

PIANO NAZIONALE PER GLI INVESTIMENTI COMPLEMENTARI

DECRETO-LEGGE 6 maggio 2021, n. 59, "Misure urgenti relative al Fondo complementare al Piano nazionale di ripresa e resilienza e altre misure urgenti per gli investimenti"

PORTO DI NAPOLI PROLUNGAMENTO E RAFFORZAMENTO DELLA DIGA FORANEA DUCA D'AOSTA LOTTO B: RAFFORZAMENTO I STRALCIO CUP: G65F20001560006



Autorità di Sistema Portuale Mar Tirreno Centrale
Porti Napoli
Missione M3C2
Fonte Finanziamento PNC
Importo Finanziamento 150,00 mln €

Progettazione definitiva



Responsabile integrazione prestazioni specialistiche
Prof. Ing. A. Noli



Coordinamento gruppo di progettazione
Ing. M. Di Stefano



Coordinamento sicurezza in fase di progettazione
Ing. N. Saraca



Impianti
Arch. F. M. Azzopardi



Studi ambientali
Ing. F. Ventura



Studi geologici
Dott. geol. S. Costabile

Progettazione esecutiva



Responsabile integrazione prestazioni specialistiche
Ing. Tommaso Tassi

Coordinamento gruppo di lavoro
Ing. Luca Masiero

Strutture
Ing. Francesco Monisso

Geotecnica
Ing. Riccardo Bullo

Impianti
Ing. Leonardo De Benetti

L'Appaltatore



Consorzio Stabile
Grandi Lavori S.c.r.l.

Legale rappresentante
Geom. Umberto Esposito

L'impresa esecutrice



Legale rappresentante
Ing. Elio Rainone

CODICE DOCUMENTO:

1 4 9 4 0 1 N A D A P E A R C r 0 1

IL R.U.P.

Ufficio Tecnico
dell'AdSP del Mar Tirreno Centrale
Ing. Rosa PALMISANO

PROGETTO ESECUTIVO

TAVOLA

ARC-r01

TITOLO ELABORATO

Relazione archeologica

SCALA

-

| | | | | |
|------|-----------------------------|------------|----------|-------------------------|
| 2 | | | | |
| 1 | | | | |
| 0 | PRIMA EMISSIONE | gg/mm/aaaa | L.M. | T.T. |
| REV. | DESCRIZIONE DELLE REVISIONI | DATA | Redatto: | Controllato: Approvato: |



SOMMARIO

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | PREMESSA..... | 2 |
| 2 | DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI..... | 6 |
| 2.1 | CONFIGURAZIONE DELLE OPERE DI DIFESA ESISTENTI..... | 6 |
| 2.2 | STORIA DELLA COSTRUZIONE DELLA DIGA FORANEA | 7 |
| 2.3 | DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI | 9 |
| 3 | CAMPAGNE DI INDAGINI ESEGUITE | 11 |
| 3.1 | INDAGINI GEOGNOSTICHE | 12 |
| 3.1.1 | Campagna di indagini geognostiche 1992..... | 12 |
| 3.1.2 | Campagna di indagini geognostiche 2017..... | 13 |
| 3.1.3 | Campagna di indagini geognostiche 2022..... | 15 |
| 3.2 | RILIEVI TOPOGRAFICI, SUBACQUEI E BATIMETRICI..... | 18 |
| 3.2.1 | Rilievi alla base del progetto definitivo posto a base appalto..... | 18 |
| 3.2.2 | Rilievi eseguiti dall'Appaltatore..... | 22 |
| 3.2.2.1 | <i>Rilievo batimetrico eseguito dalla società PRISMA srl.....</i> | <i>22</i> |
| 3.2.2.2 | <i>Rilievo Sub bottom profiler eseguito dalla società PRISMA srl.....</i> | <i>22</i> |
| 4 | ASPETTI ARCHEOLOGICI | 24 |
| 5 | INQUADRAMENTO STORICO ARCHEOLOGICO E CARTOGRAFIA DI RISCHIO | 26 |
| 6 | LA PIANA DEL SEBETO/AREA ORIENTALE DI NAPOLI – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STORICO ARCHEOLOGICO..... | 36 |
| 7 | VALUTAZIONE E CARTOGRAFIA DI RISCHIO ARCHEOLOGICO | 40 |
| 8 | BIBLIOGRAFIA | 44 |



1 PREMESSA

La presente relazione caratterizza il rischio archeologico sotteso al progetto esecutivo relativo agli interventi di *Rafforzamento della diga Duca d'Aosta (Lotto B – I Stralcio) del porto di Napoli* finanziato con fondi complementari del PNRR (missione M3C2) di cui al Decreto n.388 del 17/11/2021 del Ministero delle infrastrutture registrato alla Corte dei Conti in data 5/12/2021 al n. 3028.

Con delibera del Presidente dell'AdSP del Mar Tirreno Centrale n.232 del 09.10.2023 è stato aggiudicato il LOTTO 1: OPERE MARITTIME E STRUTTURALI SPECIALI - CIG: 98651134C8, dell'Accordo Quadro per "l'affidamento dell'esecuzione di lavori su infrastrutture marittime, dragaggi, opere stradali e ferroviarie, opere edili e di restauro per la riqualificazione degli immobili, opere di sostenibilità ambientale, da realizzarsi nelle aree di competenza dell'Autorità di Sistema Portuale del Mar Tirreno Centrale" al Consorzio Stabile Grandi Lavori S.c.r.l. che ha indicato la F&M Ingegneria S.p.A. Società di Ingegneria per le attività di progettazione esecutiva per gli appalti integrati de elaborare nell'ambito dell'attuazione dell'Accordo Quadro.

In data 27.11.2023 è stato stipulato il contratto d'appalto al cronologico 47/23 avente ad oggetto l'Accordo Quadro relativo al "Lotto n. 1 - Opere marittime e strutturali speciali".

Il progetto definitivo degli interventi in appalto, elaborato dal RTP Modimarsrl (mandataria), SISPI srl , VAMS srl, VDP srl , REACT srl, GIA Consulting srl (mandanti), è stato validato dal RUP ai sensi dell'art. 26 del D.Lgs 50/2016 con verbale del 28/12/2023 ed approvato con Delibera dell'AdSP n. 322 emessa in pari data.

Con Delibera n.338 del 28/12/2023 sono stati affidati all'Appaltatore i servizi di ingegneria per la redazione del progetto esecutivo e l'esecuzione dei lavori degli interventi di "Prolungamento e rafforzamento della Diga Foranea Duca D'Aosta – Lotto B: Rafforzamento – I Stralcio, verso il corrispettivo complessivo di € 80.643.479,29, di cui € 78.067.961,46 per lavori (compreso monitoraggio ambientale ante e in corso d'opera), € 2.030.593,49 per oneri della sicurezza non soggetti a ribasso ed € 544.924,33 per la progettazione esecutiva (comprensivo di spese e al netto di IV A e oneri previdenziali se dovuti), al netto del ribasso offerto in sede di gara.

L'affidamento è stato perfezionato in data 05/02/2024 con la sottoscrizione del Contratto Attuativo n.5/24.

In data 14/02/2024 il RUP dell'intervento ing. Rosa Palmisano ha formalmente avviato le attività di progettazione sottoscrivendo con l'Appaltatore apposito verbale e precisando che il progetto esecutivo dovrà ottemperare e/o recepire:

- le prescrizioni del **Decreto MASE di non assoggettabilità a VIAN. 721 del 27/12/2023** riportate nel parere n. 925 del 21.11.2023 della Commissione Tecnica di verifica dell'impatto ambientale VIA e VAS-Sottocommissione VIA e del parere del Ministero della Cultura di cui alla nota della Soprintendenza Speciale per il PNRR n. 27393 del 21/11/2023;
- le migliorie offerte dall'Appaltatore in fase di gara e specificamente di allestire nell'area di cantiere un impianto di betonaggio, con capacità 1000 mc/die, di predisporre una batteria di n.2 pese a bilico, di utilizzare mezzi d'opera aventi capacità di carico (portata in coperta) superiori a quelle previste in fase di progetto.

L'intervento infrastrutturale di rafforzamento della diga foranea rientra tra quelli classificati come "**interventi di urgenza**" a norma dell'art.3, comma 1) lettera h) del DM Ambiente (26/01/2023) ovvero "*interventi necessari per ovviare a eventi imprevedibili la cui mancata esecuzione determinerebbe situazioni di grave pregiudizio alla salute pubblica e/o all'ambiente*".

Ed infatti la Diga Foranea del Porto di Napoli è l'infrastruttura – **connotata attualmente da elementi di**

notevole fragilità – che protegge il bacino portuale e tutti i 72 ormeggi interni, dagli eventi meteomarinari.

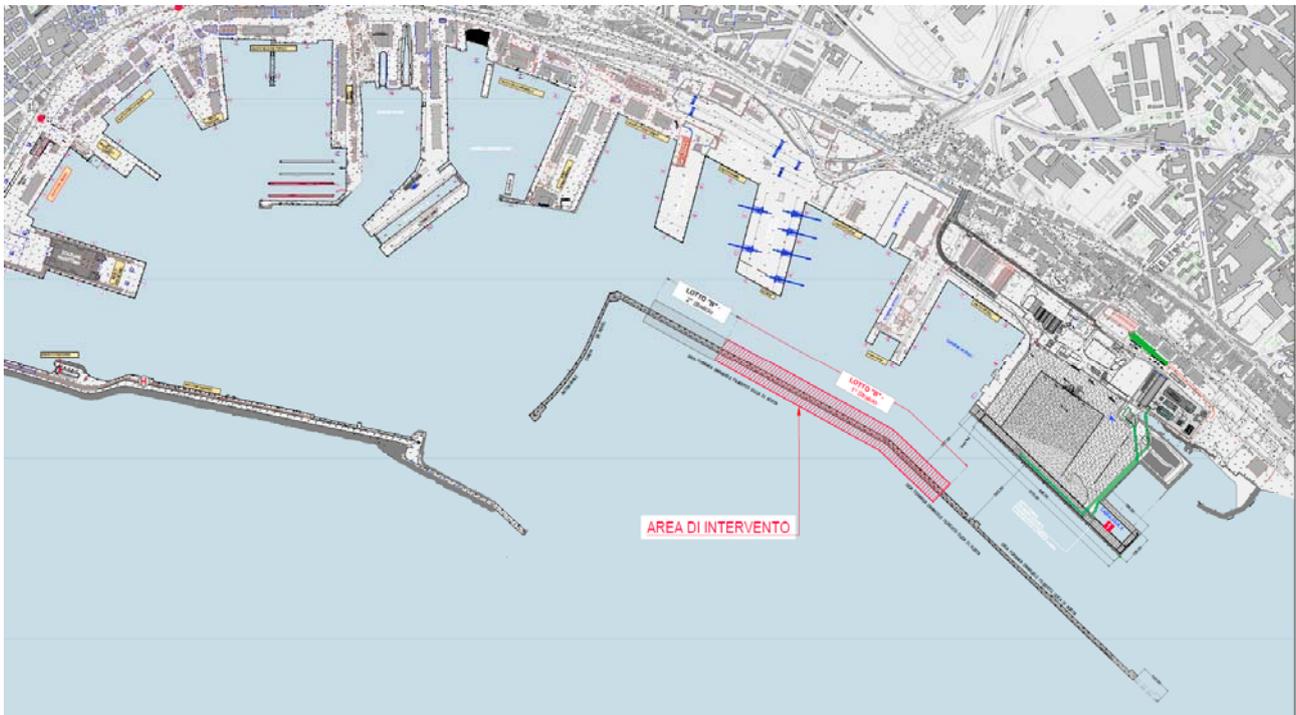


FIGURA 1 - PORTO DI NAPOLI – INQUADRAMENTO – LAVORI DI RAFFORZAMENTO: LOTTO B

Attualmente **parte della diga è parzialmente crollata** e si rinvencono in più sezioni **aperture molto ampie del muro paraonde e della sovrastruttura dei cassoni**.

In particolare, in seguito alla violentissima mareggiata, che si è abbattuta sul porto di Napoli nel dicembre 2020, la diga ha subito diffusi danni per cui è necessario realizzare, oltre agli interventi di riparazione urgenti, anche degli interventi radicali di rafforzamento strutturale della diga, tali da garantire la sicurezza della navigazione nello specchio acqueo portuale in condizioni meteomarine avverse.



FIGURA 2 – DISSESTO TRA LE PROGRESSIVE 1+133 – 1+169

L'intervento di rafforzamento e **messa in sicurezza** prevede la formazione di un'opera a gettata a ridosso dell'esistente Diga costituita da materiale lapideo di natura calcarea, con mantellata esterna formata da tetrapodi da 16 m³ e tetrapodi 4 m³ al piede, caratterizzata da una ampia berma posta alla quota della parte sommitale del muro paraonde esistente. Il tutto finalizzato a stabilizzare la struttura della Diga ed a ridurre

le sollecitazioni indotte dal moto ondoso sia sui cassoni che sul soprastante muro paraonde.

I lavori in argomento sono pertanto classificabili come **interventi di manutenzione straordinaria con miglioramento tecnico per il ripristino della funzionalità di un'opera foranea portuale esistente non radicata in alcun modo al territorio costiero.**

Inoltre, si evidenzia che le condizioni della diga sono tali da non permettere ulteriori rinvii, considerato il potenziale rischio di sfondamento dell'opera di difesa, provocato da mareggiate di intensità eccezionale, con le inevitabili conseguenze di inagibilità di ampie zone portuali e di interruzione delle relative operazioni.

Gli interventi di cui al presente progetto prevedono:

- a) la formazione di un'opera a gettata costituita da materiale lapideo di natura calcarea, con mantellata formata da tetrapodi da 16 e tetrapodi 4 m³ al piede, caratterizzata da una berma posta alla quota del muro paraonde esistente, il tutto finalizzato a ridurre le sollecitazioni indotte dal moto ondoso sulla diga a cassoni e sul soprastante muro paraonde per la parte risultata maggiormente esposta;
- b) interventi localizzati di integrale ricostruzione del muro paraonde e del massiccio soprastante i cassoni esistenti in corrispondenza dei tratti caratterizzati da crolli delle strutture in calcestruzzo, mediante collocazione di massi artificiali, casseri con pannelli prefabbricati, getti in opera, formazione di micropali e riempimento delle cavità per il ripristino strutturale dei cassoni esistenti;
- c) interventi diffusi di ripristino/riparazione locale delle strutture esistenti, per tutti i 2,6 km della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel, consistenti in:
 - a. interventi di ripristino e/o ricostruzione del coronamento in pietra lavica;
 - b. interventi di ripristino di cavità subacquee rilevate sul fronte banchina interno porto;
 - c. interventi di sarcitura delle lesioni sul muro paraonde;
 - d. ricostruzione localizzata delle parti divelte della massicciata di coronamento dei cassoni;
 - e. ricostruzione localizzata delle scale di accesso alla diga foranea;
 - f. ricostruzione del paramento lapideo del muro paraonde della Thaon de Revel;
 - g. Demolizione dei fanali di segnalamento non più utilizzabili;
- d) l'allestimento di un impianto di segnalazione del ciglio di banchina interno con corpi illuminanti a LED alimentati da pannelli fotovoltaici posizionati su fanali posti ad interasse di 50 m.

L'intervento di rafforzamento è parte del più ampio progetto denominato "Prolungamento e rafforzamento della Diga Foranea Duca D'Aosta" (cod G65F20001560006), suddiviso dall'AdSP in due distinti lotti funzionalmente indipendenti trattandosi di interventi su infrastrutture esistenti collocati in aree diverse ed asserviti a diversi obiettivi:

- **Lotto A – Prolungamento a levante** con cassoni cellulari della diga foranea, allo scopo di migliorare la protezione dell'imboccatura di levante del porto di Napoli e le banchine della nuova darsena di levante
- **Lotto B – Rafforzamento della diga** esistente con opere a gettata ed interventi locali di ripristino/riparazione delle strutture esistenti, finalizzate a mitigare il rischio di instabilità dell'infrastruttura esistente

In particolare, in ragione dei finanziamenti disponibili, l'AdSP ha ulteriormente suddiviso il Lotto B in due stralci funzionali:

- Il **primo stralcio funzionale**, oggetto del presente appalto e finanziato con i fondi complementari del PNRR, prevede il rafforzamento della diga con opera a gettata tra le prog. 910.00 m circa e 1770.00 m circa, per una **lunghezza di 860.00 m circa** comprensivo dei due conoidi di chiusura di levante e di ponente, a protezione del tratto caratterizzato da maggiori dissesti e danni;
- Il **secondo stralcio funzionale** prevede la realizzazione a ponente di un ulteriore rafforzamento con opera a gettata, tra le prog. 660.00 m e 910.00 m, per una **lunghezza di circa 250.00m** escluso dal presente appalto.

La presente relazione illustra esclusivamente le opere del **LOTTO B (Rafforzamento della Diga foranea) – I Stralcio funzionale** di cui al contratto attuativo cronologico n.5/24 del 05/02/2024, per il quale il progetto prevede la realizzazione di un'opera a gettata a protezione della diga foranea Duca d'Aosta del porto di Napoli in corrispondenza dei tratti caratterizzati da maggiori vulnerabilità nei confronti delle azioni meteomarine, per una lunghezza complessiva di 860.00 m tra le prog. 910.00 m e 1770.00 m circa.

Gli interventi previsti nel **Lotto B – I stralcio funzionale**, unitamente a quelli previsti per il Lotto A (Prolungamento diga foranea) rientrano nell'elenco delle opere approvate con DM 330/2021 finanziate con risorse del Piano Complementare del PNRR – Piano Nazionale Ripresa e Resilienza di cui all'art.1, comma 2 lett c) del DL 6/5/2021 n. 59 convertito con modificazioni dalla legge n. 101 del 1/7/20.

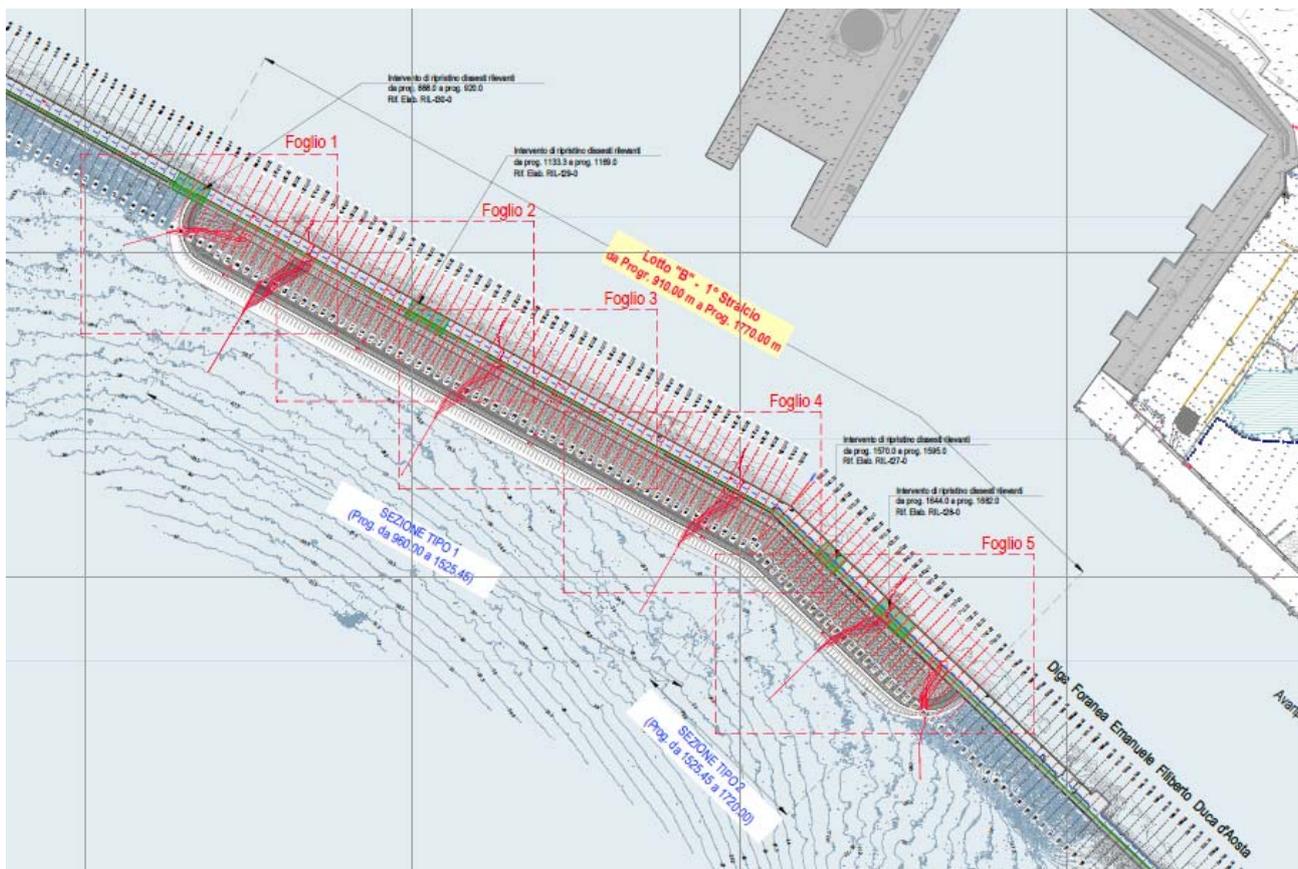


FIGURA 3 - PLANIMETRIA DI PROGETTO OPERE I STRALCIO 860 M (PNRR)

2 DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI

2.1 Configurazione delle opere di difesa esistenti

La diga foranea Duca d'Aosta e l'antemurale Thaon de Revel, oggetto della presente relazione, fanno parte del sistema di opere di difesa dall'azione del moto ondoso dello specchio acqueo interno al porto di Napoli, che da ponente verso levante si articola nelle seguenti strutture:

- *Molo S. Vincenzo*, radicato all'estremità di ponente dell'impianto portuale, in prossimità della darsena Acton;
- *Diga Duca degli Abruzzi*, disposta in prosecuzione del già menzionato Molo S. Vincenzo;
- *Antemurale Thaon de Revel*, diga curvilinea distaccata dalla linea di costa e ubicata a NE della imboccatura principale del porto;
- *Diga Foranea Emanuele Filiberto Duca d'Aosta* (nel seguito Duca d'Aosta): parallela alla linea di costa, radicata all'estremità di NE dell'Antemurale Thaon de Revel, che si estende per circa 2300 metri dall'imboccatura principale del porto fino all'imboccatura di ponente, con orientamento in direzione Nord-Ovest.

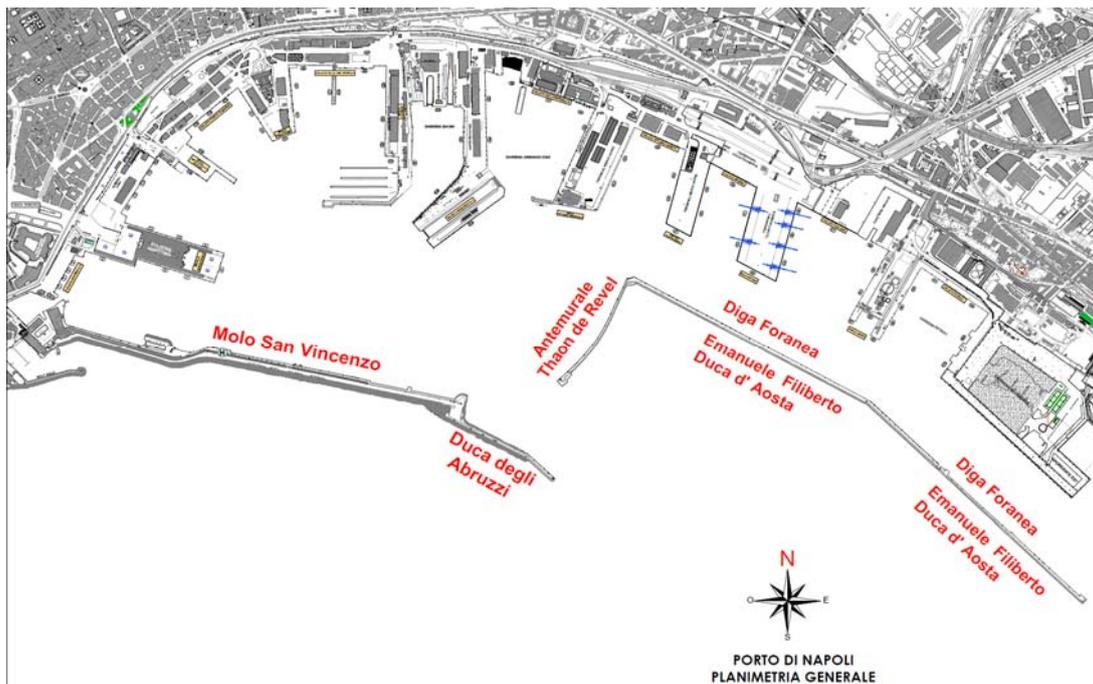


FIGURA 2.1-OPERE DI DIFESA DEL PORTO DI NAPOLI

Il molo S. Vincenzo, la diga Duca degli Abruzzi e la diga Duca d'Aosta proteggono il bacinoportuale dai marosi della traversia principale, mentre l'antemurale Thaon de Revel difende il porto da quelli della traversia secondaria, che per la parte che riesce a penetrare nel bacino portuale vengono dissipati nell'avamposto.

Relativamente alla tipologia costruttiva, il Molo S. Vincenzo e il primo tratto della Diga Duca degli Abruzzi sono del tipo a gettata di massi (o a scogliera); il secondo tratto della Diga Duca degli Abruzzi, l'Antemurale Tahon de Revel e la Duca d'Aosta sono del tipo a parete verticale.

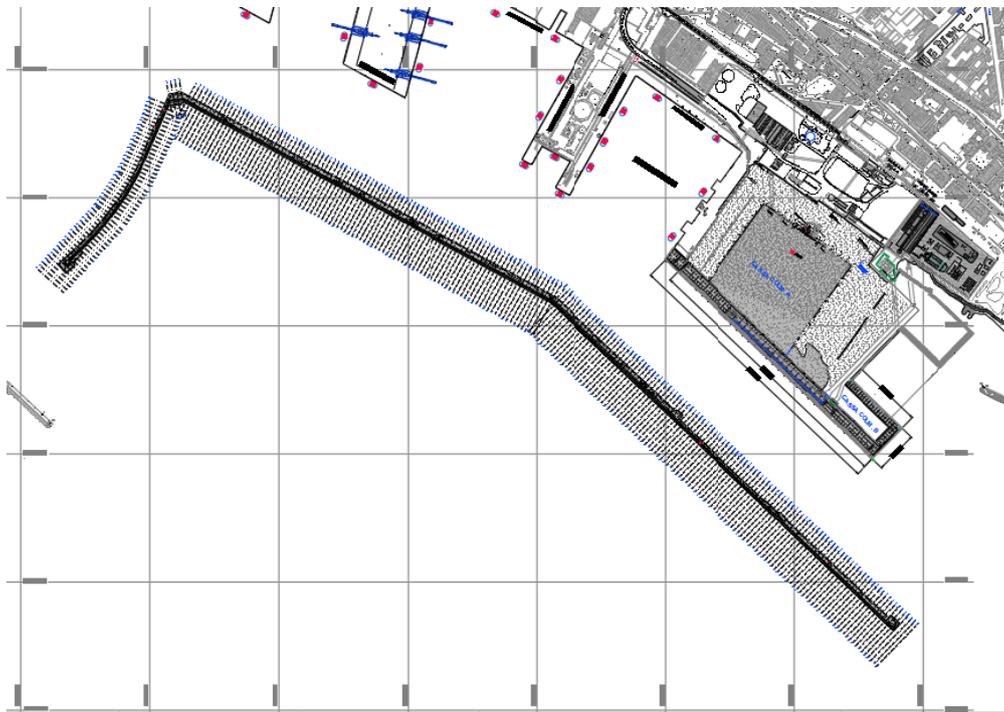


FIGURA 2.2 - INQUADRAMENTO ANTEMURALE THAON DE REVEL E DIGA FORANEA DUCA D'AOSTA

2.2 Storia della costruzione della diga foranea

La diga foranea Thaon de Revel (più comunemente denominata Antemurale) venne progettata ed eseguita sul finire dell'800; essa faceva parte di un più ampio progetto di infrastrutture marittime ortogonali alla linea di costa a protezione dell'avamposto dallo scirocco e da mezzogiorno. Tale diga, ad andamento curvilineo, si sviluppa in direzione ortogonale alla linea di costa per circa 500 m (da prog. 40.00 a prog. 535.78) ed è caratterizzata da una struttura realizzata a massi di calcestruzzo ciclopico sovrapposto, fondata su uno scanno di imbasamento posto a circa -7.50 m dal l.m.m. e sormontata da un muro paraonde in cls (estradosso sovrastruttura a circa +6.00 m s.l.m.m.), così come illustrato nella sezione tipologica rappresentata nella figura seguente.

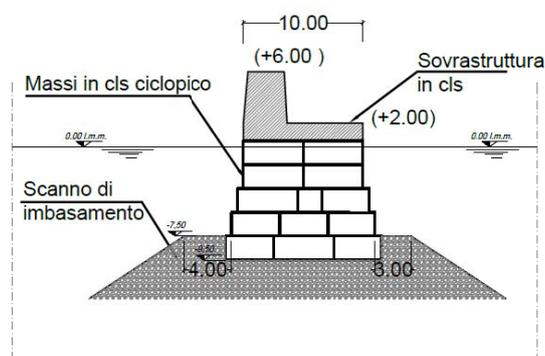


FIGURA 2.3 - SEZIONE TIPOLOGICA DIGA THAON DE REVEL

L'idea di completare una diga foranea in direzione ortogonale alla linea di costa venne successivamente superata agli inizi del '900 in considerazione della necessità di espandere il porto di Napoli verso est, prevedendo la realizzazione di una diga foranea parallela alla linea di costa a protezione dell'avamposto.

Nacque così il progetto di costruzione della diga foranea Duca d'Aosta.

Il primo tratto di larghezza di circa 18.0m, che forma l'opera di primo impianto della diga, venne progettato a difesa della bocca del porto di Napoli dall'Ufficio del Genio Civile di Napoli nel 1919 e venne completato nel 1926; si sviluppa per una lunghezza complessiva 1000 m circa (da prog. 535.78 a prog. 1525.9 a partire dall'estremità che forma un angolo con l'Antemurale Thaon de Revel. Esso è costituito da una struttura a pareti verticali con piloni ciascuno composti da una serie di massi cellulari sovrapposti, formati con calcestruzzo di pietrisco calcareo e malta di calce grassa e pozzolana di Bacoli; l'imbasamento è costituito da una scogliera in massi naturali, rasata a quota variabile da (-15,00) m a (-10,70) m dal l.m.m. e con massi guardiani posti al piede della struttura; la sovrastruttura è costituita da un massiccio di sovraccarico e muro paraonde con sommità a quota variabile mediamente pari a circa + 6.00 sul l.m.m.

Nelle figure seguenti si riportano le due sezioni tipologiche che caratterizzano l'opera di primo impianto della diga foranea Duca d'Aosta.

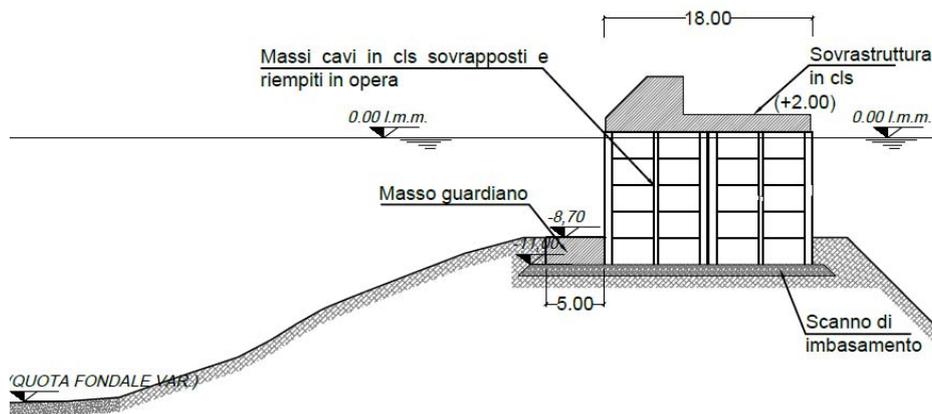


FIGURA 2.4 - SEZIONE TIPO DIGA DUCA D'AOSTA DA PROG. 535.78 A PROG. 1526.84

Nel corso del XX secolo venne realizzato un primo prolungamento (secondo tratto) della diga Duca d'Aosta, per una lunghezza pari a circa 700 m, dalla progr. 1526,84 m alla progr 1925.47 m

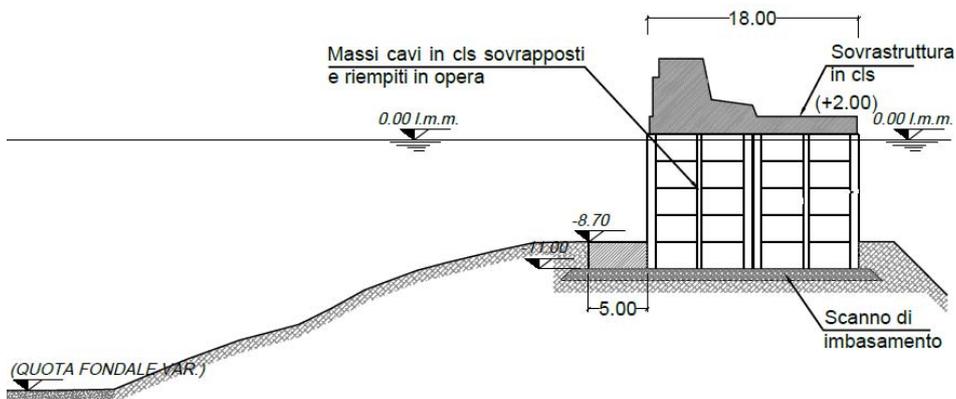


FIGURA 2.5 - SEZIONE TIPO DIGA DUCA D'AOSTA DA PROG. 1526.84 A PROG. 1925.47

Un ulteriore prolungamento (terzo tratto) di larghezza più ridotta (11.50 m) e di più recente realizzazione, venne realizzato negli anni '60 del secolo scorso tra le prog. 1925.47 fino all'attuale testata della diga a prog. 2630. Tale parte d'opera è costituita da cassoni cellulari prefabbricati in c.a. di lunghezza pari a circa 22,00 m, la cui sezione tipologica trasversale è di seguito riportata.

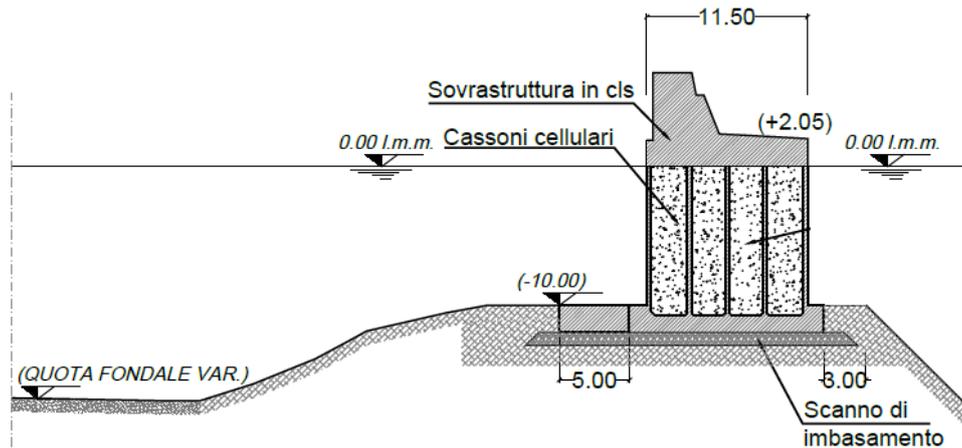


FIGURA 2.6 - SEZIONE TIPO DIGA DUCA D'AOSTA DA PROG. 1925.47 A PROG. 2630

2.3 Descrizione dello stato dei luoghi

L'opera foranea all'attualità si sviluppa per una lunghezza complessiva di 2590 m, di cui circa 535,7 m rappresentano lo sviluppo dell'antemurale Thaon de Revel (Vertici V.0-V.1) che presenta una configurazione curvilinea e 2090 m rappresentano lo sviluppo complessivo della Diga Duca degli Abruzzi che a sua volta si suddivide in un primo tratto (V.1-V.2) di lunghezza 991 m tra le progr 535,78 e 1526,84 ed un secondo tratto (V. 2 - V. 3) di lunghezza pari a 1.103 m tra le prog. 1526,84 e 2630,0 m.

In particolare, come rappresentato dagli elaborati grafici di progetto, lungo l'intero sviluppo della Diga foranea e dell'antemurale Thaon de Revel sono riconoscibili 4 distinte sezioni tipologiche

| ID SEZIONE | DA PROG. | A PROG. |
|----------------|--------------|--------------|
| | m | m |
| Sezione Tipo 1 | 40.00 (V0) | 535.78 (V1) |
| Sezione Tipo 2 | 535.78 (V1) | 1526.84 (V2) |
| Sezione Tipo 3 | 1526.84 (V2) | 1925.47 (V3) |
| Sezione Tipo 4 | 1925.47 (V3) | 2630.00 (V4) |

FIGURA 2.7 - RIEPILOGO SVILUPPO SEZIONI TIPOLOGICHE

La **sezione tipologia 1** (prog 40.0-500,0 – L= 460 m) è riferibile all'impianto dell'antemurale Thaon de Revel, a pianta curvilinea, ed è formata da massi il cls ciclopico imbasati ad una quota di circa -6.0 m dal lmm su uno scanno di imbasamento che si attesta su un fondale posto a circa -20 m dal lmm

La larghezza della diga risulta pari a circa 10.0 m con una quota del masso di coronamento pari a circa +1.80 m che si rialza a quota +3.0 m sul lato esterno imboccatura



La quota sommitale del muro paraonde varia tra +3.30 m a +4.70 m sul lmm

La **sezione tipologia 2** (prog 540,0 –1520,0 - L= 980 m) è riferibile al primo impianto della Diga foranea Emanuele Filiberto Duca d'Aosta, a pianta rettilinea, ed è formata da una struttura a massi cellulari in calcestruzzo cavi ed affiancati riempiti in cls ciclopico, imbasati ad una quota variabile da -6.0 m (lato antemurale) a -12.0 m dal lmm su uno scanno di imbasamento che si attesta su un fondale posto a circa -20 m dal lmm

La larghezza della diga risulta pari a circa 18.0 m con una quota del masso di coronamento pari a circa +1.30 m mentre la quota sommitale del muro paraonde a forma trapezoidale è pari a circa +5.70 m sul lmm. In pianta tale tratto presenta alla progr. 1526.80 m un punto di discontinuità della direzione della diga per assecondare l'impianto planimetrico del porto.

La **sezione tipologia 3** (prog 1530,0 – 1920,0 - L= 390 m) è riferibile al secondo impianto della Diga foranea Duca d'Aosta, a pianta rettilinea, ed è formata da una struttura a massi cellulari cavi in calcestruzzo riempiti un'opera con cls ciclopico, imbasati ad una quota pari a circa a -11.70 m dal lmm su uno scanno di imbasamento che si attesta su un fondale posto a circa -17/-20 m dal lmm

La larghezza della diga conserva la dimensione del tratto precedente (18 m) con una quota del masso di coronamento pari a circa +1.30 m ed un muro paraonde a parete verticale con quota sommitale pari a circa +5.90 m sul lmm

La **sezione tipologia 4** (prog 1920,0 – 2630,0 - L= 710 m) è riferibile al più recente prolungamento della Diga foranea Duca d'Aosta, ancora a pianta rettilinea e sul medesimo allineamento, ed è formata da una struttura a cassoni cellulari prefabbricati riempiti in opera con materiale arido, imbasati ad una quota pari a circa a -14.70 m dal lmm su uno scanno di imbasamento che si attesta su un fondale posto a circa -17/-18m dal lmm

La larghezza della diga riduce a circa 11/14 m la larghezza rispetto al tratto precedente (18 m) e si amplia in testata ad una larghezza di 22.20 m con una quota del masso di coronamento pari a circa +2.00 m ed un muro paraonde a parete verticale con quota sommitale pari a circa +6.0 m sul lmm





3 CAMPAGNE DI INDAGINI ESEGUITE

L'area oggetto di intervento è stata oggetto di diverse campagne di indagine, di seguito elencate:

- Campagna di indagini geognostiche 1992: campagna di indagini geognostiche eseguita dalla società Ricerche Marine s.n.c. su incarico del G.C. OO.MM. di Napoli propedeuticamente al progetto preliminare di rafforzamento della diga foranea del Genio Civile;
- Campagna di caratterizzazione ambientale 2004 - 2005: campagna di caratterizzazione ambientale eseguita dall'Istituto per l'Ambiente Marino Costiero (IAMC-CNR) di Napoli per la caratterizzazione ambientale dei sedimenti all'interno del bacino del porto di Napoli;
- Campagna di caratterizzazione ambientale 2008: campagna di caratterizzazione ambientale svolta da ISPRA per l'esecuzione di indagini chimico-fisiche, microbiologiche ed ecotossicologiche sui sedimenti del porto di Napoli;
- Campagna di caratterizzazione ambientale 2017: campagna di indagini ambientali con prelievo di n. 7 campioni per la caratterizzazione dei fondali interessati dalle aree di prolungamento (Lotto A) programmata dall'AdSP;
- Campagna di indagini geognostiche 2017: campagna di indagini geognostiche eseguita dalla società Tecno In s.p.a. su incarico della Autorità di Sistema Portuale del Tirreno Centrale per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime delle aree interessate dagli interventi di prolungamento della diga foranea Duca d'Aosta (Lotto A);
- Campagna di rilievi topografici, subacquei e batimetrici 2021: rilievi topo-batimetrici e subacquei della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel eseguiti dal RTP Geonauticssrl / GIA Consulting srl su incarico dell'AdSP tra i mesi di luglio ed ottobre 2021 per il rilievo topografico e batimetrico dell'area di intervento ed il rilievo di dettaglio dei danni e degli ammaloramenti provocati dalle mareggiate di dicembre 2020 e gennaio 2021;
- Campagna di indagini geognostiche e strutturali 2022: campagna di indagini geognostiche e strutturali eseguita dalla società Trivel Sondaggi srl per conto della società Caccavale Appalti & Costruzioni srl su incarico dell'AdSP per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di imposta della diga foranea Duca d'Aosta;
- Campagna di caratterizzazione ambientale dei sedimenti 2022: prelievi di campioni di sedimenti eseguita dalla Caccavale Appalti & Costruzioni srl su incarico dell'AdSP inviati in laboratorio per le determinazioni analitiche per la caratterizzazione ambientale dei sedimenti delle aree interessate dagli interventi del presente progetto (Lotto B);
- Rilievo batimetrico con strumentazione multibeam 2024: rilievo batimetrico di prima pianta eseguito dalla società Prisma srl su incarico dell'appaltatore nel febbraio 2024 al fine di aggiornare le curve batimetriche per l'elaborazione del presente progetto esecutivo;
- Rilievo sub bottom profiler 2024: rilievo sub bottom profiler eseguito dalla società Prisma srl su incarico dell'appaltatore concordato con il Responsabile della Soprintendenza Archeologica del Comune di Napoli – dott. archeol. Stefano Iavarone nell'ambito della riunione del 22/02/2024 per ottemperare alle Prescrizioni rese dal MIBAC con proprio parere 31070 del 21/11/2023 nell'ambito della Verifica di non assoggettabilità a VIA;

Nei paragrafi seguenti sono descritte le attività ed i risultati delle diverse campagne di indagini e rilievi sopra elencate. Per quanto non espressamente riportato, si rimanda alle diverse relazioni specialistiche dedicate, da considerarsi parte integrante della presente.



3.1 Indagini geognostiche

3.1.1 Campagna di indagini geognostiche 1992

Nell'area oggetto di intervento, e più precisamente nello specchio acqueo antistante la diga foranea Duca d'Aosta, è stata effettuata nel 1992 una campagna di indagine geognostica dalla società Ricerche Marine s.n.c. su incarico del G.C. OO.MM. di Napoli al fine di determinare le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di imposta delle opere previste dal progetto esecutivo e gli interventi di "Rafforzamento e protezione con opera a gettata della diga foranea Duca d'Aosta" redatto nel 2002 dal G.C. OO.MM..

La campagna di indagine ha previsto l'esecuzione di:

- n. 3 sondaggi geognostici a carotaggio continuo eseguiti sul lato mare della diga foranea, spinti fino a profondità variabili comprese tra -36.4 m e -38.5 m s.l.m.m.;
- n. 2 prove penetrometriche statiche (CPT) eseguite immediatamente a ridosso dei sondaggi geognostici;
- analisi fisiche e meccaniche di laboratorio eseguite su n. 12 campioni di terreno prelevati nel corso dei sondaggi (di cui n.2 indisturbati, n.10 rimaneggiati), ed in particolare:
 - o n. 12 analisi granulometriche;
 - o n. 2 determinazioni delle caratteristiche fisiche generali;
 - o n. 2 prove di taglio diretto.

Nella figura seguente è riportata l'ubicazione dei punti di sondaggio/prove CPT della campagna di indagini del 1992/1993.

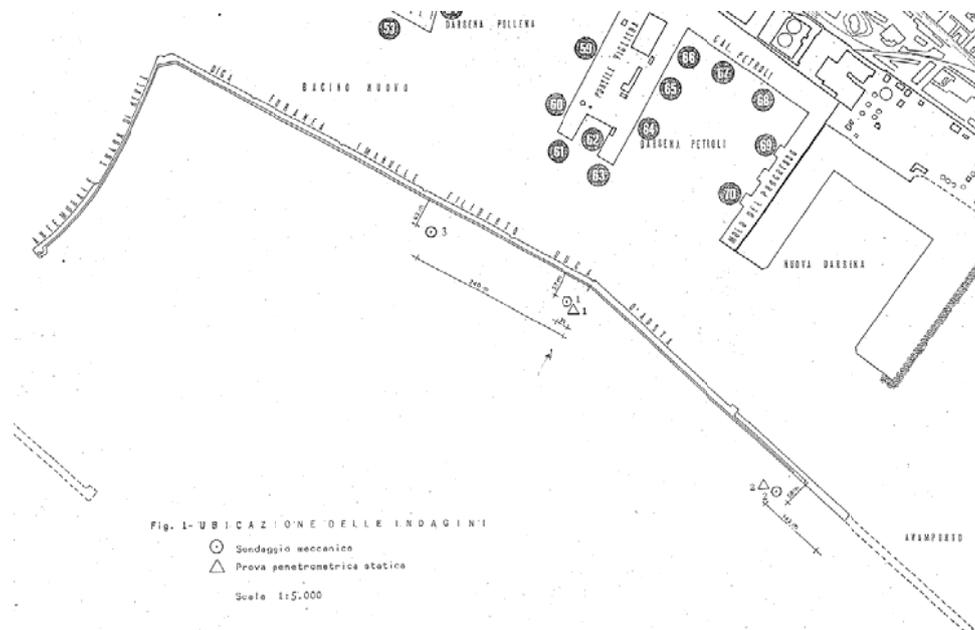


FIGURA 3-1 - UBICAZIONE DELLE INDAGINI - CAMPAGNA 1992

La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo sulla base delle indagini sopra riportate è stata eseguita dal Prof. Geol. Ennio Cocco.

I sondaggi effettuati hanno evidenziato la presenza di un fondale costituito essenzialmente da sabbie

limose, con spessore decrescente dall'antemurale Thaon de Revel verso levante. Al di sotto sono generalmente ritrovati materiali a granulometria più grossolana, sabbiosa-ghiaiosa, con clasti lavici o tufacei. La sezione litostratigrafica interpretativa dei sondaggi eseguiti nella campagna del 1992 è di seguito riportata.

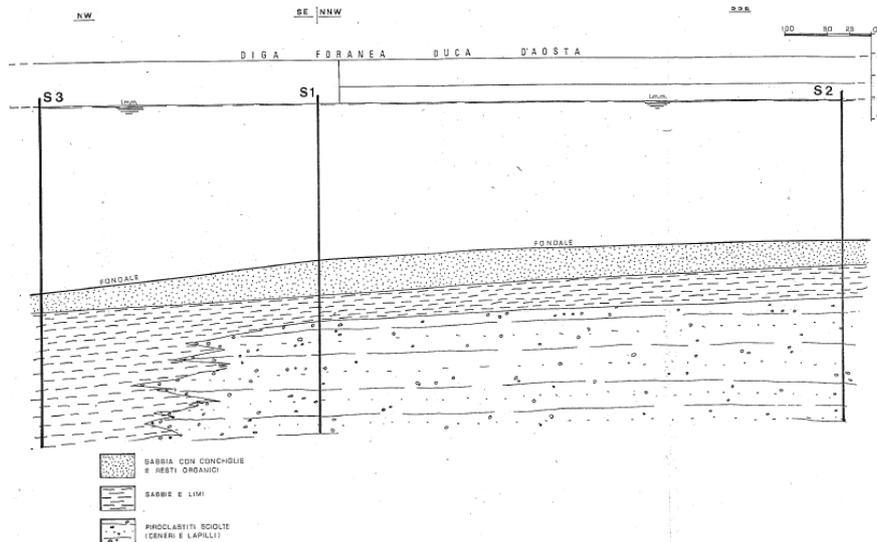


FIGURA 8 - SEQUENZA LITOSTRATIGRAFICA INTERPRETATIVA - CAMPAGNA 1992

Dal punto di vista della caratterizzazione meccanica, il fondale è costituito inizialmente da materiali sciolti, con densità relativa generalmente inferiore al 20% ed un angolo di attrito ϕ di circa 30° , mentre i litotipi inferiori sono caratterizzabili come poco addensati o mediamente addensati e resistenza a rottura maggiori. In particolare, le prove a taglio diretto hanno evidenziato una coesione molto bassa (1 - 2 kPa) ed angoli di attrito interno ϕ' variabile tra 36° e 37° .

3.1.2 Campagna di indagini geognostiche 2017

Nel mese di agosto del 2017 la società Tecno In S.p.A (su incarico della Autorità di Sistema Portuale del Tirreno Centrale) ha eseguito una campagna di indagini geognostiche per la caratterizzazione geotecnica dei terreni di sedime delle aree interessate dagli interventi di prolungamento della diga foranea Duca d'Aosta (Lotto A). I risultati di tale campagna di indagine sono stati successivamente integrati con ulteriori indagini eseguite dal RTP nel periodo maggio - giugno 2019.

Le indagini effettuate nel 2017 sono consistite in:

- n. 5 sondaggi a carotaggio continuo spinti fino a 48.50 m da q.f. (S1;S5);
- n. 1sondaggio geognostico a distruzione di nucleo fino a 20 m da piano banchina e a carotaggio continuo fino a 50 m (S6);
- n. 22 campioni indisturbati per la caratterizzazione fisica e meccanica mediante prove di laboratorio;
- n. 23 prove penetrometriche dinamiche SPT, a differenti profondità;
- n. 1 prova sismica DOWN-HOLE per la definizione delle caratteristiche sismostratigrafiche del sito.

Le attività di perforazione hanno avuto inizio il 19.06.2017 e si sono concluse in data 25.06.2017, mentre l'indagine DOWN-HOLE è stata eseguita in data 29.06.2017.

Il sondaggio S6 è stato effettuato in corrispondenza del cassone di testata della diga esistente mentre i sondaggi S1-S2-S3 sono ubicati nell'area di intervento del Lotto A.

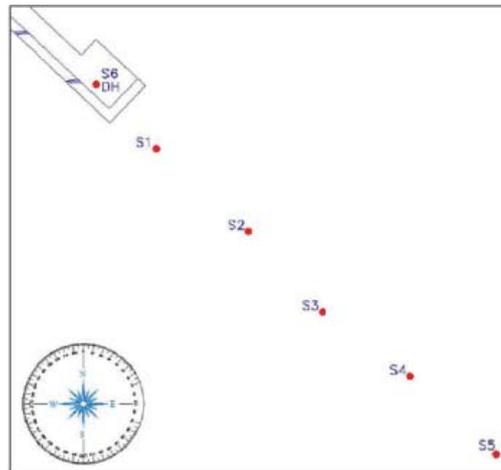


FIGURA 3.3 - UBICAZIONE INDAGINI - CAMPAGNA 2017

Nel maggio 2019, in fase di elaborazione del progetto definitivo del prolungamento della diga foranea (Lotto A) oggetto di separata procedura, il gruppo di progettazione ha integrato le indagini geotecniche disponibili con un ulteriori prospezioni geotecniche con l'ausilio di Moto Pontone, sull'asse del prolungamento della diga foranea, al fine di identificare la quota superiore del tetto di tufo.

Il rilievo side scan sonar evidenzia come lo strato tufaceo rilevato dai sondaggi sia in larga parte affiorante lungo l'area di intervento.

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite, sono stati riconosciuti i seguenti complessi litologici:

- Sabbie da fini a medie con frammenti di gusci dello spessore compreso tra 0.50 e 2.30 m (S);
- Tufo vesuviano giallastro, con spessore variabile da 0.50 a 1.70 m (TVG);
- Piroclastite vesuviana, a tratti parzialmente zeolizzata, con spessore di 8.00÷18.00 m (P_sup);
- Sabbia da media a grossolana di natura piroclastica, a tratti intercalata da orizzonti cineritici (P_inf).

La sezione stratigrafica ricostruita sulla base della campagna di indagine del 2017 è riportata di seguito

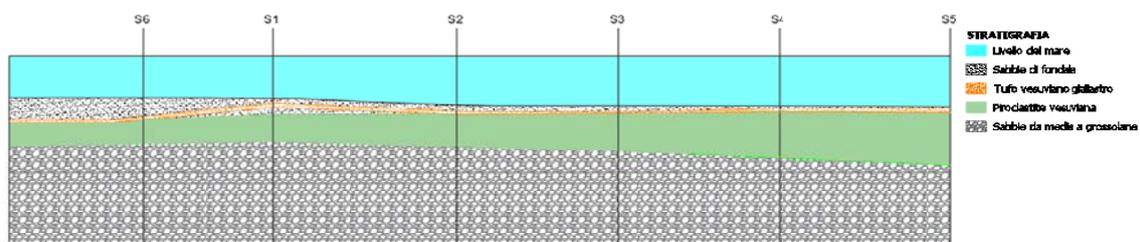


FIGURA 9 - SEZIONE STRATIGRAFICA AREA DI INTERVENTO LOTTO A - CAMPAGNA 2017

3.1.3 Campagna di indagini geognostiche 2022

Al fine di pervenire ad una esauritiva definizione della sequenza stratigrafica e delle caratteristiche geotecniche dei terreni di sedime dell'area di interesse, è stata condotta un'ampia campagna geognostica dal 28/03/2022 al 16/06/2022 dalla società Trivel Sondaggi srl su incarico della Autorità di Sistema Portuale del Tirreno Centrale, sulla base del Piano di indagini redatto dal RTP che ha elaborato la progettazione definitiva.

In particolare, la campagna di indagine geognostica eseguita nel 2022 ha previsto le seguenti prove in sito:

- n. 12 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti fino alla profondità di 50 m dal p.c.;
- n. 55 prove penetrometriche dinamiche SPT;
- n. 2 prove penetrometriche dinamiche DPSH spinte fino ad una profondità massima di 38.40 m dal p.c.;
- n.3 prove penetrometriche statiche CPT spinte fino ad una profondità massima di 48.60 m dal p.c..

Le indagini geognostiche in sito eseguite sono sintetizzate nella tabella seguente

TABELLA 1 - INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO (2022)

| ID STAZIONE | SEZIONE TIPOL. DI RIFERIM. | PROGRESSIVA (m) | Sxx | SPTx | CPTx | DPSHx |
|-------------|----------------------------|-----------------|--|---------------------------|--|-----------------------------|
| | | | sondaggio a carotaggio continuo L=50 m dal piano calpestio | Standard Penetration Test | Cone Penetration Test L=38 m da fondo foro | Dynamic Probing Super Heavy |
| S1 | 1 | 250.00 | 1 | 5 | 1 | -- |
| S2 | 2 | 740.00 | 1 | 5 | -- | -- |
| S3 | 2 | 1360.00 | 1 | - | 1 | 1 |
| S4 | 3 | 1770.00 | 1 | 5 | -- | -- |
| S5 | 4 | 2550.00 | 1 | 5 | 1 | 1 |
| S6 | 1 | 70.00 | 1 | 5 | | |
| S7 | 1 | 420.00 | 1 | 5 | -- | -- |
| S8 | 2 | 1050.00 | 1 | 5 | -- | -- |
| S9 | 3 | 1600.00 | 1 | 5 | -- | -- |
| S10 | 3 | 1900.00 | 1 | 5 | -- | -- |
| S11 | 4 | 2100.00 | 1 | 5 | -- | -- |
| S12 | 4 | 2300.00 | 1 | 5 | -- | -- |
| Tot. | | | 12 | 55 | 3 | 2 |

Si riporta di seguito uno stralcio planimetrico con indicazione dell'ubicazione delle stazioni di indagine.

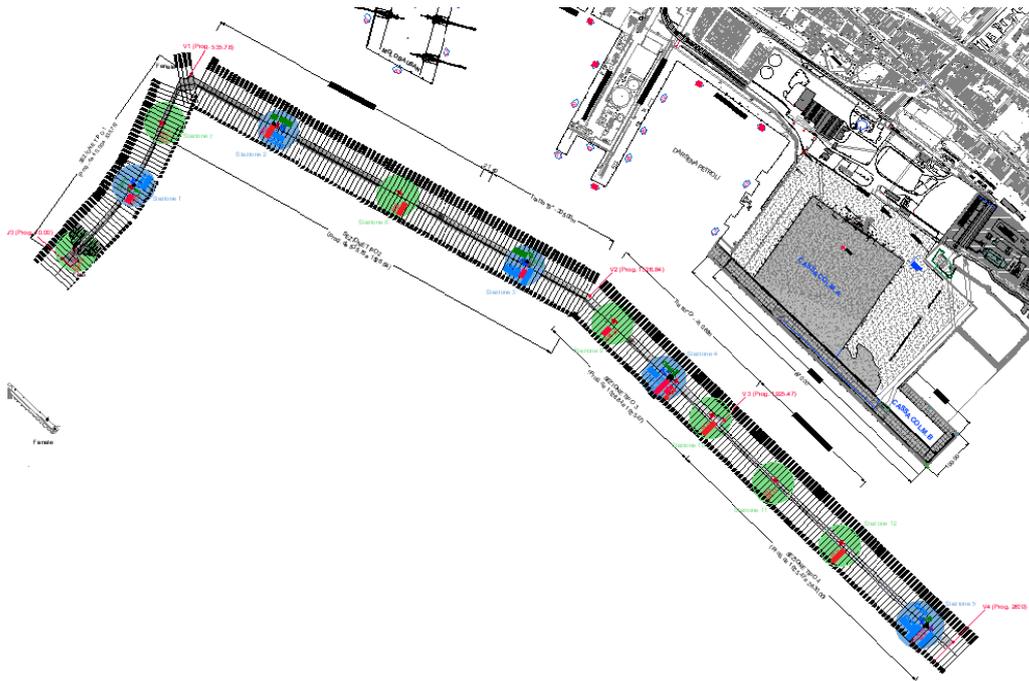


FIGURA 10 - STRALCIO PLANIMETRICO CON INDICAZIONE UBICAZIONI INDAGINI - CAMPAGNA 2022

Sulla base dei profili rilevati mediante sondaggi geognostici, nell'area oggetto di indagini sono stati riconosciute le seguenti unità geotecniche:

- Unità MA: Materiale di natura Antropica, costituente lo scanno di imbasamento della diga foranea, costituito principalmente da clasti e ciottoli di natura eterogenea e trovanti litoidi di natura vulcanica;
- Unità SL: Sabbie Limose superiori, costituita da sabbia limosa e/o limo sabbioso di colore variabile tra grigio e grigio-verdastro;
- Unità PV: Piroclastite Vesuviana, costituita da piroclastite sabbiosa di colore grigio chiaro con abbondanti minuti lapilli e pomici;
- Unità SG: Sabbie Grossolane inferiori, costituita da sabbia grossolana grigio scura con abbondanti minuti litici calcarei, scoriacei e pomice;
- Unità TG: Tufo vesuviano Giallastro, costituito da un blocco tufaceo di colore giallastro.

La potenza dei vari litotipi sopra elencati varia lungo lo sviluppo longitudinale della diga foranea. In particolare, il tratto di ponente della diga ovvero l'area interessata dalla diga Thon de Revel sono caratterizzate, al di sotto dello scanno di imbasamento, dalla sola presenza di sabbie limose (Unità SL). Lo spessore dello stato SL va via via riducendosi spostandosi verso levante (fino ad non essere più presente verso la fine della diga foranea Duca d'Aosta) lasciando spazio dapprima alle sabbie grossolane SG, e successivamente alle unità piroclastiche di natura vesuviana (PV e TG).

Il profilo litostratigrafico interpretativo dei sondaggi eseguiti nella campagna del 2022 è riproposto negli elaborati grafici di progetto.

Nel corso dei sondaggi geognostici sono stati prelevati n. 39 campioni di terreno, di cui n. 25 campioni

rimaneggiati e n. 14 campioni indisturbati (campionatore Shelby), inviati successivamente al laboratorio geotecnico Ambiente e Territorio srl per la determinazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche mediante prove geotecniche in laboratorio. Le prove di laboratorio eseguite sui singoli campioni sono sintetizzate nella tabella seguente:

TABELLA 2 - RIEPILOGO CAMPIONI E PROVE DI LABORATORIO (2022)

| Sond. | Camp. | Campione | DESCRIZIONE STRATO PRELIEVO | LITOTIPO CAMPIONATO | Y _v | Y _d | W | S _r | e | n | IP | IC | Analisi granulometrica | TD | TRX |
|-------|-------|----------|--------------------------------------|---------------------|----------------|----------------|---|----------------|---|---|----|----|---------------------------|----|-----|
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| S1 | C1 | Rim. | Limo sabbioso | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C2 | Rim. | Brandelli lavici in matrice sabbiosa | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C3 | Rim. | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C4 | Rim. | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C5 | Rim. | Sabbia limosa | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| S2 | C1 | Rim. | Ghiaia in matrice sabbiosa | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C2 | Rim. | Ghiaia in matrice sabbiosa | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C3 | Rim. | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C4 | Rim. | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C5 | Rim. | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| S3 | C1 | Rim. | Ghiaia con sabbia | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C2 | Rim. | Ghiaia con sabbia | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C3 | Rim. | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C4 | Rim. | Sabbia limosa con pomici | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C5 | Rim. | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| S4 | C1 | Rim. | Ghiaia con sabbia | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C2 | Rim. | Sabbia gcon ghiaia | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C3 | Rim. | Sabbia con ghiaia limosa | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C4 | Rim. | Sabbia con inclusi lapidei | SG | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C5 | Rim. | Sabbia con inclusi lapidei | SG | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| S5 | C1 | Rim. | Ghiaia con sabbia | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C2 | Rim. | Ghiaia con sabbia | MC | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C3 | Rim. | Ghiaia con sabbia | PV | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C4 | Rim. | Ghiaia con sabbia | PV | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| | C5 | Rim. | Sabbia grossolana | SG | X | X | X | X | X | X | | | X | | |
| S6 | C1 | Shelby | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | X |
| | C2 | Shelby | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| S7 | C1 | Shelby | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| | C2 | Shelby | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | | X |
| S8 | C1 | Shelby | Limo sabbioso | | X | X | X | X | X | X | | | X | | X |
| | C2 | Shelby | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| S9 | C1 | Shelby | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| | C2 | Shelby | Limo | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| S10 | C1 | Shelby | Limo sabbioso | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| S11 | C1 | Shelby | Sabbia con ghiaia | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| | C2 | Shelby | Brandelli tufacei | PV | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| S12 | C1 | Shelby | Sabbia limosa | SL | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |
| | C2 | Shelby | Ghiaia tufacea | PV | X | X | X | X | X | X | | | X | X | |

3.2 Rilievi topografici, subacquei e batimetrici

3.2.1 Rilievi alla base del progetto definitivo posto a base appalto

Tra i mesi di luglio ed ottobre 2021 sono stati eseguiti dal RTP Geonauticssrl / GIA Consulting srl su incarico dell'AdSP rilievi topo-batimetrici e subacquei della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel finalizzato al monitoraggio morfo-batimetrico di dettaglio della diga foranea sia delle porzioni emerse che sommerse, dei fondali adiacenti ed all'identificazione di eventuali anomalie, successivamente verificate e documentate mediante l'esecuzione di video ispezioni subacquee (ROV), nonché al rilievo

Nell'ambito delle attività di rilievo, sono stati svolti:

- rilievo topografico dell'area con materializzazione e livellazione dei capisaldi plano-altimetrici (riferimento spazio-temporale) mediante tecniche combinate di rilievo con sistemi GPS/GNSS, Laser scanner terrestre e rilievi aerofotogrammetrici attraverso l'utilizzo di sistemi SAPR (Sistemi Aerei a Pilotaggio Remoto);
- rilievo topo-batimetrico di dettaglio con sistema Laser Scanner, drone SAPR e Multibeam (LS-SAPR-Mbes);
- video ispezioni a spot con sistema ROV per meglio identificare le anomalie individuate.

Il sistema di riferimento utilizzato per l'inquadrimento degli studi e degli elaborati grafici allegati al progetto è EPSG: 32633 / UTM zona 33N; per le quote ortometriche il modello di riferimento è il geoide ITALGEO2005.

Il rilievo topografico è stato effettuato con strumentazione GNSS differenziale in modalità RTK (rilievo cinematico in tempo reale) utilizzando le correzioni differenziale fornite dalla Rete di stazioni permanenti della Regione Campania.

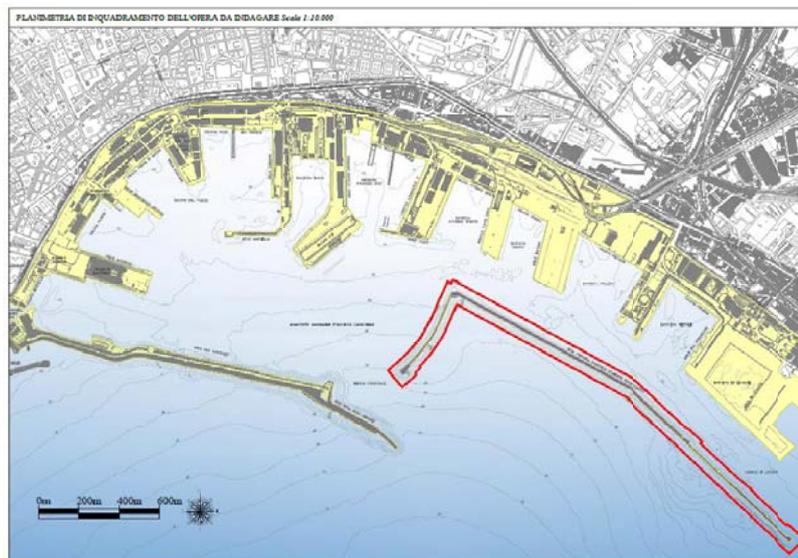


FIGURA 11 - IN ROSSO L'AREA INTERESSATA DAI RILIEVI TOPO-BATIMETRICI



FIGURA 12 - DIGA DUCA D'AOSTA E ANTEMURALE THAON DE REVEL – MAPPATURA BATIMETRICA 2021

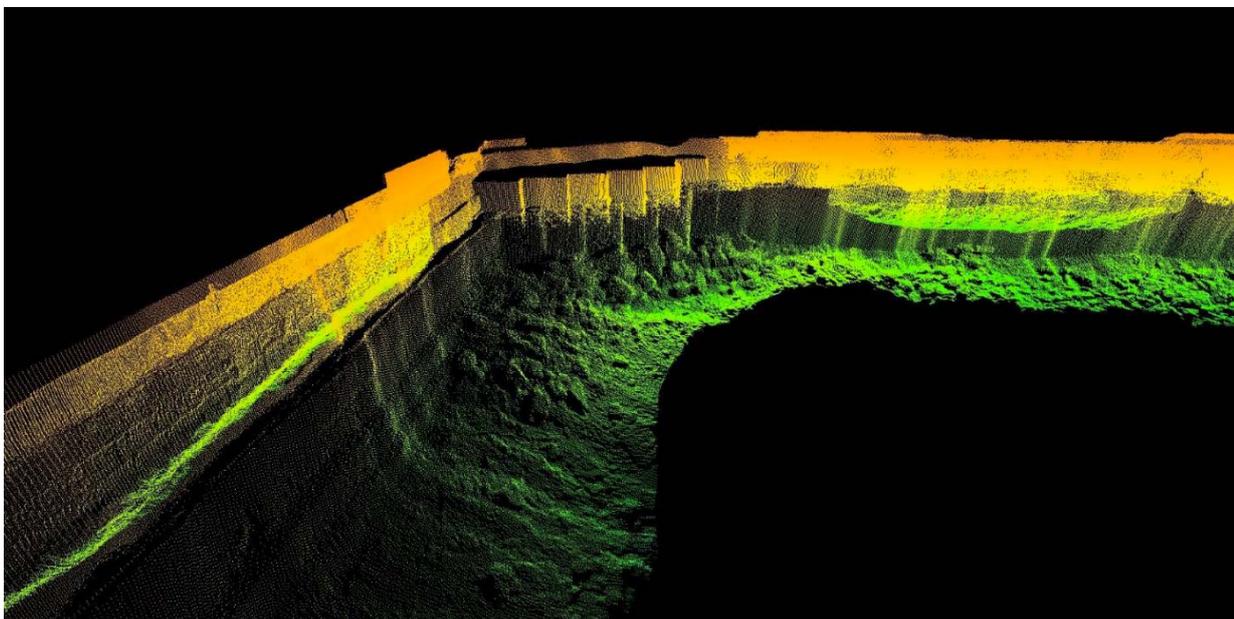


FIGURA 13 - DIGA DUCA D'AOSTA E ANTEMURALE THAON DE REVEL – PARTICOLARE RILIEVI LASER-SCANNER E MULTIBEAM - 2021

A valle dell'elaborazione dei dati preliminari acquisiti con sistema Mbes, sono state programmate indagini visive con veicolo filoguidato (R.O.V.) al fine di verificare e caratterizzare, con maggiore dettaglio ed in maniera univoca, le interpretazioni del dato sonar visionate sul DEM e sulla nuvola di punti.

L'area complessivamente investigata ha compreso l'intera la porzione emersa (l'altezza massima è stata di 17m nei pressi di strutture installate sulla banchina come i fari e fanali presenti) e quella sommersa fino ad una profondità massima in alcuni punti con un gradiente batimetrico elevato anche a -30m.

Nel corso delle attività di rilievo sono stati individuati e georeferenziati i punti in cui l'opera mostra significativi ammaloramenti e danni. La descrizione di dettaglio dei danni rilevati è riportata negli elaborati specialistici redatti dal RTP Geonauticsrl / GIA consulting srl allegati alla relazione specialistica sulle attività di rilievo.

Di seguito planimetria con ubicazione dei punti ispezionati.

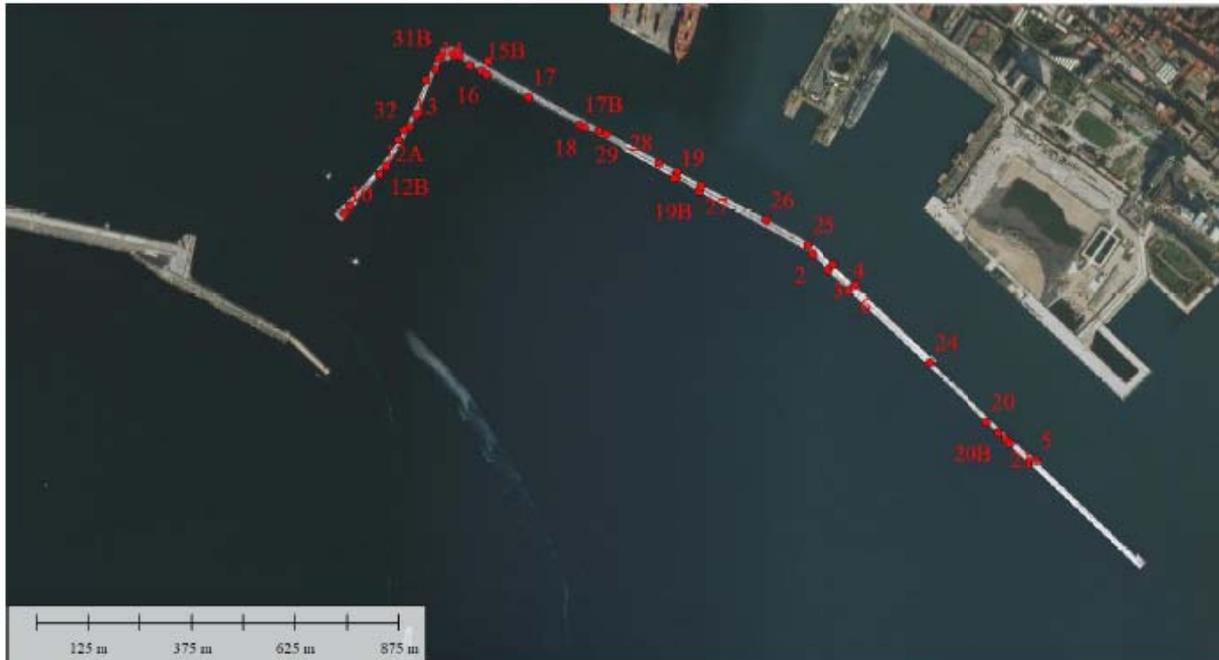


FIGURA 14 - PLANIMETRIA CON UBICAZIONE DEI PUNTI ISPEZIONATI

In particolare, come già evidenziato nei paragrafi precedenti, nel corso del rilievo sono stati individuati n. 4 tratti della diga foranea Duca d'Aosta caratterizzati da dissesti rilevanti. I tratti caratterizzati da crolli e dissesti del muro paraonde ovvero del massiccio di coronamento sono di seguito riportati:

- Il tratto individuato dai punti 17b-18, da prog. +888.00 m a progr. +920.00 m, presenta il crollo parziale del muro paraonde, con il massiccio di coronamento parzialmente divelto e la presenza di massi in cls instabili ed in condizioni di incipiente crollo;



FIGURA 15 - FOTO DEI DANNI RILEVATI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI 17b-18

- Il tratto individuato dai punti 7-19, da progr. +1132.00 m a progr. +1170.00 m, è il tratto che ha subito i danni più gravi delle mareggiate eccezionali del 28-29/12/20 e 02/01/21, con la formazione di grandi aperture (la cui parte sommitale sarà sicuramente soggetta a crolli futuri); il piano di calpestio in questo caso è stato completamente rimosso dai flutti per un'estensione di circa 12m; sulla banchina inoltre sono presenti blocchi di grandi dimensioni provenienti dal crollo del muro paraonde;



FIGURA 16 - FOTO DEI DANNI RILEVATI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI 7-19

- Il tratto individuato dai punti 3-6b, da progr. +1570.00 m a progr. +1595.00 m circa, presenta danni/crolli nella parte inferiore del muro paraonde, proprio dove insistono maggiormente i flutti derivanti dal moto ondoso; il piano di calpestio della banchina risulta asportato, con la conseguente presenza di vuoti;



FIGURA 17 - FOTO DEI DANNI RILEVATI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI 3-6B

- Il tratto individuato dai punti 4-6, da progr. +1640.00 m a progr. +1685.00 m circa, è caratterizzato dallo stato quadro fessurativo del tratto 3-6b, presentando danni/crolli nella parte inferiore del muro paraonde ed asportazione del piano di calpestio della banchina, con la conseguente presenza di vuoti di dimensioni significative.



FIGURA 18 - FOTO DEI DANNI RILEVATI IN CORRISPONDENZA DEI PUNTI 4-6

3.2.2 Rilievi eseguiti dall'Appaltatore

3.2.2.1 RILIEVO BATIMETRICO ESEGUITO DALLA SOCIETÀ PRISMA SRL

A seguito di Ordinanza n. 20 del 19/02/2024 emessa dalla Capitaneria di Porto di Napoli sulla base di istanza effettuata con nota prot. 3997 del 09/02/2024 dalla Stazione Appaltante, la società Prisma srl, su incarico affidato dall'Appaltatore, ha eseguito nei giorni 19 e 20 febbraio 2024 il rilievo batimetrico delle aree interessate dagli interventi di progetto.

Il rilievo è stato eseguito al fine di aggiornare le curve batimetriche ed effettuare una verifica dei volumi necessari all'esecuzione delle opere di progetto.

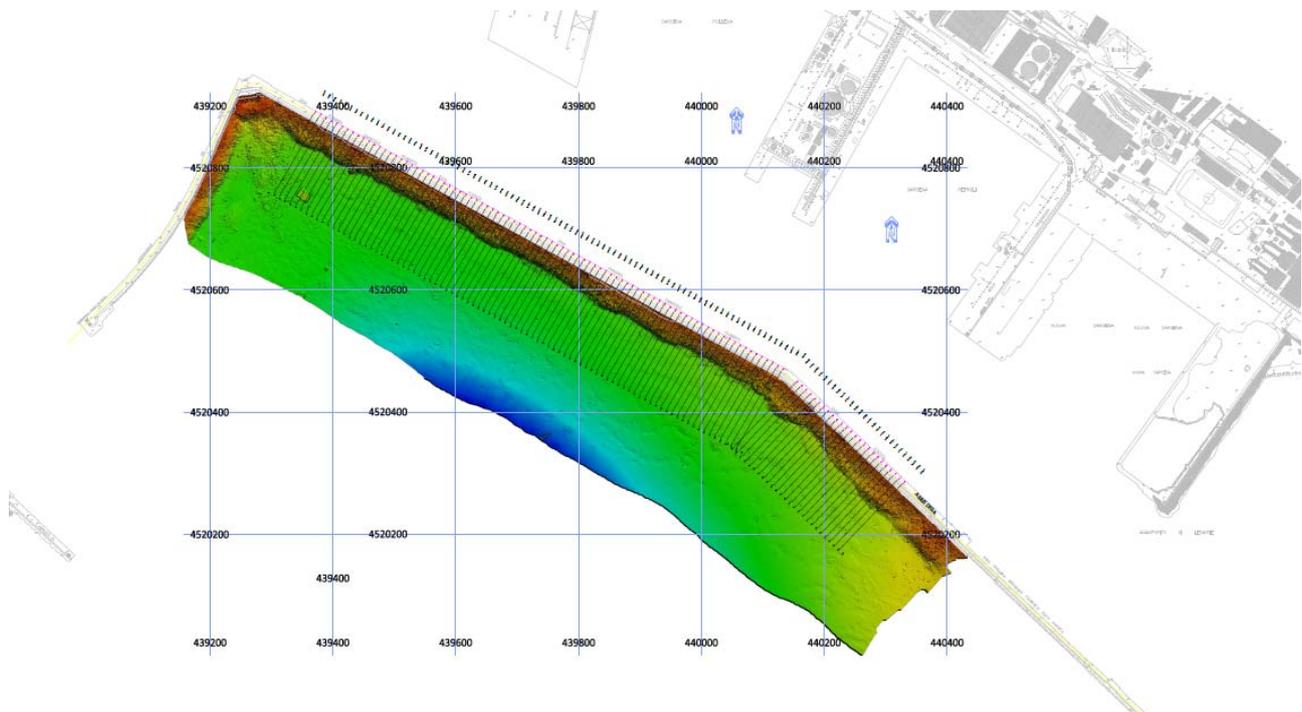


FIGURA 19 – PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEL RILIEVO BATIMETRICO ESEGUITO DALLA SOCIETÀ PRISMA SRL NEL FEBBRAIO 2024

L'elaborato RIL-a13 - *Relazione tecnica rilievo batimetrico multibeam 2024* ed i relativi allegati dettagliano le modalità di esecuzione del rilievo e la strumentazione utilizzata.

Le risultanze del rilievo, che sostanzialmente confermano le batimetrie riportate nel progetto definitivo, sono state utilizzate dagli scriventi per come base per l'elaborazione del presente progetto esecutivo.

3.2.2.2 RILIEVO SUB BOTTOM PROFILER ESEGUITO DALLA SOCIETÀ PRISMA SRL

Nell'ambito della verifica di assoggettabilità a VIA di cui all'istanza presentata dalla Stazione Appaltante presso il Ministero dell'Ambiente per gli interventi in appalto, il Ministero della Cultura con comunicazione MIC SS-PNRR I 21/11/2023 I 0027393-P del 21/11/2023, recependo il parere reso dalla Soprintendenza ABAP per il Comune di Napoli con nota prot. 17368 del 15/11/2023, ha rilevato che il progetto sia completato dalla documentazione prevista dall'art. 41, c.4 del D.lg. 36/2023 a firma di un professionista abilitato corredata da un piano di indagini geo-archeologiche preliminari da concordare con il funzionario archeologo di zona della competente Soprintendenza territoriale.

Facendo seguito a tale prescrizione in data 22/02/2024 il personale tecnico dell'Appaltatore unitamente agli archeologi ha tenuto una riunione di coordinamento presso gli uffici della Soprintendenza archeologica di Napoli, alla presenza del dott. Stefano Iavarone in qualità di funzionario archeologo di zona, al fine di definire la tipologia di indagini integrative archeologiche da eseguire e gli elaborati da produrre per riscontrare positivamente le prescrizioni del MiBAC

In data 21/03/2024 con nota prot. 185 l'Appaltatore ha trasmesso il piano di indagini integrative archeologiche concordato prevedendo l'esecuzione di un rilievo stratigrafico Sub Bottom Profiler da eseguire alla presenza dei dott. archeologi Marco Tartari e Simone Ruggeri con il supporto della strumentazione messa a disposizione dalla società Prisma srl.

Con nota prot. 34.43.01/fasc. SSPNRR 23.21.1/2021 la Soprintendenza archeologica di Napoli ha trasmesso formale approvazione all'esecuzione delle indagini.

Con nota prot. 9051 del 26/03/2024 la Stazione Appaltante ha presentato presso la Capitaneria di Porto di Napoli richiesta di ordinanza per lo specchio acqueo a mare interessato dalle attività di indagine.

La CP di Napoli ha pertanto emesso propria Ordinanza n.36 del 05/04/2024 per l'esecuzione del rilievo Sub Bottom Profiler.

Le attività sono state eseguite in data 09/04/2024 e i risultati dell'indagine sono riportati negli elaborati progettuali ARC-t02 e ARC-t03 di cui si riporta di seguito stralcio dell'area investigata:

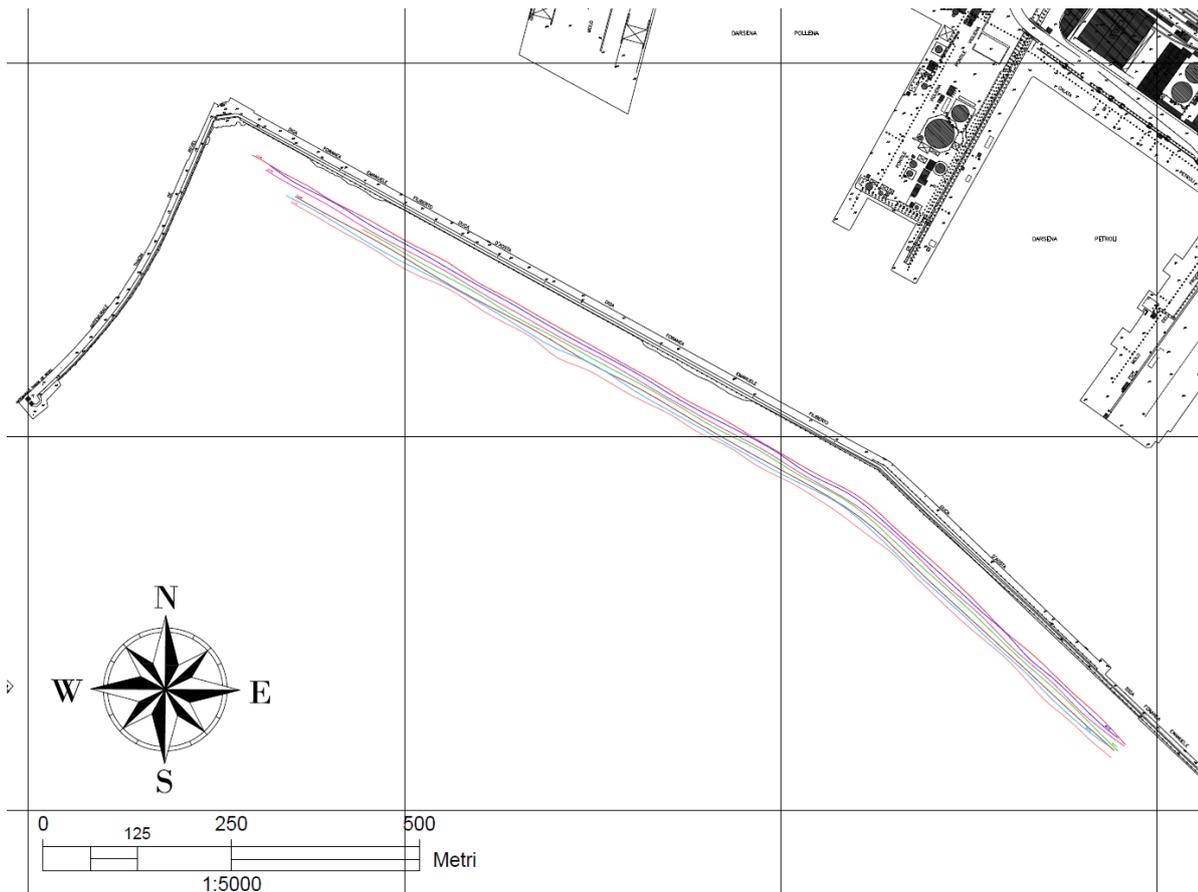


FIGURA 20 – PLANIMETRIA CON INDICAZIONE DEI PROFILI INDAGATI

L'interpretazione delle indagini ai fini archeologici viene riportata nell'elaborato ARC-r01 – Relazione archeologica.

4 ASPETTI ARCHEOLOGICI

Il progetto in esame prevede il rafforzamento della diga foranea esistente Emanuele Filiberto Duca d'Aosta mediante realizzazione di un'opera a gettata in materiale lapideo e mantellata in tetrapodi in cls da 16 m³ e 4 m³, oltre ad altri interventi di ripristino/riparazione locale del muro paraonde e del massiccio di coronamento della diga esistente.

Come dettagliatamente rappresentato nella relazione archeologica (ARC-r01) l'opera si colloca a ridosso del bacino del portuale di Napoli, in un'area da sempre rimasta esterna al porto antico vero e proprio.

I recenti lavori di archeologia urbana, in parte connessi alla realizzazione della Linea 1 e della Linea 6 della Metropolitana di Napoli, hanno permesso, infatti, di ricostruire la presenza di una grande insenatura che occupava l'area compresa tra il promontorio su cui sorgerà Castel Nuovo e Piazza Bovio, affiancata ad oriente da una seconda ansa, più piccola e stretta, nella zona compresa tra l'Università e San Marcellino. Il porto antico, in età greca e romana, era collocato nel settore di insenatura in corrispondenza dell'attuale Piazza Municipio, più chiuso e protetto dalle tempeste di Libeccio e Ponente, che nel Golfo di Napoli agisce con l'energia maggiore. Agli inizi del V sec. d.C. le antiche insenature di Piazza Municipio e Piazza Bovio subiscono trasformazioni significative: si forma una laguna cui segue un insabbiamento protratto per tutto il VI secolo che produce l'avanzamento della linea di costa e lo spostamento del porto verso est - nord est. In età basso medievale le indagini geo-archeologiche e di scavo condotte nell'area di piazza Municipio hanno permesso di ricostruire in corrispondenza del settore alle spalle del molo angioino l'antica linea di costa decisamente più avanzata rispetto a quella di età romana ma comunque arretrata rispetto a quella determinata poi dalla costruzione del molo angioino nel XIII secolo e riportata nella tavola Strozzi.

Anche le prospezioni archeologico-subacquee condotte nel 2016 nell'ambito del Progetto di "Rilevamento di relitti e reperti di archeologia navale presenti sui fondali del Porto di Napoli" hanno interessato soltanto la parte occidentale del bacino portuale.

Tra i mesi di luglio ed ottobre 2021, come descritto nei paragrafi precedenti, sono stati eseguiti dal RTP Geonauticssrl/GIA Consulting srl su incarico dell'AdSP rilievi topo-batimetrici e subacquee della diga Duca d'Aosta e dell'antemurale Thaon de Revel finalizzato al monitoraggio morfo-batimetrico di dettaglio della diga foranea sia delle porzioni emerse che sommerse, dei fondali adiacenti ed all'identificazione di eventuali anomalie, successivamente verificate e documentate mediante l'esecuzione di video ispezioni subacquee (ROV).

Nell'ambito delle attività di rilievo, sono stati svolti:

- rilievo topo-batimetrico di dettaglio con sistema Laser Scanner, drone SAPR e Multibeam (LS-SAPR-Mbes);
- video ispezioni a spot con sistema ROV per meglio identificare le anomalie individuate.



FIGURA 4.1 - DIGA DUCA D'AOSTA E ANTEMURALE THAON DE REVEL – MAPPATURA BATIMETRICA 2021

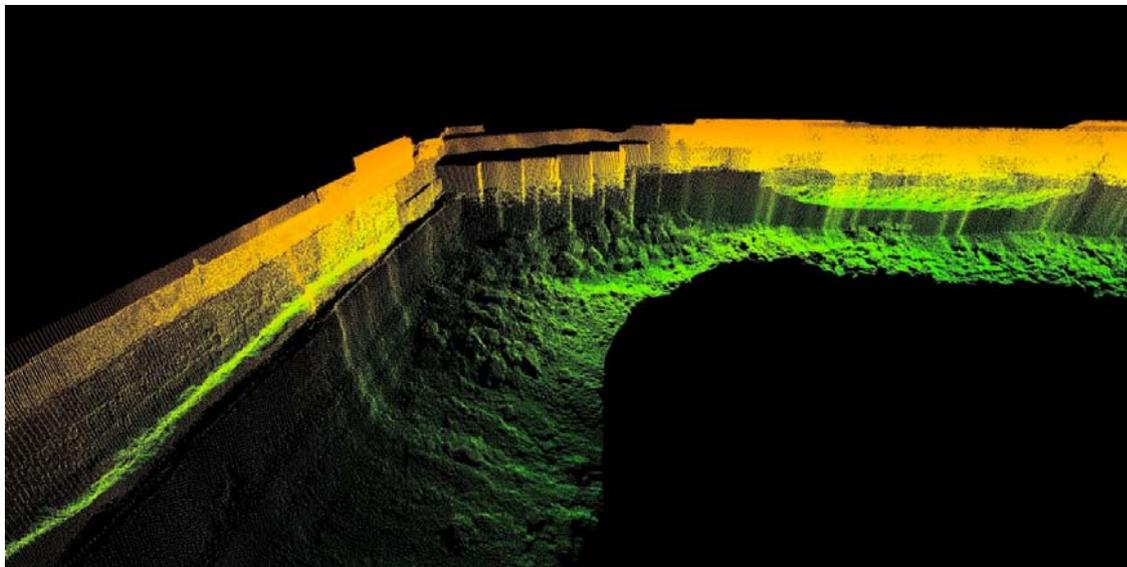


FIGURA 4.2 - DIGA DUCA D'AOSTA E ANTEMURALE THAON DE REVEL – PARTICOLARE RILIEVI LASER-SCANNER E MULTIBEAM - 2021

A valle dell'elaborazione dei dati preliminari acquisiti con sistema Mbes, sono state programmate indagini visive con veicolo filoguidato (R.O.V.) al fine di verificare e caratterizzare, con maggiore dettaglio ed in maniera univoca, le interpretazioni del dato sonar visionate sul DEM e sulla nuvola di punti.

L'area complessivamente investigata ha compreso l'intera porzione emersa (l'altezza massima è stata di 17m nei pressi di strutture installate sulla banchina come i fari e fanali presenti) e quella sommersa fino ad una profondità massima in alcuni punti con un gradiente batimetrico elevato anche a -30m.

L'analisi dei rilievi evidenzia una presenza sparsa di target di natura antropica ma non potenzialmente rilevanti ai fini di una interpretazione archeologica.

Nel mese di aprile 2024, come descritto al paragrafo 6.3.2.2, è stato eseguito il rilievo Sub Bottom Profiler concordato con la Soprintendenza archeologica di Napoli per ottemperare alle prescrizioni del MIBAC rese nel corso della verifica di non assoggettabilità a VIA dell'intervento in appalto.

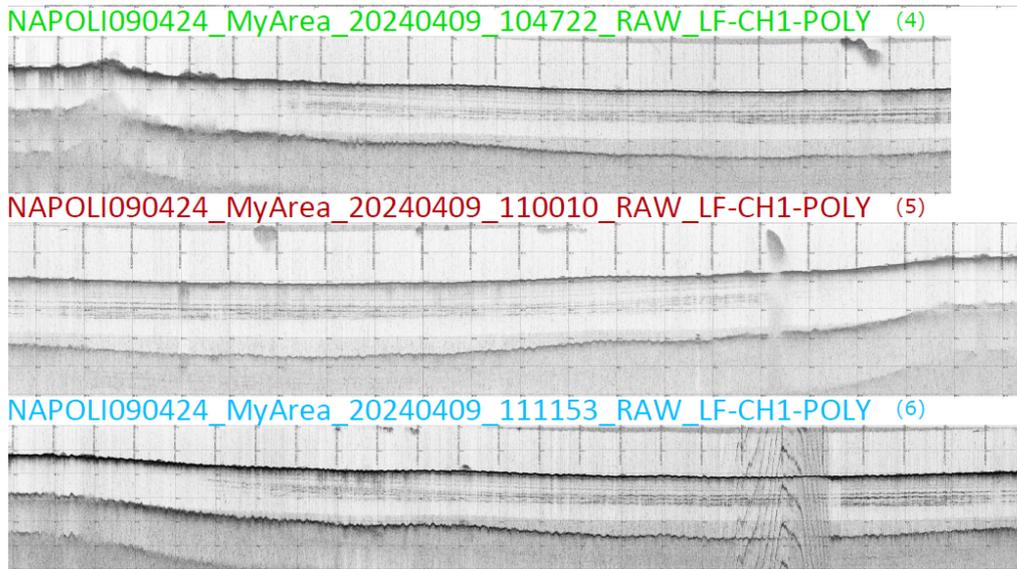


FIGURA 4.3 – STRALCIO PROFILI SUB BOTTOM PROFILER ESEGUITO DALLA SOCIETÀ PRIMA IN APRILE 2024

Alla luce dei risultati delle ricerche condotte, quindi, l'opera andrà ad interessare un'area dal potenziale archeologico medio-basso. Nonostante, infatti, non ci siano segnalazioni di precedenti rinvenimenti e ci si trovi al di fuori dell'area vera e propria del porto antico, si tratta di uno specchio di mare da sempre caratterizzato da intensi traffici marittimi e passaggio di navi; non si può quindi escludere a priori la presenza sul fondale di materiali o resti relativi a imbarcazioni antiche.

Inoltre, per la cimosa costiera collocata ad est della città antica, il cui retroterra era rappresentato dalla depressione determinata dal corso del fiume Sebeto, la linea di costa antica risulterebbe considerevolmente arretrata rispetto a quella attuale come indicato da vari autori.

Tali considerazioni sono state valorizzate dallo svolgimento delle indagini integrative richieste come rappresentato nella relazione interpretativa allegata.

5 INQUADRAMENTO STORICO ARCHEOLOGICO E CARTOGRAFIA DI RISCHIO

Dal punto di vista dell'insediamento antropico bisogna riconoscere che la cimosa costiera napoletana, con il rilevante numero di promontori, baie, piane costiere e foci fluviali ha fornito dalla preistoria approdi sicuri e le risorse naturali indispensabili a garantire la sopravvivenza di gruppi umani.

Al passaggio tra VIII e VII sec. a.C. si data il primo nucleo di Parthenope (necropoli di via Nicotera, del Chiatamone e Santa Maria degli Angeli). Fra VI sec. a.C. e V sec. a.C. il Pendino viene interessato dalla fondazione di Neapolis, che in rapida crescita ingloba la stessa Parthenope/Paleopolis. Il nuovo insediamento è ben noto e descritto con il relativo assetto urbano in numerose pubblicazioni scientifiche.

I dati emersi dalle recenti campagne di indagine, condotte per i nuovi tracciati della Metropolitana di

Napoli, costituiscono la fonte più esauriente per una caratterizzazione di dettaglio del contesto geo-archeologico locale.

Pur rimandando alla corposa bibliografia di riferimento, riportiamo di seguito un breve inquadramento riepilogativo di quanto noto. Per la realizzazione della nuova stazione di Piazza Municipio è stato messo in luce parte del bacino portuale della Neapolis greco-romana. Le varie fasi di attività portuale e la ricostruzione delle principali variazioni della linea di costa sono state trattate in numerose pubblicazioni (Amato et al., 2009; Carsana et al., 2009; Cinque et al., 2011; Giampaola & Carsana, 2010; Giampaola et al., 2006; Ruello, 2008).

Nella Fig. 5.1 si riporta una rappresentazione schematica delle paleolinee del litorale interno del Porto di Napoli:

- L1: possibile tracciato della riva medio olocenica (età preistorica).
- L2: pre-IV sec. a.C.
- L3: III-II a.C.
- L4: fine I sec. d.C.
- L5: II– III sec. d.C.
- L6: fine V – inizi VI sec. d.C.)
- L7: XVI secolo.
- L8: fine XIX secolo (pre-Risanamento).

La ricostruzione di questo specifico settore di costa risulta difficoltosa perché corrisponde all'area dell'attuale porto turistico e commerciale, che a sua volta ingloba un settore che dall'età antica fino al medioevo rientra nella zona di fondali bassi prospiciente gli attracchi.

Lo studio dei paleofondali identificati durante gli scavi di Piazza Municipio ha evidenziato una sedimentazione molto fine¹. Questa si presenta in ambienti protetti, comunicanti sia con il mare aperto che con fonti di acqua dolce (L2). La fascia litoranea dinanzi alle mura nello stesso periodo è invece solcata da vari alvei provenienti dalla parte alta del pianoro. La stratigrafia sabbiosa dimostra che nel corso dei secoli VI-V a.C. la linea di costa correva ai piedi del plateau (L2).

Tra la fine del IV ed il III secolo a.C. il settore interno è interessato da imponenti operazioni di sistemazione e dragaggio dei fondali (L3). Superata la seconda metà del II secolo a.C. i fondali sono costituiti da strati alternati di sabbie e limo e posidonie, sedimentati in una stratigrafia orizzontale regolare. In questi stessi strati vengono rinvenuti numerosi reperti quasi integri. Tra età repubblicana ed età augustea si assiste ad una poderosa opera di regolarizzazione del banco tufaceo affiorante e la costruzione di una banchina in blocchi di tufo e conglomerato cementizio.

¹ Ulteriori indagini sono state effettuate nell'ambito dei lavori di adeguamento della Nuova Darsena di Levante (San Giovanni a Teduccio, NA) a Terminal contenitori, l'Autorità Portuale di Napoli ha richiesto alla Tecno In S.p.A.[1] di espletare una campagna di indagini geoarcheologiche mediante la realizzazione di n° 7 sondaggi archeostratigrafici da spingere fino alla profondità massima di 30 m.

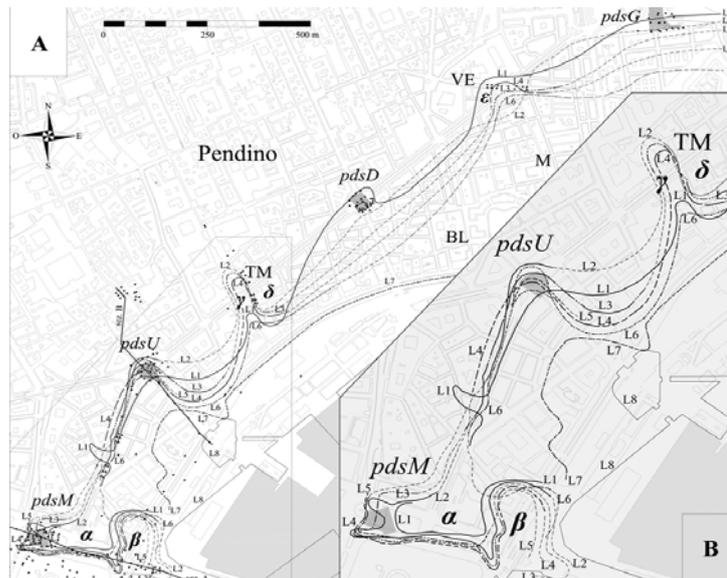


FIG. 5.2. PALEOLINEE DEL LITORALE NAPOLETANO.

A partire dal I sec. d.C. si susseguono periodi di utilizzo intenso (I sec. a.C. - I sec. d.C.; II sec. d.C.; III-IV sec. d.C.) e di crisi, dovuti principalmente a fenomeni di insabbiamento (I sec. d.C., fine II - inizi III sec. d.C.; V sec. d.C.).

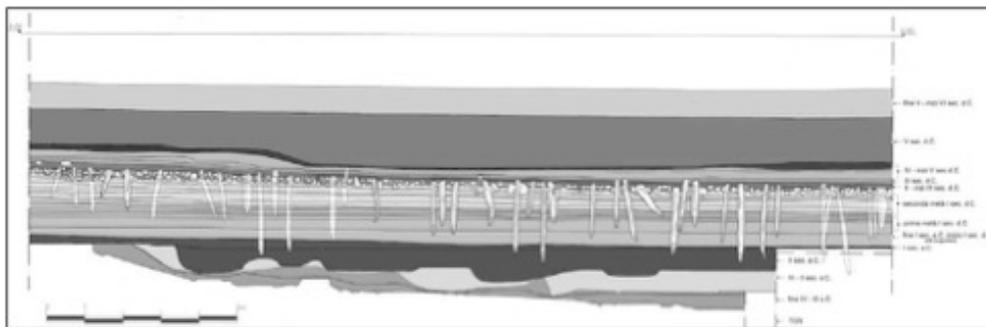


FIG. 5.3. PIAZZA MUNICIPIO. SEZIONE STRATIGRAFICA DEI FONDALI E DEL MOLO (EST-OVEST) (DISEGNO CALCAGNO ARCHITETTI ASSOCIATI).

Operazioni di dragaggio ripetute nel tempo, nonché il rimaneggiamento dei sedimenti superficiali causato dalle eliche, sono la fonte principale dei rinvenimenti sporadici. Possiamo citare, a titolo di esempio, la ceramica rinvenuta nei pressi del Molo 14 e l'anfora di età romana recuperata al Molo 11, databili dal VII a.C. al XIX secolo (Fig. 5.5)



FIG. 5.4. PLANIMETRIA DELLE STRUTTURE E DEI TRE RELITTI DI EPOCA ROMANA "NAPOLI A", "NAPOLI B" E "NAPOLI C" RINVENUTI NELLO SCAVO DELLA STAZIONE MUNICIPIO (ELABORAZIONE TECNOIN SPA, NAPOLI).



FIG. 5.5. FRAMMENTI DI LUCERNE RINVENUTE DAL CENTRO STUDI SUBACQUEI.

Ad Est, in corrispondenza della Diga foranea Duca d'Aosta, la linea di costa doveva svilupparsi in una spiaggia sabbiosa. In quest'area è da collocarsi anche la foce del fiume Sebeto. Durante il periodo Romano si registrata un'ulteriore progradazione della linea di costa verso SW, delineando una fascia litorale, ampia circa 500 mt, con acque basse e locali barre periodicamente emerse.

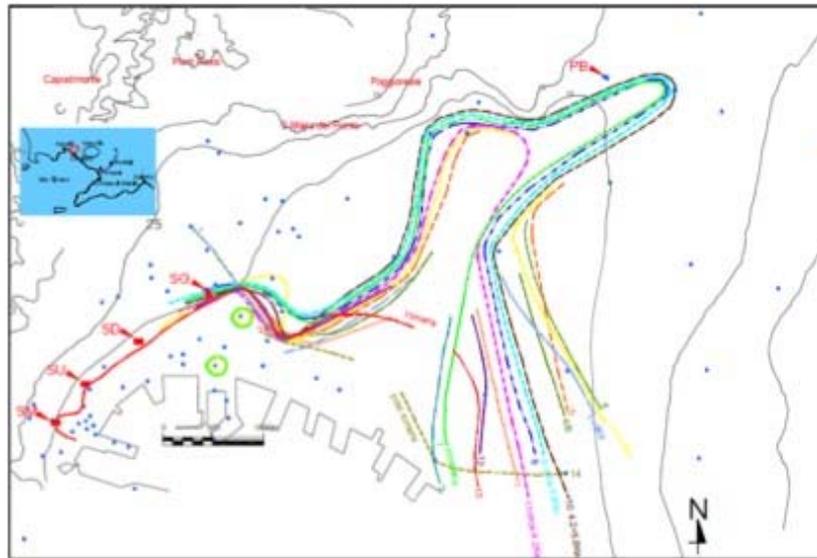


FIG. 5.6. RICOSTRUZIONE SCHEMATICA DELL'ANDAMENTO DEL GOLFO NEI DIVERSI MOMENTI DI EVOLUZIONE DELLA PIANA DEL SEBETO, NEL CORSO DELL'OLOCENE. IN ROSSO LA LINEA DI COSTA IN EPOCA ROMANA.

La pianificazione della Neapolis bizantina si estrinsecò proprio nella valorizzazione della fascia costiera con fortificazioni, strutture portuali e nuovi edifici pubblici ed artigianali. Nel 440 d.C. l'imperatore Valentiniano III munì la città, sia da terra sia lungo la fascia marittima, muris turribusque. Dopo la conquista di Belisario, avvenuta nel 537 d.C., si procedette a un sommario recupero delle mura e alla costruzione di sette mirificas turres ottagonali ed esagonali che, staccate dalla cinta, sorsero ai principali angoli di essa. Altri interventi avvennero tra i sec. IX e X, (nell'834 d.C. e poi nel 902 d.C.) quando fu creato il Castellione Novo, per migliorare la difesa del tratto occidentale della costa dopo l'abbandono del castrum Lucullanum, posto sul promontorio di Pizzofalcone.

Agli inizi del V sec. d.C. nelle insenature di Piazza Municipio e Piazza Bovio si forma una laguna. Il successivo insabbiamento (VI sec. d.C.) produce l'avanzamento della linea di costa. Il settore di Piazza Bovio, occupato da una spiaggia extra moenia, viene sporadicamente occupato come area artigianale (vetro, metallo) e funeraria. Successivamente, alla fine del VII secolo d.C., si data l'impianto di un grande complesso edilizio con magazzini, evidentemente utilizzati nel corso delle attività portuali. Fino all'XI sec. d.C. l'area è soggetta a ripetuti fenomeni di impaludamento e insabbiamento.

Nell'area di Piazza Municipio la linea di costa mangiona è decisamente più avanzata rispetto a quella di età romana ma comunque arretrata rispetto a quella determinata poi dalla costruzione del molo angioino nel XIII secolo.

In età angioina, con la costruzione di Castel Nuovo, l'area è rifunzionalizzata con edifici collegati alla vita di corte. Con Carlo I (r. 1266-1285) abbiamo la costruzione della torre San Vincenzo. Tra il 1301 e il 1307 vengono realizzati moli, dragati i fondali e costruito un nuovo arsenale. I lavori proseguirono con Carlo II (r. 1285-1309). Nel 1447 Alfonso I d'Aragona amplia il molo grande. Con Ferdinando I d'Aragona (r. 1458-1494) furono effettuati ulteriori lavori di rinforzo e costruito un nuovo arsenale, visibile nella tavola Strozzi.



FIG. 5.7. TAVOLA STROZZI (1472)

In età medievale quindi Napoli vista dal mare appariva imponente, insediata sulle alture di San Marcellino, del Monterone e di San Giovanni Maggiore, tanto da formare una sorta di contrafforte roccioso proteso sul mare, il quale penetrava in profondità lambendo le mura e le stesse alture. Due erano gli approdi cittadini e formavano ampie anse. Il primo, più antico, era detto Vulpulo o illo Acquario, un bacino che partiva all'incirca dallo sbocco di Rua Catalana e giungeva sino alla zona dove oggi sorge la chiesa di S. Pietro Martire, comprendendo tutta l'area dell'odierna Piazza della Borsa; una parte di esso fu poi conosciuto come porto Pisano. L'altro, piccolo ma più protetto, era quello dei Capece, un'insenatura che si può ipotizzare coincidente con il tratto del corso Umberto I che comincia da piazza Nicola Amore. Entrambi i porti già in età angioina si erano notevolmente modificati, a causa dell'arretramento del mare.

Nell'ambito del Progetto di "Rilevamento di relitti e reperti di archeologia navale presenti sui fondali del Porto di Napoli" (Novembre - Dicembre 2016)², vengono rintracciati numerosi resti di relitti, identificati come la flotta borbonica che affondò nella rada di Napoli nel 1799 (Fig. 5.7).

Le indagini, espletate sia mediante prospezioni strumentali che ispezioni dirette e hanno interessato le aree rappresentate nella Fig. 5.9.

²Grande progetto logistica e porti – Sistema integrato portuale di Napoli con deposito dei materiali e scavo dei fondali dell'area portuale di Napoli con deposito dei materiali dragati in cassa di colmata della darsena di Levante” – Aree di intervento: H3 e M – Porto di Napoli – NAPOLI - *Relazione geoarcheologica*.



FIG. 3.8. POSIZIONAMENTO RELITTI NAVI BORBONICHE

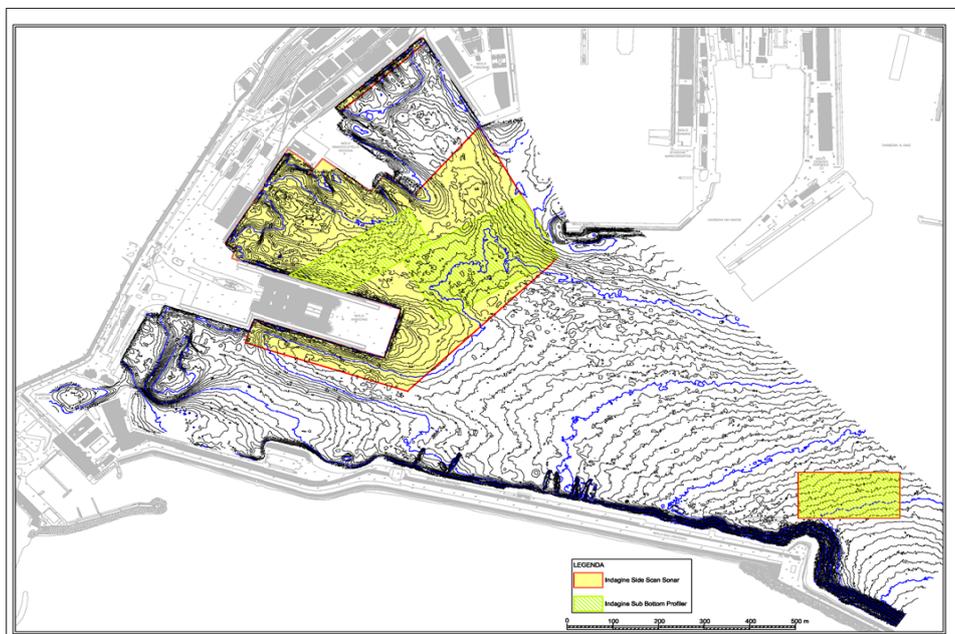


FIG. 5.9. RILIEVO BATIMETRICO MULTIBEAM (IN GIALLO CON BORDO ROSSO) E APPROFONDIMENTI MEDIANTE SUB BOTTOM PROFILER (IN VERDE)

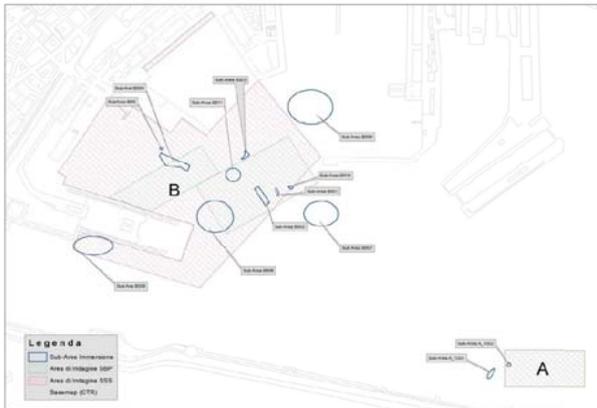


FIG. 5.10. RINVENIMENTI EFFETTUATI DURANTE LE RICOGNIZIONI 2016-2017.

Tra i rinvenimenti effettuati (Fig. 5.10) si segnalano frammenti ceramici fluitati a SW del Molo Angioino e un'ancora litica decontestualizzata (Fig. 5.11). Molto più significativi sono invece i dati per le fasi di attività del porto di età post-medievale. In particolare i dati del Side Scan Sonar hanno il corretto posizionamento e il rilievo di un natante affondato, già individuato con il rilievo Multibeam (Fig. 5.12). Con ogni probabilità è identificabile con la Corvetta Flora (Figg. 5.11-5.15), affondata durante la rivoluzione partenopea del 1799. Il relitto è lungo circa 30 mt e largo 8 mt a, orientato in direzione NE-SW. Risulta piuttosto danneggiato dalle ancore che nel corso dei secoli hanno ormeggiato nella rada.



FIG. 5.11. ANCORA LITICA RINVENUTA NELL'AREA B001.

Con Carlo III di Borbone (r. 1734-1759) abbiamo la demolizione delle porte e delle mura vicereali nel tratto di costa che da Mezzocannone procede verso il Ponte della Maddalena. Quando Ferdinando II di Borbone lasciò nel 1861 il Regno, Napoli aveva un porto militare, il molo di S. Vincenzo, e un porto mercantile, il Molo Grande, per le attività commerciali e il trasporto dei passeggeri (Fig. 5.16).

L'area subisce importanti modifiche durante il Risanamento, sebbene limitate agli edifici adiacenti le infrastrutture portuali. Ancora nel XX secolo si susseguono importanti modifiche. Citiamo l'apertura durante il ventennio fascista dell'attuale asse stradale di via De Gasperi, nel 1935 fu aperto un secondo accesso lungo la nuova arteria stradale voluta dall'Alto Commissariato delle opere pubbliche.



FIG. 5.12. RILIEVO DELLA PROBABILE CORVETTA FLORA MEDIANTE MULTIBEAM (INDAGINI 2016).



FIG. 5.13. RECUPERO CANNONI DELLA CORVETTA FLORA.



FIG. 5.14. CAMPANA IN BRONZO DELLA CORVETTA FLORA.

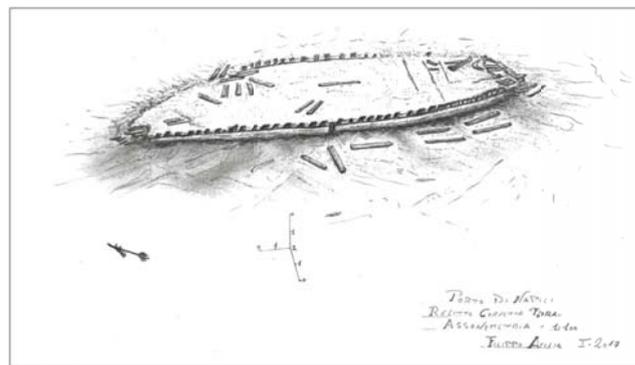


FIG. 3.15. RILIEVO DI DETTAGLIO DI DEL RELITTO LIGNEO RINVENUTO (CON MOLTA PROBABILITÀ RIFERIBILE ALLA CORVETTA FLORA).

6 LA PIANA DEL SEBETO/AREA ORIENTALE DI NAPOLI – INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STORICO ARCHEOLOGICO

Dal punto di vista geo-ambientale l'area di interesse insiste in asse alla depressione del Sebeto, se ne ritiene quindi indispensabile proporre di seguito una breve caratterizzazione dedotta da lavori realizzati da vari autori in aree limitrofe.

La depressione/valle del Sebeto nel corso dell'Olocene è invasa dal mare con l'individuazione di un paleogolfo a partire da 9000 anni fa. Il massimo ingressivo raggiunge l'area dei Ponti di Porchiano circa 6000 anni fa. I dati noti indicano il prevalere della sedimentazione e progradazione sulla sommersione a partire da 4800 anni B.P.

Per l'età Romana e moderna, una fascia costiera litoranea ampia e con acque basse e barre emerse, viene individuata tra via Brin e S. Giovanni a Teduccio con ampie zone di ristagno/paludi come riscontrato nella zona di Poggioreale. La linea di riva più recente, post Romana, testimonia il perdurare della progradazione verso SW fino all'Età Moderna.

Gli studi condotti per la linea 1 della Metropolitana di Napoli (Irollo a.a. 2004-2005) hanno evidenziato che

la trasgressione post-glaciale raggiunse il settore di Piazza Garibaldi (stazione "Garibaldi") circa 8000 anni fa con successiva emersione e conseguente uso antropico del territorio a partire almeno dal Bronzo medio-recente.

Cospicue deiezioni dalle incisioni torrentizie provenienti dalle aree collinari limitrofe, particolarmente intense in fase successiva ai principali eventi esplosivi, avrebbero avuto effetto nel continuo sovralluvionamento con ripristino dei piani di coltivazione antichi.

La sedimentazione continentale recente (Pleistocene superiore-Olocene) è rappresentata quasi esclusivamente da depositi vulcanici connessi all'attività eruttiva dei Campi Flegrei (essenzialmente Tufo Grigio Campano o Ignimbrite Campana e Tufo Giallo Napoletano). Lo spessore di tali prodotti è molto variabile e si trovano di sotto i depositi piroclastici-alluvionali, generalmente di natura limo-sabbiosa, con intercalati spesso livelli torbosi di origine alluvionale e/o palustre e nell'area sud-occidentale, di sotto alle piroclastiti e tufi provenienti dai fenomeni eruttivi del Somma-Vesuvio.

In epoca storica la depressione di Volla era solcata dal fiume Sebeto, in cui confluivano le acque di numerosi fossi minori. La captazione di alcune sorgenti (sorgente della Bolla), a partire dal IV secolo, e probabilmente gli effetti di alcuni eventi sismici e vulcanici, determinarono una forte riduzione del flusso delle acque e un nuovo impaludamento della zona. Infatti, l'area è conosciuta sin dal 950 d.C. circa con il nome di "palude di Napoli" ed era disseminata di stagni e acquitrini che furono bonificati in epoca borbonica. La depressione di Volla è, quindi, caratterizzata da una potente successione piroclastico-alluvionale, con intercalazioni di sedimenti marini e di transizione, i cui orizzonti indicativi sono rappresentati dai banchi di lava del Somma, dal Tufo Giallo Napoletano, dai tufi legati all'attività del Somma-Vesuvio e dalle lave del Vesuvio di epoca storica.

In figura è riportato lo stralcio della Carta Geologica d'Italia, foglio Napoli (scala 1:100.000).

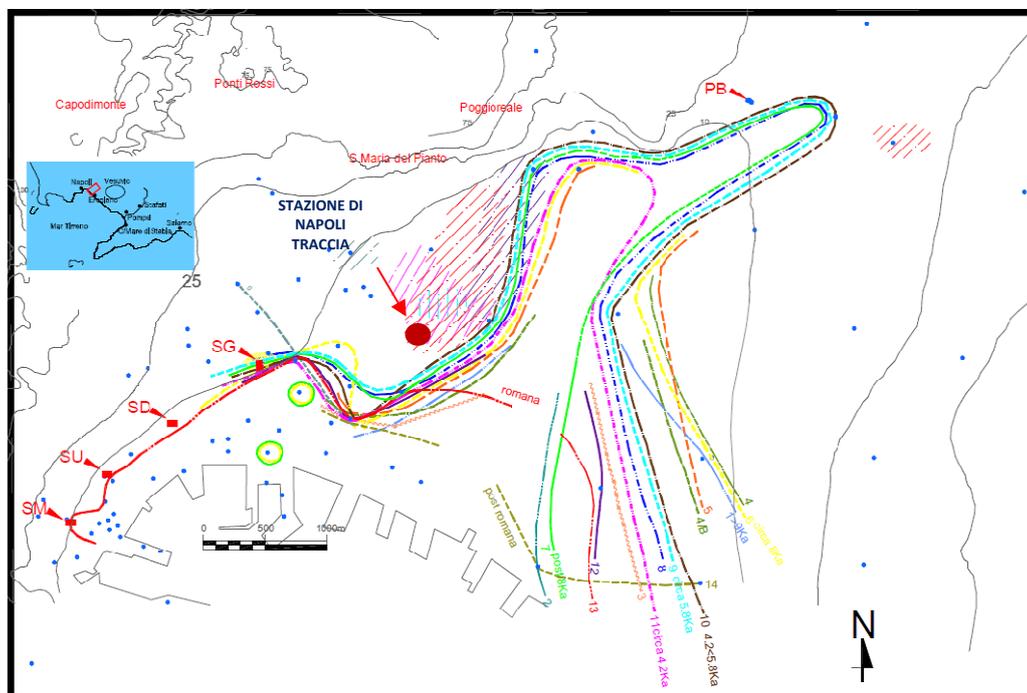
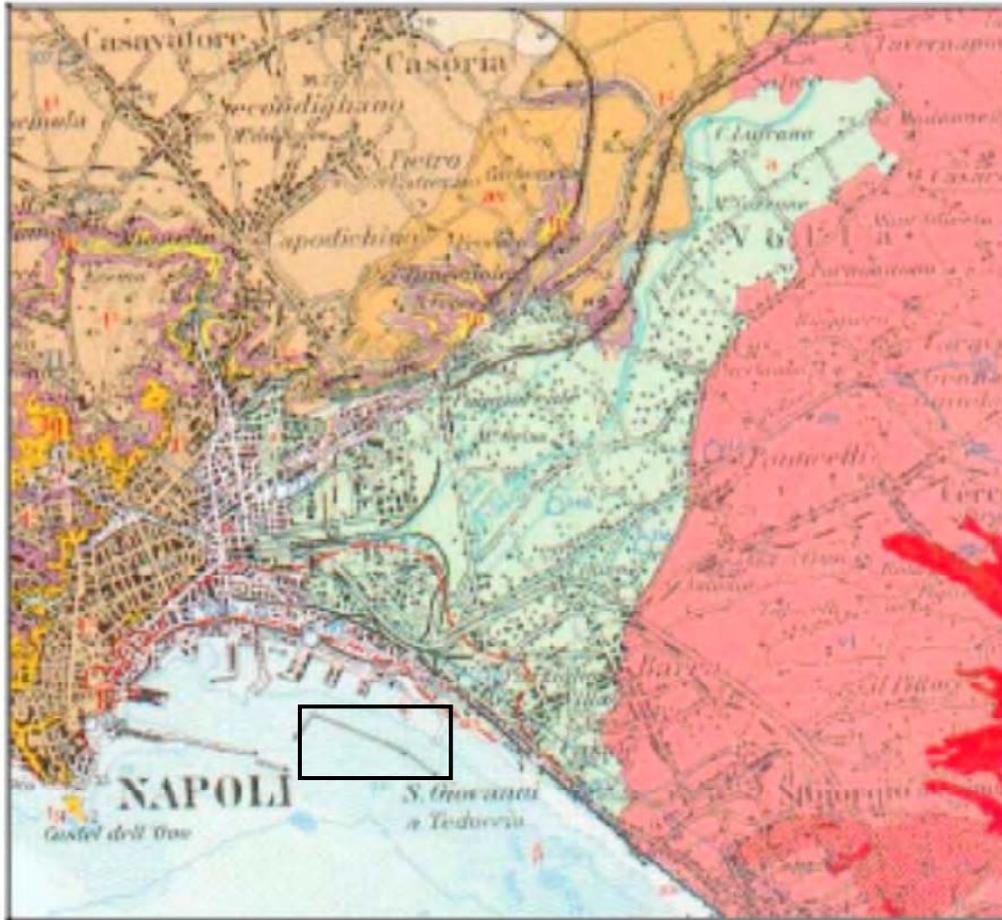


FIG. 3.16. RICOSTRUZIONE DELL'ANDAMENTO DEL GOLFO E DELLA DISTRIBUZIONE DEGLI AMBIENTI DI ACQUETRINO NEL CORSO DELL'EVOLUZIONE DELLA PIANA DEL SEBETO DALL'OLOCENE. IN ROSSO LA LINEA DI COSTA DI ETÀ ROMANA (G. IROLLO, L'EVOLUZIONE OLOCENICA DELLA FASCIA COSTIERA TRA NEAPOLIS E STABIAE SULLA BASE DI DATI GEOLOGICI ED ARCHEOLOGICI, TESI DI DOTTORATO, NAPOLI 2015)



LEGENDA

-  Depositi limnoproclastici di Agnano e L. D'Averno. Terre nere palustri, torbifere.
-  Prodotti piroclastici flegrei e ceneri vesuviane
Lapilli chiari non differenziati, depositi piroclastici e loro suoli.
-  Lapilli e ceneri delle pendici vesuviane inferiori prodotti dall'eruzione del 79 e precedenti: areniti, lapilli e ceneri pisolitiche; pomici chiare.
-  Prodotti piroclastici indifferenziati, provenienti da vari centri eruttivi flegrei: ceneri e pozzolane chiare. Lapilli pozzolanici, ceneri e pomici grigie.
-  Scorie e lapilli più o meno stratificati e agglomerati, da grigi a nerastrì, con dicchi e banchi lavici intercalati, nella parte alta e media, ceneriti, prodotti dei vari periodi eruttivi.

FIG. 3.17. STRALCIO DA FOGLIO 183 DELLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA



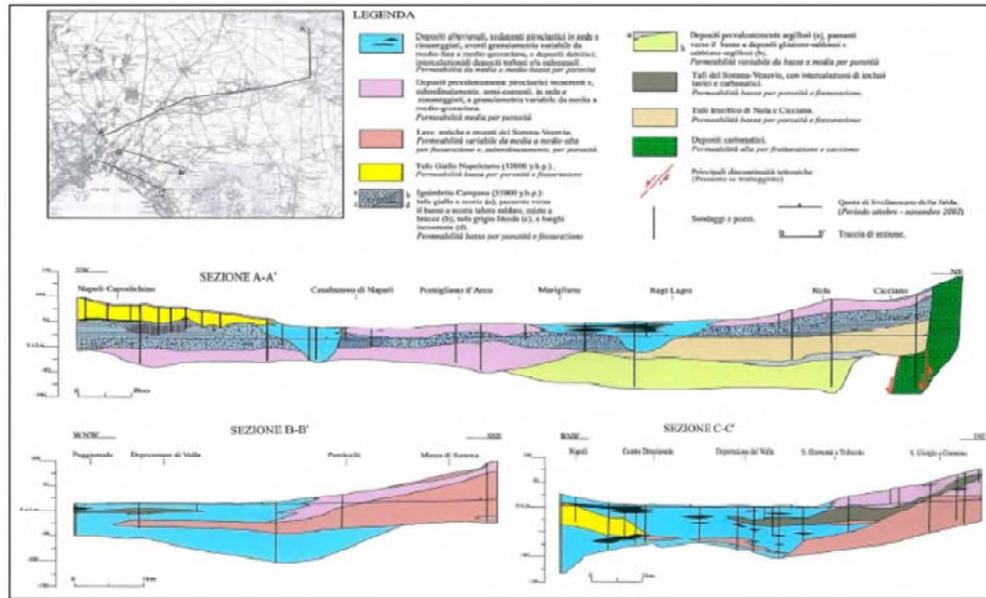


FIG. 3.18. SEZIONI IDROGEOLOGICHE (BELLUCCI ET ALII, 1998, MODIFICATO E INTEGRATO DA ALLOCCA & CELICO 2008)



FIG. 3.19. PIANTA DELLA BONIFICA DELLE PALUDI DI VOLLA - 1855

7 VALUTAZIONE E CARTOGRAFIA DI RISCHIO ARCHEOLOGICO

La valutazione del rischio archeologico è il risultato dell'incrocio dei dati raccolti durante la ricerca di archivio e le indagini condotte sul campo. Deve necessariamente prendere in considerazione la vicinanza dell'area indagata ad evidenze note, non importa se visibili o meno. A questa vanno associate la possibile persistenza di nuovi depositi archeologici e la possibilità che questi vengano intercettati dai lavori in esame.

La definizione del rischio archeologico è un'indicazione prevista dall'Art. 41 del D. Lgs. 36/2023 (ex Art. 25 del D. Lgs 163/2006). Tale documento costituisce uno strumento per la tutela del patrimonio culturale e le attività da cui esso deriva, non prevedendo un'indagine diretta dei depositi stratigrafici, non permettono altresì di giungere a una valutazione assoluta. Bisogna considerare che parte integrante di questa valutazione non è solo l'individuazione dell'eventuale manufatto e/o della struttura, bensì anche come l'area indagata si relazioni con le evidenze già note e indagate.

La valutazione del rischio archeologico è articolata nei seguenti livelli:

- *Rischio alto*. Corrisponde a quelle aree oggetto d'intervento che ricadono nelle immediate vicinanze delle evidenze archeologiche note e/o individuate.
- *Rischio medio*. Corrisponde a quelle aree oggetto di intervento che ricadono a una distanza di max 2 km rispetto ai siti noti.
- *Rischio basso*. Corrisponde a quelle aree oggetto di intervento senza alcun ritrovamento e poste a una distanza maggiore di 2 km e inferiore di 5 km rispetto ai siti individuati in fase di ricerca.
- *Rischio nullo*. Corrisponde a quelle aree poste a una distanza maggiore di 5 km rispetto ai siti individuati in fase di ricerca.

La definizione di un'area di *buffer* così ampia si rende necessaria considerata la natura delle evidenze individuate. Tali tipologie di siti, siano esse dispersioni di materiale e/o relitti, sono solite occupare grandi spazi in maniera discontinua.

Il progetto in esame prevede il rafforzamento della diga foranea Duca d'Aosta mediante formazione di opera a gettata di protezione della diga a parete verticale nonché interventi locali di ripristino. La zona oggetto della presente analisi viene considerata a **rischio archeologico medio-basso**. In base a quanto ricavato dalla documentazione consultata, l'area centro-occidentale del porto di Napoli è stata soggetta in tempi recenti a numerosi cambiamenti. A questo bisogna aggiungere i progressivi arretramenti della linea di costa. Il settore della Diga Foranea Duca d'Aosta si colloca quindi in una parte di mare che da sempre si caratterizza come di transito. Il livello di antropizzazione è tale che

nelle immediate vicinanze delle infrastrutture portuali i rari rinvenimenti sono perlopiù composti da pochi materiali, il cui affioramento è associabile spesso ai movimenti del sedime superficiale causati dalle eliche.

Ciò rende difficile (data anche la scarsa profondità raggiunta dalle lavorazioni, nonché la tipologia delle stesse) l'intercettazione, ma anche la conservazione, di siti coerenti. Resta comunque la possibilità di rinvenimenti sporadici.

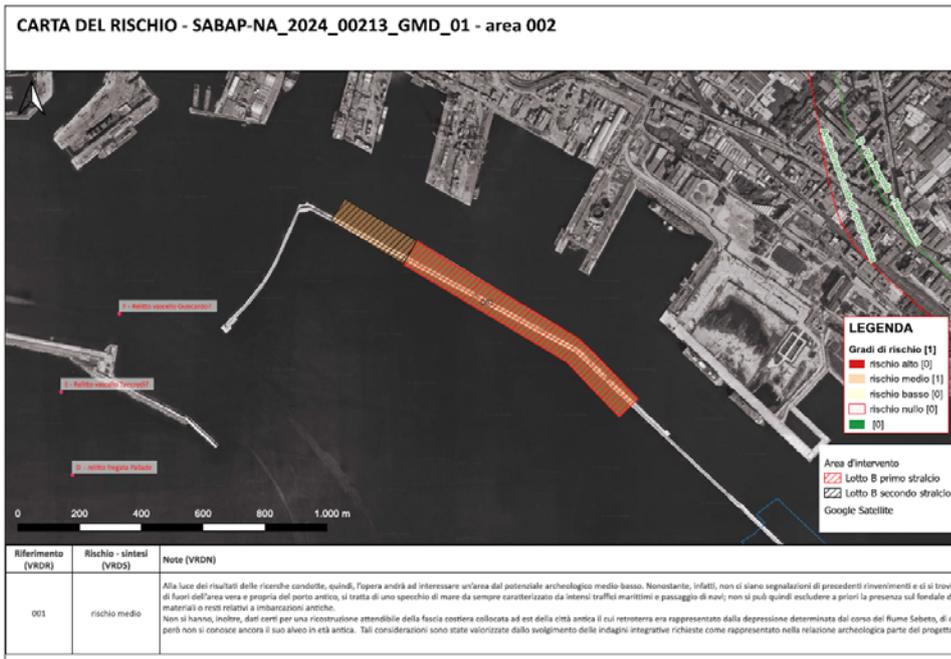
Scafati, maggio 2024

Geomed srl
 dott.ssa Archeol. Serenella Scala
 dott. Archeol. Marco Tartari



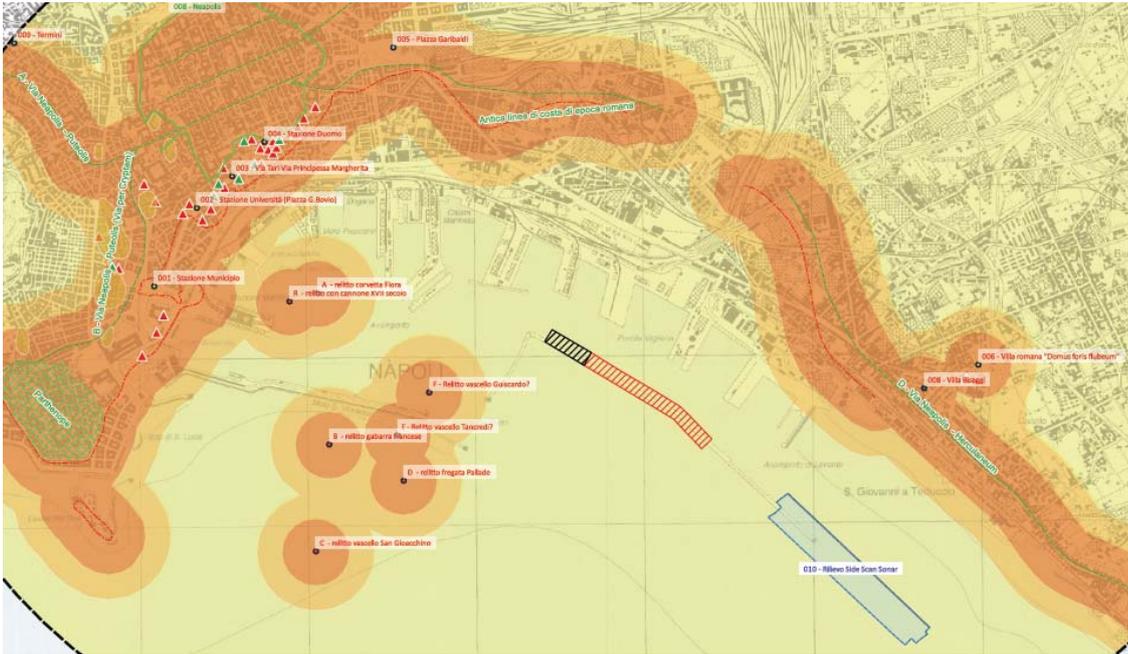
GEOMED s.r.l.
 Geoarcheologia e Geologia Ambientale
 L. Sicignano, 48 - Tel. e Fax 081 850 81 72
 84018 SCAFATI (SA)
 Pec: geomed.srl@pecimpresa.it
 Codice Fiscale 06182100633
 Partita IVA 03300830654

CARTA DEI SITI ARCHEOLOGICI



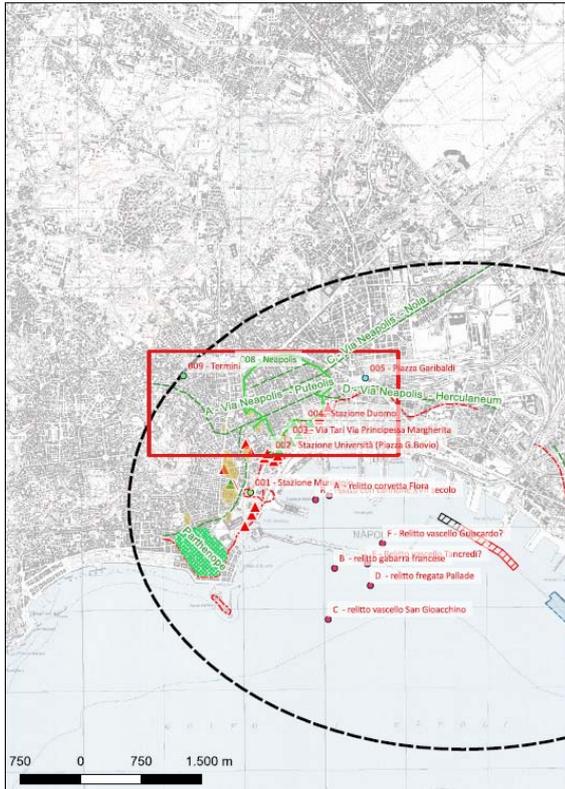


INTEGRAZIONE A RELAZIONE ARCHEOLOGICA - VPIA



CARTA DEL POTENZIALE

Sito 008 - 008 - Neapolis (SABAP-NA_2024_00213_GMD_01_008)



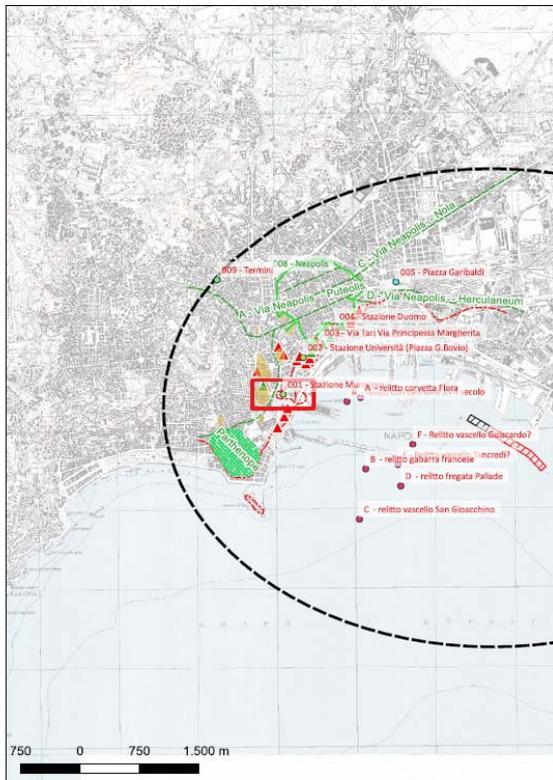
Localizzazione: Napoli (NA), Centro urbano di Napoli,
Definizione e cronologia: insediamento, (area urbana), (Età Arcaica, Età Romana, Età Medioevale, Età Moderna, Età Contemporanea),
Modalità di individuazione(dati bibliografici)
Distanza dall'opera in progetto:>1000 metri **Potenziale:** potenziale alto **Rischio relativo:** rischio nullo

Altezza di Roma del 326 a.C., la città greca-fondata da Cuma nel primo quarto del V sec. a.C., in un sito distinto topograficamente dalla precedente Parthenope (collina di Pizzafalcone), conseguentemente denominata Palaepolis- occupa un pianoro in posizione dominante sul golfo omonimo. Nel 90 a.C. N. diviene municipium iscritto alla tribù Maecia; in età tardo-repubblicana e imperiale si caratterizza come luogo di otium e centro di cultura greca. In età flavia, gli eventi sismici del 62 e l'eruzione del 79 richiedono opere di restauro. Nel II sec. d.C., forse ad opera di Marco Aurelio, si registra la trasformazione in Colonia Augusta Antoniniana Felix Neapolis. Sotto Settimio Severo e Caracalla (202) sono attestati interventi di miglioramento delle vie di comunicazione verso Roma (crypta e via Iltoranea), in relazione ad esigenze di tipo annonario. Con la costituzione della Provincia Campania, N. è sottoposta al governatore insediato a Capua (consularis Campaniae). In età costantiniana sono noti lavori per l'acquedotto e la rete viaria. Sull'acquedotto, che alimenta la città dall'età augustea, interviene ancora Valentiniano II (384-394). Nel 440 Valentiniano III amplia e munisce di tori le mura. Nel 476 Romolo Augustolo, depresso da Odoacre, è relegato nel castrum Lucullanum, sorto secondo le fonti sul sito della villa di Lucullo (isola di Megarsa). Sede di un comes goto, nel 536 N. è assediata e presa dai Bizantini che dopo la breve conquista di Totila (543-553) ne conservano il controllo per circa due secoli. L'impianto urbano originario- che occupava regolamente una serie di bassi rilievi digradanti verso SE, impostato su tre assi principali E-O ed un numero imprecisabile (20-23) di assi ortogonali N-S, con isolati rettangolari (rapporto tra i lati= 1: 5), all'interno di una cerchia muraria in blocchi di tufo- risulta rispettato in età romana, pur con l'inserimento di edifici di grande mole. Si conferma il carattere pubblico della zona mediana, con distinzione tra le funzioni politiche e commerciali (due fora). Nella fascia centrale si concentrano le migliori evidenze archeologiche note, indizio di un'intensa attività edilizia soprattutto in età augustea: teatro, odion, tempio dei Dioscuri (di età tiburtina è il restauro dell'edificio greco), complesso sotto S. Lorenzo (vi si identificano il macellum e l'aerarium); ipotizzati, ma non identificati, sono un Cesareo ed un Augusteum, mentre è ampiamente attestata l'esistenza di un santuario isiaico. Terme pubbliche, alimentate grazie alla costruzione dell'acquedotto augusteo del Serino, si trovano a vicco Camminello ai Mannesi (di età medioimperiale l'inserimento di un mitreo in uno degli ambienti); altre terme sotto S. Chiara. Suggerita la destinazione pubblica anche del complesso realizzato nella zona di S. Aniello (già acropoli classica). Le gare dei ludi quadriennali presuppongono l'esistenza dell'ippodromo e dello stadio, ubicati nel settore SE della città, mentre ginnasi sono citati dalle fonti. Le mura perdono in parte la funzione difensiva (obbliterato dall'impianto di complessi abitativi), ma sono ancora oggetto di restauro sotto Augusto e Valentiniano III, nel secondo caso con l'inclusione del quartiere abitativo sviluppatosi a SO verso la zona portuale. Altri esempi di edilizia domestica sono noti a vicco Camminello ai Mannesi e sotto Palazzo Cortigliano, confermando il quadro delle fonti (case di personaggi celebri di età repubblicana e imperiale, tra i quali P. Cornelio Silla, Lucullo, Pollio Felice, Silla Italico Stazio e Virgilio). Per l'impianto portuale è generalmente accettata la collocazione nell'area ad E del promontorio di Pizzafalcone, tra le attuali piazza del Plebiscito e piazza Municipio. I nuclei di necropoli di età greca (Castel Capuano, via S. Teresa, area fuori porta S. Genaro) mostrano continuità d'uso in età romana, con distribuzione a macchia d'olio in corrispondenza di sbocchi di assi stradali.

AA.VV. 1967; AA.VV. 1985; AA.VV. 1988; Baldassarre 1985; Baldassarre 1988; Bisì Ingrassia 1981; De Martino 1952; Ghinelli 1967; Giampaola 1986; Giampaola D'Henry 1986; Greco 1985; Greco 1988; Greco 1994; Lepore 1985; Mele 1984; Miranda 1985 a; Miranda 1985 b; Miranda 1990-1995; Napoli (1959), ns. 1997; Papadopoulos 1985; Pinardi 1969; Pugliese Carratelli 1952; Pugliese Carratelli 1986; Rosi 1999, pp. 125-126; Sommella 1991; Valerza Mele 1993; Zevi 1994; Altì Taranto 2003, pp. 910-920; Altì Taranto 2005, pp. 621-632



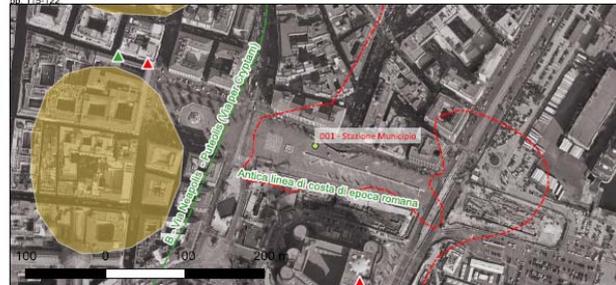
Sito 001 - 001 - Stazione Municipio (SABAP-NA_2024_00213_GMD_01_001)



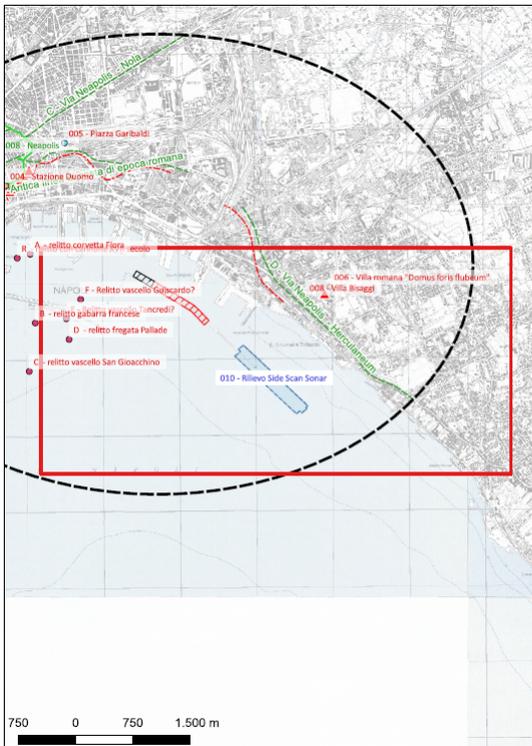
Localizzazione: Napoli (NA), Stazione Municipio,
Definizione e cronologia: infrastruttura portuale, (porto). (Età del Bronzo, Età del Ferro, Età Romana, Età Tardoantica),
Modalità di individuazione:(dati bibliografici)
Distanza dall'opera in progetto:>1000 metri **Potenziale:** potenziale alto **Rischio relativo:** rischio nullo

Il contesto di Municipio (Carta Archeologica n. 1) si configura come uno dei numerosi abitati naturalmente difesi che sembrano strutturarsi in Italia centro meridionale a controllo del traffico marittimo e, come la maggior parte degli insediamenti coevi, risulta essere un sito di breve durata, essendo abbandonato già allo scorcio del Bronzo Medio 2. L'indagine archeologica a Piazza Municipio ha rivelato l'esistenza, al di sotto di una sequenza stratigrafica di circa 13 m di profondità dall'attuale piano di calpestio della piazza, di un ambiente sommerso, probabilmente a bassa profondità, in cui sono stati distinti circa quattro metri di sedimenti stratificati dei diversi fondali sabbiosi del porto. Questo scavo ha permesso anche di mettere in luce tre relitti, di cui due (Napoli A e C) in uno stato di conservazione eccezionale. Lo studio sedimentologico della stratigrafia dei fondali, eseguito da C. Morhange, ha evidenziato una sedimentazione molto fine, segnalando un ambiente protetto in comunicazione con il mare aperto e con contaminazioni d'acqua dolce. Tra la fine del IV ed il III secolo a.C. il settore interno del bacino è interessato da imponenti operazioni di sistemazione e dragaggio dei fondali e di strutturazione delle linee di costa funzionali alla sistemazione del porto. I livelli più profondi, infatti, sono stati intaccati da solchi intersecanti, che hanno asportato le sabbie e, in alcuni settori fino ad uno spessore di 0,85 m, anche le cineriti della facies incoerente del banco di tufo giallo napoletano (TGN). Dopo la seconda metà del II secolo a.C., a Piazza Municipio non sono più documentate attività di dragaggio, ma i diversi fondali costituiti da strati alternati di sabbie e limo e piante marine (posidonie) sono sedimentati in una stratigrafia orizzontale molto regolare spessa all'incirca 2,5 m, in cui sono stati rinvenuti numerosi reperti quasi integri, che costituiscono, accanto ad eventuali rifiuti urbani, merce o dotazioni di bordo cadute dalle imbarcazioni nel corso delle operazioni di carico e scarico. L'abbondante materiale ha permesso di precisare la datazione dei diversi fondali, dei relitti e delle strutture rinvenute, poiché, a causa della posizione protetta di questo settore dell'insenatura, la stratigrafia sabbiosa è stata preservata dai disturbi del moto ondoso.

AAVV, La scoperta del porto di Marina Mediana 2, 2005, pp. 47-51;
 AA.VV., Ricostruzioni morfo-evolutive nel territorio di Napoli. L'evoluzione tarda pleistocenica-olocenica e le linee di riva di epoca storica, in Geoarcheologie de la péninsule italienne 112, 2009; Boetto G., Carisano V., Giampaola D., Il porto di Napoli e i suoi relitti, in Archeologia Nautica Mediana, Giroma, 2009, pp. 457-470; Boetto G., Carisano V., Giampaola D., I relitti di Napoli e il loro contesto portuale, in Archeologia, Storia, Etnologia Navale 4, Atti del convegno nazionale Casertano - Museo della Marina (4-5 aprile 2008), a cura di Stefano Modas, Marco D'Agostino, Giovanni Canale, 2010, pp. 115-122



Sito 010 - 010 - Rilievo Side Scan Sonar (SABAP-NA_2024_00213_GMD_01_010)



Localizzazione: (999999) (NA), Porto,
Definizione e cronologia: area priva di tracce archeologiche, {}, (non determinabile),

Modalità di individuazione:(dati bibliografici, documentazione di indagini archeologiche)
Distanza dall'opera in progetto: **Potenziale:** potenziale alto **Rischio relativo:**

L'indagine Side Scan Sonar, eseguita il giorno 24.05.2019 presso la diga Duca d'Aosta (porto di Napoli), ha permesso di individuare le caratteristiche dei fondali nell'area oggetto di studio. In particolare, le indagini hanno una superficie di circa 1.370 metri (in direzione longitudinale al molo) per circa 220 metri (in direzione trasversale allo stesso). Il dato acustico mostra chiaramente il perimetro sommerso della scogliera frangiflutti posta a protezione della diga. Considerata la qualità del dato, il limite scogliera-sabbia è di facile interpretazione. Sono chiaramente distinguibili le aree aventi substrato sciolto da quelle aventi substrato litoidi (queste ultime, evidenziate in giallo nell'interpretazione allegata). La parte sommersa della scogliera mostra un allungamento pressoché impolare in corrispondenza della testa del molo, in direzione sud-est, che si estende per circa 80 metri. La presenza di questo materiale litoidi potrebbe essere dovuta ad ulteriore attività antropica oppure a collassi della scogliera stessa, a seguito di mareggiate. Procedendo sempre verso sud-est, il dato mostra materiale sciolto per circa 200 metri, dopo il quale affiora nuovamente, per circa 400 metri del materiale litoidi. Infine, l'analisi del dato evidenzia una presenza sparsa di target di natura antropica ma non potenzialmente rilevanti ai fini di una interpretazione archeologica.

19_002_DR_012_01_GEO_ALL01



8 BIBLIOGRAFIA

- AA.VV., 1985, *Napoli Antica. Catalogo della mostra*, Napoli.
- AA.VV., 2005, 'La scoperta del porto di *Neapolis*: dalla ricostruzione topografica allo scavo e al recupero dei relitti', in «Archeologia Marittima Mediterranea» 2, pp. 47-91.
- ALISIO G., 1980, *Napoli e il Risanamento. Recupero di una struttura urbana*, Napoli.
- AMATO A., CARSANA V., CINQUE A., 2009a, 'Ricostruzioni morfo-evolutive nel territorio di Napoli. L'evoluzione tardo pleistocenica-olocenica e le linee di riva di epoca storica', in «Méditerranée» 112, pp. 23-31.
- ARTHUR P., 2002, *Naples. From Roman Town to City-State: An archaeological perspective*, in «Archaeological Monographs of the British School at Rome» 12.
- BOETTO G., CARSANA V., GIAMPAOLA D., 2009, 'Il porto di *Neapolis* e i suoi relitti', in *Arqueologia Nàutica Mediterrània*, Girona, pp. 457-470.
- BOETTO G., CARSANA V., GIAMPAOLA D., 2010, 'I relitti di Napoli e il loro contesto portuale', in *Archeologia, Storia, Etnologia Navale 4. Atti del I convegno nazionale*, a cura di S. Medas, M. D'Agostino, G. Caniato, pp. 115-122.
- CAPASSO B., 1895, *Topografia della città di Napoli nell'XI secolo*, Napoli (ristampa Sala Bolognese 1984).
- CAPUTO V., NAVARRO A., STORIA V., TARANTINO O., 2000, *Le paludi della "civitas Neapolis" e l'opera di bonifica nella trasformazione idrogeologica-urbanistica-antropica*, Napoli.
- CARSANA V., GIAMPAOLA D., GUASTAFERRO C., IROLLO G., M. R. RUELLO, 2009, 'Evoluzione del paesaggio costiero tra Parthenope e Neapolis', in «Méditerranée» 112, p.15-22.
- CARSANA V., DEL VECCHIO F., 2010, 'Il porto di Neapolis in età tardo antica: Il contesto di IV secolo d.C. ', in S. Menchelliet alii (a cura di), *Late Roman Corse Wars, Cooking Wares and Amphorae in the Mediterranean*, Vol. I, BAR International Series 2185 (I), Oxford, pp. 459-470.
- COLLETTA T., 2006, *Napoli città portuale e mercantile*, Tarquinia.
- FENIELLO A., 1995, 'Il PortusPisanorum di Napoli e le trasformazioni in età angioina', in «Bollettino Storico Pisano» 64, 1995B, pp. 225-232.
- FENIELLO A., 2012, 'Alle origini di Napoli capitale. Il porto, la terra, il denaro', in «Mélanges de l'École française de Rome» 124/2, pp. 567-584.

- FORMICOLA A., ROMANO C., 1999, Napoli 9 gennaio 1799. Una flotta in fumo, Napoli.
- GABRICI E., 1913, 'Il porto di Napoli nell'Antichità e nell'Evo Medio', in «Atti dell'Accademia Pontiana» 43, pp. 1-43.
- GABRICI E., 1951, 'Contributo archeologico alla topografia di Napoli', in Monumenti Antichi 41, pp. 554-674.
- GIAMPAOLA D., 2006, 'La scoperta del porto di Neapolis: dalla ricostruzione topografica allo scavo e al recupero dei relitti', in Marittima Mediterranea, An International Journal on Underwater Archaeology, Pisa-Roma, pp. 48-91.
- GIAMPAOLA D., CARSANA V., 2005, 'Neapolis. Le nuove scoperte: la città, il porto e le macchine', in E. Lo Sardo (a cura di), Eureka! Il genio degli antichi. Catalogo della Mostra, Napoli, pp. 116-122.
- GIAMPAOLA D., CARSANA V., FEBBRARO S., RONCELLA B., 2005, 'Napoli: trasformazioni edilizie e funzionali della fascia costiera', in G. Vitolo (a cura di), Le città campane tra tarda antichità e alto medioevo, Napoli, pp. 219-247.
- GIAMPAOLA D., BOENZI G., 2013, 'Interazione tra attività vulcanica e vita dell'uomo: evidenze archeologiche nell'area urbana di Napoli', in «Miscellanea INGV. Compendio delle lezioni-Scuola estiva Aiqua», Napoli, pp. 38-44
- GIAMPAOLA D., CARSANA V., 2007, 'La fascia costiera di Napoli: dallo scavo al museo della città', in F. Gravina (a cura di), Comunicare la memoria del Mediterraneo, Atti del Convegno Internazionale, Pisa, pp. 205-215.
- IROLLO G., 2015, L'evoluzione olocenica della fascia costiera tra Neapolis e Stabiae sulla base di dati geologici ed archeologici, Tesi di Dottorato, Napoli.
- JOHANNOWSKY W., 1985, 'L'organizzazione del territorio in età greca e romana,' in Napoli Antica, p. 333.
- LEONE A., 1996, Ricerche sul Medioevo napoletano. Aspetti e momenti della vita economica e sociale a Napoli tra decimo e quindicesimo secolo, Napoli.
- LEROSIER F., 2017, 'Neapolis: approccio archeologico dello spazio periurbano in età greca. Le necropoli urbane', in Pontrandolfo A., Scafuro M. (a cura di), Dialoghi sull'archeologia della Magna Grecia e del Mediterraneo. Atti del I Convegno internazionale di studi, Paestum, pp. 313-321.



- LUCIANO A., 2015a, 'The maritimelandscape of Naples in the Byzantineperiod', in OssowskiW. (a cura di), *Baltic and beyond. Change and continuity in shipbuilding. Book of Abstract, Atti del convegno, Gdansk*, p. 69.
- LUCIANO A. 2015b, 'Stazione Neapolis. A journey into the history of Naples from the Neolithic to the present day', in Fazlullin S., Antika M. M. (a cura di), *Proceedings of the 17th Symposium on Mediterranean Archaeology, Atti del convegno, Oxford*, pp. 139-147.
- MARRINER N., MORHANGE C., 2007, 'Geoscience of ancient Mediterranean harbours', in «*Earth-Science Reviews*»80, pp. 137-194.
- MILIA A., MOLISSO F., RASPINI A., SACCHI M., TORRENTE M., 2008, 'Syneruptive features and sedimentary processes associated with pyroclastic currents entering the sea: The AD 79 eruption of Vesuvius, Bay of Naples, Italy Evidence of slope instabilities and tsunamis associated with the 3.5 ka Avellino eruption of Somma-Vesuvius volcano, Italy', in«*Journal of the Geological Society* 165-4, pp. 839-848.
- MILIA A., RASPINI A., TORRENTE M., 2009, 'Evidence of slope instabilities and tsunamis associated with the 3.5 ka Avellino eruption of Somma- Vesuvius volcano, Italy',inViolante C. (a cura di), *Geohazard in Rocky Coastal Areas, The Geological Society Special Publications 322*, Londra, pp. 105-119.
- NAVA M. L., GIAMPAOLA D., LAFORGIA E., BOENZI G., 2007, 'Tra il Clanis e il Sebeto: nuovi dati sull'occupazione della piana campana tra il Neolitico e l'età del Bronzo', in *Atti della XL Riunione Scientifica dell'Istituto Italiano di Preistoria e Protostoria, Firenze*,pp. 101-126.
- RUELLO M. R., 2008, *Geoarcheologia in aree costiere della Campania: I siti di Neapolis ed Elea - Velia*, Tesi di Dottorato, Napoli.
- RUFFO F., 2011, 'Neapolis: linee di lettura della città antica', in P. Rossi (a cura di), *Imago Urbis. Antico e contemporaneo nel centro storico di Napoli, Napoli*, pp. 117-129.
- SIGURDSSON H., STANDFORD C., SPARKS S. R. J., 1982, 'The eruption of Vesuvius in A. D. 79. Reconstruction from historical and volcanological evidence', in «*American Journal of Archaeology*» 86-1, pp. 39–51.
- SIGURDSSON H., CAREY S., CORNELL W., 1985, 'The eruption of Vesuvius in A.D. 79', in «*Natural Geographic Research*» 1-3, pp. 332–387.
- TOMA P.A., 2017, *Napoli, la città-porto, Napoli*.
- ZEVI F. (a cura di), 1995, *Neapolis, Napoli*.

