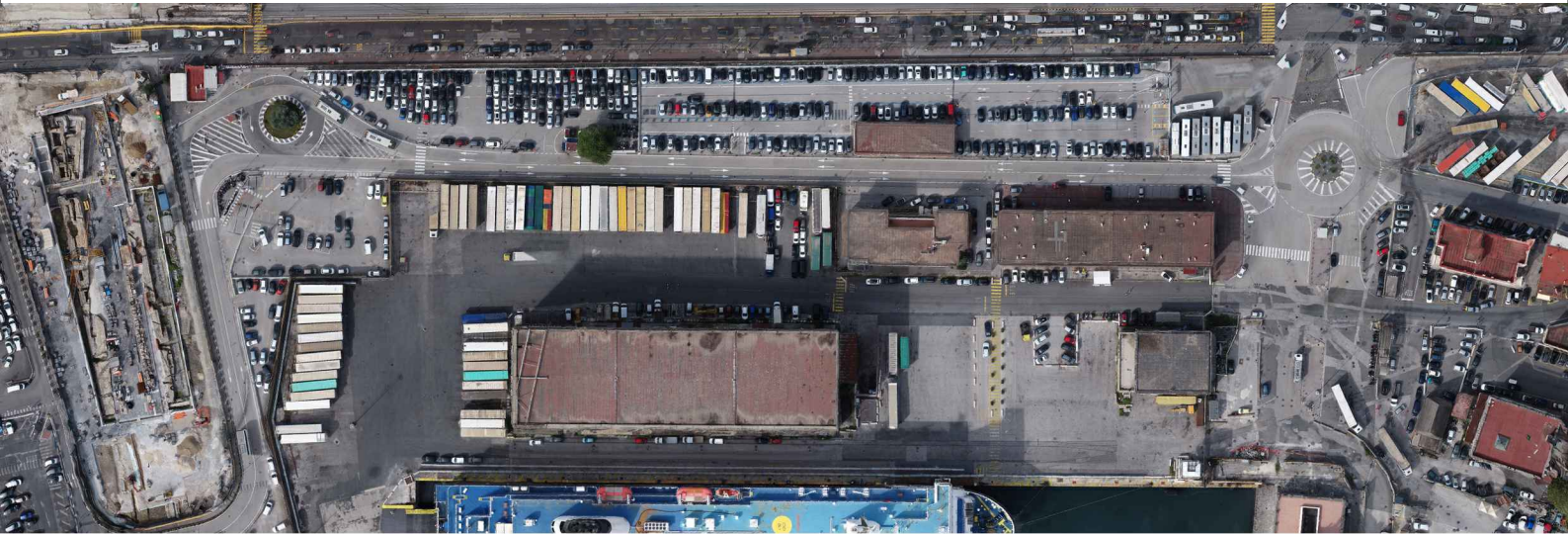


Accordo Quadro per affidamento di servizi tecnici di Progettazione, Direzione dei Lavori e Verifica della progettazione relativi a opere portuali, strade e ferrovie, potenziamento e riqualificazione degli immobili ed interventi di sostenibilità ambientale da realizzare nelle aree di competenza dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale
Lotto n.4 - Potenziamento e riqualificazione degli immobili

Intervento di " Potenziamento e riqualificazione delle infrastrutture dell'area monumentale del porto di Napoli destinate al traffico passeggeri, alle attività portuali e di collegamento con la città - CUP - G12C2100123002 CIG:9105692EBC

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA



PARCHEGGIO CALATA PILIERO - 1° stralcio funzionale

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

Arch. Biagino di Benedetto

Mandataria



Coop. Ingegneri della Provincia di Salerno
Via Thomas A. Edison, 5
06024 Subbio (PG)
Sezione A
N° A1740

DOTT. INGEGNERE
ALESSANDRO PLACUCCI

SETTORE CIVILE E AMBIENTALE
SETTORE INDUSTRIALE
SETTORE DELL'INFORMAZIONE

Ing. Alessandro Placucci
Legale Rappresentante

Mandante



RPA s.r.l.
Situata del Colle, 1/A
06132 Perugia (PG)

Ing. Dino Bonadies
Legale Rappresentante

Mandante



LRA
Rossi Associati
Via S. Pietro, 7
00187 Roma (MI)

Arch. Lamberto Rossi
Arch. Marco Tarabella
Legale Rappresentante

Mandante



D'Agostino Associati s.r.l.
Via Giuseppe Verdi, 20
83100 Avellino (AV)

Ing. Valentina D'Agostino
Legale Rappresentante

Mandante



Arch. Domenico De Maio
Via Ogliara, 29
84100 Salerno (SA)

Arch. Domenico De Maio
Libero Professionista



Elaborato: Geologia
Geologia, geotecnica e sismica
Piano di indagini

Scala: R

22073

F

F04

GEO

GE

00

RE

02

A

COMMESSA

FASE

LOTTO

CATEGORIA

SOTTOCATEGORIA

PROGRESSIVO

TIPO ELABORATO

PROGRESSIVO

REVISIONE

A

Emissione

Ottobre 2023

M. Mandaglio

E. Costa

A. Placucci

REV.

EMISSIONE

DATA

REDATTO

APPROVATO

AUTORIZZATO

INDICE

1. Premessa	2
2. Descrizione generale del progetto	4
2.1 La Sistemazione delle aree esterne	5
2.2 Il Parcheggio.....	7
3. Indagini geognostiche	9
3.1 Indagini pregresse	9
3.2 Stratigrafia dell'area di progetto	11
3.3 Nuove Indagini.....	14
3.4 Attività di campo con georadar	19
4. Conclusioni.....	22

1. Premessa

Il presente progetto, denominato "Potenziamento e Riqualficazione delle infrastrutture dell'Area monumentale del porto di Napoli destinate al traffico passeggeri, alle attività portuali e di collegamento con la città - Parcheggio Piliero", concerne le opere relative alla realizzazione di un parcheggio interrato e della relativa sistemazione delle aree esterne da realizzarsi nella zona retrostante la Banchina Calata Piliero, all'interno dell'area monumentale del Porto di Napoli. Il progetto si inserisce in un più ampio progetto di riqualficazione della Calata Piliero che coinvolge anche il Restauro conservativo degli Ex Magazzini Generali (oggetto di altro incarico) e la sistemazione del sistema di accesso all'edificio Immacolatella (oggetto di altro incarico). L'intera area della Calata Piliero potrà essere oggetto di ulteriori e successivi stralci che inquadreranno gli interventi nel più ampio percorso di riqualficazione del lungomare monumentale di Napoli. Percorso già avviato dalla Autorità Portuale grazie al processo di riqualficazione della Calata Beverello (oggetto di lavori già in corso), alla realizzazione dell'uscita della metropolitana "Municipio" su piazzale Angioino (oggetto di lavori in corso di ultimazione) e alla sistemazione delle aree esterne sul Piazzale stesso di futura realizzazione.

Il presente progetto risponde alla comunicazione dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale (aspmc.AOO-ADSP.REGISTRO UFFICIALE.U.0002200 del 26-01-2023) con la quale si fa richiesta di predisporre elaborati da porre a base di gara per l'affidamento dei lavori in argomento. È regolato dall'OdS n. 2 (AOO-ADSP.REGISTRO UFFICIALE.U.0029747 del 05-12-2022) ad oggetto *Affidamento di servizi di ingegneria e architettura per la redazione del Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (PFTE) per gli interventi di "Potenziamento e riqualficazione delle infrastrutture dell'area monumentale del Porto di Napoli destinate al traffico passeggeri, alle attività portuali e di collegamento con la città"* e si inquadra nel più ampio *Accordo Quadro per l'affidamento di servizi tecnici di progettazione, direzione dei lavori e verifica della progettazione, relativi a opere portuali, strade e ferrovie, potenziamento e riqualficazione degli immobili e di interventi di sostenibilità ambientale da realizzare nelle aree di competenza dell'Autorità di Sistema portuale del Mar Tirreno Centrale. LOTTO 4 - POTENZIAMENTO E RIQUALIFICAZIONE DEGLI IMMOBILI.*

Le strategie partono da una analisi dei documenti programmatici dell'Autorità di Sistema Portuale del Mare Tirreno Centrale e dal Documento di Indirizzo alla Progettazione allegato all'Ordine di Servizio n.2. di seguito riassunti.

- Master Plan (Approvato 19/2/2018)

- Documento di Pianificazione Strategica di Sistema DPSS (Approv. 4/10/2021)
- Relazione Annuale 2021 (del Maggio 2022)
- Documento di Indirizzo alla Progettazione (OdS 2 del 05/12/22)

In particolare, il Documento di Indirizzo alla Progettazione invita a tener conto:

- *di una previsione organica di opere e funzioni in questa parte del porto, anche con la revisione di alcuni interventi;*
- *della specificità dei singoli interventi e dell'autonomia dei procedimenti approvativi, pur nell'ambito di una visione unitaria;*
- *della conseguente necessità di una rivisitazione e adeguamento dei progetti - in fase di elaborazione dei relativi livelli di definizione - alle mutate scelte di utilizzo, destinazione e funzioni della Calata Piliero;*
- *della necessità di confrontarsi con le attività progettuali in corso nella parte cittadina del water-front, ovvero, il progetto di riorganizzazione della viabilità di via Marina e dei collegamenti ipogei tra la stazione della Metropolitana di Napoli di Piazza Municipio;*
- *delle possibili interferenze con le attività portuali che non possono, in nessun caso, essere interrotte durante la realizzazione delle opere.*

In merito ai singoli interventi delle opere finanziate, il Documento di Indirizzo alla Progettazione specifica inoltre che:

- 1. I lavori di realizzazione del Terminal Passeggeri Molo Beverello, sono in corso di esecuzione;*
- 2. Per l'intervento relativo al sottopasso tra il nuovo Terminali Passeggeri al Molo Beverello e la Stazione "Municipio" della linea 1 della MN, va effettuata la progettazione esecutiva previa necessaria verifica circa la compatibilità con la presenza di reti e sottoservizi nonché preventivi saggi archeologici e rilievi; mentre, per la riqualificazione del piazzale Angioino, va elaborata una nuova progettazione che tenga conto: delle opere in via di completamento da parte della MN (rampa di collegamento con la stazione Municipio); di una nuova viabilità interna di servizio e di collegamento con le aree orientali del porto; di eventuali aree di sosta dedicate anche se temporanee; degli accessi alla viabilità cittadina sia carrabili che pedonali con eventuali ingressi/uscite su via Marina; della connessione con futura organizzazione della Calata Piliero e nuova destinazione dell'edificio ex MM.GG;*
- 3. Per il Recupero dell'edificio ex MM.GG., bene architettonico tutelato ex D. Lvo 42/2004 - Parte II, il progetto di un suo possibile riuso, dovrà essere compatibile con il vincolo di tutela;*
- 4. Il finanziamento, in connessione con il PNRR degli interventi di "Potenziamento e riqualificazione delle infrastrutture dell'area monumentale del porto di Napoli destinate al traffico passeggeri, alle attività portuali e di collegamento con la città", riguarderà invece, la*

realizzazione di parcheggi interrati nella Calata Piliero (area compresa tra la viabilità interna e il fronte urbano) che consentiranno la riduzione dei parcheggi a raso sia in p.le Angioino (garantendo una riqualificazione della piazza), sia nella stessa area della Calata Piliero e connesse aree circostanti e sia dotare dei parcheggi necessari le nuove funzioni che si andranno a prevedere nell'edificio ex MM.GG..

2. Descrizione generale del progetto

Gli impianti portuali sono per loro natura recinti specialistici dove convivono funzioni/utenti pubblici, semi pubblici e privati. Nel tempo, il progressivo ampliamento delle strutture e l'adeguamento tecnologico delle attrezzature, tende ad accentuarne la natura di spazio separato dalla città. Reinterpretare in chiave più integrata questo processo è la grande scommessa. L'approccio proposto ha una triplice valenza che corrisponde a tre livelli/scale di intervento.

Il primo livello è quello "**urbano**". L'obiettivo, in coerenza con gli altri progetti già in corso, è restituire alla città il rapporto con il mare facendo di questa fascia - tradizionalmente chiusa in se stessa e "intasata" da una miriade di funzioni di supporto - un "ponte" tra la città e il mare invertendo l'originaria condizione di "isola" impermeabile e introflessa. Si prefigge di realizzare un luogo di scambio integrato, intermodale, transgenerazionale e multifunzionale come nella consolidata tradizione dei più recenti water-front (Genova, Barcellona, Amsterdam,...) che hanno completamente cambiato il volto, la natura e il funzionamento intrinseco di queste città. Si basa sul ridisegno su più livelli, anche interrati, di quella sorta di gradone urbano formato da una sequenza di aree, che separa la città dai moli.

Il secondo livello è quello "**green**". Privilegia la sequenza di spazi aperti e la riorganizzazione del tessuto edilizio come concatenazione di "luoghi" di valenza ambientale e paesaggistica. Privilegia la mobilità ciclo pedonale e l'accessibilità alle aree monumentali e al rapporto con il mare. Contempla una riorganizzazione dell'impianto degli edifici in modo da definire diverse sequenze urbane, cannocchiali ottici e " trasparenze" che determinino una trama di relazioni ad alta sostenibilità. L'obiettivo è realizzare un "continuum" organico di spazi con diversi gradi di accessibilità. Nel caso di Napoli, poi, le stratificazioni riemerse nel corso della realizzazione della metropolitana caricano questa area di un'ulteriore valenza documentale come testimonianza della storia del porto dall'epoca romana, agli interventi borbonici sino ai nostri giorni.

Il terzo livello è quello "**architettonico**" e riguarda la trasformazione della Calata Piliero che progressivamente sarà destinata a servizi e aree di interscambio modale per il traffico passeggeri. Il ridisegno delle aree esterne dovrà garantire una maggior distinzione di flussi e

aree, separando le connessioni veicolari interne al porto, dagli spazi di servizio per gli accosti, che progressivamente saranno destinati al solo traffico passeggeri, e dalla mobilità pedonale che collegherà il Molo Beverello, La Stazione Marittima, la fermata del Metrò, gli Ex Magazzini Generali e l'edificio dell'Immacolatella.

2.1 La Sistemazione delle aree esterne

Il progetto, denominato "Parcheggio e Aree esterne – Piliero", riguarda la realizzazione di un parcheggio interrato e della relativa sistemazione della piazza sovrastante.

L'area coinvolta si estende dal confine portuale su via Cristoforo Colombo fino a lambire gli ex Magazzini Generali. A sud, l'area si collegherà alla viabilità esistente proveniente dal Molo Angioino, mentre a nord, mantenendo una debita distanza di sicurezza, si avvicina alle aree pertinenziali degli edifici in concessione e alla cabina elettrica esistente.

Il progetto della piazza prevede idealmente un'alternanza di fasce tra loro parallele, ciascuna con la propria funzione.

Lungo il confine su via C. Colombo è prevista una prima fascia verde di circa 2.5 metri di profondità, che costituirà un filtro visivo e acustico rispetto al traffico veicolare e accoglierà l'asse pedonale connettendo progressivamente la città con tutti gli ambiti portuali.

Una seconda fascia dalla profondità di circa 28 metri di profondità accoglierà spazi di sosta temporanea per i mezzi di servizio al traffico passeggeri: bus turistici, taxi, kiss and ride.

Queste due fasce occuperanno complessivamente l'area compresa tra via C. Colombo e l'asse viario interno esistente che collega il varco Immacolatella con il molo Angioino e che il progetto prevede di conservare: la sede stradale e la rotonda di connessione alla viabilità proveniente dal molo Angioino viene realizzata sostanzialmente nella posizione attuale al di sopra del parcheggio. Su questo asse si inseriscono una rampa in ingresso e una in uscita al parcheggio interrato per ciascuno dei due sensi di marcia. Questa soluzione, insieme alle due rotonde di testa (Immacolatella e Angioino) eviteranno intersezioni a raso in uscita e in ingresso al parcheggio.

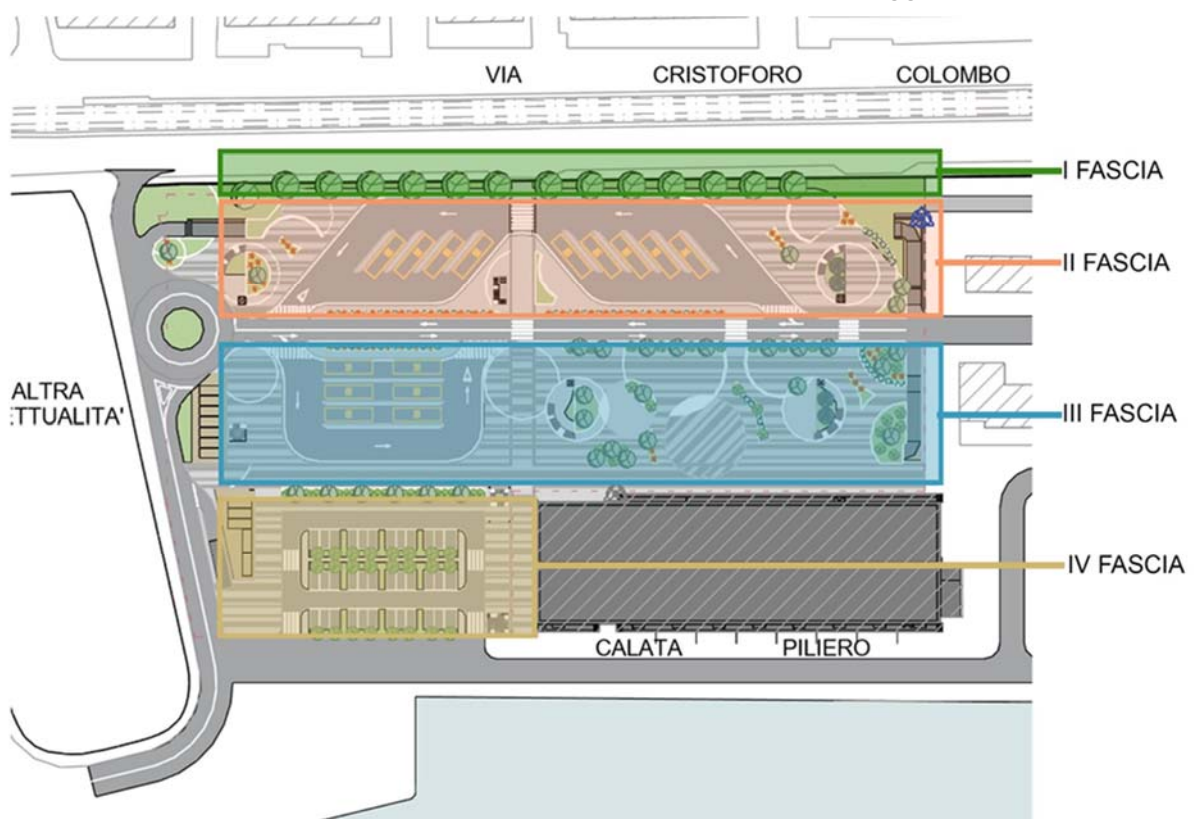
Una terza fascia, profonda circa 36 metri, accoglie una duplice funzione. Il progetto, infatti, prevede sia un'adeguata area pedonale di fronte al prospetto monumentale degli ex Magazzini Generali che trova relazione con la Stazione Marittima e l'uscita della metro su piazzale angioino ma anche aree a servizio degli imbarchi presenti nella Calata Piliero.

Il risultato, per quanto riguarda la piazza, è un incrocio di percorsi fluido e facilmente percorribile che riflette una geometria nascosta e costruisce un flusso organico tra loro. Questa caratteristica rompe la sensazione monotona dello spazio lineare evidenziata soprattutto dall'alternanza di betonelle chiare e scure da cui emergono due direttrici di forte valenza

urbana poste rispettivamente sul lato corto e sul lato lungo degli Ex Magazzini Generali. Nello specifico l'asse longitudinale collega la zona dell'ex Molo Immacolatella con l'uscita della nuova metro, oggetto di appalto separato; l'asse trasversale invece accompagna i flussi provenienti dagli sbarchi verso la città con un'apertura su Via C. Colombo. La piazza sarà arricchita con una serie di sedute che rispecchiano il linguaggio organico e da una vegetazione ed essenze arbustive autoctone (prediligendo quelle a bassa richiesta d'acqua) che contribuiranno a creare delle zone d'ombra.

Quattro ampi tagli nel solaio dai quali affacciarsi sulla quota del parcheggio ipogeo e che accolgono gli elementi di distribuzione verticale come scale e ascensori completano la piazza.

La quarta ed ultima fascia si affaccia sul prospetto corto degli ex Magazzini Generali e costituisce un'area a servizio degli imbarchi ma anche a servizio degli Ex Magazzini (dopo recupero) dalla profondità di 38 metri su cui insiste una zona parcheggio alberata.



La possibile demolizione con recupero di volumetria dei fabbricati di scarso pregio architettonico presenti nella zona nord-est della Calata Piliero (esterni all'area di intervento del presente progetto), consentirà in fasi successive, il completamento del ridisegno delle aree esterne in un'ottica di ricucitura dell'intera Calata Piliero tra Molo Angioino e Immacolatella coerentemente con il processo di riqualificazione dell'Area monumentale del Porto di Napoli.

In data 09.10.2023, in seguito ad incontro avvenuto il 02.10.2023 presso la sede dell'AdSP, è stata evidenziata la impossibilità di uno spostamento complessivo e simultaneo di tutte le attività portuali oggi operante sull'area di sedime del Parcheggio e conseguentemente ricevuta l'indicazione di prevedere per la sistemazione della piazza fasi di realizzazione successive per come sinteticamente indicate:

Fase 1: Realizzazione dei parcheggi interrati, ripristino dello stato attuale in superficie (*rifacimento viabilità e ripristino dei parcheggi attuali*), realizzazione delle aree pedonali in corrispondenza delle uscite dei parcheggi interrati con relativi collegamenti (marciapiedi e/o percorsi dedicati);

Fase 2: Realizzazione del previsto nuovo riassetto di parte delle aree di superficie, da effettuarsi a conclusione dei lavori di recupero degli ex Magazzini Generali (oggetto di separata progettazione), esclusivamente riguardante le sole opere necessarie in funzione dell'utilizzo e fruizione dello stesso edificio ex Magazzini Generali;

Fase 3: Realizzazione della complessiva sistemazione e riassetto di tutte le aree di superficie da attuarsi a seguito del previsto spostamento del terminal Ro-Ro dell'area di levante del Porto.

2.2 Il Parcheggio

Il progetto prevede la realizzazione di un parcheggio su un'unica quota interrata. Tale scelta si fonda su tre assunti: ottimizzare l'efficienza del parcheggio (rapporto mq/posti auto), ridurre il rischio archeologico e i costi. Tali obiettivi potranno potenzialmente ridurre i tempi di esecuzione con il conseguente minor disagio per le attività portuali.

Il parcheggio, suddiviso in due compartimenti, ha una superficie complessiva di circa 13.450 mq e sarà servito direttamente dalla viabilità interna al porto che avverrà con 2 ingressi e 2 uscite nei due sensi di marcia.

Il parcheggio ha una capienza di circa 435 posti auto di cui 7 per disabili. La presenza di ampi pozzi di luce con isole verdi ipogee illuminate zenitalmente dalla luce naturale contribuisce alla ventilazione del parcheggio. Queste isole verdi accolgono altrettante scale di collegamento con le aree soprastanti, rafforzando così la relazione anche visuale del parcheggio con gli spazi e i percorsi pedonali di superficie. Il sistema di esodo è completato da 3 vani scala protetti che accolgono anche locali di servizio e per il pedaggio. Completano la dotazione di spazi accessori due blocchi con locali tecnici e servizi igienici.

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

PIANO DI INDAGINI

La prossimità del parcheggio agli ex Magazzini Generali, oggetto di altro progetto, consente un collegamento diretto all'edificio che, una volta restaurato, potrà accogliere funzioni aperte alla città e al flusso di turisti che transitano nell'area monumentale del porto. Il collegamento diretto dalla quota del parcheggio agli ex Magazzini Generali contribuisce ad alleggerire il flusso dei visitatori sul traffico portuale di superficie.

In successive fasi il parcheggio potrà estendersi verso nord-est raddoppiandone la capienza e consentendo un collegamento diretto all'edificio Immacolatella e al varco omonimo. Mentre in direzione sud-ovest potrà con un collegamento ipogeo connettersi all'uscita del Metrò sul molo Angioino in corso di realizzazione.

3. Indagini geognostiche

Le campagne geognostiche riguardano l'area prospiciente l'edificio degli ex Magazzini Generali (Oggetto di altro Appalto) ed in cui, oggi, si prevede di realizzare il Parcheggio interrato e la sovrastante piazza.

La tipologia, l'ubicazione ed il numero sia delle indagini pregresse sia di quelle da realizzare sono illustrate nei successivi paragrafi. Prima dell'inizio dei lavori, la Stazione appaltante dovrà, comunque, fornire i report puntuali delle prospezioni già eseguite.

3.1 Indagini pregresse

Le indagini a disposizione per il sito di interesse fanno riferimento a due campagne di indagini geognostiche:

Campagna geognostica 2007:

Tale indagine ha previsto l'esecuzione di n. 9 sondaggi geognostici a rotazione ed a carotaggio continuo, alcuni dei quali strumentati con attrezzatura piezometrica, prelievo di campioni indisturbati, esecuzione di prove penetrometriche dinamiche in foro SPT ed esecuzione di prove di laboratorio. La tabella seguente riassume le quantità relative alla suddetta indagine geognostica.

SONDAGGIO n.	PROF. (m)	CAMPIONI IND	CAMPIONI LAPIDEI	SPT n.	PIEZOM.
1	25	3	2	3	TA
2	35	5			
3	30	4	1	4	TA
4	35	4	-	4	-
5	40	3	1	4	-
6	40	4	1	5	-
7	40	1	-	5	-
8	18	2	1	3	TA
9	15	2	-	2	-
10	15	-	2	2	-
11	15	-	2	1	-

Sono state inoltre realizzate anche prove penetrometriche dinamiche continue del tipo "pesante" DPSH, particolarmente idonee a valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni di

riporto difficilmente campionabili; tali prove sono state spinte fino a profondità ove sono state misurati valori di rifiuto come segue:

DPSH n.	PROF. (m)
1	7.60
2	22.80
3	15.00
4	9.60
5	4.80

Nel corso dei sondaggi sono stati eseguite prove geotecniche in foro (SPT) e sono stati prelevati campioni indisturbati per l'esecuzione di prove geotecniche di laboratorio.

All'interno del sondaggio geognostico S6, è stata inoltre eseguita una prova geofisica in foro con modalità "Down-Hole".

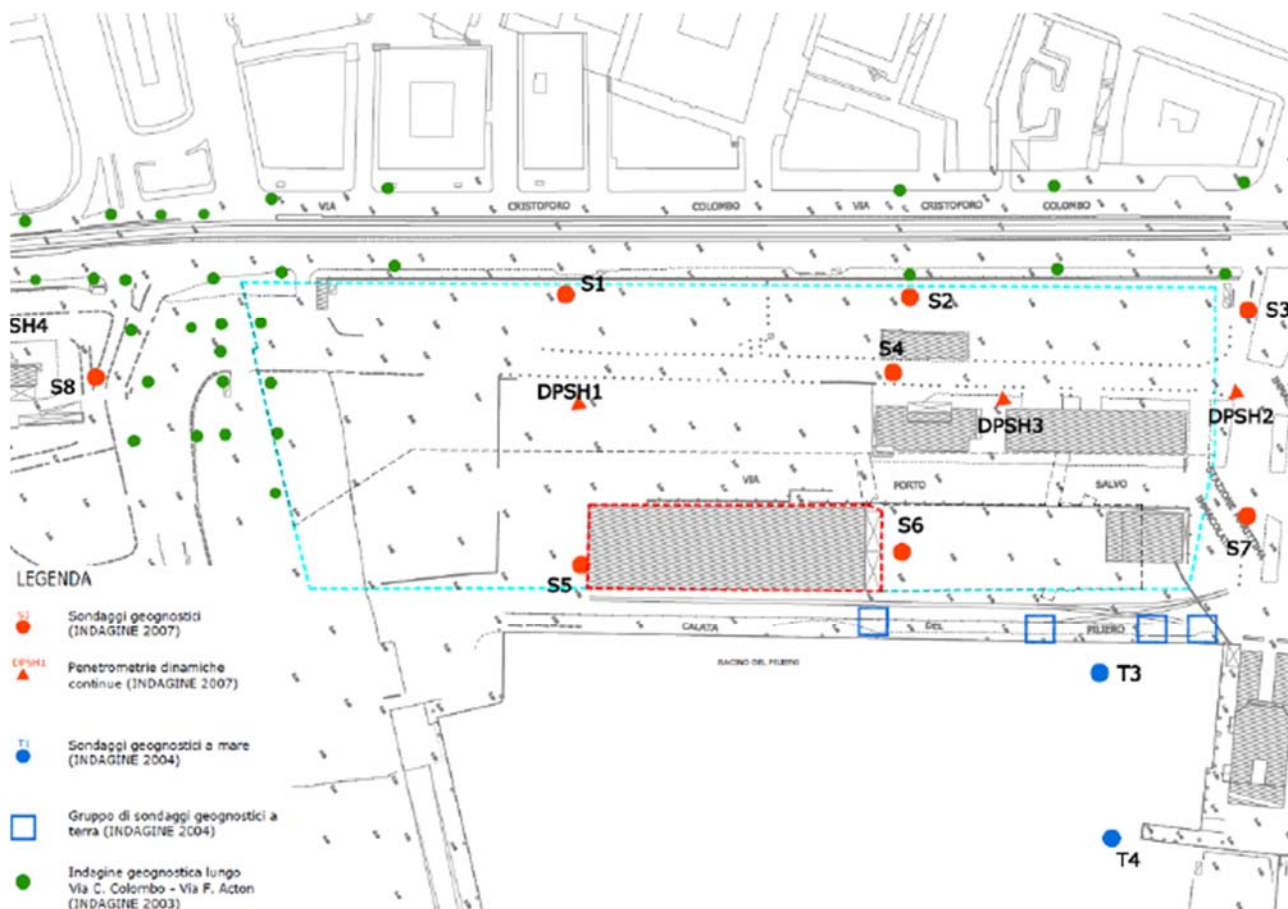
Campagne geognostiche 2003, 2004, e 2006

Nello studio del 2014 erano presenti i dati di 3 prove Down-Hole eseguite lungo la Via Marina nel 2006, con specifico riferimento alla velocità di taglio misurata nel Tufo Giallo Napoletano, il quale nella Down Hole eseguita nell'indagine del 2007 non è stato ben intercettato in quanto presente a profondità di 27-28 m dal p.c.. Oltre alle indagini sopra menzionate nello studio del 2014 vengono citati sondaggi del 2004 eseguiti a mare (T1, T2, T3, T4) ed a terra (S1AD, S2AF, S3AC, S4AD) realizzati per altri progetti sempre per l'Autorità Portuale, in corrispondenza dei settori del Molo Piliero.

Anche in questi sondaggi sono state eseguite prove penetrometriche in foro tipo SPT e sono stati prelevati campioni indisturbati per prove di laboratorio

Infine, sono presenti i dati stratigrafici localizzati lungo Via Cristoforo Colombo e Via F. Acton, relativi a studi per la Riqualificazione della Via Marina e ammodernamento della linea tramviaria (SA1-SA47) i quali hanno consentito soprattutto la ricostruzione dell'andamento del tetto del substrato del Tufo Giallo Napoletano.

Nella successiva tavola l'ubicazione delle sopra citate prospezioni.



3.2 Stratigrafia dell'area di progetto

Sulla base dei risultati delle diverse campagne geognostiche e richiamando quanto già descritto negli studi geologici preliminari è stato possibile ricostruire l'assetto litostratigrafico generale del sedime in esame. Nell'area sono presenti depositi di spiaggia emersa e sommersa, misti ai depositi fluvio-lacustri e marini della Depressione di Volla, sovrimposti ad un substrato vulcanico rappresentato dal Tufo Giallo Napoletano. Sono inoltre presenti riporti antropici relativi alle strutture portuali che in varie fasi ed in varie epoche hanno interessato questa zona. In particolare, la stratigrafia del sito, dall'alto verso il basso è la seguente.

TERRENI DI RIPORTO (R)

Terreni a granulometria molto variabile, con inclusi elementi decimetrici tufacei, in assetto caotico; in questa unità sono anche presenti frammenti di materiale edilizio e di Tufo Giallo Napoletano frammentati a malta cementizia e frammenti di laterizi, nonché strutture murarie sepolte.

Questi terreni sono relativi a tutti gli interventi di costruzione delle strutture portuali che si sono succeduti nel tempo e che sono sovrapposti ai depositi di spiaggia.

Gli spessori sono mediamente di 4-6 metri con locali punte anche fino a 8-9 metri come in corrispondenza del sondaggio S1.

DEPOSITI MARINI DI SPIAGGIA EMERSA E SOMMERSA (Olocene)

Tali depositi, sottostanti i riporti antropici, sono costituiti da diversi fusi granulometrici:

Sabbie medio-fini, limose (SL)

Si tratta di sabbie medie e medio-fini, localmente limose, di colore avana.

Sono diffusi al tetto della serie stratigrafica dei depositi costieri e presentano nei livelli superiori diffusi elementi di origine antropica elaborati dalle dinamiche marine e legati alle attività che si sono svolte nel tempo lungo la costa.

La giacitura è leggermente degradante verso il mare, mentre gli spessori variano da pochi metri fino a 8-10 m.

Questa unità sembrerebbe presente soltanto nel settore orientale dell'area.

Le sabbie medio fini sono presenti immediatamente al di sotto dei riporti e al di sopra delle sabbie medio-grossolane (SG); dai sondaggi si rilevano comunque anche livelli sabbiosi fini (SL) di minore spessore al di sotto dell'unità SG.

Sabbie medio-grossolane (SG)

Inferiormente si passa a depositi sabbiosi più grossolani, con livelli di ghiaietto, di colore marrone-grigiastro; le maggiori granulometrie denotano dinamiche marine più elevate.

Le granulometrie medio-grossolane sono indice di ambienti ad elevata energia, probabilmente da mettere in relazione ad ambienti di spiaggia emersa e sommersa, prima di significative strutture portuali di protezione (ciò è avvalorato anche dalla mancanza di elementi antropici fluitati).

La giacitura è leggermente degradante verso il mare e gli spessori variano da 1-2 metri fino a 8-10 m.

Sono presenti immediatamente al di sotto dei riporti nel settore occidentale dell'area, mentre verso est risultano sottoposte a strati di sabbie limose (SL).

Cineriti (C)

La parte inferiore della serie stratigrafica dei depositi marini è rappresentata da depositi fini e medio-fini (cineriti) di origine vulcanica rimaneggiati in ambiente costiero; nella matrice cineritica, di colore verdastro, sono inclusi frammenti lavici e pomicei. Localmente si individua la presenza di livelletti organici. Le granulometrie fini e medio-fini sono indicative di ambienti a bassa energia che, data la profondità, potrebbero essere messe in relazione alla deposizione lacuste palustre del settore costiero della Depressione Volla. Questa unità, che non compare nel settore occidentale (Profilo Geologico 1, v. figura 5), è caratterizzata da spessori di 1-2 m fino a 6-8 metri; la variabilità degli spessori è condizionata dall'andamento del substrato del Tufo Giallo Napoletano ed infatti i maggiori spessori si rilevano in corrispondenza di vallecole incise nel substrato tufaceo.

TUFO GIALLO NAPOLETANO (TGN) (Olocene)

Stratigraficamente la serie geologica termina con il Tufo Giallo Napoletano che rappresenta il substrato locale; tutti i sondaggi hanno infatti raggiunto il tetto di questo litotipo rimarcando però una sostanziale irregolarità della profondità rispetto al piano campagna (vedi figure 5, 6 e 7). Il Tufo Giallo Napoletano (TGN) è una formazione omogenea legata ad un unico evento legato alla attività eruttiva dei Campi Flegrei; in genere è caratterizzata da due facies: una litoide di colore giallastro ed una a carattere pozzolanaceo, poco o nulla coerente, di colore grigio. Nell'area in esame è presente soltanto la facies lapidea che si è formata dalla facies pozzolanacea a seguito di fenomeni di "zeolitizzazione", che sono processi secondari dovuti alla presenza nel deposito di fluidi idrotermali, che portano alla formazione di minuti cristalli (zeoliti) che danno all'ammasso l'aspetto lapideo. Dal punto di vista litologico trattasi di una piroclastite massiva, da poco a nulla fratturato, con matrice cineritica giallastra ed incluse minute scorie pomicee e laviche; si sottolinea che le discontinuità presenti nell'ambito del TGN sono relative a stress di raffreddamento della colata piroclastica, al momento della messa in posto, e non a stress tettonici. A fronte dello stato lapideo-semilapideo si evidenzia sempre una notevole porosità, la quale è ascrivibile in parte a pori in comunicazione fra loro ed esterni alle particelle ed in parte a pori all'interno delle particelle, le quali hanno una struttura sovente vacuolare. Dai sondaggi si individua un membro superiore alterato (TGNA), di spessore variabile da pochi decimetri ad alcuni metri, con consistenza da addentata a semilapidea

(cappellaccio di alterazione). Come precedentemente accennato, il tetto del Tufo Giallo Napoletano presenta un andamento eterogeneo, nel complesso degradante verso il mare ma anche verso la Depressione Volla, con locali variazioni morfologiche legate a passate fasi erosive.

3.3 Nuove Indagini

In virtù delle caratteristiche essenziali dell'intervento di progetto e del sito su cui esso insiste e sulla base delle precedenti indagini e degli studi preliminari sopra sintetizzati è stato sviluppato un progetto di indagini geognostiche dirette e indirette volte alla ricostruzione dell'assetto geometrico dei corpi geologici nel sottosuolo e delle loro caratteristiche sismiche e geotecniche nonché all'individuazione di eventuali emergenze archeologiche del sito. Le indagini e i rilievi - condivisi da tutti i progettisti - saranno realizzate in conformità a quanto disposto dalle NTC 2008, NTC 2018, dalle Norme e Raccomandazioni AGI, ANISIG, ASTM CNR-UNI, e dagli Eurocodici 7 e 8 consentendo valutazioni di merito sul volume geologico significativo dal punto di vista stratigrafico, geotecnico e sismico in modo da definire le interrelazioni di carattere dinamico di origine geologica o antropica influenzanti l'opera e pervenire al modello geologico e geotecnico del sito su cui sarà realizzato il parcheggio interrato e l'adeguamento dei Magazzini generali. In merito alla definizione della campagna d'indagine geognostica, si osserveranno i seguenti criteri:

- Tecnico-Normativi (con riferimento alle Normative nazionali e regionali in vigore);
- Conoscitivi (associati alle informazioni ad oggi disponibili sull'area, legate alle pregresse indagini, ma anche alla documentazione di progetto disponibile).

Gli obiettivi della campagna geognostica oggi progettata saranno, quindi, quelli di verificare ed, eventualmente, confermare le evidenze litostratigrafiche e geotecniche già emerse con le precedenti fasi, approfondendo di fatto le conoscenze sui rapporti geometrici reciproci tra le diverse unità con particolare riferimento alla ricostruzione del tetto lapideo della formazione tufacea la cui esatta ricostruzione sarà di fondamentale importanza, sia per il corretto dimensionamento dei diaframmi/paratie del parcheggio interrato sia per analizzare gli effetti di eventuali amplificazioni sismiche sulle coperture terrigene sovrastanti che potrebbero generare gravose sollecitazioni sulle strutture in progetto e/o su quelle esistenti (Magazzini Generali).

Considerando altresì la considerevole quantità di materiale da sbancare per la realizzazione del Parcheggio parte della campagna geognostica sarà rivolta anche alla caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo ai sensi del DPR 120/2017 e del D.Lgs 152/2006 e

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

PIANO DI INDAGINI

ss.mm.ii in modo da definire il loro eventuale riutilizzo e/o il conferimento a discarica. In particolare, si prevede di realizzare le seguenti prospezioni:

- N. 2 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino a 30 m dal p.c. (S1 e S2) con prove in foro (SPT, permeabilità) e prelievo di campioni in modo da definire i rapporti giaciture reciproci tra le coperture terrigene e il substrato litoide oltre a permettere la caratterizzazione stratigrafica, idrogeologica, geotecnica e ambientale delle litologie presenti nel volume significativo. Un sondaggio sarà attrezzato con strumentazione piezometrica (S2) mentre S1 sarà strumentato per eseguire misure sismiche in foro (Down-Hole).
- N. 6 Sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di circa 5 metri dal p.c. (SA_01, SA_02, ..., SA_06) attrezzati con strumentazione piezometrica con prelievo di campioni (terre e acque) da sottoporre ad analisi ambientale in accordo con la normativa sulla gestione di terre e rocce da scavo (DPR n.120/17) e sui rifiuti (D.Lgs 152/2006 e s.m.i.);
- N. 3 indagini sismiche di tipo MASW che, permetteranno di determinare la categoria di sottosuolo ai sensi delle NTC lungo tutto il lotto in esame.
- N. 3 indagini sismiche a rifrazione che correlate alla prova Down-Hole permetteranno di determinare di ricostruire l'assetto sismostratigrafico lungo tutto il lotto e, in particolare, ricostruire l'andamento del tetto del substrato tufaceo.
- N.8 indagini sismiche di tipo passivo HVSR per l'individuazione della profondità e della morfologia del substrato lapideo e del bed-rock sismico, parametri necessari per la modellazione sismica del sito e per le conseguenti analisi specifiche. La prova sarà finalizzata inoltre all'individuazione delle frequenze caratteristiche di risonanza di sito, correlabili ai cambi litologici presenti sia all'interno degli orizzonti superficiali che nel substrato profondo
- Prove di laboratorio sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi da cui si ricaveranno le principali caratteristiche geotecniche, dinamiche e di resistenza sia dei terreni superficiali sia del substrato a consistenza lapidea.

Per le analisi chimico-fisiche sui terreni da scavo, il prelievo dei campioni sarà eseguito ai sensi all'Allegato 2 del DPR N.120/2017 (Procedure di campionamento in fase di progettazione). Sui campioni di terreno, in accordo alla profondità di prelievo, saranno ricercati diversi set di

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

PIANO DI INDAGINI

parametri allo scopo di verificare l'assenza di contaminazione dei terreni con riferimento al set analitico minimale previsto dall'Allegato 4 al DPR N.120/2017 (Reg. recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo). Nei casi in cui le terre e rocce da scavo dovessero contenere materiali di riporto sarà effettuato il test di cessione ai sensi dell'art. 9 del DM Ambiente 5 febbraio 1998 secondo le metodiche di cui all'Allegato 3 del medesimo decreto, per i parametri pertinenti. Il numero di campioni è stato tarato in funzione di quanto richiesto dalla normativa e del numero di eventuali punti critici del sottosuolo investigato. Nelle successive tabelle è sintetizzato il piano delle indagini da realizzare sottolineando che esso potrà comunque variare in funzione degli effettivi riscontri in corso d'opera e/o per difficoltà logistiche.

PROSPEZIONE	Quantità (n.)
Sondaggi meccanici a carotaggio continuo	8
Standard Penetration Test	7
Prove di permeabilità di tipo LUGEON	2
Prove di permeabilità di tipo LEFRANC	2
Piezometri	7
Stendimenti indagine sismica rifrazione in onde P	3
Indagine sismica di tipo MASW	3
Indagine sismica di tipo passivo HVSR	8
Analisi chimiche su campioni per caratterizzazione ambientale TRS	24
Analisi chimiche su campioni per caratterizzazione ambientale acque	7
Campioni di terreno da sottoporre analisi geotecniche di laboratorio	6
Campioni di roccia da sottoporre analisi geotecniche di laboratorio	3

Nelle successive tabelle sono riportate le lunghezze di ciascuna prospezione.

SONDAGGI MECCANICI		STENDIMENTI SISMICI A RIFRAZIONE		STENDIMENTI SISMICI TIPO MASW	
Sx	LUNGHEZZA (m)	Mx	LUNGHEZZA (m)	MWx	LUNGHEZZA (m)
S1	30	M1	144	MW1	48
S2	30	M2	120	MW2	48
S1_A	5	M3	144	MW3	48
S2_A	5				
S3_A	5				
S4_A	5				
S5_A	5				
S6_A	5				

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

PIANO DI INDAGINI

Nella tabella seguente sono evidenziate la tipologia e le quantità delle analisi di laboratorio geotecnico da eseguire sui campioni prelevati nel corso dei sondaggi.

PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO		
Sigla	Tipologia Prova	Quantità (n.)
Pv	Peso di volume	9
Ps	Peso specifico	9
W	Contenuto d'acqua	6
Gr	Granulometria	6
LA	Limiti di Atterberg	4
TD	Taglio diretto	3
PLT	Pont Load Test	3
RCM	Resistenza a compressione monoassiale	2
P	Porosità rocce	3

Di seguito il set minimale di analiti da ricercare invece nei campioni ambientali per la caratterizzazione delle terre e rocce da scavo e delle acque di falda.

Tabella 4.1 All. 4 DPR 120/2017 - Set analitico minimale		
Analiti	Quantità (n.)	
	Acque	Terre
Arsenico	7	24
Cadmio	7	24
Cobalto	7	24
Nichel	7	24
Piombo	7	24
Rame	7	24
Zinco	7	24
Mercurio	7	24
Idrocarburi C>12	7	24
Cromo totale	7	24
Cromo VI	7	24
Amianto	7	24
BTEX *	7	24
IPA*	7	24

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

PIANO DI INDAGINI

La tabella successiva riporta lo schema dei prelievi e delle prove (in foro e laboratorio) da eseguire nel corso dei sondaggi.

Sond Prof	S1DH	S2PZ	S1_A1-PZ	S1_A2-PZ	S1_A3-PZ	S1_A4-PZ	S1_A5-PZ	S1_A6-PZ
1								
2	Ct:Pv, Ps, W, LA, TD, Gr	SPT	CA*	CA*	CA*	CA*	CA*	CA*
3	SPT							
4	LEF	Ct:Pv, Ps, W, Gr, LA						
5	SPT		FF	FF	FF	FF	FF	FF
6		SPT						
7	Ct:Pv, Ps, W, TD, Gr, LA							
8								
9		SPT						
10	SPT	Ct:Pv, Ps, W, TD, LA						
11		LEF						
12	Ct:Pv, Ps, W, TD, Gr							
13								
14	LUG	SPT						
15		Ct:Pv, Ps, W, Gr						
16								
17								
18								
19								
20	Cl: Pv, PLT, RCM, P							
21								
22		Cl: Pv, PLT, RCM, P						
23		LUG						
24								
25	Cl: Pv, PLT, P							
26								
27								
28								
29								
30	FF	FF						

LEGENDA SIMBOLI	
Sn	Sondaggio a c.c
Sn_A	Sondaggio ambientale a c.c.
Pz	Strumentazione piezometrica
DH	Strumentazione DOWN-HOLE
Ct	Campione terra
Cl	Campione lapideo
CA	Campione ambientale terre e acque
Pv	Peso di volume
Ps	Peso specifico
W	Contenuto d'acqua
Gr	Granulometria
LA	Limiti di Atterberg
TD	Taglio diretto
PLT	Pont Load Test
RCM	Resistenza a compressione monoassiale
P	Porosità
SPT	STANDARD PENETRATION TEST
LEF	Prova di permeabilità Lefranc
LUG	Prova di permeabilità Lugeon
FF	Fondo Foro

Infine, la tabella che segue riepiloga lo schema dei prelievi e delle indagini ambientali da eseguire nel corso delle perforazioni.

PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE TERRE E ROCCE DA SCAVO									
ID. campione	Tipologia campionamento		OPERA	Profondità prelievo (m) da p.c.		N° campioni ambientali Tab. 4.1 All. 4 D.P.R. 120/17	Analisi caratterizzazione rifiuti solidi (tal quale)	Test cessione	N° campioni acqua sotterranea Tab. 4.1 All. 4 D.P.R. 120/17
	Pozzetto	Sondaggio		da - a	ml	n. campioni prelevati			
SA-01-PZ		X	Parcheggio	0.50 2.50 4.50		3			1
SA-02-PZ		X	Parcheggio	1.00 3.00 4.50		3	1	1	1
SA-03-PZ		X	Parcheggio	0.50 2.50 4.50		3	1	1	1
SA-04-PZ		X	Parcheggio	1.00 3.00 4.50		3	1	1	1
SA-05-PZ		X	Parcheggio	1.50 3.00 4.50		3			1
SA-06-PZ		X	Parcheggio	0.50 2.50 4.50		3	1	1	1
S1-DH*		X	Parcheggio	1.50 4.00 7.00		3			
S2-PZ*		X	Parcheggio	1.00 3.50 8.00		3			1
TOT	4	8				24	4	4	7

Il campionamento eseguito nel sondaggio, dovrà essere eseguito con prelievo di tre incrementi a formare il campione rappresentativo

Le analisi sul tal quale ed il test di cessione devono essere effettuate su un campione rappresentativo dell'intero scavo

MATERIALE DI RIPORTO: se il terreno è costituito da materiale di riporto, per classificarlo come sottoprodotto, deve essere effettuato il test di cessione, i cui risultati vanno confrontati con le CSC delle acque sotterranee, di cui alla Tab. 2, All. 5 al titolo 5, Parte IV del D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152, come previsto dall'art. 4, comma 3 del D.P.R. 120 del 2017

Le analisi chimiche sulle acque sotterranee verranno effettuate utilizzando come limiti di riferimento le concentrazioni soglia di contaminazione (CSC), previste nella tabella 2 dell'allegato 5 al titolo V della parte IV del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii

I punti di campionamento nominati con asterisco () sono coincidenti con le indagini geonostiche (vedi piano indagini geonostiche) e verranno quindi eseguiti contestualmente ed in modalità ambientale al fine di evitare fenomeni di "cross contamination"*

3.4 Attività di campo con georadar

Il programma delle indagini previste nell'area complessivamente interessata dagli interventi in corso di progettazione, si completa con "indagini georadar" utili a consentire la acquisizione di informazioni circa eventuali possibili presenze, nel sottosuolo, di elementi murari, sottoservizi e/o possibili reperti archeologici. Sull'elaborato allegato è stata graficizzata la maglia di indagine, con spaziatura, in entrambi le direzioni, di circa 15,00 m, per un totale di 2710 metri di percorsi, utili a coprire l'area di interesse. La "griglia" costituisce esclusivamente la direttrice di riferimento in sede operativa. Di seguito le specifiche tecniche.

Specifiche tecniche per l'esecuzione delle indagini georadar

È una metodologia geofisica di rilevazione elettromagnetica, rigorosamente "non invasiva", di carattere "qualitativo", utile a consentire l'interpretazione delle caratteristiche delle differenti "riflessioni" sotto forma di geometria e di intensità del segnale ricevuto, ed "esteso"; in tal senso la registrazione avverrà facendo passare l'antenna su vasti tracciati d'indagine

nonostante l'area analizzata sia circoscritta alla superficie d'appoggio dell'antenna ricetrasmittente. Il principio su cui si basa la indagine è quello delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza che verranno inviate, riflesse e ricevute, consentendo di acquisire dati sulla natura e lo stato fisico di elementi al di sotto delle superfici di finitura quali intonaci, rivestimenti lapidei, pavimenti, etc. La propagazione delle onde elettromagnetiche si legherà alle costanti dielettriche, proprie dei materiali, derivate, a loro volta, dallo stato fisico dei materiali stessi (conducibilità, porosità, densità, permeabilità ecc.), di conseguenza, maggiore sarà la differenza tra le caratteristiche elettromagnetiche degli elementi che compongono l'oggetto di indagine maggiore sarà la facilità e l'esattezza di registrazione dati (ad es. aria-pietra o pietra-metallo).

Apparecchiatura

Il dispositivo trasmittente-ricevente (antenna) collegato, per mezzo di un cavo in fibre ottiche, ad una unità centrale (registratore magnetico e restitutore grafico) invierà una serie ininterrotta di impulsi elettromagnetici all'interno del manufatto ovvero del terreno. In presenza di superfici di discontinuità una prima quota di energia verrà riflessa e raccolta dalla sezione ricevente dell'antenna, contemporaneamente la porzione rimanente entrerà più a fondo per essere "specchiata" da un piano sottostante. Simultaneamente ai movimenti-rivelatori dell'antenna il registratore magnetico registrerà il segnale che verrà riprodotto da quello grafico il quale darà vita ad una sezione continua spazio-tempo, nella quale saranno osservabili le "impronte" delle diverse riflessioni o, in ogni caso, delle anomalie delle risposte. Ogni singola sezione riporterà sull'asse delle ascisse i valori della lunghezza mentre su quello delle ordinate la profondità; le intensità di riflessioni saranno ben riconoscibili con scale di colore o con differenti tonalità di grigio. Ove richiesto dalle prescrizioni di progetto sarà cura dell'Affidatario rielaborare le informazioni acquisite con idonee ricostruzioni 3D. Le antenne che l'Affidatario dovrà necessariamente utilizzare dovranno essere diverse in rapporto alla profondità di analisi e al tipo di obiettivo richiesto dalle prescrizioni di progetto; le frequenze andranno da 100 a 1500 MHz, tenendo presente, però, che più bassa sarà la frequenza più aumenterà il grado di penetrazione del segnale, ma, contemporaneamente, diminuirà in proporzione il grado di definizione e la sensibilità di rilevazione.

Applicazione

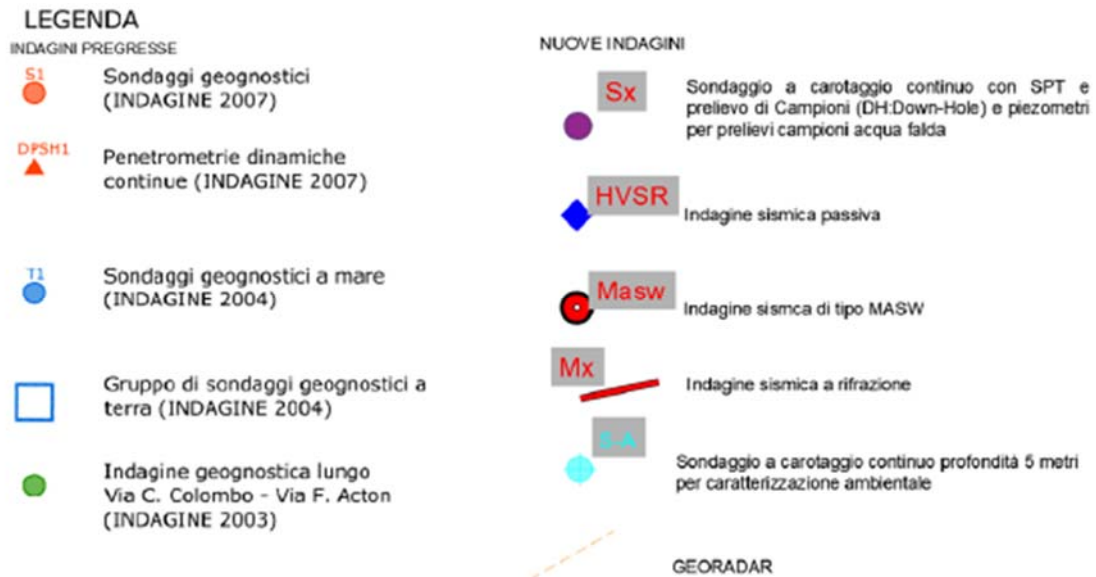
La procedura esecutiva del rilievo radar prevede una costerà sequenza di sezioni radar-stratigrafiche da spostare lungo percorsi di rilievo stabiliti dal presente Capitolato al fine di

produrre i profili delle superfici indagate. L'antenna ricetrasmittente dovrà scorrere su un'area sufficientemente piana e liscia seguendo movimenti continui e abbastanza lenti. I fattori principali che l'Affidatario dovrà valutare, per operare una rilevazione georadar, sono: spessore del mezzo da indagare, la dimensione dell'obiettivo da ricercare e relative caratteristiche elettromagnetiche. L'indagine georadar sarà eseguita, come tutte le indagini prima riportate, previa autorizzazione con procedura di subappalto dell'AdSP Mar Tirreno Centrale da struttura qualificata indicata dall'RTI. L'indagine deve essere finalizzata ad ottenere tutte accertare le informazioni possibili sul sottosuolo da consegnare al Servizio di Archeologia ed a chi sarà deputato alle attività di esecuzione dei lavori; l'attività sarà utile a definire l'andamento di elementi interferenti quali:

- Linee Elettriche;
- Linee Fognarie;
- Rete idrica;
- Impianti Speciali.

La figura che segue mostra l'ubicazione sia delle nuove indagini sia delle indagini eseguite negli anni precedenti.





4. Conclusioni

Il piano di indagini geognostiche predisposto consentirà di verificare ed, eventualmente, confermare, le evidenze litostratigrafiche e geotecniche scaturite con le precedenti fasi, approfondendo di fatto le conoscenze sui rapporti geometrici reciproci tra le diverse unità, con particolare riferimento alla ricostruzione del tetto lapideo della formazione tufacea, la cui esatta ricostruzione sarà di fondamentale importanza sia per il corretto dimensionamento dei diaframmi/paratie del Parcheggio interrato sia per analizzare gli effetti di eventuali amplificazioni sismiche sulle coperture terrigene sovrastanti che potrebbero generare gravose sollecitazioni sulle strutture da progettare e/o su quelle esistenti (Magazzini Generali).

Ovviamente le indagini ambientali sul materiale da sbancare consentiranno di definire l'eventuale riutilizzo come sottoprodotto e/od il conferimento a discarica ai sensi della normativa vigente in materia (DPR 120/2017 e D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii).