto delle infrastrutture stradali.

La localizzazione e la contestualizzazione territoriale degli interventi di nuova realizzazione o di manutenzione straordinaria possono costituire, in funzione della loro localizzazione, delle valide opportunità di coordinare la realizzazione della struttura sotterranea polifunzionale con l'attuazione degli interventi sulle infrastrutture stradali.

La rete stradale ha le seguenti caratteristiche:

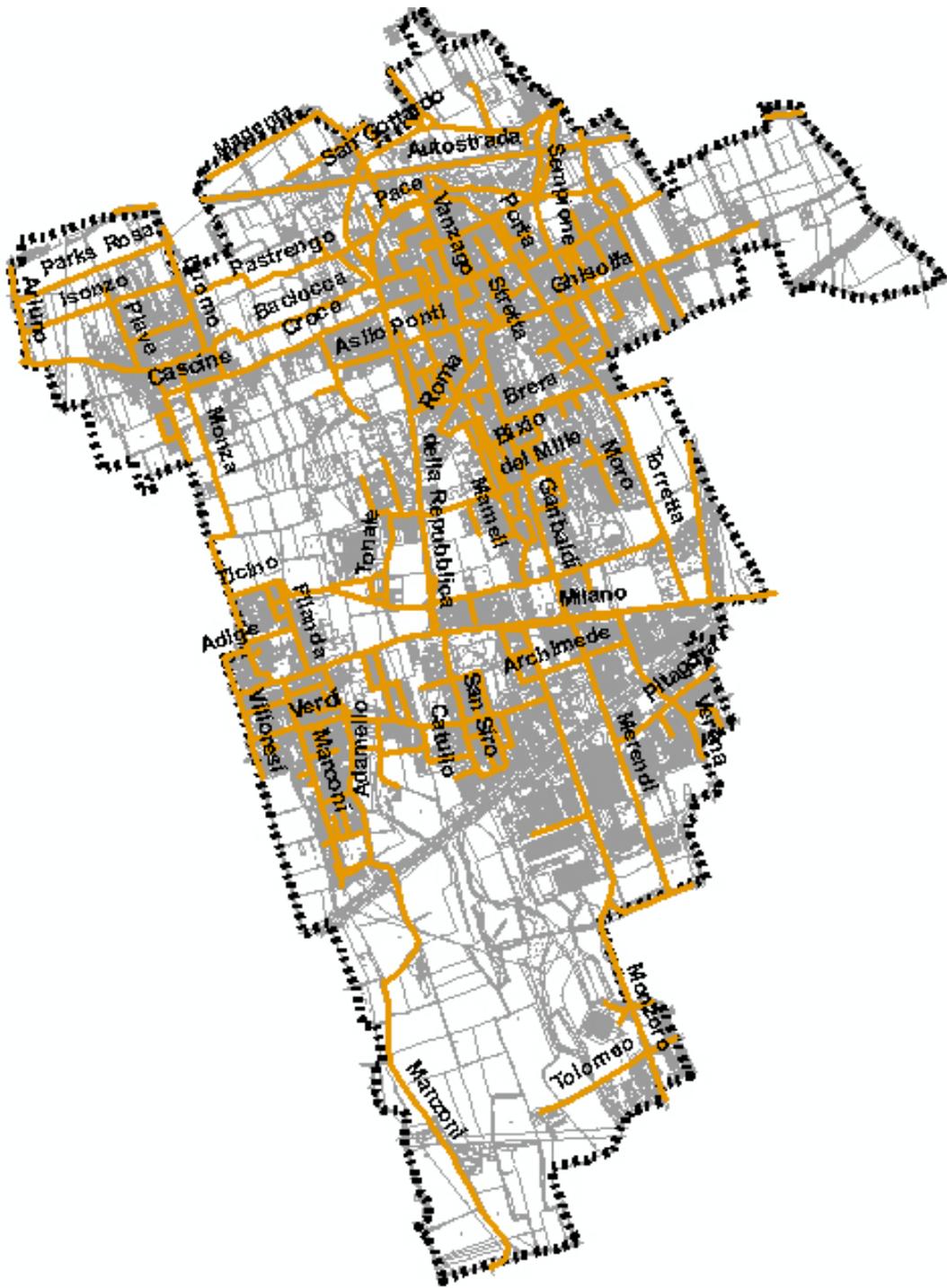
- È composta da 201 infrastrutture stradali (191 strade e 10 piazze);
- Si estende per 75 Km;
- Occupa una superficie di 0.56 Km<sup>2</sup>;
- Copre il 5% circa della superficie comunale totale.

Il rapporto tra la superficie e lo sviluppo lineare indica una larghezza media della sede stradale pari a circa 7 m.

Tabella riassuntiva dati della rete stradale

N° totale infrastrutture	Lunghezza	Superficie Totale	Larghezza media
201	75 Km	0.56 Km <sup>2</sup>	7 m

La CT10 (carta tecnica vettorializzata della Regione Lombardia) ha permesso di individuare tra queste le strade che non sono di competenza del comune, perché strade statali o provinciali, cioè la SP 130, la 162, la 172, la SS 11 e l'A4.



## 4.2 Morfologia della rete stradale

Al fine di valutare l'adeguatezza delle strade urbane ad accogliere un'eventuale infrastruttura sotterranea, galleria o cunicolo polifunzionale, è stata svolta un'analisi morfologica delle principali vie.

Per ciascuna delle vie identificate e censite è stata definita la dimensione geometrica della strada (lunghezza, larghezza e area).

### Lunghezza

Le strade sono state classificate in base alla loro lunghezza e suddivise in 4 classi, mostrate in Tabella.

Dall'analisi della lunghezza sono state trascurate le piazze, per le quali questo parametro risulta poco significativo.

La maggior parte delle vie appartenenti al comune (65%) ha lunghezza inferiore a 300m.

Solo il 6% delle strade ha lunghezza superiore al chilometro.

Classificazione delle strade in base alla loro lunghezza

<b>Classe lunghezza strade</b>	<b>Numero</b>	<b>%</b>
< 300 m	124	64.9
300 m – 500 m	27	14.1
500 m – 1000 m	28	14.7
> 1000 m	12	6.3
<b>Totale</b>	<b>191</b>	<b>100.0</b>

La strada più lunga è Viale della Repubblica (3.5 Km), mentre la più corta è Via Hugo Rita (30 m).

### Larghezza

Le strade sono inoltre state classificate in base alla loro larghezza e suddivise nelle classi, mostrate in Tabella.

La larghezza stradale è stata valutata attraverso il rilievo aerofotogrammetrico come media della larghezza di ogni tratto, pesata per la lunghezza del tratto stesso. Il valore ottenuto è quindi un dato approssimato, dal momento che non tutte le vie presentano larghezza uniforme lungo l'intero loro tracciato.

Una buona parte delle vie appartenenti al comune ha una larghezza compresa tra i valori medi di 5 m e 9 m; il 15% ha larghezza inferiore ai 5 m e solo il 14% presenta una larghezza superiore ai 9 m.

Questa elaborazione stabilisce per ogni strada la possibilità o meno di infrastrutturazione del sottosuolo, in quanto definisce lo spazio fisico a disposizione per un eventuale cantiere e posa di un cunicolo tecnologico.

Classificazione delle strade in base alla loro larghezza

<b>Classe</b>	<b>Numero</b>	<b>%</b>
< 5 m	29	15.2
5 m – 7 m	62	32.5
7 m – 9 m	73	38.2
> 9 m	27	14.1
<b>Totale</b>	<b>191</b>	<b>100.0</b>

### Area

La superficie della carreggiata è stata calcolata come prodotto tra la lunghezza della strada e la sua larghezza media.

Le aree del suolo stradale sono un dato fondamentale per le elaborazioni che ne seguiranno.

Un riassunto dei dati areali delle strade è riportato in Tabella.

Classificazione delle strade in base all'area occupata dalla carreggiata

<b>Classe</b>	<b>Numero</b>	<b>%</b>
< 1 000 m <sup>2</sup>	61	31.9
1 000 m <sup>2</sup> – 3 000 m <sup>2</sup>	87	45.5
3 000 m <sup>2</sup> – 6 000 m <sup>2</sup>	29	15.2
6 000 m <sup>2</sup> – 10 000 m <sup>2</sup>	5	2.6
> 10 000 m <sup>2</sup>	9	4.7
<b>Totale</b>	<b>191</b>	<b>100.0</b>

Le strade la cui carreggiata occupa un'area maggiore sono l'Autostrada A4, la Via Monzoro e Via Milano.

### **4.3 Valore delle strade**

La strada possiede un proprio valore sociale ed economico.

Essa rappresenta un elemento di importanza urbanistica ed è sede di molte risorse di cui i cittadini beneficiano.

La strada, essendo sede del traffico automobilistico, ciclabile e pedonale, deve favorire la mobilità per mezzo di infrastrutture adeguate, quali marciapiedi, piste ciclabili e carreggiata ed ha funzioni differenti in base alla classificazione della strada stessa.

La definizione di “strada” è “porzione di territorio adibita allo spostamento di persone e merci”.

Occorre andare oltre questa definizione ed inquadrare la strada come sistema di relazioni e di servizi.

In questo senso il suo sottosuolo, nel quale sono posizionate le reti dei servizi fondamentali per la gestione della vita della città (rete di distribuzione di gas, acqua, elettricità, telecomunicazioni) è parte integrante della strada.

Il sistema stradale nelle sue due componenti, suolo e sottosuolo stradale, rappresenta, per la sua realizzazione, un costo che la collettività comunale ha dovuto sostenere, cui vanno aggiunti i costi economici di manutenzione per mantenerne l'efficienza e la conservazione.

Il sistema strada diventa così un'entità economica che è possibile pesare dal punto di vista dei costi di attrezzatura della stessa e di gerarchia di importanza, in base alla sua morfologia e funzione all'interno del quadro urbano.

Per questo motivo si è scelto di valutare due aspetti della via: quello economico e quello legato ai servizi che offre, fornendo una gerarchizzazione delle strade che tiene conto dell'importanza strategica della strada stessa nel sistema urbano comunale e del suo valore monetario.

Tale operazione è stata possibile con l'ausilio di un set di indicatori ad hoc che descrivono la strada nei suoi aspetti strutturali e funzionali.

Tra gli indicatori adottati per la valutazione dei servizi offerti dalla strada si possono elencare: la presenza residenziale o lavorativa, il numero di allacci dei sottoservizi, la dimensione strutturale.

Il valore economico della strada è stato valutato analizzando parametri quali la struttura stradale (carreggiata) e le attività di manutenzione sulla stessa. Questi parametri sono stati monetizzati, considerando l'euro come valuta standard.

Il costo di costruzione della struttura “strada” è stato assimilato al costo di manutenzione straordinaria.

Il costo di manutenzione ordinaria considera tutti quegli interventi necessari per il mantenimento dell'efficienza della strada che deve essere costantemente mantenuta attraverso una serie di operazioni per non alterarne le qualità nel tempo.

La valutazione economica della strada considera i costi relativi:

1. alla struttura: essi includono costi di costruzione e di manutenzione straordinaria, ovvero interventi eccezionali che prevedono operazioni complesse ed articolate, previste dal piano triennale comunale;
2. al mantenimento: essi corrispondono ai costi legati alla manutenzione ordinaria, ovvero ad interventi periodici per la conservazione della strada.

La Tabella mostra i costi da sostenere per costruire un metro quadrato di strada ed il costo totale per l'intera rete viaria del comune.

È riportato inoltre il costo per la manutenzione periodica di un metro quadrato di ogni componente stradale, che moltiplicati per l'area totale occupata forniscono il costo totale annuale legato al mantenimento della strada.

Costo dell'infrastruttura stradale ( dati Camera di Commercio di Milano)

<b>Superficie occupata</b>	<b>Costo Struttura</b>	<b>Costo Totale Struttura</b>
560.000 m <sup>2</sup>	35 €/m <sup>2</sup>	19 600 000 €

<b>Costo Manutenimento</b>	<b>Costo Totale Manutenimento in 10 anni</b>
6.35 €/(anno m <sup>2</sup> )	3 600 000 €/anno

I dati riportati in tabella mostrano che il costo di mantenimento di tutte le vie del Comune, calcolato come somma dei costi di manutenzione delle singole componenti stradali, rappresenta circa il 18% del costo totale di tutta la struttura stradale comunale.

## **5 CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA DELLE RETI**

La caratterizzazione dei sistemi delle reti rappresenta la seconda fase in cui è articolato il documento di piano.

La fase di caratterizzazione dei sottosistemi affronta il tema della realtà dei sistemi, in termini di servizi presenti nel territorio comunale e relativi gestori, come definito in Tabella 2 del R.R. n. 3 del 2005.

In particolare, la caratterizzazione del sistema delle reti è stata realizzata considerando gli aspetti che seguono:

- Analisi conoscitiva
- Qualità di erogazione dei servizi
- Progettazione dei sistemi a rete
- Interventi operativi

### **5.1 Analisi conoscitiva**

Il sottosuolo stradale va concepito come una risorsa naturale al servizio della città.

Considerare il sottosuolo stradale nella sua importanza urbanistica vuol dire scoprire nuove attitudini operative per la città. Il fatto che sia inglobato con l'urbanizzato lo rende strategico per le fasi di trasformazione e per le azioni di innovazione.

Il sottosuolo è un grande e diffuso spazio pubblico al servizio della città.

Questa sua funzione collettiva può essere recuperata se viene liberato da un uso disorganizzato e non adeguatamente pianificato che ne limita l'utilizzo ottimale.

Esso va pensato attraverso un piano pubblico per e al servizio della città, con un'area che si espande per 7 - 10 m nel sottosuolo, in funzione del livello di falda.

In questa logica si inserisce la disposizione di legge che impone ai comuni la creazione di infrastrutture per la collocazione multipla delle reti dei sottoservizi.

L'utilizzo non programmato, che ne è stato fatto finora, ha prodotto una sorta di "giungla" di cavi e di tubazioni, disposti spesso in maniera disordinata, a causa della mancanza di specifiche tecniche per la posa e di un'azione di coordinamento fra i vari gestori dei servizi a rete.



Esempio di posa tradizionale dei sistemi a rete del sottosuolo.

Nasce quindi la necessità di riportare ad un uso razionale il sottosuolo per liberare spazi e ridare al Comune l'uso della risorsa sottosuolo, che rappresenta un bene pubblico limitato di cui si dispone e che va perciò utilizzato in maniera più organica e razionale.

L'uso del sottosuolo stradale come “contenitore” di servizi collocati in modo non pianificato e senza un adeguato coordinamento fra i vari gestori, ha creato e crea tuttora notevoli disagi alla vita cittadina.

Le nuove norme impongono la conoscenza globale di ogni rete presente in modo tale da gestire adeguatamente i sottoservizi: vanno individuate le strutture dei servizi a rete presenti e ne deve essere fatta un'accurata mappatura con l'indicazione delle loro caratteristiche.

La mancanza di un'esatta conoscenza della collocazione topografica e della geometria delle reti presenti nel sottosuolo provoca spesso fenomeni di interferenza e di disturbo fra le varie infrastrutture e di inefficienza nell'uso dello spazio disponibile.

### **5.1.1 I gestori dei servizi**

Le società che gestiscono i sottoservizi presenti nel Comune . sono:

- Consorzio Acque Potabili Gestione S.p.A. per la rete dell'acquedotto
- Comune di Cornaredo per la rete della fognatura;
- Telecom S.p.A. per la rete telefonica;
- Enel Sole S.p.A. per l'illuminazione pubblica e Comune di Cornaredo per l'illuminazione pubblica dei parchi e in casi particolari;
- Enel Distribuzione S.p.A. per la rete elettrica;
- NuovEnergie Distribuzione s.r.l. per la rete del gas;

Viene di seguito riportata una panoramica riassuntiva dei servizi dei gestori delle reti del Comune, con particolare riferimento alla qualità dell'erogazione che essi forniscono.

#### Cap Gestione

CAP Gestione S.p.A. è la Società del gruppo CAP che si occupa di tutte le attività legate alla gestione del ciclo idrico integrato.

CAP Gestione fornisce acqua con caratteristiche di potabilità ai sensi della normativa vigente, nei Comuni ad esso aderenti o dove ha ottenuto regolare Concessione per la gestione del Civico Acquedotto.

Nell'erogazione dei servizi, CAP Gestione garantisce la piena eguaglianza dei diritti degli Utenti: il trattamento, a parità di condizioni impiantistico - funzionali del servizio prestato, è lo stesso sia tra le diverse aree geografiche di utenza, sia tra le diverse categorie o fasce di utenti.

CAP Gestione si assume l'obbligo e l'onere della manutenzione ordinaria e straordinaria degli impianti, nonché dell'osservanza delle norme disposte dalle competenti Autorità, sino al punto di consegna.

L'acqua si intende fornita esclusivamente per gli usi previsti dal contratto, nel luogo nel medesimo indicato; non può essere utilizzata in locali ed ambienti diversi, per natura ed ubicazione, da quelli indicati nel contratto.

La fornitura dei servizi ha carattere continuo e regolare. In caso di occasionali interruzioni o di funzionamenti irregolari, in ottemperanza alla normativa del settore la società si impegna ad operare in maniera da ridurre al minimo i disagi per gli utenti.

CAP Gestione persegue il costante obiettivo di migliorare l'efficienza e l'efficacia del servizio intervenendo sia sugli aspetti tecnici sia su quelli organizzativi e procedurali.

CAP Gestione adotta alcuni "standard di qualità del servizio", che indicano il livello minimo di prestazione che si impegna a garantire. Ognuno di questi standard di qualità fa riferimento ai seguenti parametri:

- continuità e regolarità della fornitura e celerità nel ripristino dell'erogazione in caso di guasto;
- contenimento dei tempi di allacciamento e disattivazione della fornitura;
- corretta valutazione dei consumi e della gestione del rapporto contrattuale;
- accessibilità ai Servizi ed agli uffici;
- sicurezza;
- tutela ambientale;
- controllo del prodotto fornito.

Sulla base dei parametri sopra indicati, sono definiti gli standard generali e specifici atti a valutare la qualità del servizio reso. Tutti gli standard sono soggetti a un aggiornamento periodico. Ogni anno, infatti, viene elaborato un rapporto sulla qualità del servizio che costituisce la base per la verifica della validità ed eventuale revisione degli standard adottati.

CAP Gestione conforma la propria organizzazione e le proprie procedure in modo da garantire il rispetto degli standard ed il raggiungimento degli obiettivi di qualità definiti, anche attraverso un programma di certificazione della qualità, come prescrivono le norme UNI EN ISO 9001:2000.

Sede: Via Rimini 34/36, 20142 Milano

Telefono 02895201 Fax. 0289540058

[www.capgestione.it](http://www.capgestione.it)

#### Telecom

Il Gruppo Telecom Italia è presente nel settore delle telecomunicazioni con una forte integrazione fra le attività nella telefonia fissa e mobile ed internet, con l'obiettivo di sfruttare le opportunità della convergenza tecnologica per offrire servizi e prodotti innovativi, semplici e alla portata di tutti.

A completare la presenza del Gruppo in tutti i campi delle comunicazioni avanzate, accanto alla telefonia ed internet, le sue attività nei settori media e office & system solutions.

I servizi sono assicurati in maniera ininterrotta, salvo i necessari interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

La società verifica continuamente, anche grazie all'ausilio di sondaggi e test, il livello di qualità dei servizi offerti ai fini anche di una certificazione secondo i consolidati e moderni standard di qualità.

A tal proposito, a garanzia di qualità dei servizi offerti, la società propone alcuni parametri di riferimento, i cui valori vengono periodicamente rilevati ed aggiornati:

- tempi di fornitura del collegamento iniziale;
- tasso di malfunzionamento per linea di accesso;
- tempo di riparazione dei malfunzionamenti;
- percentuale di chiamate a vuoto;
- tempo di instaurazione della chiamata;
- tempi di risposta dei servizi tramite operatori;
- tempi di risposta dei servizi di consultazione elenchi;
- percentuale di telefoni pubblici a pagamento in servizio;
- fatture contestate.

Telecom Italia ha inoltre implementato un Sistema di Gestione Ambientale, progettato in conformità alle norme UNI EN ISO 14.000. Tale sistema è finalizzato al raggiungimento di una migliore gestione della variabile ambiente, attraverso l'adozione di opportuni strumenti, quali una politica ambientale, sistemi di controllo interni, audit incentrati su alcuni fattori ambientali, specifici interventi formativi.

Sede: Piazza degli Affari 2, 20123 Milano

Telefono 02 85951

[www.187.it](http://www.187.it)

#### Enel Sole

Enel Sole è la società di Enel che opera nel mercato dell'illuminazione pubblica ed artistica, promuovendo in Italia una cultura della luce di qualità, realizzata attraverso personale altamente specialistico e fondata su tecnologie innovative e tecniche di realizzazione non invasive per i monumenti e per l'ambiente. Gli interventi d'illuminazione di Enel Sole si distinguono per l'impiego di lampade e apparecchi in grado di proiettare luce senza dispersioni, ottimizzando i consumi di energia elettrica. I clienti di Enel Sole sono più di 4000 Comuni italiani nei quali l'azienda gestisce oltre 1 800 000 punti luce.

Sede: Via Beruto, 18

20131 Milano

Telefono: 0223202742

### Enel distribuzione

Enel ha la missione di produttore e distributore di elettricità e gas, orientato al mercato e alla qualità del servizio.

L'energia elettrica viene prodotta da Enel in circa 600 centrali su tutto il territorio italiano, per una potenza installata pari a circa 42 000 MW.

La qualità del servizio è normata dalla Delibera n. 200/1999, concernente l'erogazione dei servizi di distribuzione e di vendita dell'energia elettrica e dalla Delibera n. 04/2004, Testo Integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas in materia di qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica.

Sede: Via Carducci 1/3

20100 Milano

Telefono: 02 23201

### NuovEnergie distribuzione

Le principali attività di NuovEnergie Distribuzione sono:

- la distribuzione del gas naturale attraverso la rete di gasdotti locali per la consegna ai clienti finali;
- la progettazione, costruzione, gestione, manutenzione e il potenziamento della rete e degli allacciamenti degli impianti di distribuzione incluso (le attività di posa, gestione, manutenzione e lettura degli impianti di misure e i servizi necessari per la gestione del sistema);
- il perseguimento del risparmio energetico e dello sviluppo delle fonti rinnovabili;
- la promozione e quindi il miglioramento della sicurezza degli impianti dei clienti finali attraverso l'incentivazione di interventi per la messa a norma degli stessi impianti;

La società vanta una forte esperienza nella realizzazione di servizi a rete grazie ad una solida struttura tecnica e progettuale. NuovEnergie Distribuzione S.r.l. si occupa della progettazione, realizzazione, gestione, manutenzione e potenziamento degli allacciamenti, della rete e degli impianti di gasdotti locali.

NuovEnergie Distribuzione S.r.l.

Via Sesia, 6/8

20017 Rho (MI)

Telefono: +39.02.93.06.850

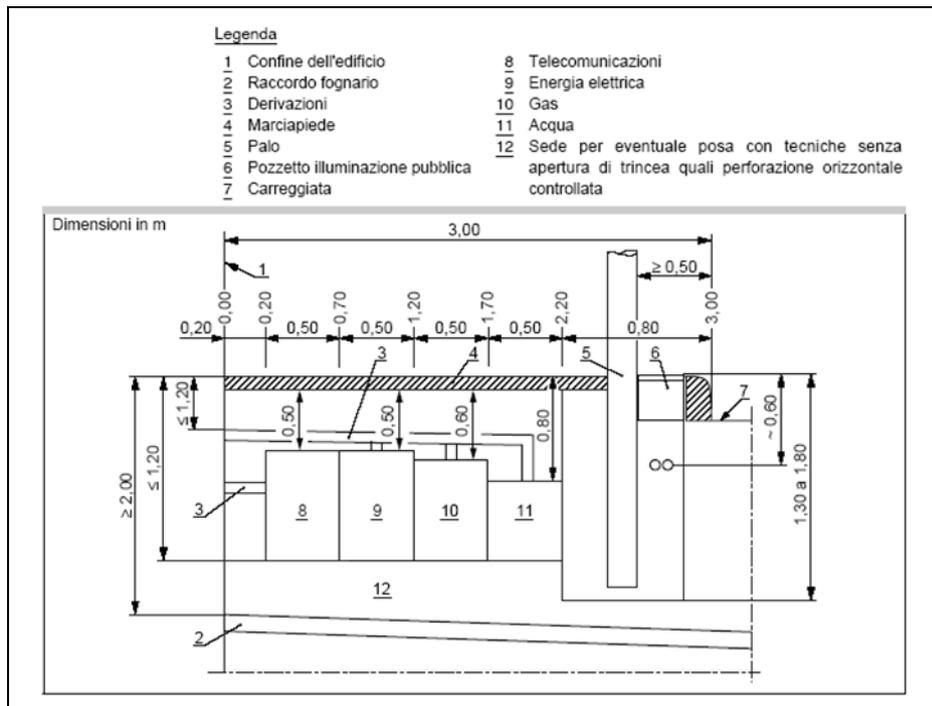
### **5.1.2 Sistema dei sottoservizi**

I sistemi che, in base alla normativa regionale, sono stati considerati come sottoservizi che devono essere pianificati per assicurare un migliore uso qualitativo ed il contenimento dei costi sociali sono:

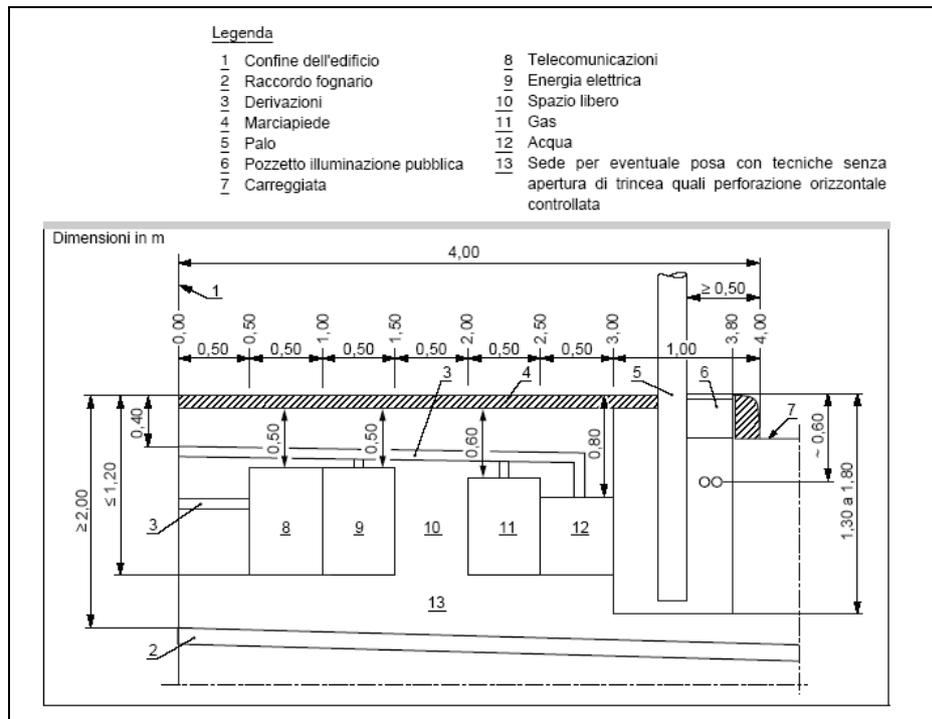
- Rete di acquedotto: è considerata nel suo complesso dalle opere di prelievo (pozzi) alla rete di distribuzione all'utenza;
- Reti di trasporto e di distribuzione elettriche: comprendono media e bassa tensione per l'utenza urbana e la rete di illuminazione pubblica;
- Reti per le telecomunicazioni: le reti considerate sono quelle della telefonia;
- Illuminazione Pubblica: considera il sistema di fornitura dell'illuminazione nelle strade urbane.
- Rete fognaria per la raccolta delle acque meteoriche e reflue urbane: comprende la rete di raccolta dall'utenza ed il suo convogliamento al collettore che scarica le acque al depuratore intercomunale;
- Rete del gas: considera il sistema di fornitura del metano con le diverse condutture per l'utenza privata e lavorativa.

Di seguito si riporta l'esempio di uno spaccato relativo ad una struttura stradale con i sottoservizi e le disposizioni di normative UNI-CEI.

La rete fognaria e quella del gas sono analizzate per completezza di informazione anche se non fanno parte degli obblighi previsti dalla normativa.



(a)



(b)

Esempio di spaccato di struttura stradale con marciapiede di larghezza 3 m (a) e 4 m (b) secondo le disposizioni normative UNI CEI.

## Acquedotto

L'acquedotto è un'opera civile costituita da più strutture, che assolvono a funzioni differenti. Presenta:

1. componenti puntuali
  - impianti di captazione (da sorgenti, da acque superficiali, pozzi),
  - serbatoi degli impianti di acquedotto e serbatoi di rete,
  - stazioni di sollevamento,
  - punti di cessione acqua tra impianti ed impianti e tra impianti e reti,
  - impianti di trattamento
2. componenti lineari
  - condotte di impianti di acquedotto e di reti di distribuzione: impianti di trasporto, costituiti dal complesso delle opere occorrenti per convogliare le acque dai luoghi di prelievo agli impianti di trattamento (trasporto primario, relativo all'acqua grezza da assoggettare a trattamento) e dagli impianti di trattamento agli impianti di distribuzione (trasporto secondario, relativo comunque all'acqua pronta all'impiego; in assenza di impianto di trattamento, l'impianto di trasporto si definisce secondario).

## **Caratteri strutturali**

Nell'opera di presa avviene la captazione dell'acqua dal ciclo naturale. Successivamente l'acqua viene convogliata al serbatoio per mezzo di opere di adduzione, in genere costituite da condotte in pressione.

Inoltre, nel passaggio dall'opera di presa al serbatoio avviene in genere un'operazione di potabilizzazione.

## **Torre piezometrica**

Nei grandi sistemi acquedottistici occorre conciliare due opposte esigenze:

- a) l'esigenza di avere una portata di adduzione dell'acqua, dal pozzo alla rete di distribuzione, quanto più costante possibile per evitare problemi collegati al fenomeno del colpo d'ariete;
- b) quella di soddisfare l'utenza finale, mediante la rete di distribuzione, con una quantità d'acqua adeguata ad ogni richiesta (basti pensare al differente consumo di acqua durante il giorno e la notte).

Le condotte di adduzione debbono lavorare con portate quanto più costanti e con una rete di distribuzione che vede variare la richiesta di acqua durante la giornata. Per questa esigenza e per altri motivi tecnici i grandi sistemi acquedottistici necessitano di strutture di regolazione denominate torri piezometriche.

L'utilizzo di una torre piezometrica avviene soltanto con condotte in pressione perché con condotte a pelo libero non avrebbe senso.



Esempio di torre piezometrica.

### **Impianti di distribuzione**

Gli impianti di distribuzione comprendono le strutture destinate all'accumulo ed alla distribuzione all'utenza, sino alle derivazioni ed ai contatori di utenza; si considerano appartenenti alla distribuzione anche le condotte di avvicinamento all'utenza a partire dall'ultimo serbatoio alimentato dagli impianti di trasporto.

Una volta giunta al serbatoio, l'acqua è pronta per essere utilizzata e fornita alle singole utenze per mezzo della rete di distribuzione.

L'utilizzo di condotte in pressione permette agli acquedotti di fare percorsi in salita e in discesa.

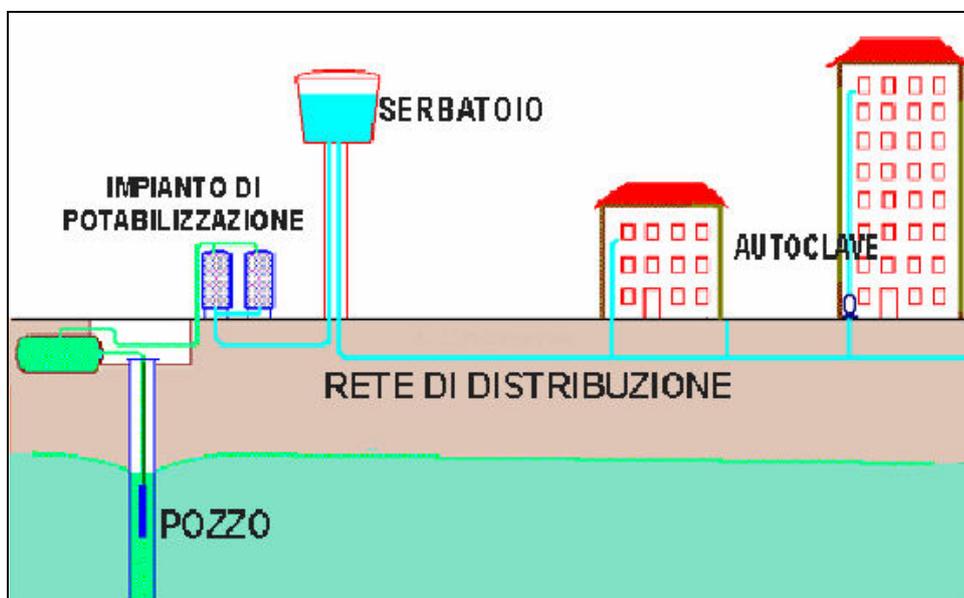
Per ottenere una distribuzione idrica, il più possibile rispondente alle moderne necessità, le tubazioni sono mantenute in pressione, sia attraverso il carico piezometrico dovuto al dislivello naturale sia, ove necessario, ad un continuo pompaggio: l'acqua all'interno delle

condotte dell'acquedotto viene mantenuta ad una pressione di 2 - 3 bar per raggiungere anche i piani alti degli edifici.

Per poter essere utilizzate per i diversi impieghi, le acque di approvvigionamento devono soddisfare certe caratteristiche, definite dalla legislazione in merito; se non presentano sufficienti requisiti di potabilizzazione dovranno essere sottoposte a trattamenti depurativi volti a correggerne i difetti fisici ed organolettici.

La parte più vulnerabile dell'acquedotto è costituita dalla rete di distribuzione composta dalla tubazione, dai tronchi e dagli allacciamenti.

Queste opere acquedottistiche sono progettate prevedendo una durata media di circa cinquanta anni in modo da poter ammortizzare i costi di investimento.



Rete dell'acquedotto.

La rete è interrata ad una profondità di scavo media di 1/1,5 m al fine di evitare problemi di:

- congelamento in inverno;
- sollecitazioni meccaniche dei carichi stradali;
- manomissione;
- intralcio alla viabilità.

I manufatti di ispezione, intervallati almeno ogni 300 – 500 m, devono assicurare, oltre all'accesso del personale addetto, anche un'efficace ventilazione della corrente liquida.

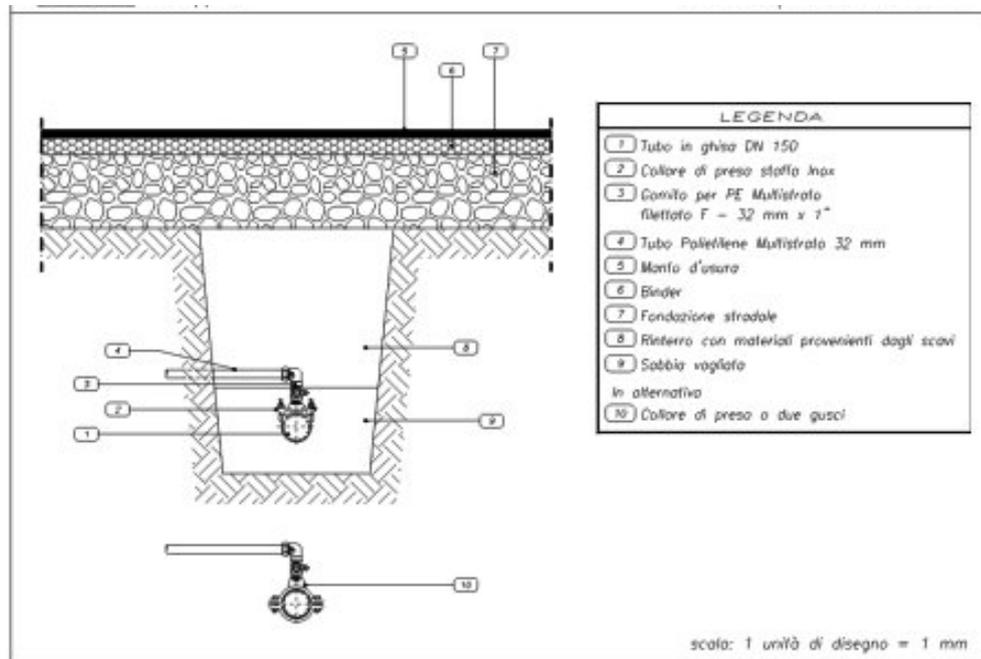
Le condotte dell'acquedotto sono posizionate al di sopra della rete di scarico al fine di

evitare possibili contaminazioni dovute ad infiltrazione di elementi inquinanti nella rete di approvvigionamento idrico.



Esempio di tubo dell'acquedotto.

### Allaccio all'acquedotto



Allaccio acquedotto.

### Criticità

<b>Modi di guasto dell'intera struttura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- rottura o usura di guarnizioni o dispositivi di tenuta;</li><li>- allentamento di parti giuntate;</li><li>- mancato intervento di valvole di intercettazione automatica;</li><li>- inceppamento di valvole, chiusura non completa o irregolare;</li><li>- scoppio della condotta o di una apparecchiatura;</li><li>- sfilamento di un giunto.</li></ul>
<b>Cause di guasto dell'intera struttura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- errori o deficienze di progettazione e/o di realizzazione;</li><li>- corrosione delle parti metalliche costituenti la tubazione, le apparecchiature e gli elementi di ancoraggio;</li><li>- rottura degli accessori di fissaggio per sollecitazioni meccaniche;</li><li>- invecchiamento delle guarnizioni;</li><li>- irregolare funzionamento delle apparecchiature con conseguente eccessivo aumento della pressione.</li></ul>
<b>Effetti dei guasti dell'intera struttura</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- allagamento per guasto di uno dei componenti dell'acquedotto, allentamento delle giunzioni, cedimento di supporti di ancoraggio, corrosione delle parti metalliche, ecc.;</li><li>- inquinamento dell'acqua per ingresso di sostanze inquinanti dall'esterno a causa della ridotta tenuta del sistema provocata da guasti, innalzamento della temperatura oltre i limiti consentiti, ecc.</li></ul>

### Servizio fornito

La dotazione idrica per abitante è pari a 300l/d (dato regionale).

Il fabbisogno idrico dell'intero comune è quindi pari a 6128 m<sup>3</sup>/d circa per un totale di 2250 000 m<sup>3</sup>/anno.

## Fognatura

Gli impianti di fognatura possono essere a sistema separato con distinti impianti per le acque bianche (meteoriche) e nere (provenienti dalle attività umane in genere) o a sistema unitario e sono articolati nelle seguenti sezioni:

- rete di raccolta, costituita dalle opere necessarie per la raccolta ed il convogliamento delle acque nere e bianche nell'ambito delle aree servite;
- impianti di trasporto, per il convogliamento - con collettore od emissario - delle acque agli impianti di depurazione (trasporto primario) per il convogliamento al recapito finale o al riuso (trasporto secondario);
- impianti di depurazione, destinati ad ottenere caratteristiche dell'acqua compatibili con il ricettore.

La pubblica fognatura, in funzione del tipo di acque che vengono condotte, si distingue in:

- fognatura mista se il collettamento di entrambe le acque è previsto in un'unica rete;
- fognatura separata se le acque nere vengono raccolte in apposita rete, distinta da quella che raccoglie le acque bianche;
  - acque nere - che contengono anche elementi solidi organici;
  - acque bianche - costituite da acqua meteorica, ossia da pioggia, neve e grandine;
  - acque grigie - costituite da acque saponate, in genere provenienti da docce, vasche e scarichi di lavatrici, che devono andare a confluire nel degrassatore;
  - acque industriali - inquinate da numerosissimi prodotti e perciò necessitano di reti fognarie e depuratori dedicati



### **Caratteri strutturali**

Reti fognarie (componenti lineari):

- condotte di sottoreti fognarie

Reti fognarie (componenti puntuali):

- recapiti delle sottoreti fognarie (in corso d'acqua superficiale, sul suolo, in sottorete, in impianto di depurazione);
- sfioratori;
- impianti di sollevamento.

La fognatura è composta da condotte, da vasche di compensazione, scaricatori di piena, sifoni, misuratori di portata, pozzetti di ispezione e impianti di sollevamento.

Differentemente dagli acquedotti, le condotte fognarie sono collegate tra loro solo nei punti di confluenza e raccolgono l'80-85% dell'acqua che viene erogata dai primi.

L'acqua entra nei sistemi attraverso i tombini presenti lungo le reti stradali, i bacini di raccolta e i condotti fognari.

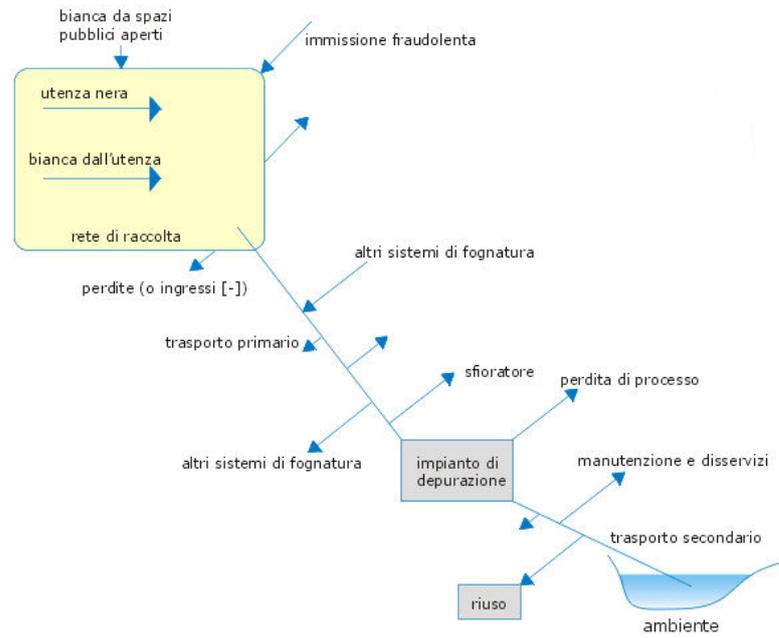
Nelle reti fognarie, al contrario delle reti dell'acquedotto che sono sempre in pressione, il moto del liquame avviene a pelo libero e per gravità salvo i casi eccezionali dei sifoni (opere speciali di attraversamento di manufatti esistenti) e delle condotte di mandata, nel caso vi siano dei sollevamenti da eseguirsi in rete. Per tale motivo, l'andamento della rete è strettamente collegato alla conformazione topografica del terreno e principalmente alla sua altimetria.

Risulta così importante il profilo stradale che dovrà assicurare il corretto dislivello e la direzione della fognatura da collocare.

La giacitura della tubazione deve essere determinata secondo le esigenze del traffico e concordata con il gestore del sottoservizio dell'acquedotto, in quanto la rete fognaria deve essere almeno 30 cm sotto il livello di posa di tale rete.

La posa della rete fognaria è messa in opera ad una profondità di 3/4 m dal piano stradale per far fronte all'esigenza di protezione dal gelo e ridurre al minimo l'eventualità di inquinamento dell'acqua potabile.

Per quanto riguarda i materiali con cui sono realizzate le tubazioni del sistema fognario, essi sono essenzialmente: grès, eternit, calcestruzzo prefabbricato gettato in opera.



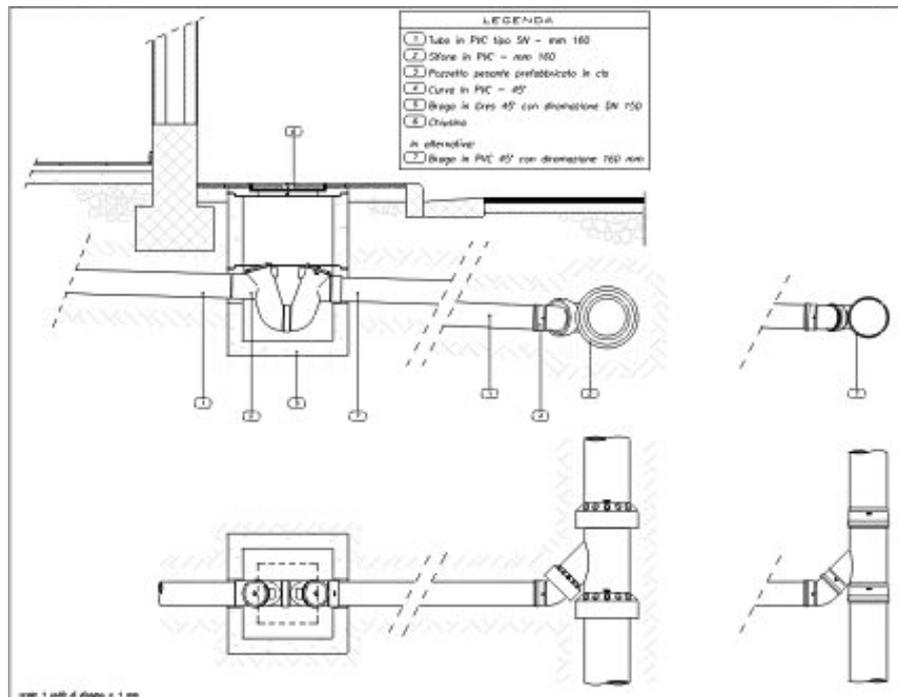
Schema della rete di fognatura.



Esempio di tubo per fognatura (da <http://www.greenpoolsrl.it>).

### Allaccio della fognatura

Il punto di collegamento tra la rete fognaria e l'utenza è l'allacciamento.



Allaccio fognatura.

### Criticità

I guasti più probabili di questa rete sono:

- rottura o usura di guarnizioni o dispositivi di tenuta;
- allentamento di parti giuntate;
- mancato intervento di valvole di intercettazione automatica;
- inceppamento di valvole, chiusura non completa o irregolare;
- scoppio della condotta o di apparecchiature;
- sfilamento di giunti.

### Servizio fornito

Lo smaltimento in fognatura delle acque nere è in media pari a 0.22 m<sup>3</sup>/d per ogni abitante del comune.

Moltiplicando questo valore per il numero di residenti, si ottiene una portata media giornaliera di 4 500m<sup>3</sup>/d per l'intero comune.

La portata totale di fogna nera smaltita in fognatura è quindi pari a 1 600 000 m<sup>3</sup>/anno.

## Telecomunicazioni

La centrale telefonica è un organo di commutazione di una rete telefonica pubblica (centrale pubblica o 'autocommutatore') o privata (centralino o PABX), nel primo caso rappresenta il punto di concentrazione della rete telefonica pubblica (in Italia viene l'utilizzato l'acronimo RTG, per "Rete Telefonica Generale", oppure il sostanziale sinonimo inglese PSTN).

Tecnicamente una centrale telefonica può essere uno Stadio di Linea (SL), uno Stadio di Gruppo Urbano (SGU) oppure uno Stadio di Gruppo di Transito (SGT).

Lo Stadio di Linea è l'ultima struttura dove possono arrivare gli altri provider con i loro apparati, dopodiché inizia il famoso ultimo miglio.

I 10 500 Stadi di Linea sono collegati ad uno dei 628 Stadi di Gruppo Urbano, che a loro volta sono connessi ad uno dei 65 Stadi di Gruppo di Transito (le centrali interurbane).

Questi ultimi sono connessi tra di loro per poter smistare le chiamate interurbane.

Per completare l'architettura della rete, alcuni SGT sono connessi ad uno dei 3 gateway internazionali (Milano, Roma, Palermo), che a loro volta sono connessi con i gateway di altri stati.

Quando uno SGT cede la chiamata al gateway, la chiamata passa tramite la rete Internet e quindi si parla di VoIP.

Tutte e tre sono fisicamente lo stesso apparato, configurato per un numero di utenze servite diverso e dotato di collegamenti a banda larga con le altre centrali proporzionale al numero di linee voce e alla banda ADSL erogata moltiplicato il numero di linee servite con quella banda. Più sinteticamente, la banda del collegamento fra centrali telefoniche dipende dal numero e tipo di utenti allacciati.

Fra i tre tipi di centrale telefonica differisce il collegamento tra le centrali. I 10 500 Stadi di Linea (che coprono 8100 comuni) sono collegati con cavo interrato o ponte radio a 650 Stadi di Gruppo Urbano a capacità non inferiore a 155 Mbit/s, per scelta di Telecom Italia. La numerizzazione degli Stadi di Linea si è conclusa a metà degli anni '90; attualmente la rete telefonica locale italiana è servita da centrali di tre diverse tecnologie: Italtel Linea-UT100 (66.6% degli stadi di linea), Alcatel A1000 S12 (17.3%) e Ericsson AXE10 (16.1%).

Ogni SGU è connesso, oltre ai suoi Stadi di Linea, agli altri SGU e al suo Stadio di Gruppo di Transito (SGT) tramite fibre ottiche. Ogni fibra può trasportare da 622 a 2500Mbit/s.

Per completezza, gli SGT sono connessi ai tre gateway internazionali (Milano, Roma, Palermo) che a loro volta, sono connessi a centri intercontinentali (per il traffico diretto

verso gli USA il sito è in Olanda). Il traffico, oltre Atlantico è trasportato da fibre con capacità attuali di 40Gbit/s. (625 000 canali telefonici equivalenti)

Da ognuno dei 10 500 stadi di linea partono cavi (detti cavi primari) da 2 400 coppie (max potenzialità del cavo) che arrivano ad una armadio di linea.

Gli armadi sono ubicati nelle strade e da questa struttura partono i cavi secondari che vanno verso l'utente

Questo armadio (box grigio) contiene 10 collegamenti composti da due viti (una rossa ed una bianca), a cui viene collegato il cavo telefonico dell'utente e successivamente presso la sede dell'utente la presa tripolare / RJ-11.

Questa è in sintesi l'architettura dell'attuale rete Telecom.

Le velocità di collegamento fra centrali dipendono dalla densità del traffico della zona (legato al numero di utenze, ma in passato erano diverse le bande assegnate: 2 Mbit/s (30 canali telefonici), 8 Mbit/s (120 canali) fino ad arrivare a 139 Mbit/s (1800 canali telefonici), per ogni cavo o fascio radio a microonde utilizzato.

Il sistema di funzionamento può essere schematizzato come segue:

- trasmettitore/ricevitore;
- rete di collegamento, costituita dai mezzi trasmissivi per l'interconnessione dei nodi di commutazione (cavi in rame, fibra ottica, ponti radio...);
- impianti di centrale;
- ricevitore/trasmettitore.

Il contatto tra gli utenti avviene tramite le stazioni: il segnale di partenza viene convogliato in cavi (doppino) percorsi da corrente a bassa tensione e viene tradotto in segnali elettrici che vengono poi letti dal ricevitore in suono.

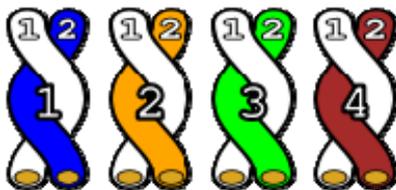
Ogni cavo sotterraneo ha un diametro medio di 7,5 cm e contiene in media 5 400 fili di diverso colore che ne facilita l'identificazione in caso di manutenzione della rete.

La rete di distribuzione (rete di accesso) è in generale costituita da un insieme di nodi e di archi che collegano a coppie i nodi stessi. I nodi sono gli apparati di commutazione del segnale, mentre gli archi sono realizzati tramite le apparecchiature di trasmissione.

Per quanto riguarda la posa in opera i cavi della rete telefonica hanno applicazioni simili ai cavi sotterranei della corrente elettrica: stessa profondità della corrente elettrica e stesso tipo di condutture.

### Doppini telefonici

In telecomunicazioni, per doppino si intende la coppia di fili di rame che viene utilizzato per la trasmissione delle comunicazioni telefoniche. È un elemento essenziale della rete telefonica. Migliore è la qualità del rame, migliore sarà la qualità del segnale.



Quattro doppini.

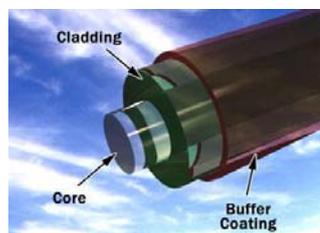
Tipicamente il doppino è costituito da una coppia di conduttori ritorti (twisted pair) mediante un processo di binatura. La binatura del doppino ha lo scopo di fare in modo che i campi elettromagnetici esterni agiscano mediamente in egual modo sui due conduttori. Impiegando poi una tecnica di trasmissione differenziale, sarà possibile eliminare ulteriori disturbi. Il doppino può essere singolo (una sola coppia) oppure in una treccia di una serie più o meno numerosa di coppie. In questo caso ogni coppia presenta una frequenza di twistatura diversa (binatura), per ridurre il più possibile il fenomeno di diafonia tra le varie coppie di doppino tra loro contigue. Una problematica tipica dei doppini ritorti è il delay skew (o distorsione di propagazione), ovvero una variazione nel ritardo di propagazione del segnale sulle singole coppie, dovuta al diverso passo di binatura delle coppie in un cavo multicoppia.

### Fibra ottica

Negli ultimi anni si è diffusa la fibra ottica.

La fibra ottica consiste di un core, di un cladding e di un rivestimento esterno, che guidano la luce lungo il core mediante riflessione totale. Il core ed il cladding (caratterizzato da un indice di rifrazione superiore) sono tipicamente costruiti utilizzando vetro di silice di alta qualità, anche se possono teoricamente essere costituiti anche di materiale plastico. Una fibra ottica si può spezzare se piegata eccessivamente. A causa della precisione microscopica necessaria per allineare i core delle fibre, la connessione di due fibre richiede una tecnologia apposita, sia che sia effettuata mediante fusione che in modo meccanico. Le due principali tipologie di fibre ottiche utilizzate nelle telecomunicazioni sono le fibre multimodo e le fibre singolomodo. Le fibre multimodo hanno core più larghi ( $\geq 50 \mu\text{m}$ ), che consentono di utilizzare trasmettitori, ricevitori oltre che connettori meno precisi e meno costosi. Tuttavia le fibre multimodo introducono

dispersione modale che spesso limita la banda e la lunghezza del collegamento. Inoltre, a causa del suo maggiore contenuto di drogante, la fibra multimodo è solitamente più costosa e presenta un'attenuazione maggiore. Le fibre singolo modo hanno invece core più piccoli (9  $\mu\text{m}$ ) e necessitano di componenti e di connettori più costosi, ma consentono collegamenti più lunghi e performanti. Allo scopo di ottenere prodotti commerciali, la fibra viene protetta mediante strati di polimeri acrilati (coating) e assemblata in cavi in fibra ottica. Una volta pronte le fibre possono essere interrate, possono correre attraverso edifici o essere poste in aria, similmente a quanto accade per i doppi in rame. Una volta depositate, le fibre richiedono una manutenzione inferiore rispetto ai cavi in rame.



Fibra ottica (da <http://www2.ing.unipi.it>).

### Confronto tra rame e fibra ottica

Il rame costa 10 € nella tratta minima di vendita e 0,60 € per la posa di un metro, è un mezzo attraverso il quale può tranquillamente passare un segnale a banda larga. È soggetto a rapida usura e richiede costi di manutenzione della rete. La fibra ottica costa 7 €/m, ma ha un costo maggiore la posa, circa 3 € per la posa di un metro di fibra. Le prestazioni in termini di banda sono migliori rispetto a quelle del doppino in rame.

### Criticità

<b>Modi di guasto</b>	- interruzione del cavo;
<b>dell'intera struttura</b>	- rottura della guaina esterna del cavo. - cedimento o degrado dell'isolamento; - sollecitazioni esterne (meccaniche, chimiche, erosioni da roditori);
<b>Cause di guasto</b>	- utilizzo di componenti non idonee;
<b>dell'intera struttura</b>	- rottura degli accessori di fissaggio per sollecitazioni meccaniche; - errori di montaggio; - presenza di materiali o componenti propaganti l'incendio. - emissione di fumi, gas tossici e/o corrosivi;
<b>Effetti dei guasti</b>	- arco elettrico e/o scintille;
<b>dell'intera struttura</b>	- lenta combustione e/o propagazione dell'incendio; - shock elettrico.

### Illuminazione pubblica

L'illuminazione pubblica ha una funzione indispensabile nella vita sociale e rappresenta per la pubblica amministrazione un investimento dovuto, senza un ritorno economico diretto. Risulta pertanto necessario ottimizzare gli investimenti e la gestione per far sì che i relativi costi incidano il meno possibile sui bilanci pubblici, pur garantendo un servizio efficiente.

La Legge Regionale del 27 marzo 2000 n.17 evidenzia la necessità di una razionalizzazione del settore dell'illuminazione ed ha per finalità la salvaguardia della volta celeste e la riduzione sul territorio regionale dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici da esso derivanti.

La legge, inoltre, impone ai Comuni di dotarsi entro tre anni dalla sua entrata in vigore, di Piani Regolatori Comunali di illuminazione per disciplinare le nuove installazioni e di adeguare gli impianti esistenti ai requisiti prescritti dalla legge stessa.

### **Proprietà degli impianti**

La presenza ENEL è massiccia nelle Regioni Nord Occidentali - compartimenti di Torino e Milano. In questi compartimenti la quota ENEL è rispettivamente del 32 % (escludendo dal conteggio percentuale le città di Genova e Torino) e di circa il 50 % (Milano esclusa). Sotto il profilo impiantistico e prestazionale, normalmente gli impianti sono decisamente datati, dove, per ammissione degli stessi funzionari della Società So.I.e., almeno il 50 % dei punti luce deve essere sostituito perché non più rispondente ai requisiti richiesti dalle normative vigenti in materia.

Nel calcolo per la valutazione degli impianti occorre tenere nel debito conto il degrado che gli impianti hanno subito nel tempo, lo stato di obsolescenza degli apparecchi di illuminazione e la loro rispondenza alla l.r. 17/00, il rispetto delle attuali normative di sicurezza elettrica (NORME CEI) e prestazionali – illuminotecniche.

Il riscatto degli impianti può risultare difficoltoso nel caso in cui l'impianto di illuminazione pubblica non sia autonomo, ma alcune sue parti siano connesse in tutto od in parte all'impianto di distribuzione dell'energia elettrica. Per superare il problema si potrebbe stipulare una convenzione per permettere la gestione provvisoria dell'impianto, in modo tale che il futuro gestore possa avere il consenso all'accesso degli stessi. Tale convenzione consente al Comune di predisporre e attuare o direttamente o tramite l'attuale gestore, tutte quelle operazioni necessarie per provvedere alla separazione degli impianti.

**Servizio fornito**

La stima del servizio fornito ha evidenziato un'erogazione annua di elettricità pari a 2.000 MWh per una superficie stradale di 320.000 m<sup>2</sup> considerando l'area urbanizzata.

## Rete elettrica

La linea elettrica è il complesso di componenti destinato al trasporto e alla distribuzione di energia elettrica.

Un impianto per l'erogazione di energia elettrica è costituito principalmente dalle linee elettriche, dagli impianti di trasformazione e smistamento dell'energia, dalle prese e dai gruppi di misura.

L'elettricità prodotta nelle grandi centrali viene trasferita attraverso elettrodotti ad alta tensione (AT) fino alle stazioni di trasformazione primaria, dislocate in diversi punti del territorio, generalmente nelle vicinanze di centri di grande consumo.

In queste stazioni la corrente ad alta tensione subisce una prima riduzione attraverso una trasformazione da AT a media tensione (AT/MT).

La cabina primaria (CP) o cabina di alta tensione (CAT) è un impianto elettrico che ha la funzione di trasformare l'energia in ingresso ad alta tensione (tensioni nominali superiori a 30 KV, solitamente 120kV o 132kV) in energia a media tensione (tensioni nominali comprese tra 1 KV e 30 KV in base alla zona geografica da alimentare). In realtà la tensione della rete MT è stata unificata da ENEL negli anni '70 in tutta Italia e, tranne rare eccezioni, è di 15 KV.

In Italia sono presenti circa 2000 cabine primarie.

### **Alta tensione**

La linea ad alta tensione arriva nelle cabine primarie venendo derivata da un traliccio e incontra i cosiddetti TV, piccoli trasformatori voltmetrici.

Dopo i TV, la linea AT incontra i sezionatori, che possono aprire visivamente la linea per far notare il fuori servizio. Successivamente, ci sono i TA (trasformatori amperometrici), che hanno il compito di diminuire la corrente di linea per poterla misurare.

La linea quindi trova gli interruttori, la cui funzione è di interrompere il circuito più velocemente possibile, in caso di necessità, per evitare la formazione di archi elettrici.

La linea si trasferisce alle cosiddette sbarre di alta tensione, da cui poi vengono prese le tre fasi per l'entrata del trasformatore, passando prima per degli scaricatori (che impediscono l'ingresso alle sovratensioni causate da fulmini).

Il trasformatore quindi abbassa il valore della tensione.

### **Media tensione**

In uscita dai trasformatori si trova la media tensione, che viene trasferita nella parte MT (media tensione) della cabina. Nelle cabine primarie più vecchie questa parte è esterna,

mentre in quelle più recenti trasformatori di tensione, sezionatori, trasformatori di corrente, interruttori e sbarre di media tensione sono situati all'interno di una costruzione (sono quindi reparti blindati).

I trasformatori presenti nelle cabine alimentano ognuno una propria sbarra MT separata. Da ogni sbarra MT sono derivate diverse linee MT protette da sezionatori e interruttori di funzionamento analogo a quelli AT per il rilievo della corrente.

In ogni cabina è presente una particolare linea MT denominata "servizi ausiliari" che alimenta un trasformatore MT/BT posto all'interno della cabina stessa utilizzato per alimentare tutti quei componenti che funzionano in bassa tensione, ad esempio: quadro di bassa tensione (luci interne ed esterne, cancelli automatici, sistema di videosorveglianza, ecc), protezioni, caricabatterie, motori degli interruttori, modem per l'invio e ricezione dei dati di telecontrollo e telemanovra, ecc.

### **Bassa tensione**

Attraverso una rete di elettrocondutture, l'energia elettrica viene poi condotta ad altre cabine secondarie dotate di trasformatori (MT/BT), in cui subisce un'ulteriore riduzione di tensione per poter erogare l'energia secondo le necessità delle utenze con una domanda di piccola e/o media potenza.



Tali cabine però possono anche trasferire direttamente l'energia elettrica in MT ad utenze con potenze impegnate medio - alte.

Se la rete di distribuzione in MT è formata da linee aeree, le cabine di potenza relativamente bassa e fuori dai centri abitati sono composte semplicemente da sezionatore, trasformatore e interruttore e sono collocate direttamente su palo o traliccio; oppure, sempre nel caso di linee aeree, la cabina può essere realizzata mediante una struttura civile alta quanto la palificazione dell'elettrodotto per poter ancorare e connettere i conduttori che l'alimentano.

In caso di reti MT formate da cavi sotterranei le cabine possono essere alloggiare in una struttura fuori terra, oppure ospitate in locali sotterranei accessibili da botole.

La rete di distribuzione BT ha il valore delle tensione nominale, unificato con tutto il resto d'Europa, di 220/380 V.

Le linee di distribuzione di bassa tensione sono costituite da cavi elettrici posti in cavidotti, generalmente circolari di diversa natura (diametro di circa 10 cm), unipolari se costituiti da un solo conduttore, o tripolari se costituiti da un conduttore per fase.

La rete elettrica a bassa tensione costituisce una complessa maglia a raggiera che deve coprire l'intera superficie comunale urbanizzata.

La rete a media tensione forma invece una rete magliata in quanto le linee di alimentazione di tali cabine possono provenire da più stazioni primarie attraverso interconnessioni.

I conduttori AT e MT possono essere in alluminio-acciaio, in lega di alluminio o in rame e possono essere inseriti in protezioni meccaniche come profili copricavo in pvc o tubi in pvc aventi diametro interno non inferiore rispettivamente a 145 mm e 150 mm a seconda che il cavidotto sia per cavi di media tensione o di bassa tensione.

I cavi possono avere diversa modalità di posa, come documentato nelle Norme CEI 11 - 17, quali ad esempio in canaletta, in galleria o su supporti discontinui (mensole o staffe).

La rete è posata ad una profondità compresa tra 60 cm e 100 cm dalla superficie.



Esempio di rete elettrica aerea e di cavo per AT (da <http://www.directindustry.it>).

### Criticità

<b>Modi di guasto dell'intera struttura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- corto circuito;</li> <li>- dispersione di corrente verso terra</li> </ul>
<b>Cause di guasto dell'intera struttura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cedimento o degrado dell'isolamento;</li> <li>- mancato intervento del/i dispositivo/i di protezione e di interruzione del circuito;</li> <li>- sollecitazioni esterne (meccaniche, chimiche, erosioni da roditori);</li> <li>- sovraccarico prolungato;</li> <li>- rottura degli accessori di fissaggio per sollecitazioni meccaniche;</li> <li>- utilizzo di componenti non idonee; errori di montaggio;</li> <li>- presenza di materiali o componenti propaganti l'incendio.</li> </ul>
<b>Effetti dei guasti dell'intera struttura</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- emissione di fumi, gas tossici e/o corrosivi;</li> <li>- arco elettrico e/o scintille;</li> <li>- lenta combustione e/o propagazione dell'incendio;</li> <li>- shock elettrico.</li> </ul>

### Servizio fornito

Il comune ha un consumo generale (dati Terna) di 113.973.962 kWh/anno.

Questi consumi sono così suddivisi:

Settore	Consumi (kWh/anno)	%
Residenziale	26.159.192	23
Industriale	43.425.205	38
Terziario	41.333.072	36
Pubblica Amministrazione	1.112.185	1
Illuminazione Pubblica	1.944.308	2
<b>Totale</b>	<b>113.973.962</b>	<b>100</b>

Per quanto riguarda la fornitura del servizio per consumi domestici, pari a 26,1 GWh/anno, l'erogazione di elettricità è 1.313 KWh/ab/anno (fonte Terna).

## Rete gas

Il gas naturale, formandosi a centinaia di metri sotto terra, viene raggiunto tramite operazioni di trivellazione e quindi captato, raccolto immesso in grandi tubazioni d'acciaio (gasdotti e/o metanodotti), denominate linee di trasmissione, che hanno lo scopo di trasportare il gas, via terra o mare, fino ai luoghi di consumo.

Le tecnologie moderne hanno portato alla progettazione di condotte a bassa pressione prive di stoccaggi senza la necessità di sovradimensionamenti per l'esercizio di punta. A tale scopo è sufficiente progettare la giusta collocazione delle cabine di riduzione della pressione per avere l'alimentazione da più punti.

La rete di distribuzione è composta principalmente da: condotte, valvole, raccordi, limitatori di pressione, dispositivi di sicurezza, filtri, contatori, cabine, pozzetti, tubi di sfiato.

La rete è costituita da tubazioni principali e tubazioni di servizio.

Per quanto concerne la rete principale, il suo percorso deve essere il più diretto e sicuro possibile.

La rete secondaria, subordinata alla collocazione della rete portante, potrà raggiungere i tratti più difficili del contesto urbano tramite passaggi aerei, passaggi in servitù, etc.

Le condotte possono essere in acciaio, in ghisa sferoide o in polietilene ed il loro diametro varia dai 30 ai 600 mm.

Le tubazioni devono essere interrate ad una profondità minima di 90 cm, per non risentire delle interferenze, prodotte dai carichi stradali.

È importante ricordare che le tubazioni del gas, nelle reti urbane, non possono essere collocate in cunicoli insieme agli altri servizi a rete, in quanto soggette ad eventuali esplosioni prodotte da possibili perdite di gas, che, con un insufficiente o nullo ricambio d'aria, potrebbero formare miscele esplosive.

Nella rete impiantistica del gas le problematiche relative alla sicurezza sono di gran lunga più elevate rispetto agli altri impianti.

Bisogna prestare attenzione, sin dalla fase di progettazione, nell'adottare quegli accorgimenti tecnici, nel pieno rispetto della normativa vigente, al fine di evitare interferenze nel caso di vicinanza ad altre reti di servizi.

**Criticità**

<p><b>Modi di guasto dell'intera struttura</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- rottura della tubazione;</li> <li>- perdita di efficienza dei sistemi di tenuta delle valvole (per esempio stelo, raccordi flangiati);</li> <li>- corrosione delle tubazioni di acciaio;</li> <li>- mancata tenuta delle giunzioni;</li> <li>- inceppamento valvola/e, chiusura non completa o irregolare</li> <li>- danneggiamento diretto delle condotte, con mezzi meccanici o con attrezzi di vario tipo, nel corso di lavori eseguiti nel luogo in cui è ubicata la tubazione del gas (per esempio rottura, incisione delle tubazioni di polietilene, danneggiamento del rivestimento delle tubazioni di acciaio);</li> <li>- interferenze elettriche con strutture metalliche interrato e/o con sistemi di trazione elettrica in corrente continua;</li> <li>- sollecitazioni anomale agenti sulla tubazione per effetto dell'applicazione di carichi statici e/o dinamici (per esempio transito e/o stazionamento di mezzi meccanici pesanti, traffico veicolare, deposito di consistenti quantitativi di materiale sull'area che interessa la condotta);</li> </ul>
<p><b>Cause di guasto dell'intera struttura</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sollecitazioni anomale agenti sulla tubazione per effetto dell'alterazione delle normali condizioni di esercizio, a seguito di interventi di altri utenti del sottosuolo (per esempio utilizzo di materiali di rinterro non idonei, compattazione inadeguata);</li> <li>- decadimento per invecchiamento delle proprietà fisico-chimiche dei dispositivi di tenuta delle valvole e/o usura degli stessi per ripetuti azionamenti;</li> <li>- accumulo di impurità presenti nella tubazione e trasportate dal gas, con conseguente rigatura dell'otturatore delle valvole e/o inceppamento di queste ultime in fase di manovra;</li> <li>- alterazioni delle condizioni di sostegno della tubazione conseguenti a cedimenti, movimenti franosi, dilavamenti del terreno, ecc.</li> </ul>
<p><b>Effetti dei guasti dell'intera struttura</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- fuoriuscita di gas con possibile formazione di miscele gas-aria che possono provocare, a seguito di eventuale innesco ed in funzione della concentrazione del gas nell'aria, incendio o esplosione;</li> <li>- impossibilità di intercettare e mettere in sicurezza la tubazione rapidamente in caso di irregolare funzionamento delle valvole.</li> </ul>

**Servizio fornito**

Il consumo medio annuo per abitante è pari a  $567.6\text{m}^3/\text{anno}/\text{ab}$ , dunque il volume medio usato annualmente nel Comune è pari a  $11\,600\,000\text{m}^3/\text{anno}$ .



Rubinetti gas predisposti per allaccio contatori.



Tubi per il gas metano (da <http://www.distribuzionetubi.it>).

### **5.1.3 Verifica dati disponibili**

L'amministrazione comunale non possiede un quadro tecnico e gestionale dei sottoservizi. I documenti presenti negli uffici comunali sono di carattere amministrativo che riporta alla fase di concessione del servizio e di carattere tecnico generale.

Analizzando questi ultimi documenti si possono avere mappe generali del sistema di ogni rete. Queste mappe sono di tipo cartaceo e sono datate.

La fase di raccolta dati è un momento fondamentale e tra i più complessi, dal momento che essa rappresenta un supporto importante per elaborare il progetto di piano. L'aspetto conoscitivo del sistema delle reti è stato avviato a partire dai dati in possesso degli uffici tecnici comunali.

Questa fase di acquisizione dei dati è molto complicata perché, anche a livello di gestione, non esiste un sistema di banca dati tecnici e cartografici sviluppata con criteri uniformi e confrontabili.

La costruzione delle reti, storicamente, è avvenuta in base ai progetti elaborati dai gestori indipendentemente l'una dall'altra e soprattutto per lotti o ad integrazione di strutture esistenti sulla base dei nuovi insediamenti.

La catalogazione dei dati progettuali e realizzativi non è stata fatta in modo uniforme.

I dati di ogni singola rete sono in possesso dei gestori.

Questo trasferimento di informazioni è previsto dalla legge regionale 26/05 per poter sviluppare il progetto di informatizzazione dell'insieme dei dati tecnici e cartografici con le relative modalità di funzionamento.

I gestori hanno un ruolo importante per la ricostruzione storica ed attuale delle reti e delle loro dotazioni essendo stati da sempre delegati a sviluppare e gestire il proprio sistema.

L'amministrazione comunale dovrà avviare la ricostruzione degli elementi conoscitivi delle reti sia attraverso le informazioni esistenti che andranno integrate con un'azione di rilievo diretto sul campo. Il comune ha avviato la richiesta della mappatura informatizzata dell'acquedotto e del gas di cui esiste una base cartacea, mentre mancano i dati sull'illuminazione pubblica, il sistema elettrico e telefonico che sono stati richiesti ai gestori.

#### 5.1.4 Rilievi di campagna

Tali rilievi potranno essere sviluppati con mirate campagne di indagini. Va subito detto che si tratta di un lavoro complesso che va realizzato in modo generale e per fasi. Il quadro generale comprende l'analisi delle dotazioni presenti in ogni singola strada sia a livello di chiusini, tombini, sistema, dimensione di rete, tipologia costruttiva ed allacci ad utenze sia la localizzazione delle reti tecnologiche. Quest'ultima essendo interrata non è direttamente rilevabile.



È possibile fare una localizzazione delle reti già esistenti attraverso ricognizioni con tecnologie molto complesse e costose come il sistema georadar o l'investigazione televisiva. Siccome questo tipo di investigazione non è realizzabile per gli alti costi economici necessari si consiglia una ricostruzione per fasi.

Il sistema elettronico delle reti potrà essere aggiornato per le parti che vengono interessate dai cantieri sui sottoservizi durante gli interventi di manutenzioni.

Il comune deve richiedere una mappa del "come costruito" ad ogni gestore che effettua la manutenzione.

In tale modo nel tempo si arriva ad avere una mappa più affidabile di ogni rete operante.

### **5.1.5 Stato di efficienza delle reti**

Il quadro conoscitivo riguardante la qualità e la consistenza delle risorse erogate e le eventuali perdite non sono state fornite dai gestori quindi non è possibile esprimere un giudizio sulla loro funzionalità.

In linea generale i sistemi presenti a livello comunale hanno una vita media di esercizio che è comunque dell'ordine dei cinquant'anni e quindi in una fase di vetustà.

Va considerato che i sistemi sono cresciuti seguendo l'andamento urbanistico della città.

Nelle zone di prima urbanizzazione sono datati e possono avere situazioni di funzionamento non conforme ai criteri di qualità previsti dalle leggi vigenti se negli ultimi anni non sono stati effettuati interventi di manutenzione straordinaria.

Ogni gestore ha predisposto una sua *Carta dei Servizi* per rispondere ai requisiti di efficienza, qualità e economicità stabiliti dalle rispettive autorità.

Per un approfondimento di questo argomento si rimanda alle carte dei servizi fornite dai gestori. Però sarebbe utile acquisire dai gestori una relazione tecnica su questo aspetto.

### **5.1.6 Computo metrico estimativo**

Il sistema dei sottoservizi porta con sé una serie di costi che devono essere sostenuti dal cittadino, dai gestori e dal comune.

I costi sono dovuti alla realizzazione della rete per la posa delle tubazioni e dei cavi, agli allacciamenti per collegare la rete di distribuzione all'utente, alla fornitura del servizio ed alla manutenzione del sottoservizio.

Ogni rete ha un proprio costo di realizzazione, che dipende dalla tipologia del servizio.

Esso include il costo di scavo, il costo del manufatto, della posa e del reinterro, cui va aggiunto il ripristino stradale.

È possibile stimare questo valore sulla base dei dati forniti da ogni gestore. Attribuendo la lunghezza di ognuna delle reti a quella del sistema viario è possibile stimare la consistenza delle reti pari a 46 km.

La posa delle reti avviene indipendentemente l'una dall'altra, ovvero senza l'utilizzo di strutture sotterranee polifunzionali.

Per poter arrivare ad un computo estimativo di ogni rete è necessario richiedere ad ogni gestore una specifica relazione. Su questa base sarà possibile effettuare una stima generale sui servizi presenti a livello comunale.

## **5.2 Qualità di Erogazione dei servizi**

### **5.2.1 Utenze Connesse alla Capacità Insediativa**

Gli immobili presenti nel comune risultano essere 1967, di cui 1618 residenziali, 29 pubblici e 320 lavorativi mentre il sistema delle strade che collega gli immobili presenta una lunghezza pari a 75km.

Sulla base degli elenchi delle utenze servite dai gestori sarà possibile fornire un dato dettagliato rispetto alla singola strada.

### **5.2.2 Flussi, portata e traffico**

Questi dati di esercizio sono stati richiesti ad ogni gestore e nel tempo sarà possibile effettuare un dettagliato bilancio di esercizio di ogni sottosistema arrivando a determinare un quadro dei fabbisogni di risorse a livello comunale.

### **5.2.3 Censimento disservizi e criticità**



Nel tempo da parte del comune non è stato effettuato un censimento dei disservizi dei sistemi a rete. Da un'analisi statistica effettuata risulta un numero medio di cantieri per manutenzione delle reti pari a 4-5 cantieri per km all'anno che, rapportati ai 75 km del sistema stradale comunale, indicano 300 - 380 cantieri all'anno.

Da un'analisi dettagliata di questi dati rapportati alla tipologia di sottosistema si può arrivare a definire il grado di criticità dei servizi presenti.

### 5.3 Progettazione dei sistemi a rete

#### 5.3.1 Gerarchizzazione delle reti

Le linee di piano indicano le differenti forme di infrastrutture (galleria polifunzionale, cunicolo tecnologico e canaletta) in base alle necessità riscontrate nelle aree urbane.

La galleria polifunzionale è una struttura destinata alla posa di servizi a rete costituita da un passaggio praticabile. Essa ha la funzione di costituire una dorsale per il sistema urbano.

Il cunicolo tecnologico è una struttura costituita da trincea o da altro passaggio non praticabile con chiusura mobile, che viene asportata per la manutenzione.

È posizionato a minore profondità nel sedime stradale rispetto alla galleria.

Viene realizzato per creare delle connessioni tra le dorsali e le aree urbane servite o le utenze consistenti residenziali e lavorative.

La polifora o canaletta tecnologica è un manufatto con elementi continui (a sezione prevalentemente circolare) affiancati o termosaldati, per l'infilaggio di più servizi a rete.

Rappresenta il sistema di servizio finale che permette di arrivare all'utenza residenziale o lavorativa medio piccola.

Questo sistema viene proposto con una logica di connessione del comune con il territorio e di una gerarchia strutturale di infrastruttura.

L'obiettivo è quello di avere un servizio territoriale che si va a legare con gli indirizzi del PTC della provincia e di realizzare un sistema interconnesso a livello comunale.

- Galleria polifunzionale a passo d'uomo;



- Cunicolo tecnologico;



- Polifora.



### 5.3.2 Categorie standard di ubicazione

Le tipologie e le modalità di esecuzione degli attraversamenti sono **sottoposte** all'approvazione dell'ente proprietario della strada in sede di rilascio di **concessione**.

#### Occupazioni longitudinali

Di norma vengono realizzate nelle fasce di pertinenza stradale alla massima distanza dal margine della carreggiata. Per evitare questa situazione devono adottarsi sistemi meccanizzati di posa degli impianti o altre soluzioni alternative.

#### Attraversamenti trasversali

Gli attraversamenti trasversali devono essere:

- posizionati in appositi manufatti quali cunicoli, gallerie di servizi, pozzetti
- realizzati con sistemi a spinta nel corpo stradale
- idonei a proteggere gli impianti in essi collocati
- idonei ad assorbire le sollecitazioni dalla circolazione stradale

#### Caratteristiche costruttive

la **dimensione** deve consentire:

- la realizzazione degli interventi di manutenzione senza manomissione del corpo stradale o intralcio alla circolazione,
- la collocazione di più servizi in un unico attraversamento (le condotte a gas non possono esserci assieme ad altri impianti),
- l'**accesso** deve avvenire mediante pozzetti localizzati fuori della fascia di pertinenza stradale ed a mezzo di manufatti che non insistono sulla carreggiata,
- la **profondità** rispetto al piano stradale deve essere approvata dall'ente proprietario in base a:
  - o condizioni morfologiche dei terreni
  - o condizioni del traffico

### 5.3.3 Tecniche di scavo

#### Posa delle reti di distribuzione dei servizi

La sistemazione dei manufatti può avvenire secondo:

- La **posa tradizionale** mediante scavo di trincea
- Le **tecniche trenchless o no-dig**

Le tecnologie Trenchless (letteralmente senza trincea) si sono diffuse rapidamente, e non si limitano alla sola installazione di nuove tubazioni: è possibile localizzare, eseguire manutenzione (ispezionare; riparare; pulire), risanare, rinnovare e sostituire tubazioni interrato senza dover scavare per tutto il tratto interessato dal lavoro da eseguire.



Trenchless

Le tecnologie trenchless sono in competizione con il sistema di scavo anche quando il loro impiego risulta più caro rispetto al lavoro eseguito tradizionalmente, soprattutto se vengono considerati i Costi Sociali. I Costi Sociali sono quei costi che direttamente o indirettamente vengono sopportati da quella parte di popolazione coinvolta dai lavori di scavo.

#### Posa tradizionale a cielo aperto

La posa tradizionale di condotte comporta l'apertura con mezzi meccanici di una trincea. A seconda del tipo di terreno incontrato nella posa e del materiale prescelto per le condotte, le modalità di scavo e di sistemazione possono variare. Il corretto riempimento della trincea è indispensabile per evitare le deformazioni della condotta. Seguendo le prescrizioni di posa date dal progettista, si deve far raggiungere al materiale di rifianco il giusto grado di compattezza così da ottenere un modulo elastico  $E_t$  di cantiere più prossimo possibile a quello usato nei calcoli.



Posa tradizionale delle reti dei servizi.

Per ottenere buoni risultati il rinfianco verrà posato a strati successivi ognuno dei quali costipato meccanicamente avendo cura di non provocare l'innalzamento della condotta durante tale operazione .

Da ormai 10 anni, in alternativa alla tecnica di installazione tradizionale, negli USA, Canada, Giappone e nei paesi continentali Europei si è diffusa la tecnologia "Trenchless": cioè la tecnologia che consente di installare nel sottosuolo le tubazioni dei servizi civici limitando le operazioni di scavo alla sola apertura di una buca di partenza e di una di arrivo.

Le tecnologie Trenchless (la parola di origine angloamericana significa letteralmente senza trincea da trench = trincea e da less = senza; come cordless significa senza filo) si sono diffuse rapidamente, e non si limitano alla sola installazione di nuove tubazioni: oggi è possibile localizzare, eseguire manutenzione (ispezionare; riparare; pulire), risanare, rinnovare e sostituire tubazioni interrato senza dover scavare per tutto il tratto interessato dal lavoro da eseguire.

Il continuo evolversi delle tecnologie trenchless ha fatto sì che il loro impiego si sia diffuso non solo nei casi dove la posa eseguita con lo scavo era praticamente possibile solo stanziando ingenti somme di denaro, intaccando l'ambiente circostante e creando notevoli disservizi: cioè gli attraversamenti di laghi, fiumi, canali, ferrovie, autostrade ma anche quando il loro impiego risulta più caro rispetto al costo eseguito tradizionalmente; a favore delle tecniche innovative giocano i Social Costs (Costi Sociali).

I Costi Sociali sono tutti quei costi che direttamente o indirettamente vengono sopportati da quella parte di popolazione la cui vita (dal punto di vista della qualità e dal punto di vista economico) viene, loro malgrado, sconvolta dai lavori di scavo. Quando vengono programmati, progettati e stanziati i fondi per i lavori sui sottoservizi occorre considerare che buona parte di questi interventi possono essere eseguiti con le tecnologie trenchless. L'applicazione delle tecnologie trenchless deve essere una metodologia di lavoro presa in considerazione durante la progettazione del lavoro e non un ripiego forzoso. Purtroppo, in Italia, questi sistemi innovativi stentano a decollare per parecchi motivi: tra questi capeggia senz'altro la scarsa conoscenza delle tecniche e delle tecnologie trenchless.

Una efficace applicazione delle tecnologie trenchless richiede una dettagliata conoscenza:

- litologico/idrologica,
- disposizione dei sottoservizi esistenti,
- una opportuna scelta del tubo da installare con relativo materiale (Acciaio, Cemento; Amiantocemento, Ghisa; Gres; Polietilene, PVC, materie plastiche brevettate ecc. ).

Le tecniche no-dig sono di quattro tipi:

NON GUIDATE	GUIDATE	SPINGITUBO	MINISCUDI
Trivelle orizzontali	Rotazione	Scudo Manuale	Smaltimento meccanico
Percussori pneumatici	Rotopercussione	Scudo Meccanizzato	Smaltimento idraulico
Battipali orizzontali	A secco		
	Motori a fango		
	Raise borer		

## 5.4 Interventi operativi

Gli interventi operativi rientrano nella fase di attività dell'infrastrutturazione. Il progettista deve dotarsi di un quadro conoscitivo territoriale e realizzativo ampio e completo che permetta di definire un'azione progettuale che rispetti gli elementi territoriali, gli elementi di rischio e gli indirizzi costruttivi fino all'organizzazione dei cantieri nel rispetto delle leggi vigenti.

### 5.4.1 Indagini Dirette e indirette

La predisposizione di interventi operativi deve esser supportata da un programma di indagini per stabilire le caratteristiche del sottosuolo.

Le indagini sono di due tipi: dirette ed indirette.

Le indagini geognostiche dirette comprendono le perforazioni a carotaggio continuo o a distruzione di nucleo con o senza prelievo di campioni indisturbati e le adeguate prove in situ o di laboratorio.

Le **prove in situ** realizzate più frequentemente sono:

- penetrometriche statiche e dinamiche
- standard penetration test (SPT)
- vane test in foro

I lavori di indagine diretta consentono di conoscere le caratteristiche fisico-meccaniche del suolo e di raccogliere tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti, nonché di individuare le acque sotterranee a pelo o in pressione.

Il sondaggio può avvenire con procedure differenti:

- con aste elicoidali, senza rivestimento del foro
- a carotaggio continuo con rivestimento
- sonda inclinometrica
- diagrafia

Le **prove di laboratorio** sono:

- limiti di Atterberg
- prove udometriche
- prove di taglio
- analisi granulometrica

### **5.4.2 Analisi rischio**

Il progettista deve operare in modo da:

- individuare gli eventi non voluti,
- valutare i rischi per la sicurezza e la salute degli operatori e della popolazione limitrofa all'area di intervento,
- considerare la sicurezza e la continuità dei servizi,
- identificare le soluzioni per limitare o eliminare i rischi stessi,
- fornire informazioni sull'uso e sulle caratteristiche dell'opera,
- individuare possibili cause ed effetti dei guasti verificando che essi rientrino nei limiti accettabili,
- definire le misure di salvaguardia, le attrezzature di protezione e le procedure operative,
- trovare soluzioni per isolare le avarie e consentire gli interventi di ripristino delle condizioni operative.

### **5.4.3 Barriere architettoniche**

Nella predisposizione del PUGSS devono essere definite le barriere architettoniche da considerare nella pianificazione delle opere da parte delle aziende. Queste prescrizioni possono formare oggetto di appositi protocolli effettuati dal comune di intesa con le aziende interessate.

I comuni, in sede di autorizzazione, dovranno accertare che nel piano delle opere siano stati previsti gli adempimenti riguardanti le barriere architettoniche, gli spazi pedonali ed i marciapiedi (art.4, art.5 DPR 503/96).

Spazi Pedonali

I progetti che interessino gli spazi pubblici devono prevedere:

- almeno un percorso accessibile che permetta:
  - o l'utilizzo di eventuali impianti di sollevamento,

- l'uso dei servizi,
  - le relazioni sociali,
  - la fruizione ambientale
- la fruibilità deve essere anche garantita a persone di ridotta o impedita capacità motoria,
  - i percorsi e gli impianti di sollevamento devono essere conformi alle specifiche dettate dal D.M. 236/89.

#### Marciapiedi



I marciapiedi devono essere predisposti nei percorsi pedonali adiacenti a spazi carrabili e devono presentare le seguenti caratteristiche progettuali:

- il dislivello tra il marciapiede e la zona carrabile non può superare i 15 cm,
- la larghezza deve essere sufficiente per permettere il passaggio anche a persone con sedie a rotelle,
- la pavimentazione deve seguire le specifiche del D.M. 236/89 (riferite ai percorsi pedonali).

#### 5.4.4 Indirizzi costruttivi

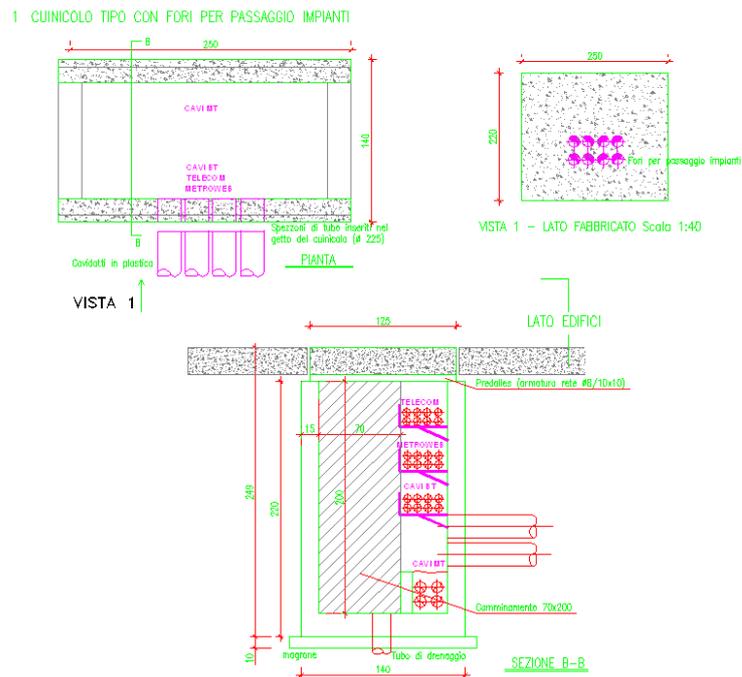
Il progetto deve considerare tutte le caratteristiche costruttive e dimensionali della rete di infrastrutturazione in funzione del loro specifico uso (acqua, elettricità, telecomunicazioni, teleriscaldamento) e delle sue gerarchie.

Vanno calcolate le sollecitazioni che possono danneggiare le strutture a causa del traffico veicolare, degli assestamenti naturali dei suoli, di movimenti sismici, dell'azione degli apparati radicali della vegetazione, in modo da prevenire disservizi, rotture o crepe.

Nella progettazione vanno previsti gli alloggiamenti dei componenti particolari, i sistemi di derivazione a rete, le strutture di confinamento dei servizi e di drenaggio dei percolati naturali o artificiali, per prevenire interferenze e disservizi.

Tutte le opere di competenza della stessa amministrazione devono essere quanto più possibile uniformi tra di loro. Per la fase di esercizio vanno definite ed applicate le procedure per le ispezioni periodiche, a vista o strumentali, per la manutenzione periodica e occasionale, per il confinamento delle zone in avaria e per la comunicazione delle anomalie rilevate dai gestori o proprietari dei singoli servizi.

Nel caso di posa direttamente interrata o in tubazione interrata gli impianti tecnologici sotterranei vengono posti generalmente sotto il marciapiede o comunque nelle fasce di pertinenza stradale. Nel caso non siano possibili altre soluzioni tali impianti possono essere posati longitudinalmente sotto la carreggiata stradale. È raccomandata la posa sotto il marciapiede in modo da ridurre al minimo il disagio alla circolazione stradale. La disposizione e la gerarchia delle infrastrutture sono definiti anche in funzione della larghezza dei marciapiedi e soprattutto delle esigenze delle reti di distribuzione nel rispetto delle relative norme, in modo da assicurare un'adeguata protezione contro sollecitazioni provenienti dal terreno e in particolare da quelle indotte dal traffico veicolare. Gli impianti tecnologici sotterranei sono ubicati nei cunicoli e devono essere disposti nella sequenza indicata a livello di progetto.



Esempio di sezione di cunicolo tecnologico.

#### **5.4.5 Organizzazione dei cantieri**

I lavori di scavo e ripristino devono essere effettuati a regola d'arte a prescindere dallo stato manutentivo preesistente, secondo quanto stabilito dalle prescrizioni tecniche ed in modo da non intralciare il traffico veicolare e pedonale con sgombero sollecito e completo del materiale di scavo. I depositi su strada ed i relativi cantieri devono essere segnalati secondo i disposti di cui all'art. 21 del D.Lgs. 30.04.1992 n. 285 ed art. dal 30 al 43 del regolamento di esecuzione ed attuazione del codice della strada del D.P.R. 16.12.1992 n.495.

Per contenere al minimo i disagi della cittadinanza, lo svolgimento dei lavori prevede l'apertura di singoli tratti di scavo, da rendere agibili prima di ulteriori scavi, secondo le indicazioni impartite dagli uffici tecnici comunali competenti.

#### **Prescrizioni Tecniche**

Tutti i lavori occorrenti per la realizzazione del servizio dovranno essere eseguiti secondo le modalità previste dal Disciplinare di scavo a totale cura e spese della società esecutrice dei lavori e con l'adozione di tutti gli accorgimenti necessari per garantire l'incolumità delle persone, in conformità alla legislazione vigente.

Le squadre operanti sui cantieri adotteranno tutti gli accorgimenti necessari per limitare il disagio alla cittadinanza e per contenere l'impatto ambientale.

La società esecutrice dei lavori si dovrà impegnare ad osservare le eventuali prescrizioni particolari impartite dai competenti uffici comunali in relazione alle oggettive esigenze specifiche create dal contesto in cui l'opera si realizza. In ogni caso l'azienda deve rispettare le prescrizioni tecniche contenute nella normativa in vigore.

#### **Ripristini delle pavimentazioni stradali**

Per gli interventi di ripristino delle pavimentazioni stradali la società esecutrice dei lavori si atterrà al Disciplinare per l'esecuzione di lavori di scavo e ripristino.

#### **Organizzazione**

L'azienda nell'organizzare il cantiere deve mettere in atto una serie di interventi di delimitazione e messa in sicurezza dell'area.

A tal fine deve collocare un cartello identificativo all'inizio dell'area di cantiere, e cartelli stradali che evidenziano restringimenti o deviazioni e limiti di velocità causati dai lavori in corso.

La segnaletica deve essere posizionata con modalità e distanze diverse in base al tipo di lavoro e all'ubicazione del cantiere.

## 5.5 Esigenza di adeguamento dei sistemi

L'esigenza di adeguamento dei sistemi a rete va sviluppata attraverso un tavolo comune formato dall'amministrazione comunale e i suoi tecnici e le strutture dei gestori. Insieme vanno fissati gli elementi di intervento, le priorità di intervento e concordare le azioni per avviare l'infrastrutturazione. Questo sistema semplifica i processi gestionali e il potenziamento di dotazione di nuove reti. Bisogna mettere in conto una fase di resistenza all'innovazione da parte dei gestori perché andrà a modificare sostanzialmente i criteri di governo delle reti.



L'amministrazione comunale diventerà proprietaria dell'infrastruttura liberando le strade da strutture vecchie e non sempre efficienti.

Il processo è sicuramente complesso però va avviato per realizzare un rinnovamento radicale dei sistemi per puntare ad una sostenibilità urbana, una rivalutazione della città, un miglioramento della qualità della vita e una qualificazione del territorio.

## **6 PIANO DELL'INFRASTRUTTURAZIONE**

### **6.1 Indirizzi generali**

Il sottosuolo è stato analizzato come un elemento tridimensionale molto vincolato, ma che apre prospettive di riordino e di espansione per la città, andando ad integrare e supportare il Piano di Gestione del Territorio come una "realtà speculare" a quella di superficie.

È una dimensione altrettanto importante, sebbene resti "nascosta" e non immediatamente visibile.

Il sottosuolo è concepito come un "contenitore" in grado di ospitare al suo interno numerose strutture e infrastrutture al servizio delle esigenze di carattere civile, sociale e lavorativo salvaguardando gli aspetti geologico/idrogeologico ed architettonico presenti.

La città vive e prospera se è dotata di sistemi a rete efficienti, con scarsi disservizi e sprechi.

L'acqua, l'energia e la comunicazione sono i tre fattori che, a secondo della loro disponibilità, determinano l'eccellenza o la normalità di un centro abitato.

Riuscire ad assicurare in modo equo a tutti i cittadini ed alla città questi servizi vuol dire dare un supporto al lavoro, alla vita urbana e agli scambi sociali.

Se poi tali risorse sono offerte in modo eccellente si favorisce la crescita e si migliora la competitività.

Questo processo è possibile dotando la città di una infrastrutturazione che alloggi la maggioranza dei sottoservizi in una realtà facilmente accessibile, come prevede la legge, sfruttando al meglio ed al massimo gli spazi presenti nel sottosuolo stradale.

Tale sistema offre la possibilità di rinnovare radicalmente le reti, di espanderle, di assicurare una manutenzione agile ed un pronto intervento tempestivo.

Il PUGSS indica le linee guida per infrastrutturare il sottosuolo stradale con tipologie differenti sulla base delle esigenze presenti. Il sistema che si andrà a realizzare diventa un "contenitore ordinato ed intelligente" dei sottoservizi.

Le linee delineano un processo graduale di realizzazione all'interno di una strategia generale di innovazione e di trasformazione delle modalità di servire la città.

Questa azione di pianificazione permette nel tempo al comune di riappropriarsi del ruolo di governo del sottosuolo come area pubblica (demaniale) e di definire le sue destinazioni d'uso sia per l'azione di infrastrutturazione che per le altre funzioni urbane.

Il sottosuolo stradale diventa una risorsa territoriale e finanziaria per l'amministrazione comunale superando una fase di differenziazione nella gestione tra suolo e sottosuolo stradale.

Il processo di urbanizzazione determinatosi negli ultimi cinquant'anni ha teso a rispondere all'elevata richiesta di aree residenziali, lavorative o di interesse pubblico tralasciando di pianificare le strade con i suoi elementi strutturali e sistemi a rete. I sistemi sono maglie che collegano e connettono le varie parti del territorio e le strutture offrendo energia ed acqua necessaria per la vita civile e produttiva.

Il piano del sottosuolo dovrà diventare attraverso i piani attuativi in un tempo di dieci anni, previsto dalla normativa, il piano regolatore del sottosuolo urbano determinando modalità e volumetrie per infrastrutturare il sottosuolo stradale a sostegno della realtà cittadina.

Le linee di infrastrutturazione puntano a migliorare le attuali funzioni, ad indicare i processi di innovazione ed a formulare proposte di riqualificazione e di sviluppo per la città.

La realtà urbana è strettamente legata ai servizi a rete in una connessione ormai inscindibile di cui l'energia elettrica è l'elemento centrale di tutte le funzioni.

La qualità ed efficienza dei sistemi a rete che arrivano negli immobili determina il livello di qualità offerte al singolo residente o all'operatore e sono fattori di attrazione per nuove opportunità di lavoro e per la vivibilità urbana.

La legislazione richiede che l'ente locale " governi " il suolo demaniale a partire dalle strade urbane e sia possessore dei sistemi a rete presenti nel suo territorio per poter assegnare i servizi alle strutture di gestione che offrano migliore qualità ed efficienza nell'erogazione delle risorse.

Le linee di piano sono state elaborate seguendo la logica di funzionalità delle reti, di innovazione delle modalità di erogazione e di qualità dei servizi offerti.

Il sistema di infrastrutturazione dovrà avviarsi con una logica di sostituzione dell'esistente a partire dalla realtà puntuale rappresentato dall'incrocio più significativo ed estendersi lungo gli assi di connessione con il resto del territorio extra urbano.

Nell'ambito urbano il sistema si andrà a consolidare con interventi legati a nuove costruzioni o manutenzioni straordinarie e progetti specifici messi in atto dalla pubblica amministrazione.

Questa nuova visione del sottosuolo dotato di una infrastruttura che riesce ad allocare i principali servizi controllati e gestiti in modo unitario rende la città un complesso

organizzato con un sistema di servizio programmabile e gestibile seguendo una logica di efficienza e di economicità.

Il riordino e la valorizzazione del sottosuolo stradale può diventare parte del miglioramento della qualità urbana, se le nuove strutture sotterranee polifunzionali (gallerie e cunicoli tecnologici) saranno realizzate in modo da interagire con le altre funzioni urbane allocabili nel sottosuolo in una logica di complementarità nell'ambito di un piano dei servizi del sottosuolo e del suolo.

La strategia di definizione delle linee di qualificazione e di riqualificazione dei servizi a rete e della città stessa è stata elaborata, valutando le priorità in relazione:

- alle aree urbanizzate con maggiore richiesta di risorse idriche ed elettriche;
- alle caratteristiche geoterritoriali ed urbanistiche;
- alle risorse economiche necessarie;
- ai benefici sociali e di vivibilità urbana.

Il processo di infrastrutturazione delineato va sviluppato in forma progressiva attraverso piani attuativi che siano in sintonia con i processi urbanistici.

Quest'azione presuppone un processo di rinnovamento della città e delle sue dotazione strettamente interconnesse rispetto ai fabbisogni sociali e ai servizi offerti in una logica di sviluppo e di qualità della vita urbana.

## **6.2 Elementi di priorità**

La caratterizzazione del sistema territoriale ha analizzato la fattibilità territoriale, mentre l'analisi dei sistemi dei sottoservizi ha individuato le esigenze di infrastrutturazione.

Queste analisi rappresentano il primo momento di valutazione dei dati e delle informazioni presenti nel comune con differenti gradi di precisione e di approfondimento.

L'integrazione e l'approfondimento delle informazioni tecnico operative permetterà un affinamento delle conoscenze a supporto degli indirizzi progettuali con una sequenza temporale.

Il piano segue una linea di azione volta al riordino ed un governo del sottosuolo urbano e fornisce alcune indicazioni anche di tipo progettuale e finanziario che andranno definite nell'ambito del piano triennale delle opere pubbliche.

Questo processo dovrà essere strettamente legato agli indirizzi del piano dei servizi e al quadro urbanistico definito dal PGT.

La sua realizzazione dovrà creare il minimo impatto nella vita urbana ed assicurare maggiori servizi con migliore funzionalità, minori disservizi ed una economicità sui costi

di esercizio.

Il processo di infrastrutturazione dovrà essere collegato con altri interventi di trasformazione della città specialmente nel campo dei servizi a rete (teleriscaldamento, cablaggio e telecontrollo) per determinare le opportune sinergie economiche, urbanistiche ed ambientali.

Un impegno attivo può essere svolto dai gestori dei servizi a rete esistenti e di gestori di nuovi servizi, come previsto dalle leggi vigenti.

La direttiva Micheli e la legge regionale n 26 stabiliscono il principio dell'intervento coordinato per:

- creare nuovi sistemi di infrastrutturazione;
- ridurre i costi sociali e gli interventi di manutenzione operati sulla sede stradale;
- facilitare l'accesso alle reti per gli interventi di manutenzione;
- introdurre controlli automatici della funzionalità delle reti;
- creare un ufficio del sottosuolo;
- definire un regolamento per l'uso integrato del suolo e sottosuolo stradale.

Disporre di reti tecnologiche innovative significa avere strumenti a supporto dell'insediamento di nuove attività lavorative, sostenere l'innovazione delle attività esistenti e richiamare nuove realtà sociali e produttive.

L'insieme di questi processi urbanistici e di gestione dei servizi determina le linee di priorità che dovranno permettere una profonda trasformazione e innovazione della realtà urbana. La visione qualitativa e di efficienza si dovrà affermare superando una vecchia azione di tipo quantitativo che ha caratterizzato la crescita urbanistica della città.

### **6.3 Criteri di scelta**

Il processo di analisi ha riguardato le caratteristiche geoterritoriali, urbanistiche, la rete stradale ed i servizi a rete in una elaborazione diretta con valutazione della loro presenza per ogni singola strada.

La sovrapposizione degli strati informativi ottenuti ha permesso di pesare gli elementi di attenzione territoriale e del sistema delle reti.

I criteri di scelta delle infrastrutture sono stati individuati valutando i rapporti tra le funzioni urbane, il sistema stradale e le necessità di adeguamento dei sistemi.

Si è cercato di individuare l'ordine di priorità per aree urbane che trarrebbero un notevole vantaggio dall'infrastrutturazione sotterranea in termini di miglioramento dei servizi alla città, di riduzione della cantierizzazione e dei costi sociali collegati.

I fattori che hanno definito la priorità per aree sono:

- caratteristiche dimensionali delle strade;
- presenza di servizi a rete;
- elevata domanda di risorse a rete.

L'infrastrutturazione proposta parte da strutture polifunzionali come funzione portante nelle due strade principali che formano il sistema di raccordo che collega il comune con il resto del territorio e successivamente seguendo una priorità per aree per poter sviluppare il sistema di infrastrutturazione.

### **6.4 Modalità di pianificazione**

La procedura di pianificazione per definire l'infrastrutturazione è sviluppata attraverso un sistema progressivo basato su tre elementi:

1. Analisi puntuale: l'incrocio;
2. Analisi lineare: la strada;
3. Analisi areale: la zona.

L'analisi puntuale permette di individuare tra gli incroci a più lati quello che intercetta due vie che sono elementi di collegamento con l'intero territorio comunale e i comuni limitrofi.

Questo punto forma lo snodo dello sviluppo del processo su cui si muove l'azione di valutazione dell'analisi lineare. Le due strade suddivise in tratti (incrocio – confine comunale) vengono analizzate nelle loro caratteristiche urbanistiche, strutturali e di rapporto sovracomunale. Normalmente sono due strade provinciali o statali che sono

dotate di sottoservizi con funzioni di strutture portanti da cui si dipartono le diramazioni per le esigenze urbane-lavorative.

Il sistema di analisi prosegue attraverso la valutazione delle aree che sono delimitate dai tratti stradali e dal confine comunale con una logica di area chiusa.

I parametri conoscitivi precedentemente analizzati, attraverso un processo di normalizzazione permettono di definire un peso per area e quindi un grado di importanza ad ognuna di esse.

L'area più significativa viene indicata come quella in cui bisogna attivare un primo studio di fattibilità nel momento in cui il comune decide di avviare la fase di infrastrutturazione del suo territorio.



Algoritmo per la pianificazione dell'infrastruttura.

### Valutazione delle sinergie

L'infrastrutturazione del sottosuolo va coordinata ed unificata alla manutenzione straordinaria delle strade o in occasione di nuove realizzazioni, al fine di non creare ulteriori disagi ai cittadini.

La legislazione vigente prevede all'art. 6 che nelle aree di nuovo insediamento le strutture sotterranee polifunzionali (SSP) siano considerate opere di urbanizzazione primaria e che debbano essere realizzate contemporaneamente a cura e spesa del lottizzatore secondo progetti concordati con le società di gestione dei sottoservizi e approvati dal Comune.

La Direttiva prevede inoltre che nelle aree urbanizzate nelle quali un intervento straordinario comporti l'interruzione dell'intera sede stradale, per una lunghezza di almeno 50 m, le opere di ripristino siano l'occasione per realizzare un cunicolo tecnologico o una galleria, in relazione alla tipologia degli impianti allocabili e alle esigenze future.

Risulta quindi fondamentale integrare la pianificazione del sottosuolo all'interno del piano triennale delle opere pubbliche.

Con questo metodo, si abbattano in modo sostanziale i costi di organizzazione dei cantieri, quelli relativi al ripristino delle pavimentazioni della strada e di realizzazione delle opere e i costi sociali legati alla cantierizzazione della strada sono dimezzati.

## **6.5 Fase di pianificazione**

### **6.5.1 L'incrocio**

L'incrocio rappresenta un punto critico di incontro e di smistamento per il sistema della mobilità e per il sistema dei sottoservizi (acque, gas, elettricità, telefonia, etc ).

È un'articolazione da cui dipendono i sistemi a rete ed in cui questi ultimi convogliano.

L'incrocio è anche un punto di vulnerabilità per il sistema stradale, in quanto particolarmente soggetto a sollecitazioni ed a carichi esterni, poiché i mezzi di trasporto subiscono rallentamenti in prossimità dell'incrocio, sia questo gestito tramite impianti semaforici o tramite rotatorie.

In questa prima fase della pianificazione si è svolta un'analisi puntuale per definire l'incrocio più strategico.

L'incrocio che rappresenta il punto di snodo per il processo di infrastrutturazione è quello formato dall'intersezioni tra la provinciale SP 130 e la statale SS 11.

### 6.5.2 Le strade

La provinciale SP 130 e la sua prosecuzione verso Nord (SP 172) e la SS 11, delimitate dall'incrocio e dal confine comunale presentano le seguenti caratteristiche:

#### Larghezza

SP 130 e ultimo tratto SP 172	8 m
SS 11	10 m

#### Lunghezza

SP 130 e ultimo tratto SP 172	
Incrocio-confine nord	2392 m
SS11	
Incrocio-confine ovest	941 m
Incrocio-confine est	1539

#### Incroci

Gli incroci sono stati contati come confluenza nei settori di suddivisione. Si riporta qui nel seguito il numero di incroci divisi per aree.

- SP 130 e ultimo tratto SP 172
 

Da incrocio principale a confine nord (Area 1)	12
Da incrocio principale a confine nord (Area 2)	8

- SS11

Da incrocio principale a confine est (Area 2)	3
Da incrocio principale a confine est (Area 3)	4
Da incrocio principale a confine ovest (Area 1)	3
Da incrocio principale a confine ovest (Area 3)	5

### 6.5.3 Classi di Fattibilità Territoriale

#### Criteri di valutazione

Al fine della suddivisione del territorio comunale in classi di fattibilità si è scelto di dividerlo in aree.

Queste ultime vengono identificate dalla naturale suddivisione generata dalle strade principali (provinciali, statali) come strutture più significative in base alla classifica delle strade.

Ad ogni area verrà assegnata una differente classe di fattibilità che deriva dall'analisi dei seguenti fattori:

1. Elementi territoriali:
  - Soggiacenza falda,
  - Lunghezza del reticolo,
  - Numero di fontanili,
  - Area di parchi.
2. Elementi urbani:
  - Area urbanizzata,
  - Numero e Superficie di edifici residenziali,
  - Numero e Superficie di edifici pubblici,
  - Numero e Superficie di edifici industriali,
  - Numero e dati geometrici (lunghezza, larghezza, area) delle strade urbane,
  - Numero di residenti.

Gli elementi sopra riportati appartenenti alle due differenti classi vengono sommati tra di loro dopo un processo di normalizzazione che consente di sommare tra di loro anche elementi caratterizzati da unità di misura diverse. Non sarebbe infatti possibile sommare

ad es. il numero dei fontanili con l'area dei parchi. Viene ricavata dunque una tabella nella quale a ciascuna area viene associato un valore per ognuno degli indicatori sopra riportati.

La normalizzazione, che consiste nella divisione per il valore massimo riscontrato nelle aree comunali consente di attribuire ad ogni area un valore variabile tra 0 e 100 per ogni elemento.

Il passo successivo vede la somma tra i valori ricavati dalla sommatoria di tutti gli elementi territoriali e i valori ricavati dalla sommatoria di tutti gli elementi urbani. Gli elementi territoriali, tranne che la soggiacenza, sono stati tuttavia presi in ordine inverso, cioè viene assegnato un valore maggiore all'area caratterizzata da misure di elementi territoriali inferiori. Infatti le aree nella quale si hanno maggior territori adibiti a parchi, maggior numero di fontanili ecc. sono quelle nelle quali è più problematica l'infrastrutturazione. Viceversa le strade più larghe, con il maggior numero di edifici ecc. sono quelle dove l'infrastrutturazione è più facilmente realizzabile.

### Classificazione per aree

Il territorio comunale, come riportato nel capitolo sui criteri di valutazione, è stato suddiviso in 3 aree, a cui vengono associate le diverse informazioni prese in esame. La matrice viene riportata nella seguente tabella.

Area	Area urbanizzata [m <sup>2</sup> ]	N° edifici residenziali	Area edifici residenziali [m <sup>2</sup> ]	N° edifici industriali	Area edifici industriali [m <sup>2</sup> ]	N° edifici pubblici	Area edifici pubblici [m <sup>2</sup> ]	N° strade
1	850 000	308	81 518	59	49 454	7	3 959	36
2	1 920 000	907	234 481	101	92 584	17	14 548	113
3	1 750 000	385	106 050	149	341 407	8	7 311	51
Area	Lunghezza strade [m]	Larghezza strade [m]	Superficie stradale [m <sup>2</sup> ]	Residenti	Soggiacenza [m]	Lunghezza reticolo idrico [m]	N° fontanili	Area parchi [m <sup>2</sup> ]
1	17 100	6.4	110 000	3 901	5-10	12 200	0	0
2	35 000	6.6	270 000	12 738	5-10	14 300	2	1020 000
3	21 000	7.6	160 000	5 825	0-5	22 700	4	1910 000

La tabella precedente viene normalizzata e si ricava la seguente matrice, dove non sono più presenti le unità di misura.

Area	Area urbanizzata	N° edifici residenziali	Area edifici residenziali	N° edifici industriali	Area edifici industriali	N° edifici pubblici	Area edifici pubblici	N° strade
1	44	34	35	40	14	41	27	32
2	100	100	100	68	27	100	100	100
3	91	42	45	100	100	47	50	45
Area	Lunghezza strade	Larghezza strade	Superficie stradale	Residenti	Soggiacenza	Lunghezza reticolo idrico	N° fontanili	Area parchi
1	49	84	41	31	100	100	100	100
2	100	87	100	100	100	80	50	47
3	60	100	59	46	0	0	0	0

L'aggregazione dei dati territoriali e urbani permette di definire la seguente tabella:

Area	Elementi territoriali	Elementi urbani
1	472	400
2	1082	276
3	786	0

I due elementi vengono a loro volta normalizzati, ottenendo due colonne con valori variabili tra 0 e 100. A questo punto si procede con un'ulteriore sommatoria che conduce alla tabella finale di dati aggregati, da cui si evince che l'area 2 è la più importante. Ad essa verrà assegnata una priorità di intervento.

Area	Valore indice
1	144
<b>2</b>	<b>169</b>
3	73

### Priorità di intervento

L'analisi areale conclude il processo di pianificazione del sottosuolo stradale.

L'area 2 è la prima zona da interessare con uno studio di fattibilità per l'infrastrutturazione con sistemi che partendo dal primo livello della galleria, diramandosi attraverso cunicoli tecnologici e polifore si arrivi fino all'allaccio delle utenze.

Ordinamento delle aree

Ordine di intervento	Area
a	2
b	1
c	3

La procedura descritta tiene conto di tutte le analisi effettuate durante le fasi conoscitive del sistema territoriale e di quello delle reti, integrando tra loro i due studi ed elaborando i risultati ottenuti.

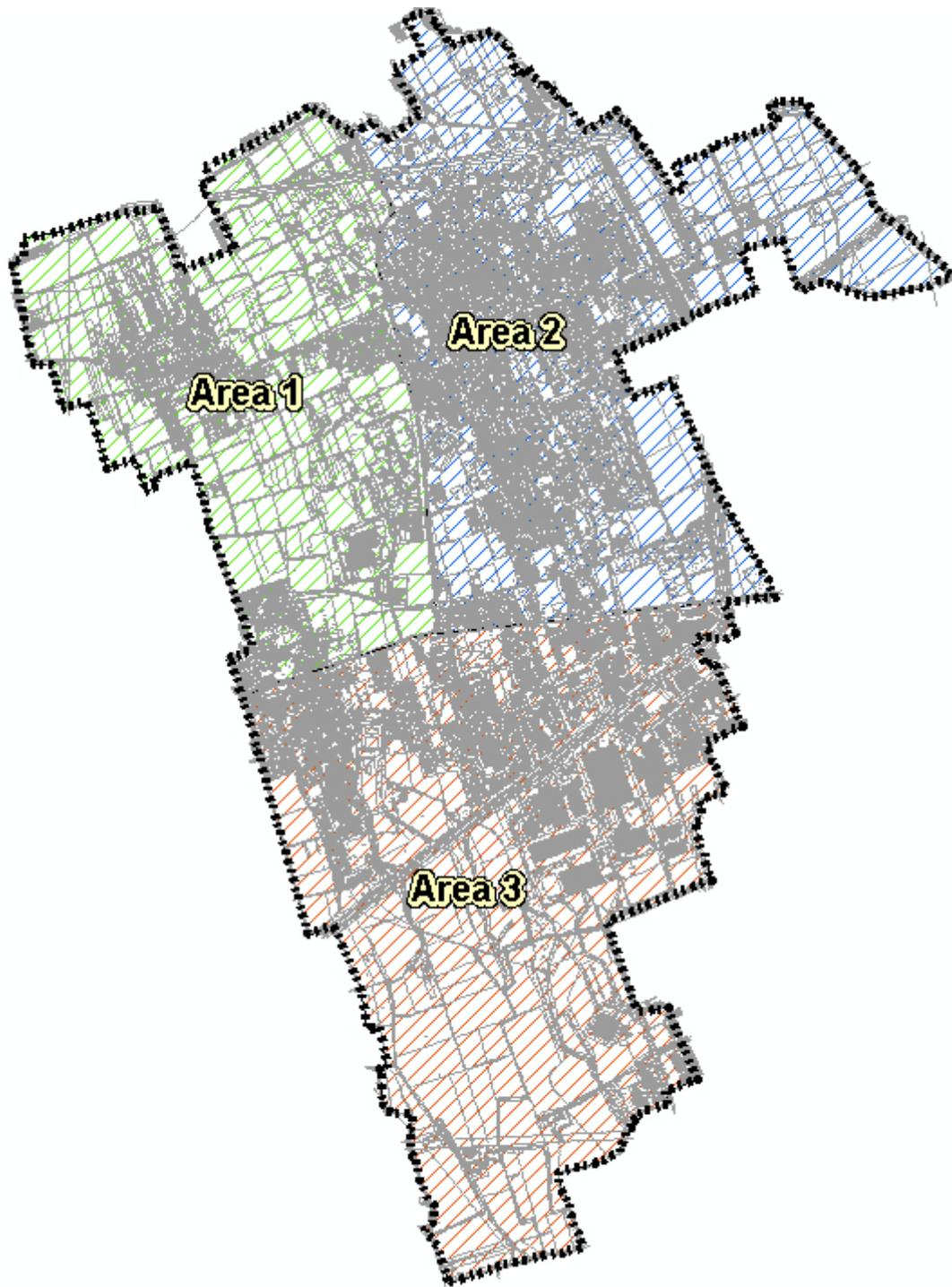
Il quadro conoscitivo a diversi livelli (punto, linea, area) e quello dell'intero comune permettono un incrocio dei dati e delle carte dei due ordini di analisi (territorio – reti) per arrivare a definire il grado di importanza e di necessità dell'attività di infrastrutturazione, la sequenza strategica del processo da avviare, nonché il tipo di infrastrutturazione da scegliere.

Questo ordine di importanza va letto come esigenza generale emersa nella definizione del piano generale.

La valutazione dei diversi livelli di intervento sul sottosuolo va aggiornata in fase di scelte progettuali rapportandola costantemente con il Piano Triennale dei Lavori Pubblici, con il piano dei gestori e soprattutto con il Piano di Gestione del Territorio (PGT) in modo da definire le azioni integrate alla realtà del momento.

Bisogna rimarcare il concetto che si parte dall'assunto, presente nella legge, che afferma l'indicazione che nel tempo l'intero sistema urbano andrà interamente infrastrutturato per offrire pari opportunità e servizi a tutti i cittadini.

Il sistema di infrastrutturazione dovrà essere governato da un centro polifunzionale, legato all'ufficio del suolo e sottosuolo stradale, che svolga i compiti di controllo e di sicurezza del funzionamento dei sottoservizi presenti.



## 6.6 Infrastrutturazione

In questa sezione si propongono una serie di costi dell'infrastrutturazione con le diverse tecnologie proposte nel progetto di riordino del sottosuolo comunale. L'intento è quello di fornire un ordine di grandezza di tali valori, che vanno però valutati in modo più dettagliato in fase di progettazione.

Il costo di infrastrutturazione con galleria polifunzionale è stato valutato intorno ai 3000 € per metro lineare. Esso è comprensivo del costo del manufatto, del costo di scavo, di posa e di reinterro in un'area urbana e del costo legato agli arredi interni della galleria, ovvero alle staffe su cui vengono poste le tubazioni ed i cavi elettrici, pozzetti di aerazione, sistema di illuminazione.

Il manufatto ha larghezza di 2.5 m ed altezza pari a 2 m; si tratta quindi di una galleria a passo d'uomo, con spessore delle pareti pari a 20 cm.

Il costo di scavo comprende i costi relativi al taglio della pavimentazione bituminosa, allo scavo della sezione obbligata, al trasporto del materiale a discarica, costo che include anche i diritti, all'armatura degli scavi, al Tout-Venant bituminato, alla fornitura e stesa di mista, al livellamento e rullatura del cassonetto stradale.

Il costo di posa include, tra gli altri, anche i costi per i torrini d'accesso, prevedendone uno ogni 20 m.

L'altezza media di ricoprimento è stata considerata pari a 1.5 m e la larghezza dello scavo è stata maggiorata di 50 cm dal filo esterno del manufatto da entrambi i lati.

In modo analogo alla galleria polifunzionale, si è valutato per il cunicolo il costo del manufatto, di scavo e di posa all'interno di un'area urbana. Il manufatto consta di una larghezza di 1.5 m, un'altezza di 1 m ed uno spessore delle pareti di 16 cm.

I costi del manufatto, di scavo e posa di conseguenza risultano inferiori rispetto a quelli indicati per la galleria polifunzionale, proprio per le differenti dimensioni del cunicolo. La somma di questi costi variano tra i 600 € ed i 1000 € per metro lineare.

Un'altra tipologia di infrastruttura proposta è la canaletta tecnologica, con caratteristiche del tutto simili a quelle del cunicolo, ma con dimensioni inferiori. Il suo costo per metro lineare è stato valutato intorno ai 200 - 350 € ogni metro lineare.

Un'ipotesi di risparmio dal punto di vista economico ed ecologico all'interno del progetto di infrastrutturazione del sottosuolo è quella legata al recupero del materiale che viene rimosso durante lo scavo. Il riutilizzo del materiale rimosso durante lo scavo può essere effettuato direttamente sul posto, tramite trattamento del materiale stesso e successivo immediato riutilizzo.

In questo modo si risparmiano i costi legati al trasporto di tale materiale in cava ed ai diritti connessi, nonché quelli legati alla fornitura di mista e di Tout-Venant bituminato.

Questo accorgimento permetterebbe di evitare in termini economici una parte dei costi considerati nel paragrafo precedente.

I costi evitati dipendono dalla tipologia di infrastrutturazione, con un risparmio totale che si aggira intorno al 15%.

## 7 CONCLUSIONI

La conclusione che può essere tratta è la seguente: il PUGSS apre una nuova stagione nel governo del sottosuolo stradale come realtà pubblica al servizio delle aree urbanizzate offrendo la possibilità di una gestione dei servizi presenti e futuri che sia controllabile, innovativa ed economica.

Il suo uso va governato come una nuova risorsa demaniale che rappresenta un'opportunità economica per la vita amministrativa comunale.

Il processo realizzativo va coordinato con gli enti che esprimono interessi economici nell'uso del sottosuolo, in un'ottica di partecipazione e condivisione.

La nuova azione voluta dalla Regione Lombardia ed attivata dall'Amministrazione Comunale è un'occasione amministrativa che va interpretata e sviluppata sulla base delle esigenze e le aspirazioni delle collettività che ne usufruirà attraverso la realizzazione del piano e dei suoi effetti positivi.

Il piano va integrato con la definizione di un regolamento del sottosuolo e con l'istituzione di un ufficio di piano del sottosuolo.

Questi due elementi sono previsti dalle leggi di settore e soprattutto devono rappresentare per l'amministrazione comunale un supporto tecnico e normativo indispensabile per l'avvio del processo di infrastrutturazione e di rinnovamento tecnologico.

Per le città moderna si tratta di passare dall'"opera di crescita" a quella della modificazione guidata e della razionalizzazione urbana per avviare quelle che si chiamano le opere di sviluppo. Se ci si appropria di questo concetto si deve accettare il criterio che ogni inserimento capace di controllare le modificazioni e le evoluzioni tecnologiche ed insediative deve essere applicato e che il cunicolo multifunzionale appare un'opera che rientra in questa prospettiva.

## 8 BIBLIOGRAFIA

- ORS (Osservatorio Servizi di Pubblica Utilità) Lombardia - [www.ors.regione.lombardia.it](http://www.ors.regione.lombardia.it)
- Regione Lombardia – Sistema Informativo Territoriale - [www.cartografia.regione.lombardia.it](http://www.cartografia.regione.lombardia.it)
- Regione Lombardia: “BURL”
- Regione Lombardia: “Prezziario delle Opere Pubbliche”, 2007”
- Regione Lombardia: “Manuale per la posa razionale delle reti tecnologiche nel sottosuolo urbano” - [http://www.ors.regione.lombardia.it/publish\\_bin/C\\_2\\_ContentutoInformativo\\_1906\\_ListaAllegati\\_Allegato\\_2\\_All\\_Allegato.pdf](http://www.ors.regione.lombardia.it/publish_bin/C_2_ContentutoInformativo_1906_ListaAllegati_Allegato_2_All_Allegato.pdf)
- Reoli Anna, Ronconi Marina: “Impianti tecnologici nel sottosuolo urbano – Problematiche e organizzazione delle infrastrutture a rete”, ed. Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano 1997
- Santi Alessia, Secchi Andrèe, Viganò Michela; relatore Prof. Arch. Giuliano Dall’O’, correlatore Arch. Annalisa Galante: “Interventi nel sottosuolo urbano – Manuale per la corretta esecuzione delle strutture sotterranee polifunzionali”, tesi di laurea, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, A.A. 2001-2002
- Sito ufficiale del Comune.: [www.comune.cornaredo.mi.it](http://www.comune.cornaredo.mi.it)
- Tutela Ambientale del Magentino S.p.A.: <http://www.spamagentino.it/>