

**COMUNE DI  
NOVIGLIO (MI)**



**Piano Urbano Generale dei  
Servizi nel Sottosuolo**

Marzo 2008

(Revisione Dicembre 2009)



## 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>	7
2.1.2	<i>Elementi di piano .....</i>	8
2.1.3	<i>Modalità elaborative .....</i>	9
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	ANAGRAFE DELLA STRADA.....	21
3.2.1	<i>Obiettivi.....</i>	21
3.2.2	<i>Struttura .....</i>	22
3.2.3	<i>Analisi dei dati inseriti nel database.....</i>	24
3.3	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO .....	30
3.4	SITUAZIONE GEOLOGICA .....	31
3.4.1	<i>Caratteri geologici e morfologici.....</i>	31
3.4.2	<i>Elementi idrografici .....</i>	32
3.4.3	<i>Elementi idrogeologici.....</i>	32
3.4.4	<i>Aree di vulnerabilità.....</i>	33
3.5	QUADRO URBANO.....	34
3.5.1	<i>Classi di superfici dell'edificato.....</i>	35
3.5.2	<i>Destinazione d'uso .....</i>	36
3.5.3	<i>Edifici residenziali.....</i>	37
3.5.4	<i>Edifici industriali.....</i>	42
3.5.5	<i>Edifici pubblici.....</i>	43
3.5.6	<i>Complessità urbanistica Au.....</i>	46
3.6	VINCOLI STRUTTURALI E DI ATTENZIONE .....	52
3.6.1	<i>Vincoli relativi ai beni ambientali e paesaggistici .....</i>	52
3.6.2	<i>Vincoli sismici .....</i>	58
3.7	SISTEMA STRADALE URBANO .....	59

3.7.1	<i>Geografia della rete stradale</i> .....	59
3.7.2	<i>Morfologia della rete stradale Ms</i> .....	60
3.7.3	<i>Piste ciclabili</i> .....	64
3.7.4	<i>Canone occupazione spazi e aree pubbliche (TOSAP)</i> .....	65
3.7.5	<i>Incroci e piazze</i> .....	69
3.7.6	<i>Analisi dei costi sostenuti per strada</i> .....	72
3.7.7	<i>Complessità morfologica</i> .....	74
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA DELLE RETI</b> .....	<b>81</b>
4.1	LA RISORSA SUOLO E SOTTOSUOLO .....	81
4.2	QUADRO COMPLESSIVO DEI SOTTOSERVIZI .....	84
4.2.1	<i>Dati di riferimento</i> .....	86
4.2.2	<i>I gestori dei servizi</i> .....	88
4.2.3	<i>Analisi dei sottoservizi presenti</i> .....	88
4.2.3.1	Acquedotto.....	89
4.2.3.2	Fognatura .....	94
4.2.3.3	Rete elettrica .....	98
4.2.3.4	Rete gas.....	102
4.2.3.5	Telecomunicazioni.....	105
4.2.4	<i>Stima dei costi economici</i> .....	106
4.2.5	<i>Quadro d'insieme</i> .....	110
4.3	QUADRO DEI SOTTOSERVIZI PER SINGOLA STRADA .....	111
4.3.1	<i>Dotazione di servizi</i> .....	111
4.3.2	<i>Valutazione dei costi</i> .....	112
4.3.3	<i>Complessità dei sistemi a rete So</i> .....	113
<b>5</b>	<b>ESIGENZE DI ADEGUAMENTO DEI SISTEMI</b> .....	<b>115</b>
5.1	SISTEMA TERRITORIALE.....	115
5.1.1	<i>Sistema geologico e idrogeologico</i> .....	115
5.1.2	<i>Sistema urbano</i> .....	115
5.1.3	<i>Sistema dei vincoli</i> .....	115
5.1.4	<i>Sistema stradale</i> .....	116
5.1.5	<i>Sistema sottoservizi</i> .....	117
5.2	CRITERI DI PRIORITÀ – VALORE DI COMPLESSITÀ CI .....	117
<b>6</b>	<b>PIANO DELL'INFRASTRUTTURAZIONE</b> .....	<b>121</b>
6.1	INDIRIZZI .....	122

6.2	LE STRUTTURE SOTTERRANEE POLIFUNZIONALI .....	124
6.2.1	<i>Progettazione del sistema delle reti</i> .....	127
6.2.2	<i>Organizzazione dei cantieri stradali</i> .....	129
6.2.3	<i>Ripristino delle pavimentazioni stradali</i> .....	130
6.3	LINEE DI PIANO.....	131
6.3.1	<i>Valutazione delle sinergie</i> .....	134
6.3.2	<i>Analisi puntuale: gli incroci</i> .....	135
6.3.3	<i>Analisi lineare: le strade</i> .....	139
6.3.4	<i>Analisi areale: le zone</i> .....	147
6.4	ANALISI DELLA TIPOLOGIA DI INFRASTRUTTURAZIONE PROPOSTA CON I VINCOLI .....	150
6.5	ELEMENTI ECONOMICI .....	151
6.5.1	<i>Rete esistente</i> .....	151
6.5.2	<i>Infrastrutturazione</i> .....	153
6.5.3	<i>Cantieri stradali</i> .....	154
6.5.4	<i>Proposte di finanziamento</i> .....	154
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONI</b> .....	<b>157</b>
<b>8</b>	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>158</b>

ALLEGATI: CARTOGRAFIA

- N. 1 – Carta del sistema territoriale ed urbano
- N. 2 – Carta dei sottoservizi
- N. 3 – Carta dell'infrastrutturazione del sottosuolo

## **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 (3 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 articolato da diverse attività conoscitive e metodologiche 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 e del regolamento del sottosuolo, ha deciso di procedere alla pianificazione e 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'applicazione del regolamento per gestire gli interventi relativi al sottosuolo;
- l'attivazione dell'ufficio del sottosuolo.

Questi due elementi permettono 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.

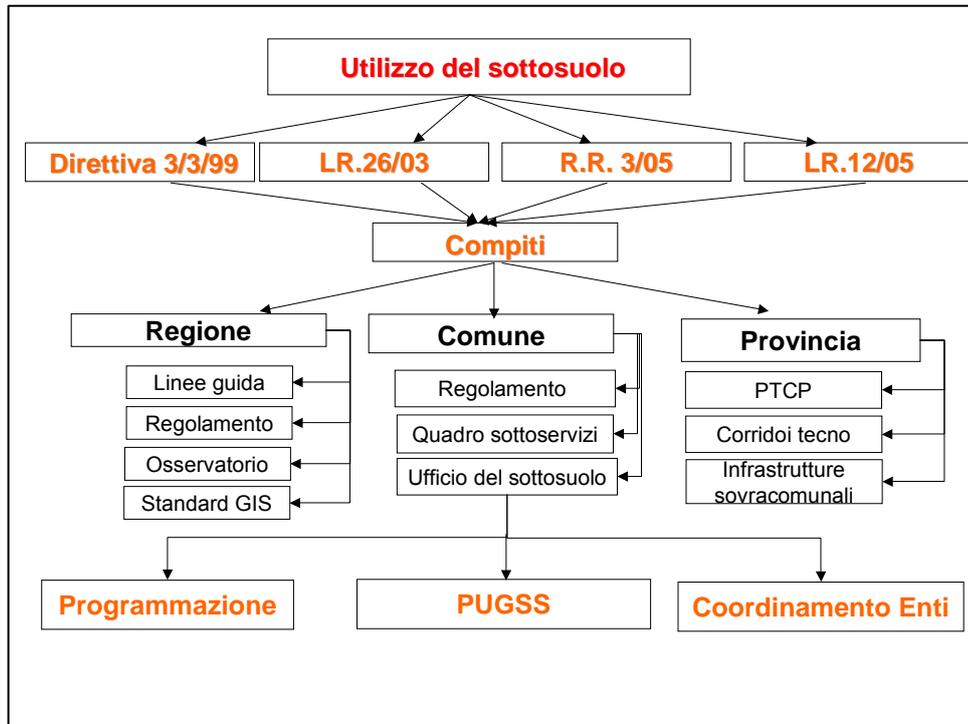
- 3) Il piano, nel guidare il processo di infrastrutturazione e di uso del sottosuolo, dovrà essere coordinato con le attività di trasformazione e di miglioramento urbano in stretto collegamento con il Piano dei Servizi che costituisce parte integrante del Piano di Governo del Territorio.

Il Piano è stato sviluppato con un ordine progettuale che soddisfi le varie esigenze cittadine (abitativo, lavorativo e attività pubbliche) e risponda 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 – urbanistici;
- i vincoli territoriali;
- il sistema delle strade;
- 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.

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;
- 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 può essere sfruttato per l'alloggiamento di 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 una gestione razionale del sistema complessivo ed un'azione di rinnovamento infrastrutturale e di miglioramento tecnologico.

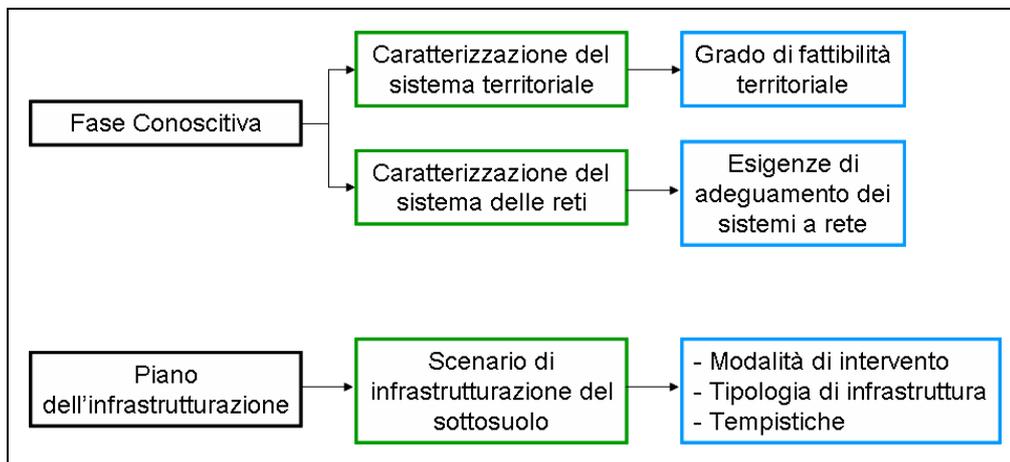
I disservizi diffusi, che richiedono interventi di vario tipo nell'arco dell'anno, sono un chiaro segnale di un sistema che va migliorato e profondamente rivisitato.

L'approccio, volto al miglioramento, comporta un notevole 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.

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

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.

- **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.

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



Cantiere a Mairano.

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 GNDT, 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 di Noviglio, 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 e 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 soprassuolo, del sottosuolo e le loro reciproche interazioni ed interferenze, ovvero:

- la caratterizzazione del sistema territoriale;
- la caratterizzazione del sistema delle reti.

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 e di interesse pubblico esistenti o previste;
- 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 e delle strade 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 dovrà evidenziare 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 che va a costituire il documento di piano è data dalla caratterizzazione delle reti che, in base alla tabella 2 del R.R. n. 3 del 2005, affronta il tema della realtà dei sistemi, in termini di servizi presenti nel territorio comunale e 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 avviare la fase di piano.

La metodologia applicata per la caratterizzazione del sistema territoriale prevede la descrizione a livello di inquadramento generale dei tematismi che caratterizzano i due sistemi con definizione degli elementi principali e delle problematiche generali.

### **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) Classificazione dei vincoli per effetti sul sottosuolo;
- d) Sistema stradale.

Per ogni strada è stato definito un grado di complessità generale che rappresenta la sintesi delle valutazioni svolte su ognuno di questi tematismi.

La complessità generale (Ci) è l'aggregazione numerica e spaziale dei valori risultanti dall'analisi dell'ambito urbano (Au), della morfologia stradale (Ms), e dei sistemi a rete (So) rapportati con i vincoli presenti sull'area.

Ognuno di questi ambiti di analisi comprende una serie di parametri utili alla comprensione della problematicità connessa all'uso dei sottosistemi in relazione all'uso della città.

I singoli parametri vengono raccolti in una matrice che forma il database dell'elaborazione, essi vengono normalizzati per concorrere alla sommatoria delle aliquote di complessità infrastrutturale per ambito di applicazione.

La valutazione infrastrutturale è stata fatta utilizzando la seguente formula:

$$Ci = Au + Ms + So$$

I vincoli invece evidenziano aree nelle quali l'intervento sul sottosuolo non è ammesso o dove occorre un alto livello di attenzione e ulteriori studi di campo.

Questo coefficiente, se alto, è indicativo della coesistenza di numerosi fattori di problematicità connessi all'uso del sottosuolo e comprende al suo interno gli aspetti legati alle lavorazioni necessarie per la posa e la manutenzione dei sottoservizi, agli eventuali disagi creati alla cittadinanza e al traffico veicolare tipico della strada in fase di cantierizzazione (detti costi sociali), allo stato dell'arte delle reti del sottosuolo e delle eventuali strutture ipogee.

La verifica di questo insieme ha permesso di definire il grado di complessità generale che conferma la suddivisione per vie ed introduce elementi di attenzione geologica ed idrogeologica presenti nel territorio comunale.

Il quadro riportato e le carte allegate presentano la suddivisione per grado di complessità del sistema stradale, che indica la maggiore o minore propensione all'infrastrutturazione.

#### 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 delle formazioni presenti con la loro permeabilità e 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" è vissuta la strada, struttura al di sotto della quale sono alloggiati i sottoservizi.

I parametri analizzati nel processo di normalizzazione sono i seguenti:

- Destinazione d'uso;
- Indirizzi di sviluppo urbano;
- Residenti;
- Presenza di attività lavorative;
- Sistema dei principali servizi a carattere pubblico esistenti o previsti 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 delle attività lavorative fornisce una stima del numero di allacci presenti nel comune e la valutazione dei residenti a carattere generale e per area fornisce una stima del numero di utenze dei servizi.

#### Classificazione dei vincoli 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 culturali, ambientali, paesaggistici;
- vincoli sismici.

### Sistema stradale

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

Il sottosuolo di questo sistema è stato scelto 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 delle reti degli attuali servizi e le necessità future.

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



Strada Rosate Noviglio MISP203D.

I parametri considerati sono i seguenti:

- Aspetti dimensionali del sistema stradale;
- Classificazione della rete viaria;
- Elementi di arredo e principali funzioni presenti;
- Mantenimento delle componenti stradali.

## **3.2 Anagrafe della strada**

La fase di conoscenza della strada e della realtà circostante può essere attivata con l' "anagrafe della strada", cioè un database nel quale vengono associate alle singole strade diverse informazioni.

I dati vengono rilevati direttamente sulla strada.

### **3.2.1 Obiettivi**

Gli obiettivi fondamentali del database sono:

1. Riordino dati attraverso un database informatizzato:
  - a. i dati già esistenti, che spesso non sono organizzati e comportano problematiche legate all'accesso ed alle elaborazioni degli stessi;
  - b. i dati dei nuovi censimenti.

2. Pianificazione:
  - a. ridurre i tempi di lavoro degli uffici tecnici per:
    - i. autorizzazioni di occupazione del suolo;
    - ii. organizzazione dei cantieri;
    - iii. accesso ai dati.
  - b. migliorare le attività di pianificazione coordinando gli interventi sulla strada.
3. Programmazione:
  - a. programmazione degli interventi da eseguire (ad es.: individuazione di tutte le strade non asfaltate negli ultimi 5 anni) per evitare che vi siano interferenze tra i lavori;
  - b. riduzione dei costi sociali ed economici degli interventi di cantierizzazione.

### **3.2.2 Struttura**

Ogni argomento sarà strutturato attraverso una scheda specifica nel database numerico.

Il database è sviluppato con Microsoft Access ®, dunque è possibile interrogarlo con opportune query per estrarre i dati di cui si ha bisogno. Le query sono predisposte con opportune maschere che servono a facilitare l'inserimento dei dati da parte del tecnico comunale e vengono strutturate in base alle diverse esigenze dell'utente. Il sistema fornisce poi report della strada o dell'intero stradario cittadino e dei cantieri presenti.

Il sistema può essere personalizzato ed ampliato, dando la possibilità all'utilizzatore di usufruire di una tabella che contenga dati aggregati e di poter effettuare successive analisi.

Access permette poi anche l'interazione con sistemi GIS, come Arcview ® della ESRI. I dati saranno dunque georeferenziati, cioè associati a coordinate. È possibile fare valutazioni incrociate e spazializzate in maniera rapida e veloce, prendendo in considerazione parametri anche molto differenti tra loro. Ad esempio sono selezionabili tutte le strade asfaltate nel primo trimestre dell'anno per la posa di tubazioni del gas e sono rappresentabili sulla cartografia desiderata.

Si ricorda in particolare che il decreto 3/3/99 all'art. 15 prescrive i Comuni a dotarsi di opportuna cartografia, che dovrà essere nel tempo aggiornata con i dati dei gestori.

È possibile accedere ai dati contenuti nel database anche direttamente dalla carta.

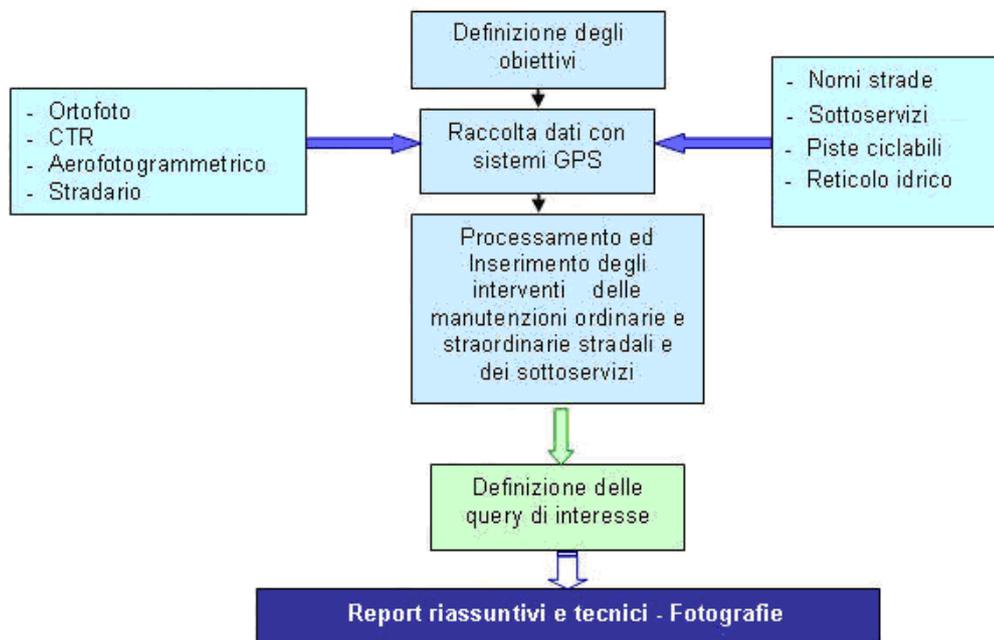
Cliccando sul punto interessato (strada, cantiere) comparirà una finestrella in cui sono riportati i titoli dei campi ed i relativi valori.

È possibile poi inquadrare i dati con sfondi differenti, che variano dall'aerofotogrammetrico comunale, alla CTR, all'ortofoto.

Gli elementi inseribili nel database riguardano:

- Nomi delle strade a cui sono associati gli altri dati del database;
- Dati geometrici (lunghezza, larghezza, diametri dei vari elementi..);
- Rete dei sottoservizi (gestore, anno di posa; numero di allacci, quantità erogata, tombini...);
- Aree verdi;
- Piste ciclabili;
- Reticolo idrico;
- Arredi (panchine, cestini, parcheggi...);
- Elementi della viabilità (dossi; segnaletica, senso di marcia, passi carrai...).

L'anagrafe della strada si configura quindi come un elemento utile al Comune per la futura gestione del sottosuolo, ma anche della realtà urbana esterna. Alcuni dei dati raccolti dal PUGSS permettono già il completamento di certi campi del database.



Schema a blocchi del processo seguito nell'anagrafe della strada.

### **3.2.3 Analisi dei dati inseriti nel database**

#### **Strade**

Come detto precedentemente la strada è l'elemento fondamentale su cui poggia il database. Occorre quindi che ogni via sia identificata da un nome.

Nella scheda vengono inseriti anche i campi relativi ai numeri civici, per dare un'informazione sul numero di edifici presenti lungo la strada. Un parametro di questo genere può essere usato per dare una valutazione della complessità della strada. Analogamente anche il numero di residenti ci dà un grado di importanza della strada.

La presenza nel database della TOSAP è un elemento utile per l'Ufficio Tecnico: quando arriverà una richiesta di occupazione del suolo pubblico si potrà infatti reperire in maniera veloce il dato riguardante la tariffa da applicare.

I dati geometrici, quali lunghezza e larghezza della carreggiata, larghezza e lunghezza del marciapiede (se presente) lungo il lato pari e dispari servono invece per dare un'indicazione grossolana dei costi di rifacimento della strada. Infatti con una semplice moltiplicazione si ricava una stima dell'area occupata dalla strada. Essendo presente anche il tipo di pavimentazione sia della carreggiata che del marciapiede, è facilmente identificabile il costo di rifacimento unitario della strada, basandosi ad es. sul Prezziario della Regione Lombardia.

Da ultimo sono riportati i cantieri avuti nella strada selezionata. Questo elemento serve per avere un archivio storico del numero di interventi avuti e per coordinare le manomissioni future della sede stradale.

#### **Sottoservizi**

Sono presenti 7 schede differenti:

1. acquedotto;
2. gas;
3. fognatura;
4. elettricità;
5. illuminazione pubblica;
6. telefonia;
7. cablaggio.

Alcuni dati sono comuni a tutti i sottoservizi.

Innanzitutto per ogni scheda viene data l'informazione del gestore con le caratteristiche geometriche della rete, cioè lunghezza, diametro medio (eccetto che per elettricità, illuminazione pubblica, telefonia e cablaggio) e profondità media. Tutte queste informazioni servono per avere una stima del costo dei sottoservizi presenti nel

sottosuolo e, nel caso si facessero interventi, per valutare se vi possano essere problemi nella manomissione del sottosuolo.

L'anno di posa serve per capire la vetustà della rete: questo dato, certamente non facile da reperire, va completato nel tempo. L'anno di posa è un dato essenziale per la gestione della rete: occorre infatti intervenire sulle infrastrutture più vecchie per evitare perdite e malfunzionamenti. Mentre le perdite in alcuni sottoservizi (es. acqua) possono non comportare particolari problemi se non per lo spreco di una risorsa, altre, come quelle di gas, sono infatti probabili fonti di rischio per la sicurezza.

La fornitura del sottoservizio, cioè ad esempio il numero di metri cubi giornalieri d'acqua consumati, serve per capire l'importanza della strada.

Vengono anche calcolati il numero di allacci in lato pari e dispari e le utenze servite.

Anche in questo caso vengono forniti i dati sui cantieri estratti dalla tabella generale presente per il singolo campo della strada corredati dall'anno dell'ultima manutenzione ordinaria e straordinaria.

Per ogni singolo sottoservizio si inseriscono anche altri dati più specifici per avere il maggior numero di informazioni che diano una buona caratterizzazione della strada.

Per l'acquedotto vengono forniti anche i seguenti dati:

- a) numero di valvole di intercettazione;
- b) numero di bocche antincendio.

Per il gas viene definito anche il numero delle stazioni di pompaggio, mentre per la fognatura:

- a) tipologia (mista, separata);
- b) numero di pompe di rilancio;
- c) numero di tombini.

L'elettricità vede anche un'altra serie di fattori:

- a) lunghezza della rete interrata;
- b) lunghezza bassa, media ed alta tensione;
- c) numero di tralicci;
- d) area di base dei tralicci;
- e) altezza dei tralicci;
- f) numero di cabine di trasformazione.

L'illuminazione pubblica viene descritta con:

- a) superficie media illuminata;



Lampioni a Noviglio.

b) potenza.

Mentre per la telefonia viene dato anche il numero dei pozzetti.

### **Verde**

Le informazioni sul verde sono molto importanti per il piano del sottosuolo. Gli alberi infatti possono dare serie problematiche per l'infrastrutturazione del sottosuolo, perché le radici di certi alberi formano crepe e dunque costituiscono fonte di infiltrazione d'acqua e problemi per la stabilità del manufatto.

Nel database vengono dunque inseriti:

- a) numero di alberi sul lato dispari e pari;
- b) anno dell'ultima potatura;
- c) tipologia di alberi.

### **Pista ciclabile**

Per la valutazione del costo della pista occorre innanzitutto avere l'informazione sul tipo di pavimentazione, oltre che i consueti dati geometrici.

Si fornisce anche l'informazione se la pista è esclusivamente ciclabile o è un percorso ciclopedonale.



Pista ciclopedonale a Noviglio.

### **Reticolo**

Il reticolo idrico è assoggettato a vincoli urbanistici che limitano notevolmente talune attività, tra cui anche lo smovimento del terreno.

La presenza o meno di concessione serve per capire se il corso idrico è pubblico o privato e conoscere dunque a chi vanno gli introiti dovuti all'attraversamento e se vi siano fasce di rispetto.

Per ogni strada viene esplicitata dunque la presenza di corsi idrici, la denominazione degli stessi, oltre che lo stato, cioè tombinato o a cielo aperto.

Anche in questo caso sono inseriti i dati geometrici, quali lunghezza, portata e sezione.

Eventuali problematiche dal punto di vista idraulico possono essere identificabili valutando le opere presenti, quali ad es. ponti.

### **Arredo**

La complessità della strada viene valutata con un'altra serie di fattori, di cui difficilmente il Comune potrebbe reperire informazioni senza la presenza del database dell'Anagrafe della Strada.

I dati inseriti sono:

- a) numero di panchine;
- b) numero di pensiline;
- c) numero di colonnine;
- d) numero di transenne;
- e) numero di cestini;
- f) numero di rastrelliere;
- g) numero di orologi.

### **Viabilità**

Anche in questo caso i dati servono per dare una serie di informazioni accessibili in breve tempo e senza difficoltà.

I campi presenti sono:

- a) numero di semafori;
- b) numero di dossi;
- c) presenza di segnaletica stradale;
- d) numero di rialzi;
- e) numero di fermate dell'autobus;
- f) presenza di passaggi a livello;
- g) numero di passi carrai.



Dosso in una strada a Noviglio.

**Elenco strade**

Strade | Acquedotto | Gas | Fognatura | Elettricità | Illum. pub. | Telefonia | Cablaggio | Verde | Ciclabile | Reticolo | Arredo | Viabilità

Strada 159

Via Aldebaran  
 Via Alessandro Lamarmorosa  
 Via Alessandro Manzoni  
 Via Alessandro Volta  
 Via Alfredo Oriani  
 Via Amedeo d'Aosta  
 Via Amerigo Vespucci  
 Via Ampère  
 Via Andrea Mantegna  
 Via Antonio Gramsci  
 Via Archimede  
 Via Auriga  
 Strada Baguttino  
 Via Bruno Buozzi  
 Via Calatafimi  
 Via Canova  
 Via Casanova

**VISUALIZZA DATI DELLA STRADA**

Gestore  Presenza

Lunghezza (m)  Tipologia

Diametro (mm)

Profondità (m)

UtENZE servite (n)  Anno posa

Portata di deflusso (m<sup>3</sup>/g)  Data ultima manutenzione ordinaria

Pompa rilancio (n)  Data ultima manutenzione straordinaria

Tombini (n)

Allacci lato dispari (n)

Allacci lato pari (n)

**Cantieri**

Scheda del database.

**Illuminazione pubblica**  
 Gestore: Enel Sole  
 Punti luce: 6  
 Superficie media illuminata: 1600m<sup>2</sup>

**Arredi**  
 Presenza parcheggio lato dispari: 0  
 Presenza parcheggio lato pari: 0  
 Numero parcheggi totali: 0  
 Panchine: 0  
 Cestini: 0

**Dati strada**  
 Nome: Via Vivaldi  
 Pavimentazione: asfalto  
 Larghezza: 11m  
 Lunghezza: 228m  
 Residenti: 52  
 Marciapiede: presente

**Viabilità**  
 Semafori: 0  
 Segnaletica stradale: presente  
 Dossi: 0  
 Rialzi: 0  
 Fermate autobus: 0  
 Passi carrai: 2  
 Senso di marcia: doppio



**Fognatura**  
 Gestore: TASM  
 Tipologia: mista  
 Anno posa: 1960  
 Data ultima manutenzione straordinaria: 1990  
 Data ultima manutenzione ordinaria: 2000  
 Profondità: 3m  
 Lunghezza: 228m  
 Utente servite: 12  
 Portata di deflusso: 12000m<sup>3</sup>/g  
 Tombini: 7  
 Allacci lato pari: 10  
 Allacci lato dispari: 5

**Rete elettrica**  
 Gestore: Enel Distribuzione S.p.A.  
 Lunghezza: 228m  
 Lunghezza bassa tensione: 228m  
 Lunghezza media tensione: 0m  
 Cabine elettriche: 0  
 Utenze servite: 15  
 Anno posa: 1970  
 Anno ultima manutenzione straordinaria: 1990  
 Anno ultima manutenzione ordinaria: 2000

Esempio di elementi contenuti nel database.

### 3.3 Inquadramento geografico

Il Comune di Noviglio 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 Gaggiano, Zibido San Giacomo, Binasco, Vernate e Rosate.

La superficie dell'intero territorio ha un'estensione di circa 15.6 Km<sup>2</sup> ed è compreso fra la quota massima di 108 m s.l.m. nella zona settentrionale e quella minima pari a 100 m s.l.m. nell'area meridionale del territorio.



Tipico paesaggio agricolo nei pressi di  
Noviglio.

L'escursione altimetrica complessiva è pari a 8m.

Il territorio comunale è caratterizzato da una morfologia sub pianeggiante, senza alcuna brusca variazione altimetrica.

Il territorio comune di Noviglio è inserito all'interno dei fogli B6a4 e B6a5 della Carta Tecnica Regionale della Lombardia in scala 1:10.000.



### 3.4 Situazione geologica

L'analisi geologica del territorio comunale di Noviglio è stata elaborata a partire dallo studio geologico redatto dallo Studio Dott. Franzosi.

#### 3.4.1 Caratteri geologici e morfologici

Dal punto di vista geomorfologico il territorio comunale appartiene alla Media Pianura Padana, caratterizzata da aree pianeggianti con numerosi paleoalvei ad andamento sinuoso.

Il territorio può essere diviso in due zone:

1. il settore centro settentrionale, che comprende gli abitati di Tainate, Noviglio e Mairano con paleoalvei ad andamento prevalente NNW-SSE;
2. il settore meridionale, che contiene l'area urbanizzata di Santa Corinna con paleoalvei diretti principalmente in direzione W-E.

La litologia superficiale è rappresentata da depositi fluvioglaciali e fluviali Wurmiani del Pleistocene superiore, costituiti da sabbie e ghiaie.

### 3.4.2 Elementi idrografici

Il sistema idrografico è caratterizzato dalla presenza di diversi fontanili e da corsi idrici che percorrono il comune principalmente da Nord verso Sud. Il reticolo, in gran parte artificiale, serve per l'irrigazione dei numerosi campi coltivati e deriva le sue acque principalmente dal Naviglio Grande. Il reticolo principale, soggetto a fasce di rispetto, è rappresentato esclusivamente dalla Roggia Gamberina.



Roggia nei pressi di Noviglio.

Alcuni corsi idrici importanti sono il Cavo Badile, la Roggia Bareggia, Baronella e Cassana.

### 3.4.3 Elementi idrogeologici

Il territorio comunale di Noviglio è caratterizzato da sabbie e ghiaie con bassa soggiacenza, variabile tra i 2m (territori a Nord) e 1m (territori a Sud).

All'interno dell'anno si notano oscillazioni di 2m causate dai cicli irrigui stagionali, con innalzamento massimo della falda in estate e massimo approfondimento tra febbraio e marzo.

Nel sottosuolo sono state distinte due unità:

1. acquifero costituito da unità fluvioglaciali e fluviali pleistoceniche caratterizzate localmente da sabbie, ghiaie e limi con intercalazioni di lenti ed orizzonti argillosi. Si sviluppa in profondità con spessori variabili tra 70 e 75m, poggiando su un orizzonte argilloso non continuo spesso da 3 a 10m che ricopre l'unità sottostante. È sede della falda freatica.
2. acquifero costituito prevalentemente da sabbie, limi e argille fluvioglaciali e fluviali pleistoceniche passanti ad unità di transizione plioceniche; si tratta di alternanze di orizzonti a litologia fine impermeabile o semipermeabile e orizzonti acquiferi a litologia più grossolana, sedi di falde semiconfiniate.

### **3.4.4 Aree di vulnerabilità**

La fase di sintesi dello studio geologico prevede le aree di vulnerabilità sotto descritte.

Aree vulnerabili per rischio di inquinamento del pozzo per acqua potabile emungente in falda freatica

Riguarda l'area di captazione del pozzo comunale.

Aree vulnerabili per rischio di inquinamento legato alla vulnerabilità della falda freatica

È dovuta al fatto che l'unica protezione da inquinamenti provenienti dalla superficie è data dallo spessore di terreno non saturo che separa la falda dal piano campagna. I bassi valori di soggiacenza indicano una vulnerabilità estremamente elevata.

Aree vulnerabili per rischio derivato dalla scarsa qualità geotecnica dei terreni

Deriva dalla litologia dei terreni affioranti nel territorio comunale, che hanno qualità scadenti su tutto il territorio comunale.

Aree vulnerabili per rischio di compromissione di terreni relativamente pregiati dal punto di vista agricolo

Riguarda le aree alle quali l'indagine pedologica ha assegnato una classe di maggior capacità di uso del suolo.

Le strade comunali che ricadono in una delle aree di vulnerabilità necessitano di studi dettagliati in fase di progettazione dell'infrastruttura del sottosuolo con specifiche misurazioni in sito.

### 3.5 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.

L'analisi del quadro urbano è finalizzata a fornire per ogni strada un indice di complessità urbanistica (Au), necessario per valutare la complessità generale delle strade comunali.

Tale parametro dipende a sua volta da altri indicatori, analizzati di seguito:

- Numero di residenti per via/piazza;
- Numero degli edifici pesati in base alla loro destinazione d'uso;
- Superficie occupata dagli edifici.

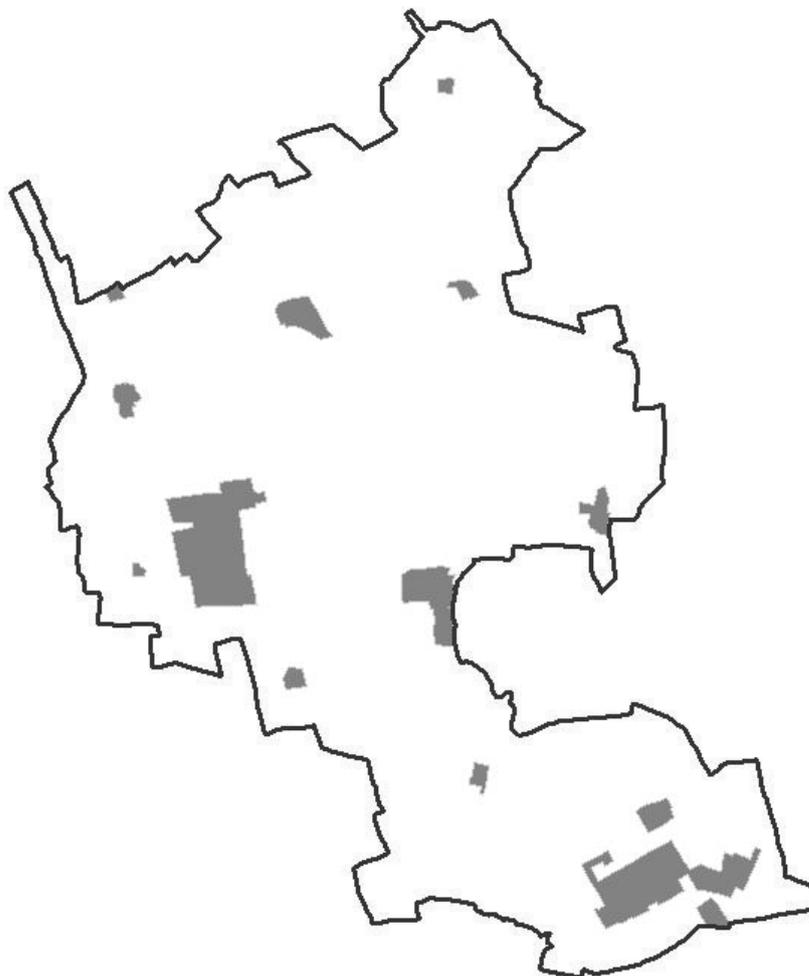
Gli abitanti del comune censiti dall'Ufficio Anagrafe del comune sono 4009.

I dati forniti dagli Uffici Comunali hanno permesso di indicare il numero di residenti per ciascuna via in modo da evidenziare le vie e le aree più densamente popolate.

La porzione urbanizzata del territorio comunale di Noviglio occupa una superficie di 1.1Km<sup>2</sup>, circa pari al 7% dell'intero territorio comunale.



Area agricola presso Noviglio.



Area urbanizzata comunale.

### 3.5.1 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 circa 0.2 Km<sup>2</sup> che corrispondono al 18% circa dell'intera area urbanizzata ed al 1.3% del territorio comunale.

Classificazione degli edifici in base alla superficie

<b>Classi di superficie</b>	<b>Numero di edifici</b>	<b>%</b>	<b>Superficie edifici (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Superficie (%)</b>
Minore o uguale di 50 m <sup>2</sup>	69	8	2707	1
Compresa tra 50 e 200 m <sup>2</sup>	517	63	62694	32
Compresa tra 200 e 500 m <sup>2</sup>	167	20	48728	25
Maggiore a 500 m <sup>2</sup>	68	8	84021	42
<b>Totale</b>	<b>821</b>	<b>100</b>	<b>198150</b>	<b>100</b>

La maggior parte degli edifici (più del 71% del totale) presenta un'estensione minore di 200 m<sup>2</sup> e solo l'8% 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.

### 3.5.2 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 tre 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;
- 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).

- Le strutture che hanno interesse pubblico: municipio, edifici di culto (chiese, oratori, cappelle), scuole, centri sportivi, sedi della posta...

Tra gli edifici considerati a valle della fase di screening, gli edifici residenziali rappresentano circa il 91% del totale, la percentuale di aree industriali è pari al 27%, l'edificato ad uso pubblico rappresenta il 3% del totale, come sintetizzato in Tabella.

Dall'analisi sono stati esclusi gli edifici riportati nell'aerofotogrammetrico con area inferiore a 30m<sup>2</sup>.

Edifici residenziali, industriali e pubblici

Tipologia	Numero	% Edifici	Superficie (m <sup>2</sup> )	Superficie (%)
Residenziale	749	91	136 274	69
Industriale	49	6	52 711	27
Pubblico	23	3	9 165	5
<b>Totale</b>	<b>821</b>	<b>100</b>	<b>198 150</b>	<b>100</b>

### 3.5.3 Edifici residenziali

Gli edifici a destinazione d'uso residenziale sono 749 di diversa dimensione.

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

Gli edifici residenziali rappresentano la maggior parte (91%) 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>	64	9	2 509	2
Compresa tra 50 e 200 m <sup>2</sup>	503	67	61 048	45
Compresa tra 200 e 500 m <sup>2</sup>	142	19	40 471	30
Maggiore a 500 m <sup>2</sup>	40	5	32 247	24
<b>Totale</b>	<b>749</b>	<b>100</b>	<b>136 274</b>	<b>100</b>



Tipica struttura residenziale a villette a Noviglio.

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.

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> )
Via	Don Minzoni	62	8 768
Via	Giovanni XXIII	50	6 348
Via	Tobagi	46	5 098
Via	Puccini	46	5 801
Via	Cattaneo Carlo	36	5 014

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

Strade con maggiore superficie di edifici residenziali

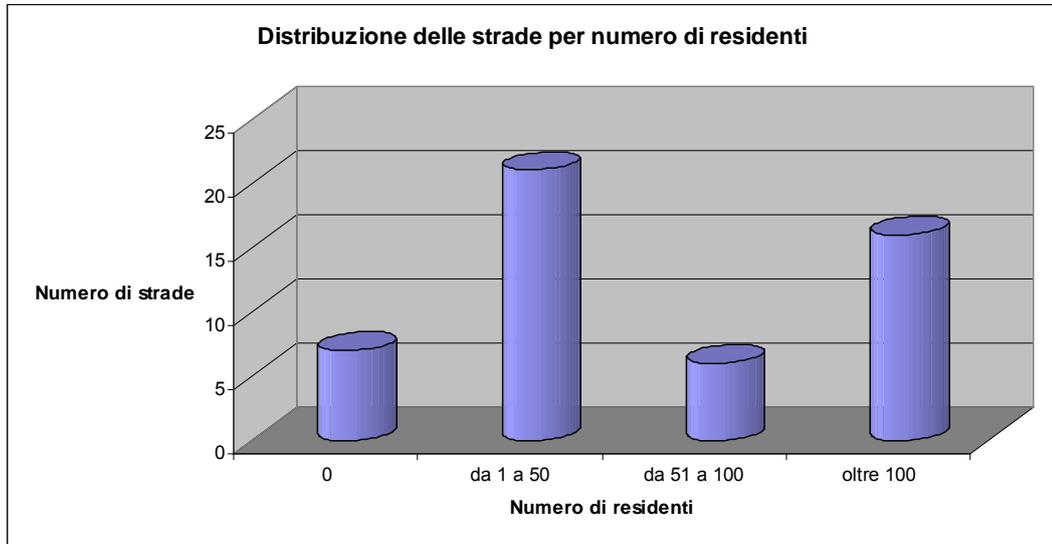
Tipologia	Denominazione	Superficie (m <sup>2</sup> )	N. Ed. Residenziali
Via	Don Minzoni	8 768	62
Strada	Gaggiano Noviglio	7 526	19
Via	Pertini	6 838	17
Via	Giovanni XXIII	6 348	50
Via	Valè Attilio	6 346	33

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

Altro elemento fondamentale per la valutazione della complessità della strada dal punto di vista urbanistico è il carico di residenti supportato dalla strada.

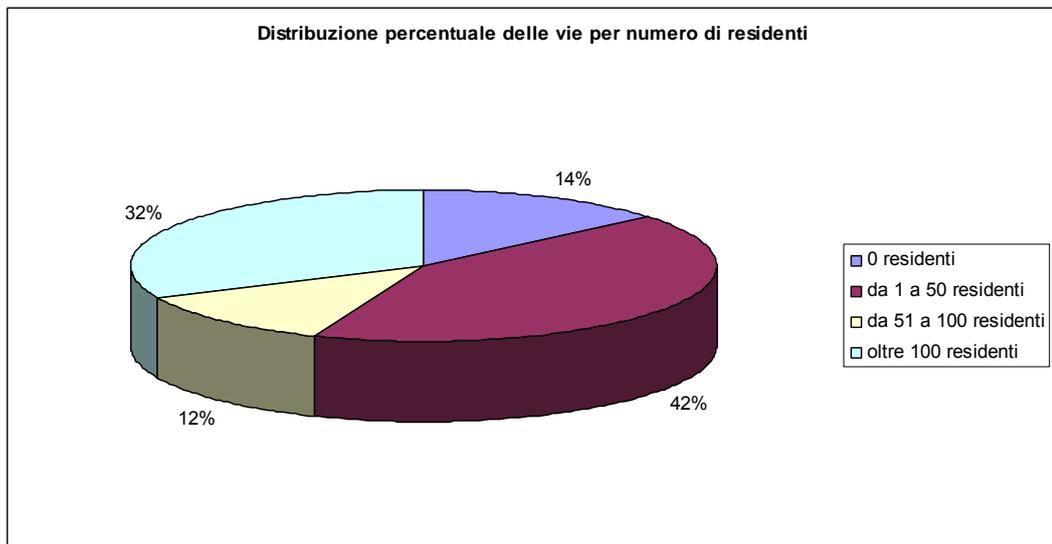
La distribuzione del numero di residenti per strada è mostrata dall'istogramma sotto riportato.

La maggior parte delle strade presenta un numero di residenti compreso tra 1 e 50.



Dalla distribuzione percentuale risulta che circa il 42% dell'impianto viario è interessato da un carico di residenti che non supera i 50 residenti. Questo è compatibile con la tipologia di edifici residenziali più diffusa nel comune, quella delle villette o piccoli condomini.

Il 14% delle strade non ha residenti ed il 32% ne ha più di 100.

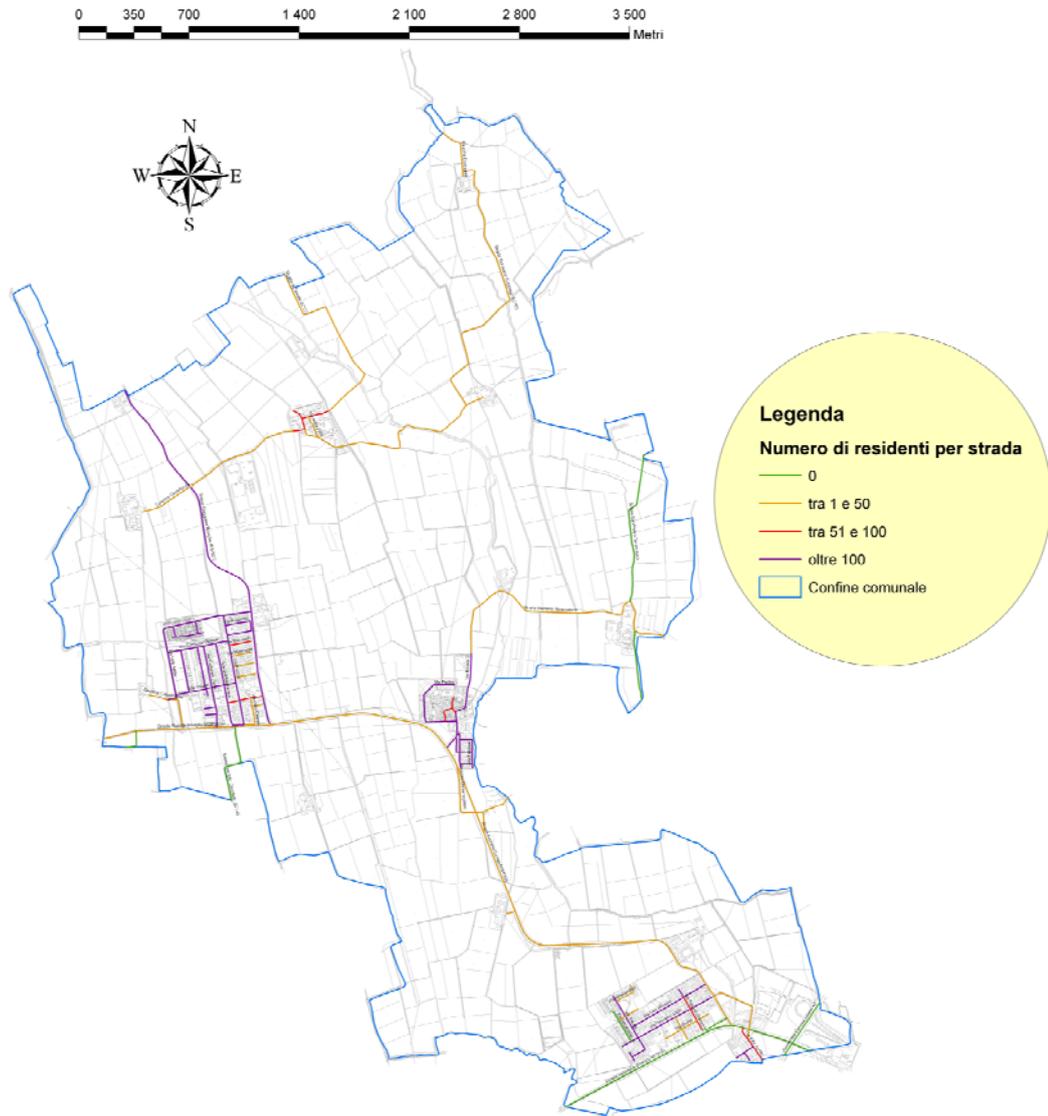


Le prime dieci strade in ordine di residenti sono riportate nella tabella che segue.

La strada che sopporta il numero maggiore di abitanti è Via Valè.

Strade con maggiore numero di residenti

<b>N.</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Nome</b>	<b>Residenti</b>
1	Via	Valè Attilio	385
2	Via	Pertini	376
3	Strada	Gaggiano Noviglio MISP203	286
4	Via	Giovanni XXIII	266
5	Via	Tobagi	232
6	Via	Don Minzoni	230
7	Via	Cattaneo Carlo	225
8	Via	dell'Artigianato	182
9	Via	Falcone	158
10	Via	Puccini	152



Strade classificate in base al numero di residenti.

### 3.5.4 Edifici industriali

Gli edifici classificati come "industriali" includono, oltre che edifici a destinazione d'uso prettamente industriale, anche edifici lavorativi di tipologia artigianale. Sono 49 e rappresentano circa il 6% 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>	0	0	0	0
Compresa tra 50 e 200 m <sup>2</sup>	6	12	773	1
Compresa tra 200 e 500 m <sup>2</sup>	19	39	6 470	12
Maggiore a 500 m <sup>2</sup>	24	49	45 468	86
<b>Totale</b>	<b>49</b>	<b>100</b>	<b>52 711</b>	<b>100</b>

La maggior parte (circa il 49%) degli edifici industriali si trova nella classe con superfici superiori ai 500 m<sup>2</sup>, come è facilmente intuibile. Gli edifici industriali 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 industriali e la relativa area occupata.

Strade con maggiore numero di edifici industriali

Tipologia	Denominazione	N. Ed. Industriali	Superficie (m <sup>2</sup> )
Via	delle Industrie	10	24 711
Strada	Doresana Coppiago	6	3 668
Strada	Mairano Conigo	4	6 907
Strada	Buozzi Bruno	4	1 955
Strada	Vermezzo Binasco	4	2 063

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	delle Industrie	24 711	10
Strada	Mairano Conigo	6 907	4
Strada	Doresana Coppiago	3 668	6

Strada	San Pietro Tavernasco	2 864	2
Cascina	Castellazzo	2 667	3

Quest'analisi identifica le aree prettamente industriali all'interno del territorio comunale, quale la zona Sud orientale del territorio comunale mostrata nell'immagine seguente.



Area industriale.

### 3.5.5 Edifici pubblici

Gli edifici pubblici sono 23 e rappresentano circa il 3% del totale degli edifici presenti nel Comune di Noviglio.

Si tratta di edifici occupati dal municipio, dalle scuole, dai luoghi di culto, centri sportivi, sedi centrali della posta...



Chiesa a Noviglio.

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>	5	22	199	2
Compresa tra 50 e 200 m <sup>2</sup>	8	35	873	10
Compresa tra 200 e 500 m <sup>2</sup>	6	26	1 788	20

Maggiore a 500 m <sup>2</sup>	4	17	6 306	69
<b>Totale</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>9 165</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 ed alle attività di tipo religioso (chiese, oratori).

Per quanto riguarda Noviglio, i servizi di interesse generale presenti sono:

- 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.

Strade con il maggior numero di edifici di interesse pubblico

Tipologia	Denominazione	N. Ed. Pubblici	Superficie (m <sup>2</sup> )
Via	Rossa G.	6	682
Strada	Mairano Conigo	4	362
Via	della Pace	3	295
Via	Bellini	3	419
Via	Verdi Giuseppe	3	4688

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	Verdi Giuseppe	4 688	3
Strada	Gaggiano Noviglio	1 635	2
Via	Rossa G.	682	6
Via	Giovanni XXIII	640	2
Via	Puccini	615	2



Edifici pubblici (in verde) nel Comune di Noviglio (frazione di Mairano).

### 3.5.6 Complessità urbanistica Au

L'aliquota del coefficiente di Complessità infrastrutturale di ogni via, riferita all'ambiente urbano (Au), è fornita da una sommatoria di tre indicatori:

- Numero di residenti per via;
- Numero di edifici per via, pesati in base alla destinazione d'uso;
- Superficie dell'edificato in ogni via, pesata in base alla destinazione d'uso.

Questi parametri sono stati normalizzati in una scala da 0 a 100, quindi aggregati con una somma semplice:

$$\mathbf{Au = Indice_{Residenti} + Indice_{N Edifici} + Indice_{Superficie Edifici}}$$

Le strade che attraversano, o meglio "servono", ambienti urbani complessi si distingueranno per il loro punteggio alto; il che suggerisce soluzioni alternative alle tradizionali nell'uso del sottosuolo. Ciò per evitare il più possibile i disagi ad un numero importante di attività urbane concentrate in queste strade rispetto all'intero territorio comunale urbanizzato.

Il progetto di infrastrutturazione del sottosuolo ha, tra gli altri, il fine di garantire alla collettività maggiore sicurezza dal punto di vista degli incidenti legati a cattiva manutenzione delle reti dei servizi presenti nel sottosuolo, nonché ad interventi e scavi lungo le strade.

La città con i suoi abitanti ed i suoi lavoratori deve godere del beneficio proveniente dal progetto di riordino del sottosuolo, che deve pertanto insistere su aree di interesse per il cittadino e per l'addetto del Comune.

L'analisi esclude le strade provinciali e autostrade, in quanto non urbane e non gestite dal comune.

#### Numero di Residenti

Il numero di residenti per ogni strada è stato fornito dall'Ufficio Servizi Demografici del Comune.

In questo modo, si è potuto classificare ogni strada e piazza sulla base del numero di abitanti che vi risiede. Questo valore è stato poi normalizzato in una scala da 0 a 100 affinché fosse compatibile e quindi addizionabile agli altri indicatori che descrivono la complessità urbana.



Via Valè: la via con il maggior numero di residenti.

La tabella che segue riporta le tre vie che presentano un valore dell'indice normalizzato relativo al numero di residenti maggiore di 50.

Strade classificate in base al numero di residenti

N.	Tipologia	Nome	N. Residenti	Indice Residenti
1	Via	Valè Attilio	385	100
2	Via	Pertini	376	98
3	Strada	Gaggiano Noviglio MISP203	286	74
4	Via	Giovanni XXIII	266	69
5	Via	Tobagi	232	60
6	Via	Don Minzoni	230	60
7	Via	Cattaneo Carlo	225	58

#### Numero di Edifici

Il dato di partenza è il numero di edifici per ogni via del comune. Sono stati considerati solo quelli con area superiore a 30m<sup>2</sup>.

Come già descritto, ogni edificio del comune è stato classificato secondo la sua destinazione d'uso in base alle indicazioni dell'aerofotogrammetrico.

Le macro-categorie che individuano la destinazione d'uso dell'edificio sono:

- Residenziale;
- Industriale;
- Pubblico.



Via Cattaneo: una delle vie con il maggior numero di edifici.

Ogni tipologia di edificio ha un diverso grado di necessità dei servizi, in base alle ore di operatività dello stesso e delle persone che vi abitano o lavorano.

Per il residenziale si è considerato un grado di apertura di 20 ore su 24. questa destinazione d'uso include diverse tipologie edilizie: dalle villette mono-familiari a condomini di media grandezza. La probabilità che nell'arco della giornata il servizio non sia mai interrotto risulta piuttosto elevata: quasi ogni ora ci sarà, infatti,

necessità di acqua, elettricità o gas.

Si sottolinea che il fatto di considerare l'apertura dell'edificio solo per alcune fasce orarie non significa che i servizi non siano garantiti 24 ore su 24, bensì che non siano sfruttati in modo corrente in tutto l'arco della giornata.

Per quanto riguarda il lavorativo, si è considerata un'attività media di 16 ore durante la giornata dal momento che, di norma, rimangono totalmente fermi durante la notte.

Per quanto concerne gli edifici ad uso pubblico, si è stabilita un'operatività di 14 ore. Si pensi, infatti, alle scuole, aperte fino a sera per i corsi serali, ai centri sportivi o alle chiese, con attività che durano dalla mattina alla sera.

Il grado di operatività di ogni tipologia d'uso diversifica gli edifici tra loro.

Categorie di destinazione d'uso dell'edificato

Macro-categoria	Grado di Apertura
Residenziale	20 h/24 h
Industriale	16 h/24 h
Pubblico	14 h/24 h

L'indice relativo al numero di edifici è pertanto della forma:

$$\text{Indice } N_{\text{Edifici}} = p_{\text{Res}} \times N_{\text{Ed Res}} + p_{\text{Ind}} \times N_{\text{Ed Ind}} + p_{\text{Pub}} \times N_{\text{Ed Pub}}$$

dove  $p_x$  è pari al grado di apertura dell'edificio, così come definito nella tabella precedente. Tale indice è stato normalizzato in una scala da 0 a 100 in modo uniforme agli altri parametri considerati nell'analisi del quadro urbano.

La tabella di seguito mostra le strade che presentano un indice normalizzato superiore a 50.

Strade classificate in base al numero di edifici

N	Tipologia	Via	Indice N edifici
1	Via	Don Minzoni	100
2	Via	Giovanni XXIII	80
3	Via	Puccini	75
4	Via	Tobagi	73
5	Via	Cattaneo Carlo	61
6	Via	dell'Artigianato	57
7	Via	Valè Attilio	53
8	Via	Rossa G.	51

### Superficie degli edifici

La superficie che l'edificato occupa all'interno di ogni via, suddivisa secondo la tipologia di destinazione d'uso dell'edificato, è fornita attraverso una serie di elaborazioni possibili tramite il software Gis.

A partire dal rilievo aerofotogrammetrico è possibile estrapolare la superficie occupata da ogni edificio.

In ogni via è stata calcolata la superficie occupata dalle diverse tipologie di edifici.

L'aliquota dell'indice di complessità urbanistica relativa alla superficie dell'edificato è definita in modo del tutto analogo al parametro che descrive la quantità degli edifici per via:

$$\text{Indice}_{\text{Sup Edifici}} = p_{\text{Res}} \times \text{Sup}_{\text{Ed Res}} + p_{\text{Ind}} \times \text{Sup}_{\text{Ed Ind}} + p_{\text{Pub}} \times \text{Sup}_{\text{Ed Pub}}$$

I dati relativi alle superfici sono misurati in m<sup>2</sup> e pesati in base alla destinazione d'uso (grado di apertura) dell'edificio. L'indice finale è normalizzato su una scala da 0 a 100.

La tabella riporta le vie con un indice di superficie maggiore di 40.

Strade classificate in base alla superficie di edifici

N	Tipologia	Via	Indice Sup edifici
1	Via	delle Industrie	100
2	Strada	Mairano Conigo	54
3	Via	Don Minzoni	47
4	Strada	Gaggiano Noviglio	40

### Indice di Complessità Urbanistica

A partire dai parametri considerati, è stato costruito un indice aggregato in modo da valutare numericamente ogni via e costruirne una gerarchia, che descriva la strada dal punto di vista urbanistico.

L'aggregazione è una somma semplice degli indici relativi a:

- Numero di residenti;
- Numero di edifici;
- Superficie degli edifici.

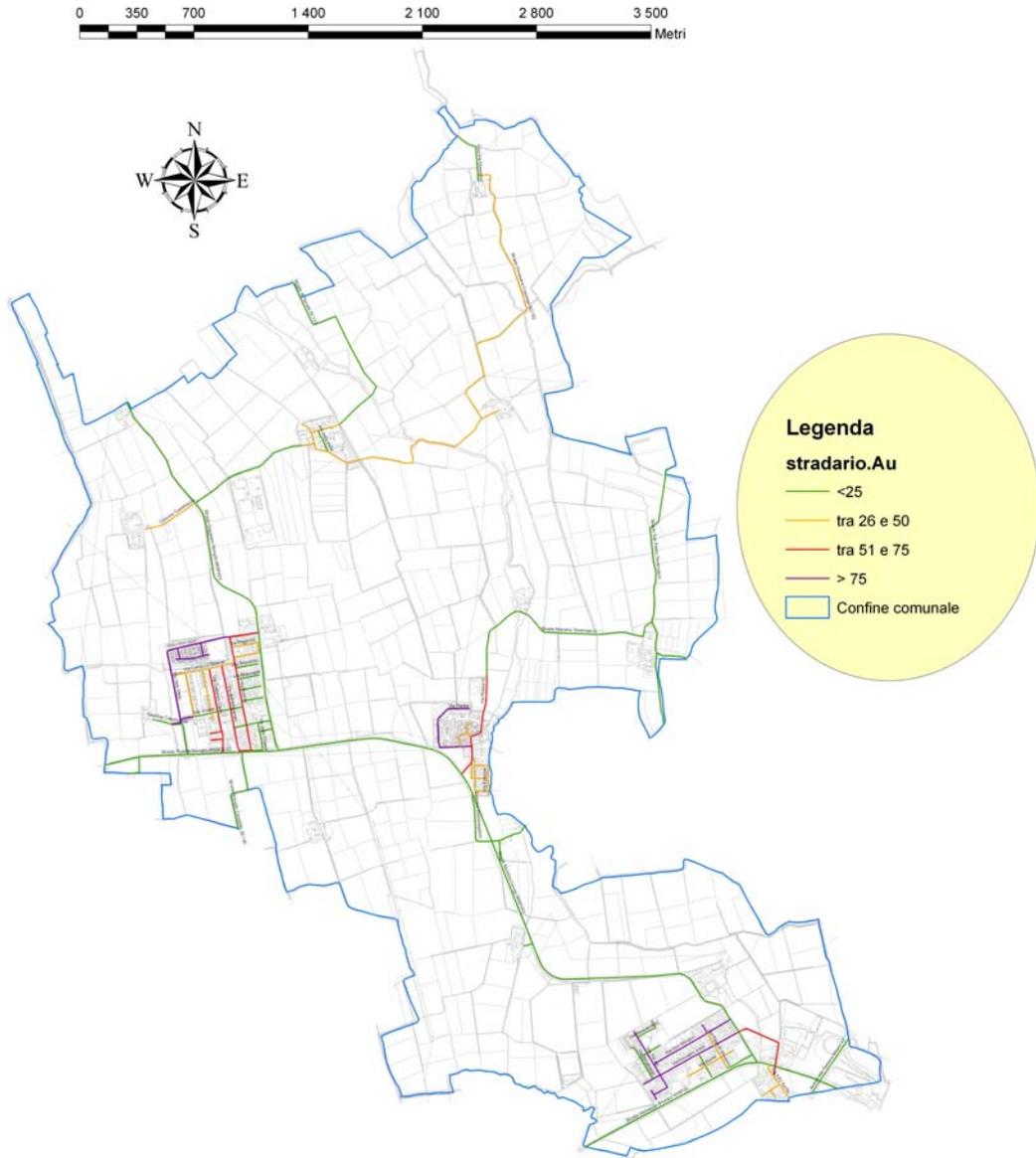


Via Pertini: una delle vie con indice di complessità urbanistica maggiore.

La tabella mostra le strade con un indice di complessità urbanistica Au maggiore di 50. Via Don Minzoni è la strada più complessa dal punto di vista urbanistico.

Strade classificate in base alla complessità urbanistica Au

<b>N</b>	<b>Tipologia</b>	<b>Nome</b>	<b>Complessità Urbanistica Au</b>
1	Via	Don Minzoni	100
2	Via	Valè Attilio	89
3	Via	Giovanni XXIII	87
4	Via	Tobagi	77
5	Via	Pertini	77
6	Via	Cattaneo Carlo	72
7	Via	Puccini	70
8	Via	dell'Artigianato	64
9	Via	delle Industrie	57
	Via	Rossa G.	53



Strade classificate secondo il grado di complessità urbanistica Au.

### **3.6 Vincoli strutturali e di attenzione**

L'analisi dei vincoli ha riguardato:

- Vincoli relativi ai beni ambientali e paesaggistici;
- Vincoli sismici.

#### **3.6.1 Vincoli relativi ai beni ambientali e paesaggistici**

I vincoli relativi ai beni culturali, ambientali e paesaggistici vengono stabiliti in riferimento al D.Lgs n. 42 del 22 gennaio 2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137".

Per quanto concerne il comune di Noviglio possono essere elencate le seguenti zone di attenzione:

- Boschi;
- Zone di tutela e valorizzazione paesaggistica, situate principalmente nell'area centrale del territorio comunale;
- Territori agricoli di cintura metropolitana, nelle aree circostanti l'urbanizzato;
- Fasce di rispetto fluviale (Norme tecniche di attuazione del PAI, norme tecniche di attuazione del PTC Parco Agricolo Sud e RD 523/04);
- Zona di tutela assoluta delle captazioni idropotabili.

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

Nel seguito si riportano estratti della legislazione in merito all'infrastrutturazione.

#### Vincoli Paesaggistici

I boschi riportati nella cartografia del PTCP di Milano sono soggetti ai vincoli (l.r. 27/2004). Si riportano nel seguito gli estratti degli articoli attinenti a questi ambiti.

Art. 4

1. Ai fini della presente legge si intende per trasformazione del bosco ogni intervento artificiale che comporta l'eliminazione della vegetazione esistente oppure l'asportazione o la modifica del suolo forestale, finalizzato ad una utilizzazione diversa da quella forestale.
2. Gli interventi di trasformazione del bosco sono vietati, fatte salve le autorizzazioni rilasciate dalle province, dalle comunità montane e dagli enti gestori dei parchi e riserve regionali, per il territorio di rispettiva competenza, compatibilmente con la conservazione della biodiversità, con la stabilità dei terreni, con il regime delle acque, con la difesa dalle valanghe e dalla caduta dei massi, con la tutela del paesaggio,

con l'azione frangivento e di igiene ambientale locale. La conservazione della biodiversità si basa sulla salvaguardia e gestione sostenibile del patrimonio forestale mediante forme appropriate di selvicoltura.

5. I piani di indirizzo forestale, in relazione alle caratteristiche dei territori oggetto di pianificazione, delimitano le aree in cui la trasformazione può essere autorizzata; definiscono modalità e limiti, anche quantitativi, per le autorizzazioni alla trasformazione del bosco; stabiliscono tipologie, caratteristiche qualitative e quantitative e localizzazione dei relativi interventi di natura compensativa, in conformità al comma 4 ed al provvedimento di cui al comma 8. Qualora i piani di indirizzo forestale manchino o siano scaduti è vietata la trasformazione dei boschi d'alto fusto, salvo autorizzazione della provincia territorialmente competente, dopo aver valutato le possibili alternative, esclusivamente per:
  - a) opere di pubblica utilità;
  - b) viabilità agro-silvo-pastorale;
  - c) allacciamenti tecnologici e viari agli edifici esistenti;
  - d) ampliamenti o costruzione di pertinenze di edifici esistenti.

#### Vincoli fontanili sul PTCP Milano

Le norme di attuazione del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Milano indicano le disposizioni da applicare ai fontanili. Di seguito si riporta un estratto dell'art. 34 delle Norme di attuazione:

1. è vietato alterare la testa e l'asta dei fontanili attivi o nei quali sia ancora presente l'acqua e il fenomeno della risalita;
2. è vietata ogni opera di trasformazione, di urbanizzazione e di edificazione all'interno di una fascia, stabilita in via transitoria fino alla maggiore definizione da parte dei comuni, non inferiore a 50 m misurati dall'orlo della testa e lungo l'asta per una fascia non inferiore a 25 m se la situazione attuale lo consente. Nello specifico tali disposizioni non si applicano relativamente alle aree inglobate nell'urbanizzato per le quali lo stato di fatto non lo consente. Le eventuali recinzioni sono consentite solo in forma di siepi di vegetazione arbustiva.

#### Vincoli fontanili e zone umide sul PTC Parco Agricolo Sud

L'art. 41 della d.g.r. 7/7818 del 3 Agosto 2000 (PTC Parco Agricolo Sud Milano) riporta che:

1. I fontanili attivi esistenti e gli ambiti vegetazionali e idrogeologici connessi agli stessi e alle relative aste costituiscono zone umide il cui ecosistema complesso è

contemporaneamente di alto valore naturalistico e ambientale, funzionale agli usi agricoli e tipico del paesaggio della pianura irrigua. Essi costituiscono perciò aree da sottoporre a forme di gestione finalizzate sia alla tutela del bene, sia allo studio, sia alla fruizione.

5. L'eventuale risagomatura del fondo, la captazione di acqua, le modifiche del regime sono finalizzate al miglioramento del regime irriguo dei fondi e sono soggette a semplice segnalazione all'ente gestore del parco. E vietata l'immissione nelle teste e nelle aste di acque fognarie o reflui di qualsiasi natura, anche zootecnica. I comuni anche mediante convenzione con i privati provvedono, entro un anno dall'approvazione del PTC, a definire le modalità di intervento finalizzate alla eliminazione di qualsiasi scarico.

6. Entro una fascia minima di m. 10 dal limite della incisione morfologica della testa e lungo l'asta del fontanile, almeno per il primo tratto di derivazione di m. 200, deve essere mantenuta la vegetazione spontanea ed eventualmente deve essere sostituita con vegetazione autoctona; in questa fascia possono essere realizzati, previo parere dell'ente gestore, fatte salve le competenze di altre pubbliche amministrazioni, in base alla vigente legislazione, esclusivamente percorsi pedonali nel massimo rispetto delle caratteristiche ambientali dei siti.

7. L'ambito dei fontanili e le relative aree di rispetto, per le quali è vietata ogni opera di trasformazione, sono definiti transitoriamente da una fascia non inferiore a m. 50 misurati dall'orlo della testa.

10. Fatto salvo quanto previsto al comma 9, non sono ammesse attività antropiche che comportino danneggiamento della vegetazione naturale e delle zone umide, quali opere edilizie, sbancamenti, livellamenti, attivazione di discariche.

#### Vincoli corsi idrici sul PTC Parco Agricolo Sud

L'art. 42 della d.g.r. 7/7818 del 3 Agosto 2000 (PTC Parco Agricolo Sud Milano) riporta che:

1. Il sistema delle acque irrigue, costituito dai Navigli, dal canale Muzza, dal Ticinello, dal canale Vettabbia e dai loro derivatori, dalle rogge provenienti dai fontanili e dai derivatori dei corsi d'acqua naturali, è interamente sottoposto a tutela in quanto parte integrante della struttura morfologica, del tessuto storico e paesistico e della infrastrutturazione agraria del territorio del Parco.

2. In particolare per quanto riguarda i Navigli, i grandi canali irrigui e il Ticinello, va tutelata l'integrità dei manufatti storici ad essi relativi (alveo, strade alzaie, bocche di presa, chiuse, ponti ecc.) mediante interventi di restauro e ripristino.

3. Gli enti competenti sono tenuti alla buona conservazione dei manufatti ed alla difesa da immissioni, contaminazioni ed in genere alterazioni delle acque e dei tracciati,

eventuali interventi necessari sono sottoposti a parere dell'ente gestore, fatta salva la competenza di altre pubbliche amministrazioni, in base alla vigente legislazione.

4. In attesa della predisposizione di un piano di settore navigli e canali, redatto ai sensi dell'art. 7, che definisca in modo più dettagliato l'ambito di pertinenza dei navigli e canali è vietata l'edificazione in fascia di m. 100 dalle sponde.

5. Le eventuali nuove strutture di attraversamento che si rendessero necessarie, sono progettate in modo da garantirne l'armonico inserimento e da non costituire ostacolo alla funzionalità del corso d'acqua e a tal fine sono sottoposte a specifico parere dell'ente gestore, fatte salve le competenze di altre pubbliche amministrazioni.

6. Il PTC del parco sottopone a conservazione attiva alcuni corsi d'acqua minori (derivatori dei navigli o rogge da fontanili), indicandoli con apposito segno grafico, per le particolari qualità paesistiche dello stesso corso d'acqua o dei territori attraversati; per questi elementi sono in particolar modo tutelati i tracciati storici, la naturalità delle sponde, i manufatti di derivazione o di superamento, i ponti; sono comunque escluse le opere di copertura, di intubamento, di rettifica o di impermeabilizzazione degli alvei.

#### Territori agricoli di cintura metropolitana

La maggior parte del territorio di Noviglio appartiene a questa classe, solo le zone urbanizzate sono escluse.

L'art. 25 della d.g.r. 7/7818 del 3 Agosto 2000 (PTC Parco Agricolo Sud Milano) riporta che:

1. Le aree appartenenti ai territori agricoli di cintura metropolitana, per la loro collocazione, compattezza e continuità e per l'alto livello di produttività, sono destinate



Territorio agricolo di cintura metropolitana.

all'esercizio ed alla conservazione delle funzioni agricolo-produttive, assunte quale settore strategico primario per la caratterizzazione e la qualificazione del parco.

2. Rapporti con la pianificazione generale, comunale e di settore. Nella redazione degli strumenti di pianificazione urbanistica e nell'adeguamento degli strumenti urbanistici comunali alle disposizioni del

PTC del parco, devono essere rispettati, relativamente ai territori di cui al presente articolo, i seguenti criteri:

- d) può essere prevista la collocazione di attrezzature, servizi e impianti tecnologici, avendo preventivamente verificato le relative condizioni di ammissibilità, a norma dell'art. 5 concernente gli standard urbanistici, e di compatibilità ambientale secondo le procedure di cui all'art. 14;
- e) deve essere garantita la continuità e l'efficienza della rete idrica, conservandone i caratteri di naturalità e ricorrendo ad opere idrauliche artificiali (canalizzazioni, sifonature, ecc.) solo ove ciò sia imposto da dimostrate esigenze di carattere tecnico;
- f) il transito e la sosta con mezzi motorizzati sono vietati fuori dalle strade statali, provinciali e comunali e dalle strade vicinali gravate da servitù di pubblico passaggio, fatta eccezione per i mezzi di servizio e per quelli occorrenti all'attività agricola e forestale.

#### Zona di tutela e valorizzazione paesistica

È presente in particolare nell'area centrale comunale.

L'art. 34 della d.g.r. 7/7818 del 3 Agosto 2000 (PTC Parco Agricolo Sud Milano) riporta che:

1. All'interno dei territori agricoli del parco, non assoggettati a piano di cintura urbana, il PTC individua la zona di tutela e valorizzazione paesistica, comprendente aree di particolare interesse e rilevanza paesistica per morfologia del suolo, densità dei valori ambientali, storici e naturalistici, in cui l'attività agricola contribuisce a mantenere e migliorare la qualità del paesaggio; fanno parte di tale zona anche aree in cui i caratteri del paesaggio agrario vanno valorizzati e rafforzati.
2. L'ente gestore del parco, attraverso i suoi strumenti di pianificazione e gestione, tende a privilegiare gli interventi di tutela, qualificazione e ricostruzione degli elementi compositivi della trama del paesaggio agrario, quali la rete irrigua, le alberature di ripa, gli edifici rurali e il relativo reticolo storico di connessione.
3. Negli ambiti di tutela e valorizzazione del paesaggio sono consentiti gli interventi relativi alle attività ricreative e culturali e socio-assistenziali che non comportino alterazioni degli elementi compositivi del paesaggio, anche attraverso la promozione di attività agrituristiche ai sensi della l.r. 3/1992.
4. Possono essere messe in atto specifiche disposizioni sugli incentivi per il mantenimento e per l'impianto di colture tradizionali, nonché sull'orientamento delle pratiche agrarie conseguenti al set-aside, verso usi che non determinino impoverimento della qualità paesistica dei luoghi.

5. Gli interventi in ampliamento rispondenti ad esigenze di adeguamento tecnologico e funzionale delle attività nonché le trasformazioni di destinazione d'uso di insediamenti o strutture a originario carattere rurale, sono ammessi e vengono specificati con le procedure di cui al Titolo III. A tal fine i comuni possono prevedere eventualmente appositi strumenti attuativi, che abbiano la finalità di promuovere la qualificazione paesistica dell'insediamento stesso nel suo contesto.

#### Zona di tutela assoluta dei pozzi

Come riportato nel D.Lgsl.152/06 art.94 la zona di tutela assoluta dei pozzi (raggio 10m dal punto di captazione) deve essere recintata, provvista di canalizzazione per le acque meteoriche ed essere adibita esclusivamente a opere di captazione o presa e ad infrastrutture di servizio.

#### Fascia di rispetto del reticolo idrico

- Attività soggette a specifico permesso o autorizzazione

Sono riportate negli art. 97-98 del RD 523/04. Si tenga in particolare presente che è vietata:

n) l'occupazione delle spiagge dei laghi con opere stabili, gli scavamenti lung'esse che possano promuovere il deperimento o recar pregiudizio alle vie alzaie ove esistono, e finalmente la estrazione di ciottoli, ghiaie o sabbie, fatta eccezione, quanto a detta estrazione, per quelle località ove per consuetudine invalsa suolsi praticare senza speciale autorizzazione.

- Attività vietate

Le attività vietate sono quelle previste nell'art. 96 RD 523/04, tra cui:

f) le piantagioni di alberi e siepi, le fabbriche, gli scavi e lo smovimento del terreno a distanza dal piede degli argini e loro accessori come sopra, minore di quella stabilita dalle discipline vigenti nelle diverse località, ed in mancanza di tali discipline, a distanza minore di metri quattro per le piantagioni e smovimento del terreno e di metri dieci per le fabbriche e per gli scavi;

g) qualunque opera o fatto che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni, la resistenza e la convenienza all'uso, a cui sono destinati gli argini e loro accessori come sopra, e manufatti attinenti;

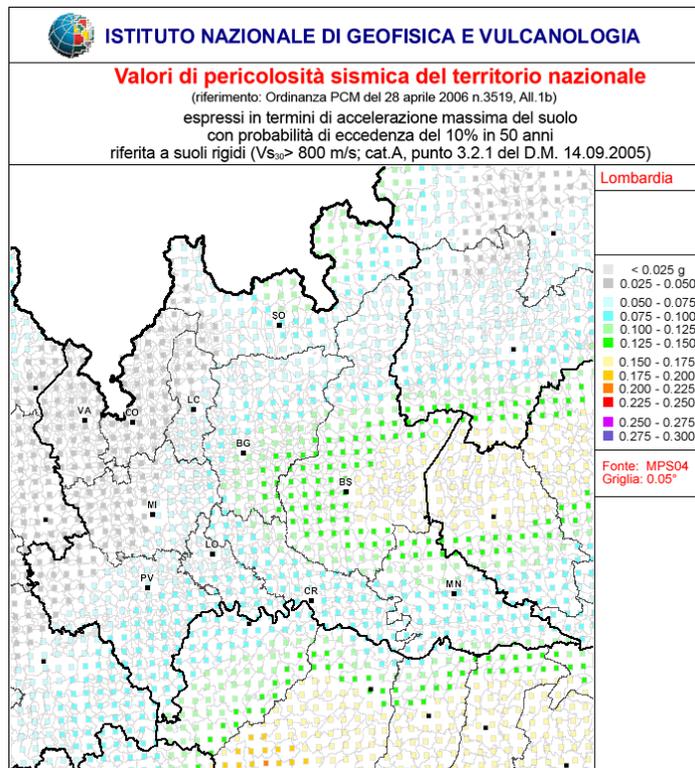
h) le variazioni ed alterazioni ai ripari di difesa delle sponde dei fiumi, torrenti, rivi, canali e scolatori pubblici, tanto arginati come non arginati, e ad ogni altra sorta di manufatti attinenti;

l) qualunque opera nell'alveo o contro le sponde dei fiumi o canali navigabili, o sulle vie alzaie, che possa nuocere alla libertà ed alla sicurezza della navigazione ed all'esercizio dei porti natanti e ponti di barche

### 3.6.2 Vincoli sismici

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

Il territorio è caratterizzato da valori di accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni compresi tra 0.025g e 0.050g, attribuibili alla zona 4.



Stralcio della "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale"  
 Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

### 3.7 Sistema stradale urbano

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.

#### 3.7.1 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



Via dell'Artigianato: tipica strada di Noviglio.

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 di Noviglio ha le seguenti caratteristiche:

- È composta da 53 infrastrutture stradali (50 strade e 3 piazze);
- Si estende per 34.2 Km;
- Occupa una superficie di 0.24 Km<sup>2</sup>;
- Copre l'1.5% circa della superficie comunale totale.

Il rapporto tra la superficie e lo sviluppo lineare indica una larghezza media della sede stradale pari a circa 9 m.

Tabella riassuntiva dati della rete stradale

<b>N° totale infrastrutture</b>	<b>Lunghezza</b>	<b>Superficie Totale</b>	<b>Larghezza media</b>
53	34.2 Km	0.24 Km <sup>2</sup>	9 m

La CT10 ha permesso di individuare tra queste le strade che non sono di competenza del comune, perché strade statali o provinciali, quali la SP 203, 30 e la A7. Il PUGSS ha come base dell'analisi le strade comunali, pertanto queste ultime sono state considerate all'interno dello studio del sistema stradale ma escluse dalla sintesi generale.

### **3.7.2 Morfologia della rete stradale Ms**

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 del calibro stradale (lunghezza e larghezza), la presenza di piste ciclabili e la classificazione TOSAP.

#### Lunghezza

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

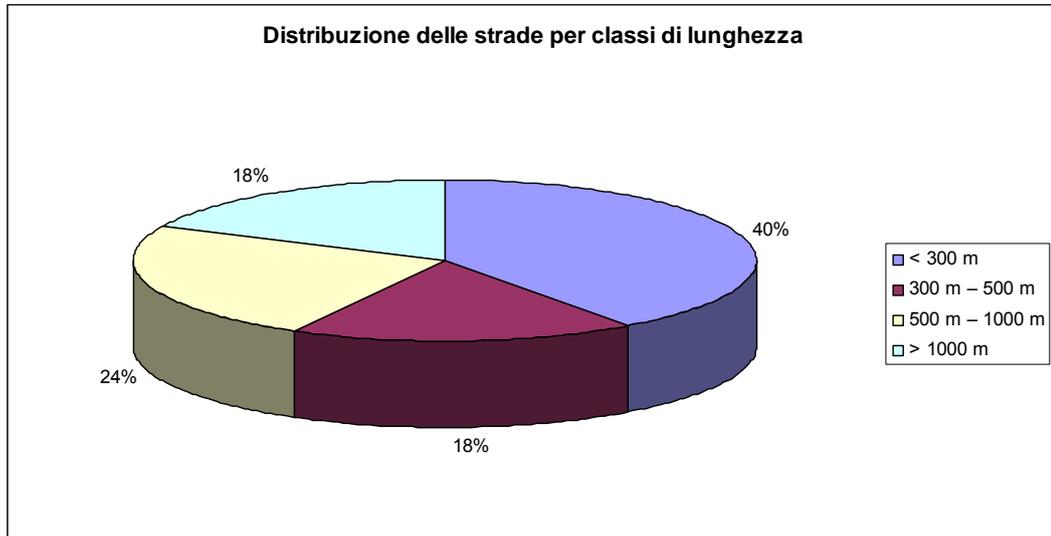
Dall'analisi della lunghezza sono state trascurate le piazze, per le quali questo parametro risulta poco significativo.

La maggior parte delle vie appartenenti al comune (58%) ha lunghezza minore di 0.5Km.

Il 18% 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	20	40.0
300 m – 500 m	9	18.0
500 m – 1000 m	12	24.0
> 1000 m	9	18.0
<b>Totale</b>	<b>50</b>	<b>100.0</b>



Distribuzione percentuale delle infrastrutture stradali per classi di lunghezza.

La strada più lunga è la Strada Comunale 152 Doresana Coppiago (3.3 Km), mentre la più corta è Cascina Conago (56 m).

#### Larghezza

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

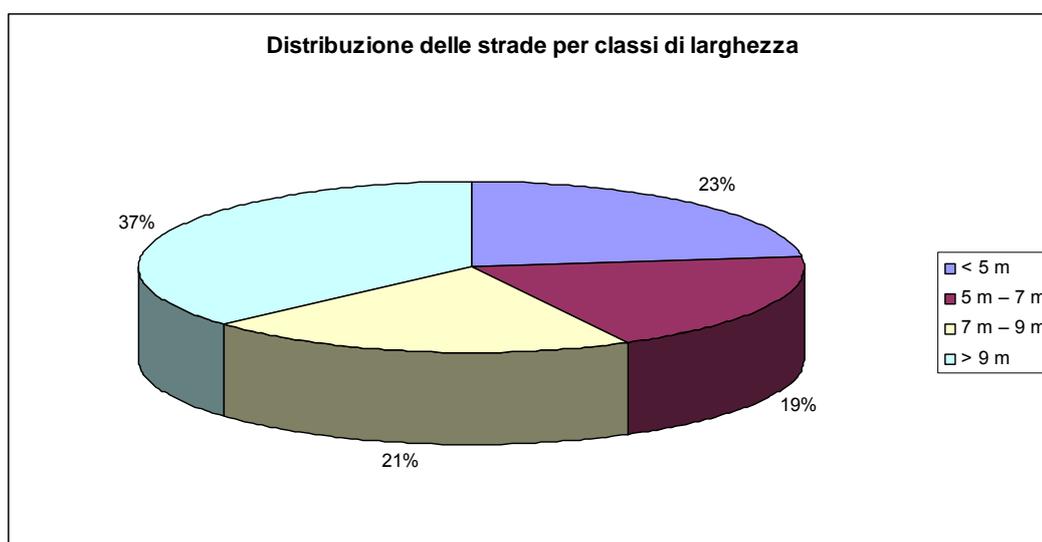
La larghezza stradale è stata valutata attraverso il rilievo aerofotogrammetrico come media della larghezza di ogni tratto, pesata per la lunghezza del tratto stesso. Il valore ottenuto è quindi un dato approssimato, dal momento che non tutte le vie presentano larghezza uniforme lungo l'intero loro tracciato.

Una buona parte delle vie appartenenti al comune ha una larghezza superiore ai 9 m; il 23% ha larghezza inferiore ai 5 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

Classe	Numero	%
< 5 m	12	23.1
5 m – 7 m	10	19.2
7 m – 9 m	11	21.2
> 9 m	19	36.5
<b>Totale</b>	<b>52</b>	<b>100.0</b>



Distribuzione percentuale delle infrastrutture stradali per classi di larghezza.

### Area

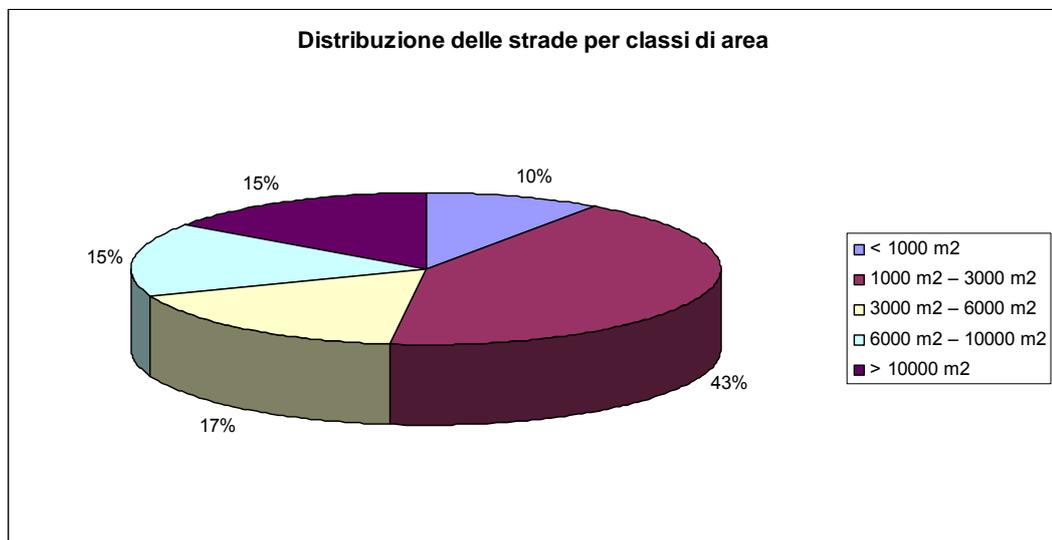
La superficie della carreggiata è stata calcolata come prodotto tra la lunghezza della strada e la sua larghezza media.

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

Classe	Numero	%
< 1000 m <sup>2</sup>	5	9.6
1000 m <sup>2</sup> – 3000 m <sup>2</sup>	22	42.3
3000 m <sup>2</sup> – 6000 m <sup>2</sup>	9	17.3
6000 m <sup>2</sup> – 10000 m <sup>2</sup>	8	15.4
> 10000 m <sup>2</sup>	8	15.4
<b>Totale</b>	<b>52</b>	<b>100.0</b>

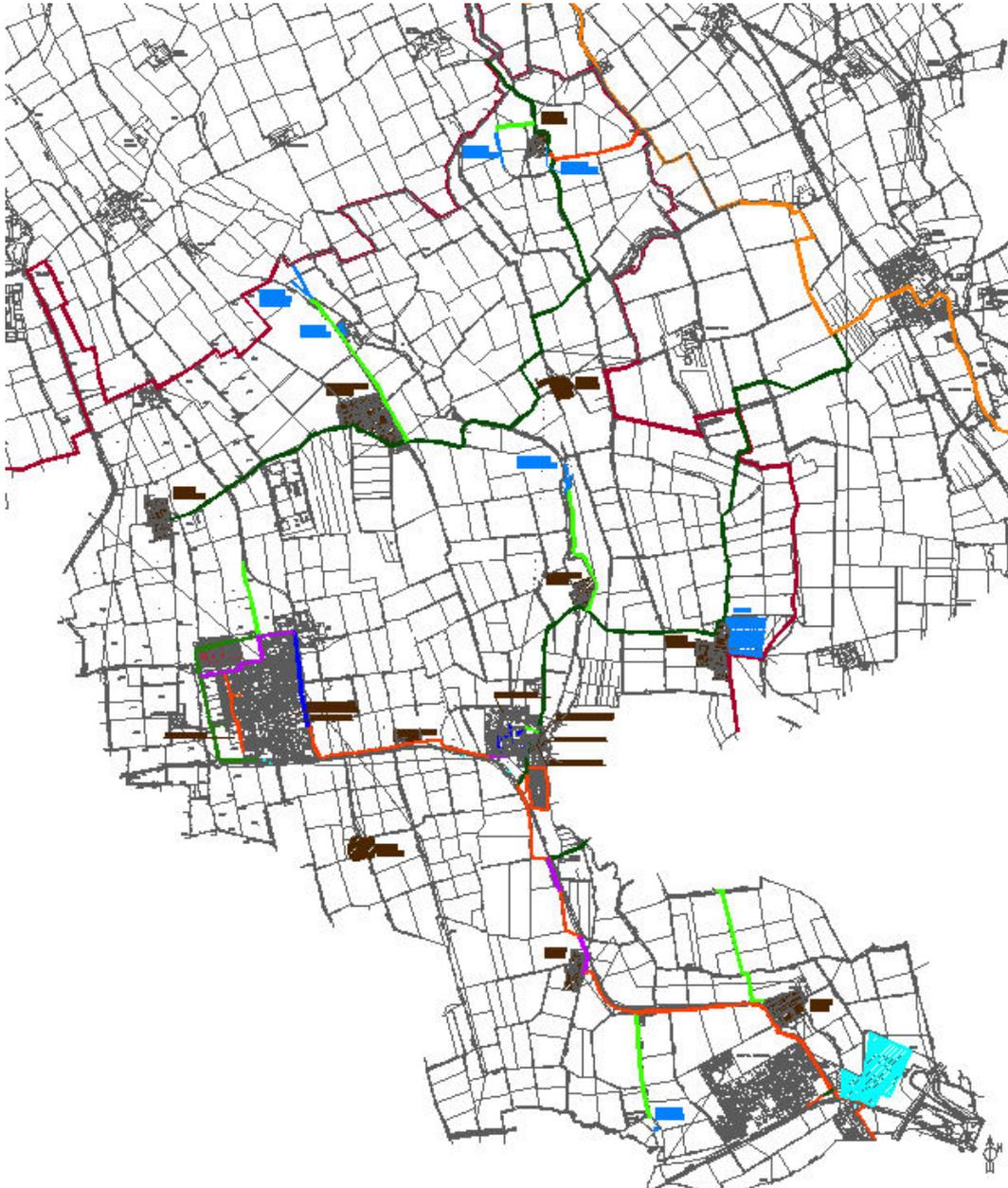


Distribuzione percentuale delle infrastrutture stradali per classi di area occupata.

La strada la cui carreggiata occupa un'area maggiore è la Strada Mairano Conigo MISP203.

### 3.7.3 Piste ciclabili

L'Ufficio Tecnico comunale ci ha fornito un rilievo delle piste ciclabili nel territorio comunale, riportato nel seguito. Si è considerata la presenza delle piste ciclabili in ciascuna via, tenendo in conto la percentuale approssimata della via attrezzata con pista ciclabile. Nell'analisi sono state considerate le vie nelle quali è in realizzazione la pista ciclabile come se quest'ultima fosse già presente.



Pianta delle piste ciclabili nel Comune di Noviglio.

### **3.7.4 Canone occupazione spazi e aree pubbliche (TOSAP)**

Le occupazioni di qualsiasi natura, effettuate nelle strade, anche senza titolo, nei corsi, nelle piazze e, comunque, sui beni appartenenti al demanio o al patrimonio indisponibile dei comuni e delle province sono soggette all'applicazione della tassa di occupazione di spazi ed aree pubbliche (TOSAP) in base al D. Lgs N. 507 del 1993 (art. 38 – c. 1).

Chiunque occupi il suolo ed il sottosuolo stradale è tenuto a versare una tassa per l'occupazione permanente o temporanea.

L'art. 51 del D. Lgs. Del 15 dicembre 1997 n. 446, aveva disposto l'abrogazione della Tosap a partire dal 1 gennaio 1999 ed il successivo art. 63 aveva consentito ai Comuni e Province di istituire, per mezzo di delibera regolamentare, un canone (Cosap) per le occupazioni, anche abusive, di aree pubbliche in sostituzione della Tosap, sempre a partire dal 1 gennaio 1999.

Attraverso l'art. 31 della Legge del 23 dicembre 1998, n. 448, il Legislatore ha reintrodotto la Tosap, abrogando la lett. a) del cit. art. 51 D. Lgs n. 446/97 e apportando modifiche al canone.

Alla luce di queste modifiche l'Ente ha la facoltà di istituire o meno il canone di cui sopra, in quanto la legge non pone alcun obbligo circa l'istituzione dello stesso, ma lascia ogni decisione in merito alla discrezionalità dei comuni e delle province. L'art. 63, 1° comma del D. Lgs. N. 446/97 dispone che: "I comuni e le province possono, con regolamento adottato a norma dell'articolo 52, escludere l'applicazione, nel proprio territorio, della tassa per occupazione di spazi ed aree pubbliche, di cui al capo II del decreto legislativo 15 novembre 1993, n. 507. Le province e i comuni possono, con regolamento adottato a norma dell'articolo 52, prevedere che l'occupazione, sia permanente che temporanea di strade, aree e relativi spazi soprastanti e sottostanti appartenenti al proprio demanio o patrimonio indisponibile, comprese le aree destinate a mercati anche attrezzati, sia assoggettata al pagamento di un canone da parte del titolare della concessione, determinato nel medesimo atto di concessione in base a tariffa."

Il Comune di Noviglio ha approvato con Delibera C.C. n. 44 del 20/15/1994 il Regolamento per l'applicazione del canone di occupazione di suolo e aree pubbliche (Tosap).

Tale regolamento definisce le tariffe della tassa per l'occupazione di spazi ed aree pubbliche, distinguendo tra:

- Occupazione permanente;
- Occupazione temporanea;
- Occupazione permanente sottosuolo e soprassuolo;
- Occupazione temporanea sottosuolo e soprassuolo;

- Distributori di carburante,
- Apparecchi automatici distribuzione tabacchi.

La rete stradale comunale è stata classificata secondo quattro categorie:

La classificazione è funzionale all'importanza della strada nel contesto urbano, alla sua centralità rispetto al centro storico, alla presenza di elevati livelli di traffico e di importanti funzioni insediative ed economiche.

#### Occupazione permanente

Per occupazione permanente si intende un'occupazione a carattere stabile, effettuata a seguito del rilascio di un atto di concessione ed avente una durata non inferiore ad un anno.

L'occupazione permanente, qualora non risulti abusiva, è fondata su di un atto di concessione che disciplina gli obblighi e le attività dell'occupante connessi all'utilizzo del suolo pubblico, nonché alla durata della concessione medesima.

Inoltre l'occupazione permanente dell'area o del suolo pubblico non è collegata necessariamente alla costruzione di un'opera visibile, ma può consistere nella semplice disponibilità dell'area o dello spazio medesimi o nel non permettere ad altri che in qualche modo ne disponga.

Si presumono per loro natura occupazioni permanenti soggette a pagamento della tassa:

- a) Chioschi, edicole, casotti, pensiline, vetrinette, porta insegne, infissi di qualsiasi natura o specie portanti pubblicità annunci e simili che comunque proiettino sul suolo;
- b) Isole spartitraffico o qualsiasi rialzo del piano pedonale;
- c) Occupazione del sottosuolo e del soprassuolo stradale con condutture, cavi, impianti in genere e altri manufatti destinati all'esercizio e alla manutenzione delle reti di erogazione di pubblici servizi, compresi quelli posti sul suolo e collegati alle reti stesse nonché con seggiovie e funivie occupazioni con pali di legno, ferro, cemento, travi o tralicci;
- d) Occupazioni di suolo o sottosuolo con distributori di carburante e relativi serbatoi per combustibili liquidi da riscaldamento e manufatti vari.

Dall'anno 2007 sono stati esonerati dal pagamento della tassa le occupazioni permanenti con passi carrai attraverso marciapiedi, strade o passi laterali sulle strade, comunque stabili per consentire l'accesso con veicolo agli edifici o ai fondi.

#### Occupazione temporanea

In concomitanza dell'apertura di cantieri stradali per le attività di manutenzione o di nuova posa, i gestori o le imprese private che svolgono tali attività versano al Comune una tassa per l'occupazione temporanea del suolo stradale.

L'occupazione si ritiene temporanea se di durata inferiore ad un anno.

A chiarire la differenza tra occupazioni temporanee ed occupazioni permanenti è stata la Suprema Corte la quale ha così disposto: "In tema di tassa per l'occupazione di spazi ed aree pubbliche (TOSAP) ed in base al combinato disposto degli artt. 42, 44 e 45 del D. Lgs. n. 507 del 1993, l'occupazione deve essere considerata permanente quando (art. 42, primo comma, lett. c) l'atto di concessione ne prevede l'utilizzazione continuativa da parte del concessionario (con conseguente sottrazione del suolo e/o dell'area all'uso pubblico di destinazione) per tutta la sua durata, che deve essere superiore all'anno. Di converso, va considerata temporanea l'occupazione priva di autorizzazione (art. 42, secondo comma) ovvero (art. 42, primo comma, lett. b) quella (anche se continuativa) autorizzata per una durata inferiore all'anno, nonché l'occupazione, anche se di durata superiore all'anno, che preveda la sottrazione non continuativa del suolo pubblico, come soltanto per una parte del giorno, difettando, in questo caso, il carattere della stabilità dell'occupazione stessa. Ne consegue che la considerazione della sola durata (infra o ultra annuale) dell'occupazione del suolo pubblico, oggetto dell'atto di concessione, non costituisce corretta valutazione dell'esatto "discrimen" legale per qualificare come temporanea o come permanente detta occupazione dovendosi, invece, sempre verificare se l'atto di concessione limiti o meno l'occupazione ad alcuni giorni della settimana e/o ad alcune ore del giorno, perché la limitazione suddetta importa sempre la natura temporanea dell'occupazione".

Tale tassa si applica in funzione della tipologia di occupazione dello spazio pubblico ed in base al numero di ore di occupazione.

Sono considerate occupazioni temporanee e quindi assoggettate al pagamento della relativa tassa:

- a) steccati, ponteggi e recinzioni per cantieri edili ed ogni altra occupazione per effettuazione di lavori stradali o sotterranei compreso il deposito di materiale;
- b) chioschi e simili, banchi, veicoli, mostre, vetrine, capannoni, stands pubblicitari;
- c) tende solari (per il periodo di esposizione), esposizione di merce sulla pubblica via, su marciapiedi e porticati, davanti ai negozi di vendita o all'interno di mercati;
- d) parchi di divertimento, spettacoli viaggianti, circhi equestri, tiri a segno e simili, comprese le loro carovane;
- e) tavoli e sedie, ombrelloni, portalampade, recinti di pinte ornamentale, od altro all'esterno dei pubblici esercizi, o attività artigianali o industriali;
- f) impianti porta insegne reclame e simili, rastrelliere per biciclette o motocicli, striscioni pubblicitari;

g) autovetture da piazza che stazionino nelle aree a ciò destinate all'Amministrazione Comunale.

h) mercanzie, materiale o qualsiasi altra cosa inanimata destinata a rimanere nello stesso luogo oltre il tempo necessario al semplice carico e scarico.

Occupazione sottosuolo e soprassuolo

Per le occupazioni permanenti realizzate con cavi, condutture, impianti o con qualsiasi altro manufatto a aziende che erogano pubblici servizi e per quelle realizzate nell'esercizio di attività anche strumentali ai servizi medesimi, il canone è determinato forfettariamente sulla base del numero complessivo delle relative utenze per la misura unitaria di tariffa stabilita dall'art. 63 del D. Lgs. 446/97 con le successive modificazioni e integrazioni.

Tale importo, per un comune con meno di 20 000 abitanti, corrisponde a 0.77 € per ogni utenza ed è rivalutato annualmente in base all'indice Istat dei prezzi al consumo rilevati al 31 dicembre dell'anno precedente.

### 3.7.5 Incroci e piazze

L'incrocio stradale è un'area comune a più strade, organizzata in modo da consentire lo smistamento delle correnti di traffico dall'una all'altra.

La gestione ed il tipo di incrocio stradale dipendono da diversi parametri, tra i quali la classe delle strade, il sistema di smistamento, il tipo di movimentazione o la classe di



Incrocio tra Via dell'Artigianato e Via Verdi.

veicoli in transito.

L'incrocio normalmente viene gestito da struttura semaforica o rotonda stradale.

Esso rappresenta un punto di snodo per la geometria del sistema, ovvero un'articolazione del sistema lineare delle vie.

L'incrocio introduce quindi una criticità per il sistema della mobilità e delle reti presenti nel sottosuolo, perché è un punto di incontro e di smistamento del traffico veicolare e pedonale,

nonché del sistema di sottoservizi (acque, gas, elettricità, telefonia, etc).

Una serie di strutture complesse, quali possono essere quelle delle diverse reti dei sottoservizi o dei segnali semaforici, negli incroci si vengono a trovare a stretta vicinanza tra loro, aggiungendo il rischio di interferenza tra le stesse.



Diramazione per un servizio a rete.

L'incrocio è inoltre un punto di vulnerabilità all'interno del sistema stradale: in sua prossimità i mezzi di trasporto subiscono rallentamenti, sottoponendo il suolo ed il sottosuolo a maggiori sollecitazioni e disturbi esterni.

Per questi motivi occorre prestare un'attenzione particolare a tali strutture sia in fase di pianificazione sia in fase di progettazione, considerandole come punti sensibili del sistema della mobilità e del sistema delle reti, che sarà ripreso nel capitolo successivo.

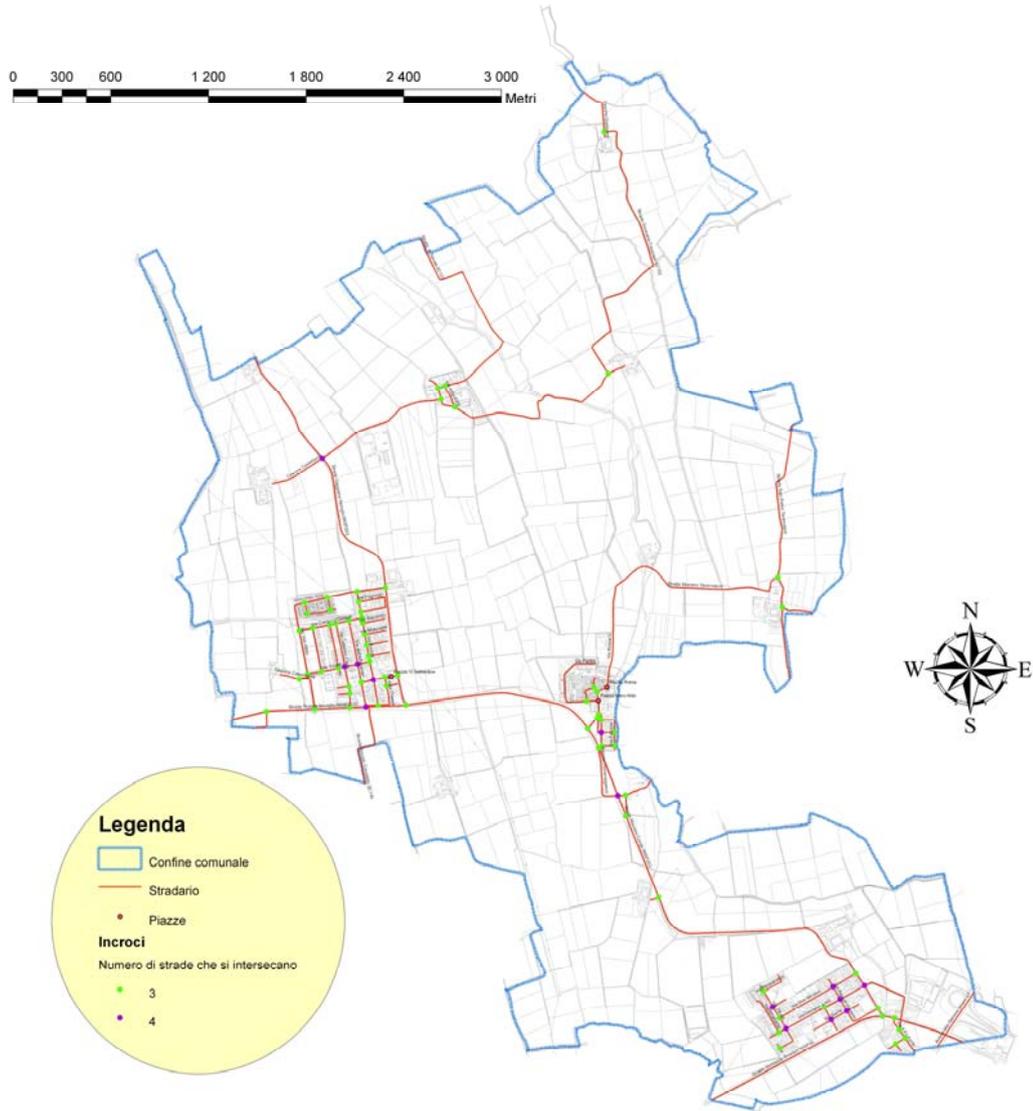
Per quanto riguarda il Comune di Noviglio, è stata effettuata un'analisi degli incroci che sono stati suddivisi secondo il numero di strade che si intersecano a formare l'incrocio stesso.

I dati riassuntivi di tale studio sono riportati in Tabella.

Classificazione degli incroci per numero di vie che si intersecano

<b>N° vie</b>	<b>N° incroci</b>	<b>% incroci</b>
4	14	17
3	68	83
<b>Totale</b>	<b>82</b>	<b>100</b>

Le piazze sono 3 in totale: Piazza Roma, Piazza Moro, Piazza XI Settembre.



Mappa degli incroci e delle piazze.

### **3.7.6 Analisi dei costi sostenuti per strada**

La strada possiede un proprio valore sociale ed economico.

Essa rappresenta, infatti, 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 classica 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 una 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 di ogni via del Comune: 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 densità residenziale della via, il numero di allacci dei sottoservizi, il numero di incroci stradali, etc.

Il valore economico della strada è stato invece valutato analizzando parametri quali la struttura stradale (carreggiata) ed il mantenimento della stessa. Questi parametri sono quindi stati monetizzati, considerando l'euro come valuta standard.

In questa sezione vengono analizzati gli aspetti relativi alla caratterizzazione territoriale del sistema, quindi al valore economico della strada ed alle attività di manutenzione della stessa.

La valutazione della strada dal punto di vista del sistema delle reti presenti nel suo sottosuolo verrà svolta nel capitolo successivo.

#### Componenti strutturali

La strada possiede un valore economico legato alle componenti strutturali che la compongono. Le dimensioni della carreggiata, la presenza del marciapiede e della pista ciclabile sono elementi che aggiungono valore e qualità alla via.

Ogni strada del comune è stata valutata per mezzo del suo costo di costruzione, di manutenzione straordinaria ed ordinaria.

Il costo di costruzione è stato assimilato al costo di manutenzione straordinaria: essi rappresentano il costo della struttura "strada".

Il costo di manutenzione ordinaria considera invece 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 quindi i costi relativi:

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

Le strade sono soggette a continua e costante manutenzione al fine di mantenerne l'efficienza e la conservazione delle sue componenti.

A tale proposito, il Comune svolge un'azione di controllo periodico delle strade per programmarne gli interventi e definire le modalità di esecuzione degli stessi.

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

<b>Superficie occupata</b>	<b>Costo Struttura</b>	<b>Costo Totale Struttura</b>	<b>Costo Mantenimento</b>	<b>Costo Totale Mantenimento in 10 anni</b>
0.24 Km <sup>2</sup>	35 €/m <sup>2</sup>	8 400 000€	6.35 €/(anno m <sup>2</sup> )	1 500 000€/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.

### **3.7.7 Complessità morfologica**

La complessità morfologica è la sintesi degli elementi di analisi descritti in precedenza e permette di assegnare ad ogni infrastruttura stradale un grado di complessità morfologica.

La complessità morfologica è un indicatore dell'importanza che la strada occupa all'interno del sistema della mobilità, ovvero alla sua impronta spaziale sul territorio e dipende dai seguenti parametri:

- Larghezza;
- Lunghezza;
- Classificazione Tosap;
- Presenza di piste ciclabili.

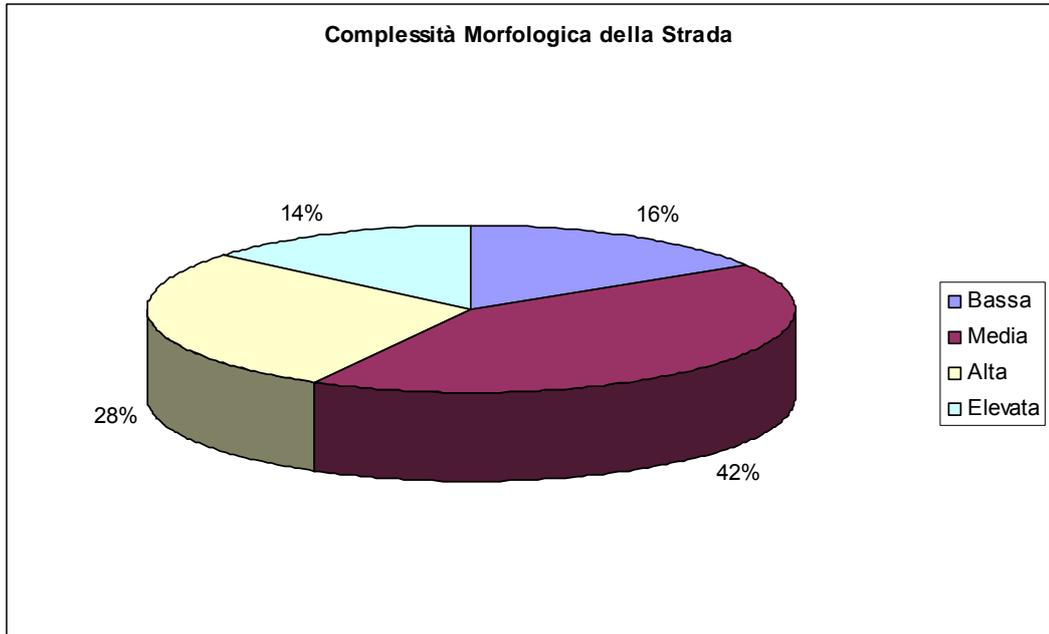
Ogni via è stata classificata sulla base di questi parametri, opportunamente normalizzati e sommati tra loro.

L'analisi esclude le Strade Provinciali n. 203, 30 e la A7 in quanto strade non gestite dal comune.

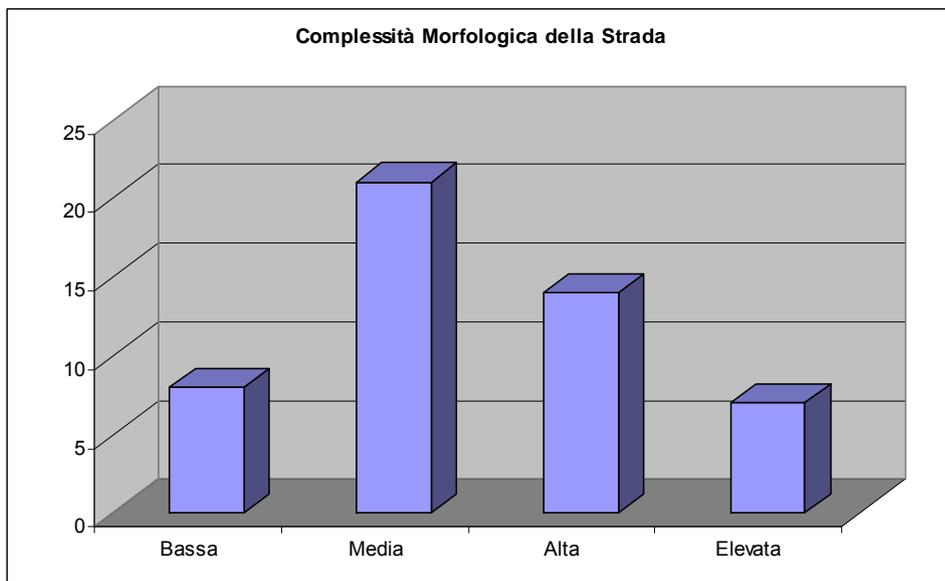
Sono state individuate cinque classi di grado di complessità morfologica:

- Elevato: valore della complessità morfologica compreso tra il 100 e l'75%;
- Alto: valore della complessità morfologica compreso tra il 75 e il 50%;
- Medio: valore della complessità morfologica compreso tra il 50 e il 25%;
- Basso: valore della complessità morfologica inferiore al 25%.

Il 14% delle vie si attesta attorno ad un valore di complessità elevata. Questo dato è in accordo con la caratteristica prettamente agricola del comune.



Distribuzione % delle strade in base al loro grado di complessità morfologica.



Distribuzione delle strade in base al loro grado di complessità morfologica.

#### Grado di complessità morfologica elevato

Le strade che presentano complessità morfologica elevata sono 7 con lunghezza totale pari a 8.3 Km.



Via Carducci: una delle vie con grado di complessità morfologica più elevato del comune.

N.	Strada	Lunghezza (m)	Ms
1	Strada Doresana Coppiago SC152	3 298	100
2	Via Rossa G.	675	91
3	Via XXV Aprile	246	88
4	Via Valè Attilio	1 339	88
5	Via del Supermercato	176	85
6	Via Carducci Giosuè	713	77
7	Strada Mairano Tavernasco	1 816	76

Grado di complessità morfologica alto

14 strade, per una lunghezza totale di 10 Km, hanno una coefficiente Ms alto, ovvero compreso tra il 50% e il 75%.

N.	Strada	Lunghezza (m)	Ms
1	Strada San Pietro Tavernasco	1 437	73
2	Via Falcone	765	71
3	Strada di Tainate SC123	2 028	65
4	Cascina Castellazzo	353	63
5	Cascina Conago	57	59
6	Cascina Domenegasco	755	58
7	Via Puccini	963	58
8	Via Cattaneo Carlo	676	57
9	Via Tobagi	557	56

10	Via	Giovanni XXIII	667	54
11	Via	dell'Artigianato	547	54
12	Cascina	Cassinazza	376	51
13	Via	Verdi Giuseppe	228	51
14	Via	Don Minzoni	604	51

Grado di complessità morfologica medio

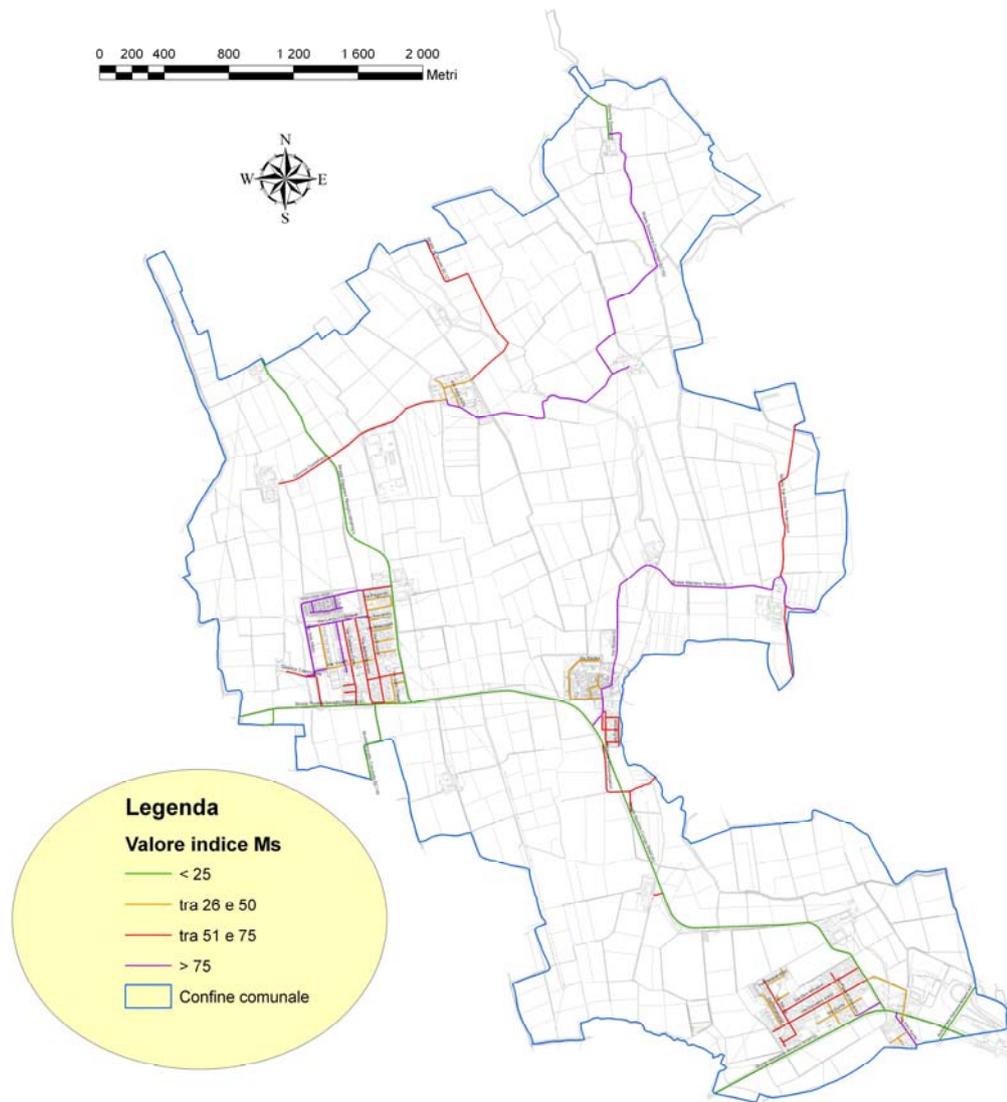
Le infrastrutture a medio grado di complessità sono 21, il 42% delle vie totali e si sviluppano per 5.1 Km.

<b>N.</b>	<b>Strada</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	<b>Ms</b>
1	Via Vivaldi	304	50
2	Via della Chiesa	242	49
3	Via Generale Dalla Chiesa	133	49
4	Via delle Industrie	477	48
5	Via Paganini	379	48
6	Via Alessandrini	174	48
7	Via Marconi	72	48
8	Via Toscanini	138	47
9	Via Mascagni	134	47
10	Via Dante	323	47
11	Via Bellini	132	47
12	Via Donizetti	130	47
13	Strada Buozzi Bruno SC123	406	47
14	Via Pascoli Giovanni	246	46
15	Via Di Vittorio	164	45
16	Via da Vinci Leonardo	276	45
17	Via Fratelli Kennedy	186	43
18	Via Tettamanzi	248	33
19	Via Pertini	595	33
20	Via Borsellino	232	32
21	Via della Pace	147	31

Grado di complessità morfologica basso

Le strade a complessità morfologica bassa sono 8 per una lunghezza totale di 10.8 Km.

<b>N.</b>	<b>Strada</b>	<b>Lunghezza (m)</b>	<b>Ms</b>
1	Strada Noviglio Cavoletto SC145	565	22
2	Cascina Doresana	343	19
3	Cascina Mortaiola	164	17
4	Autostrada Genova Milano A7	409	0
5	Strada Vermezzo Binasco MISP30	1 699	0
6	Strada Gaggiano Noviglio MISP203	2 453	0
7	Strada Rosate Noviglio MISP203D	2 269	0
8	Strada Mairano Conigo MISP203	2 917	0



Strade classificate secondo il grado di complessità morfologica **Ms**.

## **4 CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA DELLE RETI**

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

Essa fornisce una ricognizione dello stato attuale dei servizi presenti nel sottosuolo e del relativo soddisfacimento e costituisce la fase preliminare di conoscenza della realtà del sottosuolo. Questo è il momento in cui si vanno ad individuare i campi di indagine e di intervento che formano l'oggetto stesso del piano e premetteranno di delineare gli scenari di sviluppo dell'infrastrutturazione del sottosuolo con strutture sotterranee polifunzionali (gallerie e cunicoli tecnologici).

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:

- Quadro conoscitivo del sistema delle reti e dei gestori;
- Analisi del sistema delle reti (descrizione, erogazione, manutenzione);
- Infrastrutturazione del sottosuolo.

L'analisi dei sottosistemi individua quali sono le esigenze di adeguamento degli stessi e dove tale necessità è preponderante all'interno del territorio comunale.

Infine l'analisi congiunta della componente territoriale e dei sistemi a rete definisce i livelli di fattibilità territoriale rispetto alle esigenze di adeguamento dei sistemi tecnologici nel sottosuolo e permette di avviare la fase di piano.

### **4.1 La risorsa suolo e sottosuolo**

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

La rete stradale occupa circa l'1.5% del suolo urbano comunale, come risulta dalle precedenti analisi conoscitive, e svolge un'importante funzione sia per la mobilità sia per le necessità di parcheggio.

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 5 - 6 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 operazioni di scavo e di manutenzione hanno determinato in molti casi la lievitazione dei costi economici nei lavori di cantiere, a seguito delle continue aperture e manomissioni del manto stradale.

La città va liberata dalla cantierizzazione e quindi dagli elevati costi economici e sociali attraverso l'infrastrutturazione a rete.

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.

Il sottosuolo, riorganizzato, diventa uno "spazio fisico aggiuntivo" e può essere in grado di rispondere alla costante richiesta di nuovi spazi, funzioni, servizi che potrebbero permettere una riqualificazione di numerose aree.

Inoltre, è possibile cercare collocazioni per strutture e per funzioni che non trovano più possibili locazioni in superficie.

La dimensione urbana è, infatti, diventata negli anni sempre più complessa e congestionata e localizzare alcune funzioni e attività nel sottosuolo contribuirebbe a migliorare la qualità della vita della città, a vantaggio dei suoi abitanti e dell'ambiente stesso.

Ciò porterebbe a una riduzione dell'inquinamento acustico, atmosferico, visivo e ad una minore interferenza con la vita di superficie (problemi di traffico, congestione, etc.).

Questo scenario di ampliamento e di potenziamento della città offre nuove prospettive di sviluppo e di miglioramento delle funzioni esistenti.

Un primo passo è dato dall'infrastrutturazione del sottosuolo, con la creazione delle strutture polifunzionali, che contengono al loro interno le varie reti dei sottoservizi (acqua, elettricità, telecomunicazioni, etc.), fatta eccezione per la rete di distribuzione del gas e per il sistema fognario se non separato.

## 4.2 Quadro complessivo dei sottoservizi

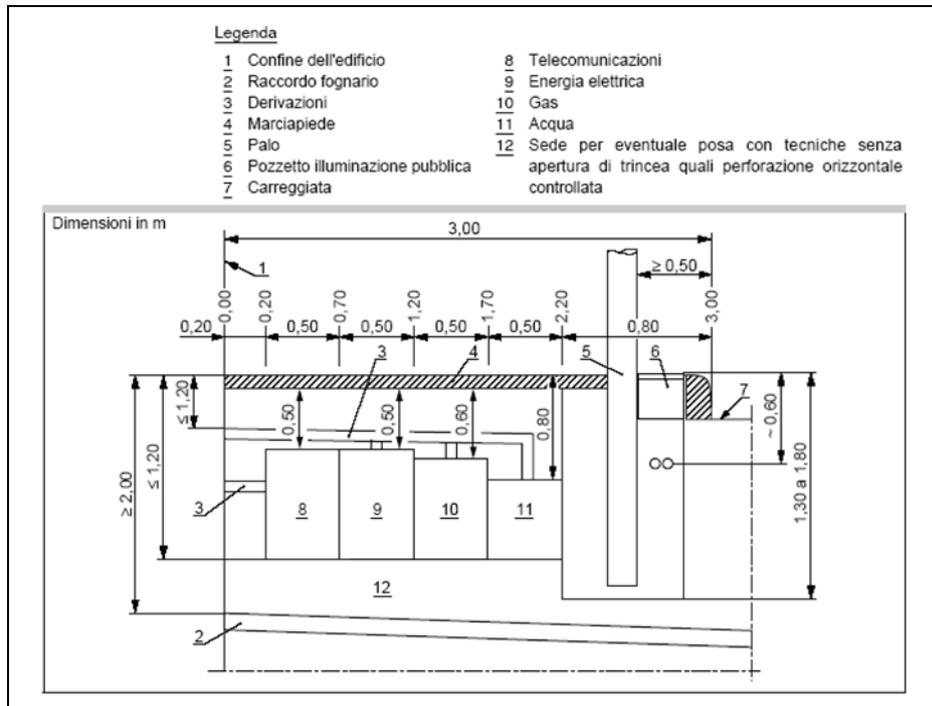
La caratterizzazione dei sottoservizi affronta nell'ambito urbano i seguenti aspetti:

- I sistemi presenti con gli elementi strutturali rilevabili;
- I gestori dei servizi a rete.

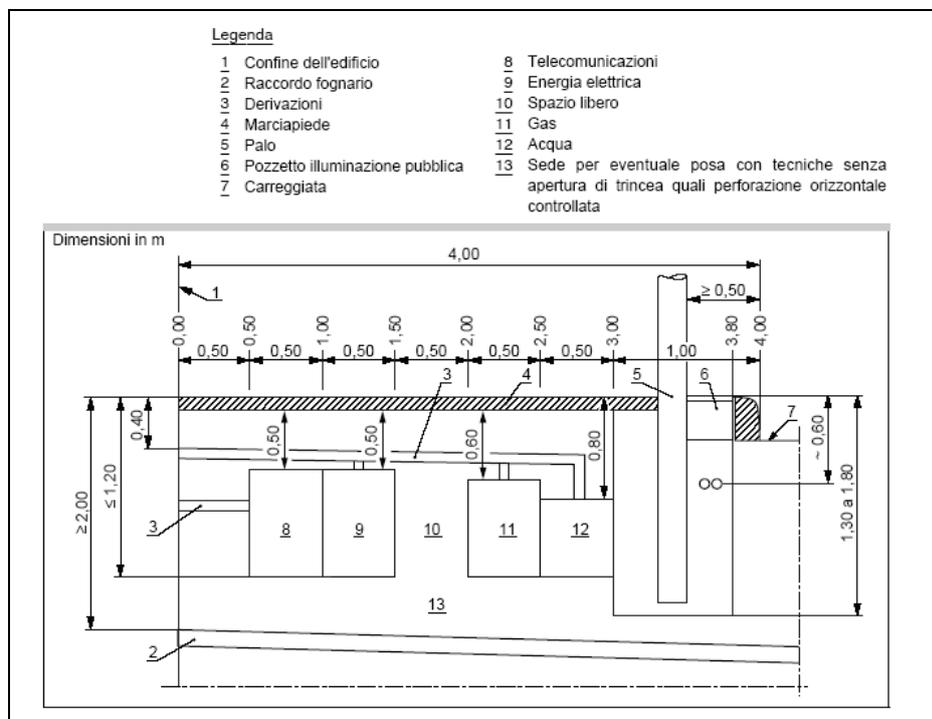
I sistemi che, in base alla normativa regionale, sono stati considerati come sottoservizi che devono essere pianificati per assicurare un migliore uso qualitativo ed il contenimento dei costi sociali sono:

- 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;
- 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.

Questi sistemi si sviluppano nel sottosuolo secondo reti indipendenti.

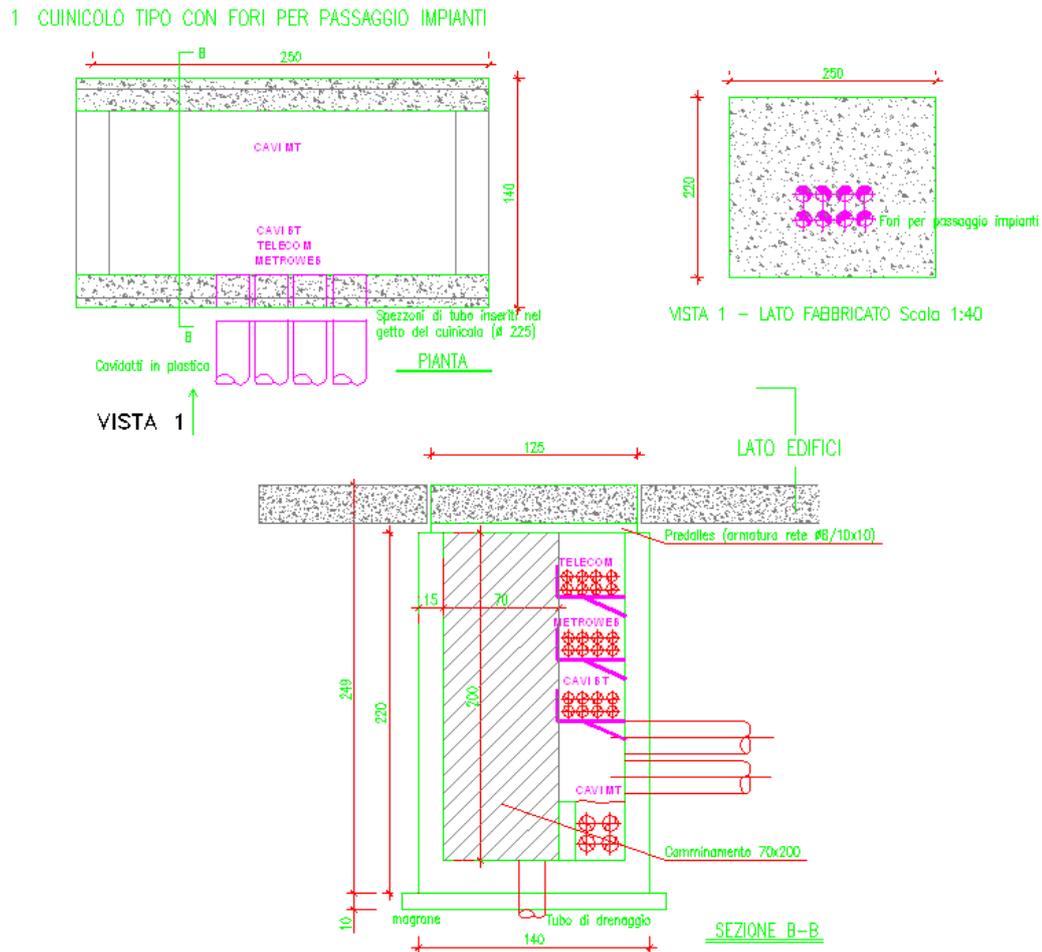


(a)



(b)

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



Esempio di sezione di cunicolo tecnologico.

#### 4.2.1 Dati di riferimento

La fase di raccolta dati è un momento fondamentale e tra i più complessi, dal momento che essa rappresenta la base delle conoscenze 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.

Inoltre ai gestori delle reti è stata richiesta un'integrazione tecnica e funzionale a partire dalla topografia delle reti presenti.

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 è avvenuta 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 che ancora non hanno fornito al comune la loro banca dati.

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.

Tale rilievo potrà essere sviluppato con mirate campagne di indagini e dalla valutazione delle informazioni acquisite durante le attività di manutenzione.

#### 4.2.2 I gestori dei servizi

Le società che gestiscono i sottoservizi presenti nel Comune di Noviglio sono:

- Enel Distribuzione S.p.A. per la rete elettrica;
- Enel Sole S.p.A. per l'illuminazione pubblica;
- Enel Rete Gas S.p.A. per la rete del gas;
- Telecom S.p.A. per la rete telefonica;
- Tutela Ambientale Sud Milanese S.p.A. per la rete della fognatura;
- Consorzio Acque Potabili Gestione S.p.A. per la rete dell'acquedotto.

#### 4.2.3 Analisi dei sottoservizi presenti

A partire dalla caratterizzazione del sistema territoriale del Comune in analisi, si è sviluppato uno studio dettagliato del sistema delle reti. Si passa quindi dallo studio del suolo e della realtà urbana comunale a quello del sottosuolo stradale, analizzato in tutta la sua complessità.

Questa analisi, a livello di sintesi finale, permette l'individuazione delle esigenze di adeguamento dei sistemi di servizi a rete.

Come già introdotto per la fase di analisi territoriale, l'approccio è quello di valutare la strada per il suo valore economico, oltre che per le sue caratteristiche fisiche e per i servizi che ivi risiedono.

Ogni strada del comune è stata considerata da un punto di vista economico, valutando in questa fase la rete di servizi presente nel suo sottosuolo.

La metodologia seguita si basa sull'analisi di diversi tematismi che descrivono il sistema delle reti:

- Descrizione del reticolo dei servizi;
- Allacciamento;
- Erogazione/Smaltimento;



Tombini di diversi sottoservizi a Noviglio.

- Mantenimento della rete.

Queste caratteristiche sono state studiate e stimate per mezzo di due set di indicatori:

- Economici: sintetizzano il valore monetario che ogni via possiede in quanto parte e sede di un sistema di reti di servizi;
- Relativi ai servizi: descrivono i servizi presenti sul suolo e nel sottosuolo stradale dando un'informazione sulla qualità della strada.

Per aggregare tali informazioni si è proceduto alla normalizzazione degli indicatori calcolati per caratteristica stradale, rendendo possibile un confronto tra le diverse variabili considerate. In tal modo è stato possibile ottenere un'unica classificazione delle strade che tenesse in considerazione tutti gli aspetti evidenziati.

Questo procedimento considera, da un lato, tutti i servizi e gli aspetti tecnici legati al sottosuolo stradale, dall'altro fornisce una valutazione economica di ogni strada appartenente del Comune, fornendo un quadro chiaro ed organico nonché un'analisi ad hoc del sistema delle reti a livello comunale.

#### 4.2.3.1 Acquedotto

L'acquedotto comunale è composto da opere di captazione, condotte adduttrici, serbatoi, stazioni di pompaggio, torri piezometriche, rete di distribuzione con relative diramazioni fino al punto di consegna agli utenti.

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

La rete dell'acquedotto è gestita dal Consorzio Acque Potabili (C.A.P. Gestione S.p.A.) ed è lunga circa 20.3km.

Il ciclo di distribuzione dell'acqua inizia con la raccolta di quest'ultima e il suo trasporto in serbatoi di accumulo dove, attraverso tubazioni, giunge fino ai centri abitati.

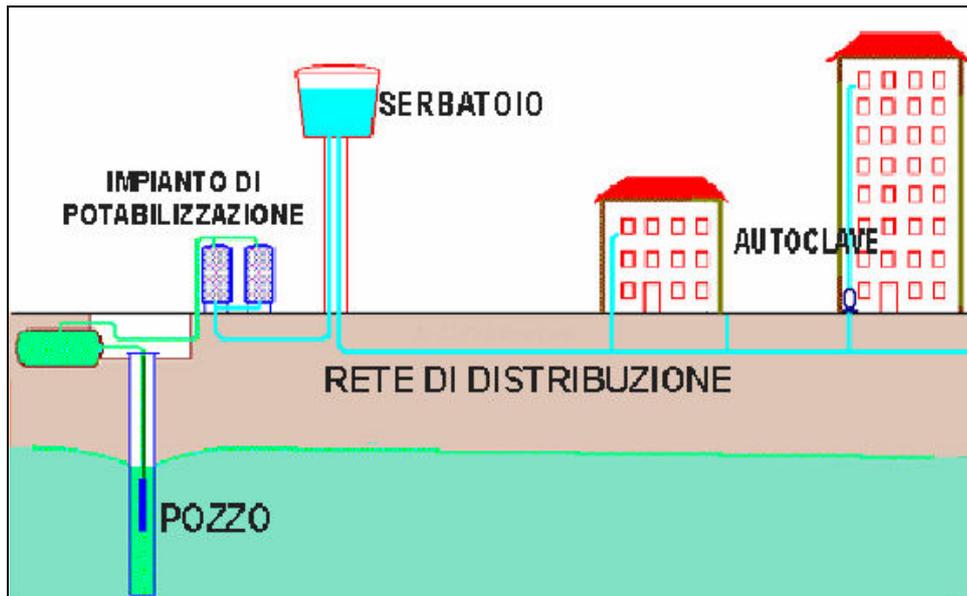
Per quanto riguarda il comune in esame, sono presenti due pozzi pubblici, uno in Via Falcone ed uno tra Mairano e Noviglio.

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.



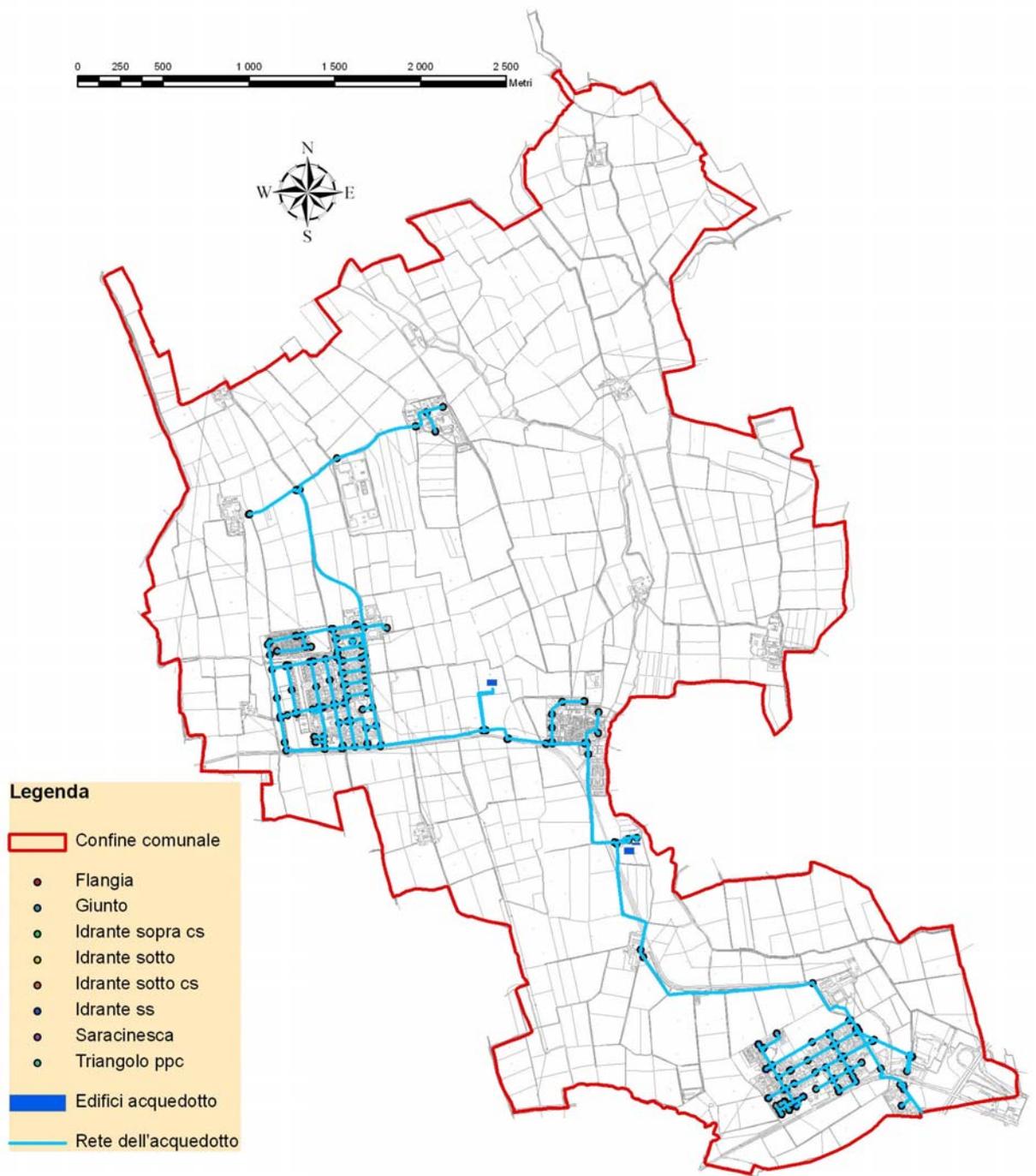
Rete dell'acquedotto.

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 – 500m, 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.

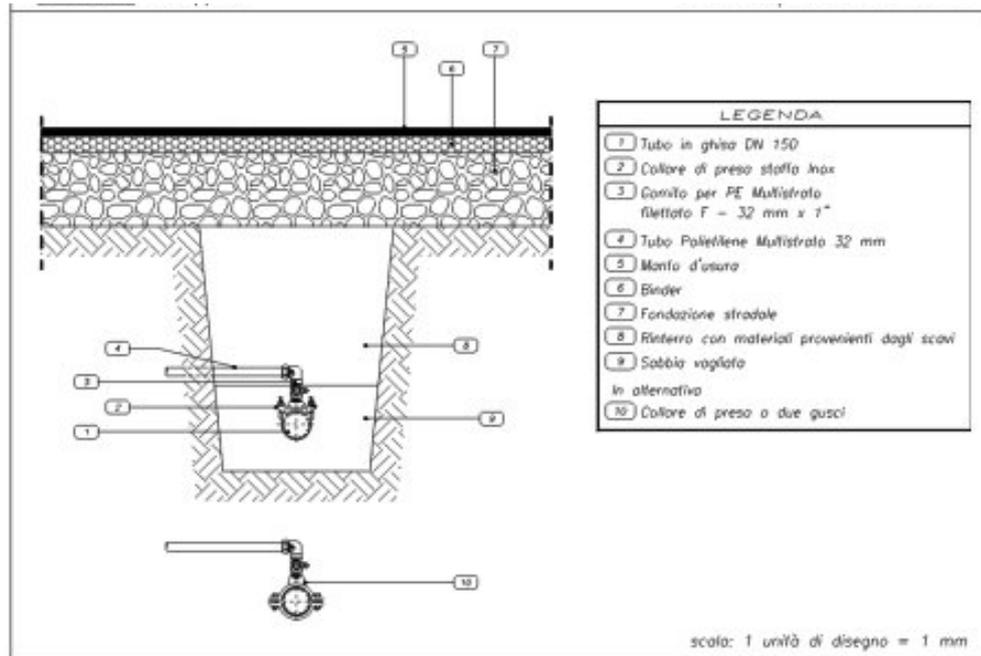


Rete dell'Acquedotto comunale di Noviglio.

Il punto di collegamento tra la rete di distribuzione e l'utenza è l'allacciamento.  
Per semplicità si è considerato il numero di allacciamenti pari al numero di edifici presenti.

Dalle analisi del sistema urbano e di quello stradale condotte nella prima fase di questo studio, è stato individuato il numero di edifici presente in ogni via del Comune. Analizzando quindi il tracciato cartografico della rete, si è contato il numero di edifici presenti sulla rete stradale ove fosse presente l'acquedotto.

Il numero di allacciamenti così calcolato è pari a 657.



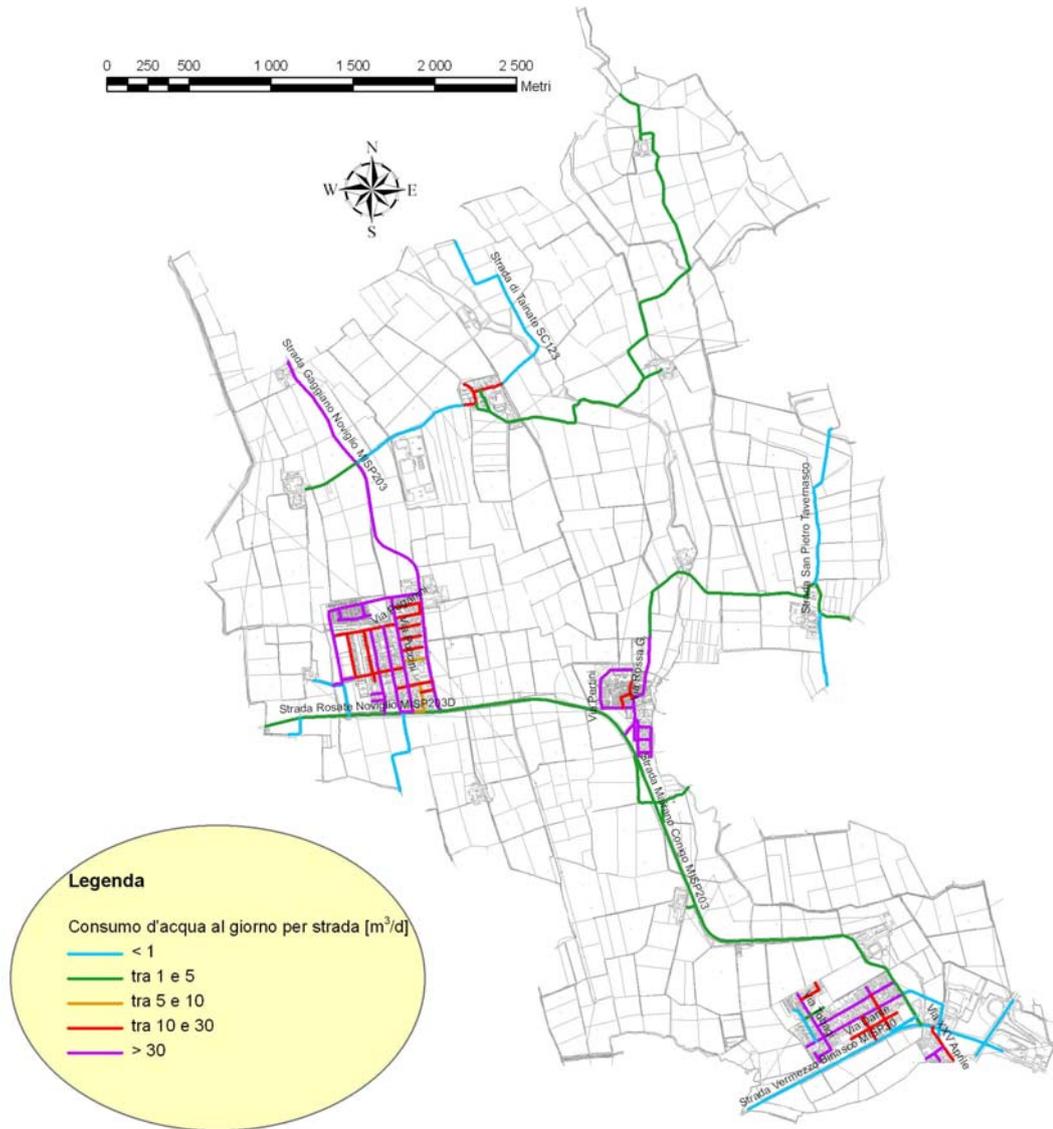
Allaccio acquedotto.

Secondo i dati dell'ORS Lombardia (Osservatorio Servizi Pubblica Utilità), la dotazione idrica di un abitante è pari a 260 litri al giorno per un comune con un numero di abitanti minore di 5000.

Il fabbisogno idrico dell'intero comune è quindi pari a  $1\ 040\ m^3/d$  circa per un totale di  $380\ 000\ m^3/anno$ .

Considerando che la perdita media della rete acquedottistica della Lombardia si attesta attorno al 20%, si ricava che  $76\ 000\ m^3/anno$  vanno persi.

Nell'immagine seguente viene mostrata una classificazione delle strade in base al consumo medio d'acqua, calcolando tale valore come il prodotto del numero di residenti per la dotazione idrica di 260 l/ab/d.



Consumo medio d'acqua per via.

#### 4.2.3.2 Fognatura

Le fognature sono opere destinate a raccogliere ed allontanare dai centri abitati le acque superficiali, essenzialmente meteoriche (acque bianche) e le acque di scarico, o liquami, degli insediamenti civili e produttivi (acque nere).

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;
- separata se le acque nere vengono raccolte in apposita rete, distinta da quella che raccoglie le acque bianche.

A Noviglio sono presenti entrambe le tipologie.

La rete fognaria mista è lunga 12 798 m; la rete dei condotti di fognatura bianca è 1934m, quella nera 1 284m, mentre i collettori misurano 2 468m.

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.



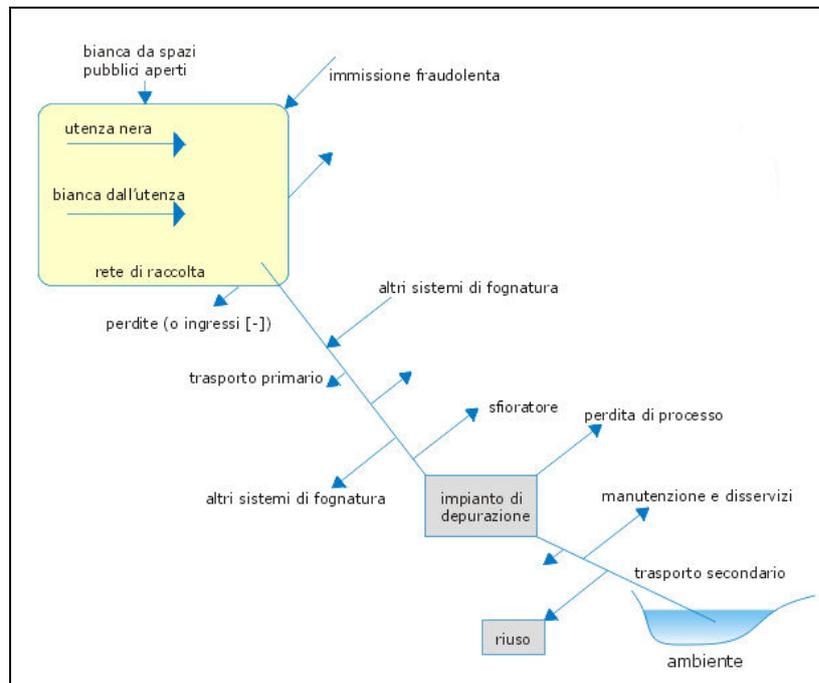
Caditoia della fognatura.

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 state realizzate le tubazioni del sistema fognario, essi sono essenzialmente: grès, eternit, calcestruzzo prefabbricato gettato in opera.



Schema della rete di fognatura.

Le acque vengono convogliate al depuratore di Binasco gestito dalla stessa T.A.S.M..



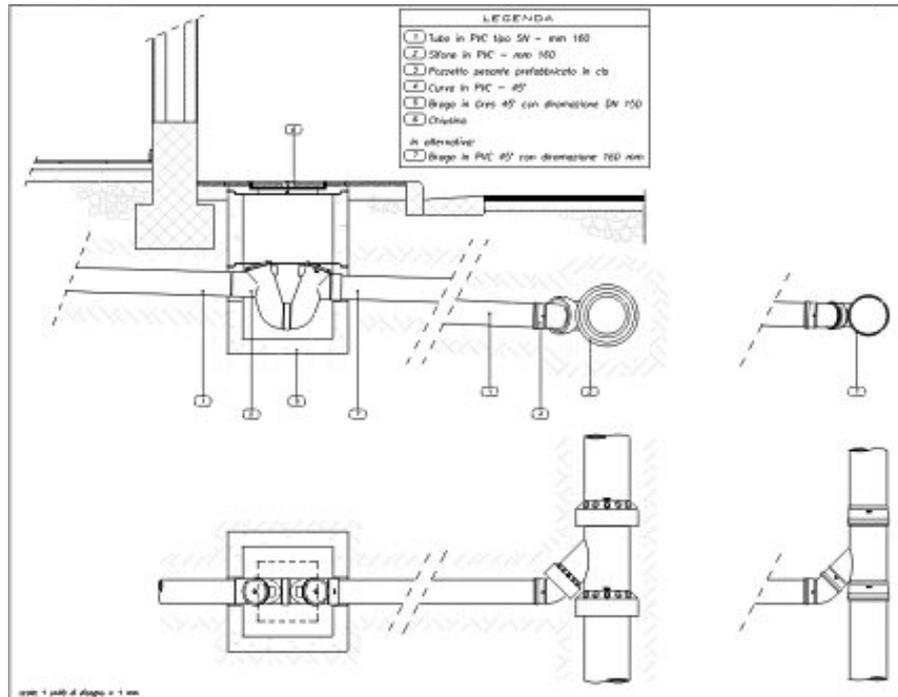
Rete della fognatura di Noviglio.

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

In modo analogo a quanto elaborato per la rete acquedottistica, si è considerato il numero di allacciamenti pari al numero di edifici presenti.

L'analisi del sistema territoriale individua il numero di edifici presente in ogni via del Comune. Analizzando quindi il tracciato cartografico delle reti fognarie, si è contato il numero di edifici presenti sulla rete stradale ove fosse presente la fognatura.

Il numero di allacciamenti alla rete risulta pertanto pari a 647.



Allaccio fognatura.

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 880 m<sup>3</sup>/d per l'intero comune.

La portata totale di fogna nera smaltita in fognatura è quindi pari a 320 000 m<sup>3</sup>/anno.

Tale elaborazione è stata effettuata a livello di via e, a partire da questa, si è proceduto ad un'aggregazione a livello comunale.

#### 4.2.3.3 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).

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.

Le linee elettriche ad alta tensione (AT) presentano tensioni nominali superiori a 30 KV, quelle a media tensione (MT) presentano tensioni nominali comprese tra 1 KV e 30 KV.

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.

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. Dalle cabine MT/BT si dipartono i cavi a bassa tensione che servono per fornire elettricità alle

utenze normali o di piccola – media potenza. Tale rete 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.

La rete elettrica a MT aerea presenta una lunghezza di circa 12.1km, mentre quella sotterranea 10km. La rete elettrica a BT interrata ha una lunghezza di 25.5km circa. In totale la rete elettrica ha dunque uno sviluppo di circa 47.6km.



Esempio di rete elettrica aerea.

Nel contesto urbano, oltre alla rete di distribuzione di energia elettrica, è presente una rete elettrica per impianti di illuminazione pubblica.

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

Il numero di allacciamenti è stato stimato pari al numero di edifici presenti, così come per la rete dell'acquedotto e quella fognaria. Il numero di edifici presente in ogni via del

Comune è stato ricavato durante lo studio del quadro urbano, considerando solamente gli edifici residenziali, industriali e quelli di interesse pubblico.

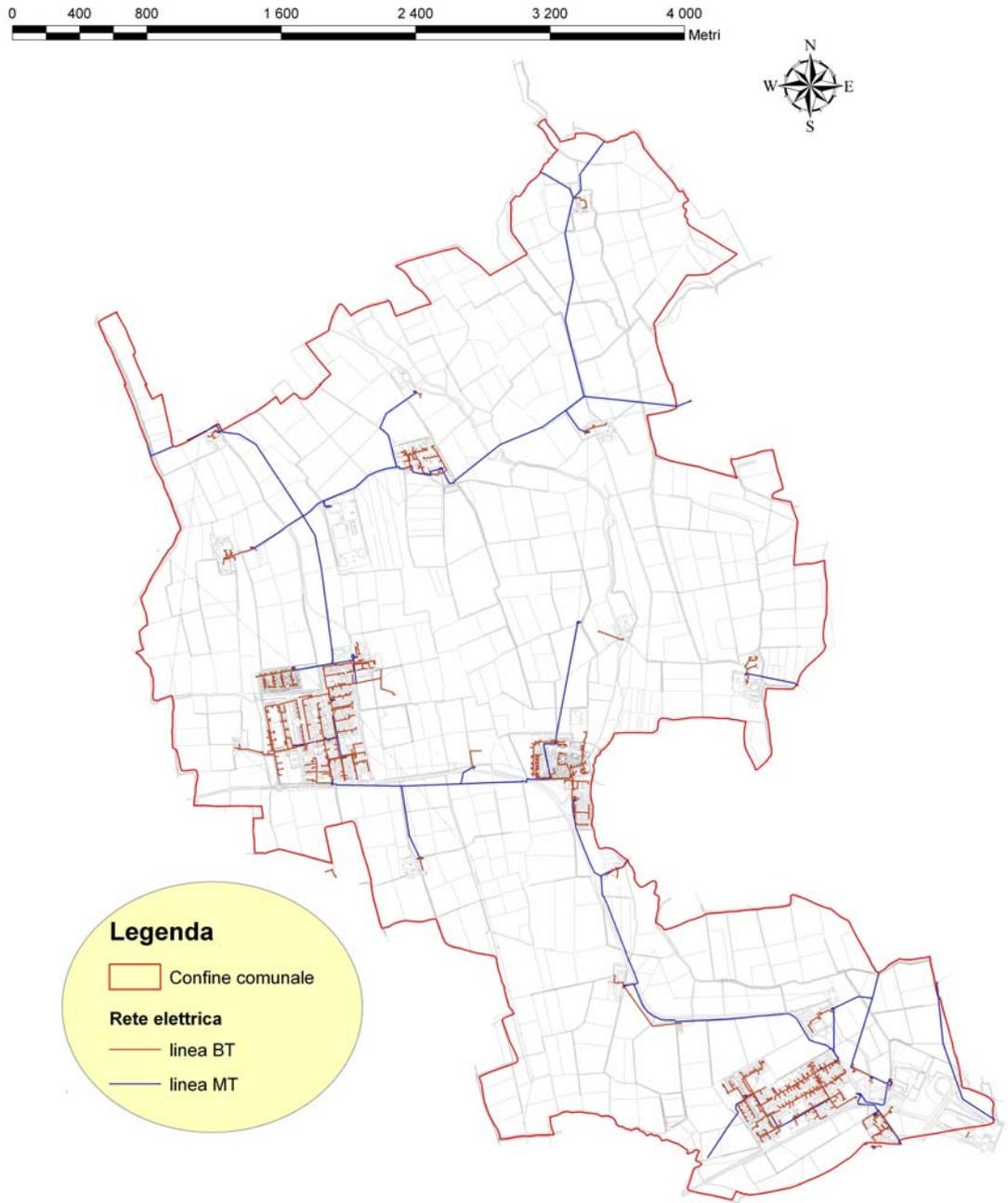
Il numero di allacciamenti alla rete elettrica risulta pertanto pari a 716.

Per quanto riguarda la fornitura del servizio per consumi domestici, l'erogazione di elettricità è in media 1172KWh/ab/anno (fonte Terna). Moltiplicando tale valore per il numero di abitanti in Noviglio si ottiene un'erogazione di circa 4.7 GWh/anno.

L'analisi della fornitura elettrica è stata condotta per ogni via del comune, procedendo poi all'aggregazione a livello comunale.



Tombino dell'Enel a Noviglio.



La rete elettrica comunale (in tratteggio i tratti interrati).

#### 4.2.3.4 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 del gas nel comune di Noviglio è gestita da Enel Rete Gas S.p.A..

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.

La rete del gas ha una lunghezza di 24 791 m.

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

Il numero di allacciamenti è stato stimato pari al numero di edifici presenti, così come per la rete dell'acquedotto e quella fognaria. Il numero di edifici presente in ogni via del Comune è stato ricavato durante lo studio del quadro urbano, considerando solamente gli edifici residenziali, industriali e quelli di interesse pubblico. Analizzando il tracciato

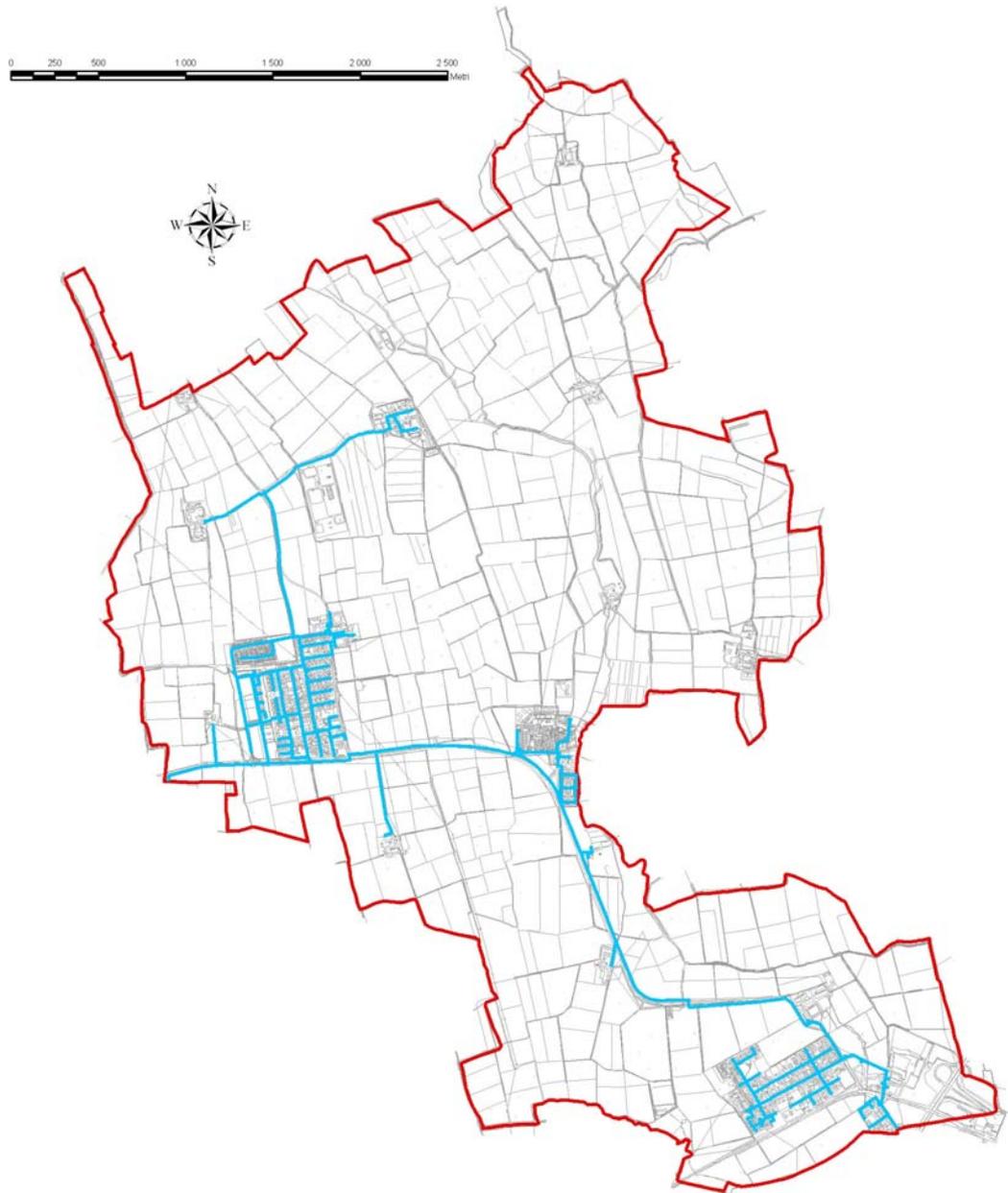
cartografico della rete del gas si è contato il numero di edifici presenti sulla rete stradale ove fosse presente questo servizio.

Il numero di allacciamenti alla rete del gas risulta pertanto pari a 703.

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  $22\,800\,000\text{m}^3/\text{anno}$ .



Rubinetti gas predisposti per allaccio contatori- Anno 1988 (Fonte: CPL Concordia).



Rete del gas nel Comune di Noviglio.

#### 4.2.3.5 Telecomunicazioni

La rete telefonica è gestita, nel comune in analisi, da Telecom S.p.A.

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 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 5400 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.

Le reti utilizzano, per la trasmissione di comunicazioni telefoniche, cavi coassiali avvolti in fogli d'alluminio e neoprene, il cui dimensionamento e la cui lunghezza dipendono dal tipo di collegamento.

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.

L'utenza viene collegata alla rete di distribuzione tramite l'allacciamento. Come per le altre reti, il numero di allacciamenti è stato ipotizzato pari al numero di edifici presenti. Dalle analisi del sistema urbano e di quello stradale, è stato individuato il numero di edifici presente in ogni via del Comune.

Non avendo a disposizione il tracciato cartografico della rete, si è ipotizzato che la rete telefonica avesse lo stesso numero di allacci medio calcolato rispetto agli altri sottoservizi. Il numero di allacciamenti alla rete telefonica risulta pertanto pari a 680.

#### 4.2.4 Stima dei costi economici

Il sistema dei sottoservizi porta con sé una serie di costi che la società deve sostenere: il cittadino, il gestore ed il 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 della rete stessa.

Il tentativo è quello di stimare tali costi in modo da fornire un ordine di grandezza su cui basarsi nell'azione di pianificazione.

##### Realizzazione della rete

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.

Grazie ai dati forniti dai gestori, è stato stimato un costo ipotetico di posa dell'intera rete dei sottoservizi nel comune, considerando come tipologia di posa quella tradizionale in trincea.

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

I valori che seguono devono considerarsi indicativi e valutabili secondo il loro ordine di grandezza, in quanto ogni opera ha le sue peculiarità.

Stima dei costi di realizzazione delle reti di sottoservizi

Tipologia di Servizio	Costo Unitario	Costo Totale (€)
Acquedotto (diametro 100mm)	150 €/m	3 000 000
Fognatura (diametro 300mm)	300 €/m	5 500 000
Elettricità (solo rete interrata)	150 €/m	5 300 000
Telefonia	120 €/m	2 400 000
<b>Totale</b>		<b>16 200 000</b>

Conoscendo la lunghezza di ognuna delle reti, per ogni strada è possibile calcolare qual è il valore riferito ai servizi descritti sopra e presenti in ciascuna via. Il totale riportato in tabella fa riferimento alla somma dei costi per via, indicando quindi un valore per l'intera rete comunale.

Il costo della rete del gas non è stato considerato dal momento che quest'ultima non può essere inserita nel processo di infrastrutturazione del sottosuolo; al contrario è stato valutato il costo di posa della fognatura perché le condotte che trasportano solo acque

nere (1284m) potrebbero essere collocate all'interno di strutture sotterranee polifunzionali, in seguito a verifiche specifiche necessarie in fase progettuale.



Posa delle reti nel sottosuolo.

#### Allacciamenti

Nella valutazione economica dei servizi a rete della strada un aspetto fondamentale da considerare è l'allaccio dell'utente, sia egli privato o pubblico, dalla rete primaria.

Questo presuppone un costo funzionale alla tipologia di servizio fornita ed alla convenzione stipulata tra il gestore ed il Comune di riferimento.

Si è quindi valutato il costo di allaccio per ogni servizio a rete necessario per il cittadino: acquedotto, elettricità, telefonia, fognatura.

I gestori di ogni servizio hanno fornito il costo da sostenere per creare un nuovo allaccio; questi dati sono riportati in Tabella. Moltiplicando il numero degli allacci per il costo unitario si ottiene una stima dei costi sostenuti per allacciare tutti gli edifici del comune ad ognuna delle reti.



Nuovo allacciamento in Via Pertini.

Stima del costo degli allacciamenti per tipologia di servizi

Tipologia di Allaccio	Numero	Costo (€/cad)	Costo totale (€)
Acquedotto	657	1000	660 000
Fognatura	647	1000	650 000
Elettricità	716	500	360 000
Telefonia	680	120	80 000
<b>Totale</b>			<b>1 750 000</b>

Il valore economico della strada legato al numero di utenze da servire risulta pertanto pari alla somma dei prodotti tra i costi di allaccio per ogni tipologia di servizi ed il numero di allacci presente sulla via.

I costi maggiori sono relativi agli allacci dell'acquedotto.

#### Fornitura del servizio

Un altro aspetto da considerare nell'analisi economica della rete dei servizi riguarda la fornitura. Essa possiede un costo, che dipende dalla tipologia di servizio erogato.

I gestori del sistema acqua, gas, elettricità e di quello fognario hanno fornito i dati relativi al costo di erogazione dei propri servizi ed il valore di erogazione del servizio per abitante/anno. Tale valore è solo indicativo in quanto può subire modifiche in funzione della tipologia di contratto.

L'analisi territoriale indica il numero di abitanti per ogni via, rendendo possibile il calcolo del costo di erogazione totale dei servizi in ciascuna via del comune.

Costi di erogazione dei servizi a rete

Tipologia di Servizio	Valori medi	Costo unitario
Consumo acqua	0.3 m <sup>3</sup> /ab/giorno	0.296 €/m <sup>3</sup>
Smaltimento in fognatura delle acque nere (compresa la depurazione)	0.22 m <sup>3</sup> /ab/giorno	0.386 €/m <sup>3</sup>
Erogazione elettricità	1172KWh/ab/anno	0.199 €/KWh

Il valore medio del consumo d'acqua è stato preso dall'ORS (Osservatorio Servizi di Pubblica Utilità) Lombardia.

Per fornire alcuni dati di sintesi che descrivano quantitativamente l'erogazione di servizi nel Comune, sono stati calcolati i flussi medi di energia elettrica annui e le portate d'acqua annue per la rete dell'acquedotto e per quella fognaria

Considerando il costo unitario di erogazione (€/KWh, €/m<sup>3</sup>) è possibile valutare il costo totale di erogazione annuo per l'intero Comune.

Costi delle forniture dei sottoservizi

<b>Servizio</b>	<b>Portata/Energia</b>	<b>Costo unitario</b>	<b>Costo totale</b>
Acquedotto	380 000 m <sup>3</sup> /anno	0.296 €/m <sup>3</sup>	110 000 €/anno
Fognatura	320 000 m <sup>3</sup> /anno	0.386 €/m <sup>3</sup>	120 000 €/anno
Energia Elettrica	4 700 000 KWh/anno (per consumi domestici)	0.199 €/KWh	940 000 €/anno
<b>Totale</b>			<b>1 170 000 €/anno</b>

### Manutenzione

Ognuna delle reti di servizi presenti nel sottosuolo necessita di un'adeguata e costante manutenzione al fine di mantenere determinati standard di qualità ed efficienza, dichiarati da ogni gestore nella propria Carta dei Servizi.

Tali interventi provocano manomissione delle componenti stradali, che devono pertanto essere curate.

Non avendo a disposizione i dati riguardo agli interventi di manomissione stradale effettuati dai gestori di servizi operanti sul territorio urbano negli ultimi anni, è stato stimato un valore medio del numero di cantieri per anno.

Questi interventi (manutenzione ordinaria, straordinaria o interventi d'urgenza per guasti) hanno un impatto sulla qualità della vita cittadina, causando disordini, rallentamento o blocco del traffico, rumore.



Manomissione del suolo stradale per manutenzione delle reti.

L'analisi di tali interventi per alcuni comuni della Provincia di Milano di piccole e medie dimensioni ha portato ad un numero medio di 3 – 5 cantieri/Km/anno.

Si è considerato un costo medio per un cantiere delle tipologie elencate pari a 2000 €; moltiplicando questo costo per il numero di cantieri presenti su ogni via, si è ricavato il costo legato ai cantieri.

Il costo medio sostenuto per interventi di manomissione del manto stradale è stimato intorno ai 200 000 – 340 000 €/anno circa.

L'azione coordinata sugli interventi di manutenzione dei servizi a rete abbatterebbe in modo considerevole tale costo, al quale vanno sommati tutti quei costi sociali legati al disagio che un cantiere crea alla popolazione.

#### 4.2.5 Quadro d'insieme

Al fine di rendere più leggibili i dati relativi alle reti dei servizi presenti nel sottosuolo del comune, si riportano le tabelle riassuntive contenenti i dati di sintesi.

##### Reti di sottoservizi

Tipologia	Caratteristiche della rete	Allacciamenti	Fornitura
Acquedotto	▪ 20.3km	657	380 000 m <sup>3</sup> /anno
Fognatura	▪ Bianche: 1 934 m ▪ Nere: 1 284m ▪ Miste: 12 798m ▪ Collettore: 2 468m	647	320 000 m <sup>3</sup> /anno
Elettricità	▪ MT aerea: 12.1km ▪ MT interrata: 10km ▪ BT interrata: 25.5km	716	4.7 GWh/anno (per consumi domestici)
Gas	▪ 24 791m	703	22 800 000m <sup>3</sup> /anno
Telefonia	▪ Circa 20Km	680	
Illuminazione pubblica	▪ Circa 14Km	-	300 000kWh/a

### 4.3 Quadro dei sottoservizi per singola strada

La fase ultima della caratterizzazione del sistema delle reti consiste nell'identificare quali sono le esigenze di adeguamento del sistema e dove occorre intervenire in merito.

Tali esigenze sono descritte tramite il parametro **So**, già introdotto nella descrizione della metodologia di lavoro. Esso rappresenta una descrizione della complessità della strada legata ai sottoservizi che ivi risiedono.

Poiché si vuole analizzare il sistema "sottosuolo" come unione del sistema del territorio e di quello delle reti sia dal punto di vista economico, sia dal punto di vista dei servizi offerti, risulta necessaria un'analisi congiunta della caratterizzazione territoriale e di quella delle reti. Tale operazione è possibile per mezzo di un macroindicatore che descriva entrambi gli aspetti ed integri le due fasi di analisi precedentemente svolte.

Il macroindicatore di riferimento **So** è un'aggregazione di indicatori dei servizi (S) ed un'aggregazione di indicatori di costo (C):

$$So = S + C.$$

L'indicatore dei servizi e quello di costo sono stati calcolati utilizzando le elaborazioni ottenute dalle due caratterizzazioni del territorio comunale e dei servizi a rete ed entrambi normalizzati in una scala da 1 a 100.

Questa metodologia permette di coniugare i diversi aspetti del territorio e del sistema dei sottoservizi, fornendo come risultato una gerarchizzazione della rete stradale comunale.

A partire da tale gerarchia e da questa elaborazione dei dati sarà possibile definire le esigenze di adeguamento dei sottoservizi.

La definizione delle priorità e la localizzazione delle strade con necessità maggiore di adeguamento sono il punto di partenza per la definizione delle linee di piano e per la scelta della strategia di azione nel progetto di infrastrutturazione del sottosuolo.

#### 4.3.1 Dotazione di servizi

Il parametro che rappresenta i servizi presenti in ogni strada del comune è un'aggregazione di diversi dati, che descrivono la qualità della strada stessa.

L'indicatore dei servizi (S) è la somma dei valori correttamente normalizzati dei seguenti indicatori, calcolati per ogni via del comune:

- Numero di reti;
- Numero totale di allacciamenti.

La necessità della normalizzazione di tutti i parametri sopra elencati risulta di fondamentale importanza, poiché essi sono misurati in unità diverse tra loro e pertanto non compatibili.

I parametri devono quindi essere normalizzati in una scala compresa tra 1 e 100, in modo tale da procedere all'aggregazione dei singoli valori, ognuno rappresentativo di un servizio presente sul suolo o nel sottosuolo stradale.

La somma risultante da questa operazione è stata a sua volta normalizzata al fine di renderla conforme ed aggregabile all'indice dei costi precedentemente calcolato.

L'indicatore così calcolato è indicativo della complessità della strada, in quanto considera una serie di attrezzature, utenze ed arredi in essa presenti.

### **4.3.2 Valutazione dei costi**

Per quanto riguarda l'aggregazione degli indicatori di costo, sono stati sommati per ogni via i costi di realizzazione delle strutture stradali (carreggiata), i costi degli arredi ambientali, i costi legati alla costruzione delle reti dei sottoservizi, agli allacci dei servizi medesimi ed alla manutenzione delle reti. Gli elementi considerati entrano in gioco ogniqualvolta si interviene sul suolo o sottosuolo stradale.

$$C = \sum (C_{struttura}, C_{arredi}, C_{reti}, C_{allacci}, C_{manutenzione})$$

I costi di costruzione delle componenti stradali e degli arredi ambientali sono stati ricavati dallo studio sul sistema stradale nell'ambito della fase di caratterizzazione del territorio comunale.

I costi relativi alla costruzione delle reti, al posizionamento degli allacci ed alla manutenzione delle reti derivano invece dall'analisi dei sistemi a rete, che rappresenta la seconda parte della fase conoscitiva.

Trattandosi di costi espressi in euro, l'aggregazione è possibile senza necessità di ulteriori operazioni.

I valori risultanti dall'aggregazione descritta sono stati però normalizzati tra 1 e 100 al fine di rendere possibile la successiva aggregazione con l'indicatore dei servizi.

L'indicatore dei costi esprime il peso economico del sistema stradale nel suo complesso, dal momento che considera il valore della struttura esterna ma anche ciò che la sede stradale nasconde al suo interno, ovvero l'intreccio di reti che forniscono i servizi alla città, ai suoi abitanti e lavoratori.

### 4.3.3 Complessità dei sistemi a rete So

Attraverso i due indicatori aggregati (C e S) è possibile calcolare il valore del macroindicatore per ogni via del comune.

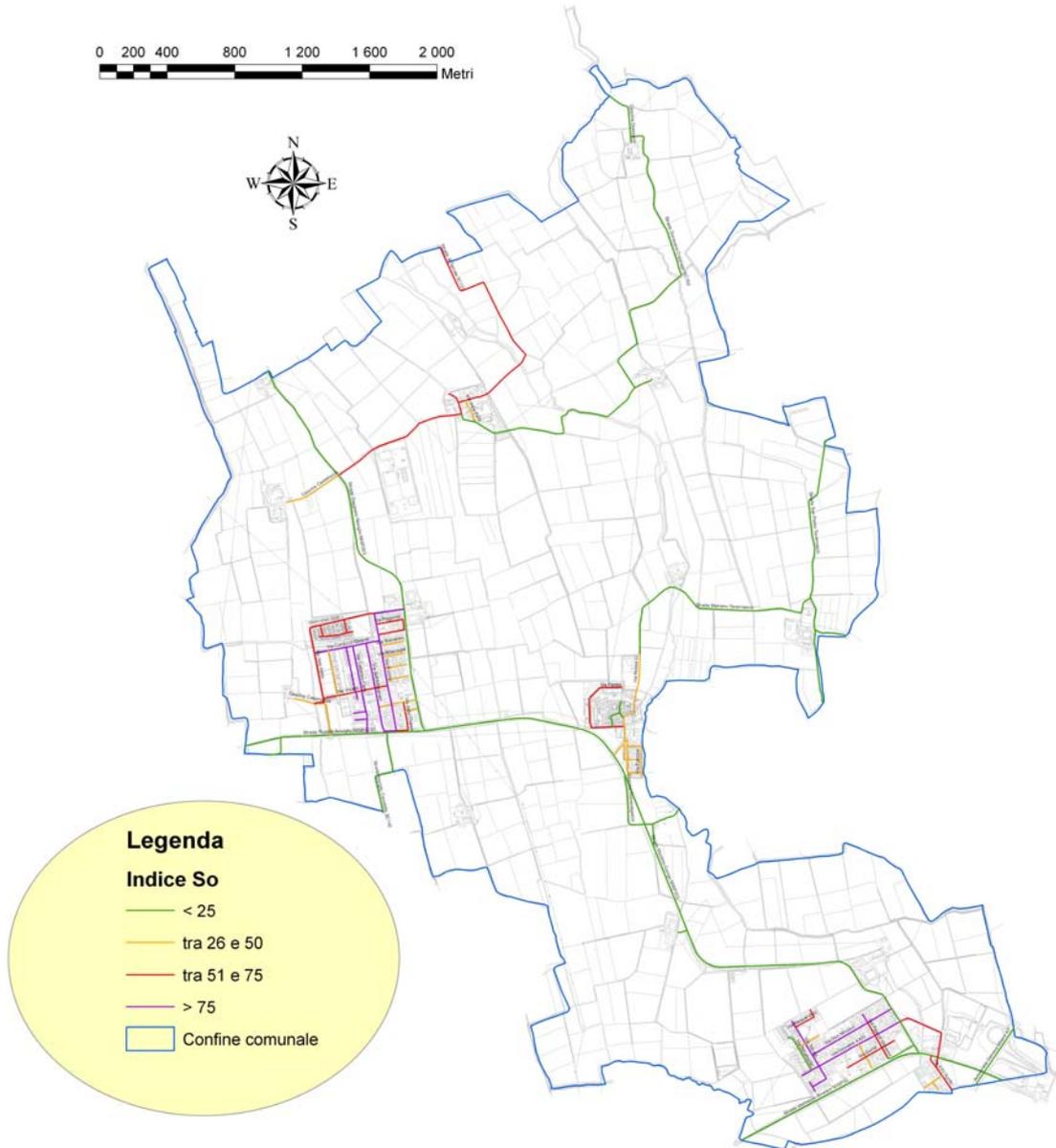
I valori degli indicatori aggregati dei costi e dei servizi sono stati ancora una volta normalizzati al fine di ottenere numeri confrontabili tra loro.

La somma dei due indicatori (So) permette una classifica delle strade in base alla loro priorità di intervento. Il macroindicatore, infatti, è un indice di quanto la strada in esame necessita, o meno, dell'intervento di infrastrutturazione del sottosuolo.

L'analisi esclude le Strade Provinciali n. 203, 30 e la A7 in quanto strade non gestite dal comune.

Strade con valore di complessità legata ai sottoservizi maggiore di 60

Tipologia	Nome	Indicatore Servizi	Indicatore Costi	So
Via	Puccini	89	51	100
Via	Don Minzoni	100	33	95
Via	Giovanni XXIII	91	37	92
Via	Tobagi	87	34	87
Via	Cattaneo Carlo	81	39	86
Via	Carducci Giosuè	75	38	81
Via	dell'Artigianato	79	31	78
Via	Valè Attilio	48	42	64
Strada	Buozzi Bruno	66	18	60



Strade classificate secondo il grado di complessità delle reti dei sottoservizi **So**.

## **5 ESIGENZE DI ADEGUAMENTO DEI SISTEMI**

Le esigenze di adeguamento dei sottosistemi sono state valutate per ogni via in base ai parametri studiati: inquadramento geologico, vincoli presenti sull'area, complessità urbanistica, complessità morfologica e complessità legata ai sottoservizi della strada.

### **5.1 Sistema territoriale**

Il sistema territoriale comprende l'analisi del quadro geologico e idrogeologico, del quadro urbano, di quello dei vincoli e del sistema stradale comunale.

#### **5.1.1 Sistema geologico e idrogeologico**

La situazione geologica e idrogeologica indica quali sono all'interno del comune le aree di vulnerabilità idrogeologica, idraulica e di interesse geomorfologico, idrogeologico e paesistico.

Questi aspetti devono essere considerati in fase di progettazione dell'infrastruttura.

#### **5.1.2 Sistema urbano**

L'analisi del quadro urbano risulta un punto focale nel definire la fattibilità territoriale del piano all'interno del Comune, fornendo una descrizione del territorio dal punto di vista delle tipologie di insediamenti presenti.

Essa suggerisce, in primo luogo, la suddivisione del territorio comunale secondo due macro-tipologie di uso del suolo: urbanizzato e non urbanizzato.

Questa classificazione divide il territorio del comune in due macro-aree.

Poiché il progetto di riordino del sottosuolo riguarda l'area urbanizzata del territorio comunale, l'area classificata come non urbanizzato non è stata presa in considerazione nella definizione della fattibilità territoriale. In questo modo, l'analisi è stata limitata ad un campo d'azione ridotto rispetto all'intera area comunale, concentrandosi su una superficie di interesse, quella dell'urbanizzato ed in particolare sugli edifici e sui residenti.

L'analisi del quadro urbano fornisce una classificazione delle strade in base al loro grado di complessità urbana (**Au**).

#### **5.1.3 Sistema dei vincoli**

Nella fase di analisi dei vincoli sono state individuate le aree del territorio comunale soggette a vincoli territoriali, ambientali, paesaggistici e sismici.

Queste zone sono state confrontate con il quadro geologico/idrogeologico, con il quadro urbano e con quello del sistema viario.

La mappa dei vincoli costituita per il PGT mostra come l'area urbanizzata, oggetto del progetto di infrastrutturazione del territorio, è interessata solo marginalmente da vincoli.

#### **5.1.4 Sistema stradale**

Dal punto di vista della fattibilità territoriale, il sistema della mobilità urbana rappresenta la rete di comunicazione tra le diverse zone del Comune.

La mobilità gioca un ruolo fondamentale all'interno del progetto di infrastrutturazione del territorio.

Uno scopo principale tra quelli del progetto di riordino del sottosuolo è, infatti, quello di diminuire i costi sociali, legati ai disagi creati da cantieri attivati senza alcuna programmazione per sistemazioni e manutenzioni ordinarie o straordinarie delle reti di servizi presenti nel sottosuolo.

Tali interruzioni causano fenomeni di congestione del traffico nelle aree interessate dal cantiere ed in quelle limitrofe.

È importante quindi identificare quelle arterie stradali che risultano strategiche all'interno del sistema della mobilità comunale e sovracomunale, ovvero quelle vie che fungono da collegamento tra il comune ed i comuni limitrofi oppure tra le periferie ed il centro e le vie più densamente popolate.

L'analisi del sistema stradale fornisce la chiave dello studio di fattibilità, in quanto definisce le strade lungo le quali il progetto di infrastrutturazione del sottosuolo porterebbe vantaggi per la collettività, grazie ad un abbattimento dei disagi dovuti ai continui e disordinati interventi sulle strade.

Le strade sono state classificate in base alla loro complessità morfologica (**Ms**). In tal modo si è potuto tener conto sia della lunghezza della strada, sia della sua larghezza sia di altri fattori che caratterizzano la struttura stradale.

### 5.1.5 Sistema sottoservizi

Le strade sono state valutate in base alla loro complessità legata ai sottoservizi (**So**).

Tale parametro è descrittivo di due aspetti: uno (C) legato ai costi di realizzazione, mantenimento, utilizzo dei servizi a rete, l'altro (S) legato alla dotazione della strada stessa (numero di allacci, numero di reti, diametro delle tubature, etc).

Questo indice fornisce una classificazione delle strade comunali che ne descrive il sottosuolo ed in particolare i costi sostenuti e da sostenere per fornire un servizio continuo ed efficiente e la tipologia del servizio fornito.

### 5.2 Criteri di priorità – valore di complessità Ci

La complessità della strada è un'aggregazione dei parametri sin qui analizzati, ovvero della complessità legata al quadro urbano (Au), alla morfologia stradale (Ms) ed alla dotazione di sottoservizi (So).

$$Ci = Au + Ms + So$$

L'analisi esclude le strade private, le Strade Provinciali n. 203, 30 e la A7 in quanto strade non gestite dal comune.

La tabella riporta le strade con il valore di complessità Ci maggiore di 50, ovvero strade in cui l'esigenza di infrastrutturazione del sottosuolo è elevata.

Strade con valore di complessità Ci maggiore di 50

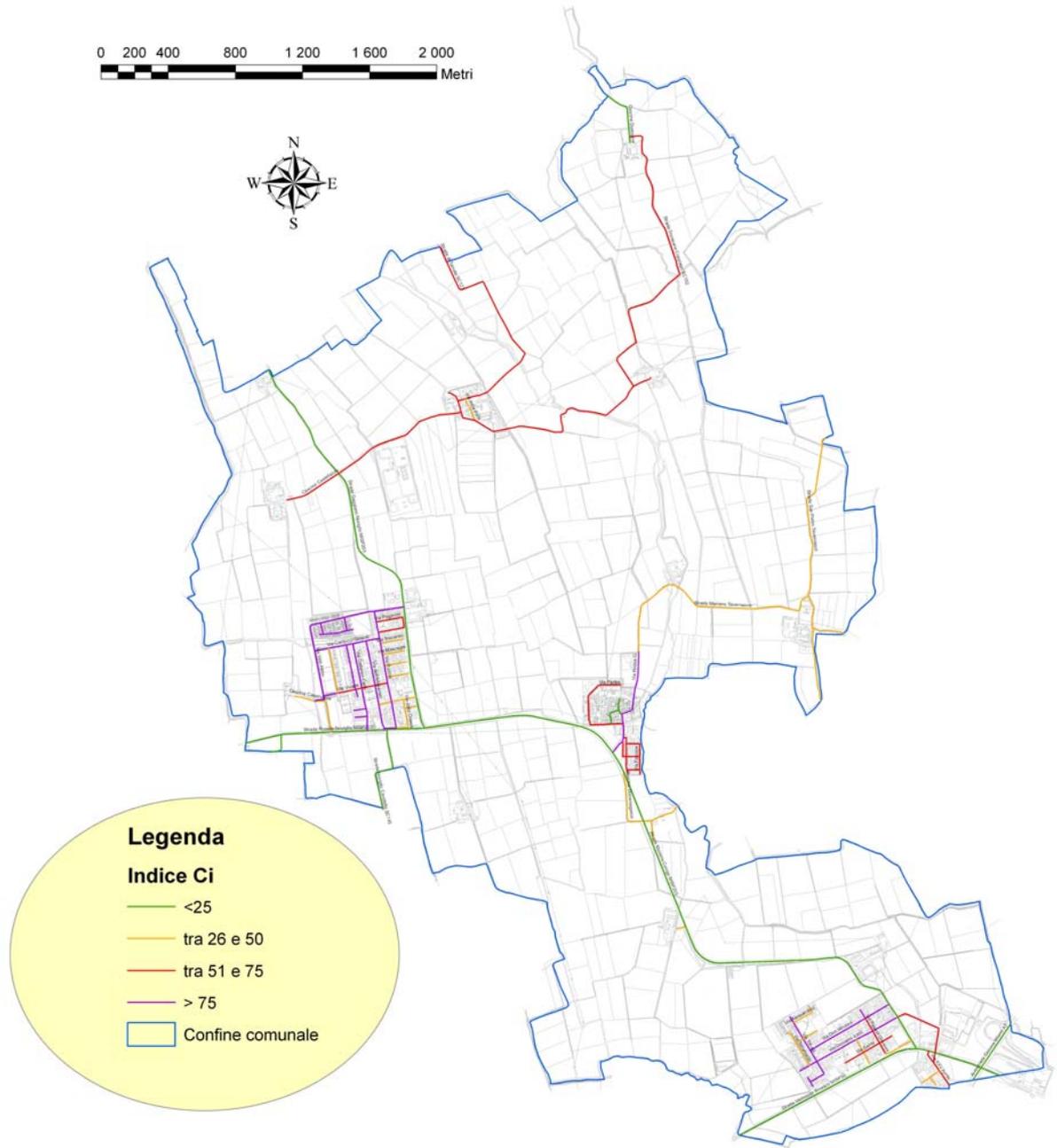
Tipologia	Nome	Complessità Ci
Via	Don Minzoni	100
Via	Valè Attilio	98
Via	Giovanni XXIII	95
Via	Puccini	93
Via	Tobagi	89
Via	Cattaneo Carlo	87
Via	Carducci Giosuè	84
Via	dell'Artigianato	80
Via	Rossa G.	77
Via	Pertini	68
Via	XXV Aprile	67
Via	delle Industrie	65
Strada	Buozzi Bruno	61

Via	Falcone	59
Strada	Doresana Coppiago	57
Cascina	Castellazzo	54
Via	Paganini	54
Via	Dante	53
Via	Vivaldi	52
Strada	di Tainate	51
Via	Pascoli Giovanni	51
Via	della Chiesa	50

Strade con valore di complessità Ci minore di 50

<b>Tipologia</b>	<b>Nome</b>	<b>Complessità Ci</b>
Via	Alessandrini	48
Via	Fratelli Kennedy	48
Via	Verdi Giuseppe	46
Via	Donizetti	46
Via	Toscanini	46
Via	da Vinci Leonardo	46
Via	Bellini	45
Via	del Supermercato	44
Via	Mascagni	43
Via	Di Vittorio	43
Via	Generale Dalla Chiesa	41
Strada	Mairano Tavernasco	41
Strada	San Pietro Tavernasco	38
Cascina	Cassinazza	36
Via	della Pace	35
Via	Marconi	35
Cascina	Domenegasco	34
Cascina	Conago	32
Via	Tettamanzi	26
Via	Borsellino	25
Strada	Noviglio Cavoletto	15
Cascina	Doresana	14

Cascina	Mortaiola	7
Autostrada	Genova Milano	0
Strada	Vermezzo Binasco	0
Strada	Gaggiano Noviglio	0
Strada	Rosate Noviglio	0
Strada	Mairano Conigo	0



Strade classificate secondo il grado di complessità generale Ci.

## 6 PIANO DELL'INFRASTRUTTURAZIONE

Il PUGSS svolge il compito di fornire al sottosuolo una funzione di “contenitore ordinato ed intelligente” dei sottoservizi, indicando un processo graduale di sviluppo all'interno di una strategia generale di trasformazione delle modalità di servire la città.

In questa azione il comune si riappropria del ruolo di governo del sottosuolo come area pubblica (demaniale) e determina le modalità del suo uso sia per l'azione di infrastrutturazione che per 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.

La pianificazione di questi anni ha risposto all'elevata richiesta di aree residenziali, lavorative o di interesse pubblico, quali zone attrezzate per il tempo libero. Questo processo urbanistico estensivo ha tralasciato le strutture di servizi idrici, energetici e di comunicazione.

Il piano del sottosuolo punta a colmare questi ritardi, a cogliere le esigenze di innovazione ed a formulare proposte di riqualificazione e sviluppo per la città, valorizzando e comprendendo meglio il rapporto tra sottosuolo e soprassuolo.

Ogni realtà, piccola o grande che sia, è strettamente legata ai servizi a rete. La loro qualità ed efficienza determina il livello di sviluppo e di servizi che vengono offerti ai cittadini. Essi sono fattori di attrazione per nuove opportunità di lavoro e per la vivibilità urbana.

Vanno quindi fissate delle regole a partire dalle leggi che regolamentano l'occupazione del suolo e del sottosuolo pubblico.

Seguendo queste impostazioni sono state elaborate le linee strategiche del piano.

Esse fissano i diversi passaggi per arrivare alle fasi di progetto rispettando le esigenze urbane e le necessità che verranno avanzate dai gestori e dagli enti extracomunali.

Il Piano definisce le linee di infrastrutturazione del sottosuolo con strutture sotterranee polifunzionali (gallerie e cunicoli tecnologici) e funzioni urbane allocabili nel sottosuolo.

Il piano ipotizza una strategia di qualificazione e di riqualificazione dei servizi a rete e della città stessa, in relazione:

- alle aree e strade con maggiore esigenza di adeguamento del sistema delle reti;
- alle diverse tecnologie e modalità realizzative che si rendono necessarie in funzione delle caratteristiche geoterritoriali;
- alle risorse economiche necessarie e disponibili.

Il piano deve valutare i seguenti elementi:

- la sostenibilità delle scelte progettuali e l'economicità dell'intervento a livello di costi realizzativi;
- la possibilità di rientro economico nel medio periodo per l'ente locale;
- l'individuazione di tutti i portatori di interesse per l'infrastrutturazione a rete ed il loro coinvolgimento nella ricerca di finanziamenti pubblici e privati;
- il gradimento e la reazione dei cittadini nei confronti dell'intervento di infrastrutturazione, definendo i benefici in termini di costi sociali e di maggiore vivibilità della città.

Il Piano dell'infrastrutturazione definisce la localizzazione delle strutture al di sotto della rete stradale sulla base dei risultati della caratterizzazione territoriale e dell'individuazione dei sottoservizi, combinando le due fasi conoscitive precedentemente analizzate.

Si ricorda inoltre che la Regione Lombardia ha istituito l'Osservatorio delle reti del sottosuolo come settore di sostegno delle amministrazioni locali e dei gestori e soprattutto come punto di coordinamento della fase di raccolta e di gestione dei dati.

### **6.1 Indirizzi**

Le linee strategiche sono il risultato dei due momenti di analisi effettuate sulla realtà urbana e sui sistemi a rete.

La caratterizzazione del territorio ha evidenziato la fattibilità territoriale, mentre l'analisi dei sistemi dei sottoservizi ha individuato le principali reti presenti nelle aree urbane e le conseguenti esigenze di adeguamento.

Bisogna rilevare che queste analisi rappresentano il primo momento di valutazione di una complessità di dati e di informazioni interdisciplinari sviluppate negli anni che presentano un differente grado di precisione e di approfondimento.

L'integrazione e l'approfondimento costante dei dati attraverso la realizzazione del SIT permetterà un affinamento delle conoscenze di base e degli elementi tecnici a supporto degli indirizzi progettuali.

L'attuale analisi è stata sviluppata rapportando tra loro i molteplici parametri numerici ed abitativi che caratterizzano i due livelli di fattori (territorio e reti) e che hanno permesso di cogliere la realtà del sottosuolo stradale, le sue potenzialità ed esigenze.

Il piano propone quindi una linea di azione per l'intervento di riordino del sottosuolo urbano sulla base di tutte le elaborazioni finora svolte, fornendo alcune indicazioni anche di tipo progettuale e finanziario.

Il piano proposto è stato sviluppato basandosi sulla previsione che le linee di intervento a livello comunale porteranno ad una trasformazione, nel medio periodo, del sistema infrastrutturale e strutturale per quanto riguarda i sottoservizi presenti nel territorio.

Questo processo dovrà essere strettamente legato alle richieste di innovazione dei servizi, connessi alle necessità del soprassuolo, e dovrà essere realizzato creando il minimo impatto nella vita della città.

Il rinnovamento sarà volto ad assicurare maggiori servizi, una migliore funzionalità degli stessi e, soprattutto, un innalzamento della qualità della vita urbana, grazie alla diminuzione degli interventi di manutenzione sulle reti.

Tale indirizzo vuole perseguire la ricerca dell'efficienza dei servizi, rispondendo in modo efficace ai bisogni della città e ricercando una sempre maggiore economicità dei costi richiesti alla collettività.

Il processo di miglioramento delle funzionalità delle dotazioni presenti in città dovrà tendere ad una diminuzione dei disservizi e delle aree di inefficienza ancora presenti nel contesto urbano, fissando gli standard di qualità da raggiungere e, progressivamente, da migliorare.

Il processo di infrastrutturazione dovrà essere collegato con gli altri interventi di trasformazione e di rinnovamento della città per creare e determinare le opportune sinergie economiche, urbanistiche ed ambientali.

L'infrastrutturazione si colloca nel sottosuolo stradale, come elemento di piano che occupa una risorsa naturale da usare nei suoi aspetti tridimensionali, per le esigenze urbane, come area di espansione speculare alla realtà superficiale e come opportunità territoriali per molte parti urbane.

Il Piano delinea uno scenario praticabile per un sistema di infrastrutture in grado di rispondere alle necessità del comune, ma deve essere collegato ad un programma di fattibilità economica onde valutare le forme e le modalità per rendere operativo il processo.

In assenza di specifiche forme di finanziamento è necessario attivare un sistema di sinergie che assicurino il flusso economico che permetta il finanziamento e la gestione dell'opera.

Un ruolo importante può essere svolto dai gestori dei vari servizi a rete, in quanto il loro impegno attivo è previsto dalle leggi vigenti.

La direttiva Micheli e la legge regionale stabiliscono il principio dell'intervento coordinato per la creazione di nuovi impianti e l'attuazione delle opere di manutenzione di quelli esistenti con le seguenti finalità:

- 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.

Disporre di reti tecnologiche innovative significa avere strumenti di grande potenzialità per favorire l'insediamento di attività legate alla ricerca e all'innovazione, per incentivare la rapida trasformazione organizzativa delle attività esistenti e per fornire alle imprese la possibilità di sfruttare i vantaggi delle nuove tecnologie per l'informazione e la comunicazione.

Tali tecnologie rendono più veloci e meno costosi i processi della produzione, della fornitura di servizi e dello scambio delle merci.

È chiaro che l'innovazione non può prescindere dalla manutenzione delle reti esistenti. Rendere efficienti le reti "tradizionali" significa, infatti, garantire buona qualità dei servizi e maggiore sicurezza.

Inoltre, il processo può essere sviluppato in forma progressiva con l'attuazione del piano regolatore e gli investimenti possono essere ammortizzati in un periodo pluriennale.

## **6.2 Le strutture sotterranee polifunzionali**

Il sottosuolo va visto come un elemento tridimensionale molto vincolato, ma che apre prospettive di riordino e di espansione per la città.

La sua pianificazione si inserisce nel concetto più generale di governo della città, andando ad integrare e supportare il Piano di Gestione del Territorio.

Il sottosuolo va concepito come un "contenitore" che dovrà ospitare al suo interno numerose strutture e infrastrutture con funzione di carattere civile e sociale e, soprattutto, di servizio.

Il progetto deve sviluppare una politica volta a salvaguardare l'ambiente sotterraneo, tenendo in considerazione vincoli territoriali, siano essi di tipo geologico/idrogeologico oppure architettonico/paesaggistico.

Il sottosuolo deve essere visto come una "realtà speculare" a quella di superficie: è una dimensione altrettanto importante, sebbene resti "nascosta" e non immediatamente visibile.

La città vive e prospera se è dotata di sistemi a rete efficienti e con scarsi disservizi. L'infrastruttura, se ben realizzata e gerarchizzata, può far compiere questo salto di qualità.

L'acqua, l'energia e la comunicazione sono i tre fattori che, secondo la 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 aiuta la crescita e si migliora la competitività.

La base di questo processo è data dalla possibilità di poter operare nel sottosuolo sfruttando al meglio ed al massimo gli spazi presenti nel sottosuolo stradale. Essi possono essere ampliati attraverso l'avvio di un'azione di infrastrutturazione che diventi sede unificata per l'alloggiamento della maggioranza dei sottoservizi.

La scelta di infrastrutturare il sottosuolo stradale con strutture sotterranee polifunzionali (SSP) rappresenta un processo di innovazione e di riordino della città.

La struttura polifunzionale 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 radicalmente 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, definite in base alle loro dimensioni: galleria polifunzionale, cunicolo tecnologico e canaletta.

La galleria polifunzionale è una struttura destinata alla posa di servizi a rete costituita da un passaggio praticabile.

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.

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.

- Galleria polifunzionale a passo d'uomo;



- Cunicolo tecnologico;



- Polifora.



### 6.2.1 Progettazione del sistema delle reti

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

Un fattore determinante per scegliere il posizionamento e la realizzazione di nuove infrastrutture nel sottosuolo è rappresentato dalla conformazione e dalla morfologia delle strade e soprattutto dalle funzioni e dagli arredi presenti.



Pista ciclopedonale a Noviglio.

Sotto ai marciapiedi ed alle piste ciclabili, sono in genere ubicati i vari servizi a rete, comprese le condotte di distribuzione del gas, che non verranno collocate nella struttura polifunzionale. Sarà necessario considerare lo spazio da esse occupato e la presenza di altre infrastrutture.

Anche i collettori fognari, di notevole dimensione, non trovano collocazione all'interno delle gallerie tecnologiche e sarà quindi doveroso e opportuno considerarne i tracciati.

Una particolare attenzione va posta, in fase di progetto, alla presenza di filari di alberi ad alto fusto. Gli alberi determinano dei vincoli strutturali per la loro presenza superficiale e soprattutto per l'estensione e l'azione che l'apparato radicale può esercitare sulle strutture collocate nel sottosuolo. Le radici degli alberi si sviluppano in profondità, creando spesso interferenze con le infrastrutture sotterranee, fino a perforare, e talora spaccare, le strutture costruite in materiale granulare (cemento, calcestruzzo, ecc...).



Posa di sottoservizi con la tecnica tradizionale in un'area recentemente edificata.

È quindi necessario, in fase progettuale, scegliere opportune tipologie di piante che non presentino un eccessivo sviluppo radicale, in grado di arrecare danni alle infrastrutture collocate nel sottosuolo.

Qualora ciò non risulti fattibile, è possibile interporre delle "barriere" non intaccabili dall'apparato radicale, fra quest'ultimo e le strutture sottostanti oppure considerare opportune distanze di sicurezza.

Vanno calcolate le sollecitazioni che possono danneggiare le strutture a causa del traffico veicolare, degli assestamenti naturale dei suoli e di movimenti sismici 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.

Per la fase di esercizio vanno definite ed applicate le procedure per le ispezioni periodiche, a vista o strumentali, per la manutenzione periodica ed 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, in modo da ridurre al minimo il disagio alla circolazione.

Nel caso non siano possibili altre soluzioni tali impianti possono essere posati longitudinalmente sotto la carreggiata stradale.

Qualora debba essere adottata la posa sotto la carreggiata, essa deve avvenire per quanto possibile in prossimità del bordo della carreggiata, con profondità di interramento tale che essi risultino collocati all'interno del terreno di sottofondo, curando di ripristinare al meglio le caratteristiche del sottofondo.

Gli impianti tecnologici sotterranei sono ubicati sotto i marciapiedi e devono essere disposti nella sequenza indicata a seguire (partendo dal confine con gli edifici o dai confini delle proprietà private e procedendo verso la carreggiata stradale):

- Telecomunicazioni;
- Energia elettrica;
- Gas;
- Acqua;
- Illuminazione pubblica;
- Servizi di telefonia.

Per quanto riguarda la galleria polifunzionale, la larghezza utile minima consigliata per i marciapiedi è di 4 m, in quanto consente di evitare interferenze tra i vari impianti tecnologici sotterranei. La larghezza utile minima di 2 m può essere accettata eccezionalmente e deve essere considerata come limite inderogabile.

La profondità di interramento delle tubazioni e degli scavi deve rispettare le norme tecniche vigenti per ciascun tipo di impianto. In assenza di norme specifiche deve essere garantita una profondità di interramento minima di 0,5 m.

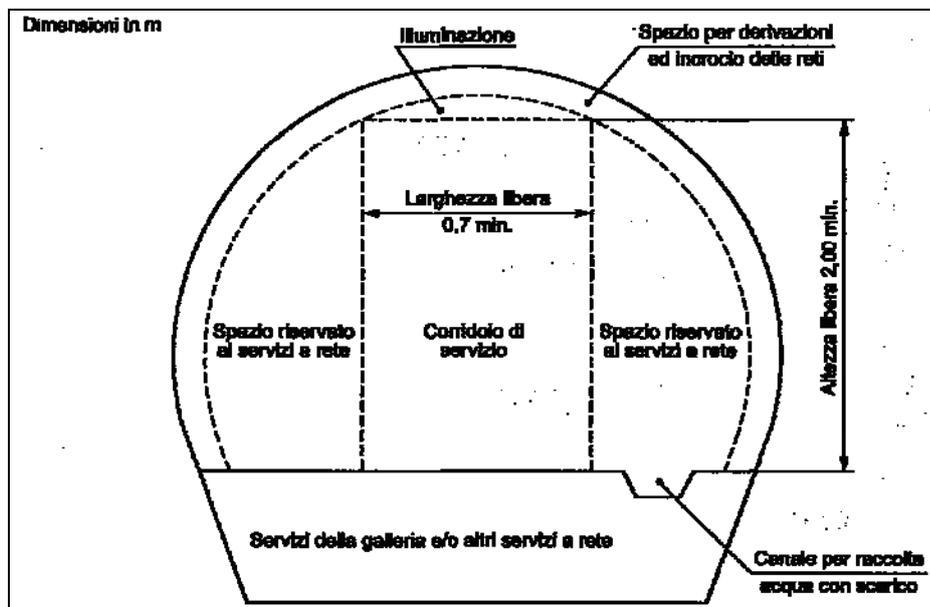


Tombini in cattivo stato in Via  
Falcone.

La profondità del fondo dello scavo per la posa delle tratte longitudinali dei diversi servizi e delle relative derivazioni verso gli edifici non deve in genere essere maggiore di 1,20 m. La profondità di interrimento dei raccordi alle condotte fognarie deve essere di almeno 2m in modo da riservare una zona di profondità compresa tra 1,40 m e 1,80 m al di sotto del piano di calpestio del marciapiede, alla posa di servizi con tecniche senza apertura di trincea quale per esempio la perforazione orizzontale controllata.

In corrispondenza degli attraversamenti deve essere mantenuta per quanto possibile la disposizione prevista per le tratte longitudinali, prevedendo altresì in corrispondenza degli incroci le opere quali camerette, pozzetti, eventualmente necessarie per le diramazioni o per le deviazioni nelle strade trasversali.

Tali infrastrutture ausiliarie devono essere contenute per quanto possibile, nelle fasce assegnate al servizio cui si riferiscono.



Esempio di galleria polifunzionale a passo d'uomo (UNICEI).

## 6.2.2 Organizzazione dei cantieri stradali

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 l'art. 21 del D.L.vo 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 di lunghezza di circa 50 m, da rendere agibili prima di ulteriori scavi, secondo le indicazioni impartite dagli uffici tecnici comunali competenti.

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 impegna 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, in particolare nel D.M. del 24/11/1984 n°1 nel caso di parallelismi e intersezioni tra impianti di gestori differenti.

### **6.2.3 Ripristino 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 che prevede le seguenti modalità:

- la società limiterà il ripristino delle pavimentazioni disfatte con gli scavi in conglomerato bituminoso al riempimento dello scavo secondo le prescrizioni tecniche ed al solo binder, intervenendo tutte le volte che sarà necessario, per riportare le sedi stradali in situazioni ottimali nel periodo intercorrente tra questo primo ripristino ed il ripristino del tappeto di usura che di norma sarà eseguito entro 4 mesi se lo scavo ha interessato:
  1. Strade strette (larghezza inferiore o uguale a 4 m): ripristino del tappeto di usura dell'intera carreggiata stradale.
  2. Altre strade e marciapiedi: ripristino del tappeto di usura per la larghezza stabilita dal Disciplinare suddetto; il ripristino del tappeto di usura si estenderà all'intera carreggiata stradale nei casi in cui il tappeto sia stato rifatto da meno di un anno.
- Il ripristino del tappeto di usura sia sulle strade che sui marciapiedi, sarà eseguito direttamente dal Comune;
- Il ripristino delle pavimentazioni speciali, quali quelle lastronate o in porfido, disfatte con gli scavi, sarà invece eseguito dalla società, a perfetta regola d'arte nel rispetto del Disciplinare suddetto ed inoltre seguendo le indicazioni date dagli Uffici Tecnici

del Comune. Per quanto concerne i pozzetti da realizzare su pavimentazioni speciali o di pregio, dovrà essere concordata con il tecnico di zona, l'utilizzo di lapidi realizzate con lo stesso materiale della pavimentazione. I pozzetti, in generale, dovranno essere installati a perfetto livello stradale e così mantenuti, mentre quelli già esistenti dovranno essere rimessi in quota. In alcuni casi, l'Amministrazione Comunale, può richiedere il drenaggio di alcuni pozzetti posti sulle sedi stradali oggetto di intervento. I pozzetti dovranno essere di tipo monolitico in calcestruzzo o in ghisa in base ai carichi stradali cui saranno sottoposti.

### **6.3 Linee di piano**

Nella fase conoscitiva ed in una buona parte della fase di piano, la realtà urbana è stata analizzata a livello settoriale, permettendo la definizione di una serie di strati informativi che descrivono il sottosuolo ed il suo attuale uso con la presenza dei sottoservizi e nel contempo il soprassuolo ed il suo utilizzo.

Gli aspetti analizzati hanno riguardato le caratteristiche geoterritoriali, urbanistiche ed infrastrutturali, la rete stradale ed i servizi a rete.

La sovrapposizione degli strati informativi ottenuti ha permesso di individuare gli elementi di attenzione territoriale, i fattori di attenzione stradale, le esigenze e le priorità di infrastrutturazione.

L'infrastrutturazione è stata studiata seguendo i rapporti tra le funzioni urbane, il sistema stradale e le necessità della collettività, evidenziate nei diversi studi di settore.

Si è cercato di interessare quelle strade che trarrebbero un notevole vantaggio dall'infrastrutturazione sotterranea in termini di riduzione della cantierizzazione e quindi dei costi sociali collegati.

In queste vie l'infrastrutturazione sotterranea va privilegiata per i seguenti motivi:

- caratteristiche dimensionali ottimali in termini di lunghezza e particolarmente di larghezza;
- presenza di diversi servizi a rete nel sottosuolo stradale;
- apertura di numerosi cantieri per interventi sui servizi.

L'infrastrutturazione proposta deve essere realizzata con strutture polifunzionali. Tale opera potrà accogliere i sistemi operanti nella città ed eventualmente nuovi servizi, ad esclusione delle fognature (miste o di acque bianche) e del gas.

L'insieme della struttura dovrà essere progettata per assicurare un facile accesso sia per il controllo di normale verifica che per le azioni di manutenzione.

Questa caratteristica andrà a limitare gli interventi sulla strada e le occasioni di attivare i cantieri.

L'infrastrutturazione potrà essere l'occasione per sviluppare contemporaneamente altre opere e funzioni di carattere civile e sociale al fine di migliorare la qualità della realtà urbana, quali la rete del teleriscaldamento o della fibra ottica.

In particolare, nelle fasce interessate dall'infrastrutturazione, sarebbe utile studiare delle possibili funzioni urbane compatibili (piste ciclabili, punti di incontro, aree verdi, aree adibite a magazzino, posteggi sotterranei e superficiali, ecc.) che rispondano alle necessità cittadine.

Pianificare l'infrastrutturazione implica una procedura, costituita da tre momenti sequenziali che rappresentano le fasi necessarie per definire una strategia di razionale utilizzo del sottosuolo funzionale alle esigenze del soprassuolo.

I tre momenti sono:

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

Il primo momento permette di definire le esigenze di infrastrutturazione a carattere puntuale localizzate sul territorio comunale ed i nodi centrali, ovvero i centri più sensibili dell'intero sistema infrastrutturale.

La seconda analisi permette di individuare, a partire dagli incroci identificati precedentemente, le arterie che maggiormente necessitano di riordino e gestione più efficiente del sottosuolo, ovvero una serie di strade in cui la posa di una galleria o di un cunicolo tecnologico porterebbe dei vantaggi in termini di riduzione dei costi sociali.

Il terzo momento, infine, fornisce indicazioni a livello areale sulle frazioni comunali, dando informazioni di tipo urbanistico e territoriale.

I tre momenti descritti sono ripetuti in modo iterativo, in modo da coprire l'intero territorio comunale.

Partendo dall'analisi puntuale, si individuano gli incroci strategici ed essi rappresentano il punto di partenza dell'intera azione di riordino del sottosuolo.

L'analisi lineare a sua volta definisce le strade, collegate agli incroci sopra indicati, che hanno priorità di infrastrutturazione. In questo modo si copre una rete principale del sistema stradale sulla quale si interverrà in primo luogo. Si identificano inoltre le tipologie di infrastruttura adatte per ogni via.

Una volta che la struttura portante del sistema stradale è stata infrastrutturata, il comune viene suddiviso in aree e si procede al completamento del riordino del sottosuolo.

Si sceglie per prima l'area con maggiore priorità di infrastrutturazione. Quando quest'area viene completata, si passa alla seconda ed in modo iterativo si copre l'intero comune, infrastrutturando tutte le aree.

Questa procedura permette di definire un ipotetico tracciato dell'infrastrutturazione, ovvero una strategia di intervento.



Algoritmo per la pianificazione dell'infrastruttura.

### **6.3.1 Valutazione delle sinergie**

L'opportunità di infrastrutturazione del sottosuolo consiste nel coordinamento e nell'unificazione degli interventi in modo da posare l'infrastruttura unitamente alla manutenzione straordinaria delle strade o in occasione di nuove realizzazioni, al fine di non creare ulteriori disagi ai cittadini.

La Direttiva del 3 marzo 1999 della Presidenza del Consiglio dei Ministri "Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici" 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 delle esigenze future.

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

Laddove è programmata una manutenzione straordinaria dovrà essere realizzata, in concomitanza con quest'ultima, l'infrastrutturazione del sottosuolo. A tal riguardo si sottolinea che nel Piano Triennale dei Lavori Pubblici di Noviglio è presente una voce, che fa riferimento alla manutenzione straordinaria di certe strade cittadine. La manomissione della sede stradale potrebbe essere sfruttata per la realizzazione dell'infrastrutturazione.

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.

I costi sociali legati alla cantierizzazione della strada sono dimezzati, facendo coincidere i due momenti di infrastrutturazione e manutenzione.

Le problematiche relative all'interruzione o semi-interruzione della strada in termini di mobilità pedonale o veicolare sono così ridotti, intervenendo, invece che due, una sola volta.

Nella definizione delle linee di piano, le vie soggette a manutenzioni straordinarie nel triennio 2008/2010 e quelle di nuova realizzazione avranno una priorità maggiore di intervento.

### 6.3.2 Analisi puntuale: gli incroci

L'incrocio rappresenta un punto critico sia per il sistema della mobilità sia per il sistema dei sottoservizi (acque, gas, elettricità, telefonia, etc) perché è un punto di incontro e di smistamento del traffico veicolare e pedonale, nonché delle reti presenti nel sottosuolo.

È un'articolazione da cui dipendono tutti i sistemi a rete del comune ed in cui questi ultimi convogliano. Le strutture complesse che costituiscono i diversi sistemi presenti sul suolo e nel sottosuolo si trovano di conseguenza in prossimità l'una dell'altra, fatto che aumenta la possibilità di interferenza tra le stesse. Tale aspetto deve essere trattato con cautela nel progetto di infrastrutturazione.

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



Incrocio tra Via Paganini e Via Puccini.

subiscono rallentamenti in prossimità dell'incrocio, sia questo gestito tramite impianti semaforici sia tramite rotatorie.

Un'attenzione particolare va quindi posta agli incroci sia in fase di pianificazione sia in fase di progettazione, considerandoli come punti sensibili del sistema della mobilità e del sistema delle reti.

In questa prima fase della pianificazione si è svolta un'analisi puntuale del sistema, il cui oggetto sono proprio gli incroci.

Sono stati considerati gli incroci maggiormente strategici a livello comunale ed ognuno di questi è stato classificato in base al numero di vie che lo costituiscono.

Gli incroci sono in totale 82 più 3 piazze e si è valutato il loro grado di importanza attraverso un indice che si basa sulla tipologia di strade da cui sono costituiti (strade con elevata, alta, media, bassa complessità infrastrutturale).

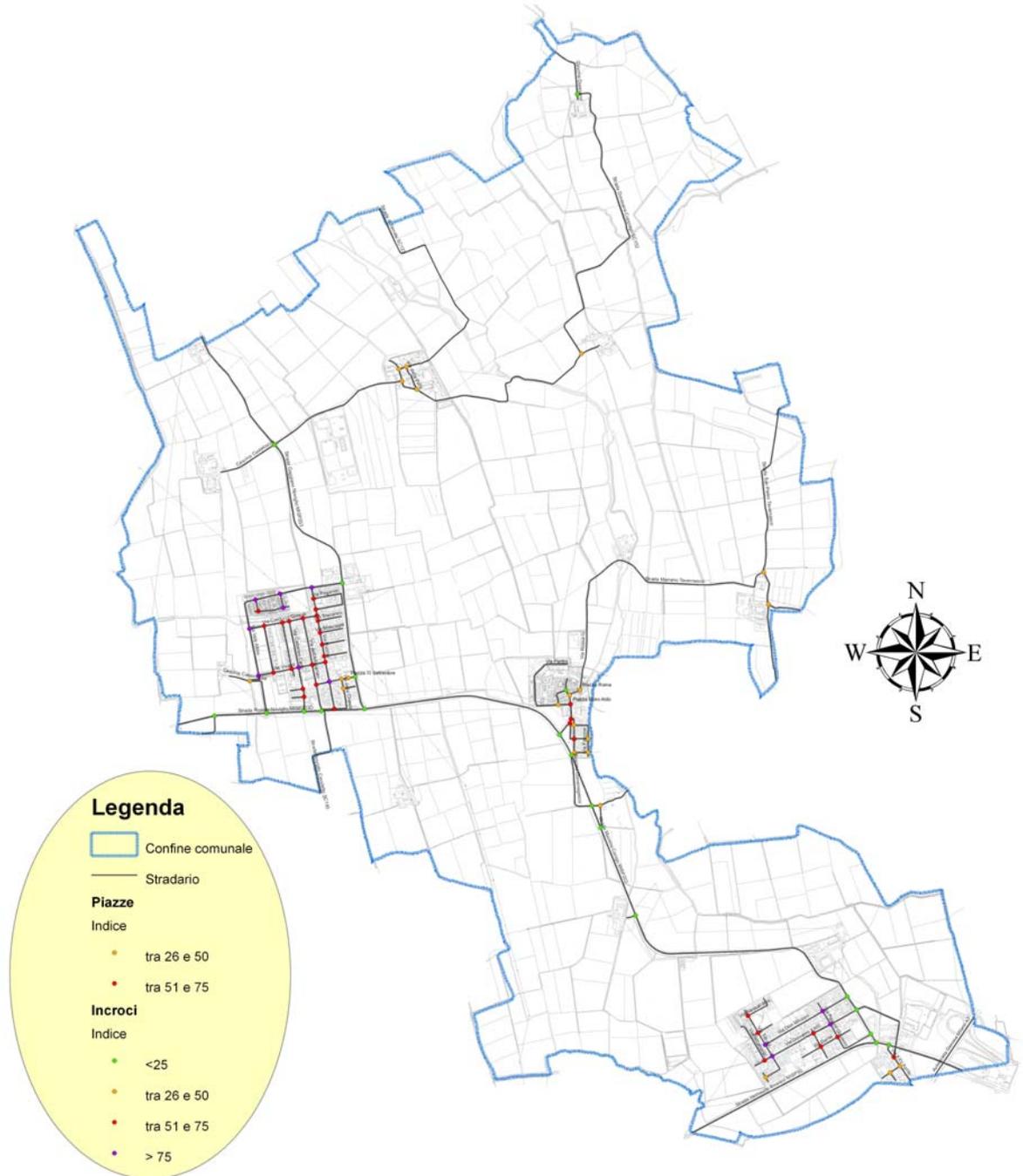
Sono stati esclusi gli incroci con le strade provinciali.

Tale indice è stato calcolato per ognuno degli incroci scelti come somma degli indici di complessità **C<sub>i</sub>** delle strade che lo formano e successivamente normalizzato tra 1 e 100:

$$\text{Indice} = \sum_i (C_i)$$

Questo metodo permette di valutare la valenza dell'incrocio in funzione della tipologia delle strade da cui è composto e costruirne una gerarchia. Il risultato di questa prima analisi porta ad individuare i punti principali da cui l'infrastrutturazione deve partire.

L'incrocio tra Via Giovanni XXIII e Via Tobagi è quello con l'indice più alto; ciò indica che dovrà essere il punto di partenza della pianificazione dell'infrastrutturazione.



Incroci e piazze classificati secondo l'indice precedentemente spiegato.

In tabella sono riportati gli incroci con il valore dell'indice.

Analisi degli incroci e delle piazze

	<b>Strade che compongono l'incrocio</b>	<b>Indice</b>
1	Via Giovanni XXIII - Via Tobagi	100
2	Via Don Minzoni - Via Pascoli Giovanni	95
3	Via Valè Attilio	80
4	Via Valè Attilio	80
5	Via Valè Attilio	80
6	Via Valè Attilio	80
7	Via Giovanni XXIII - Via Pascoli Giovanni	79
8	Via Valè Attilio - Via Puccini	77
9	Via Carducci Giosuè - Via Valè Attilio	76
10	Via Verdi Giuseppe - Via Puccini	76
11	Via Cattaneo Carlo - Via Vivaldi	76
12	Via Don Minzoni - Via Tobagi	76
13	Via Carducci Giosuè - Via Vivaldi	74
14	Via Puccini - Via Carducci Giosuè	73
15	Via Vivaldi - Via dell'Artigianato	72
16	Via Cattaneo Carlo	71
17	Via Cattaneo Carlo	71
18	Via Generale Dalla Chiesa - Via Tobagi	71
19	Via Cattaneo Carlo - Via Carducci Giosuè	69
20	Via Carducci Giosuè	68
21	Via Carducci Giosuè - Via dell'Artigianato	67
22	Via Paganini - Via Puccini	65
23	Via Paganini - Via Puccini	65
24	Via Puccini - Via Vivaldi	65
25	Via Puccini - Via della Chiesa	64
26	Via Falcone	64
27	Via Puccini - Via Toscanini	63
28	Via Puccini - Via Donizetti	63

29	Via Puccini - Via Bellini	63
30	Via Giovanni XXIII - Via Di Vittorio	63
31	Via Puccini - Via Mascagni	62
32	Via Alessandrini - Via Tobagi	61
33	Piazza Moro Aldo	60
34	Via Carducci Giosuè - Via da Vinci Leonardo	58
35	Via Rossa G. - Via Falcone	58
36	Via Rossa G. - Via Falcone	58
37	Via Dante - Via Pascoli Giovanni	57
38	Via dell'Artigianato - Via Verdi Giuseppe	56
39	Via Tettamanzi - Via Giovanni XXIII	56
40	Via XXV Aprile - Via delle Industrie	54
41	Via Valè Attilio	53
42	Via Valè Attilio - Via Vivaldi - Via da Vinci Leonardo	53
43	Via Dante - Via Di Vittorio	52
44	Strada Buozzi Bruno - Strada Doresana Coppiago	49
45	Via Rossa G. - Via Borsellino	49
46	Via XXV Aprile - Via Fratelli Kennedy	49
47	Via Falcone	48
48	Via Falcone	48
49	Via Falcone	48
50	Via Tobagi	48
51	Strada Doresana Coppiago	46
52	Via Valè Attilio - Cascina Cassinazza	46
53	Via Pertini - Via Borsellino	44
54	Strada Buozzi Bruno - Via della Pace	43
55	Piazza Roma	42
56	Via della Pace - Strada Doresana Coppiago	40
57	Via Verdi Giuseppe - Via della Chiesa	39
58	Via Fratelli Kennedy	39
59	Piazza XI Settembre	39
60	Via Marconi - Via della Chiesa	37
61	Strada Buozzi Bruno	33
62	Strada San Pietro Tavernasco - Strada Mairano Tavernasco	33

63	Strada San Pietro Tavernasco - Strada Mairano Tavernasco	33
64	Via Falcone	32
65	Cascina Domenegasco	28
66	Via Borsellino	20
67	Cascina Doresana - Strada Doresana Coppiago	19
68	Cascina Castellazzo - Strada Gaggiano Noviglio - Strada di Tainate	0
69	Via Verdi Giuseppe - Strada Gaggiano Noviglio	0
70	Strada Rosate Noviglio - Cascina Cassinazza	0
71	Via Cattaneo Carlo - Strada Rosate Noviglio	0
72	Strada Rosate Noviglio - Strada Noviglio Cavoletto - Via dell'Artigianato	0
73	Strada Gaggiano Noviglio - Strada Rosate Noviglio	0
74	Cascina Mortaiola - Strada Rosate Noviglio	0
75	Via Puccini - Strada Gaggiano Noviglio	0
76	Via Rossa G. - Strada Mairano Conigo	0
77	Strada Mairano Conigo - Cascina Domenegasco	0
78	Cascina Domenegasco - Strada Mairano Conigo	0
79	Cascina Domenegasco - Strada Mairano Conigo	0
80	Strada Mairano Conigo - Via Don Minzoni	0
81	Strada Mairano Conigo - Via delle Industrie - Via Giovanni XXIII	0
82	Strada Mairano Conigo - Via del Supermercato	0
83	Strada Mairano Conigo - Strada Vermezzo Binasco	0
84	Via XXV Aprile - Strada Vermezzo Binasco	0
85	Strada Mairano Conigo - Cascina Conago	0

### 6.3.3 Analisi lineare: le strade

Il secondo passaggio da affrontare per ottenere una strategia d'azione nel pianificare l'infrastruttura è l'analisi delle strade.

Questa elaborazione permette di definire la tipologia di infrastruttura del sottosuolo per ogni via, ovvero la scelta tra galleria polifunzionale a passo d'uomo, cunicolo tecnologico o canaletta.

La presente analisi delinea inoltre l'ordine da seguire in tale processo.

Le strade ed il sistema della mobilità urbana rappresentano la rete di comunicazione tra le diverse zone del Comune.

La mobilità gioca un ruolo fondamentale all'interno del progetto di infrastrutturazione del territorio.

Uno scopo principale tra quelli del progetto di riordino del sottosuolo è, infatti, quello di diminuire i costi sociali, legati ai disagi creati da cantieri attivati senza alcuna programmazione per sistemazioni e manutenzioni delle reti di servizi presenti nel sottosuolo. Tali interruzioni causano fenomeni di congestione del traffico nelle aree interessate dal cantiere.

È importante quindi identificare quelle arterie stradali che risultano strategiche all'interno del sistema della mobilità comunale e sovracomunale, ovvero quelle vie che fungono da collegamento tra il comune ed i comuni limitrofi oppure tra le periferie ed il centro e le vie più densamente popolate.

L'analisi del sistema stradale definisce le strade lungo le quali il progetto di infrastrutturazione del sottosuolo porterebbe vantaggi per la collettività, grazie ad un abbattimento dei disagi dovuti ai continui e disordinati interventi sulle strade.

Le strade vengono quindi classificate in base alla necessità di un processo di riordino del loro sottosuolo in tre classi e per ogni classe viene proposta una tecnologia di infrastruttura differente, come mostrato in Tabella.

Tipologie di infrastrutturazione del sottosuolo

Classe	Tipologia di infrastruttura
Strade di primo livello	Galleria Polifunzionale
Strade di secondo livello	Cunicolo Tecnologico
Strade di terzo livello	Canaletta

Il risultato di questo studio è una proposta di intervento che permetterà di servire l'intero comune, infrastrutturando le arterie fondamentali con galleria polifunzionale. Ad esse tutte le altre strade del comune potranno allacciarsi con tecnologie differenti.

La procedura sceglie di analizzare solo strade collegate tra loro. Ciò è giustificato dal fatto che si sta agendo su di un sistema continuo, che si dirama a partire da arterie principali.

Il procedimento segue quindi uno schema a rete che permette:

- di collegare tra loro quei punti ritenuti nevralgici per il sistema in esame, ovvero gli incroci/piazze rilevati dalla prima fase (puntuale);
- di infrastrutturare tutte le strade che rappresentano un collegamento fondamentale tra i punti sensibili del sistema;

- di coprire tutto il territorio comunale attraverso una rete che funge da colonna portante del sistema.

Una volta che tali punti sono stati collegati tra loro attraverso l'infrastruttura del sottosuolo, l'analisi lineare termina e si passa ad un'osservazione del territorio comunale dal punto di vista areale.

Queste analisi devono creare i presupposti per lo sviluppo razionale e coerente del sottosuolo di tutto il comune, attrezzando le linee strategiche principali, dalle quali il sistema delle reti può diramarsi, andando a raggiungere tutta l'area urbana.

#### Strade di primo livello

All'interno del Comune di Noviglio si è scelto di non infrastrutturare alcuna strada con galleria polifunzionale. Questa scelta deriva dal fatto che non vi sono né situazioni di urbanizzato tale da consigliare la realizzazione di queste opere (es. centri urbanizzati con alta densità abitativa e condomini) né situazioni morfologiche della strada (calibro stradale) che rendono semplice la realizzazione di quest'opera.

Strade di secondo livello

Per le strade di secondo livello viene proposta come tipologia di infrastruttura il cunicolo tecnologico di altezza pari a 1 m, con caratteristiche del tutto simili alla galleria polifunzionale, ma non a passo d'uomo.

Una strada viene definita di secondo livello se:

- presenta un indice di complessità infrastrutturale superiore al 75% ed è collegata ad un'altra strada infrastrutturata con cunicolo tecnologico.

Le strade che rispondono a questi requisiti sono quelle mostrate in tabella.

Per alcune vie, caratterizzate da un indice maggiore del 75% si è scelto di infrastrutturare solo un tratto, escludendo eventuali diramazioni di scarsa importanza.

Strade di secondo livello, interessate da infrastrutturazione con cunicolo tecnologico

Tipologia	Nome	Residenti	Lunghezza (m)	Complessità stradale (Ci)
Via	Don Minzoni*	230	546	100
Via	Valè Attilio*	385	787	98
Via	Giovanni XXIII	266	667	95
Via	Puccini	152	963	93
Via	Tobagi*	232	494	89
Via	Cattaneo Carlo*	225	530	87
Via	Carducci Giosuè*	109	666	84
Via	dell'Artigianato	182	547	80
Via	Rossa G.*	123	463	77

\*Solo un tratto della via è interessato da questo tipo di infrastrutturazione

Il numero delle infrastrutture stradali definite di secondo livello rappresenta il 18% del totale delle strade presenti nel comune. Il cunicolo tecnologico interessa circa 5.7 Km, ovvero il 16.7% della lunghezza totale della rete stradale comunale.

Dati riassuntivi delle strade di secondo livello e percentuali rispetto al totale sul comune

N. infrastrutture	Lunghezza (Km)
9	5.7
18%	16.7%

Una volta definito quali strade infrastrutturare con cunicolo tecnologico, occorre stabilire l'ordine di intervento sul territorio.

Tra le vie individuate viene scelta per prima la via che:

- intercetta l'incrocio definito prioritario dall'analisi puntuale;
- presenta l'indice di complessità maggiore.

La via scelta è Via Giovanni XXIII dal momento che presenta entrambe le caratteristiche:

- è una diramazione dell'incrocio strategico con Via Tobagi (Indice dell'incrocio pari a 100);
- ha un indice di complessità di 95.

L'ordine da seguire nella strategia di infrastrutturazione del sottosuolo di secondo livello è basata sulla gerarchia delle strade, definita dall'indice di complessità generale Ci.

Se però, una volta infrastrutturata una strada, questa ne interseca un'altra di secondo livello, allora si predilige l'intervento su questa.

Il sistema stradale e quello dei sottoservizi sono, infatti, sistemi a rete, la cui caratteristica fondamentale è la continuità: seguire un percorso continuo nella fase di intervento dà la possibilità di usufruire di collegamenti già predisposti al passo precedente.

Tenendo conto delle osservazioni fatte, la strategia di infrastrutturazione del sottosuolo segue il seguente ordine:

- Via Giovanni XXII;
- Via Tobagi;
- Via Don Minzoni;
- Via Valè Attilio;
- Via Puccini;
- Via Carducci;
- Via Cattaneo;
- Via dell'Artigianato;
- Via Rossa G..

Le vie definite di secondo livello in questa fase dell'analisi lineare vengono infrastrutturate, nell'ordine definito, con cunicolo tecnologico che conterrà tutte le reti presenti al momento nel sottosuolo (ad esclusione della rete fognaria se non separata e di quella del gas) e tutte quelle reti che verranno progettate in futuro (teleriscaldamento, cablaggio), compatibilmente con la loro funzione e con le disposizioni di legge in materia.

Strade di terzo livello

Per le strade di terzo livello viene proposta come tipologia di infrastruttura la canaletta tecnologica o la polifora.

Una strada viene definita di terzo livello se:

- non è inclusa nell'elenco di vie per le quali si è scelta l'infrastrutturazione con cunicolo tecnologico;
- presenta un indice di complessità infrastrutturale superiore al 45%;
- si collegano a strade di primo o secondo livello.

Le strade che rispondono a questi requisiti sono quelle mostrate in tabella.

Strade di terzo livello, interessate da infrastrutturazione con polifora (o canaletta tecnologica)

Tipologia	Nome	Residenti	Lunghezza (m)	Complessità stradale (Ci)
Via	Don Minzoni*	230	60	100
Via	Valè Attilio*	385	58	98
Via	Tobagi*	232	63	89
Via	Cattaneo Carlo*	225	146	87
Via	Carducci Giosuè*	109	45	84
Via	Pertini	376	595	68
Via	XXV Aprile	96	246	67
Via	delle Industrie	2	477	65
Strada	Buozzi Bruno*	73	327	61
Via	Falcone*	158	716	59
Strada	Doresana Coppiago*	10	342	57
Via	Paganini	102	379	54
Via	Dante	40	322	53
Via	Vivaldi	101	304	52
Via	Pascoli Giovanni	61	246	51
Via	della Chiesa	26	242	50
Via	Alessandrini	41	174	48
Via	Fratelli Kennedy	144	186	48
Via	Verdi Giuseppe	52	228	46
Via	Donizetti	48	130	46
Via	Toscanini	61	138	46
Via	da Vinci Leonardo	110	276	46

\*Solo un tratto della via è interessato da questo tipo di infrastrutturazione

Il numero delle infrastrutture stradali definite di terzo livello rappresenta il 34% del totale delle strade presenti nel comune.

La canaletta tecnologica interessa 5.7 Km, ovvero circa il 17% della lunghezza totale della rete stradale comunale.

Dati riassuntivi delle strade di terzo livello e percentuali rispetto al totale sul comune

<b>N. infrastrutture</b>	<b>Lunghezza (Km)</b>
17	5.7
34%	16.7%

Una volta definito quali strade infrastrutturare con canaletta tecnologica, occorre stabilire l'ordine con il quale intervenire sul territorio.

Questo punto viene definito attraverso l'analisi per aree, ultima fase della strategia di definizione delle linee di piano. Come descritto nel paragrafo successivo, ciò permette di infrastrutturare il sottosuolo urbano comunale in modo continuo, evitando interventi "a macchia di leopardo" sul territorio.

#### Dati di sintesi

In sintesi lo scenario di infrastrutturazione coinvolge 26 strutture stradali.

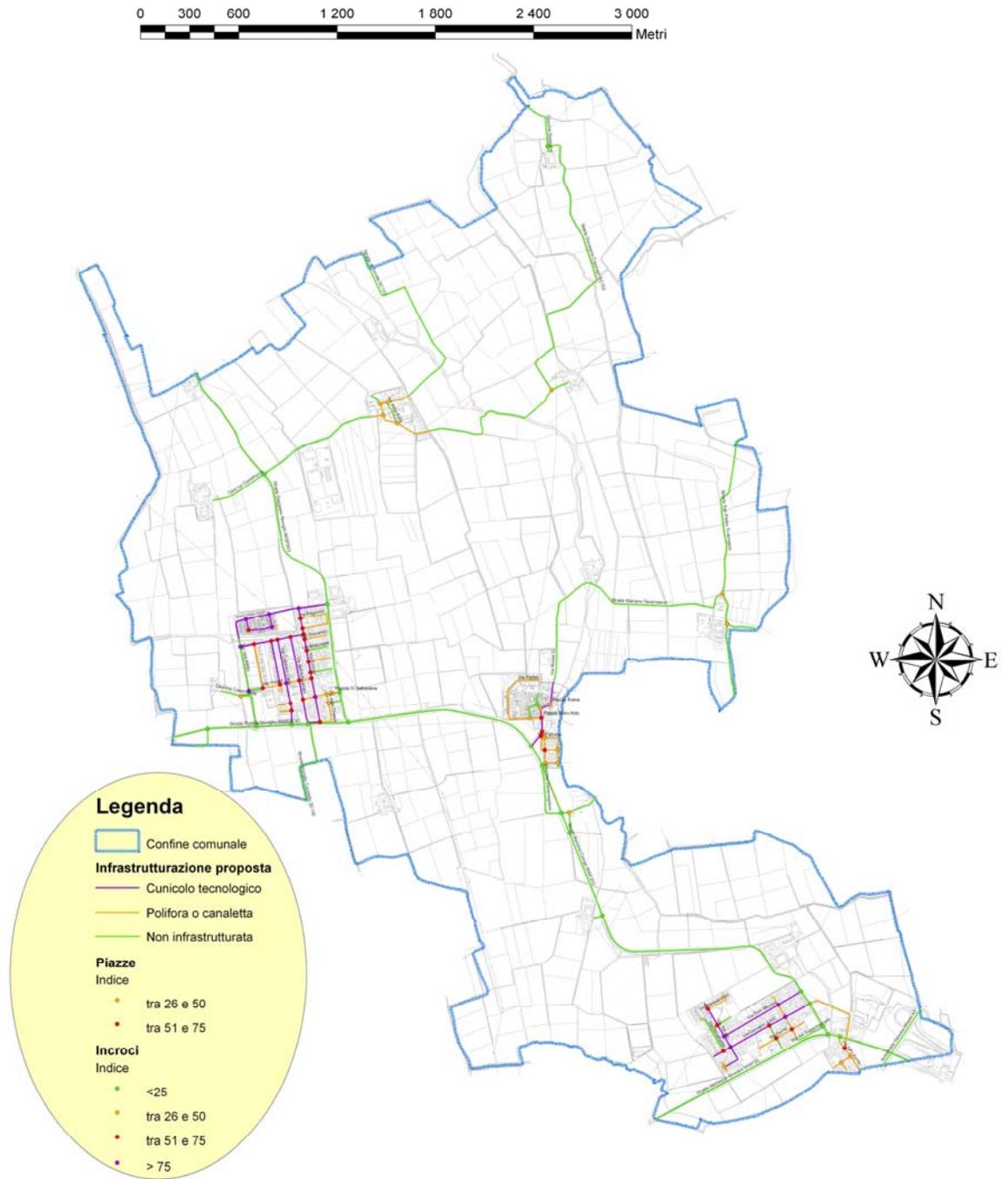
Queste rappresentano quasi il 52% del totale delle strutture presenti sul territorio comunale e coprono una lunghezza di circa 11Km, corrispondente al 33% della rete stradale del Comune.

La mappa riportata in figura mostra le strade del comune distinte in primo, secondo e terzo livello, che sono interessate dal progetto di infrastrutturazione del sottosuolo.

Si noti che l'infrastruttura raggiunge tutti gli incroci determinati dall'analisi puntuale come strategici all'interno del sistema delle reti comunali, eccetto che quello tra Via Valè e Via Vivaldi.

Dati riassuntivi delle strade interessate dal progetto di infrastrutturazione del sottosuolo

<b>Livello di intervento</b>	<b>Tipologia Infrastruttura</b>	<b>N. Strade</b>	<b>Lunghezza (Km)</b>
Primo	Galleria Polifunzionale	0	0
Secondo	Cunicolo Tecnologico	9	5.7
Terzo	Polifora (o Canaletta)	17	5.7
<b>Totale</b>		<b>26</b>	<b>11.4</b>
<b>% sul Totale</b>		<b>52</b>	<b>33</b>



Carta dell'infrastrutturazione prevista per le diverse strade.

#### **6.3.4 Analisi areale: le zone**

L'analisi areale conclude il processo di pianificazione degli interventi di infrastrutturazione del sottosuolo.

Le fasi precedenti hanno permesso di raggiungere con l'infrastrutturazione tutti gli incroci strategici e le strade di secondo livello.

Questo momento di analisi areale individua l'ordine di intervento sulle strade di secondo e terzo livello per servire tutte le zone del comune.

Il progetto di infrastrutturazione del sottosuolo ha, tra gli altri, il fine di garantire alla collettività maggiore sicurezza dal punto di vista degli incidenti legati a cattiva manutenzione delle reti dei servizi presenti nel sottosuolo, nonché ad interventi e scavi lungo le strade.

La città con i suoi abitanti ed i suoi lavoratori deve godere del beneficio proveniente dal progetto di riordino del sottosuolo, che deve pertanto insistere su aree di interesse per i cittadini e per gli addetti.

Da qui l'idea di suddividere il comune in aree ed individuare una strategia di intervento per servire tutte le zone del comune.

Il Comune è suddiviso in diverse aree, individuate a partire dagli incroci e dalle direttrici fondamentali e mostrate in figura. Il territorio comunale di Noviglio è stato diviso in 4 aree, che rispecchiano la naturale suddivisione in frazioni.

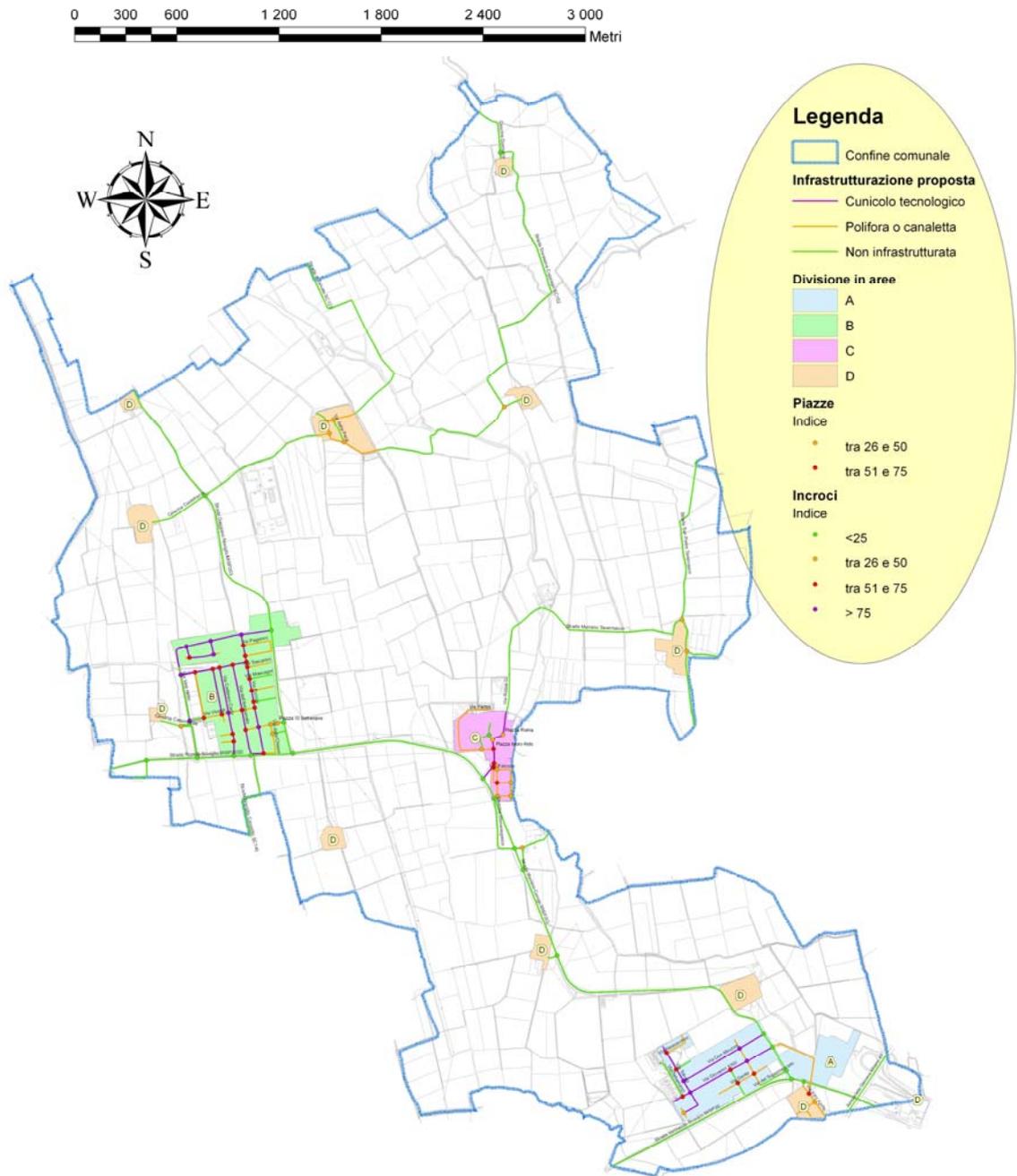
Come già descritto nella fase di analisi del quadro urbano, l'area di interesse è ristretta all'urbanizzato. Ciò significa che all'interno delle aree si propone l'intervento sul sottosuolo solo nei tratti di strada urbanizzata.

L'area "A" è quella di Santa Corinna.

L'area "B" è Noviglio.

L'area "C" è la Mairano.

L'area "D" comprende Tainate e gli altri nuclei urbanizzati.



Strategia di pianificazione dell'infrastruttura e suddivisione del territorio comunale in 4 aree.

La prima zona da andare a completare sarà l'Area "A".

Si procede infrastrutturando, all'interno dell'area, tutte le vie collegate al sistema già attrezzato con cunicolo tecnologico, come previsto dalle analisi precedenti.

Il procedimento viene ripetuto in modo iterativo per la seconda area ("B"), la terza ("C") e la quarta ("D") interessando con l'infrastrutturazione le vie scelte dall'analisi delle strade condotta precedentemente.

L'ordine di intervento delle aree è quello mostrato in tabella.

Ordinamento delle aree

Ordine di intervento	Area
1	A
2	B
3	C
4	D

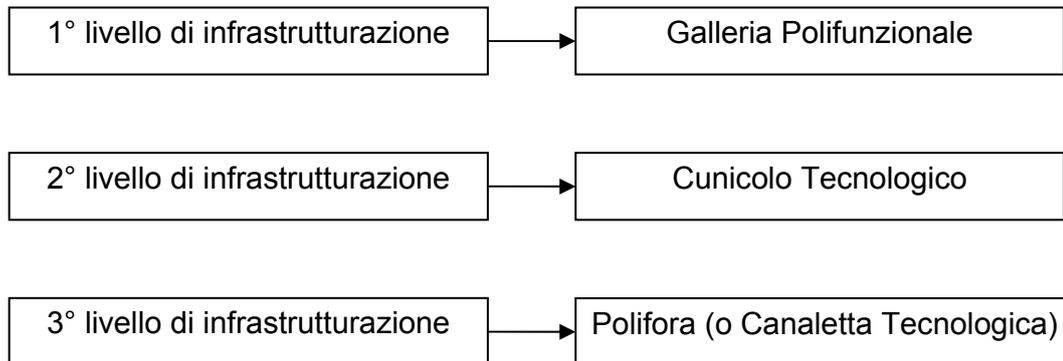
All'interno di ogni area l'ordine di intervento sulle singole strade è definito dal grado di complessità Ci delle stesse.

Le strade non incluse nel progetto di infrastrutturazione del sottosuolo potranno comunque esserne interessate nel caso di espansioni urbanistiche, nuove realizzazioni o nel caso se ne presentasse la necessità. In caso contrario le reti che ivi si trovano rimarranno posate in trincea con le tecniche tradizionali.

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. Il processo di elaborazione descritto ha, infatti, definito i diversi livelli di sviluppo della città, proponendo diversi livelli di intervento.



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 della 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 che svolga i compiti di controllo e di sicurezza del funzionamento dei sottoservizi presenti. Questa funzione può rappresentare un'occasione per sviluppare un'area che svolga i compiti legati all'ufficio del sottosuolo e sia adatta a momenti di incontro sociale e culturale.

Il centro potrà essere attrezzato anche con strutture per la visita e la conoscenza dei sistemi delle infrastrutture con finalità formativa ed informativa.

#### **6.4 Analisi della tipologia di infrastrutturazione proposta con i vincoli**

A valle delle analisi numeriche si è proceduto a stabilire quali fossero effettivamente i tratti di strada in cui era possibile l'infrastrutturazione e con quale tipologia costruttiva. Sono dunque state analizzate le strade da infrastrutturare.

Tutte le strade da infrastrutturare presentano un calibro stradale coerente con la realizzazione del cunicolo tecnologico.

In tutte le strade analizzate non passa il collettore fognario, che potrebbe ridurre l'area utile per la posa dell'infrastruttura. Solo un tratto di Via XXV Aprile è interessato dal collettore consortile. In questo caso, in fase di progetto dell'infrastrutturazione, si verificherà la fattibilità dell'intervento.

## 6.5 Elementi economici

Le linee di piano definiscono la strategia di intervento, individuando le priorità di infrastrutturazione del sottosuolo all'interno del territorio urbano comunale.

Tali linee devono presentare una fattibilità dal punto di vista economico, al fine di evitare che esse risultino irrealizzabili e quindi senza alcuna possibilità di applicazione.

L'analisi economica è stata svolta su due livelli:

- Valutazione del costo della rete esistente;
- Valutazione del costo di infrastrutturazione del sottosuolo per mezzo di cunicolo tecnologico o canaletta.

### 6.5.1 Rete esistente

In questa prima fase di analisi si è voluto calcolare il costo delle reti già esistenti sul territorio: è stata fatta una stima di quanto costerebbe rifare tutte le reti dei sottoservizi in modo indipendente l'una dall'altra, escludendo la fognatura e la rete del gas, in quanto non interessate dal progetto di infrastrutturazione per mezzo di cunicolo tecnologico.

Un esempio delle tecniche tradizionali di posa delle reti è mostrato in figura.



Posa tradizionale delle reti dei servizi.

Si è considerato il costo del manufatto, dello scavo e del reinterro per ognuna delle reti presenti nel sottosuolo del comune. Il costo per ogni singola rete di servizi è stato discusso all'interno della caratterizzazione del sistema delle reti.

La pianificazione dell'intervento sul sottosuolo è stata suddivisa su tre livelli, in base al tipo di infrastruttura da posizionare ed al momento temporale in cui l'azione verrà attuata.

La rete esistente è stata pertanto valutata dal punto di vista economico differenziando i tre momenti, al fine di rendere più immediato il confronto tra la situazione esistente e la proposta di progetto.

Sono state dapprima considerate le strade interessate dal secondo livello di intervento, ovvero quelle per cui viene proposto un cunicolo tecnologico. Queste sono 9 in totale e contano circa 5.7 Km di lunghezza e rappresentano il 18% sul totale della rete stradale comunale.

Se si pensasse di rinnovare tutte le reti presenti (escluse gas e fognatura) in queste strade e di riposizionarle con la stessa tecnica usata fino ad ora (posa tradizionale), ovvero senza l'utilizzo di cunicoli, il costo per infrastrutturare i 5.7 Km individuati sarebbe pari a circa 3 400 000 €, comprendente il costo della posa della rete, il costo degli allacci e del rifacimento della pavimentazione stradale.

Il terzo livello di infrastrutturazione, quello la cui proposta è la polifora o la canaletta, comprende 17 strade e i tratti rimanenti delle strade non infrastrutturate con cunicoli, che contano in totale 5.7 Km di lunghezza. Esse rappresentano circa il 17% sulla lunghezza totale della rete stradale del comune.

Il costo della rete esistente al momento in queste strade è pari a circa 4 900 000 €.

Analisi economica delle reti esistenti

Livello di infrastrutturazione	N° strade	Lunghezza (Km)	Costo rete esistente (€)
Primo livello	0	0	0
Secondo livello	9	5.7	3 400 000
Terzo livello	17	5.7	4 900 000
Totale	26	11.4	8 300 000

Il costo totale della posa delle reti presenti nel sottosuolo del comune nelle strade in cui si è prevista l'infrastrutturazione, è risultato intorno a 8 300 000 €.

### **6.5.2 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 alla rullatura del cassonetto stradale.

Il costo di posa include, tra gli altri, anche i costi per i tombini 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.

Questa analisi ha reso possibile una valutazione economica dell'infrastruttura pianificata all'interno della realtà comunale.

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%.

### **6.5.3 Cantieri stradali**

L'infrastrutturazione con cunicolo tecnologico permette di abbattere i costi di manutenzione delle reti legati al cantiere stradale.

Con questa tecnica, infatti, per qualsiasi intervento di posa, controllo o manutenzione non è più necessario chiudere o restringere tratti di strade e marciapiedi, data la facile ed immediata ispezionabilità.

I cantieri stradali per la manutenzione delle reti sono sulla media di un anno 3 – 5 ogni chilometro (dati ricavati da una serie di comuni della Provincia di Milano).

Il secondo livello di intervento interessa 5.7Km di strade nel comune, il che porta ad avere tra i 17 e i 29 cantieri in meno ogni anno.

Se si considera che il costo medio di un cantiere è di 2000 €, ogni anno si risparmierebbero dai 34 000 ai 58 000 €/anno.

I costi legati ai cantieri sono sociali, oltre che economici: diminuire i disagi dovuti alla cantierizzazione delle strade è per la collettività un guadagno in termini di mobilità, rumore acustico, pulizia, etc.

### **6.5.4 Proposte di finanziamento**

La problematica fondamentale per il progetto di infrastrutturazione del sottosuolo consiste nell'investimento iniziale richiesto al Comune.

La durata del piano è decennale, pertanto occorre pensare al progetto di infrastrutturazione ed al suo finanziamento in questi termini temporali.

Le proposte di finanziamento sono molteplici.

Una possibilità è quella di far partecipare i gestori all'investimento, finanziando una parte dell'infrastruttura. Il rinnovamento della rete è un risultato del quale le società che gestiscono i servizi andranno a godere, traendone benefici dal punto di vista del miglioramento del servizio offerto.

Una proposta consiste nell'inserire il progetto di riordino del sottosuolo in un "Project Financing", o Finanza di Progetto.

Il Project Financing si colloca nell'ambito di nozione di partenariato pubblico-privato (PPP) che comprende una vasta gamma di modelli di cooperazione tra il settore pubblico e quello privato.

È tecnica finanziaria innovativa volta a rendere possibile il finanziamento di iniziative economiche sulla base della valenza tecnico - economica del progetto stesso piuttosto che sulla capacità autonoma di indebitamento dei soggetti privati promotori dell'iniziativa.

Il progetto viene valutato dai finanziatori principalmente per la sua capacità di generare flussi di cassa, che costituiscono la garanzia primaria per il rimborso del debito e per la remunerazione del capitale di rischio, attraverso un'opportuna contrattualizzazione delle obbligazioni delle parti che intervengono nell'operazione.

La fase di gestione dell'opera costituisce elemento di primaria importanza, in quanto soltanto una gestione efficiente e qualitativamente elevata consente di generare i flussi di cassa necessari a rimborsare il debito e remunerare gli azionisti.

Si raggiungono così due tipi di risultato:

- si sollevano le Amministrazioni Pubbliche, in tutto o in parte, dagli oneri relativi al finanziamento di un'opera infrastrutturale, focalizzandone l'attività sugli aspetti regolatori (qualità del servizio, modalità di erogazione, ed eventualmente livelli tariffari);
- si affida al settore privato la gestione dell'opera, incentivandone il livello di efficienza ed assicurandone la piena utilizzazione commerciale.

Un'altra possibile soluzione è quella di far emettere al Comune dei Buoni Obbligazionari Comunali (BOC), un titolo del tutto simile ad un BOT o CCT.

L'emissione dei BOC può essere strutturata con l'assunzione a fermo di un determinato importo da parte di una banca. Questo meccanismo permette al Comune di avere subito a disposizione la somma necessitata con la possibilità immediata di appaltare i lavori di infrastrutturazione del sottosuolo.

Inoltre il Comune introita e continua a godere degli interessi bancari fino a quando non saranno ultimate le opere. I lavori, se finanziati con tale sistema, sono immediatamente liquidabili alle ditte appaltatrici e questa accelerazione nel pagamento permette di avere offerte più vantaggiose, in termini di ribasso d'asta, per il Comune.

Il prestito obbligazionario dei BOC avrà durata decennale, così come il piano stesso.

Questa scelta fornisce quindi un'immediata disponibilità finanziaria e permette una tempestiva attuazione del piano di riordino delle reti dei servizi presenti nel sottosuolo.

Questo strumento di finanziamento può inoltre coinvolgere direttamente i cittadini con emissioni di BOC, destinate alla sollecitazione del pubblico risparmio. La popolazione viene così coinvolta in interventi finanziari che interessano la crescita ed innovazione del Comune in cui vivono e lavorano. Il cittadino, oltre ad avere dai BOC un rendimento più competitivo rispetto a quello dei titoli dello Stato, vede investiti i propri soldi in un servizio di cui egli stesso fruirà.

## **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 di Noviglio che ne usufruirà attraverso la realizzazione del piano e dei suoi effetti positivi.

## 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: “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)
- Regione Lombardia: “Prezziario delle Opere Pubbliche”, 2007”
- Regolamento Tosap del Comune di Noviglio
- 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 di Noviglio: [www.comune.noviglio.mi.it](http://www.comune.noviglio.mi.it)
- Studio Geologico Dott. Geol. Claudio Franzosi: “Studio geologico del territorio comunale a supporto del P.R.G.”, Giugno 1996