



Opere di difesa dell'isola di San Marco dalle Acque medio alte

Interventi di Salvaguardia di Piazza San Marco dalle alte maree

Convegno tra geologia e geofisica 2018

Geologia e Geofisica applicate ai Beni culturali

In occasione dell'Anno Europeo del Patrimonio culturale

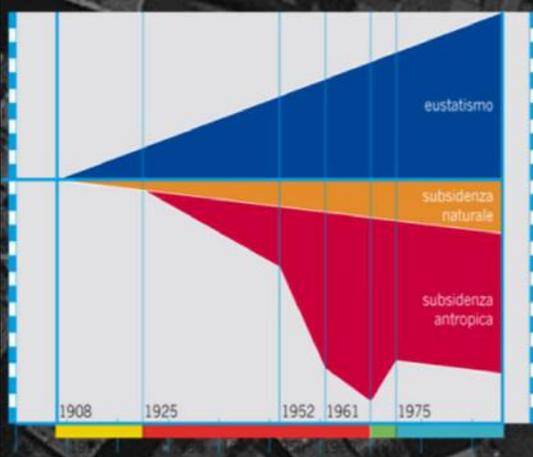
Arch. Francesco Lanza



INTRODUZIONE

- “ Specificità e criticità dell'area Marciana rispetto al fenomeno dell' «acqua alta»;
- “ L'approccio alla mitigazione dei rischi di allagamento adottato nell'intervento di protezione del Nartece;
- “ Indagini e approfondimenti conoscitivi realizzati nel corso della realizzazione dell'intervento;
- “ Possibili sviluppi per la definizione di una strategia integrata per la protezione dell'intera piazza.

SUBSIDENZA ED EUSTATISMO IN CENTRO STORICO



Subsidenza ed eustatismo



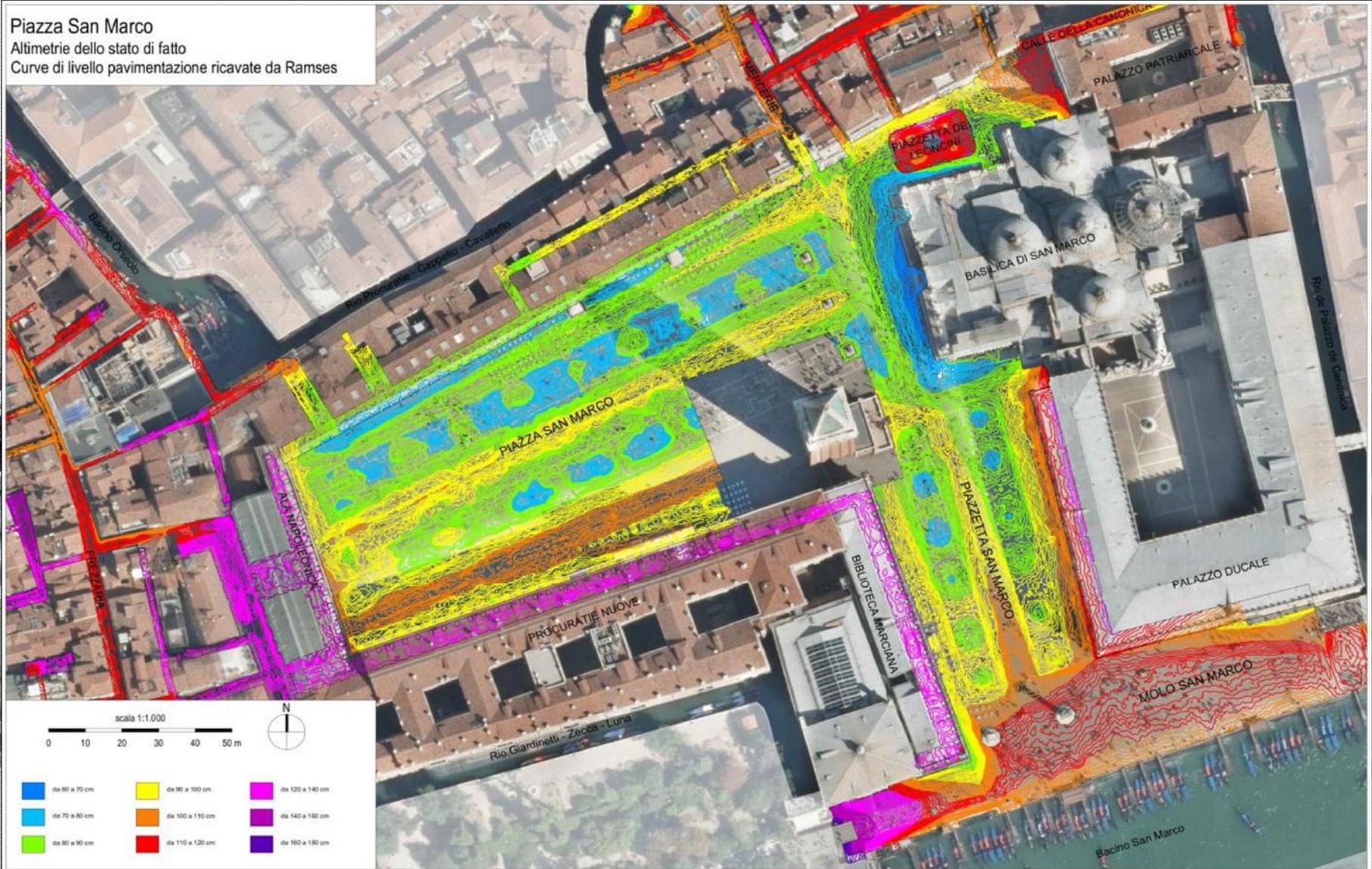
Venetie MD
Jacopo de' Barbari



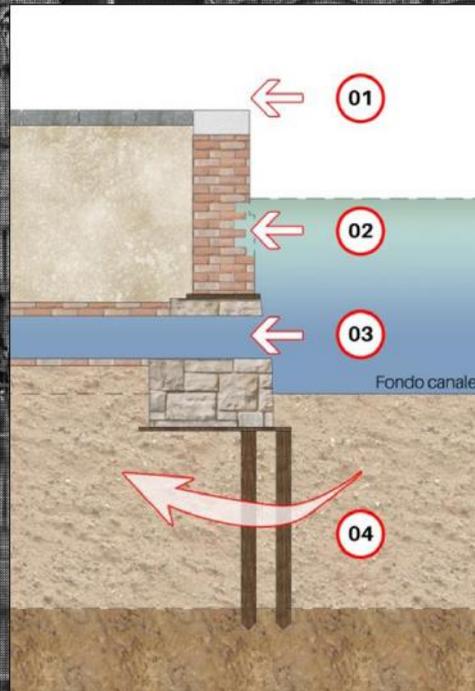
Livello della pavimentazione
antico e presente

ALTIMETRIA DI PIAZZA SAN MARCO

Piazza San Marco
Altimetrie dello stato di fatto
Curve di livello pavimentazione ricavate da Ramses



MECCANISMI DI ALLAGAMENTO



01 ALLAGAMENTO PER SORMONTO

Afflusso per il sormonto delle sponde e dei marginamenti dell'isola di San Marco, che in diversi punti si presentano depressi anche di alcune decine di centimetri rispetto alla quota di protezione prefissata

02 ALLAGAMENTO ATTRAVERSO LE LACUNE DEI MARGINAMENTI

Afflusso dell'acqua attraverso fessure e lacune presenti sulle murature costituenti i marginamenti, spesso in non ottimale stato di conservazione.

Afflusso dell'acqua verso la Piazza attraverso lo strato di riporto che compone l'orizzonte su cui poggia la pavimentazione della Piazza. Tale strato presenta uno spessore variabile dal metro ad alcuni metri e permeabilità variabile.

03 ALLAGAMENTO ATTRAVERSO I CUNICOLI ESISTENTI

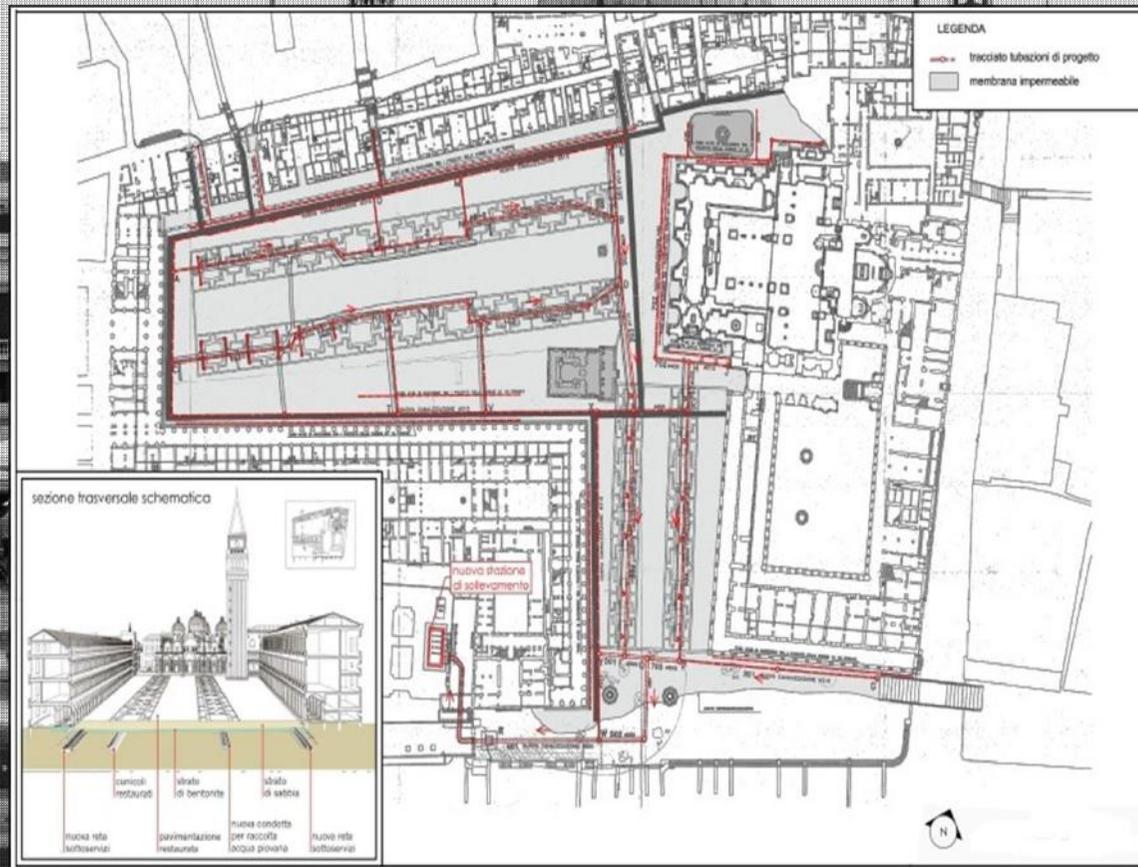
Afflusso dell'acqua verso la Piazza attraverso il sistema fognario esistente, costituito da un complesso e poco conosciuto sistema di gatoi, cunicoli e condotti risalenti a diverse epoche.

Da tale sistema di cunicoli l'acqua affiora in superficie attraverso la permeabilità della pavimentazione ed attraverso le numerose forine presenti nell'area della Piazza.

04 ALLAGAMENTO PER INFILTRAZIONE NELLE LENTI SABBIOSE

In base alle indagini svolte per il Progetto esecutivo per la riduzione del rischio di allagamento nel Nartece e nelle aree limitrofe della Basilica questa tipologia di allagamento dovrebbe incidere in maniera poco significativa. Al fine di avere conferma di ciò risulta opportuno attivare specifici rilievi piezometrici.

IL PROGETTO ESECUTIVO GENERALE DELLE OPERE DI DIFESA DELL'ISOLA DI SAN MARCO (1998):

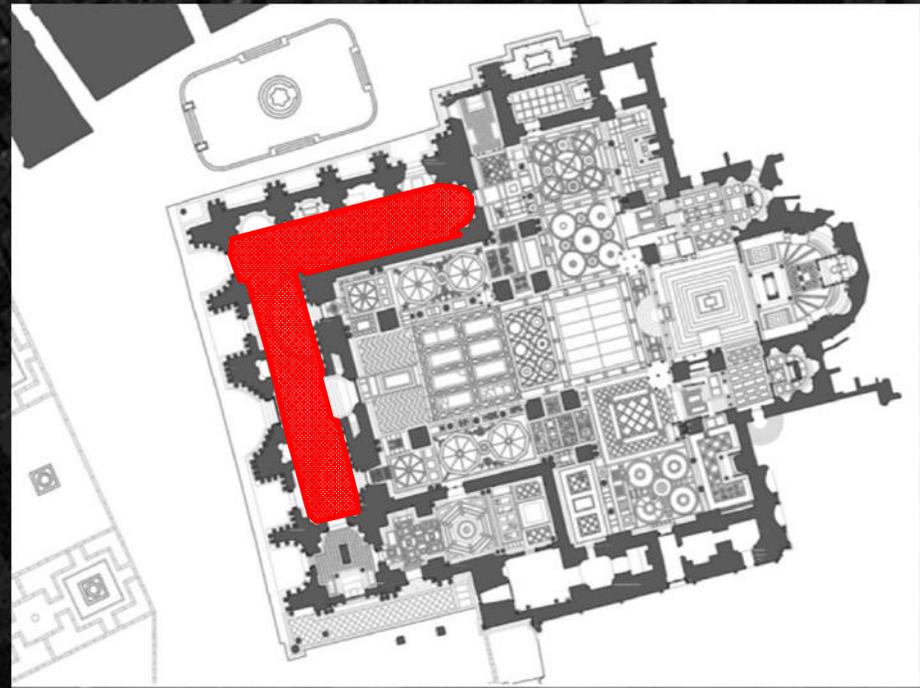


Il progetto esecutivo delle Opere di difesa dell'isola di San Marco, sviluppato nel 1998 per conto dell'ex Magistrato alle Acque ipotizzava la realizzazione di un sistema di gestione delle acque completamente nuovo per l'intera piazza, fissando le seguenti scelte:

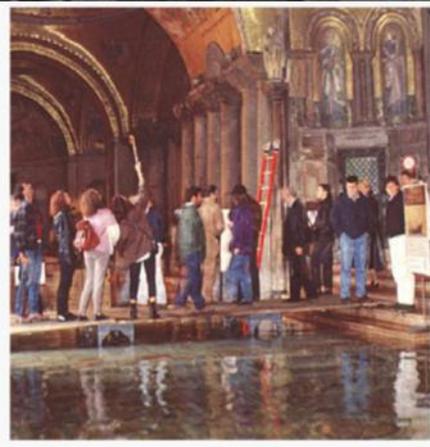
- quotazione di protezione dalle acque alte +1.00 s.l.P.S.;
- adozione di una impermeabilizzazione di tipo "orizzontale";
- chiusura del sistema fognario storico e realizzazione di una nuova rete di smaltimento delle acque di precipitazione;
- smaltimento acque meteoriche per sollevamento con riferimento ad un tempo di ritorno delle precipitazioni di 5 anni.



Aree inondate a 70 cm s. L.P.S. (azzurro)
Aree inondate a 80 cm s. L.P.S. (blu)



Planimetria della Basilica di San Marco –
Nartice: punto più basso 62 cm s.L.P.S.



IL PROGETTO ESECUTIVO DI RIDUZIONE DEL RISCHIO DI ALLAGAMENTO NEL NARTECE E NELLE AREE LIMITROFE DELLA BASILICA DI SAN MARCO

Il Progetto ipotizza il mantenimento e restauro della rete di cunicoli esistente e l'installazione di dispositivi di disconnessione temporanea della stessa per prevenire la risalita della marea :

- Quota di protezione dalle acque alte +0.88 s.l.P.S.;
- Protezione limitata al solo Nartece e alle aree limitrofe alla Basilica;
- Mantenimento e recupero della rete dei cunicoli esistente;
- Mancanza di forme di impermeabilizzazione completa a favore del solo contenimento di eventuali effetti di infiltrazione attraverso l'utilizzo di tubi dreni;
- Smaltimento acque meteoriche per sollevamento con riferimento ad un tempo di ritorno delle precipitazioni di 10 anni (sulle precipitazioni concomitanti agli eventi di marea superiori ai 62 cm).

Progettazione definitiva: Procuratoria di San Marco

Progettazione esecutiva: Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti
– Provveditorato Interregionale alle OO.PP.

Progetto delle opere: Studio Rinaldo s.r.l.

Progetto della sicurezza: GP - General Progetti s.r.l.

Esecuzione dell'intervento : Ministero delle Infrastrutture e dei
Trasporti – Provveditorato Interregionale alle OO.PP. Per tramite del
Consorzio Venezia Nuova

R.U.P.: ing. F. Sorrentino (Prov. Interr. OO.PP.)

Impresa opere civili: Rossi Renzo Costruzioni s.r.l.

Impresa opere impiantistiche: Gruppo ECF
Impianti Tecnologici e Costruzioni S.p.A.

Coordinatore per la sicurezza

in fase di esecuzione: ing. D. Semenzato

Assistenza archeologica: dott. M. Bortoletto

Direttore dei lavori: arch. F. Lanza – Thetis S.p.A.

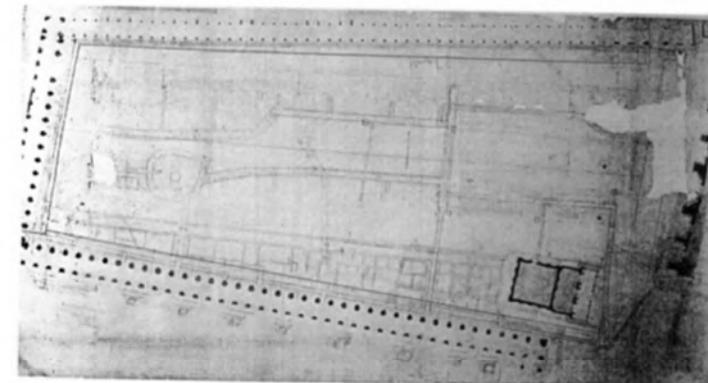
Assistenza e contabilità: geom. A. Nardin – Thetis
S.p.A.

Avvio dell'intervento: 21 maggio 2018

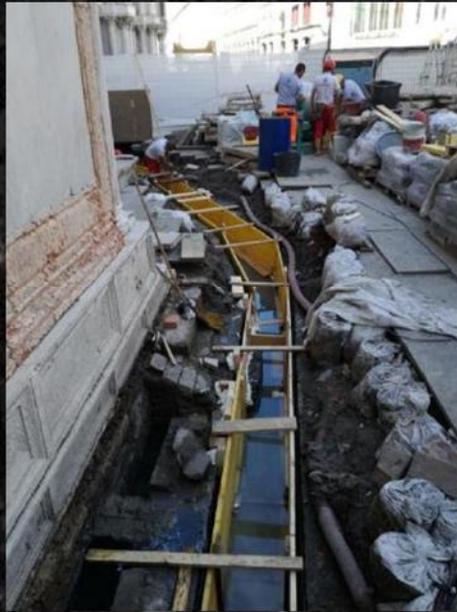
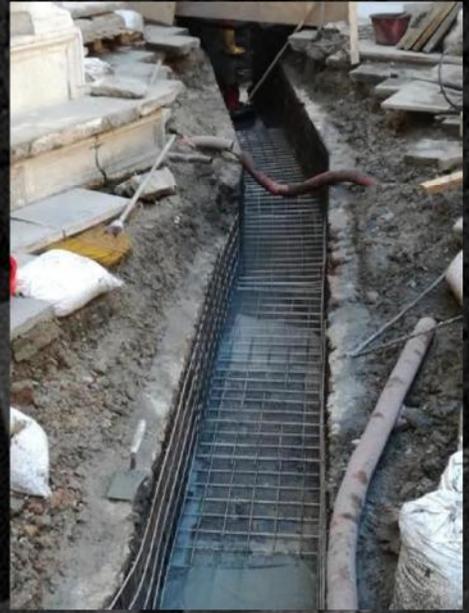
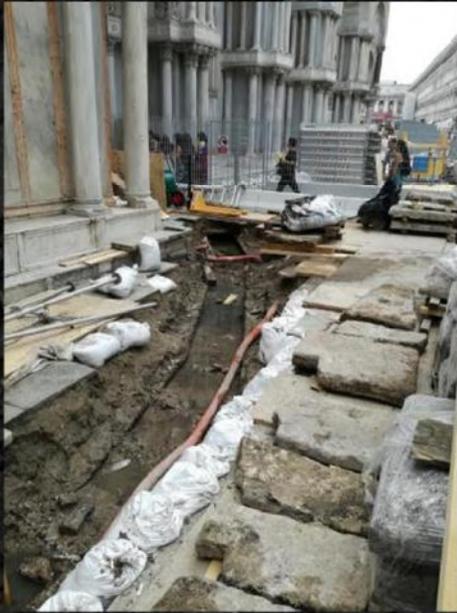
Durata: 180 gg.



RECUPERO ED ADEGUAMENTO DELLA RETE IDRAULICA ESISTENTE



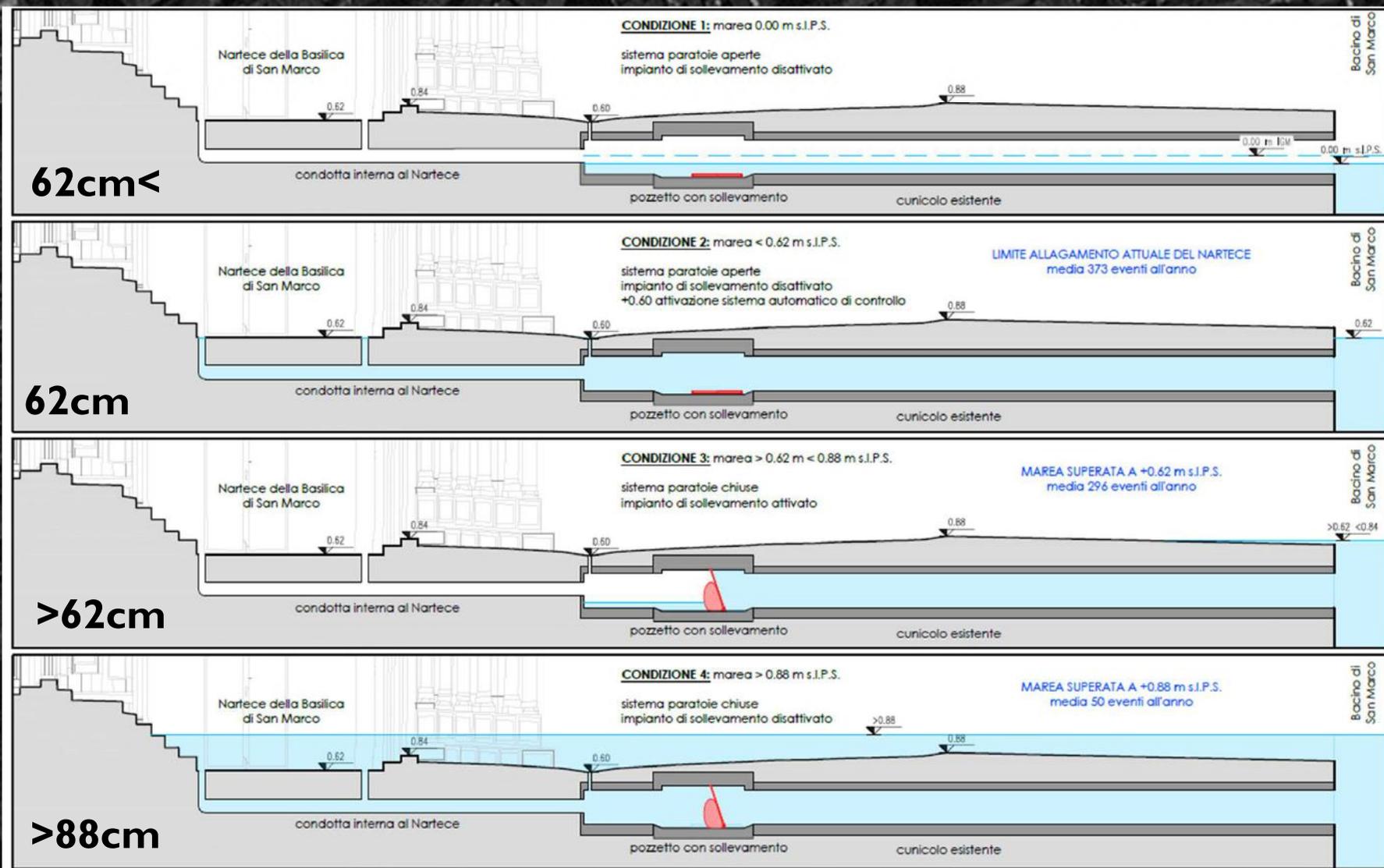
RECUPERO DELLA RETE DEI CUNICOLI ESISTENTI



INSTALLAZIONE DELLE VALVOLE PNEUMATICHE PER DISCONNETTERE LA RETE PERIMETRALE



FUNZIONALITA' DEL SISTEMA

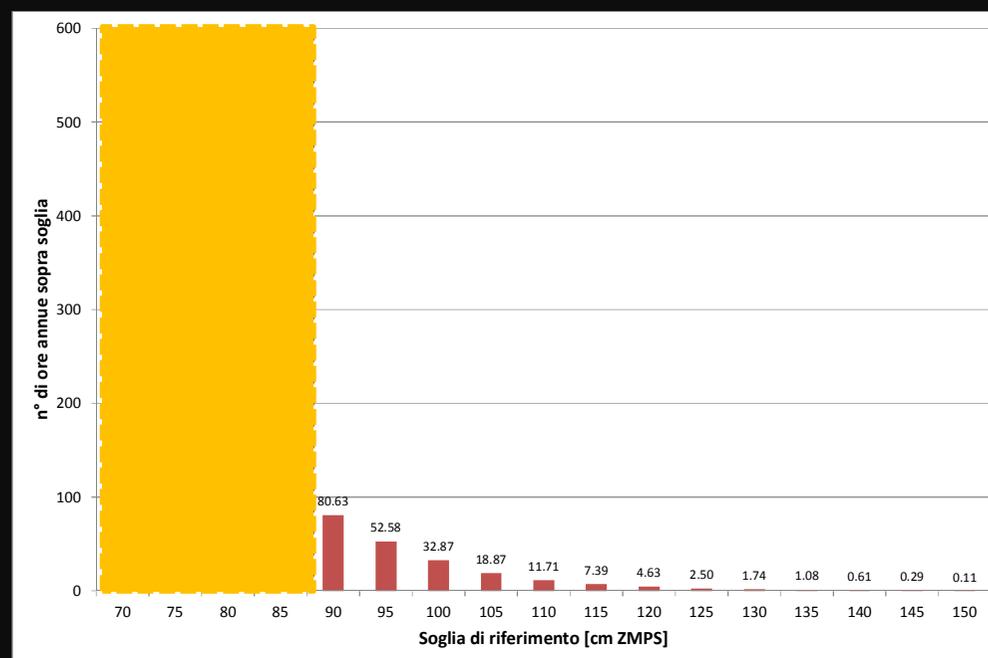


RISULTATI ATTESI

Aumento delle frequenze medie annue dei livelli di marea negli ultimi 20 anni.

Numero di ore annuali sopra soglia al mareografo di Punta della Salute (1980-2017)
(Elaborazione su dati CPSM)

Livello di marea	Frequenza media annua (1955-1998)	Frequenza media annua (1999-2016)
> + 0.60 m	223	361
> + 0.80 m	45	98
> + 1.00 m	7	18
> + 1.10 m	3	6



RIDUZIONE DELL' 85% DELLE INONDAZIONI NEL NARTECE



Numero medio annuo di eventi di marea che causano l'allagamento del Narteco, per maree > 62 cm s.L.P.S.

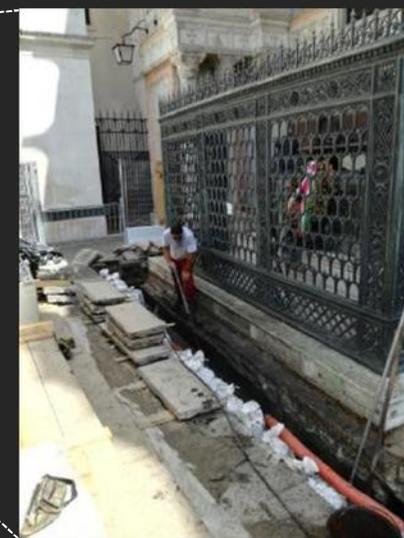
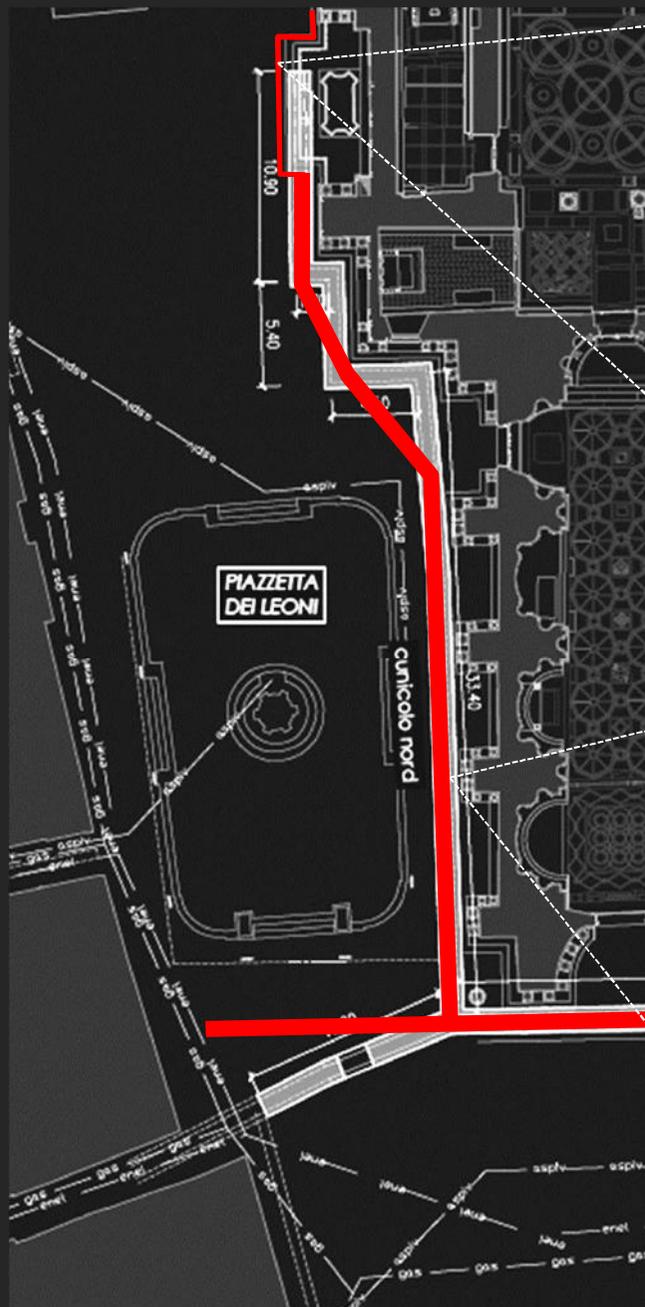
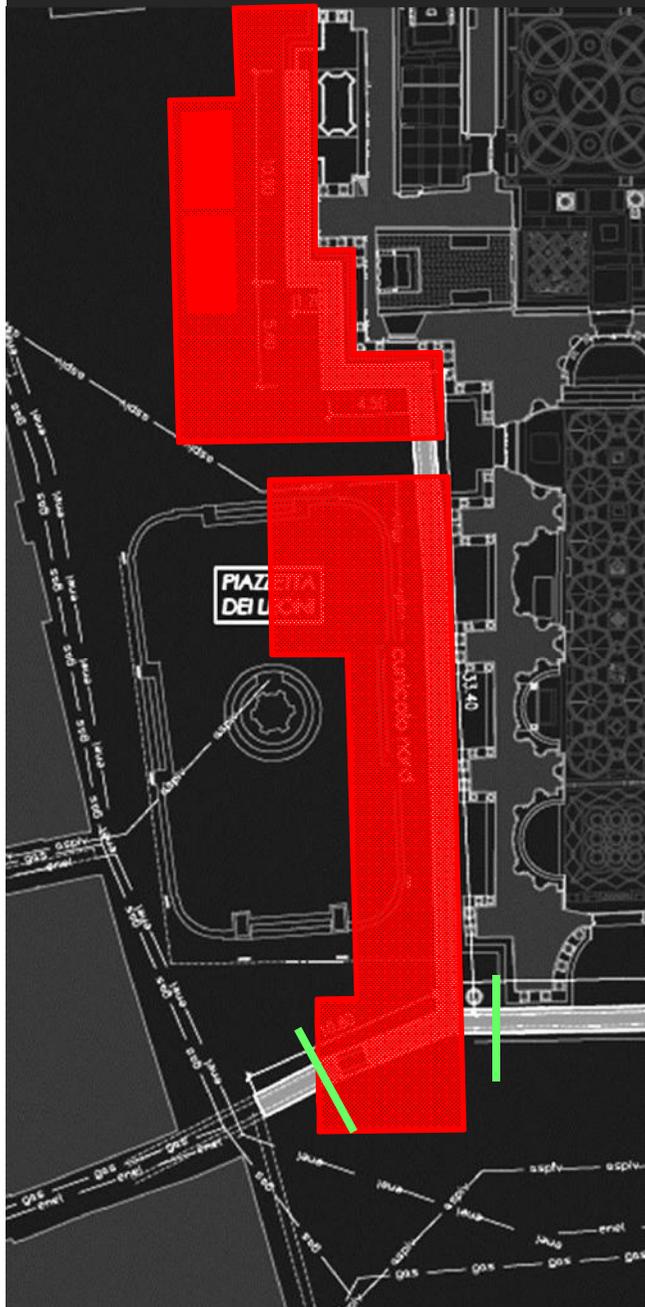
Riduzione media annua degli allagamenti con intervento di interclusione alla marea, per maree fra 62 e 84 cm s.L.P.S.

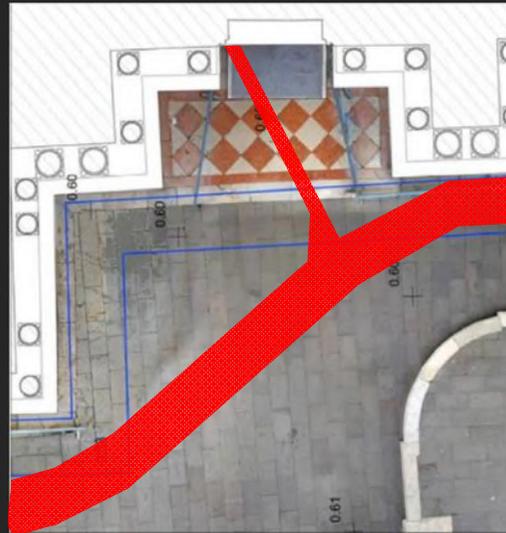
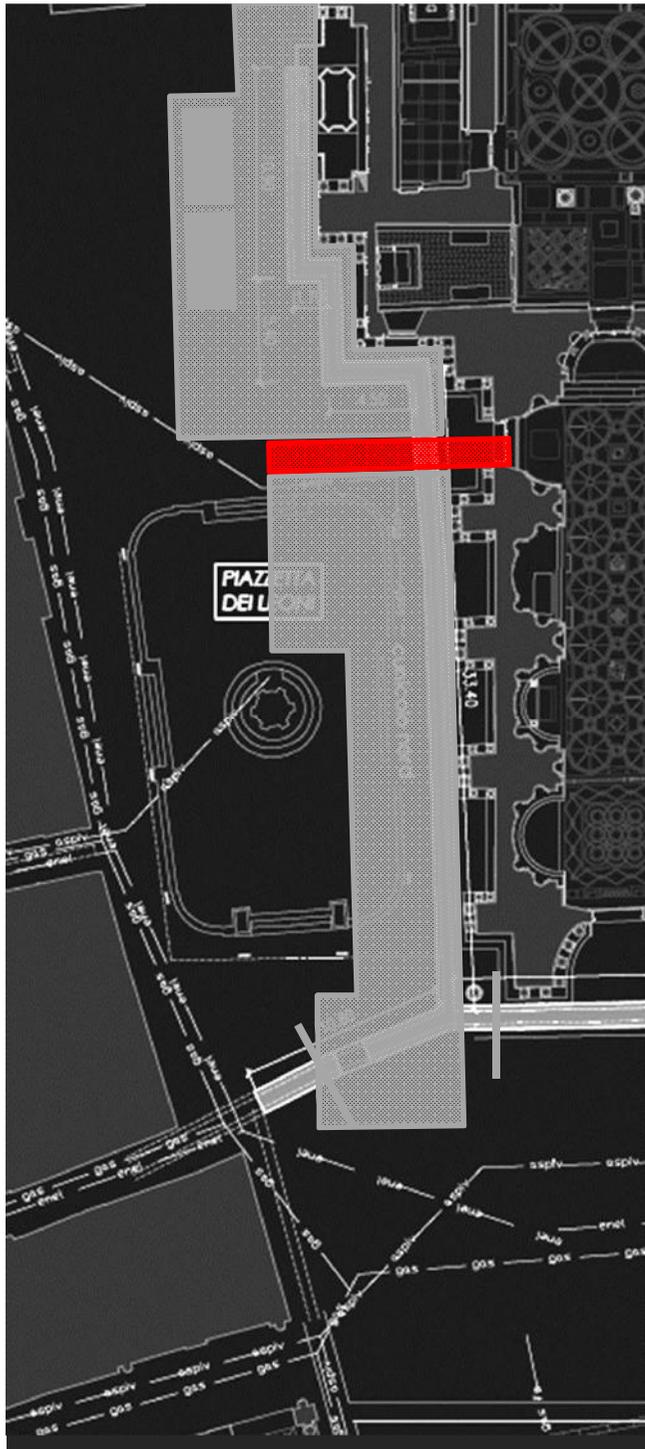
Riduzione media annua degli allagamenti con intervento di rialzo della pavimentazione sul displuvio, per maree fra 62 e 88 cm s.L.P.S.

Eventi mareali concomitanti a precipitazioni maggiori di 8 mm/ora

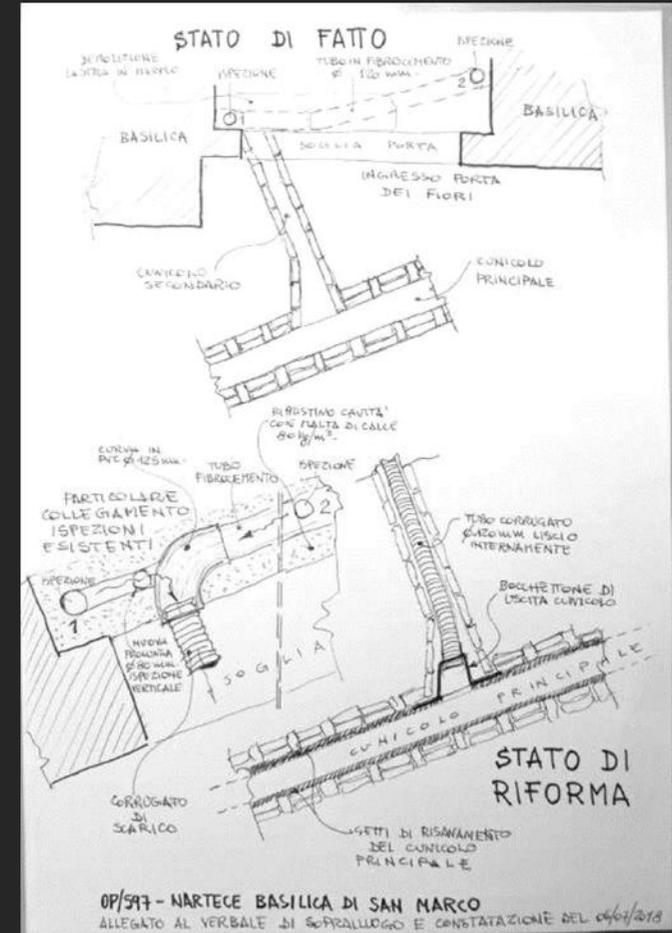
Eventi mareali concomitanti a precipitazioni maggiori di 32 mm/ora

FONTI DOCUMENTALI E STATO DI FATTO





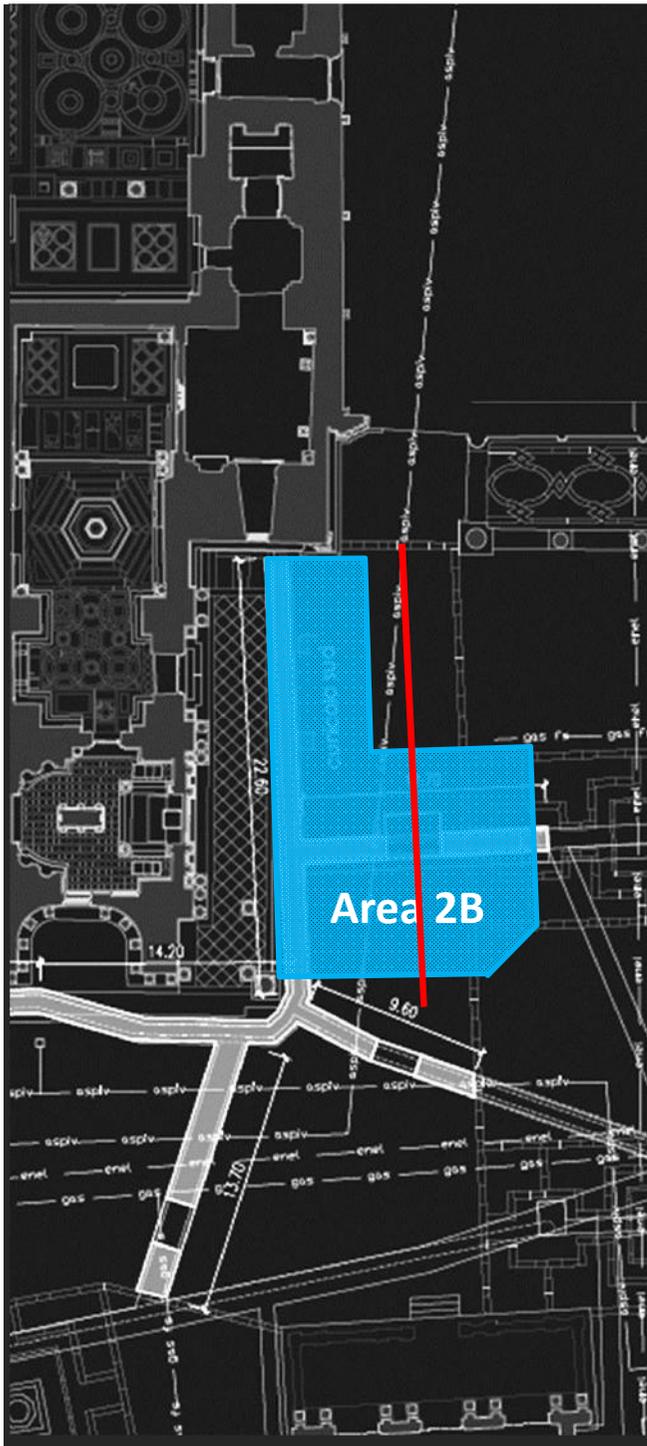
Tracciato del cunicolo di collegamento



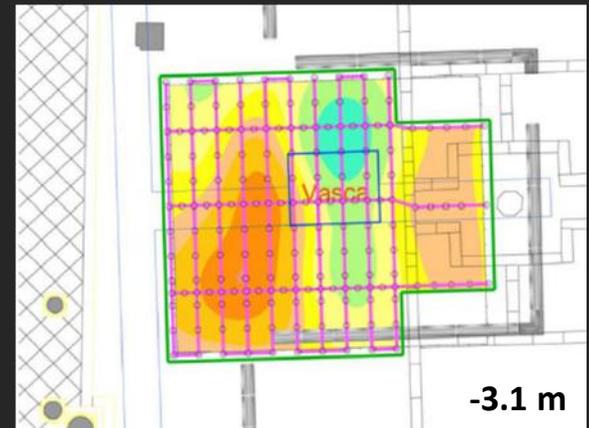
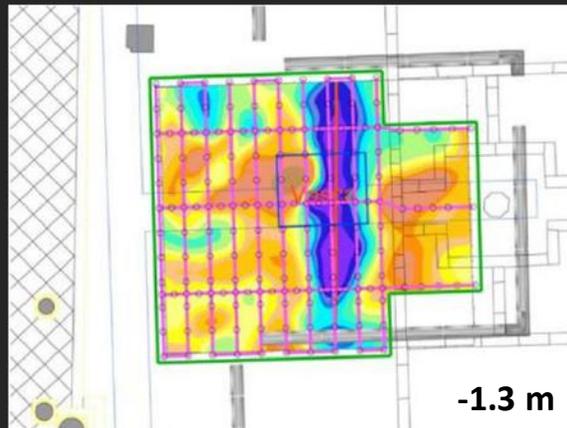
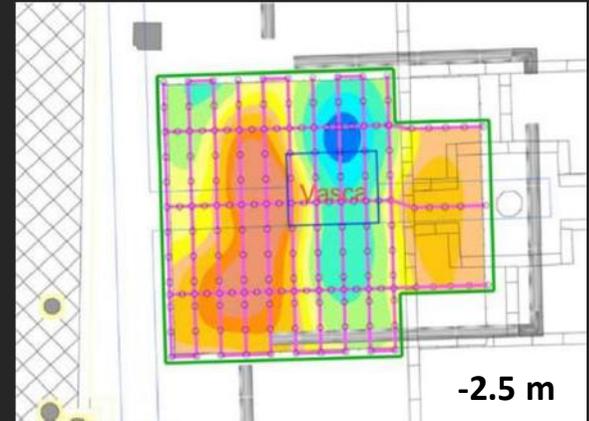
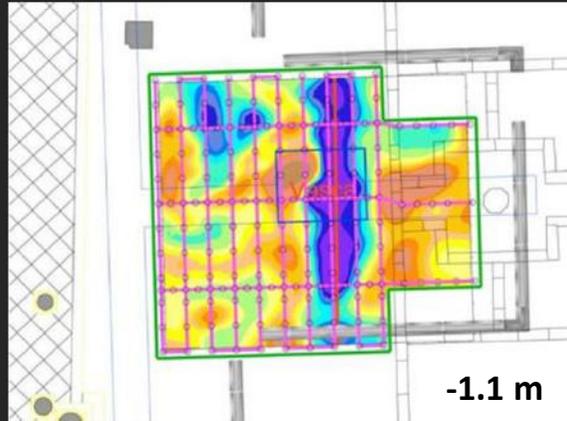
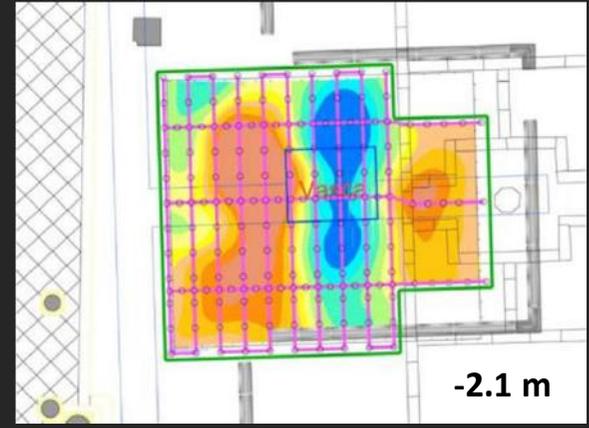
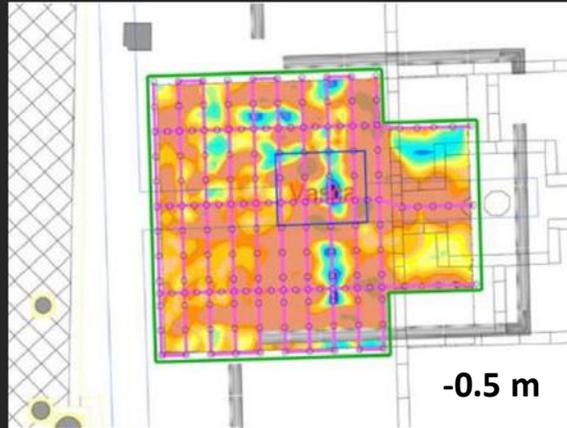
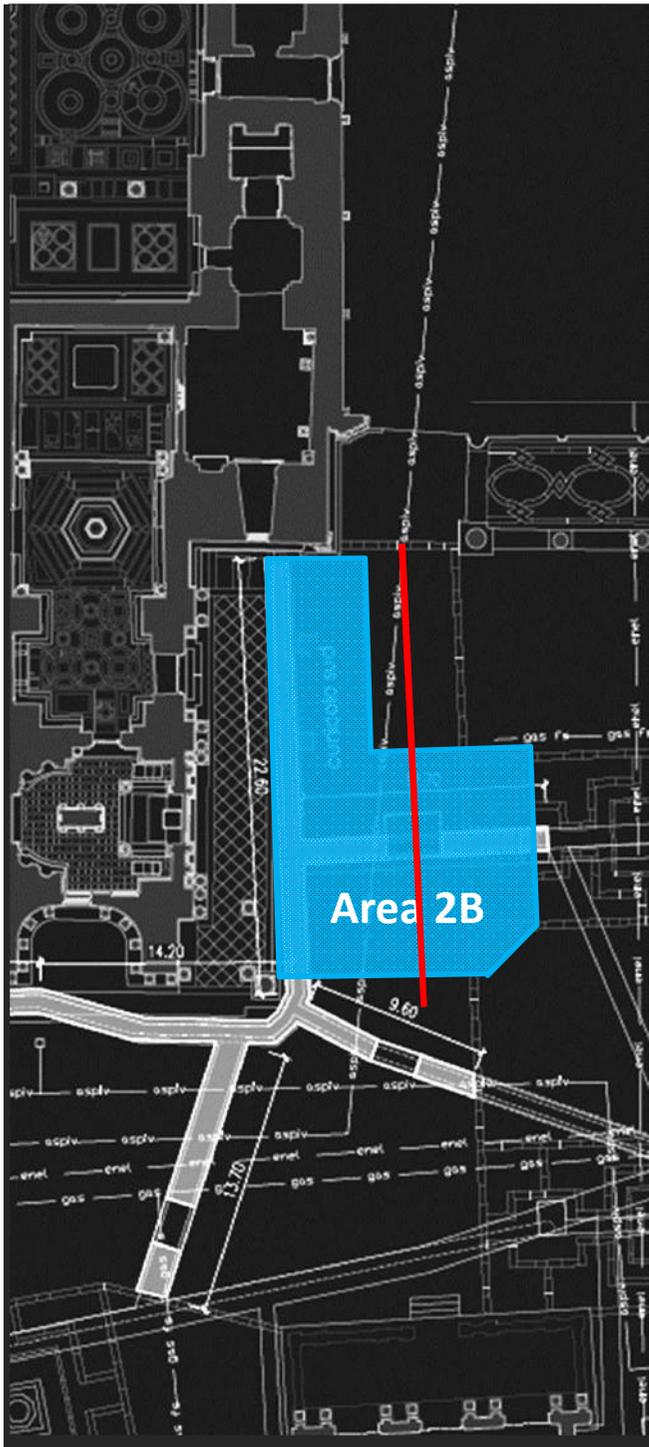
Intervento di recupero del cunicolo

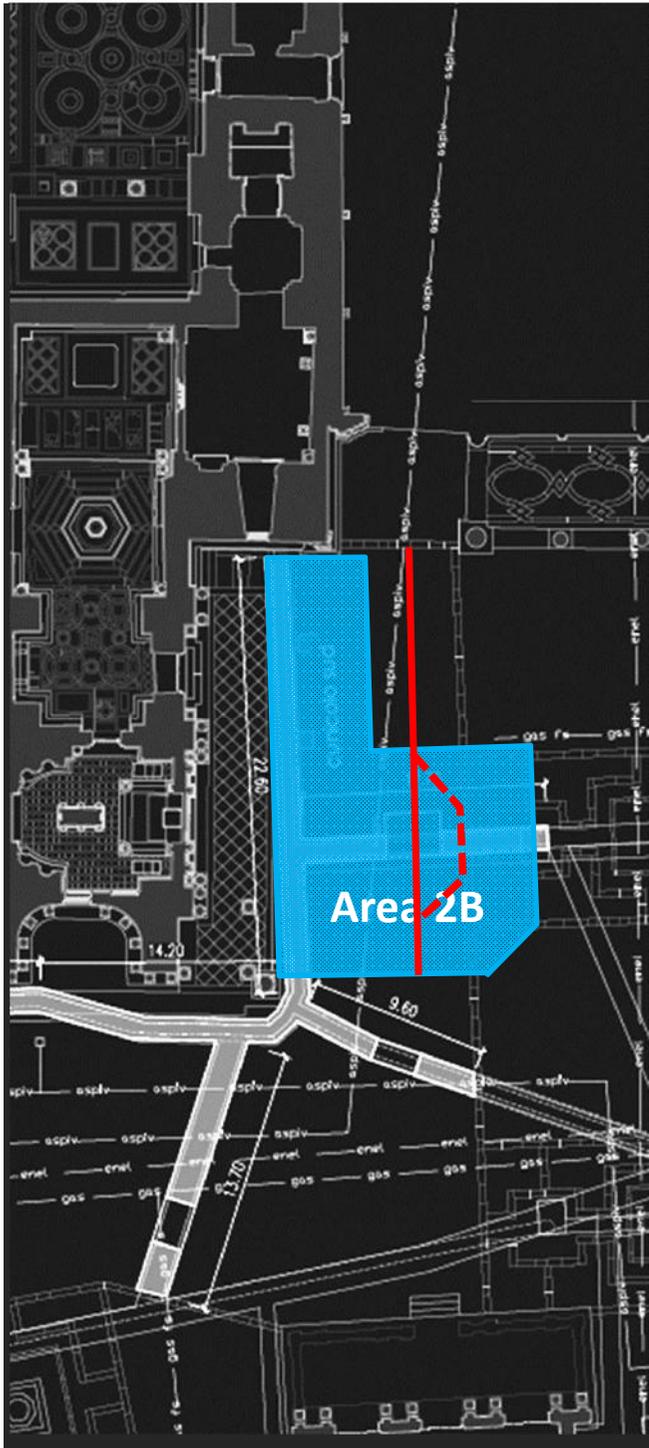


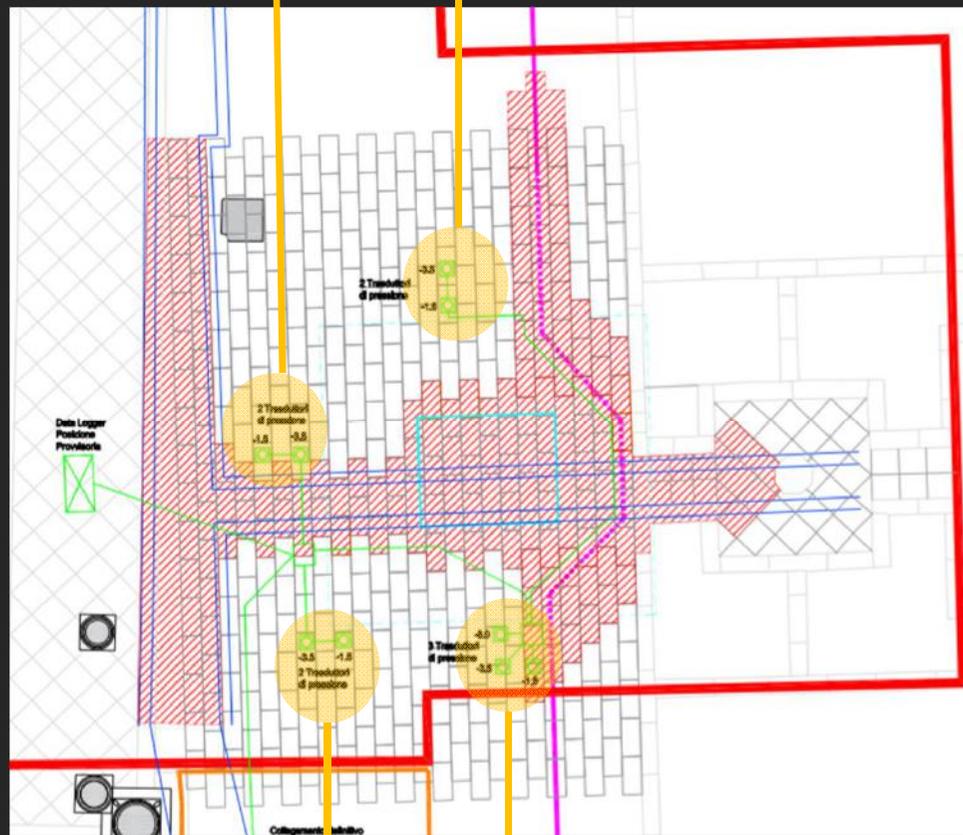
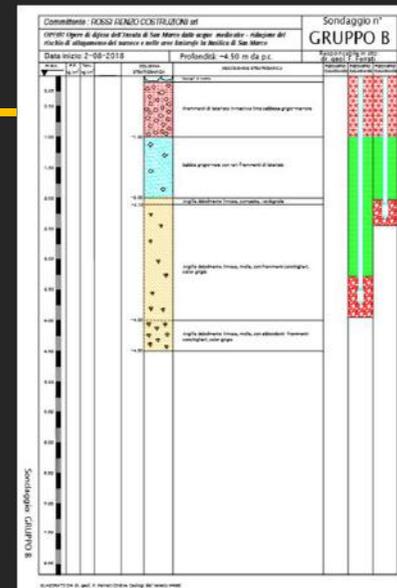
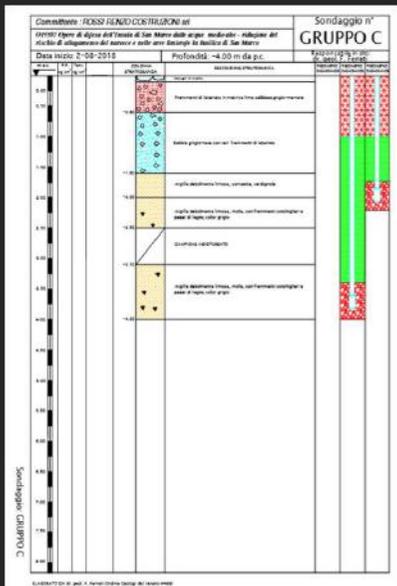
Imboccatura del cunicolo sul «gatolo» perimetrale



Installazione degli elettrodi per le indagini ERT funzionali ad una valutazione preliminare del rischio archeologico e per la verifica del posizione della condotta dell'acquedotto

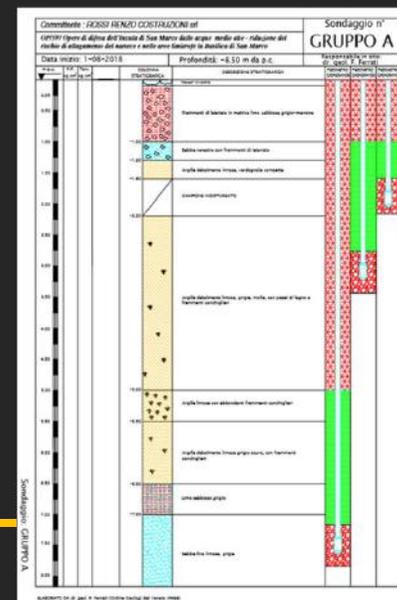
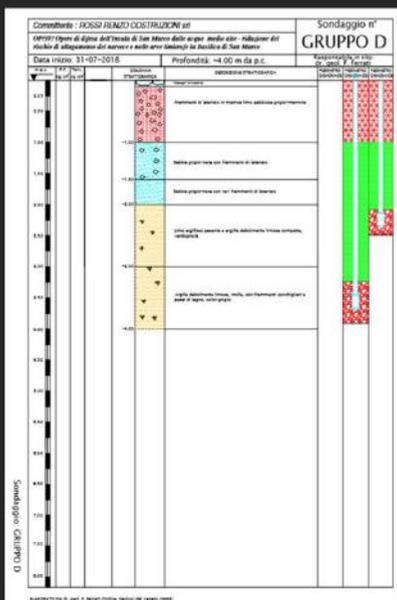






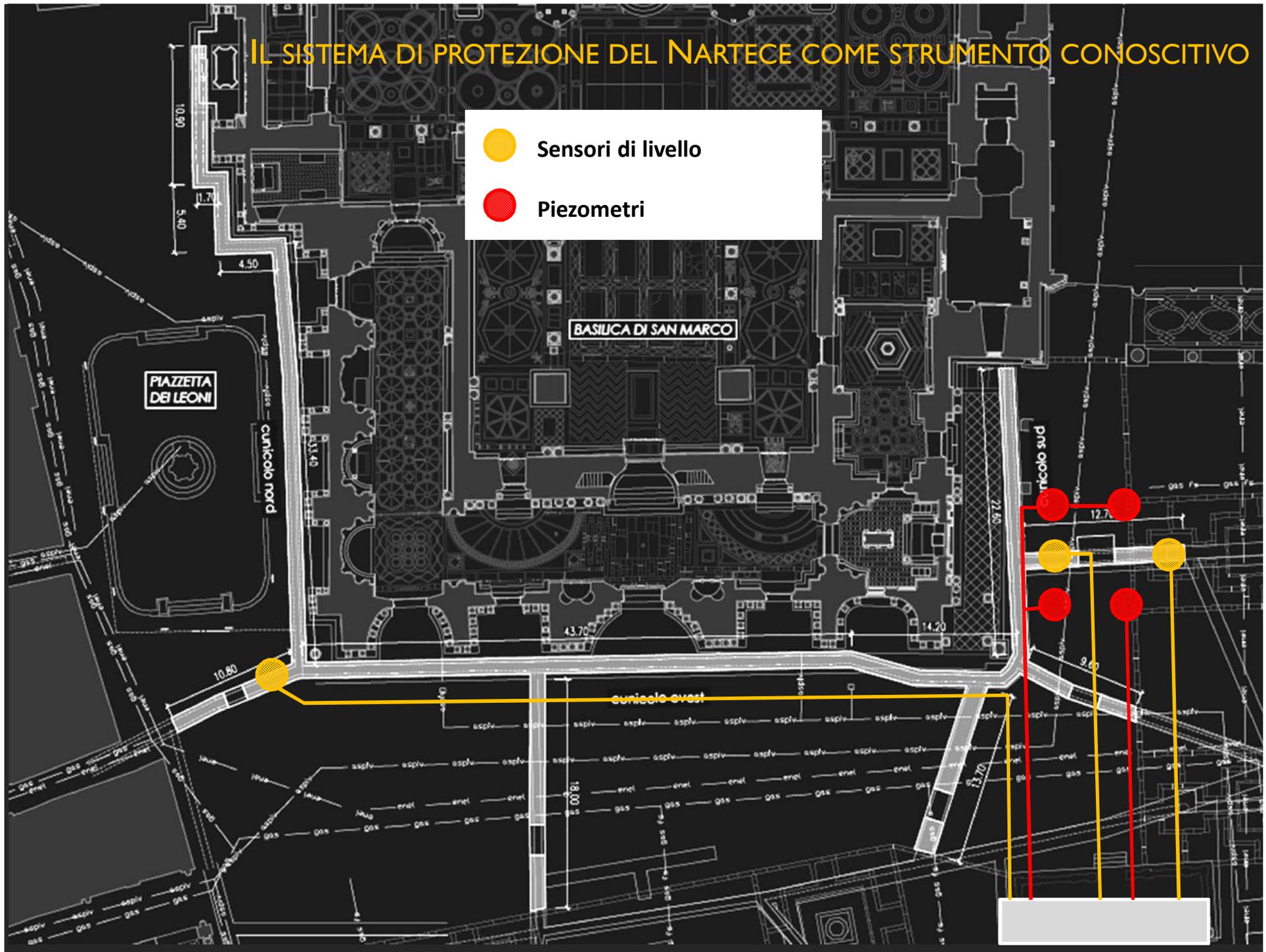
Sonda temperatura

Sonda temperatura



IL SISTEMA DI PROTEZIONE DEL NARTECE COME STRUMENTO CONOSCITIVO

- Sensori di livello
- Piezometri



L'APPROCCIO PROGETTUALE ESTESO ALLA TUTELA DELLA PIAZZA

Legislazione Speciale per Venezia

- “ Approccio Sistemico alla Salvaguardia;
- “ Principio di gradualità;
- “ Principio di sperimentabilità;
- “ Principio di reversibilità.

Integrazione del quadro conoscitivo

- “ Condizioni idrauliche e meteomarine;
- “ Caratterizzazione dei terreni e dei livelli di falda nel sottosuolo;
- “ Caratteristiche e geometrie della rete di drenaggio;
- “ Definizione e sviluppo di criteri e protocolli di documentazione e intervento sull'esistente;
- “ Raccolta e organizzazione del patrimonio conoscitivo acquisito e implementato durante lo sviluppo del progetto.

CARATTERIZZAZIONE DEL SOTTOSUOLO



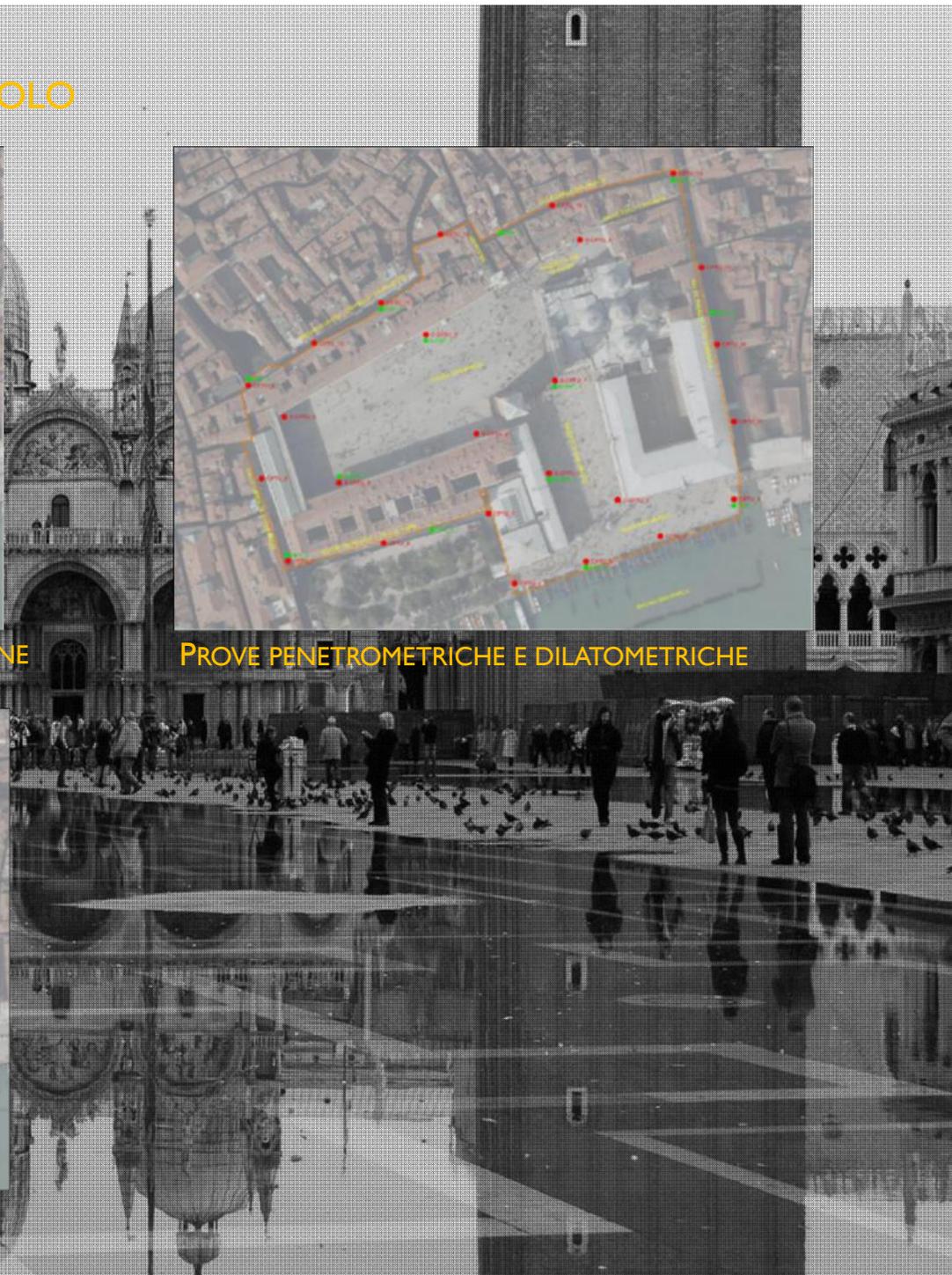
RILIEVO PLANO ALTIMETRICO DELLA PAVIMENTAZIONE



PROVE PENETROMETRICHE E DILATOMETRICHE



TOMOGRAFIA DI RESISTIVITÀ ELETTRICA ERT



CARATTERIZZAZIONE DELLE FRONTIERE



RILIEVO MULTI-BEAM DEI MARGINAMENTI

RILIEVO SINGLE-BEAM DEL BACINO SAN MARCO



VIDEO ISPEZIONI SUBACQUEE



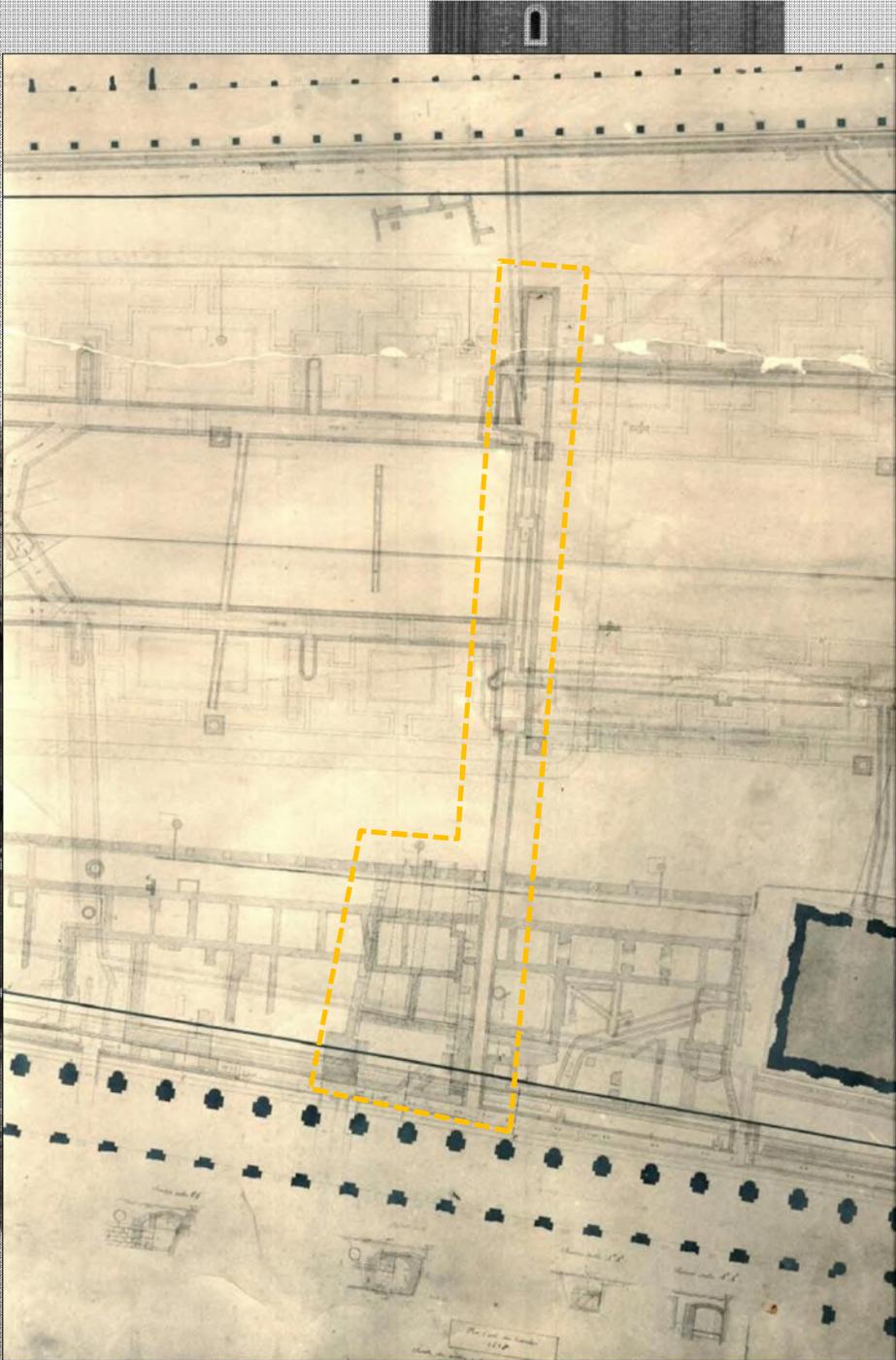
CANALI E CONNESSIONI IDRAULICHE DELL'INSULA DI SAN MARCO



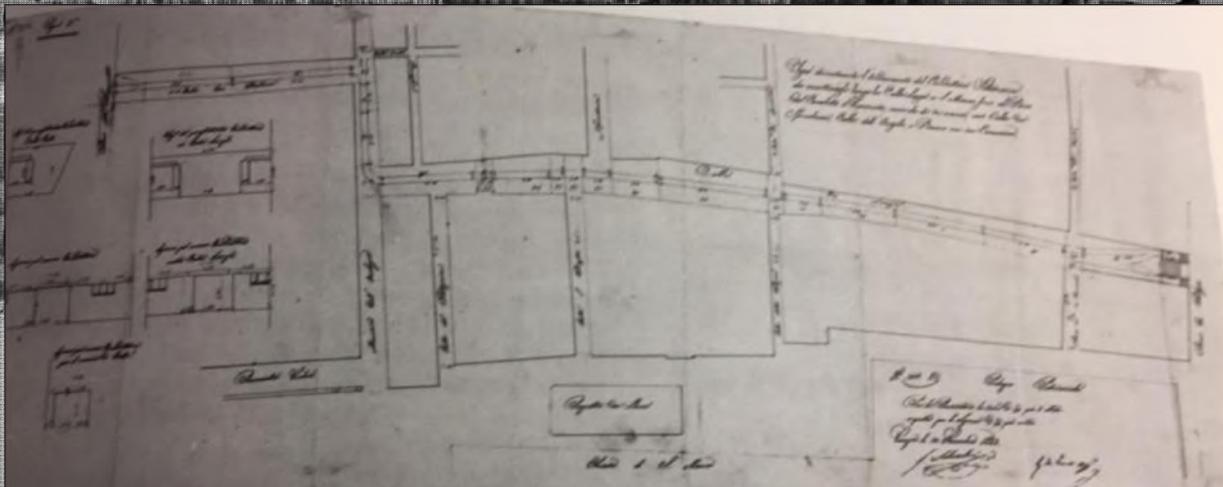
- 1 - Presenza dei resti dei marginamenti del rio Batario che potrebbero rappresentare una connessione residuale tra il lato sud e il lato nord della piazza.
- 2 - Connessione idraulica sotterranea tra il rio di palazzo e il rio delle Procuratie.
- 3 - Connessione idraulica sotterranea di Bacino Orseolo svolge una funzione di rivificazione dei canali retrostanti la piazza.



RIO BATARIO



CALLE LARGA SAN MARCO (1840)



BACINO ORSEOLO (1869)



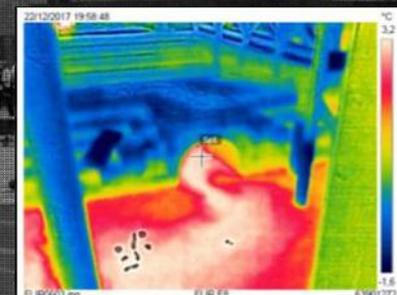
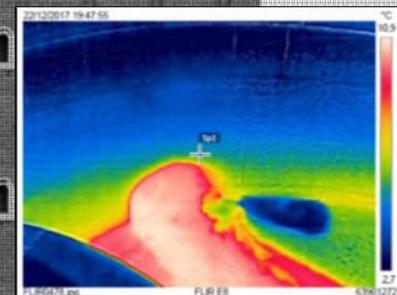
Catasto napoleonico (1807-1816)



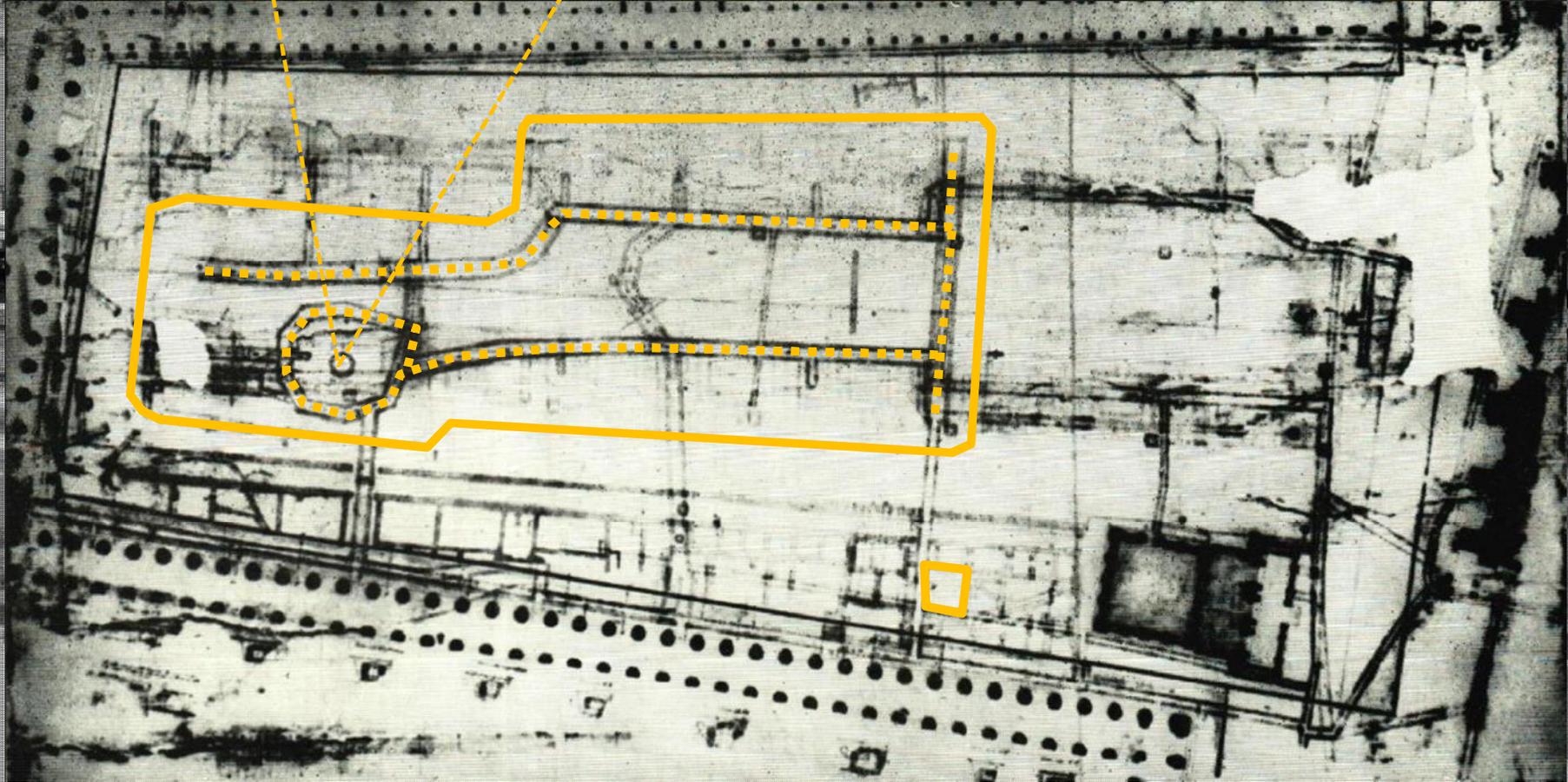
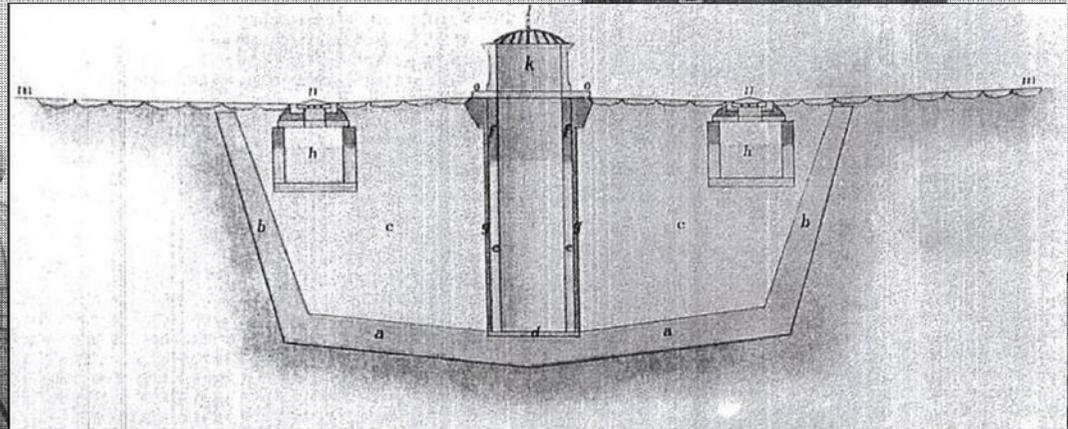
Catasto austriaco (1807-1852)



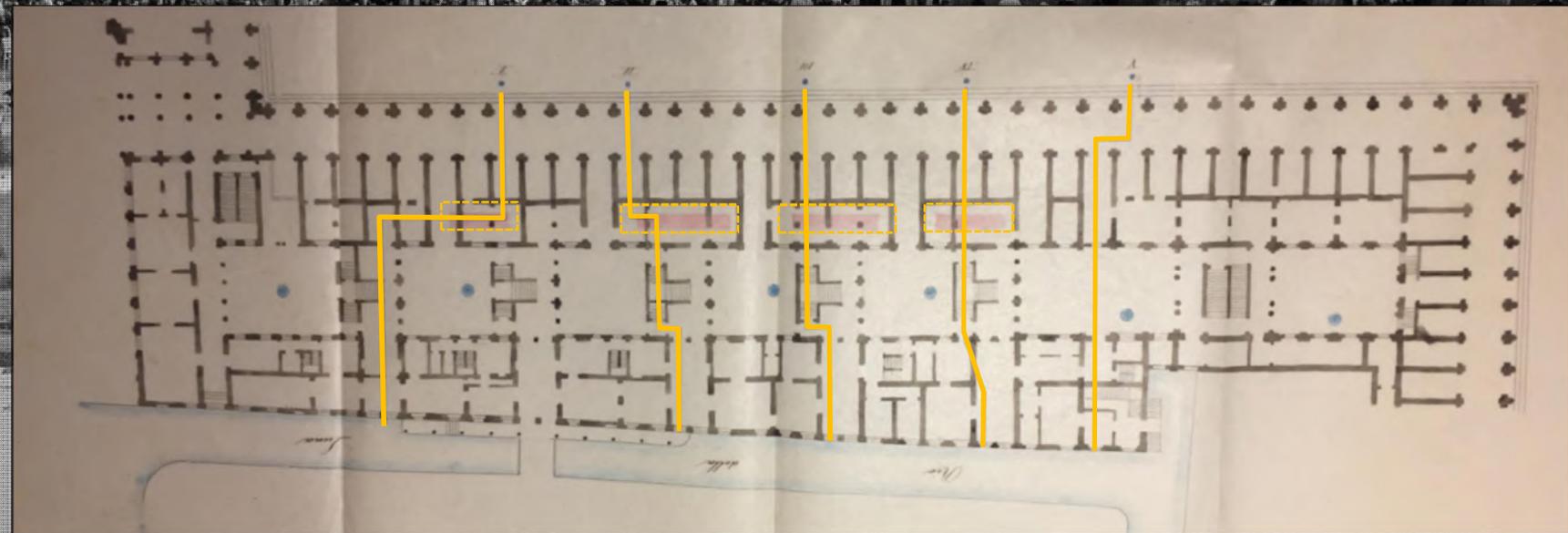
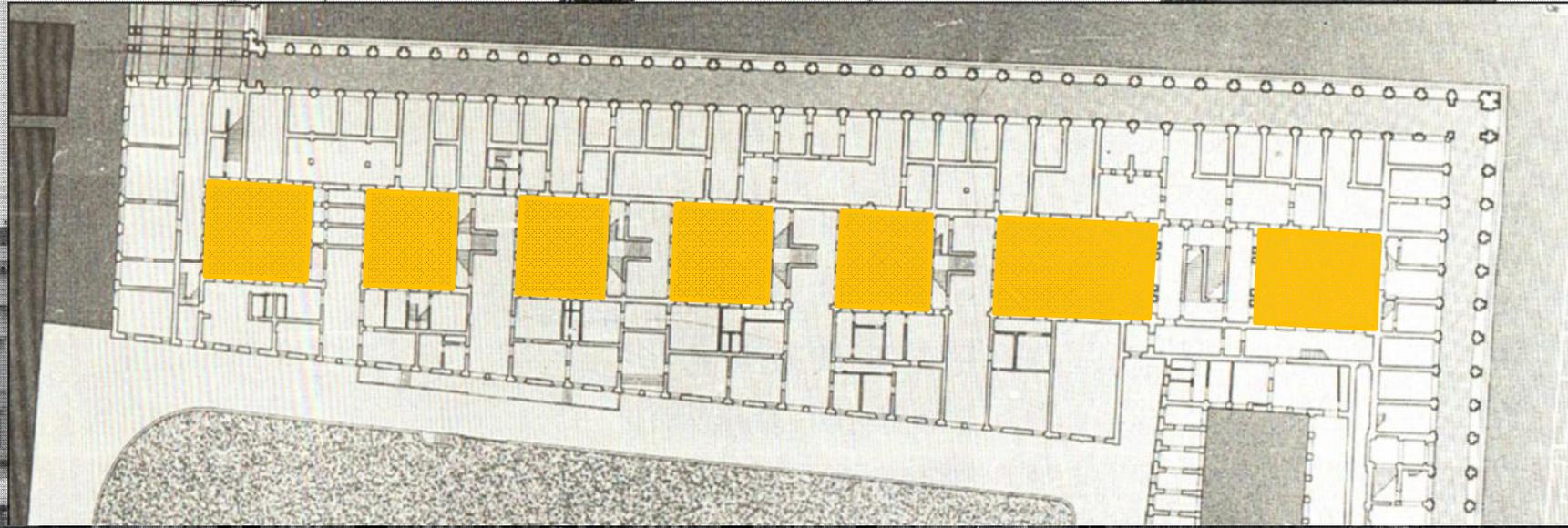
Catasto austro-italiano (1846-1929)



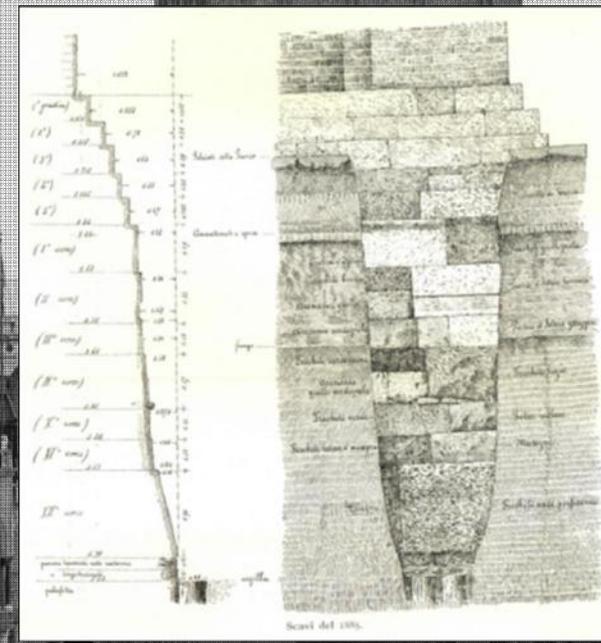
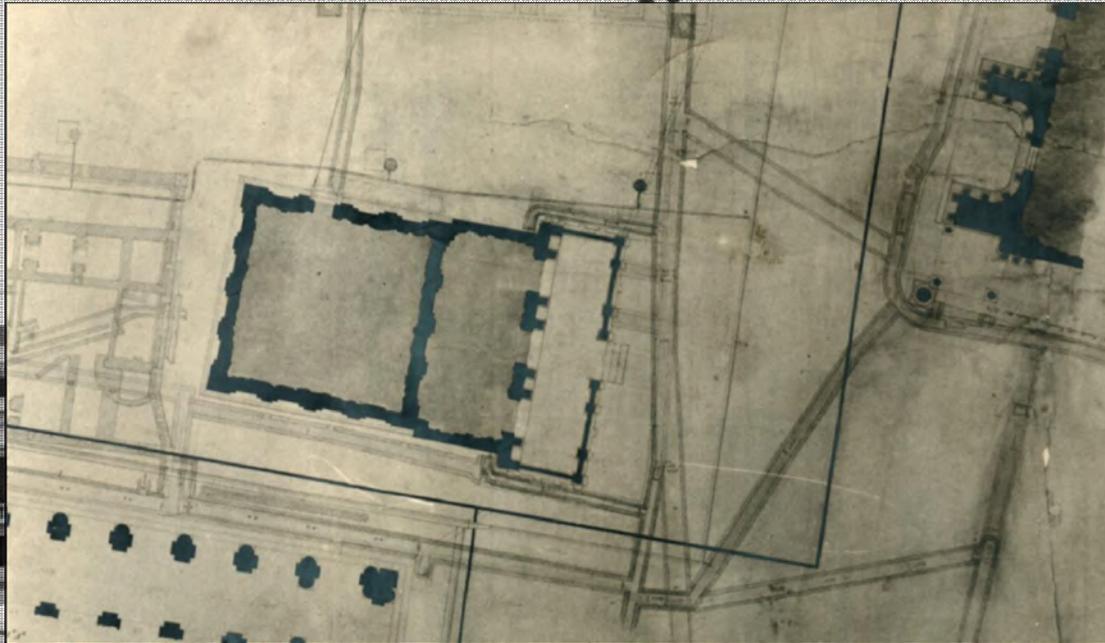
I POZZI



COLLEGAMENTI CON L'EDIFICATO PERIMETRALE DELLA PIAZZA



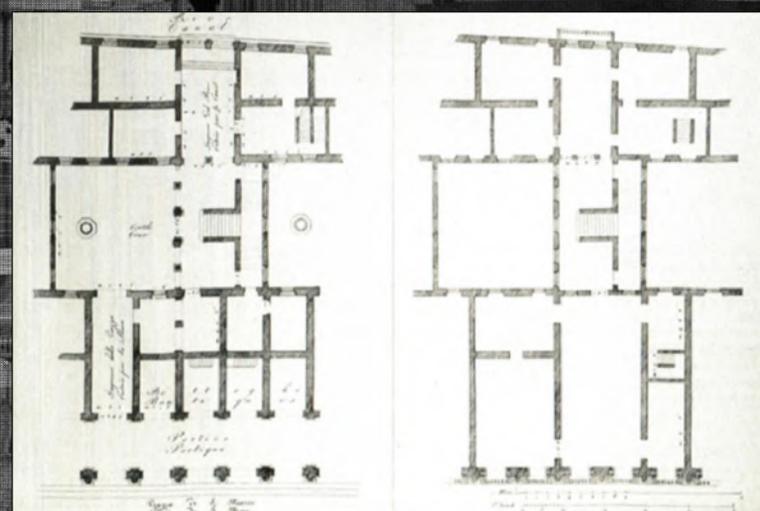
LA MAPPA DI F. BERCHET ED I PRIMI SCAVI ARCHEOLOGICI



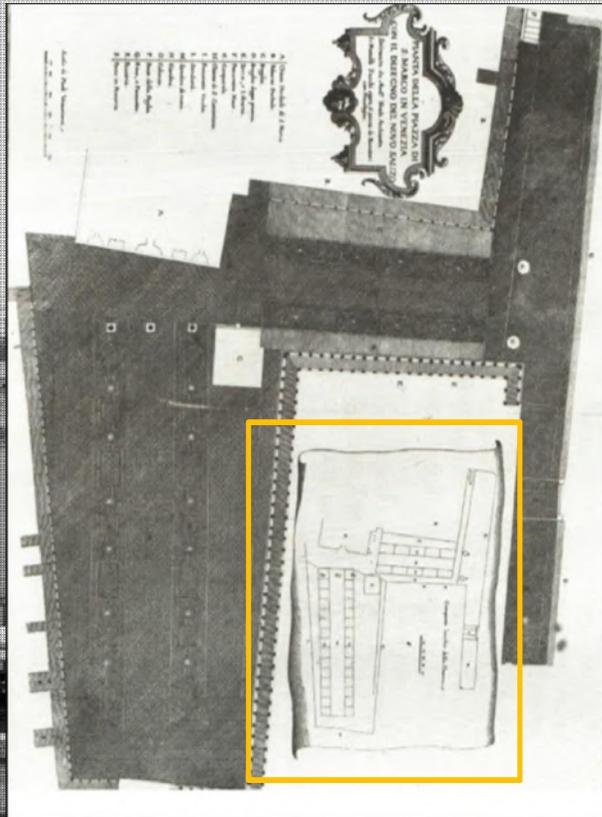
F. Berchet - Dettaglio della planimetria del sottosuolo di Piazza San Marco (1892)

G. Boni - Dettaglio degli scavi delle fondazioni del campanile (1885)

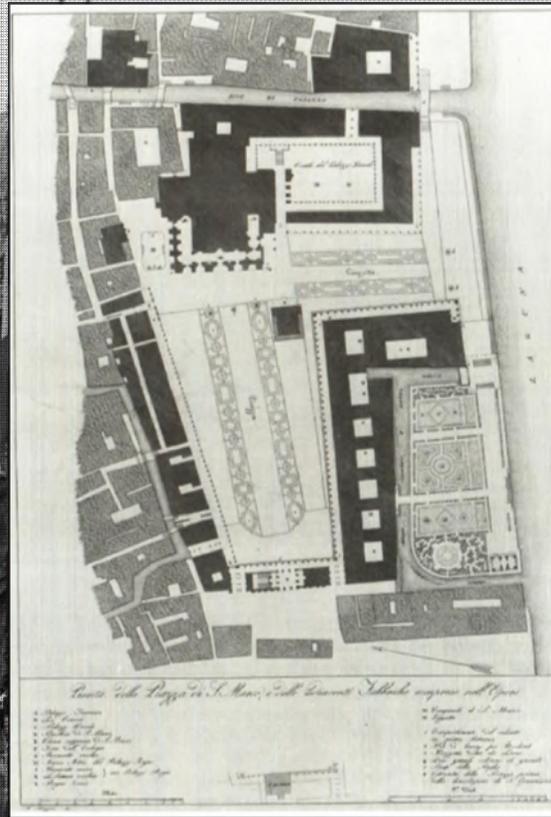
DOCUMENTAZIONE STORICO-ARCHIVISTICA E TIPOLOGIA EDILIZIA



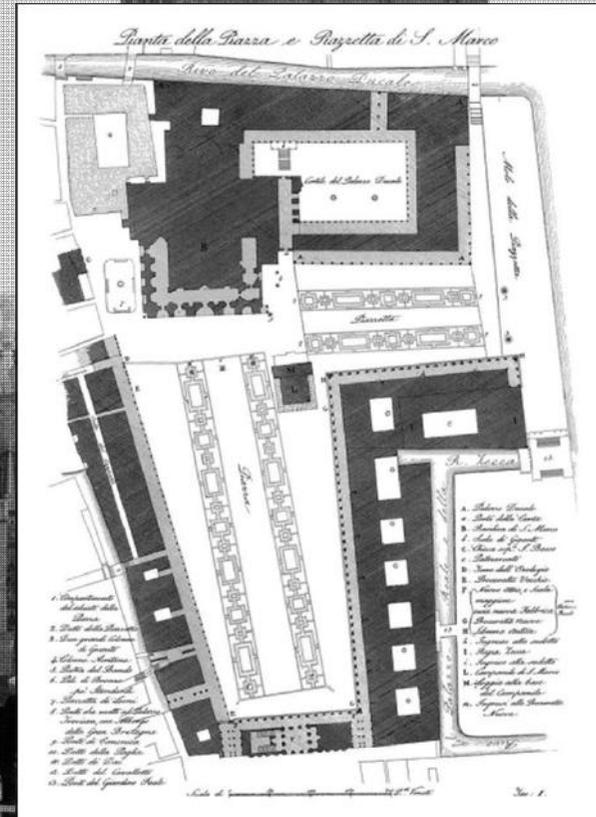
MAPPE STORICHE E FOTOGRAFIE DELLA PAVIMENTAZIONE



Fratelli Zucchi (1724) – Pianta della Piazza San Marco in Venezia con il disegno del novo salizio delineata da Andrea Tirali Architetto



Cicognara, Diedo, Selva (1815) – Pianta della Piazza San Marco e delle adiacenti fabbriche comprese nell'opera



1831 - Pianta della Piazza e Piazzetta di S. Marco



INDAGINI, PROGETTO E CANTIERE COME PATRIMONIO CONOSCITIVO

- “ Organizzazione di una banca dati aggiornabile nel tempo;
- “ Gestione e monitoraggio del sistema di protezione della Piazza;
- “ Gestione integrata dei sottoservizi a servizio dell’area;
- “ Base conoscitiva per la tutela dei singoli beni dell’area Marciana;
- “ Contenuti per la fruizione culturale/museale dell’area;
- “ Ambito per lo studio e la sperimentazione di tecnologie per l’adattamento agli effetti del cambiamento climatico;
- “ [...]



GRAZIE PER L'ATTENZIONE