

# Soprintendenza Speciale per i Beni Archeologici di Pompei, Ercolano e Stabia



## PROGETTO COPERTURE

**MANUTENZIONE ORDINARIA E STRAORDINARIA  
DELLE COPERTURE, DELLE STRUTTURE MURARIE  
E DEGLI APPARATI DECORATIVI DI  
“VILLA REGINA” PRESSO GLI SCAVI DI BOSCOREALE**

## PROGETTO ESECUTIVO

### IL R.U.P.:

Arch. Immacolata Bergamasco

Firma: .....

### IL PROGETTISTA:

Arch. Carlo Monda

Firma: .....

### I CONSULENTI:

*Per le opere architettoniche e le sup. decorate*

Arch. Valentina Puglisi

*Per le strutture*

Ing. Fabrizio Torzetti

*Per gli apparati decorativi*

Res. Cons. Stefano Volta

*Per le ricerche archeologiche*

Dott. Domenico Camardo

Dott. Mario Notomista

*Per i rilievi*

Dott. Massimo Brizzi

*Per l'impianto elettrico e di illuminazione*

Ing. Franco Verzaschi e Ing. Marco Di Mauro

### IL SOPRINTENDENTE:

Prof. Massimo Osanna

Firma: .....

### IL DIRETTORE DEGLI SCAVI DI BOSCOREALE:

D.ssa Anna Maria Sodo

Firma: .....

## Relazione sulla Gestione delle Acque Meteoriche

Elaborato: C.8

Scala:

N. REV.	DATA	APPR.	DESCRIZIONE	N. REV.	DATA	APPR.	DESCRIZIONE
00	02.12.2014		Emissione definitiva				

## **C.8 - RELAZIONE SULLA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE**

### **Sommario:**

0. PREMESSA: DATI STATISTICI RELATIVI AL CLIMA ED ALLE PRECIPITAZIONI PIOVOSE NELL'AREA VESUVIANA .....	3
1. IL FUNZIONAMENTO IN ANTICO DEL SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE DI VILLA REGINA .....	3
2. IL FUNZIONAMENTO DELL'ATTUALE SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE.....	4
3. CRITICITÀ EVIDENZIATE NELL'ATTUALE SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE .....	9
4. INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	9
5. L'UMIDITÀ DI RISALITA CAPILLARE: STATO DI FATTO E INTERVENTI PREGRESSI .....	11
6. INTERVENTI PREVISTI PER LA MITIGAZIONE DEL FENOMENO DELLA RISALITA CAPILLARE DI UMIDITÀ NELLE MURATURE .....	12

## 0. PREMESSA: DATI STATISTICI RELATIVI AL CLIMA ED ALLE PRECIPITAZIONI PIOVOSE NELL'AREA VESUVIANA

L'analisi della serie ultracentenaria di dati meteorologici registrati presso l'Osservatorio Meteorologico dell'Università degli Studi di Napoli Federico II ha permesso di verificare che il clima della città e del territorio circostante è di tipo subtropicale, debolmente continentale e umido/sub-umido, e di identificare variazioni statisticamente significative nel regime termo-pluviometrico negli ultimi decenni che hanno determinato la quasi scomparsa delle stagioni intermedie, con rovesci di pioggia sempre più intensi e localizzati, intervallati da lunghi periodi di siccità. Questa tendenza, nota come *tropicalizzazione* delle piogge, è comune all'intera area vesuviana.

Il valore medio annuo delle precipitazioni nell'area metropolitana di Napoli è misurato in 865,6 mm, con valori di piovosità elevati (>120 mm) nei mesi da ottobre a dicembre. (Fonte: Osservatorio Meteorologico dell'Università degli Studi di Napoli Federico II, Dipartimento di Scienze della Terra). Considerato quanto sopra esposto, e sulla base dei dati meteorologici disponibili in relazione all'area vesuviana, l'intensità di pioggia, (i) di progetto è stabilita in 50 mm/ora<sup>1</sup>.

## 1. IL FUNZIONAMENTO IN ANTICO DEL SISTEMA DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE DI VILLA REGINA

Come è noto, le tipologie architettoniche della 'casa ad atrio' prima e della 'casa con peristilio' poi, hanno caratterizzato per secoli gli edifici residenziali di epoca romana; la distribuzione degli ambienti dell'abitazione intorno ad uno spazio centrale scoperto (*compluvium* nel tetto della casa ad atrio, o giardino circondato da portico a colonne con copertura compluviata nella casa con peristilio) e la presenza nel pavimento di quest'ultimo di una vasca di raccolta delle acque (*impluvium*), incassata nel pavimento e spesso collegata ad una cisterna interrata, sono figlie della necessità di raccolta e immagazzinamento delle acque per usi domestici, e hanno fortemente condizionato lo sviluppo della tipologia della *domus* romana, in cui la funzione di tutti gli ambienti è vincolata al rapporto con l'atrio/giardino, fonte di luce e aerazione, ma soprattutto di acqua.

Non fa eccezione a questa tipologia la villa rustica di Boscoreale, c.d. Villa Regina, che nel suo assetto del 79 d.C., frutto di sostanziali trasformazioni avvenute nel tempo a partire da un impianto molto più semplice, si configura con un nucleo centrale scoperto, il Cortile, delimitato dalla Cella Vinaria, anch'essa scoperta, su un lato, e dotato di Portico con copertura compluviata sugli altri tre lati. Gli ambienti abitativi, produttivi e di rappresentanza sono distribuiti sui tre lati del Portico, con il Triclinio sul lato opposto del Cortile rispetto all'Ingresso, come negli edifici di carattere squisitamente residenziale; la maggior parte delle coperture della Villa (Portico, Deposito e falde interne del Quartiere Abitativo Meridionale e del Triclinio) aveva pendenza rivolta verso il Cortile, per convogliarvi la maggior quantità d'acqua possibile. La pavimentazione in coccio pesto del Cortile, in assenza di una vasca vera e propria, fungeva essa stessa da *impluvium*, riversando le acque raccolte nel condotto posto nell'angolo sud-est, verso un primo pozzetto di decantazione e da qui direttamente nella cisterna collocata nell'attiguo Locale Pozzo (V). Un troppopieno assicurava che l'acqua in eccesso defluisse verso il pozzo esterno, situato nell'orto.

---

<sup>1</sup> Valori annui medi della piovosità massima giornaliera e totale annua dell'Osservatorio Meteorologico dell'Università degli studi di Napoli Federico II. Il valore di 50 mm/ora, anche se è stato talvolta superato nel periodo compreso fra il 1970 e il 1996 (max. nel 1979 con 60 mm/ora ed in particolare nel 2001 quando in poco più di tre ore si sono superati i 100 mm), è quello in questa sede ritenuto congruo per il dimensionamento degli elementi del sistema di smaltimento delle acque.

## 2. IL FUNZIONAMENTO DELL'ATTUALE SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

L'attuale sistema di allontanamento delle acque meteoriche della Villa Rustica, realizzato negli anni '90 contestualmente o subito dopo la realizzazione della maggior parte delle coperture moderne, ricalca in buona misura il percorso antico di raccolta delle acque: oltre il 75% delle precipitazioni piovose viene infatti convogliato nei pressi dell'antica Cisterna.

Data la superficie complessiva di circa 428 mq di coperture a falda, i pluviali posti all'interno della Cella Vinaria in adiacenza al Locale Pozzo (il P1, al di sopra di esso il P1bis e poi il P2, rif. Fig. 1) raccolgono l'acqua insistente su circa 304 mq di esse, compresa quella portata dai pluviali P7 (falda del Portico nord) e P7bis (copertura trasparente del Portico nord), oltre a quella che insiste sul pavimento del Cortile (circa 28 mq), mentre l'acqua piovana che interessa le restanti coperture, pari a 124 mq circa, viene convogliata verso gli altri tre pluviali posti sul perimetro esterno dell'edificio (P3-P6), che smaltiscono dunque tutti insieme poco meno del 25% dell'acqua piovana che investe la Villa.

Nel mese di ottobre 2013, in occasione della predisposizione del presente progetto, è stata rilevata l'intera rete di raccolta delle acque meteoriche, al fine di comprenderne funzionamento ed efficacia. La Fig. 2 mostra lo schema di deflusso dell'acqua piovana verso i sistemi di raccolta. I pluviali scaricano l'acqua raccolta in appositi pozzetti, individuati in pianta e numerati con i codici PZ1-PZ10, collegati con un pozzo artesiano.



*Fig. 1: individuazione in pianta e numerazione dei pluviali esistenti.*

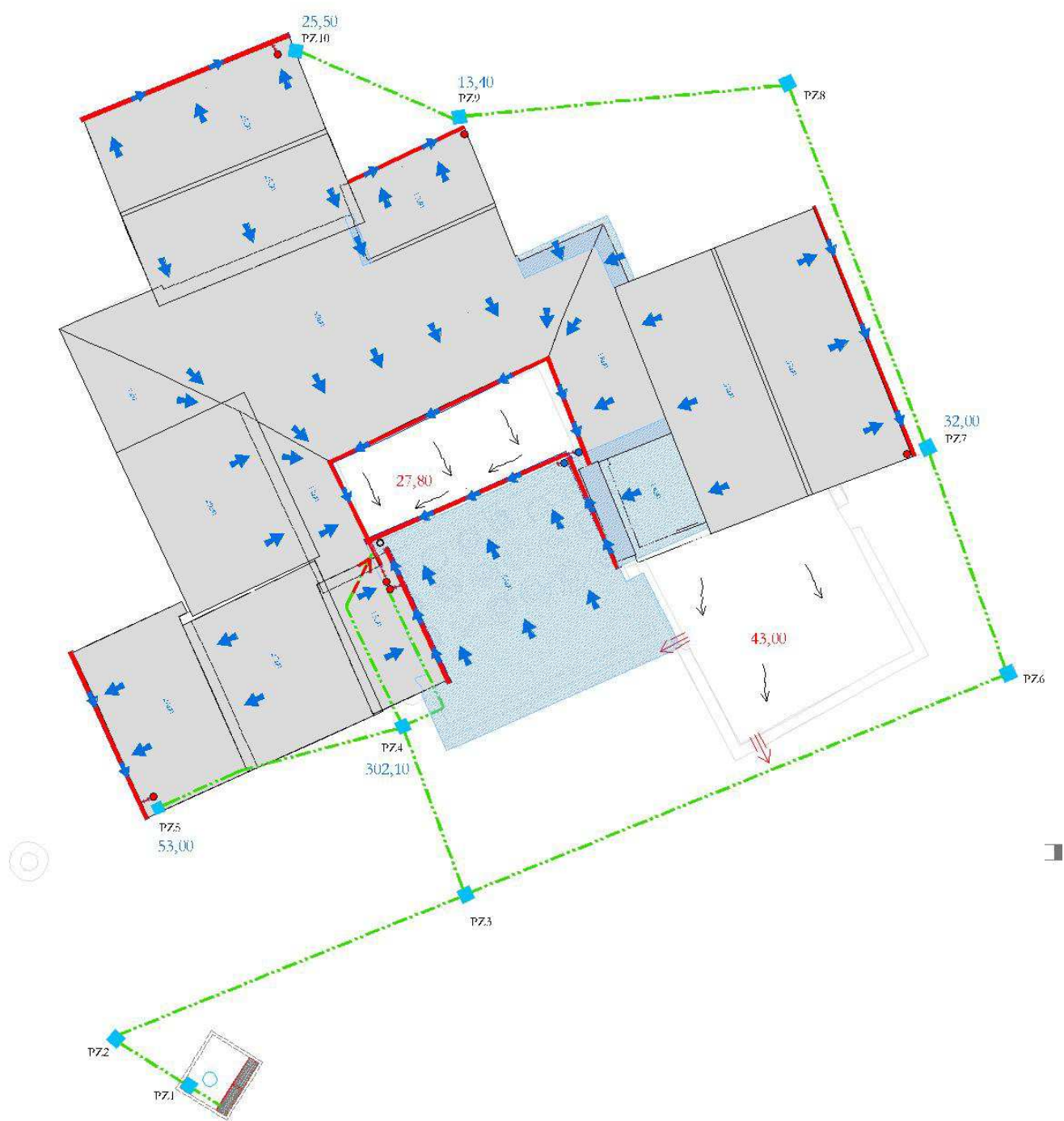
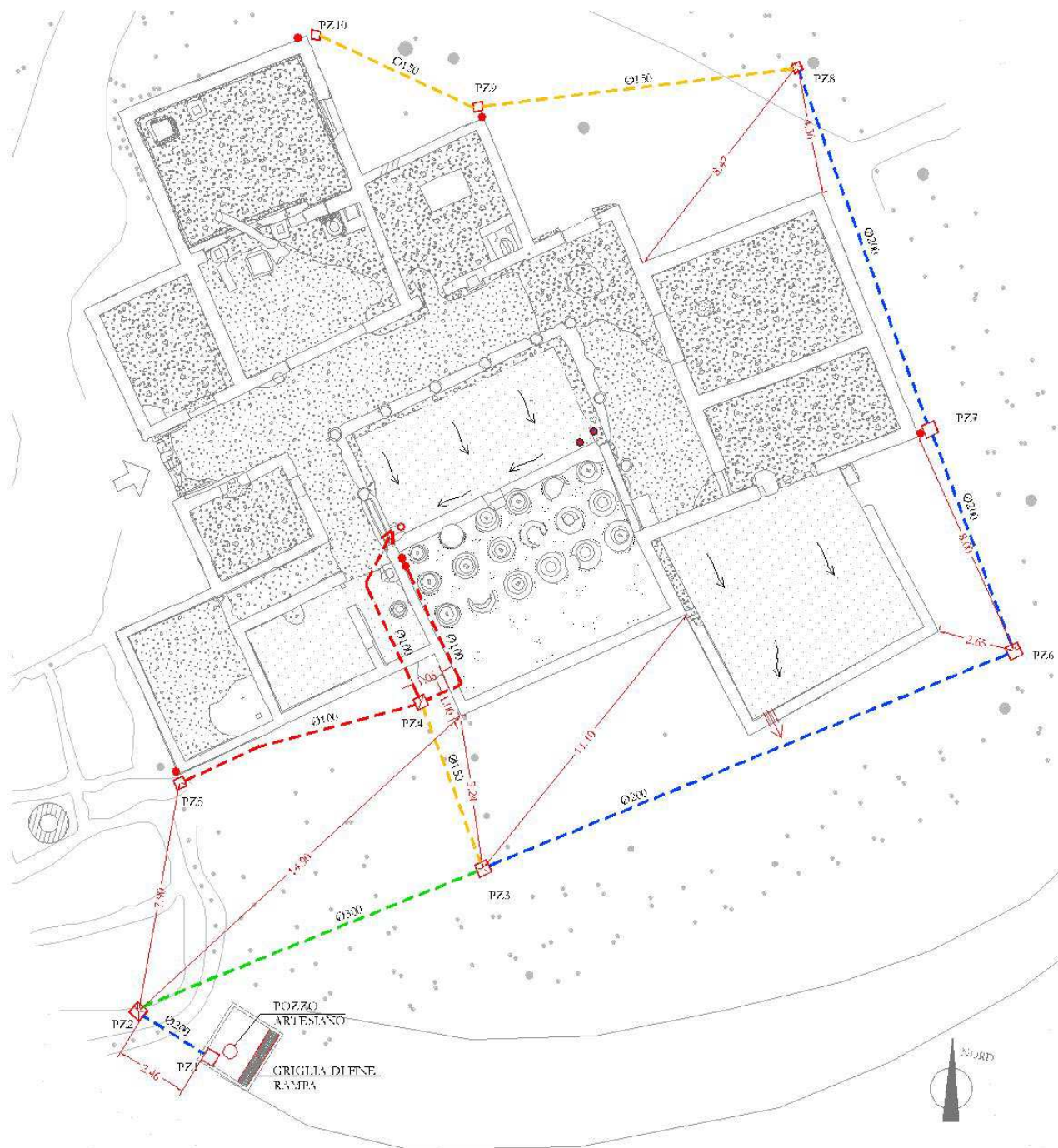


Fig. 2: individuazione in pianta e numerazione dei pozzi esistenti, schema di deflusso dell'acqua piovana verso i sistemi di raccolta in quota e calcolo delle superfici di falda delle coperture.





#### LEGENDA

PZ. □ POZZETTO

--- TUBO IN PVC Ø100mm

--- TUBO IN PVC Ø150mm

--- TUBO IN PVC Ø200mm

--- TUBO IN PVC Ø300mm

⇐ FORO PER PASSAGGIO ACQUE  
SUPERFICIALI

⇐ DIREZIONE DI DEFLESSO ACQUE  
SUPERFICIALI

⇐ SBOCCO DI CANALIZZAZIONE  
SU PIANO DI CALPESTIO

● PLUVIALE IN RAME ESISTENTE  
Ø100mm ALLACCIATO A RETE ORIZZONTALE

○ PLUVIALE IN RAME ESISTENTE  
A SCARICO LIBERO (s. terra o su altre aperture)

● CONDOTTO DI RACCORDO ESISTENTE FRA  
RETI DI SCARICO A QUOTE DIFFERENTI

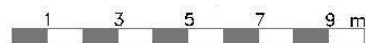


Fig. 3: rilievo della rete di raccolta a terra. Le linee tratteggiate rappresentano tubi in PVC di diverso diametro.





*Fig. 4: vista nord-ovest della villa: da destra il pluviale P4 (Calcatorium), il P5 (Cucina) e il P6 (Triclinio-Fienile). All'interno del Cortile si vedono, da destra, il P2 ed un pluviale di raccordo tra la copertura trasparente del Portico Nord e la gronda verso il P1.*



*Fig. 5: vista della villa da sud-ovest: da destra il pluviale P3 (Cubicolo XIII) e il pluviale P4 (Calcatorium).*



*Fig. 6: vista della copertura del Portico da est, a sinistra sono visibili i pluviali P2 e P1-P1bis, collocato più in basso, a destra i pluviali P7 e P7bis.*



*Fig. 7: vista del Portico Nord, con l'innesto dei pluviali P7-P7bis sulla gronda della copertura trasparente della Cella Vinaria.*



I pluviali P1 e P1bis, situati sul lato sud della Cella Vinaria, convogliano l'acqua che raccolgono direttamente nel pozzetto PZ4 attraverso la condotta che costeggia il muro sud della Cella; il pozzetto PZ4 è connesso, dal lato esterno del Locale Pozzo, con il pozzetto PZ3, adiacente alla rampa di discesa, sotto il grande albero di fico.



*Fig. 8: condotta dai pluviali P1 e P2 nella Cella Vinaria.*



*Fig. 9: uscita della condotta dal muro della Cella Vinaria.*

Il pluviale P2, situato in prossimità dei precedenti, scarica anch'esso nel pozzetto PZ4, ma attraverso una condotta che corre all'interno del Locale Pozzo.



*Fig. 10-11: scarico del pluviale P2 verso l'antico pozzetto di decantazione presso la cisterna. Fig. 12: condotta nel Locale Pozzo.*



*Fig. 13: pozzetto PZ3 presso il quartiere abitativo meridionale.*



*Fig. 14: pozzetto PZ4 presso la Cella Vinaria.*



### 3. CRITICITÀ EVIDENZIATE NELL'ATTUALE SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE

Un'analisi del funzionamento del sistema nel suo insieme e delle caratteristiche relative ai singoli elementi rivela che il carico idrico gravante sulle coperture dell'edificio in caso di pioggia non viene uniformemente distribuito verso la rete di smaltimento in quota: una buona parte di esso grava su pochi elementi, che potrebbero costituire il punto debole del sistema.

TABELLA 1: CALCOLO DEL CARICO IDRICO SU PLUVIALI E GRONDE – STATO DI FATTO

Pluviale	MQ coperture	i (mm/ora)	h (mm/ora*mq)	l/s
P1 (P7)	200,00	50	10.000,00	2,78
P2 (P7bis)	102,00	50	5.200,00	1,44
P3	53,00	50	2.650,00	0,74
P4	25,50	50	1.275,00	0,35
P5	13,50	50	675,00	0,19
P6	32,00	50	1.600,00	0,44

Dalla tabella si evince come i pluviali P1 e P2 ricevano da soli, grazie anche all'apporto dei P7, quasi il triplo della portata degli altri quattro messi insieme, fatto imputabile sia alla conformazione delle falde dei tetti in antico, che all'esigenza di non scavare ulteriori tracce pavimentali all'interno della Villa (rif. scarico pluviali P7).

Relativamente alla verifica della sezione delle gronde, quelle che servono i pluviali da P3 a P6 non hanno sezioni particolarmente ampie data la non ingente quantità di acqua che devono ricevere, mentre le gronde preposte alla raccolta dell'acqua piovana dalle coperture compluviate del Cortile verso i pluviali P1 e P2, all'interno della Villa, hanno una sezione considerevolmente maggiore delle altre, ed anche un notevole impatto visivo.

Tale dimensionamento è giustificato dall'ingente quantità d'acqua attualmente circolante nelle gronde del Cortile, ed anche da esigenze cautelative derivanti dal fatto che esse sono collocate nel punto più basso di un percorso 'a cascata', sul quale confluiscono acque raccolte da diverse coperture poste più in alto, alcune di esse notevolmente ampie e inclinate: l'acqua che confluisce nelle gronde del Cortile al termine di questo percorso, senza vie di deflusso alternative, acquista verosimilmente una elevata velocità in caso di fenomeni temporaleschi particolarmente intensi, e viene dunque opportunamente 'arginata' dal loro ampio profilo.

### 4. INTERVENTI PREVISTI PER IL MIGLIORAMENTO DELLA GESTIONE DELLE ACQUE METEORICHE

L'obiettivo che ci si pone con il presente progetto è quello di migliorare l'efficacia del sistema di raccolta esistente, cercando di dirigere le acque piovane per quanto possibile verso l'esterno e cercando di diminuire i carichi di acqua dei pozzetti in sovraccarico.

Mediante l'apposizione di nuove gronde e pluviali sulle falde poste a quota maggiore, che ne sono ad oggi sprovviste, si eviterà che le acque provenienti da queste si riversino in modo incontrollato sulle falde inferiori, come avviene oggi e verranno invece incanalate e convogliate sulle falde sottostanti verso le reti di scarico (l'annullamento del percorso a cascata falda su falda, contribuirà ad evitare il fenomeno delle infiltrazioni nei punti di attacco delle falde con la muratura, concausa dell'ammaloramento delle orditure lignee e delle strutture in c.a del "Porticato"); ove possibile saranno diversificati i percorsi dell'acqua raccolta in quota e una parte del carico d'acqua che attualmente interessa il pluviale P1, sarà diretto verso l'esterno dell'edificio. Questo con il duplice scopo di evitare che un eventuale fenomeno temporalesco di particolare intensità possa sovraccaricare il sistema e di ridurre la sezione, e dunque l'impatto visivo, delle lattonerie presenti nel Cortile, che ad oggi interferiscono pesantemente con la fruizione dell'ambiente più importante della Villa, la Cella Vinaria.

La ricostruzione filologica della copertura del Quartiere Abitativo Meridionale, e l'apposizione di una gronda sulla copertura dell'ambiente X, opereranno in questo senso, contribuendo alla riduzione del carico d'acqua gravante sul pluviale P1 per circa 66 mq, poiché lo scarico avverrà direttamente sul lato esterno dell'edificio, verso il pozzetto PZ4; inoltre, il posizionamento di una nuova gronda sulla falda sud del Triclinio-Fienile indirizzerà circa altri 32 mq di superficie di raccolta verso il lato nord-ovest, all'esterno dell'edificio, in corrispondenza del nuovo pozzetto NP1.

Con questi accorgimenti, il carico d'acqua dei pluviali interni P1 e P2 sarà ridotto di circa un terzo, e le sezioni degli elementi di lattoneria potranno essere ridotte di conseguenza.

TABELLA 2: CALCOLO DEL CARICO IDRICO SU PLUVIALI E GRONDE – STATO DI PROGETTO

Pluviale	MQ coperture	i (mm/ora)	h (mm/ora*mq)	l/s
P1 (P7)	128,50	50	6.425,00	1,78
P2 (P7bis)	71,00	50	3.550,00	0,99
P3	26,00	50	1.300,00	0,36
P4	25,50	50	1.275,00	0,35
P5	39,00	50	1.950,00	0,54
P6	32,00	50	1.600,00	0,44
NP8	32,00	50	1.600,00	0,44
NP9	66,00	50	3.300,00	0,92

L'esistente rete di raccolta a terra verrà dunque revisionata ed implementata con due nuovi pozzetti posti sul lato nord-ovest per funzionare al meglio con il nuovo assetto in quota (vedi fig. 15).

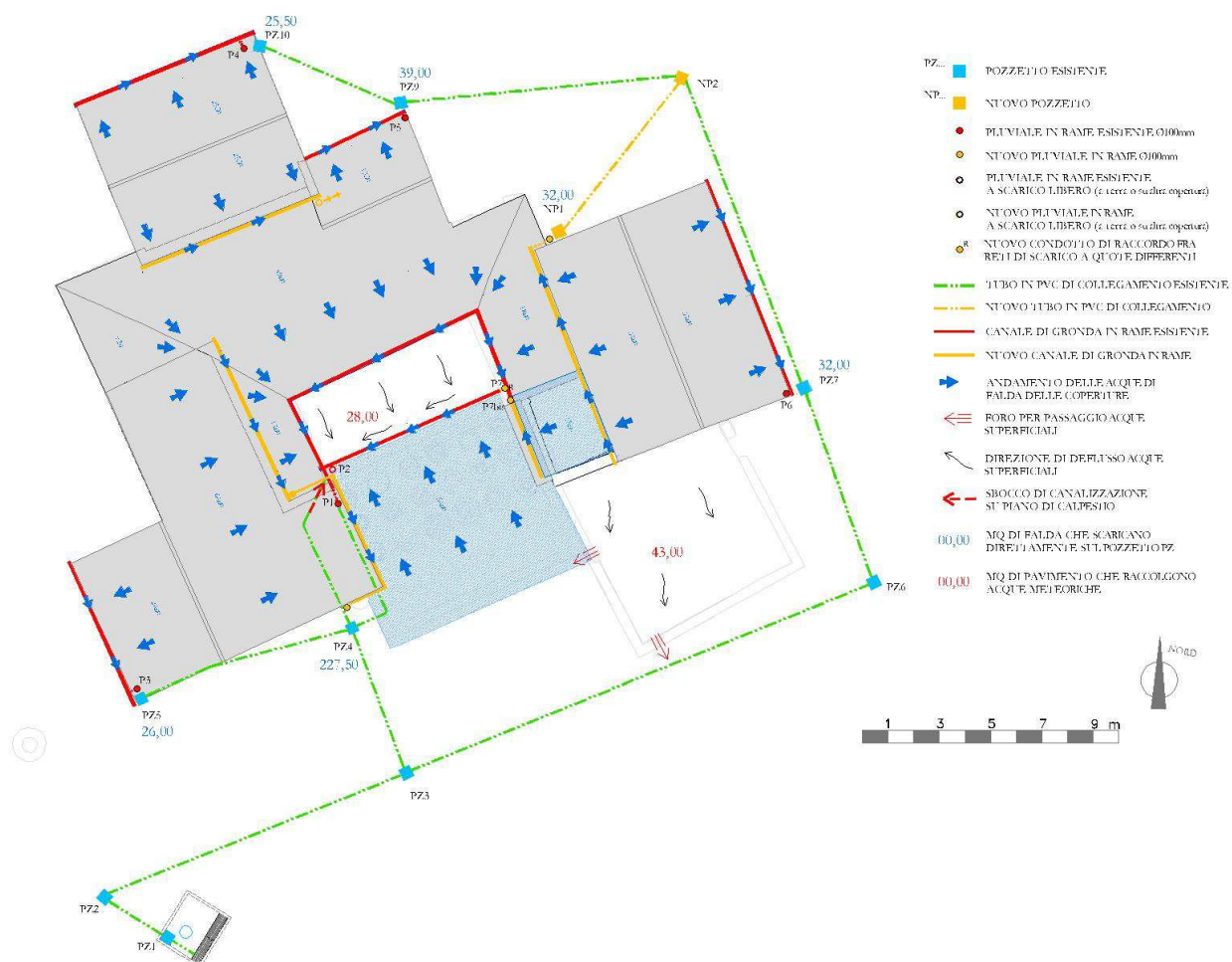


Fig. 15: schema di progetto per il deflusso dell'acqua piovana verso i sistemi di raccolta in quota e a terra.



I principali interventi previsti per il miglioramento della rete di raccolta delle acque, a coronamento della riconfigurazione delle coperture del Quartiere Abitativo Meridionale e del Portico Nord, sono riassumibili come segue:

- Il posizionamento di nuove gronde sulle falde interne degli ambienti X, V, IXbis, IV, VII e VIII.
- La sostituzione di tutte le lattonerie in quota (gronde e pluviali) ed il ridimensionamento di quelle presenti nel Cortile: Pluviale P1  $\varnothing = 110$  mm, Pluviale P2  $\varnothing = 90$  mm; Grondaie a sezione circolare  $\varnothing = 140$  mm;
- La manutenzione della rete di raccolta esistente a terra, con l'eventuale sostituzione di elementi inefficaci e l'aggiunta di due nuovi pozzetti sul lato nord-ovest della Villa.

Per l'inquadramento degli interventi si rimanda all'elaborato *D.4.1 - Progetto: Gestione delle Acque Meteoriche*.

## 5. L'UMIDITÀ DI RISALITA CAPILLARE: STATO DI FATTO E INTERVENTI PREGRESSI

La posizione della Villa, situata circa otto metri al di sotto della quota di campagna, all'interno della grande depressione del terreno formata dall'area di scavo, la espone di per sé all'umidità proveniente dal sottosuolo; l'edificio è inoltre circondato dal suo antico campo coltivato a vite, dunque terreno 'morbido' con tappeto erboso, altamente permeabile alle piogge, a diretto contatto con le murature perimetrali dell'edificio.

Inoltre, il cuore dell'edificio, il Cortile della Villa, è un ambiente privo di coperture, e le precipitazioni piovose che lo investono, essendo molto lentamente assorbite dal pavimento 'duro' in battuto di cocciopesto, protetto da strati di geotessuto e lapillo, creano una vasta zona di ristagno d'acqua che alimenta l'umidità di risalita nelle colonne del Portico e sul lato della Cella Vinaria, oltre a favorire la crescita di vegetazione infestante nello stesso Cortile.

Come è normale che sia date queste condizioni, il piede delle murature della Villa, sia interne che esterne, è interessato in misura importante dal fenomeno dell'umidità di risalita capillare, e così i rivestimenti in intonaco e le pitture murali.



Fig. 16: parete ovest del Triclinio: evidente la curva di risalita capillare.



Figg. 17-18: colonne del Portico, erosione dell'intonaco.

Per salvaguardare almeno le pitture murali del Triclinio, già durante i lavori di scavo e sistemazione della Villa del 1979-80 venne praticato al piede delle murature perimetrali di questo ambiente il taglio meccanico della muratura, con interposizione di lamina di piombo.

Il taglio, praticato proprio allo spigolo con il pavimento in coccio pesto per preservare le pitture murali nella loro interezza, risulta però troppo basso rispetto al livello esterno del terreno: il bordo della lamina di piombo sui lati esterni nord e ovest del Triclinio è infatti ricoperto di erba e terriccio, che apportano umidità alla muratura al di sopra del taglio, rendendo inefficace la pur drastica misura protettiva adottata.

## 6. INTERVENTI PREVISTI PER LA MITIGAZIONE DEL FENOMENO DELLA RISALITA CAPILLARE DI UMIDITÀ NELLE MURATURE

Per risolvere il problema dell'umidità di risalita su murature e rivestimenti in aree archeologiche non vi sono in generale soluzioni definitive e di provata efficacia.

Nel caso specifico, non essendo pensabile per questo edificio antico alcun tipo di intervento invasivo di tipo meccanico che interessi le murature o i piani pavimentali, le opzioni disponibili si riducono drasticamente.

In più, il mancato accoglimento da parte della Committenza dell'ipotesi, presentata in sede di Progetto Preliminare, di protezione del Cortile della Villa con una copertura trasparente unica per questo ambiente e per l'adiacente Cella Vinaria, lascia aperto il problema del ristagno d'acqua all'interno dell'edificio, che costituisce, insieme alla ventilazione preferenziale, il principale fattore di degrado delle colonne del Portico.

La proposta progettuale prevede perciò la sola messa in campo di misure migliorative della situazione esistente e di mitigazione degli effetti dell'umidità di risalita sulle murature, quali:

- La rifunzionalizzazione del taglio murario esistente al piede dell'ambiente del Triclinio, tramite lo scavo di una stretta trincea esterna sui lati nord e ovest che porti il livello del terreno a contatto con la muratura ad una quota inferiore rispetto a quella della lamina di piombo, e l'esecuzione di uno strato drenante (strato di inerti posto su superficie idraulica con leggera pendenza verso l'esterno) che eviti il ristagno d'acqua in adiacenza delle murature (*rif. elaborato D.3.8\_Interventi diffusi, sul manto di copertura, murature ed architravi*).
- L'estrazione dei sali solubili dalle murature interne ed esterne alla quota della risalita capillare, con particolare attenzione a quelle del Triclinio, da eseguirsi contestualmente all'esecuzione delle altre operazioni di restauro conservativo.

La ricerca di soluzioni di lungo termine per l'eliminazione o la mitigazione dei fenomeni di risalita capillare ha portato anche a considerare l'eventuale installazione di sistemi basati sulla tecnologia elettro-fisica a neutralizzazione di carica, che, se efficace, potrebbe integrare tutti gli interventi precedentemente elencati senza effetti collaterali di alcun genere e con costi di esercizio praticamente ininfluenti.

Sono attualmente in corso valutazioni sull'efficacia di tale sistema in altri contesti di valore storico-artistico sull'intero territorio nazionale, e si affida perciò l'eventuale decisione in merito al futuro Direttore dei Lavori, qualora al momento dell'esecuzione delle opere relative al presente Progetto siano disponibili i dati relativi alle citate sperimentazioni cui fare riferimento.