

**ISTITUTO AUTONOMO CASE POPOLARI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO**

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI DUE COPERTURE  
METALLICHE A SERVIZIO DEL MERCATO STORICO DI BALLARO',  
IN PIAZZA DEL CARMINE, NEL CENTRO STORICO DI PALERMO**

## ***RELAZIONE GEOLOGICA***

*Livello di Progettazione: ESECUTIVO*

*Stesura: AGOSTO 2019*



## **PREMESSA**

L'Istituto Autonomo Case Popolari ha in programma la realizzazione di due coperture metalliche a servizio del mercato storico di Ballarò, in Piazza del Carmine, nel centro storico di Palermo.

Il presente studio ha, pertanto, non solo il fine di determinare la successione stratigrafica, le caratteristiche fisiche ed i requisiti idrogeomorfologici dei litotipi che compongono il sottosuolo dell'area in questione, ma anche quello di caratterizzare le problematiche geologico-tecniche connesse alla realizzazione dell'opera alla luce di quanto disciplinato dal "Nuovo Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico" e dai successivi aggiornamenti in ordine alla tavola 9 del *Bacino Idrografico del Fiume Oreto (039) e l'Area Territoriale compresa tra il Bacino Oreto e Punta Raisi(040)*, oltre ai parametri di cui al Nuovo NTC di cui al D.M. del 17 Gennaio 2018, ai fini dell'azione sismica di progetto.

I recenti rilievi condotti dal sottoscritto, integrati dai dati geologici disponibili in letteratura, hanno delineato una caratterizzazione di massima relativamente all'aspetto idrogeomorfologico e alla stabilità dell'area in esame, con riferimento all'eventuale presenza di cavità naturali o artificiali, alla presenza di agenti morfogenetici attivi e all'individuazione dimensionale del livello freatico.

Non essendo disponibili dati puntuali sul sottosuolo della zona in esame, detta caratterizzazione è stata affinata da una serie di indagini a supporto, dirette ed indirette, la cui peculiarità verrà descritta in seguito.

## **INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI**

Il sito di che trattasi, ubicato nel centro storico della città di Palermo e ricadente nel Foglio 249 II N.E. della Carta Topografica d'Italia IGM al 25:000 denominata "PALERMO", ha una quota di circa 17 m s.l.m.

L'area urbana di Palermo, circondata dai Monti di Palermo e delimitata dal Mar Tirreno, sorge su una piana che degrada verso mare con una pendenza del 10-15%, ed è il risultato combinato dell'azione del mare e dei numerosi corsi d'acqua che in passato la solcavano più o meno incisivamente: i fiumi Kemonia, Papireto, Oreto ed il Flumen Galli, detto anche Torrente di Passo di Rigano.

Sulla scorta della letteratura geologica esistente, la geologia dei litotipi affioranti nel territorio palermitano è interessata da terreni appartenenti alla struttura tettonica dei Monti di Palermo, costituenti un frammento della Catena Appennino-Maghrebina, creatasi per sovrapposizione di Unità Terrigeno Carbonatiche e Carbonatiche Terziarie, a sua volta originate da depositi paleogeografici di piattaforma carbonatica di ambiente marino che, a partire dal Miocene Inferiore, si deformarono evolvendosi in corpi geologici con omogeneità di facies e comportamento strutturale (Unità Stratigrafico Strutturali).

L'origine della Piana di Palermo viene ipotizzata da diversi autori, o come instaurazione di una fossa tettonica, o come prodotto dell'erosione differenziale del substrato argilloso-marnoso, sebbene altri autori ritengano tali ipotesi riferibili rispettivamente alla zona nord, sud e sud-est della Piana, dove confluivano i materiali provenienti dal dilavamento dei monti circostanti per via dell'azione dei corsi d'acqua a regime torrentizio e non; nel Quaternario, l'azione erosiva era anche operata dal mare sui rilievi carbonatici esistenti.

La natura geostrutturale dell'area trova adeguata comprensione considerando il

Da vari studi condotti, è evidente che il primo termine è presente nella parte meridionale della Piana, in un'area delimitabile tra il fiume Oreto e l'asse che comprende Piazza Indipendenza e Piazza Castelnuovo. Ciò spiegherebbe la particolare topografia connessa alla zona di subsidenza all'interno del prolungamento delle due linee di faglia distensive passanti rispettivamente per Monreale ed Altofonte (*graben*), oltre alla natura dei clasti trasportati dai corsi d'acqua. Infatti, la mineralogia dello scheletro quarzo-argilloso è correlabile con la formazione flyschioide su cui incidevano i corsi d'acqua.

Lo spessore di tale copertura è ricco di microfossili e si aggira sui 100 m.

Il secondo litotipo, la Calcarenite, giace sulle Argille Sabbiose Grigie in strati sub-orizzontali, in facies arenacea a contenuto variabile di cemento, o in facies sabbiosa medio-fine.

A nord della città, la Calcarenite, dello spessore di diverse decine di metri, giace direttamente sul Flysch ed è caratterizzata da granuli biancastri, carbonatici, a struttura omogenea e ben cementata, mentre nella zona meridionale la Calcarenite ha un colore prevalentemente giallastro costituita da granuli carbonatici e, in misura variabile, silicei, che le conferiscono un diverso grado di cementazione. La presenza di questi ultimi tende a ridursi via via che aumentavano gli apporti terrigeni dei corsi d'acqua sviluppatisi sulla formazione carbonatica dell'entroterra.

Lo spessore della formazione pleistocenica è molto variabile a causa dell'irregolare andamento del tetto del Flysch, che affiora nella porzione pedemontana.

Per via della diversa composizione e genesi delle due litofacies costituenti il complesso pleistocenico, i processi diagenetici si manifestarono differenzialmente.

Le Argille Sabbiose si accumularono in condizioni ambientali ipoalcaline. La scarsa presenza di specie ioniche, contestualmente ad un  $\text{pH} > 7$ , non poteva favorire la precipitazione di sali, che avrebbero svolto un'azione legante tra i vari granuli.

Al contrario, le sabbie calcaree in fase diagenetica si trasformarono in arenarie

## **CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE ED ANTROPICHE**

La geomorfologia nell'intorno dell'area in questione è caratterizzata da un assetto regolare in cui predomina uno scenario contraddistinto da terrazzi fluviali e terrazzi marini originatisi nel Pleistocene e Olocene, e contraddistinti rispettivamente dalle Alluvioni Ghiaiose e dalla *Formazione Calcarenitica Sabbiosa*.

Come anzidetto, l'assenza di una rete idrografica superficiale è da attribuirsi allo sviluppo urbanistico della città che ha interrato integralmente il relativamente vicino fiume Kemonia.

La permeabilità dei terreni superficiali dell'area oggetto d'intervento favorisce non solo l'infiltrazione delle acque meteoriche, ma anche delle acque potabili e reflue rispettivamente della rete idrica e fognaria, entrambe ancor oggi fatiscenti in gran parte. Tali acque potrebbero contribuire ad innalzare il livello freatico della falda, che in occasione dei sondaggi recentemente effettuati è stato riscontrato ad una profondità di *m 11,60 (sondaggio S1PZ)*.

Le condizioni di stabilità dell'area in argomento possono essere definite buone, se relazionate alla messa in posto dei terreni presenti nonché alla mancanza di agenti morfogenetici e/o geodinamici che possano in futuro turbarne l'attuale equilibrio.

Una valutazione a parte dev'essere fatta in relazione alla potenziale presenza di eventuali strutture ipogee di natura antropica riscontrate nei pressi dell'area in studio. Infatti, il quartiere dell'Albergheria è noto per l'abbondanza di cavità, pozzi, cunicoli, camere, canali sotterranei, tombe, catacombe e cripte. Grazie agli studi ed alle pubblicazioni del Dott. Pietro Todaro, nel quartiere sono state individuate diverse strutture che non dovrebbero tuttavia trovare riscontro nell'area oggetto di studio.

In considerazione di ciò risulta evidente, che la possibilità di rinvenire qualche piccola cavità nell'intorno del sito in studio sarebbe potuta essere remota, ma non del tutto escludibile. Si è pertanto venuti nella determinazione di programmare, oltre alle

utilizzata per la ricerca e la caratterizzazione geometrica di cavità, sottoservizi, serbatoi, resti archeologici e strutture sepolte in genere nei primi metri del sottosuolo.

### **CARATTERISTICHE GEOLOGICHE LOCALI**

Generalmente, il sottosuolo di Palermo consta di una successione calcarenitica quaternaria (Siciliano) dello spessore variabile da 80-90 m, fino ad assottigliarsi a qualche decina di metri o meno procedendo verso monte. La Calcarenite poggia sulle argille del Flysch Numidico.

La successione è distinta generalmente, dal basso verso l'alto, in:

- Complesso Calcarenitico Sabbioso, con livelli sabbiosi ed argillo-sabbiosi il cui spessore varia da pochi metri a circa 80-90 m. Esso presenta una notevole eterogeneità di facies e può essere a sua volta distinto in *Calcareniti Bianche* e *Calcareniti Giallastre*, riscontrate rispettivamente nelle aree settentrionali e meridionali della città.

- Argille Azzurre Fossilifere, con a luoghi sabbie ed argille siltose.

Passando all'area in esame, i terreni limitrofi sono rappresentati in via preponderante dal *Complesso Calcarenitico Sabbioso* a prevalente colorazione giallo ocra che, generalmente, ha andamento stratificato in grossi banchi a giacitura debolmente inclinata in direzione dell'attuale linea costiera. La giacitura della formazione è quella dell'originaria messa in posto, dovuta alla fase regressiva del mare e all'assenza di fenomeni di sollevamento tettonico con la conseguente formazione di faglie. Nell'ambito di tali banchi è possibile notare una stratificazione incrociata secondaria, testimonianza di una messa in posto del sedimento in ambiente litorale. La colorazione giallo ocra è senz'altro dovuta alla presenza di ossidi di *Fe* e *Al*.

Lo scheletro del sedimento è costituito da granuli carbonatici, anche se svariati livelli presentano in maniera preponderante granuli a componente quarzosa. I sali calcarei depositi dalle acque di infiltrazione e di circolazione sotterranea hanno

2) *Calcarenite in strati mediamente cementati, alternate a sabbie medio-fini;*

3) *Limi sabbiosi grigi.*

Come vedremo di seguito, le indagini dirette hanno pressochè confermato il trend di tale successione.

### **INDAGINI GEOGNOSTICHE DIRETTE**

Considerate la carenza di informazioni in ordine a sondaggi meccanici o altre prospezioni in zone limitrofe già effettuati dall'Istituto, o acquisibili da terzi, e tenuto altresì conto della remota, ma non escludibile possibilità in ordine al rinvenimento di eventuali piccole strutture ipogee naturali o artificiali, riscontrabili generalmente in diversi siti del quartiere dell'Albergheria, si è reso necessario l'approntamento di un programma d'indagini a supporto, che nel dettaglio si è articolato in:

a) 2 perforazioni meccaniche, denominate S1PZ ed S2DH, ubicate entrambe su Piazza del Carmine, con avanzamento a carotaggio continuo e conservazione del nucleo per tutto lo spessore di terreno indagato, della profondità rispettiva di m 15,00 e m 30,00. In corrispondenza del foro S1PZ è stato installato un piezometro a tubo aperto per il rilievo della falda.

Il foro S2DH è stato altresì condizionato per l'effettuazione di una prova sismica di tipo Down Hole al fine di determinare il parametro  $V_s$  entro i 30 metri di profondità e, di conseguenza, la Classe di Suolo secondo le NTC di cui al D.M. del 17/01/2018, pubblicato in G.U. il 20/02/2018.

In occasione del sondaggio S1Pz è stato prelevato un campione indisturbato alla profondità di 1,65 m e sono state eseguite tre prove SPT alla profondità rispettiva di m. 2,00, m 7,00 e m 14,10, mentre durante l'esecuzione del sondaggio S2DH. sono stati prelevati n.3 campioni rimaneggiati, di cui uno di roccia, alla profondità di m 1,00, m 2,00 e m 5,00 (roccia) ed un campione indisturbato alla profondità di

Sondaggio c.c. S1 Pz				
Prova [n°]	Prof. [m]	N1	N2	N3
1	2,00	22	24	24
2	7,00	26	R(12cm)	-
3	14,10	4	7	12
Sondaggio c.c. S2 DH				
Prova [n°]	Prof. [m]	N1	N2	N3
1	1,60	15	R(10cm)	-
2	12,55	7	1	18
3	27,30	3	4	5

Il livello freatico misurato sul sondaggio S1PZ ha evidenziato la presenza della falda idrica alla profondità di 11,60 m.

Nel dettaglio, il sondaggio S1PZ ha evidenziato, dall'alto verso il basso, la seguente successione:

- 1) Sabbia con ghiaia ed inclusione di elementi litici, con clasti eterometrici da sub-angolari a sub arrotondati, colore marrone chiaro (da 0 a -1,40 m)
- 2) Sabbia limo ghiaiosa, con clasti eterometrici da sub angolari a sub arrotondati, colore marrone (da -1,40 a -2,00 m);
- 3) Ghiaia sabbiosa con clasti arenitici eterometrici ed angolari, colore giallo ocra. Presenza di livelli molto addensati e livelli di materiale lapideo color giallo ocra carotato integro (da -2,00 a -7,00 m);
- 4) Sabbie ghiaiosa, molto addensata, con clasti eterometrici da sub arrotondati ad arrotondati, colore giallo ocra (da -7,00 a -8,10 m);
- 5) Materiale lapideo arenitico, colore giallo ocra, carotato in spezzoni decimetrici o in forma di breccia angolare ed eterometrica con livelli debolmente sabbiosi (da -8,10 a -13,10 m);
- 6) Sabbia fine, a tratti debolmente ghiaiosa, moderatamente addensata, colore

- 3) *Ghiaia sabbiosa con clasti eterometrici ed angolari, colore giallo ocra. Presenza di inclusi litici arenitici color giallo ocra (da -1,80 a -3,00 m);*
- 4) *Ghiaia con sabbia fine, con clasti eterometrici ed angolari, colore giallo ocra (da -3,00 m a -4,00 m);*
- 5) *Materiale lapideo arenitico, a grado di cementazione variabile, carotato integro o a livelli sabbioso ghiaiosi con clasti eterometrici ed angolari, colore giallo ocra (da -4,00 a -9,50 m);*
- 6) *Sabbia medio fine da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa con livelli debolmente limosi, moderatamente addensata. Presenza di inclusi litici eterometrici angolari, colore giallo ocra (da -9,50 a -21,00 m);*
- 7) *Sabbia fine limosa alternata a limo sabbioso argilloso, consistente, colore grigio (da -21,00 m a -30,00 m).*

Di entrambe le perforazioni sono allegate le relative colonne stratigrafiche con le informazioni relative la litologia, il livello freatico, il numero e la profondità di prelievo dei campioni rimaneggiati, ed i dati sulle prove SPT per la caratterizzazione geotecnica. E' altresì allegata una esauriente documentazione fotografica delle carote estratte, catalogate in appositi contenitori in materiale plastico.

- b) Effettuazione di Profili Georadar in corrispondenza della superficie occupata dalle due strutture metalliche coperte per la ricerca di eventuali sottoservizi e/o cavità di varia natura contermini, al fine di evitarne il soprastante posizionamento oltre che l'eventuale danneggiamento durante l'esecuzione delle perforazioni e dei saggi geognostici. Il tutto mediante stendimenti perimetrali o longitudinali, per un totale di ml 332,10.
- c) Prove geotecniche sulle carote estratte, trattate nello studio geotecnico.

posti all'interno dei fori di sondaggio, preventivamente condizionati. Dalla misura della velocità delle onde di taglio nei primi 30 metri, si determina la categoria del suolo di fondazione, mentre dai rapporti reciproci tra velocità compressionali e trasversali si determinano le costanti elastiche dei terreni in condizioni dinamiche.

Tali prove vengono eseguite per determinare la velocità delle onde sismiche dirette, che si propagano dalla superficie dei terreni, fino in profondità. Il terreno viene energizzato a congrua distanza dalla bocca del foro, per evitare che l'onda elastica si trasmetta lungo il materiale di condizionamento del foro e provochi interferenze che potrebbero falsarne le misure. La registrazione avviene proprio in foro, grazie ad un'apparecchiatura geofonica 3D ancorata a profondità via via crescenti o decrescenti. Alla presente si allegano i grafici e le risultanze della prova Down Hole.

#### **a) Sondaggio sismico Down-Hole**

All'interno del foro relativo al sondaggio S2DH è stato installato un geofono tridimensionale per il rilevamento delle velocità delle onde P ed S. In relazione alla successione dei terreni ed alla presenza della falda idrica a circa 11,60 m dal piano stradale, è stata ricavata la velocità delle onde P ed S con un passo di lettura di 1,00 m. I dati sono stati acquisiti dal p.c. fino alla profondità di m 30,00. La modalità di interpretazione della prova Down Hole è quella afferente il metodo diretto.

Dall'elaborato allegato si evince che la risposta sismica dell'area rispecchia la litologia del sito in esame. Il risultato dell'interpretazione ha restituito un modello a 4 sismostrati avente le seguenti caratteristiche in termini di velocità delle onde P e S e di stima dei parametri geotecnici medi, secondo la seguente tabella:

Sismostrato	Profondità [m]	Vp medio [m/s]	Vs medio [m/s]	g medio [kN/mc]	ni medio	G medio [MPa]	Ed medio [MPa]	E medio [MPa]	Ev medio [MPa]
1	4,05	971,22	609,94	22,41	0,17	850,31	2155,95	1997,16	1022,21
2	11,15	902,57	574,81	21,56	0,17	456,65	1020,11	1006,72	422,58

m/sec, 649,28 m/sec e 604,98 m/sec rispettivamente per il secondo, terzo e quarto sismostrato a -30,00 m.

Pertanto, i dati delle onde P della prima fascia sono collegabili al primo strato, mentre quelli degli strati sottostanti riguardano il materiale calcarenitico e, di seguito, i limi argillosi.

In osservanza al Nuovo NTC di cui al D.M. del 17 Gennaio 2018, ai fini dell'azione sismica di progetto si osserva una netta inversione di velocità delle onde S, con un sismostrato a velocità maggiore di quella del sismostrato sottostante, caratterizzato da rapporto  $V_s \text{ rig} / V_s \text{ sof}$  superiore a 1.5; la differenza tra le  $V_s$  dei due sismostrati è maggiore di 200 m/s; lo spessore dello strato a velocità minore è maggiore di 5 m; la  $V_s$  dello strato più rigido è maggiore o uguale a 500 m/s. Ciò è dovuto principalmente all'influenza della falda idrica che, a partire dagli 11,00 m circa di profondità, tende ad alterare le rilevazioni dei tempi di arrivo delle onde S nei litotipi sottostanti, in quanto la prevalente presenza dell'acqua allontana i granuli terrigeni in sinergia alla tipica eterogeneità di facies dello strato calcarenitico (in facies arenacea a contenuto variabile di cemento, o in facies sabbiosa medio-fine) che giace immediatamente al di sotto del primo sismostrato.

Come descritto nell'allegata relazione sulle indagini sismiche in foro, dai calcoli eseguiti risulta che il valore di  $V_{s30}$  è pari a 709,21, come si evince dalla seguente tabella di calcolo:

Prova Down hole - Sondaggio S2DH

z	vp	vs	E	hi/vsi
[m]	[m/s]	[m/s]	[Mpa]	
4,05	971,22	609,94	1997,16	0,00664
11,15	2028,57	1349,81	10062,72	0,00526
17,87	1856,35	649,28	2736,66	0,01035
30	1845,22	604,98	2330,57	0,02005

di sottosuolo B composto da “*Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{seq}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s*”.

#### **b) Scelta delle fondazioni**

In relazione alla configurazione del primo sismostrato, oltre che alla natura propria della sottostante calcarenite in ordine alle variazioni di facies orizzontali e verticali, ed alla relativa leggerezza delle due strutture coperte da realizzare, i calcoli geotecnici hanno fatto propendere per la realizzazione di fondazioni continue del tipo reticolare a travi rovesce, così come calcolate e dimensionate nello studio geotecnico.

#### **INTERAZIONI COL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

In relazione a quanto disposto dal DARTA del 04.07.2000 e successive modifiche, integrazioni ed aggiornamenti del *Piano Straordinario per l'Assetto Idrogeologico*, l'area interessata dall'intervento non ricade nelle Aree a *Rischio Geomorfologico* e in quelle interessate dai *Dissesti*, né tantomeno nelle *Aree di Attenzione per la Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione* e nelle *Aree del Rischio Idraulico per Fenomeni di Esondazione*. All'uopo si allegano i relativi particolari delle carte del P.A.I.

#### **CONSIDERAZIONI FINALI**

Sulla base dei rilievi e di quanto evidenziato dai risultati delle sessioni di indagini in sito ed in laboratorio, risulta che i terreni in esame sono caratterizzati da una certa eterogeneità che va dalle sabbie ghiaiose più o meno addensate, fino ad arrivare alle calcareniti più o meno cementate alternate a livelli ghiaioso-sabbiosi-limosi, ed infine ai limi sabbiosi grigi.

geotecnico, ai fini realizzativi dell'opera in progetto sarà opportuno adattare un modello litostratigrafico dedicato per ogni punto dell'area in esame.

Per tale motivo, tenuto conto delle caratteristiche dei terreni, della tipologia di destinazione dell'opera, e della classificazione sismica del territorio, la scelta geotecnica delle fondazioni dev'essere orientata verso soluzioni tendenti all'eliminazione precipua di eventuali dissesti che potranno evitarsi anche attraverso la realizzazione di fondazioni che andranno ad ammorsarsi sulla parte superficiale della formazione di base calcarenitica (cfr. 1° sismostrato).

Le indagini georadar non hanno evidenziato alcuna cavità in corrispondenza della superficie occupata dalle due coperture, ad eccezione della rilevazione di numerosi sottoservizi che hanno anche condizionato la scelta dell'ubicazione dei due sondaggi meccanici, al fine di evitare danni a condutture e cavidotti.

Pertanto, al fine di una più equilibrata distribuzione del carico, ed in accordo con i risultati delle analisi di laboratorio, i calcoli riportati nello studio geotecnico hanno fatto propendere per delle fondazioni reticolari dirette a travi rovesce in c.a., che permetteranno la riduzione ulteriore di eventuali cedimenti differenziali che potrebbero evidenziarsi soltanto in casi di eventi eccezionali quali un brusco innalzamento della falda freatica oppure a seguito di movimenti tellurici di una certa portata.

Sarà comunque opportuno adottare alcuni accorgimenti, che potranno essere i seguenti:

- 1) *Considerato che il carico relativo alla modalità di realizzazione delle due strutture metalliche risulta alquanto più modesto di una equivalente struttura interamente in muratura a più elevazioni, e considerato altresì che l'edificio si troverà a diretto contatto con lo strato superficiale della calcarenite (cfr. 1° sismostrato), (generalmente caratterizzata da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità), le fondazioni dovranno essere dimensionate affinché esercitino sul piano di posa sollecitazioni unitarie più basse possibili, e comunque secondo i dettami riportati nello studio geotecnico;*
- 2) *Nei calcoli geotecnici si dovrà considerare una congrua profondità di posa, per evidenti motivi di*

esterna alle aree a *Rischio Idraulico e Pericolosità Idraulica per Fenomeni di Esondazione* e, vieppiù, essa è anche esterna alle aree a *Rischio Geomorfologico* e fra quelle interessate dai *Dissesti*.

E' comunque parere dello scrivente orientarsi comunque verso l'adozione di piccoli accorgimenti e cautele che non potranno che contribuire alla mitigazione di eventuali conseguenze in ordine ad eventi meteorologici di una certa entità, oggi sempre più frequenti.

Tali cautele, nella fattispecie, sono rappresentate da:

a) Realizzazione di una rete di smaltimento delle acque reflue e meteoriche con installazione di pozzetti e caditoie autopulenti, che contribuiranno ad eliminare le normali sedimentazioni di materiali solidi, come polveri e sabbie provenienti dalla superficie stradale, e trasformeranno il regime idraulico nei condotti a valle da continuo ad intermittente.

b) Sopraelevazione della quota del piano di calpestio al di sotto delle due strutture coperte;

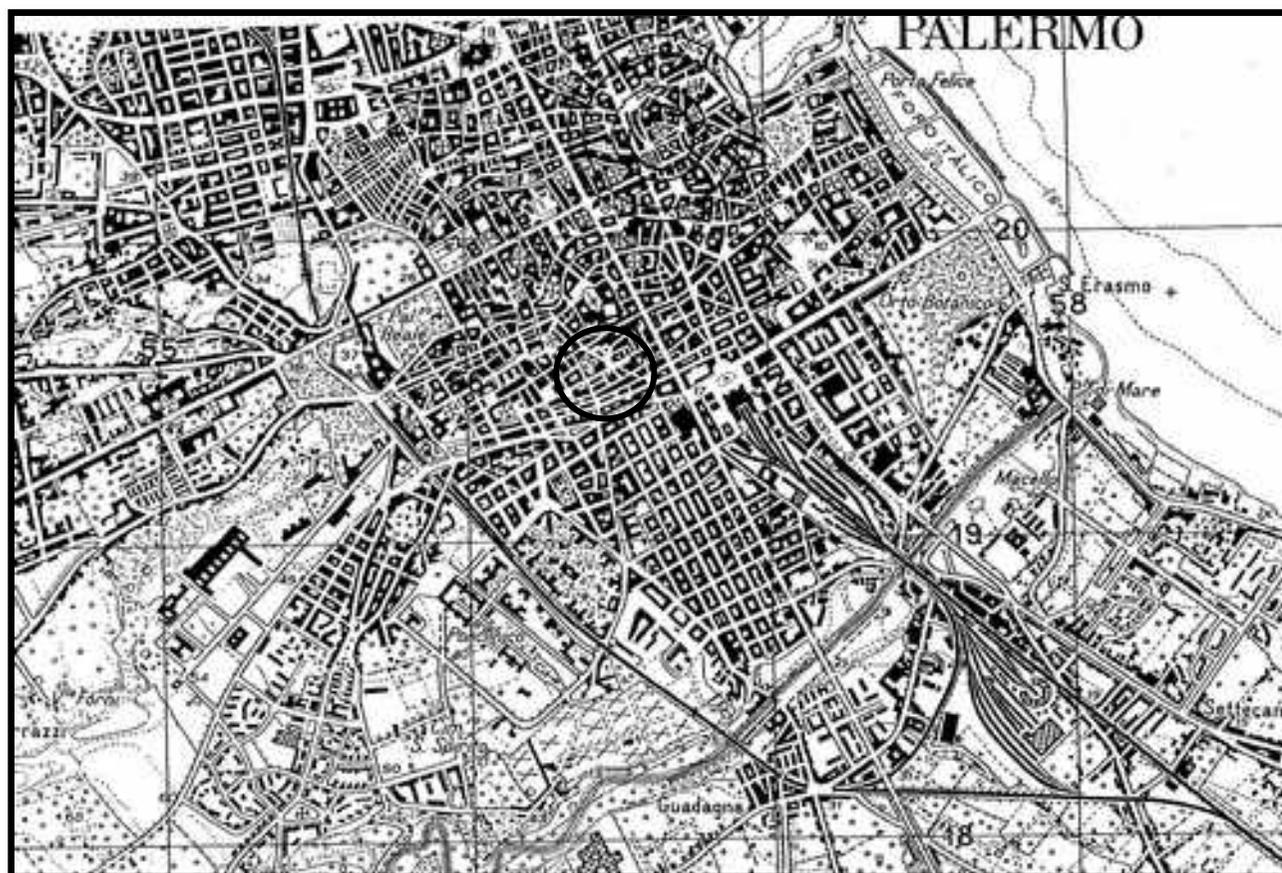
c) Divieto di realizzazione del piano di calpestio delle strutture coperte al di sotto del piano stradale.

Come risulta dai dati geotecnici elaborati ed aggiornati sulla base del carotaggio sismico effettuato con prova Down Hole in corrispondenza del foro S2 DH, e dalle considerazioni in merito riportate nello studio geotecnico risulta che i terreni investigati ricadono, ai sensi delle N.T.C. del 2018, all'interno della **Categoria di Sottosuolo di tipo "B"** composto da *"Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori  $v_{seq}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s"*.

Con gli accorgimenti testè suggeriti, sarà possibile pervenire a risultati che assicureranno la realizzazione delle due strutture coperte adibite all'insediamento delle attività commerciali dedicate.-

## **ALLEGATI**

- *COROGRAFIA 1:25.000*
- *CARTA GEOLOGICA AREA INTERVENTO 1:2000*
- *PLANIMETRIA UBICAZIONE S1 PZ e S2 DH E LINEA SEZIONE GEOLOGICA A-A' 1:1000*
- *PLANIMETRIA UBICAZIONE STENDIMENTI GEORADAR*
- *COLONNE STRATIGRAFICHE S1 PZ - S2 DH;*
- *SCHEDA PIEZOMETRO INSTALLATO SU S1 PZ – LIVELLO FALDA IDRICA*
- *SEZIONE GEOLOGICA A'-A*
- *PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO*
- *PARTICOLARE CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE;*
- *PARTICOLARE CARTA DELLA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO;*
- *PARTICOLARE CARTA DELLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE;*
- *PARTICOLARE CARTA DEI DISSESTI*
  
- *RELAZIONE SULLA INDAGINE GEOFISICA DOWN HOLE*
- *REPORT INDAGINI GEORADAR E DEI PROFILI GEORADAR ESEGUITI*
- *REPORT FOTOGRAFICO DEI SONDAGGI S1PZ-S2DH E CAROTE ESTRATTE*

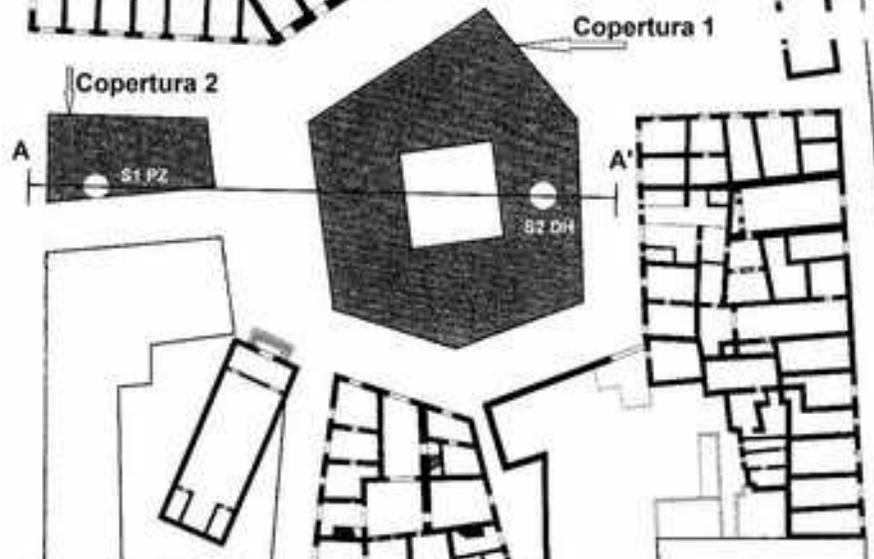
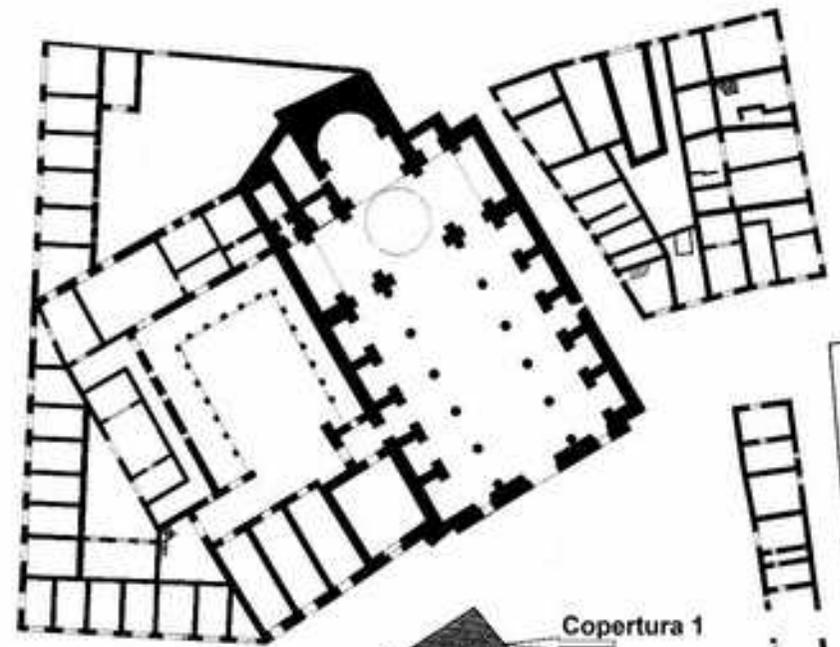
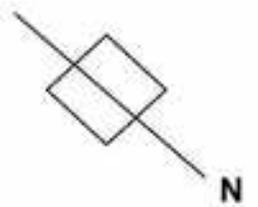


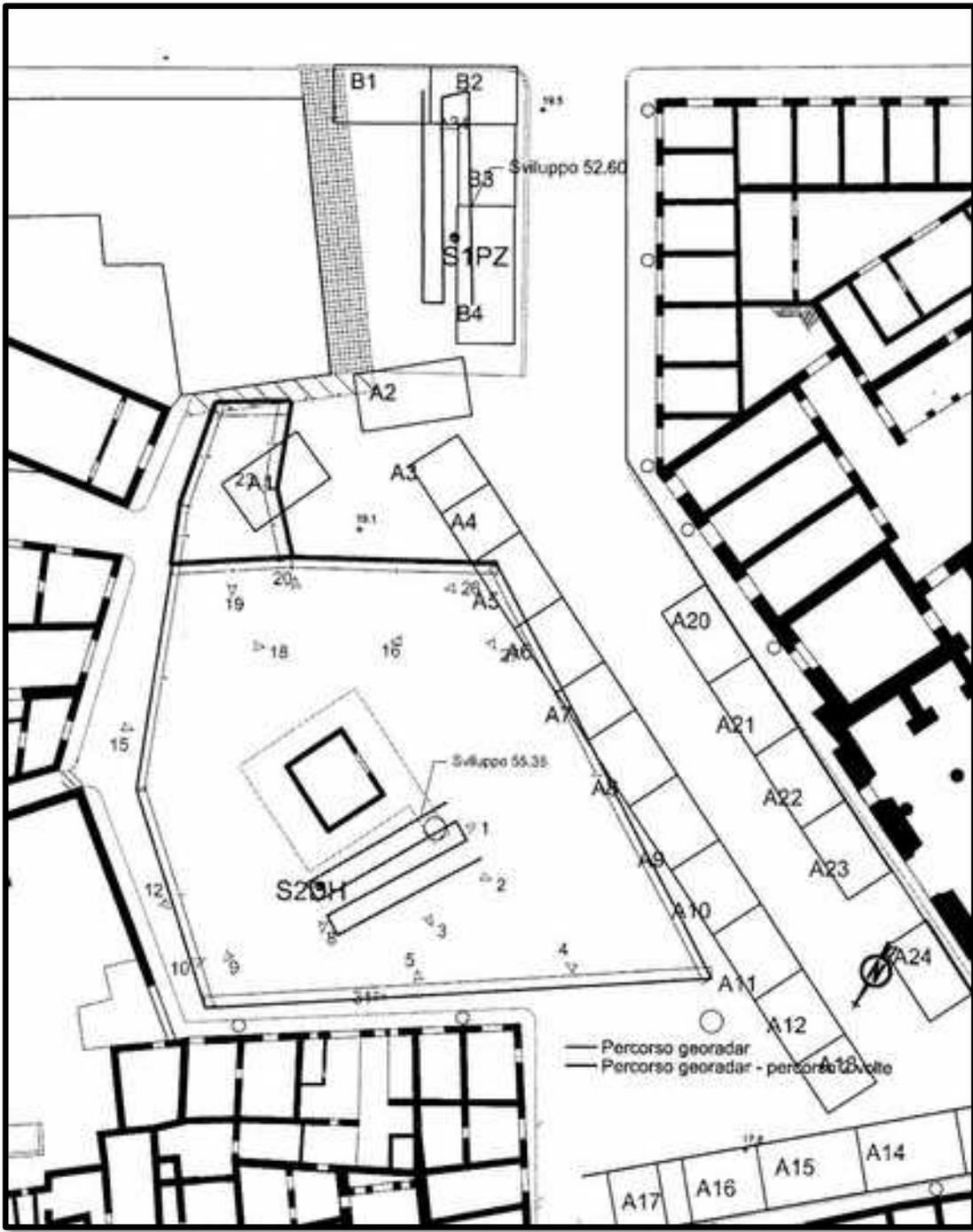
**COROGRAFIA 1:25.000 - Foglio 249 II N.E. "PALERMO"**

○ *Area Intervento*



**STRALCIO CARTA GEOLOGICA 1:2000**







Laboratorio C. de Calabrese (Rima S.r.l.)  
 C.P. 287 • 93100 Caltanissetta  
 Tel: 093450912 • Fax: 0934775422  
 email: info@sidercem.it

Certificato n° C-GEO-C 1064 del 21/03/2019	Verbale di accettazione n° C-GEO-A 537 del 21/03/2019
Committente: IACP Palermo	Sondaggio: S1 Pz
Riferimento: Indagini geognostiche Piazza del Carmine, Mercato Ballarò - Palermo	Data: 19/20-03-2019
Coordinate: 356421.86 m E - 4219399.29 m N 33S	Quota: 20 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:75 **STRATIGRAFIA - S1 Pz** Pagina 1/1

LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Profondità (m)		Campioni	R	C
		m	SPT			
	Conglomerato cementizio Sabbia con ghiaia ed inclusi litici, con clasti eterometrici da sub-angolari a sub-arrotondati, colore marrone chiaro	0.0				1
	Sabbia limoso ghiaiosa, con clasti eterometrici da sub-angolari a sub-arrotondati, colore marrone	2.0	20-24-24	11-18e - 1.00 2.00		
	Ghiaia sabbiosa, con clasti arenitici eterometrici ed angolari, colore giallo ocre. Presenza di livelli molto addensati e livelli di materiale lapideo color giallo ocre carotato integro	7.0	26-30-12cm			
	Sabbia ghiaiosa, molto addensata, con clasti eterometrici da sub-arrotondati ad arrotondati, colore giallo ocre	7.0				2
	Materiale lapideo arenitico, colore giallo ocre, carotato in spezzoni decimetrici o in forma di breccia angolare ed eterometrica con livelli debolmente sabbiosi	8.1				



Laboratorio C. da Calosero (Zona Ind.)  
C.P. 287 • 91100 Calatafimi  
Tel. 0934503812 • Fax: 0934575422  
email: info@sidercem.it

Certificato n° C-GEO-C 1064 del 21/03/2019	Verbale di accettazione n° C-GEO-A 537 del 21/03/2019
Committente: IACP Palermo	Sondaggio: S2 DH
Riferimento: Indagini geognostiche Piazza del Carmine, Mercato Ballarò - Palermo	Data: 18/19-03-2019
Coordinate: 356402.98 m E - 4219447.01 m N 33S	Quota: 19 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:75

### STRATIGRAFIA - S2 DH

Pagina 1/2

LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Sondaggio		Campioni	D. C.	C. Ass.	
		m	S.P.T.				
	Sabbia limosa ghiaiosa, con clasti eterometrici da sub-angolari a sub-arrotondati, colore marrone	1,6	16-40/12cm	R		1	
	Sabbia con ghiaia molto addensata, con clasti eterometrici da sub-angolari a sub-arrotondati, colore variabile da grigio a marrone chiaro. Presenza di inclusi litici eterometrici						1) Rim = 1,20 2) Rim = 1,20
	Ghiaia sabbiosa con clasti eterometrici ed angolari, colore giallo oca. Presenza di inclusi litici arenitici colore giallo oca						2) Rim = 2,00 3) Rim = 2,40
	Ghiaia con sabbia fine, con clasti eterometrici ed angolari, colore giallo oca						
	Materiale lapideo arenitico, a grado di cementazione variabile, carotato integro o a livelli ghiaioso sabbiosi con clasti eterometrici ed angolari, colore giallo oca						1) Rim = 1,00 2) Rim = 0,20
						2	
	Sabbia medio fine da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa con livelli debolmente limosi, moderatamente addensata. Presenza di inclusi litici eterometrici angolari, colore giallo oca						



Laboratorio C. de' Colonna (Zona 14)  
 C.P. 287 • 91100 Calatafimi  
 Tel. 0934565912 • Fax. 0934775422  
 e-mail: info@sidercem.it

Certificato n° C-GEO-C 1064 del 21/03/2019	Verbale di accettazione n° C-GEO-A 537 del 21/03/2019
Committente: IACP Palermo	Sondaggio: S2 DH
Riferimento: Indagini geognostiche Piazza del Carmine, Mercato Ballarò - Palermo	Data: 18/19-03-2019
Coordinate: 356402.98 m E - 4219447.01 m N 33S	Quota: 19 m s.l.m.
Perforazione: Carotaggio continuo	

SCALA 1:75

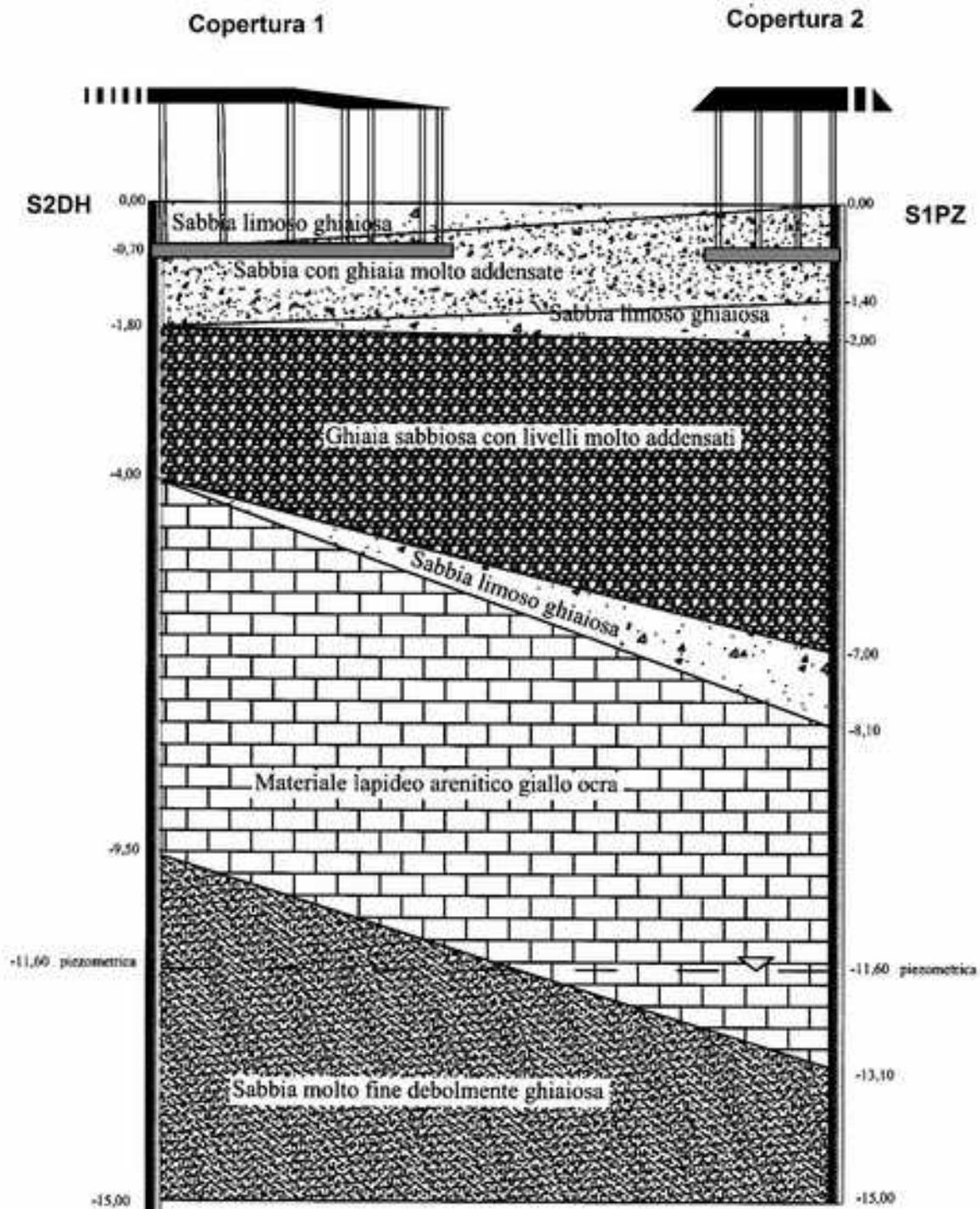
### STRATIGRAFIA - S2 DH

Pagina 2/2

LITOLOGIA	DESCRIZIONE	Sondaggi Penetratori Standard		Campi	C	R <sub>v</sub>	C <sub>u</sub>
		m	SPT				
21.0	Sabbia medio fine da debolmente ghiaiosa a ghiaiosa con livelli debolmente limosi, moderatamente addensata. Presenza di inclusi litici eterometrici angolari, colore giallo ocre						4
21.0	Sabbia fine limosa alternata a limo sabbioso argilloso, consistente, colore grigio						5
27.3			3+5				

4) 21.0 = 24.00  
 5) 21.0 = 24.00



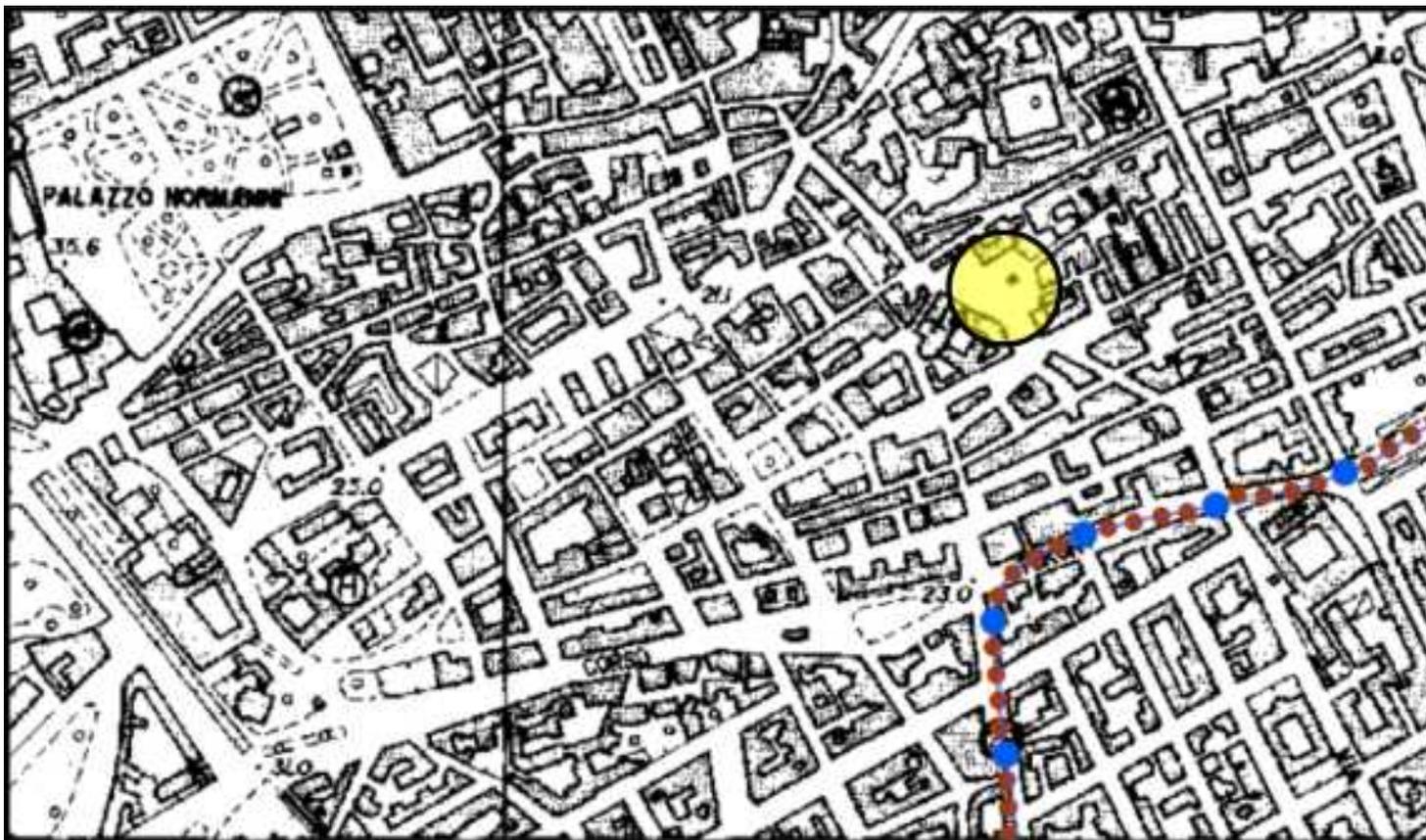




P.A.I. – CARTA DEL RISCHIO IDRAULICO PER FENOMENI DI ESONDAZIONE

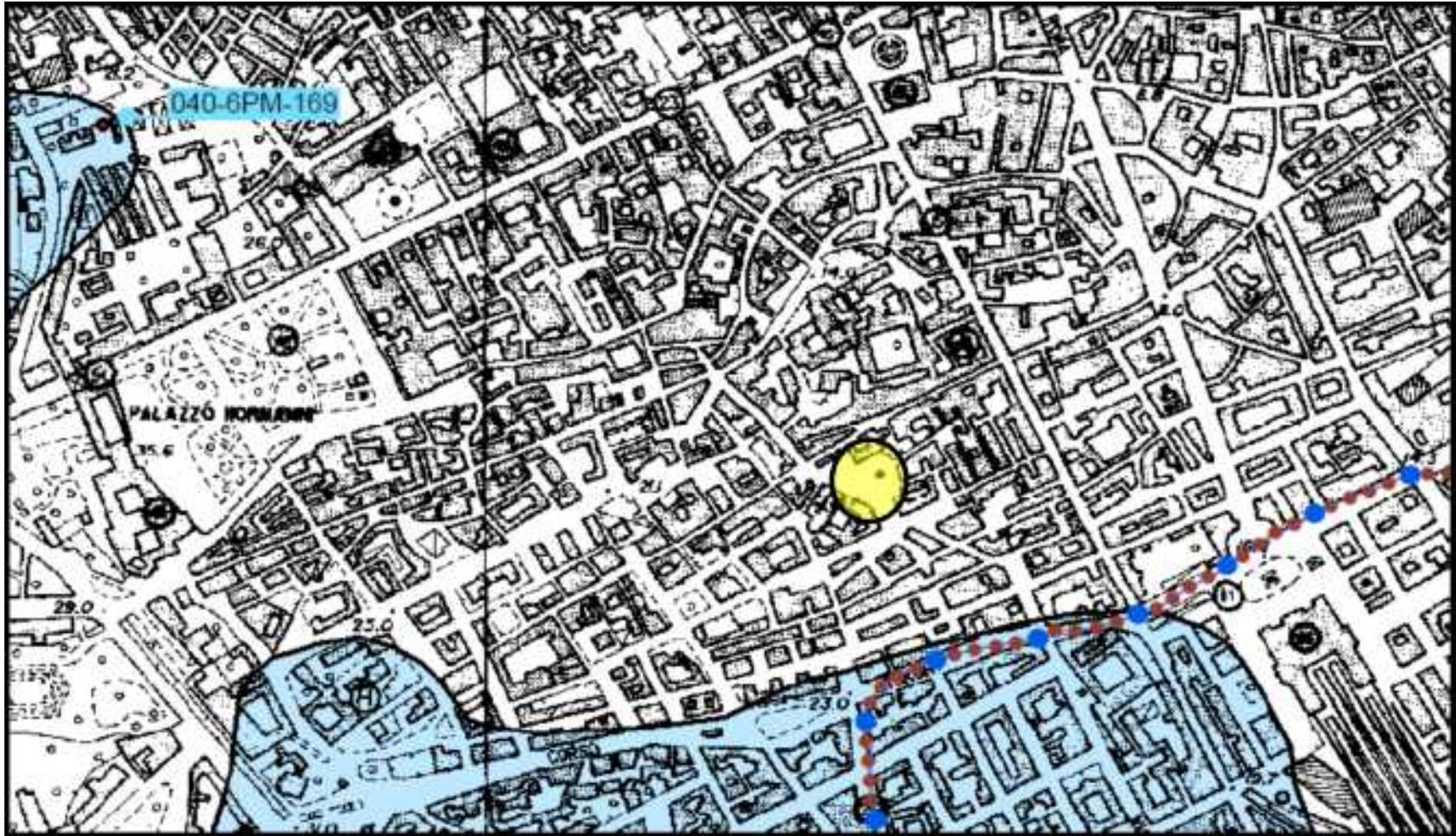
 Area Intervento (Piazza del Carmine = area esterna all'Area di Attenzione R2)

 Area di Attenzione a rischio R2 – Rischio Medio.-



*P.A.I. – PARTICOLARE CARTA DEI DISSESTI*

 *Area Intervento (non figurano dissesti).-*



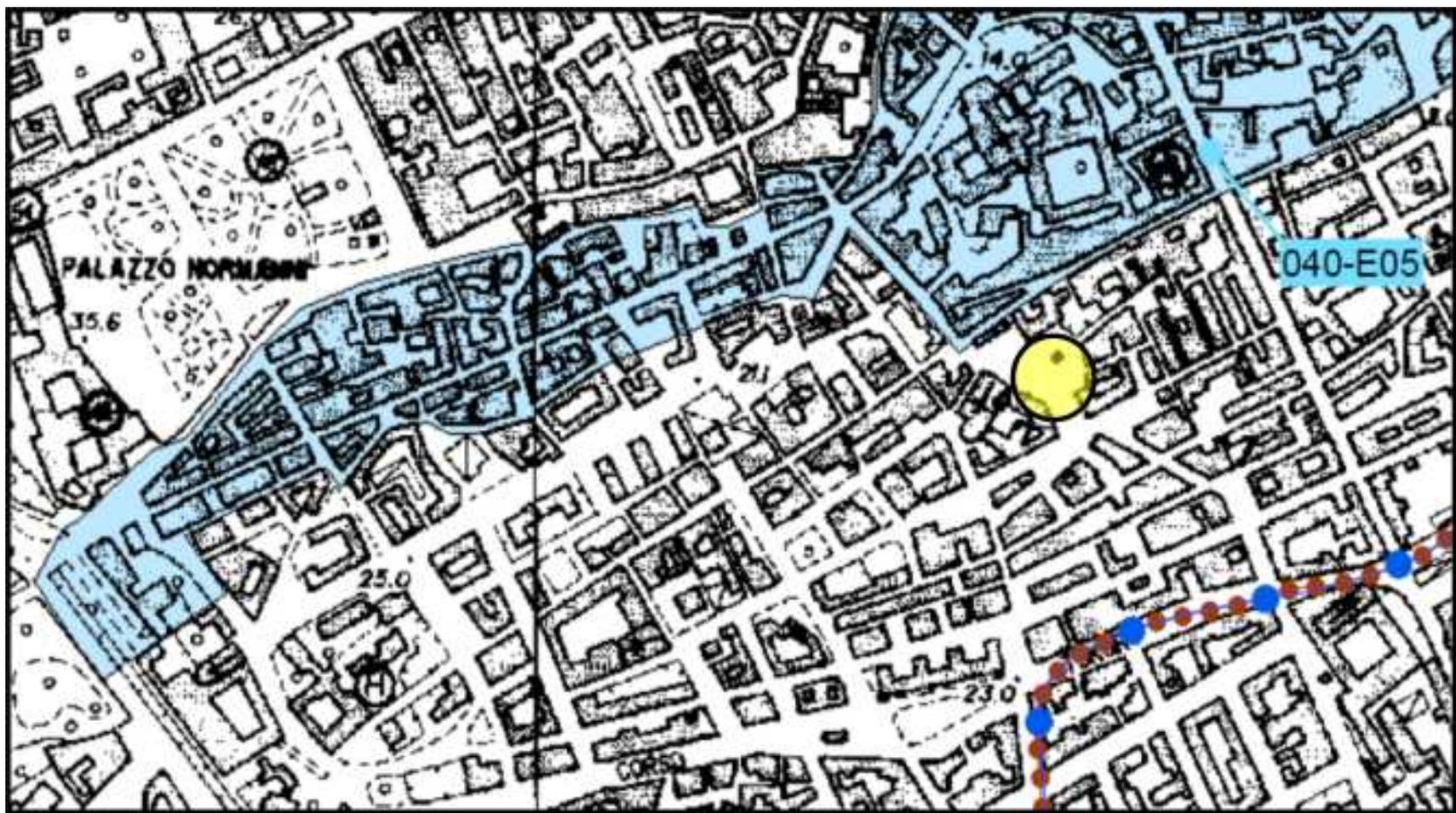
**P.A.I. – PARTICOLARE CARTA PERICOLOSITA' E DEL RISCHIO GEOMORFOLOGICO**



*Area Intervento (esterna ai siti di attenzione)*



*Siti di Attenzione.-*



**P.A.I. – PARTICOLARE CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA PER FENOMENI DI ESONDAZIONE**

-  Area Intervento (Piazza del Carmine = area esterna all'Area di Attenzione P1)
-  Area di Attenzione P1 – Pericolosità Moderata.-