

**INTERVENTI PER IL RESTAURO CONSERVATIVO
E LA VALORIZZAZIONE DEL SACELLO DEI CADUTI
DELLE CINQUE GIORNATE DI MILANO**

CHIESA DELLA B.V. ANNUNCIATA, OSPEDALE MAGGIORE DI MILANO

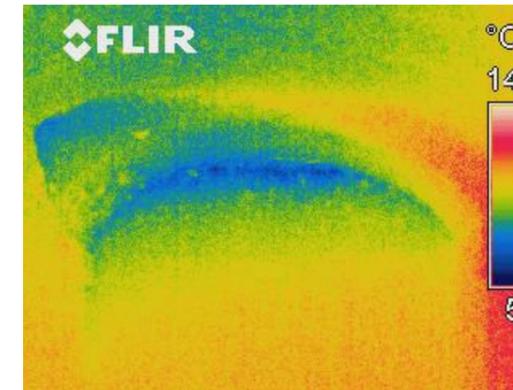
ALLEGATO 6 ALLA RELAZIONE GENERALE:

MONITORAGGIO MICROCLIMATICO: "BREVE SUNTO DELLA SITUAZIONE NELLA CRIPTA
DELL'OSPEDALE MAGGIORE AL GIUGNO 2011",
CON SCHEMA DI LOCALIZZAZIONE DELLE SONDE
ING. MASSIMO VALENTINI, FITBEC, POLITECNICO DI MILANO, DIPARTIMENTO DI ENERGIA

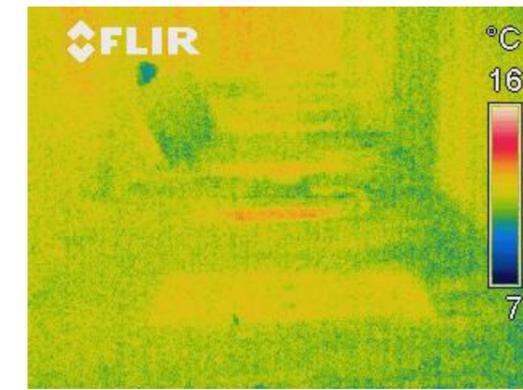
arch.

Mariangela CARLESSI
arch. Alessandra KLUTZER
BCC

p.c. dott. Paolo GALIMBERTI
Servizio Beni Culturali
Fondazione IRCCS Ospedale
Maggiore



VOLTA CORRIDOIO 1



PAVIMENTO CORRIDOIO 1

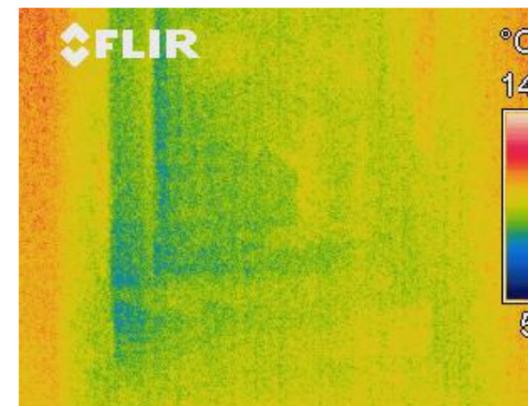
BREVE SUNTO DELLA SITUAZIONE NELLA CRIPTA DELL'OSPEDALE MAGGIORE AL GIUGNO 2011

1) CONTENUTO DI ACQUA NELLE MURATURE

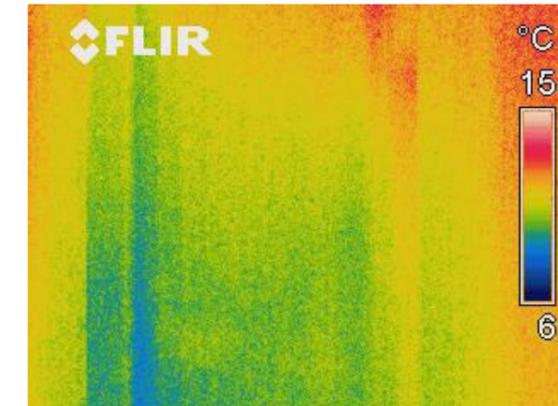
Metodologia

La misura del contenuto di acqua nelle murature sarà effettuata secondo la norma UNI 11085 "Beni culturali. Materiali lapidei naturali ed artificiali. Determinazione del contenuto di acqua: metodo ponderale" che prevede il prelievo di campioni costituiti da circa 1 g di polveri asportate dalla muratura tramite trapano elettrico (a bassa velocità di rotazione) e punta elicoidale (con riporti in Widia) di diametro 12 mm. Ciascun campione viene pesato direttamente in loco con bilancia elettronica, trasportato in laboratorio in una provetta di vetro dotata di coperchio metallico, essiccato in stufa a 105°C e nuovamente pesato dopo il raggiungimento di massa costante.

La prima sessione di misure è stata preceduta da una mappatura delle superfici con apparecchiatura termografica per rilevare eventuali variazioni delle temperature superficiali (si riportano di seguito alcuni esempi).



Zona di misura E (da 0 a 40 cm)

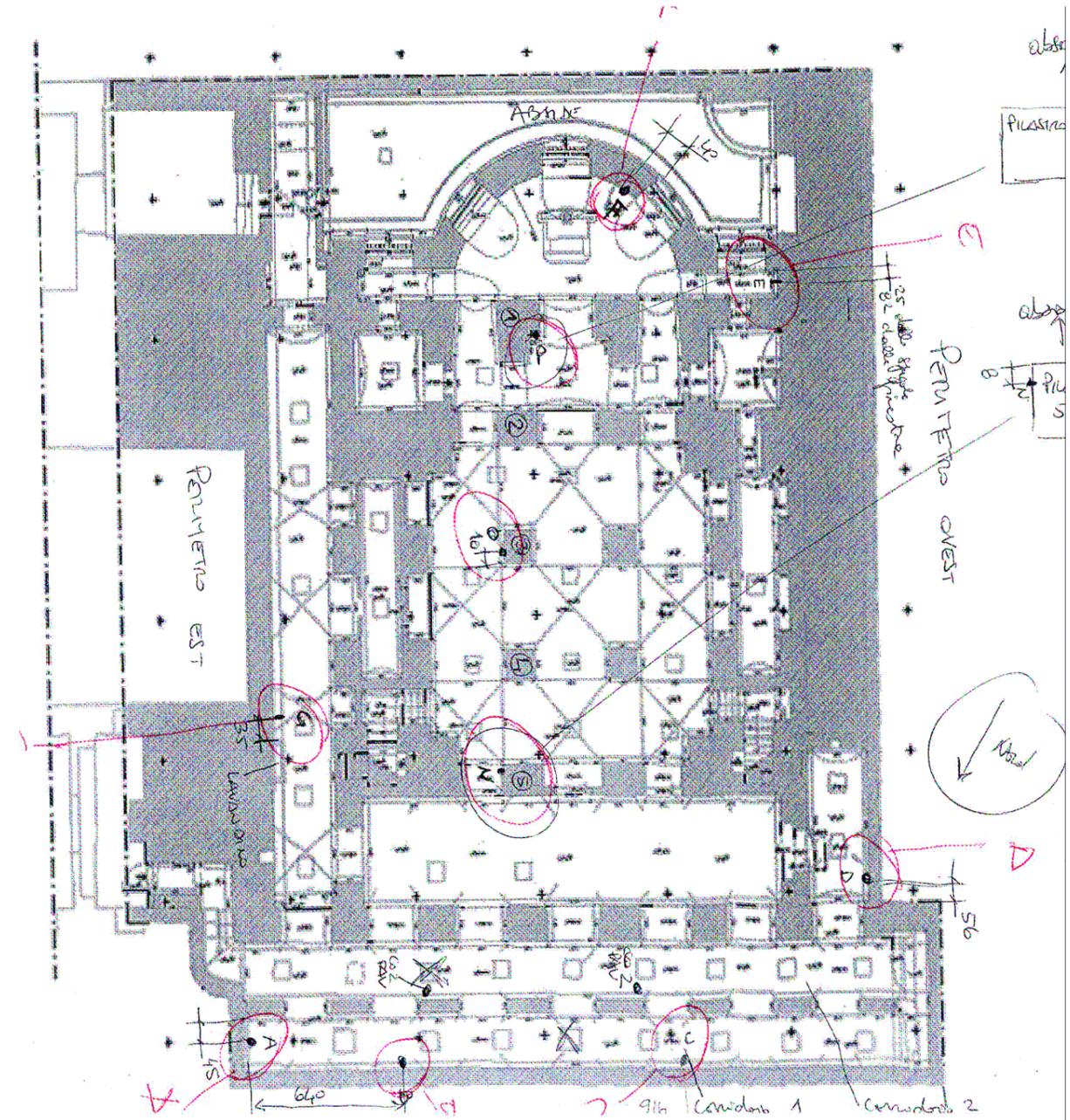


Zona di misura E (da 40a 150 cm)

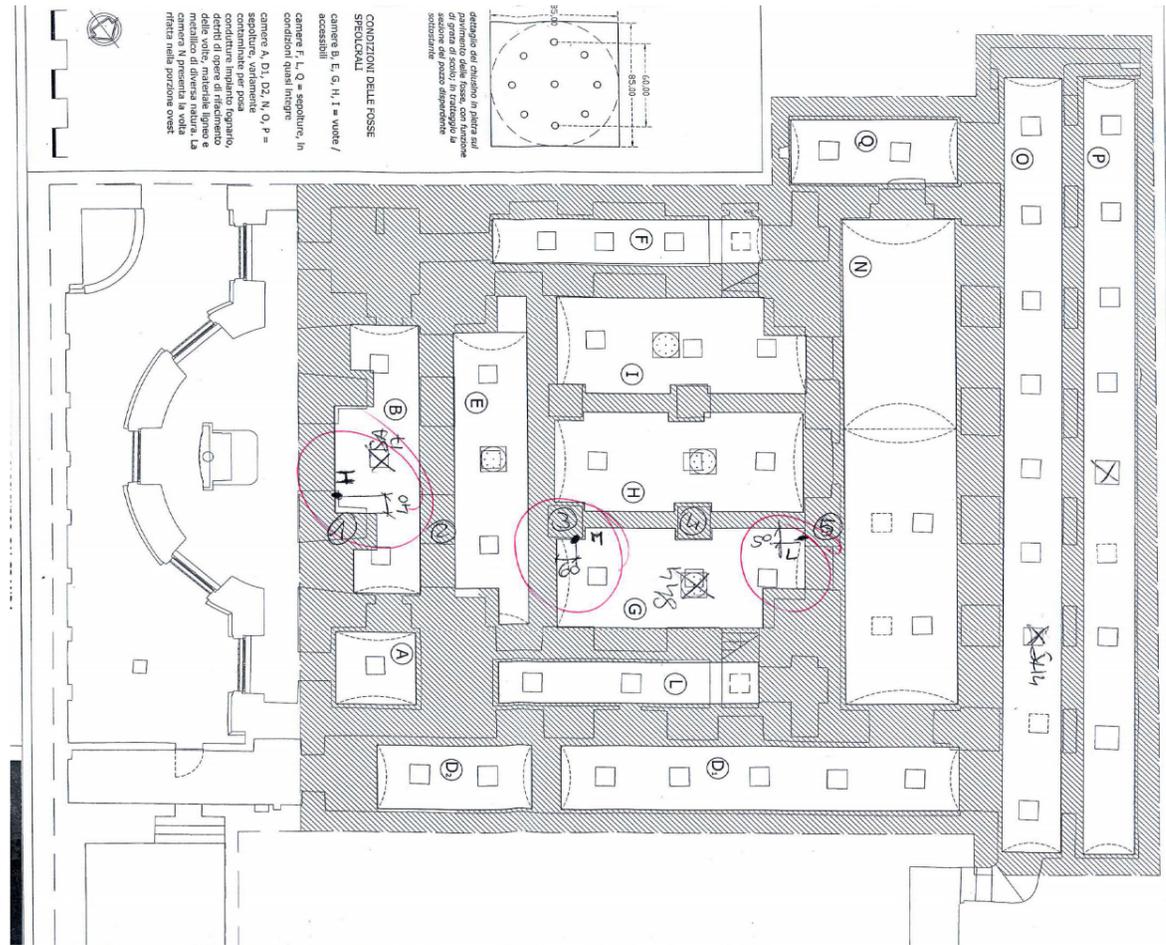
Sono stati individuati 30 Punti di misura (schema seguente): da ciascun di essi sono stati estratti due campioni in sequenza, tra 1 e 2 cm dalla superficie muraria e a circa 8 cm di profondità.

POSIZIONE PRELIEVI PONDERALE E PUNTI DI MISURA PPM			
	ZONA	PUNTO	ALTEZZA
1	PERIMETRO EST	A1	10
2		A2	77
3		A3	200
4	CORRIDOIO 1 (NORD)	B1	10
5		B2	97
6		B3	200
7	CORRIDOIO 1 (NORD)	C1	10
8		C2	77
9		C3	200
10	PERIMETRO OVEST	D	10
11	PERIMETRO OVEST	E1	10
12		E2	80
13		E3	200
14	ABSIDE	F1	29(+10: gradino)
15		F2	192(+10: gradino) solo profondità 2 cm perché sotto c'è pietra
16		F3	200
17	PERIMETRO EST	G1	20
18		G2	85
19	OSSARIO B	H	20 (-185 cm QUOTA PIANO OSSARIO)
20	OSSARIO G	L1	20 (-200 cm QUOTA PIANO OSSARIO)
21		L2	160 (-200 cm QUOTA PIANO OSSARIO)
22		M1	20 (-200 cm QUOTA PIANO OSSARIO)
23		M2	140 (-200 cm QUOTA PIANO OSSARIO)
24	PILATRO 5 (SOPRA L)	N1	10
25		N2	150
26	PILATRO 3 (SOPRA M)	O1	10
27		O2	150
28	PILATRO 1 (SOPRA H)	P1	10
29		P2	90
30		P3	200

La posizione indicativa dei Punti di misura è riportata nelle due seguenti piante:



Punti di misura dei contenuti di acqua nelle murature della Cripta



Punti di misura dei contenuti di acqua nelle murature delle fosse sepolcrali

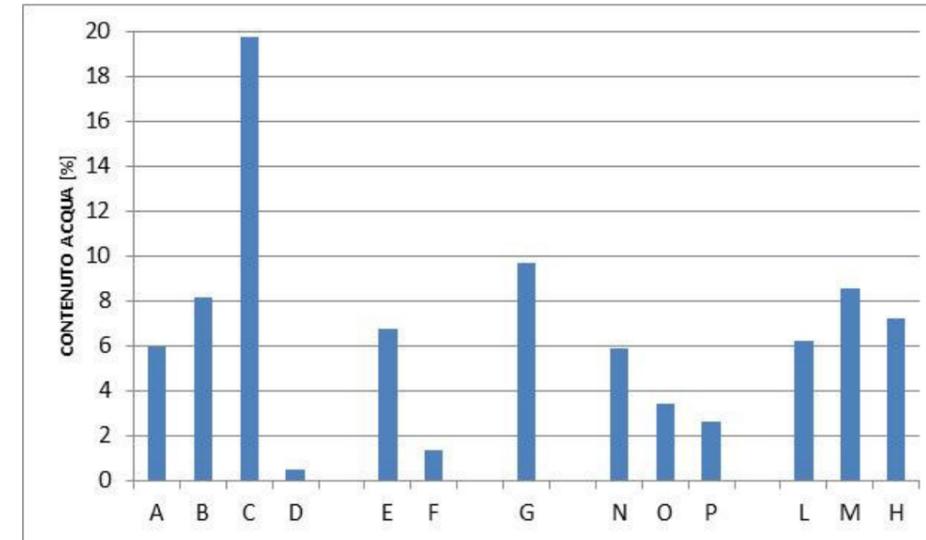
Con cadenza mediamente bimensile verranno effettuate altre misure di contenuto di acqua nelle murature con il metodo PPM. Il metodo consiste nell'inserimento in ciascuno dei fori effettuati nelle murature durante la prima sessione di misure con il metodo ponderale di un cilindro in laterizio in grado di assorbire una quantità di acqua che risulta proporzionale al contenuto di acqua presente nelle murature.

Calendario misure

	PONDERALE	PPM
DATA PREVISTA	DATA REALE	DATA REALE
16/12/2010	16/12/2010	16/12/2010
30/03/11	SALTATA	31/03/11
30/05/11		
30/06/11	08/06/11	08/06/11
30/09/11		

Primi risultati

Le medie dei valori misurati nei vari punti della cripta e delle fosse sepolcrali il 16 dicembre 2010 sono riportati nel grafico seguente



Si nota l'elevato valore di acqua in tutti i Punti di misura (tranne il D) sia della cripta che degli Ossari

2) MICROCLIMA

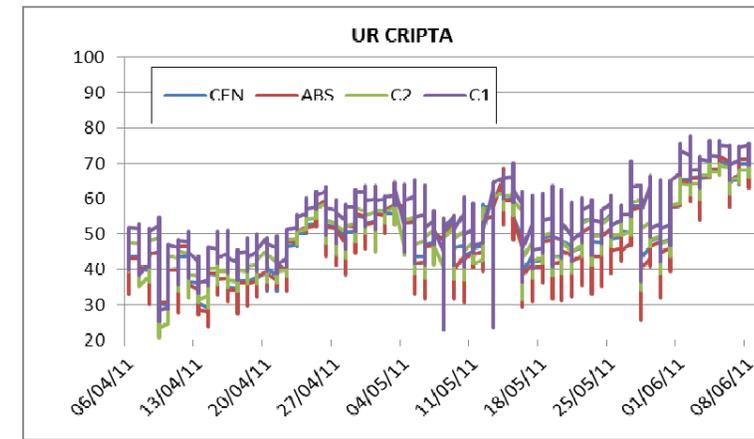
Metodologia

Il 20 gennaio 2010, nella chiesa dell'Annunciata è stata posizionata una sonda nella cupola che misura temperatura ed umidità relativa dell'aria.

Nella cripta e nelle fosse sepolcrali sono state installate 9 sonde di misura della temperatura ed umidità relativa dell'aria e 16 sonde di misura della temperatura di superficie delle pareti e della volta secondo i seguenti schemi

POSIZIONE DELLE SONDE DI MISURA DI TEMPERATURA ED UMIDITA' RELATIVA DELL'ARIA			
	DOVE	ALTEZZA [cm]	SONDA
PIANO OSSARI	Ossario B	- 100	SA3
	Ossario G	- 100	SA 4
	Ossario O	- 100	SA 14
	Ossario P	- 100	SA 16
PIANO CRIPTA	abside	200	SA 8
	centro cripta	200	SA 28
	corridoio 2 (vicino sonda nell'ossario O)	200	SA 7
	corridoio 1 (vicino sonda nell'ossario P)	190	SA 23
ESTERNO	cortiletto interno dell'archivio	200	SA 30

POSIZIONE DEI SENSORI DI TEMPERATURE DI SUPERFICIE				
	NOME	POSIZIONE	ALTEZZA	MATERIALE
1	B-Pv	PAVIMENTO	0	MATSTONE
2	B-Pa1	PARETE	10	INTONACO
3	B-Pa2	PARETE	170	MATSTONE
4	B-Vo	VOLTA	273	MATSTONE
5	C-Pv	PAVIMENTO	0	MATSTONE
6	C-Pa1	PARETE	10	INTONACO
7	C-Pa2	PARETE	170	MATSTONE
8	C-Vo	VOLTA	220	MATSTONE
9	CO2-B	PAVIMENTO	0	MATSTONE
10	CO2-C	PAVIMENTO	0	MATSTONE
11	AB DX-P1	PARETE	10	INTONACO
12	AB DX-P2	PARETE	170	INTONACO
13	AB DX-Vo	VOLTA	253	PIETRA
14	AB SX-P1	PARETE	30	PIETRA
15	AB SX-P2	PARETE	170	INTONACO
16	AB SX-Vo	VOLTA	250	PIETRA



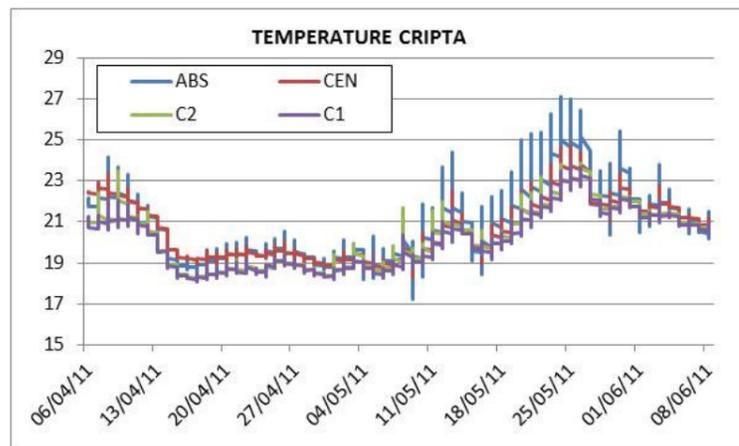
I valori medi calcolati sull'intero periodo, riportati di seguito, indicano un leggero raffreddamento spostandosi dall'abside (nella quale la finestra è rimasta sempre aperta) verso l'interno della cripta.

L'umidità relativa ha invece un picco nella zona esterna della cripta dove sembra risentire della vicinanza del muro umido controterra.

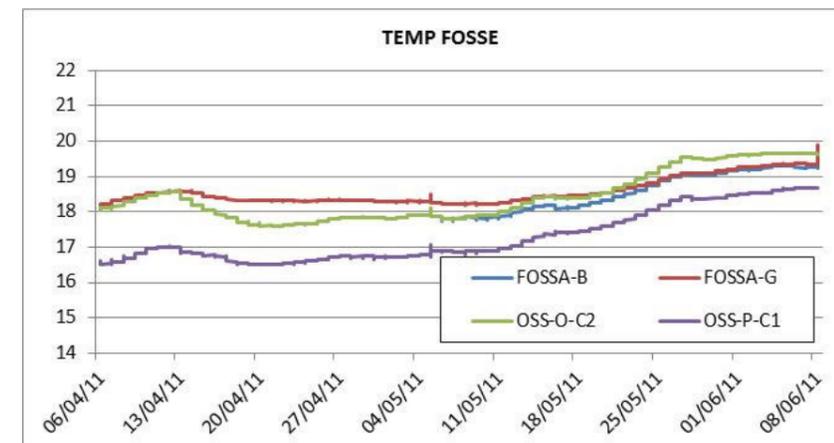
Primi risultati

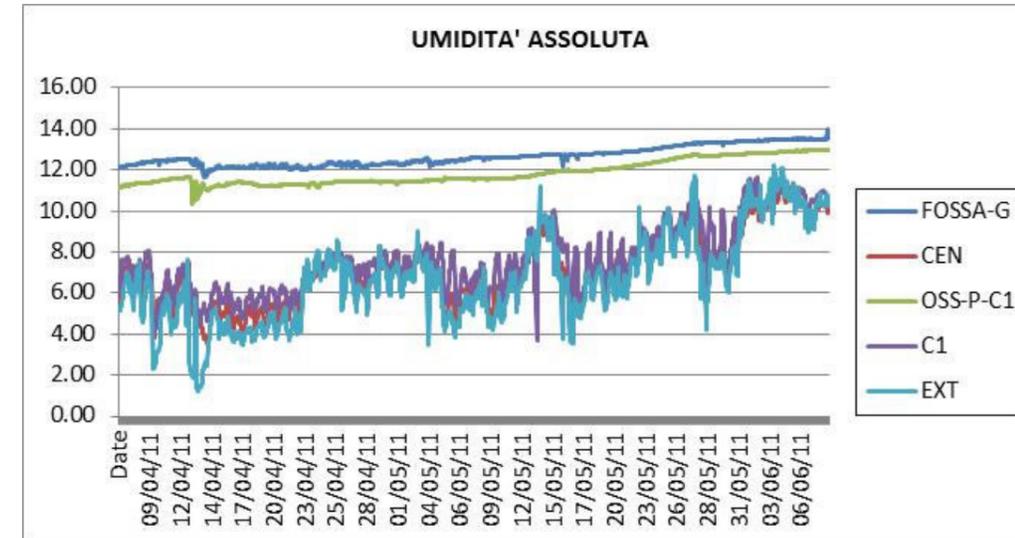
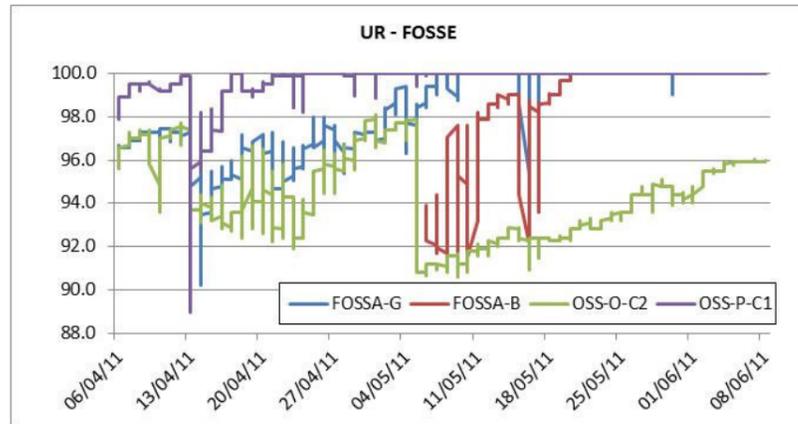
Le temperature e le umidità relative misurate nella cripta sono riportate nei grafici seguenti (ABS: sonda posta nell'abside – CEN: sonda posta al centro della cripta – C2: sonda posta al centro del "corridoio" sopra l'ossario O – C1: sonda posta al centro del "corridoio" sopra l'ossario P)

	ABSIDE	CENTRO	C2	C1
TEMPERATURA [°C]	20.9	20.6	20.2	20.1
UMIDITA' RELATIVA [%]	48	47	49	53



Nelle fosse sepolcrali temperatura ve umidità relativa hanno gli andamenti seguenti





L'analisi dei valori medi (tabella di seguito) aiuta a verificare che

	OSSARIO B	OSSARIO G	FOSSA O	FOSSA P
TEMPERATURA [°C]	18.5	18.6	18.4	17.3
UMIDITA' RELATIVA [%]	98	98	94	99

le fosse sepolcrali presentano tenori di umidità relativa costantemente più elevati della cripta, con conseguenti temperature inferiori. L'ossario B presenta il massimo tenore di umidità relativa sempre in conseguenza del muro controterra.

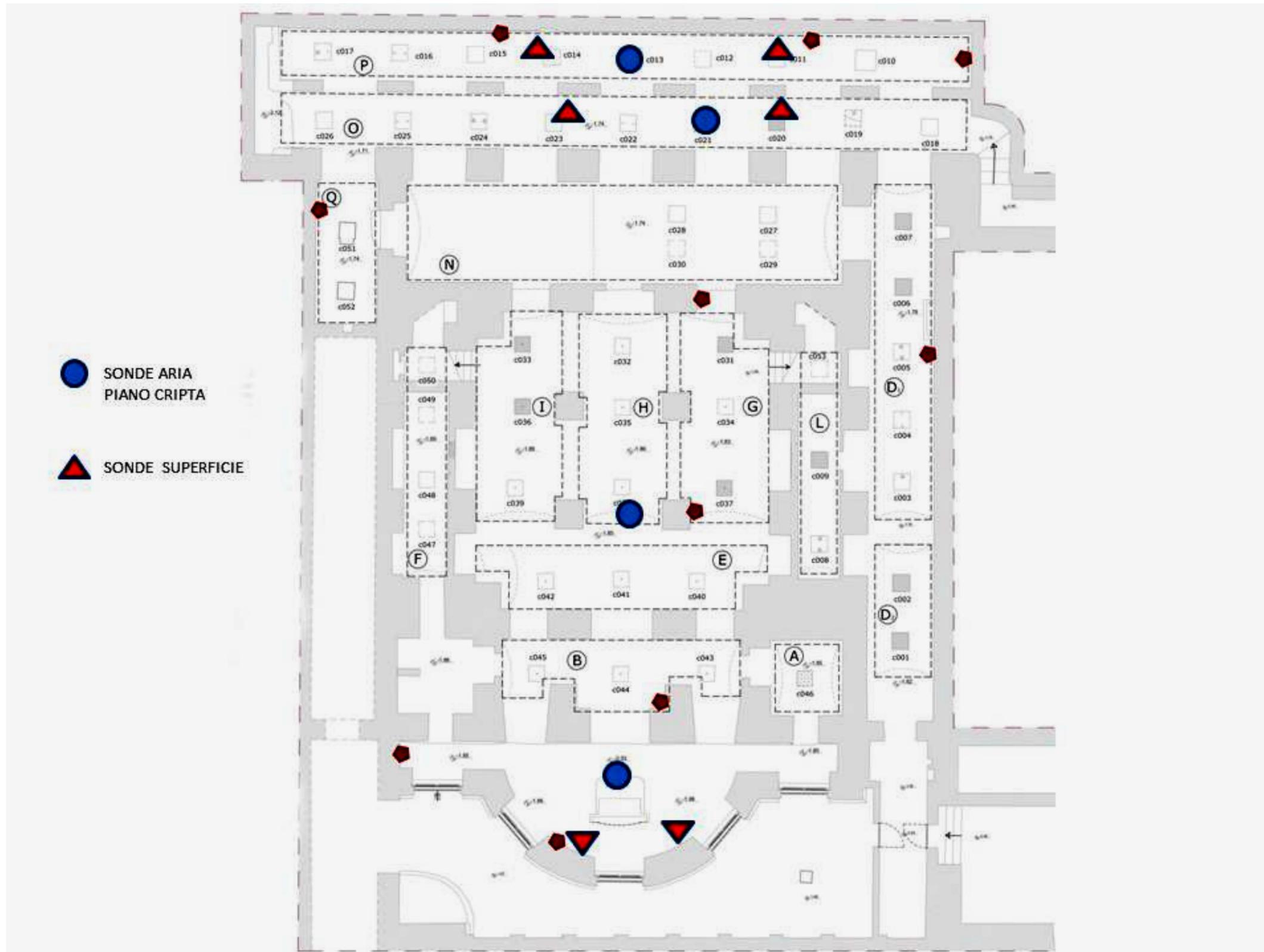
L'azione di evaporazione dell'umidità preente nelle murature e nel terreno verso l'interno della cripta e delle fosse sepolcrali è mostrata dall'umidità assoluta che misura il contenuto di acqua presente nell'aria. Gli andamenti mostrano:

che i valori nella cripta (CEN – C1) sono sempre leggermente maggiori che quelli esterni (ciò significa che rispetto all'aria esterna, quella interna ha un contenuto di acqua maggiore imputabile, appunto, all'acqua emessa in ambiente dalle murature); decisamente più elevati (maggiore produzione di vapore da parte delle murature anche a causa della mancanza di ricambi di aria) sono i valori misurati nelle fosse (P e G)

ing. Massimo Valentini

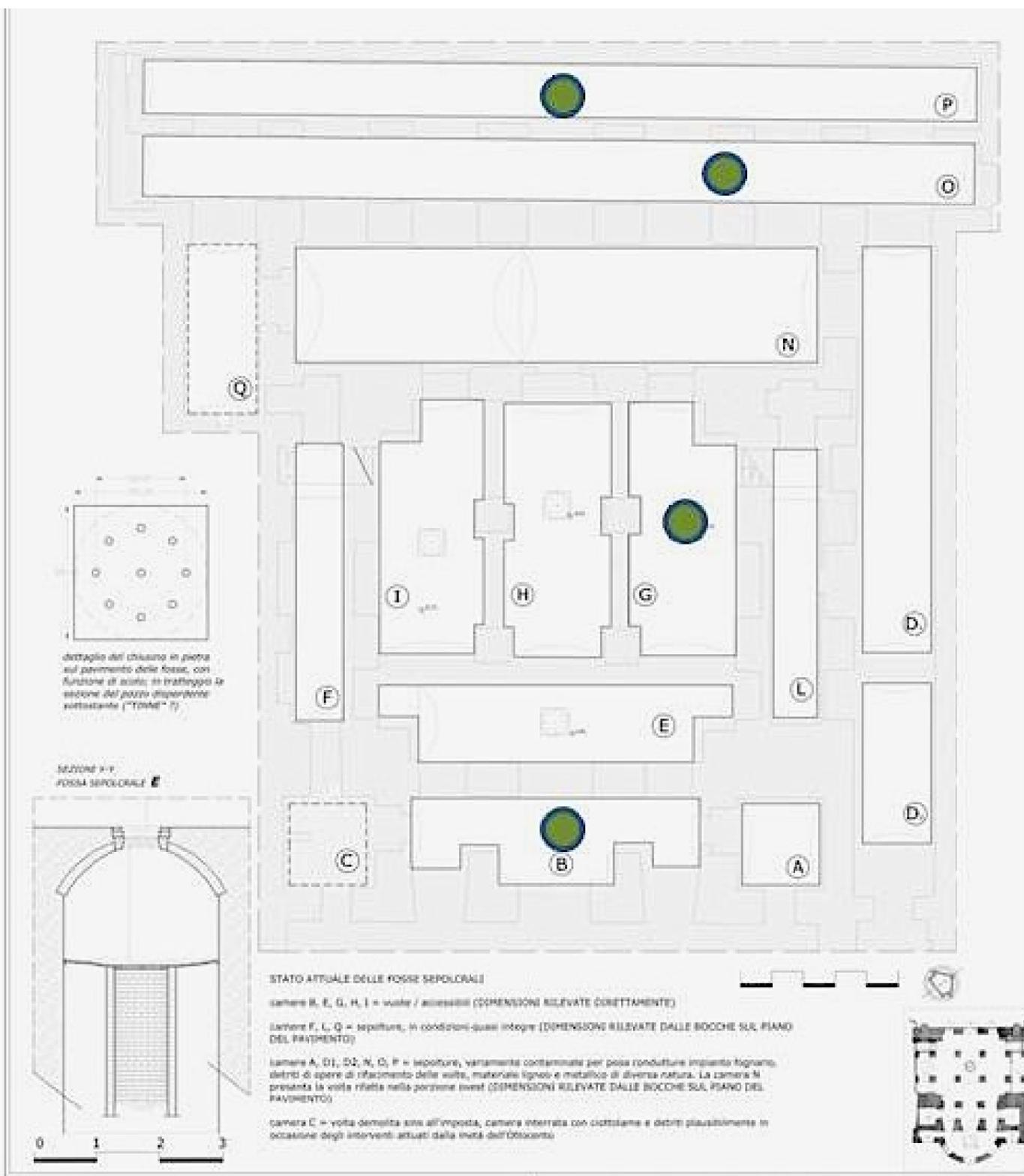
POSIZIONE DELLE SONDE PER IL
MONITORAGGIO AMBIENTALE AL
PIANO DELLA CRIPTA

RESPONSABILE: ING. M. VALENTINI,
F.I.T.BE.C., DIPARTIMENTO DI
ENERGIA, POLITECNICO DI MILANO





SONDE ARIA
PIANO FOSSE



POSIZIONE DELLE SONDE PER IL
MONITORAGGIO AMBIENTALE
NELLE CAMERE SEPOLCRALI

RESPONSABILE: ING. M. VALENTINI,
FI.T.BE.C., DIPARTIMENTO DI
ENERGIA, POLITECNICO DI MILANO