

## **Titolo della Tesi**

PROGETTAZIONE DI OPERE DI DRENAGGIO URBANO NEL RISPETTO DEL  
PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA E IDROLOGICA

Tesi sperimentale e progettuale

## **Tipo di Laurea**

Laurea Magistrale in Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio (indirizzo di Difesa del suolo)

## **Corso di Laurea**

Ingegneria per L'Ambiente e Il Territorio

## **Facoltà**

Ingegneria Civile Industriale

## **Università**

Sapienza, Università di Roma

## **Riassunto della Tesi**

La continua urbanizzazione del territorio e la conseguente impermeabilizzazione dei suoli provoca un aumento dei volumi di pioggia superficiali e una diminuzione dei volumi infiltrati nel terreno. Questo fenomeno si traduce in un notevole incremento delle portate al colmo e dei volumi di piena, spesso non compatibili con le dimensioni delle reti di drenaggio esistenti e dei corsi d'acqua ricettori, aumentando di conseguenza le condizioni di rischio idraulico.

Per questo motivo la mitigazione del deflusso urbano superficiale e del sovraccarico delle reti di drenaggio, ad esso associato, risultano essere problematiche sempre più emergenti nella gestione delle risorse idriche e del territorio.

È evidente quindi che non può essere più sufficiente una politica di difesa idraulica del territorio basata sul controllo centralizzato dei deflussi, ovvero sull'allontanamento dei deflussi verso i territori di valle e sul solo potenziamento delle canalizzazioni, ma interviene in questo senso un'implementazione basata su una **gestione sostenibile delle acque meteoriche**. La moderna gestione delle acque pluviali si basa sull'adozione dei cosiddetti **sistemi di drenaggio urbano sostenibile (SuDS: sustainable urban drainage systems)** e si concretizza principalmente nell'applicazione del **Principio dell'Invarianza Idraulica e Idrologica** (Figura 1). Secondo tale principio, tutte le trasformazioni di uso del suolo che provocano una variazione di permeabilità superficiale devono prevedere misure compensative volte a mitigarne gli effetti.

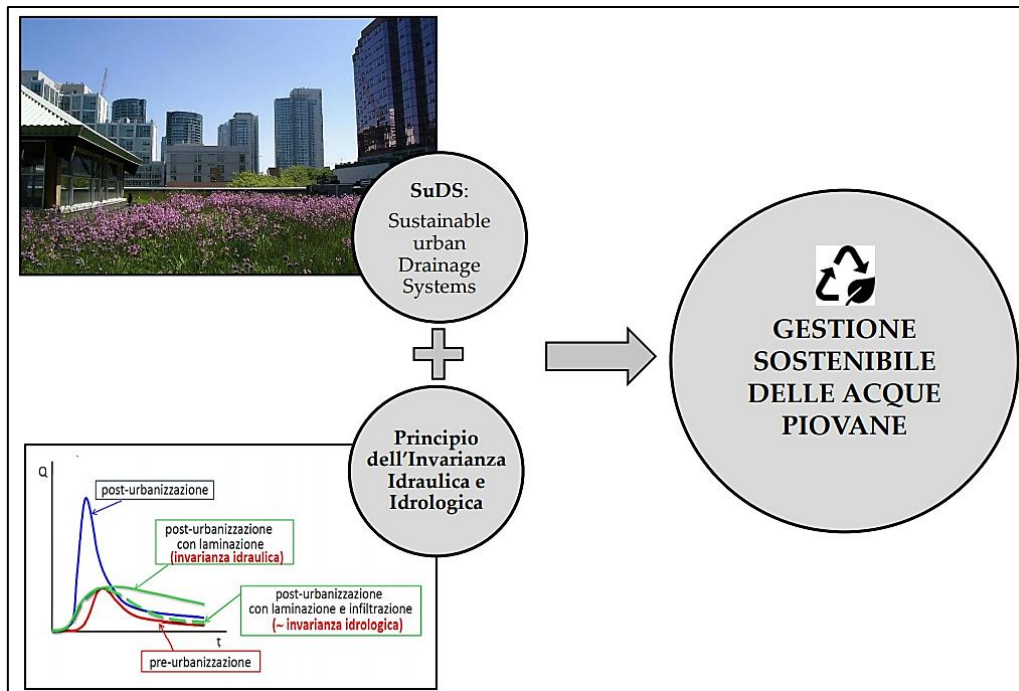


Figura 1

L'obiettivo perseguito nel lavoro di Tesi consiste nell'individuazione delle possibili soluzioni di progettazione e nella definizione dei criteri idonei alla scelta degli interventi di drenaggio urbano sostenibile.

La stima dei deflussi superficiali è ottenuta tramite il modello di trasformazione afflussi-deflussi che, partendo dalla distribuzione spazio-temporale della precipitazione, permette di calcolare le perdite per intercettazione ed infiltrazione.

La scelta e la progettazione successiva degli interventi di gestione dei deflussi nei sistemi di drenaggio urbano è condotta con particolare riferimento agli indirizzi contenuti nel Regolamento Regionale sull'invarianza idraulico-idrologica, introdotto in Regione Lombardia (Legge n° 4 - 15 marzo 2016).

Al fine di facilitare l'attuazione degli interventi compensativi atti a garantire l'invarianza idraulica, nel presente lavoro di tesi viene formulata una procedura di calcolo sulla base del modello idrologico che prevede, secondo il suddetto regolamento, l'uso della *Procedura Dettagliata* per la determinazione del volume critico di invaso.

Si sceglie di non considerare un caso di studio già definito, ma di porre così la Procedura Dettagliata scelta, in un'ottica di pianificazione. Nel progettare il caso di studio si considera un lotto di possibile edificazione avente in prima approssimazione una superficie totale di trasformazione variabile di 10 ha, all'interno del quale le caratteristiche delle superfici di trasformazione non sono ancora state stabilite in via definitiva. Si ipotizza di ricercare la possibile superficie di trasformazione all'interno di un'area ad elevata criticità idraulica (come potrebbe essere una zona fortemente urbanizzata nell'area metropolitana della città di Milano) e si procede quindi ad una previsione sull'entità degli interventi di mitigazione da realizzare al variare della superficie impermeabile, in modo che sia rispettato il limite previsto dal regolamento sulla portata di picco del deflusso prodotto.

Si ricavano quindi i volumi di pioggia defluiti nell'area interessata dall'intervento di trasformazione e si osservano i risultati ottenuti dalla pianificazione di alcuni dispositivi di drenaggio urbano sostenibile applicati (nello specifico sistemi di accumulo e stoccaggio, dispositivi di filtrazione e dispositivi misti ottenuti dalla combinazione dei due).

L'inserimento di queste tecniche comporta un miglioramento in termini di riduzione dei picchi di portata e di volumi defluiti, rappresentando quindi una soluzione facilmente attuabile nella pianificazione urbanistica.

Dai risultati ottenuti nel lavoro di tesi si può però affermare che non esiste un particolare dispositivo di drenaggio urbano o un intervento specifico che in generale sia più adatto rispetto alle altre tipologie di intervento; occorre sempre valutare in maniera completa tutti i possibili scenari, cercando di confrontare più interventi possibili.

Dopo tali valutazioni, si può concludere che tra tutti i criteri da considerare nella progettazione di un qualsiasi dispositivo di drenaggio, la disponibilità degli spazi e quindi l'entità della superficie di intervento, può essere considerata uno dei primi fattori di scelta.

In generale si afferma che l'intervento più attuabile alle varie superfici di trasformazione è quello volto a saturare tutti gli spazi possibili per l'infiltrazione delle acque, così come un intervento di realizzazione di più invasi di laminazione, tenendo conto però che la scelta di un determinato sistema dipenderà dal sito d'intervento (basti pensare che nella zona metropolitana di Milano, oggetto di studio, i sistemi di accumulo e stoccaggio trovano maggiore applicazione in quanto non è sempre facile attuare i sistemi di filtrazione).

La complessità dei problemi riguardanti la gestione delle risorse idriche ha portato e porterà a nuove impostazioni progettuali e gestionali per le opere idrauliche in contesto urbano.

Numerose sono le criticità emerse in questo ambito: una fra questa può essere la mancanza di un'unica normativa di riferimento nazionale sul tema dell'invarianza idrologica e idraulica. Molte Regioni hanno infatti emesso specifiche normative su questo tema la cui applicazione però pone spesso incertezze a causa della loro non univocità