

# NUOVO OSPEDALE DI LIVORNO

Dibattito pubblico

**Webinar 28 febbraio 2024**

# NUOVO OSPEDALE DI LIVORNO

Azienda USL Toscana nord - ovest

## **CAPOGRUPPO**

ROSSIPRODI ASSOCIATI srl

## **GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

ROSSIPRODI ASSOCIATI S.R.L.: *coordinamento, architettura, paesaggio, sicurezza*

ARCH. MASSIMO MOGLIA: *architettura ospedaliera*

POLITECNICA INGEGNERIA ED ARCHITETTURA SOC. COOP: *strutture, prevenzione incendi, acustica, tecnologie dell'informazione e comunicazione, ambiente*

PRODIM S.R.L.: *impianti, energia*

LAND ITALIA S.R.L.: *landscape*

Dott. Giorgio Della Croce: *geologia*

Dott. Cristiana Bigazzi: *archeologia*

Dott. Anna Meddori: *restauro*

Dott. Marco Geddes da Filicaia: *tecnica ospedaliera*

Dott. Caterina Bianciardi: *organizzazione sanitaria*

# NUOVO OSPEDALE DI LIVORNO

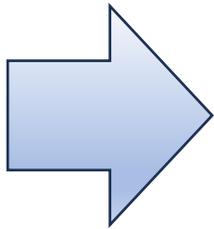
## CONTENIMENTO CONSUMI ENERGETICI

Ing. Matteo Bo  
Prodim srl - Torino



# Progetto impianti tecnologici: i principi informatori generali

- elevata affidabilità di esercizio;
- specifica rispondenza alle esigenze che devono soddisfare gli impianti in ambito ospedaliero (concorrere a ridurre il rischio di infezioni nosocomiali secondo i principi della *safety ventilation*);
- elevata flessibilità di impiego e trasformabilità per un ospedale resiliente;
- **elevata sostenibilità ambientale e di conseguenza elevato risparmio energetico;**
- agevole manutenibilità.



# I moderni ospedali sono edifici fortemente energivori

## Come si persegue il contenimento dei loro consumi energetici ?

- Definendo accuratamente gli aspetti costruttivi afferenti **l'energetica edilizia**, vale a dire attenta scelta delle **prestazioni energetiche dei componenti edilizi costituenti l'involucro esterno opachi e trasparenti**. In particolare massima attenzione alle prestazioni in **regime estivo**:
  - ✓ facciate dall'elevata massa superficiale,
  - ✓ inerzia termica garantita da tetti verdi,
  - ✓ superfici vetrate con basso fattore solare,
  - ✓ schermature,
  - ✓ soluzioni a cappotto esterno,
  - ✓ utilizzando isolanti con contenuto di materiale riciclato e/o recuperato in ottemperanza ai CAM

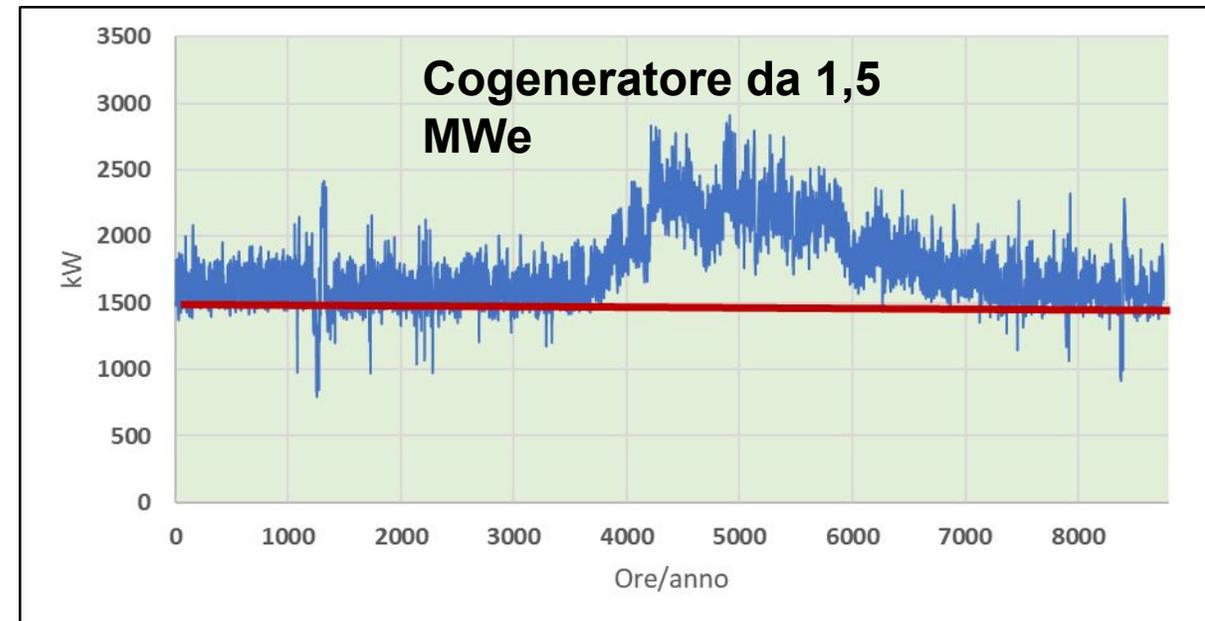
# I moderni ospedali sono edifici fortemente energivori

## Come si persegue il contenimento dei loro consumi energetici ?

- Producendo in modo combinato ed integrato l'energia elettrica e il calore mediante impianti di **cogenerazione/trigenerazione**.

La cogenerazione/trigenerazione negli ospedali è molto conveniente sia dal punto di vista energetico per la presenza continuativa 24 ore su 24 di **elevati consumi contemporanei di energia elettrica e di energia termica e/o frigorifera**, sia soprattutto dal punto di vista economico per i minori costi dell'energia elettrica auto prodotta e per la presenza degli incentivi legati ai certificati bianchi e alla riduzione delle accise sul costo di acquisto del gas metano

La cogenerazione è assimilata a **fonte rinnovabile**



# I moderni ospedali sono edifici fortemente energivori Come si persegue il contenimento dei loro consumi energetici ?

- Garantendo sempre il **trasferimento di calore** (produzione combinata e integrata di energia termica e frigorifera): mediante **gruppi frigoriferi a pompa di calore**.

Il trasferimento di calore negli ospedali è molto importante perché i **fabbisogni simultanei di energia termica e frigorifera sono sempre presenti** sia in inverno (raffrescamento di ambienti con presenza di elevato calore endogeno), sia soprattutto in estate (post riscaldi). Com'è noto quando si verifica in tutto o in parte questa condizione, **una delle due energie viene prodotta gratuitamente a spese dell'altra**.



## Ospedale Torinese

23 gennaio 2024 ore 11

Temperatura aria esterna : 2 °C

**LA CENTRALE FRIGORIFERA E' IN FUNZIONE !!**

# I moderni ospedali sono edifici fortemente energivori

## Come si persegue il contenimento dei loro consumi energetici

- Sfruttando nel migliore e più completo dei modi le **fonti rinnovabili** presenti nel sito

Nel caso specifico questo obiettivo è perseguito mediante:

- ✓ N. 2 gruppi frigoriferi a pompa di calore aeraulici di tipo polivalente (trasferimento di calore) aventi ciascuno  
Potenza frigorifera : 1 MWf  
Potenza termica : 0,87 MWt
- ✓ N° 2 gruppi frigoriferi a pompa di calore aeraulici reversibili aventi ciascuno:  
Potenza frigorifera : 1,2 MWf  
Potenza termica : 0,96 MWt
- ✓ Campo di pannelli fotovoltaico con potenza di picco pari a 1,3 MWe



# I moderni ospedali sono edifici fortemente energivori

## Come si persegue il contenimento dei loro consumi energetici

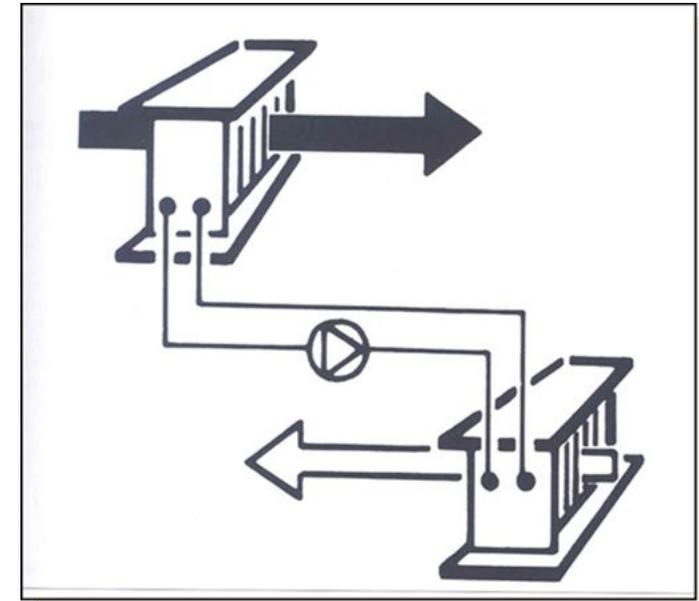
- **Recuperando** nel migliore e più coerente dei modi **il calore contenuto sull'aria di espulsione**

Le portate dell'aria esterna di ventilazione negli ospedali sono molto molto elevate (diluizione dei contaminanti patogeni aerotrasportati = *safety ventilation*)

In ragione di ciò i consumi energetici connessi con il trattamento dell'aria esterna di ventilazione costituiscono la parte preponderante dei consumi energetici di un moderno ospedale (anche > 80%)

L'unico modo per ridurli è quello di **ottimizzare il recupero termico sull'aria espulsa**

Senza omettere i problemi di carattere igienico (*cross contamination*)



# I moderni ospedali sono edifici fortemente energivori

## Come si persegue il contenimento dei loro consumi energetici

- **Ponendo grande attenzione alla produzione del freddo** che costituisce e costituirà sempre più uno dei consumi più importanti

Essa si ottimizza sia con il trasferimento di calore in precedenza descritto sia prevedendo **gruppi refrigeratori d'acqua ad elevatissima efficienza**

I più performanti oggi esistenti sul mercato sono i gruppi frigoriferi con compressori centrifughi a levitazione magnetica controllati da inverter

Essi per altro funzionano con **gas refrigeranti altamente ecologici** così detti ultra low GWP (Global Warming Potential)



N° 4 gruppi frigoriferi centrifughi  
Potenza : 3,5 MWf  
NPLV : 11  
Refrigerante : R 1233 zd

# I moderni ospedali sono edifici fortemente energivori

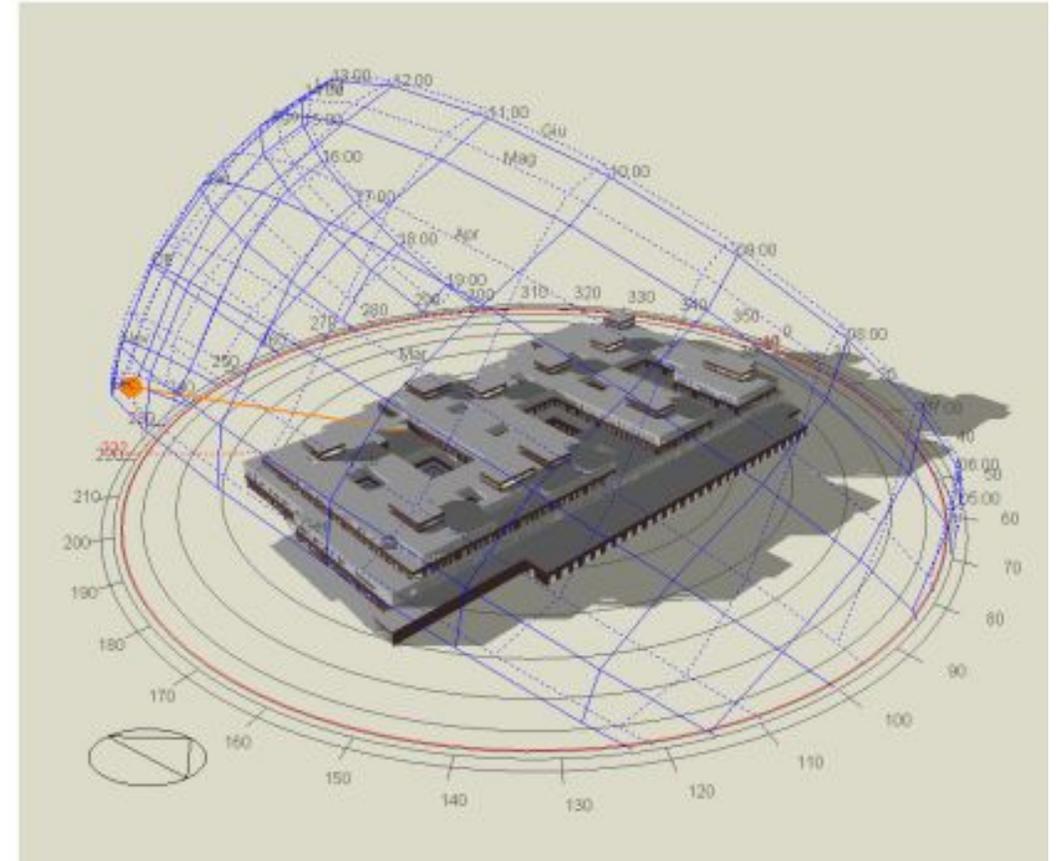
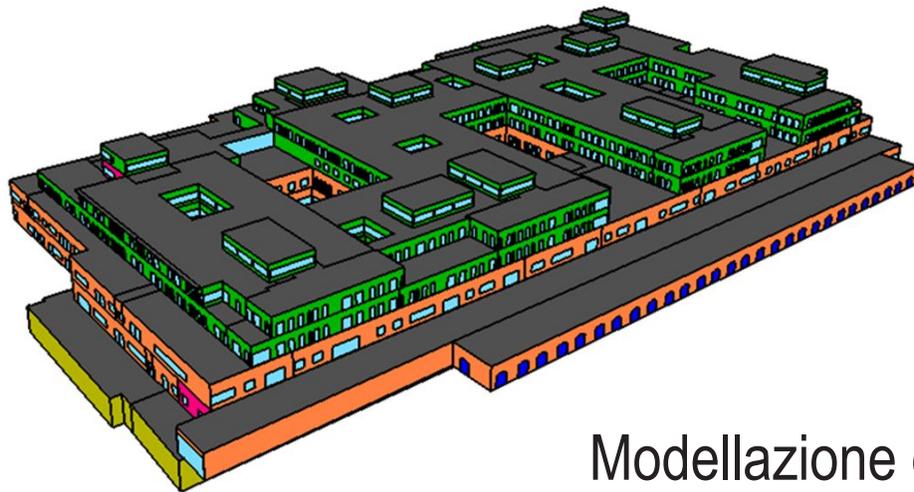
## Come si persegue il contenimento dei loro consumi energetici

- **Ottimizzando il salto termico dei fluidi termovettori**, per esempio 8°C sia nel caso dell' acqua refrigerata (7/15 °C), sia nel caso dell' acqua calda circuiti a bassa temperatura (45/37 °C) oppure 20 °C nel caso dell' acqua calda ad alta temperatura (90/70 °C), e impiego di sistemi di distribuzione dell'acqua a portata variabile in modo da **ridurre le portate e di conseguenza i consumi parassiti di energia elettrica dovuti ai pompaggi**;
- Ottimizzando la portata dell'aria di ventilazione in tutti gli ambienti ad affollamento variabile quali le sale di aspetto. Impianti DCV (**Demand Controlled Ventilation**);
- Scegliere, non ultimo, in modo attento le **condizioni termoigrometriche da mantenere negli ambienti**, evitando di imporre, ove non strettamente indispensabile, controlli troppo stretti dei parametri microclimatici ed in particolare di quelli che poco influenzano le condizioni di benessere, ma che al contrario richiedono un elevato dispendio di energia quali ad esempio l'umidità relativa;

# Come si valutano le prestazioni energetiche del sistema edificio/impianti e i relativi consumi ?

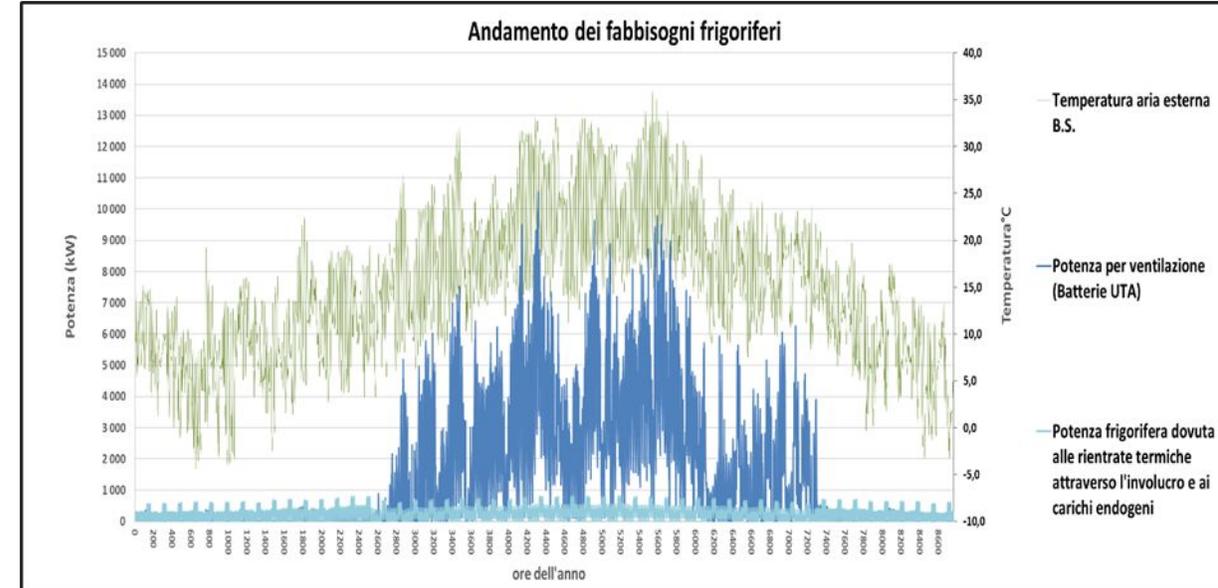
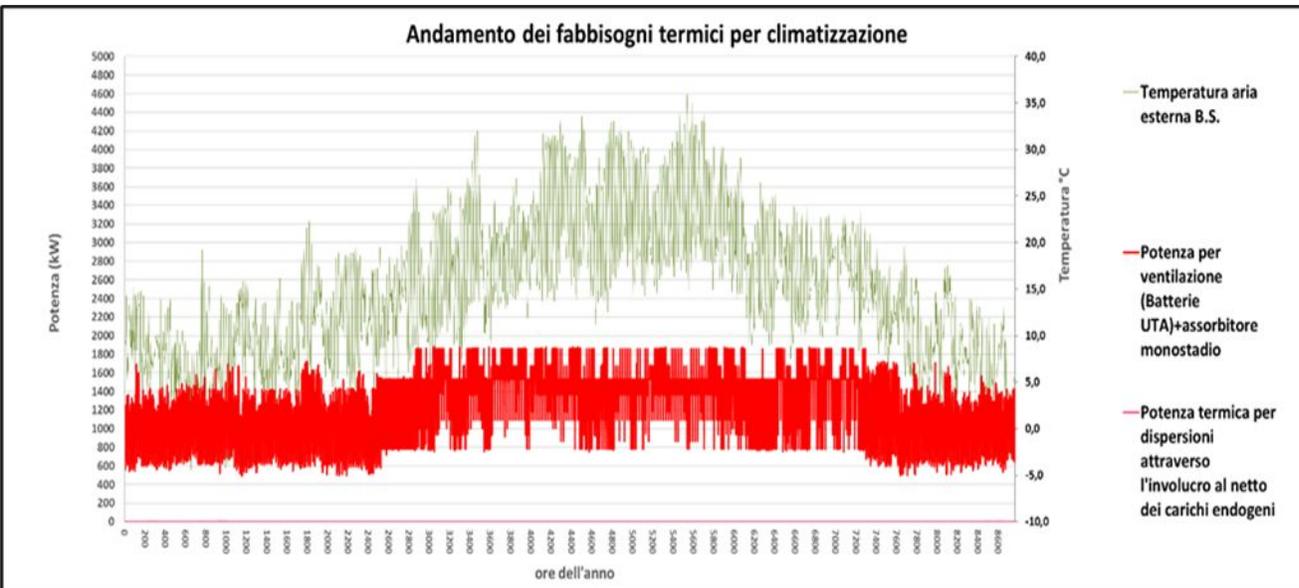
Il calcolo dei consumi energetici di un edificio, specie se di grandi dimensioni e fortemente articolato come un grande ospedale, è molto molto complesso.

Il modo più corretto per effettuare tale calcolo richiede l'implementazione di **modelli di simulazione termo-energetica in regime dinamico su base oraria**



Modellazione dell'ospedale in **Energy Plus**

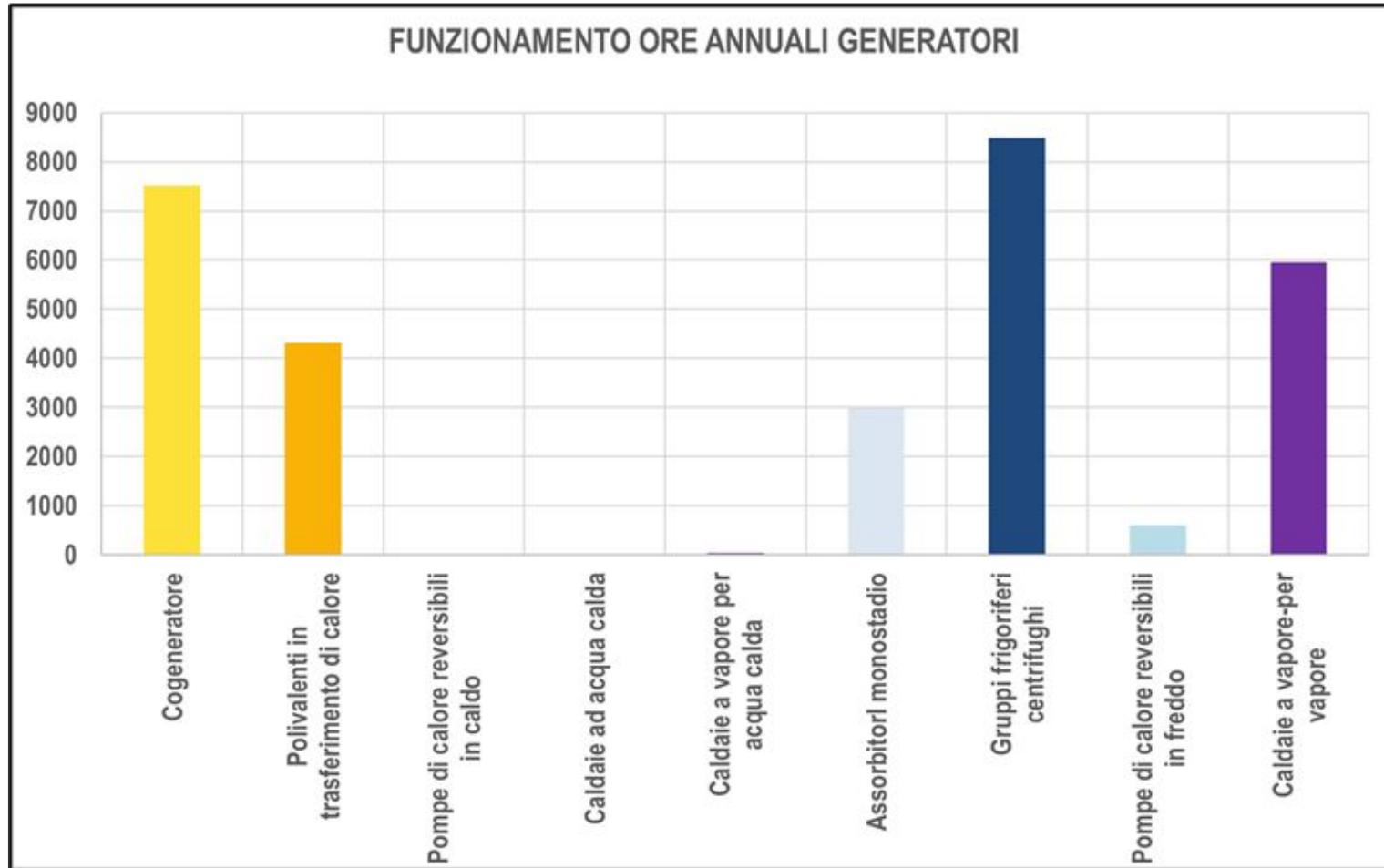
# I risultati della simulazione



Andamenti fabbisogni termici per climatizzazione (acqua calda a 45°C)

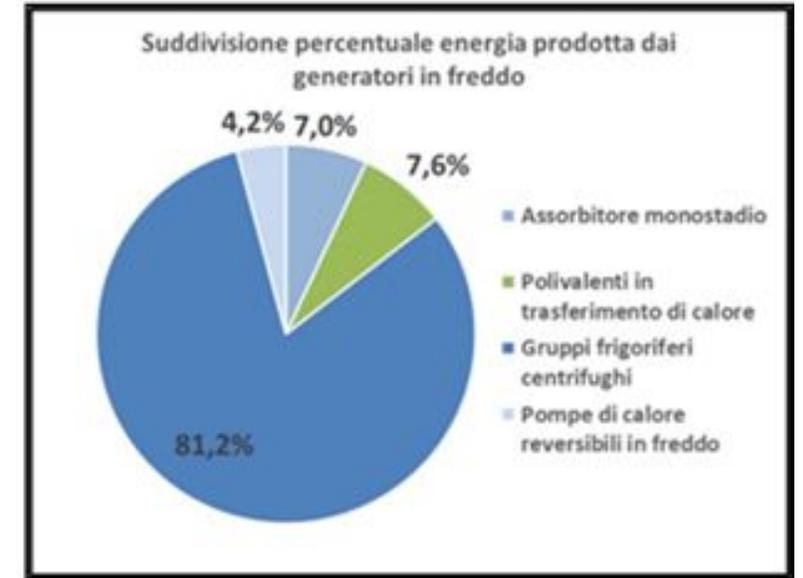
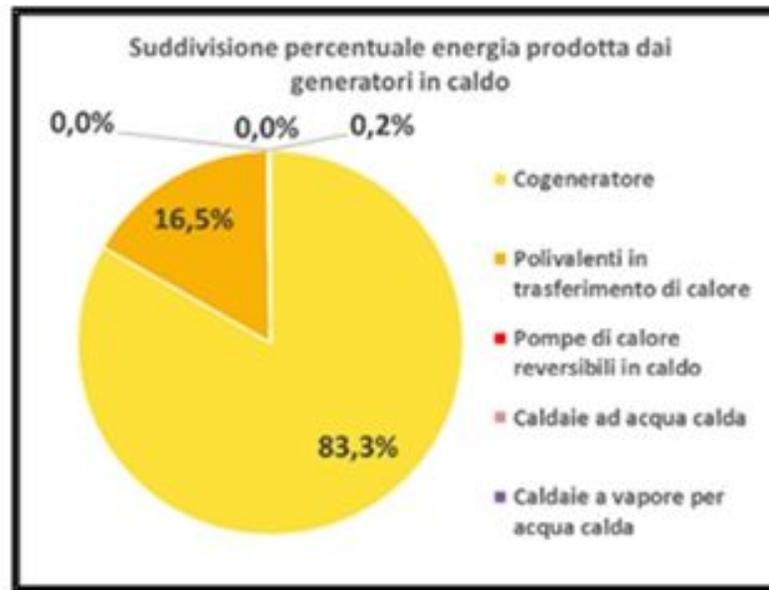
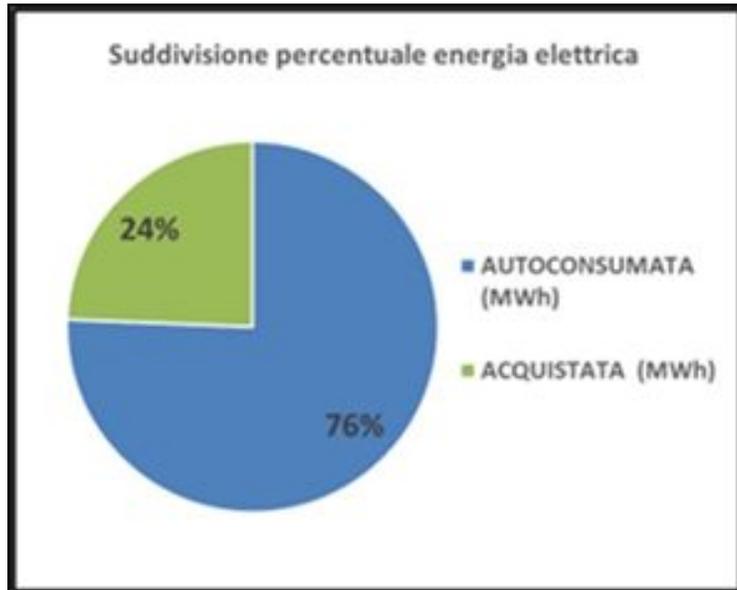
Andamenti fabbisogni frigoriferi per climatizzazione (acqua refrigerata a 7°C)

# I risultati della simulazione



Ore di funzionamento annuali dei singoli vettori energetici a qualsiasi livello di carico

# I risultati della simulazione



Percentuali di copertura dei fabbisogni energetici (energia elettrica, energia termica ed energia frigorifera) da parte dei vari sistemi di produzione.

# I risultati della simulazione

ENERGIA ELETTRICA		
Fabbisogno annuale di energia elettrica	14226	MWh/anno
Energia elettrica autoprodotta mediante cogenerazione	10762	MWh/anno
Energia elettrica autoprodotta mediante fotovoltaico	1874	MWh/anno
Energia elettrica venduta	155	MWh/anno
Energia elettrica acquistata	1591	MWh/anno
GAS NATURALE		
Gas naturale generatori di vapore	691 704	Sm3/anno
Gas naturale generatori di acqua calda	0	Sm3/anno
Gas naturale cogeneratore	2 503 107	Sm3/anno

Consumi annuali di energia elettrica e di gas metano  
con la cogenerazione/trigenerazione (1,5 MWe)

# Gli approfondimenti



Politecnico  
di Torino



PRODIM s.r.l.  
progettazione di impianti

*From zero energy to zero  
emission buildings*

*Analisi e ottimizzazione del progetto  
degli impianti HVAC*

Relatrice:  
Prof. Arc. Ferrara Maria  
Correlatore:  
Ing. Mantua Francesco  
Ing. Bo Giorgio

Candidata:  
Turco Margherita

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Edile  
A.A. 2022/2023



Ing. Matteo Bo - Prodim srl

53° Convegno Internazionale AiCARR  
12-13-14 marzo 2024  
Fiera Milano, Rho (MI) | MCE 2024

Dagli NZEB agli ZEB: gli edifici  
dei prossimi decenni per un  
futuro salubre e sostenibile



## Obiettivi di ricerca

- **Comparazione di soluzioni impiantistiche e valutazione della CO2 emessa**
- **Verifica delle potenzialità di un modello di calcolo dinamico su base oraria, in grado di restituire un Digital Twin di un edificio reale**

## Caso di studio

- **Polo Ospedaliero di nuova costruzione: 5 piani, 89.000 mq, 490 posti letto**
- **Richiesta di 730.000 m<sup>3</sup>/h complessivi, con trattamenti dell'aria di tipologia AP, TA e FA**
- **Quattro alternative progettuali di Generazione Energetica**
- **Software di modellazione dinamica su base oraria: *EnergyPlus*, attraverso l'interfaccia grafica di *DesignBuilder***



# NUOVO OSPEDALE DI LIVORNO

## SOSTENIBILITÀ IDRAULICA

Invarianza e compatibilità idraulica  
Tecnologie di drenaggio sostenibili  
Gestione dei reflui

Ing. Stefani Ripari  
POLITECNICA

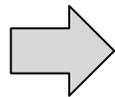


INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA | Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)



Stato attuale:

- Forte impermeabilizzazione
- Estese superfici pavimentate

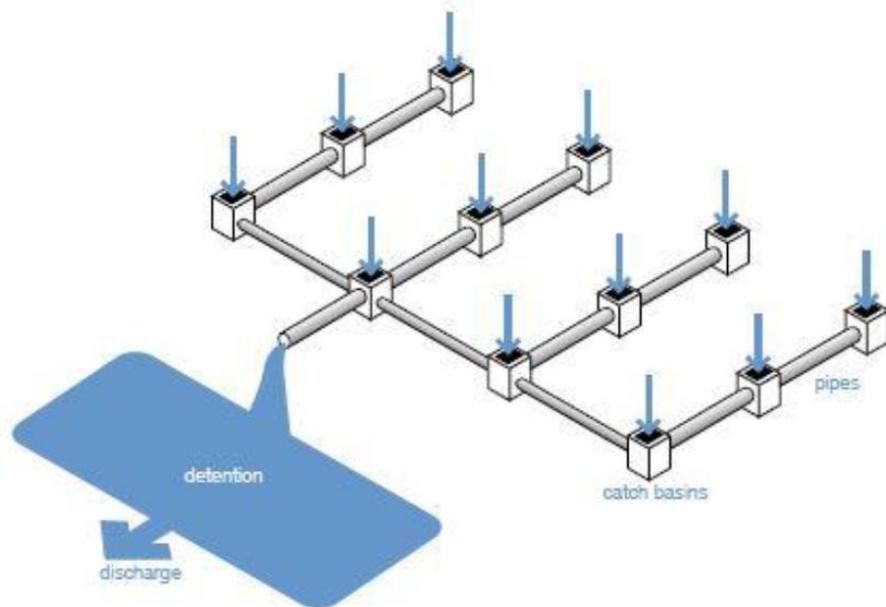


Gestione del drenaggio urbano con approccio «hard engineering»

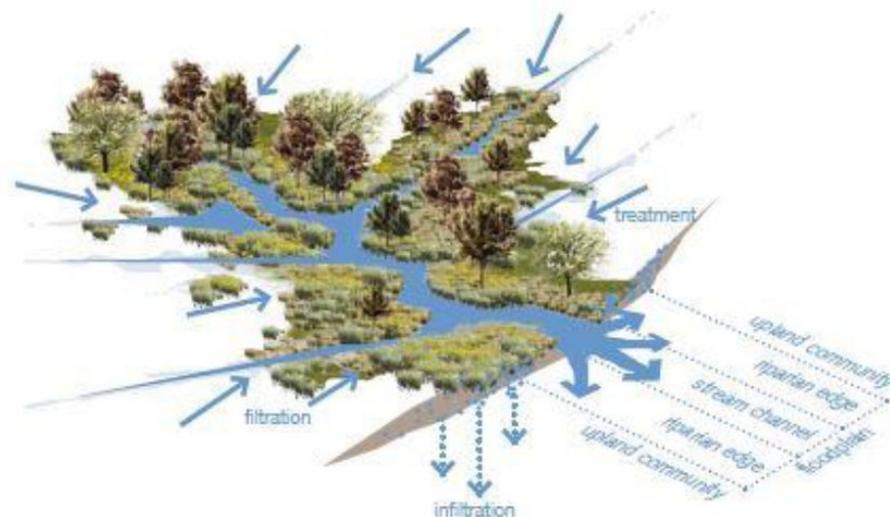
- raccolta e immissione in fognatura indipendentemente dal grado di inquinamento
- riduzione/annullamento infiltrazione locale e trasferimento le acque piovute in località differenti (sbilancio idrico)

INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA | Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)

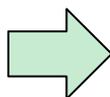
## HARD ENGINEERING



## SOFT ENGINEERING



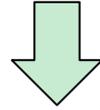
CAMBIO DI APPROCCIO  
NELLA GESTIONE DEI  
DRENAGGI URBANI



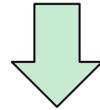
- + Regolazione atmosferica-climatica, idrica (riduzione apporto in fognatura)
- + Recupero delle acque
- + Riduzione carichi inquinanti
- + Aumento biodiversità
- + Aumento aree ricreative

INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA | Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)

## Gestione acque meteoriche tecniche di soft engineering

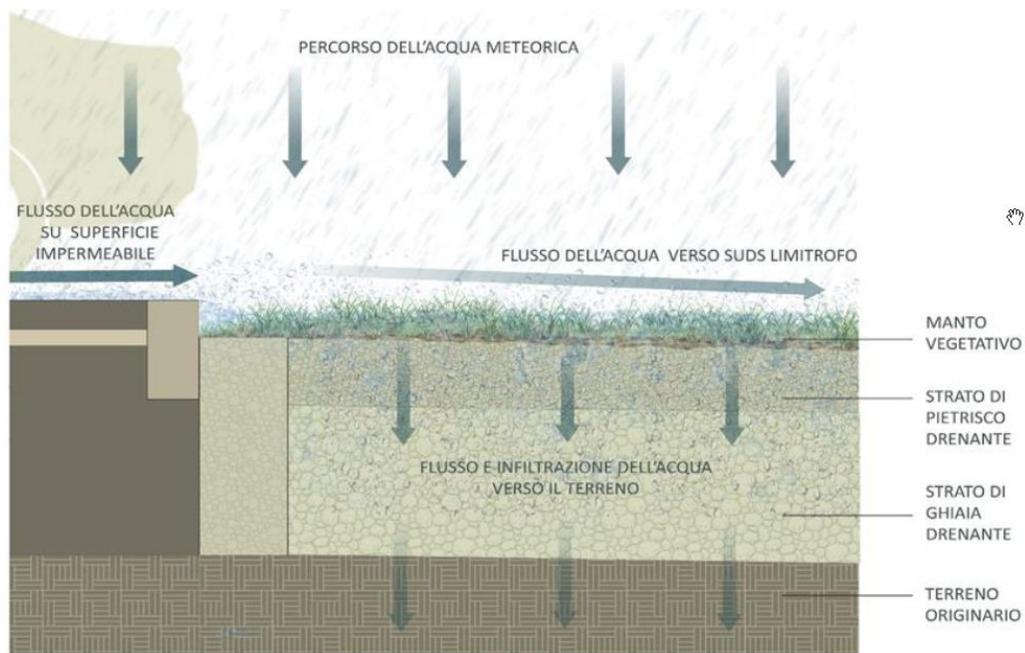


Implementazione del principio di invarianza idraulica e compatibilità idraulica con il corpo riceettore (Rio Riseccoli) mediante modellazione idraulica specifica dell'intera area di intervento (Storm & Sanitary Analysis)  
+ Accumulo acque meteoriche ai fini irrigui



Miglioramento della qualità delle acque, riduzione dei volumi di acqua scaricati in fognatura, aumento biodiversità urbana, miglioramento della fruizione delle aree

## SISTEMI DI DRENAGGIO SOSTENIBILI (SuDS) | Fasce filtranti

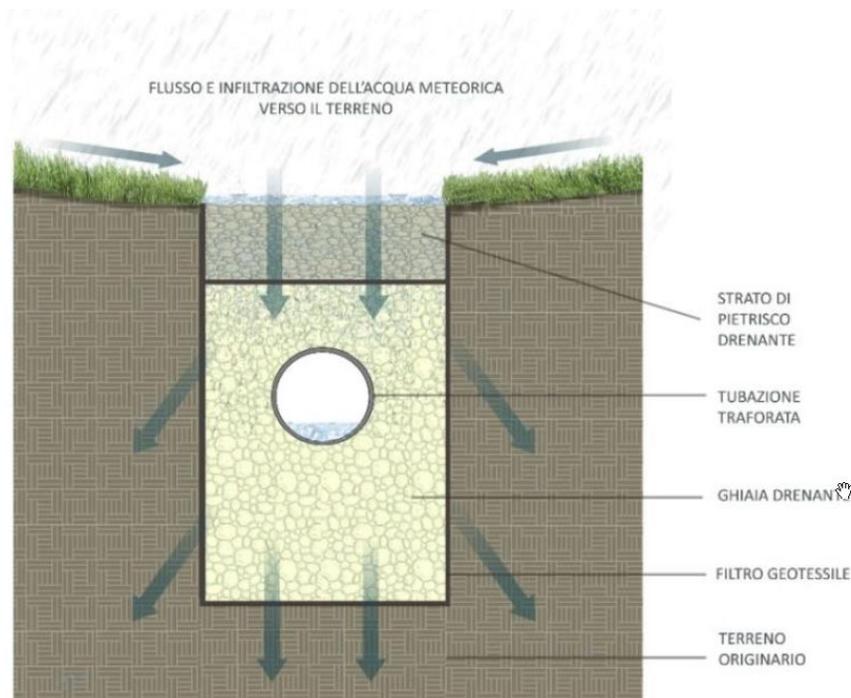


Fasce di terreno densamente vegetate progettate per ridurre i volumi di acqua attraverso l'infiltrazione e trattare le acque tramite la filtrazione della vegetazione e del sottofondo.

- + Riduzione volumi di runoff (scorrimento superficiale) grazie all'infiltrazione
- + Efficace sistema di pre-trattamento
- + Sistema atto a favorire la ricarica delle falde
- + Facilmente integrabile nel paesaggio

INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA | Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)

## SISTEMI DI DRENAGGIO SOSTENIBILI (SuDS) | Dreni infiltranti



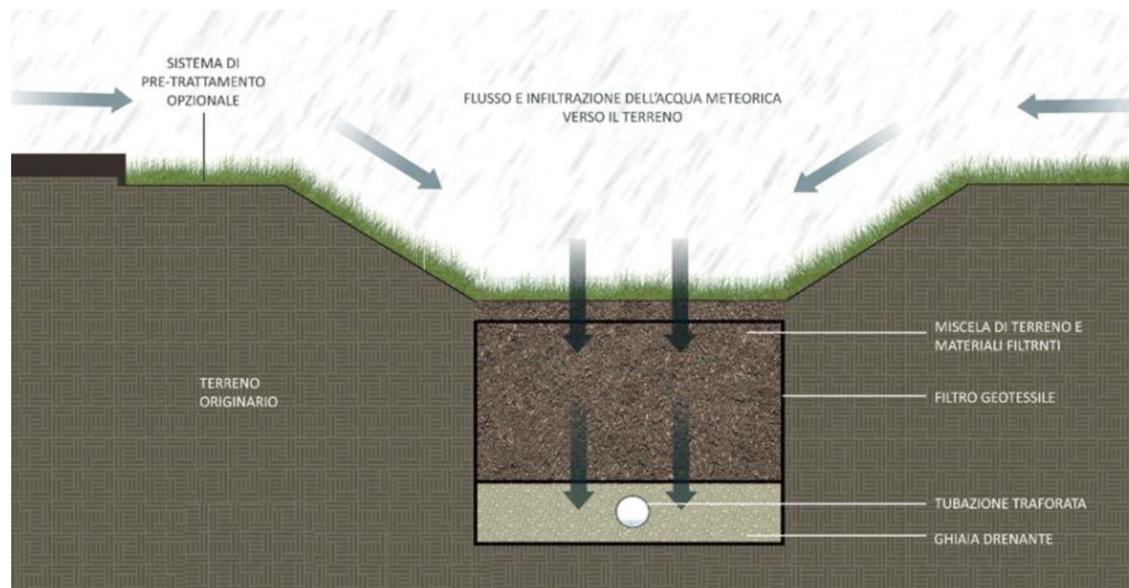
Sistema costituito da trincee riempite in ghiaia e dotate di tubazione microforata che consente di contenere, stoccare e filtrare le acque di pioggia.

Sistema alternativo alle tradizionali tubazioni dell'approccio hard engineering.

- + Discreta resa depurativa grazie ai meccanismi di filtrazione e adsorbimento
- + Ricarica delle acque sotterranee
- + Ridotta manutenzione rispetto a sistemi hard-engineering
- + Riduzione estensione della rete fognaria acque meteoriche (grazie alla riduzione di volumi e portate dovuta all'infiltrazione)

INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA | Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)

## SISTEMI DI DRENAGGIO SOSTENIBILI (SuDS) | Canali vegetati



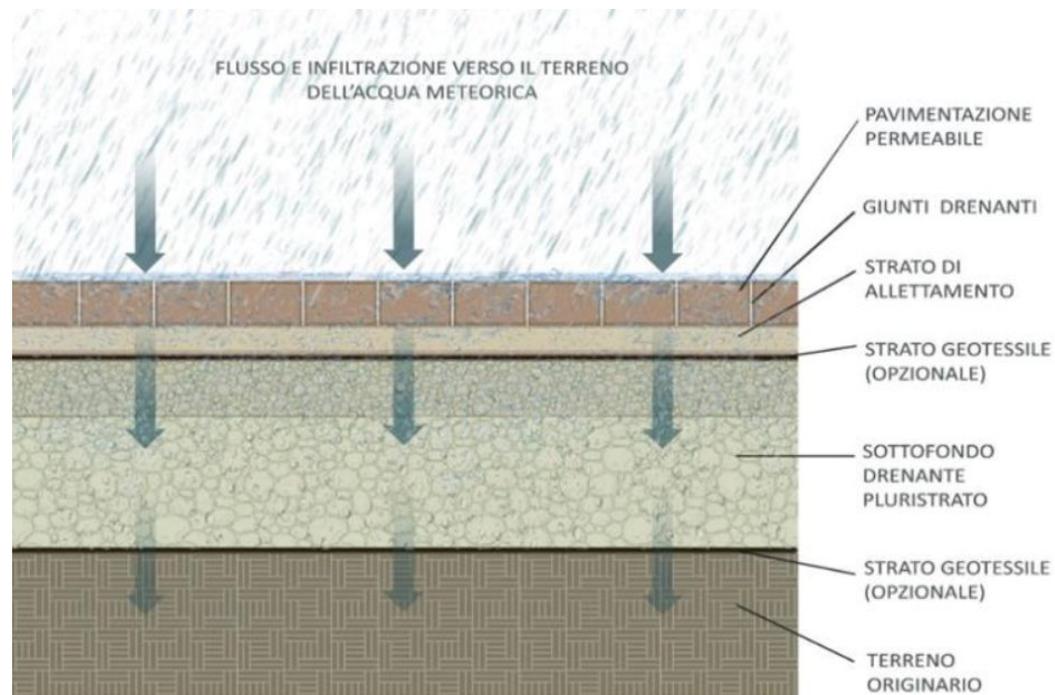
Canali poco profondi con sponde inerbite o vegetate con piante adatte ad ambienti umidi che consentono l'attenuazione del deflusso di acqua facendolo scorrere a velocità minori.

Garantiscono la possibilità di contenimento dei volumi di acqua meteorica in eccesso, la loro infiltrazione e filtrazione (trattamento depurativo).

- + Riduzione sedimenti per l'azione di filtrazione esercitata dalla vegetazione
- + Riduzione del volume di acque di dilavamento
- + Rinaturazione del contesto urbano
- + Riduzione estensione della rete fognaria acque meteoriche (grazie alla riduzione di volumi e portate dovuta all'infiltrazione)

## INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA | Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)

## SISTEMI DI DRENAGGIO SOSTENIBILI (SuDS) | Pavimentazioni permeabili

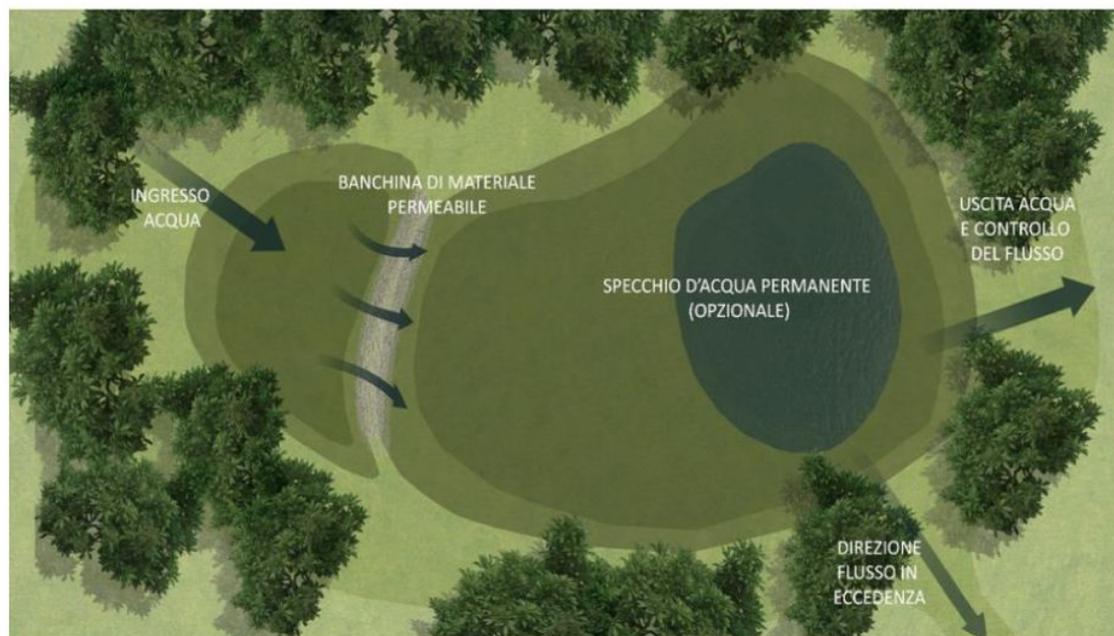


Pavimentazione caratterizzata da elementi modulari con presenza di vuoti o fughe riempite con materiale permeabile in modo da garantire l'infiltrazione delle acque meteoriche.

- + Riduzione delle superfici impermeabili
- + Riduzione del volume delle acque con eliminazione dei fenomeni di ruscellamento superficiale
- + Mantenimento delle falde
- + Elevata durata

INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA | Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)

## SISTEMI DI DRENAGGIO SOSTENIBILI (SuDS) | Bacini naturali di detenzione



I bacini di detenzione sono spazi vegetati poco profondi, atti allo stoccaggio superficiale e temporaneo e al controllo del flusso di acqua meteorica. Rimangono asciutte per la maggior parte del tempo finché non interessate da un evento meteorico. Consentono il controllo del deflusso e dei volumi, la sedimentazione dei solidi e la creazione di uno spazio fruibile.

- + Gestione degli eventi meteorici critici con riduzione delle portate di picco
- + Ridotta manutenzione
- + Creazione di uno spazio fruibile
- + Sedimentazione dei solidi contenuti nelle acque di prima pioggia

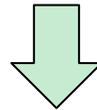
INVARIANZA E COMPATIBILITÀ IDRAULICA | Sistemi di drenaggio sostenibili (SuDS)



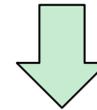
GESTIONE DEI REFLUI

Le reti fognarie acque reflue possono essere suddivise nelle seguenti reti:

- + Reti acque reflue provenienti da servizi igienici (WC)
- + Reti acque reflue caratterizzate da alto contenuto di grassi (cucine)
- + Reti acque reflue «infette» (da laboratori, obitorio, reparti infettivi, lavanderie, ...)
- + Reti acque reflue radioattive



Impianto di trattamento

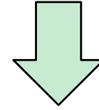


Scarico in pubblica fognatura nel rispetto dei limiti dalle vigenti normative

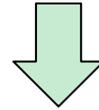


CONTINUITÀ IDRAULICA DELLA FALDA

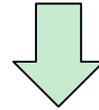
L'intervento prevede la realizzazione di piani interrati in presenza di falda freatica attestata ad una profondità di circa 2 metri dal piano campagna.



Approfondita analisi dei dati dei piezometri presenti con lettura periodica per definizione del comportamento della falda in caso di eventi meteorici intensi + Prove locali finalizzate alla determinazione dei coefficienti di permeabilità alle varie profondità.



Modellazione del comportamento delle acque sotterranee in movimento e filtrazione al fine dell'indagine dell'interferenza tra opera e falda

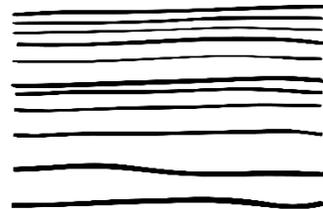


Implementare sistemi di continuità della falda con la realizzazione di un **edificio trasparente e impermeabilizzato** evitando innalzamento dei livelli di falda a monte e abbassamenti a valle.

CONTINUITÀ IDRAULICA DELLA FALDA

# NUOVO OSPEDALE DI LIVORNO

## ASPETTI IDROGEOLOGICI IDRAULICI



Della Croce  
STUDIO DI GEOLOGIA

Dott.Geol. Giorgio Della Croce

# Problematiche principali di carattere idrogeologico idraulico

- Pericolosità idraulica, ovvero vulnerabilità rispetto eventuali eventi alluvionali;
- Reticolo idrografico: la gestione del Collettore Riseccoli;
- Falda superficiale: evitare che le opere in progetto costituiscano un «effetto barriera».

# COMUNE DI LIVORNO – CARTA DEI BATTENTI DI PIENA PER Tr200 anni



Il solo spigolo NE è soggetto a esondazione con periodo di ritorno 200 anni, con battente tra 5 e 10 cm.

Dott. Geol. Giorgi Della Croce



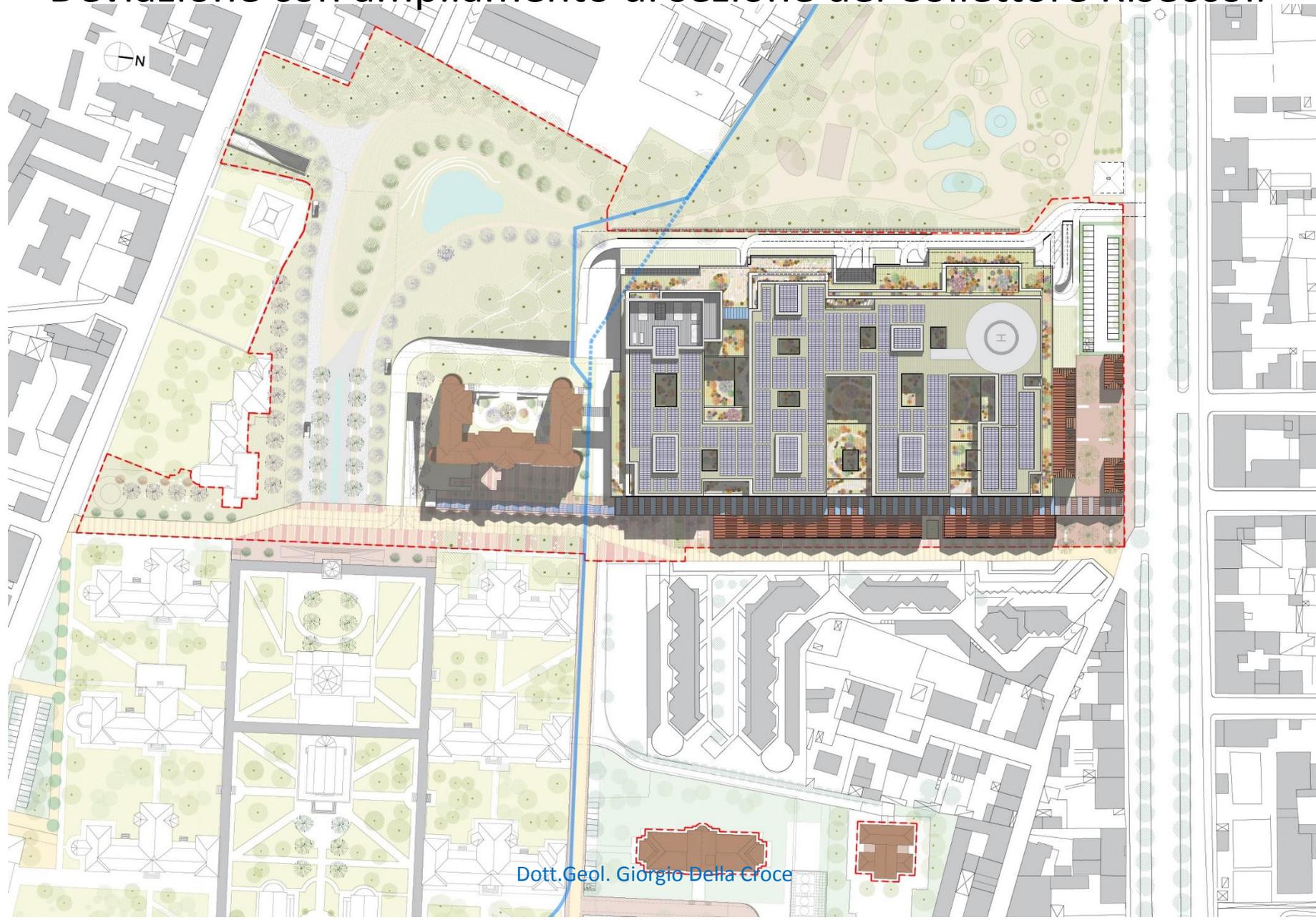
**Variante  
PIANO  
STRUTTURALE**



COMUNE  
DI LIVORNO

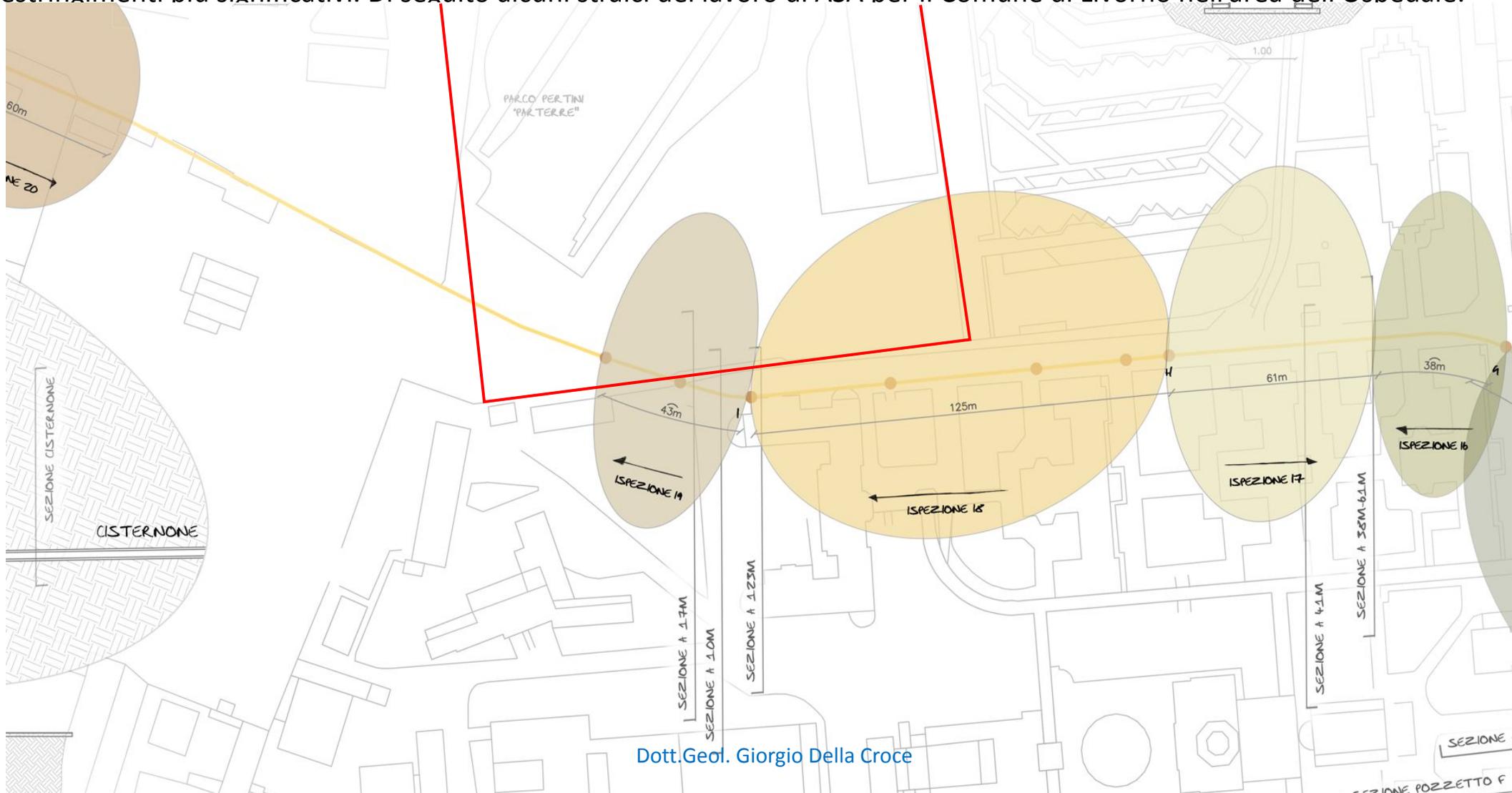
# INTERFERENZA CON IL COLLETTORE RISECCOLI

Deviazione con ampliamento di sezione del Collettore Riseccoli



**STATO ATTUALE** – Da: Ricognizione dei vecchi Rii tombati - Contratto stipulato tra Comune di Livorno e ASA Spa in data 27 Settembre 2018 e consegna il 31 Marzo 2020.

Il tracciato dell'attuale Collettore Riseccoli si origina sulla via vecchia di Salviano. Ha uno sviluppo di c.a. 3 km, attraversa la zona dell'Ospedale, dopo aver percorso un tratto di Viale Alfieri, punta verso il Cisternone lambendo il Parco Pubblico Pertini, per poi incanalarsi su Via Galilei, attraversare Piazza XI Maggio e, dopo una brusca deviazione, immettersi nel tratto residuale dell'ex Canale delle Cateratte, lungo Via del Testaio. La sezione ad arco ribassato presenta significative variazioni di dimensioni, sia per altezza che per larghezza. Nei pressi dell'Ospedale e in Via del Testaio, i restringimenti più significativi. Di seguito alcuni stralci del lavoro di ASA per il Comune di Livorno nell'area dell'Ospedale:

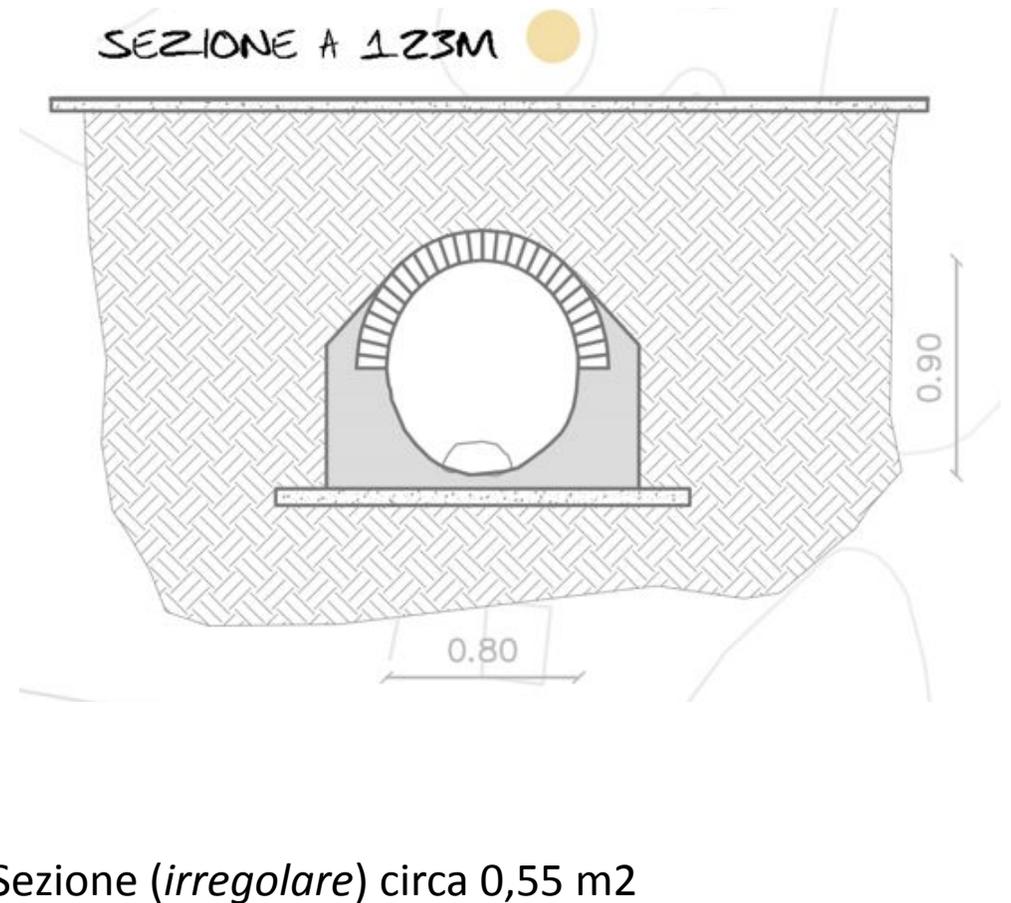
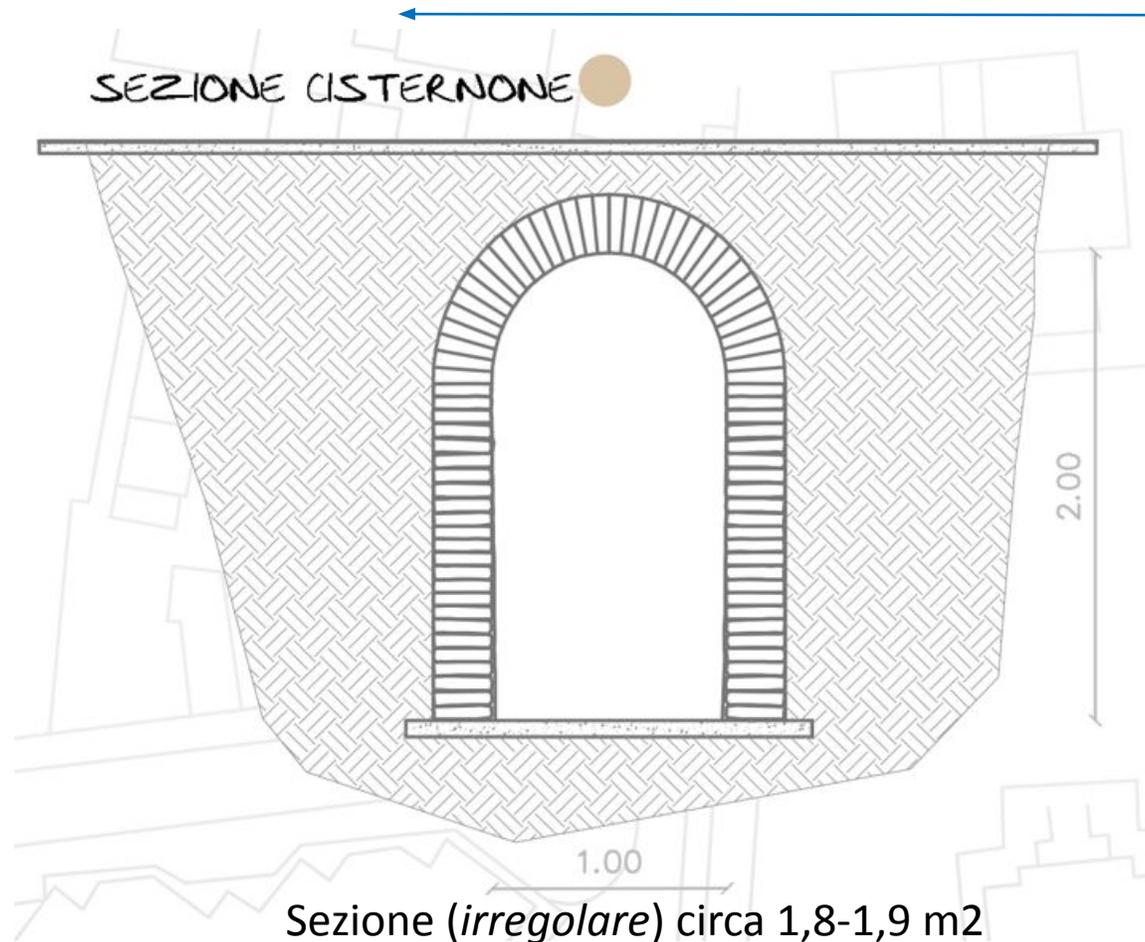


Dott. Geol. Giorgio Della Croce

# STATO ATTUALE

Collettore Riseccoli – Sezioni tipo nell'area Ospedale e nell'area del Cisternone

Direzione di deflusso



→ AUMENTO DELLA SEZIONE NEL TRATTO SOGGETTO A DEVIAZIONE

Falda superficiale: evitare che le opere in progetto costituiscano un «effetto barriera» nei confronti della falda superficiale, che ha un deflusso da est verso ovest, ortogonale alla struttura in progetto.

A tale scopo è prevista la progettazione e la realizzazione di «passanti» agevolati per l'acqua della falda superficiale, che in stagione di morbida si colloca anche a 1,9-2,0 m di profondità dall'asse di Via della Meridiana.

# Schema generale concettuale con schematizzazione di strutture idrauliche per permettere il deflusso della falda attraverso la struttura interrata.

