



POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Architettura per il
progetto Sostenibile

TESI DI LAUREA MAGISTRALE

INDAGINI SULLE NECROPOLI ETRUSCHE
NEL PARCO ARCHEOLOGICO DI BARATTI
E POPULONIA.

Integrazione di strumenti avanzati per il
rilievo metrico 3D e la rappresentazione
dei dati in ambiente cartografico tramite
strumenti GIS.

Candidata:
Anna Rabbia

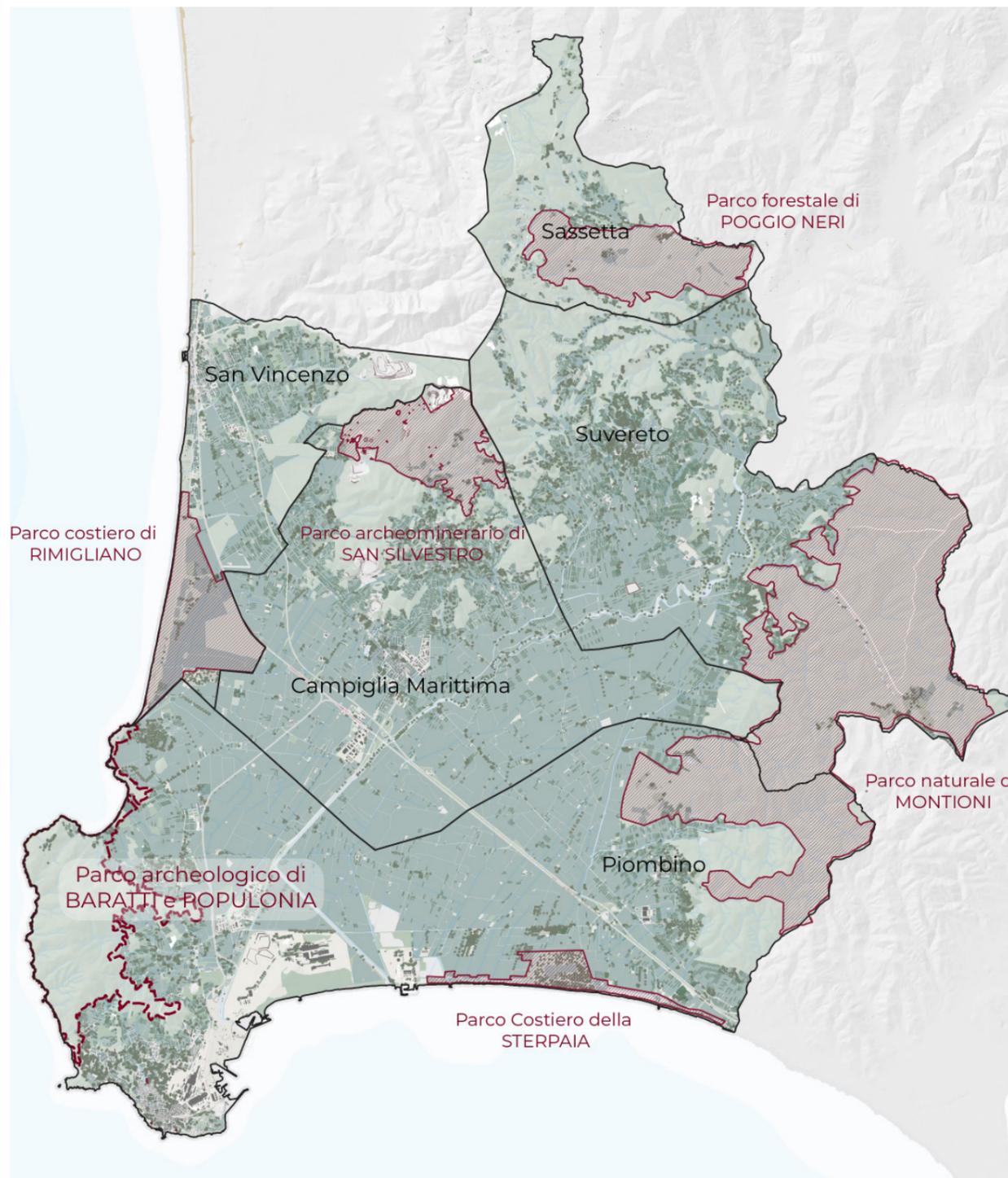
Relatrice:
Antonia Spanò

Correlatrice:
Silvia Guideri

ELABORATI GRAFICI

Val di Cornia

Sistema Parchi Val di Cornia



Scala di rappresentazione

1 : 120.000



Carta elaborata con QGis 3.2.0
Sistema di riferimento WGS84/
UTMZone32N (codice EPSG:32632).

La carta mostra la morfologia della Val di Cornia e il sistema Parchi, composto da: 2 Parchi Archeologici, 4 Parchi Naturali, 3 Musei, 1 Centro di Documentazione.

I Dataset del progetto GIS che originano la mappa sono così strutturati:

Dataset servizi WMS:

- Batimetriche (da -10 a -1500 m)
- DTM 10 metri orografico

Shapefile convertiti dal Geoportale:

- ambiti PIT
- prov_LL_am_prov_reg_U00-32

Shapefile creati, sulla base dei dataset del geoportale della Regione Toscana :

- Parco Archeologico di Baratti e Populonia
- Val di Cornia
- Sistema Parchi
- fiumi
- alberi
- area verde
- coltura agricola
- pascolo o incolto
- bosco
- area attrezzata
- edificato
- attrezzature sportive
- coste

Raster:

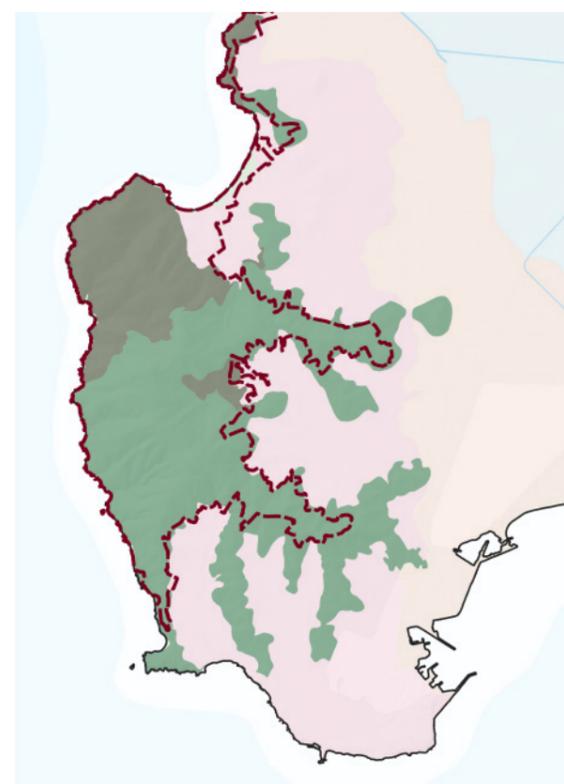
- Modello Ombreggiato_LI

LEGENDA

Autostrada	Alberi	Edificato
Extraurbana principale	Filari alberi	Opere di sostegno
Extraurbana secondaria	Area verde	Ponte
Strada locale	Coltura agricola	area attrezzata
Urbana di quartiere	Pascolo o incolto	Attrezzature sportive
Ferrovia	Bosco	
Coste	Mare	Parco archeologico di Baratti e Populonia
Fiumi		Sistema parchi
Batimetriche		

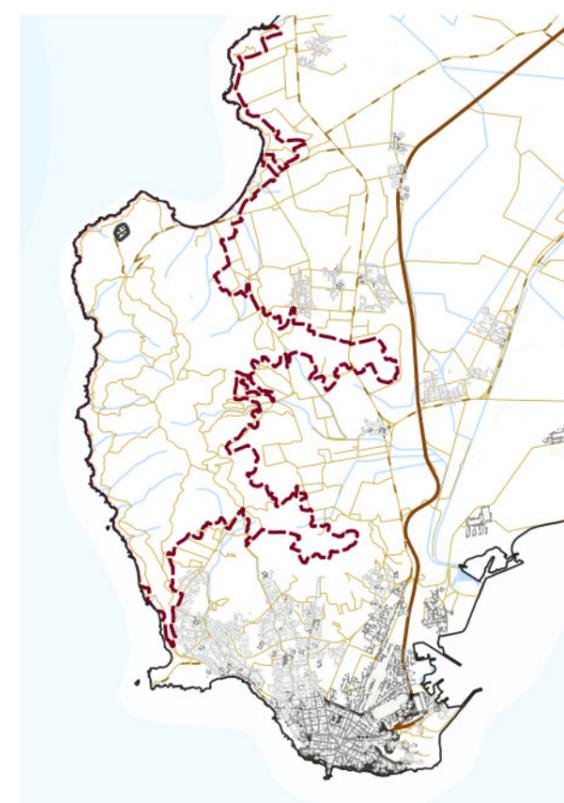
PIT _ Invarianti strutturali

Scala di rappresentazione 1 : 100.000



I Caratteri idro-geo-morfologici dei bacini idrografici e dei sistemi morfogenetici

- Collina a versanti ripidi sulle Unità Toscane
- Collina a versanti ripidi sulle Unità Liguri
- Margine inferiore
- Depressioni retrodunali
- Bacini di esondazione

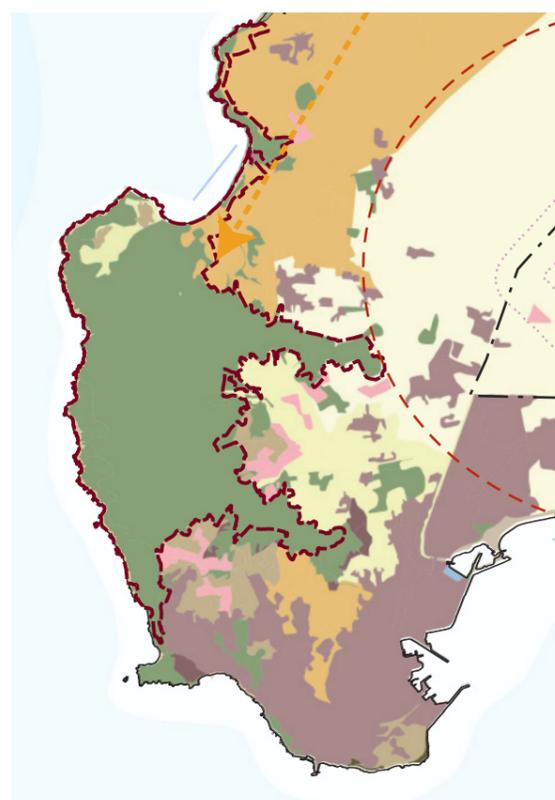


Il Carattere policentrico e reticolare dei sistemi insediativi, urbani e infrastrutturali

- Aree ad edificato continuo al 1830
- Aree ad edificato continuo al 1954
- Aree ad edificato continuo al 2012
- Edifici presenti al 2012
- Ferrovia
- Viabilità
- Percorsi fondativi
- Fiumi
- Area bagnata

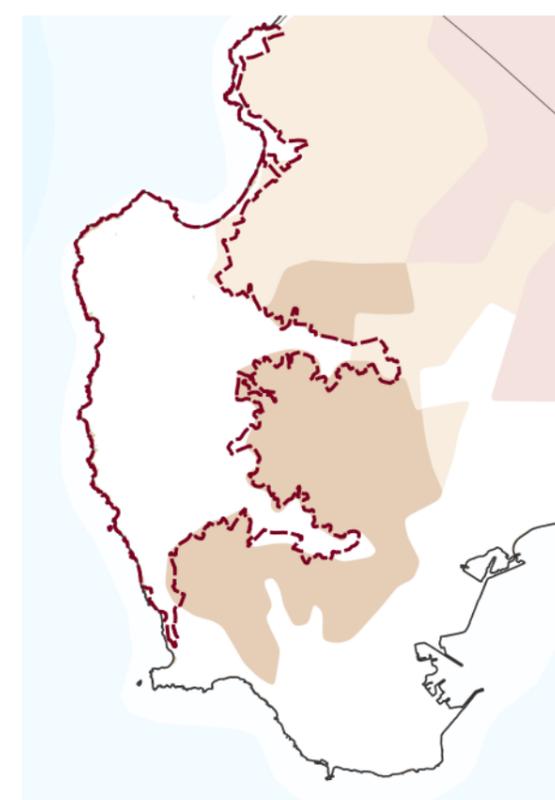
I Caratteri ecosistemici del paesaggio

- Matrice forestale ad elevata connettività
- Nuclei di connessione ed elementi forestali isolati
- Aree forestali in evoluzione a bassa connettività
- Corridoio ripariale
- Nodo degli agrosistemi
- Matrice agroecosistemica collinare
- Matrice agroecosistemica di pianura
- Agroecosistemica frammentato attivo
- Agroecosistemica frammentato in abbandono
- Matrice agroecosistemica di pianura urbanizzata
- Agroecosistema intensivo
- Zone umide
- Coste sabbiose
- Coste sabbiose con ecosistemi dunali
- Coste rocciose
- Area urbanizzata



I Caratteri morfotipologici dei sistemi agro ambientali dei paesaggi rurali

- Morfotipo dei seminativi semplificato di pianura o fondovalle
- Morfotipo dei seminativi delle aree di bonifica
- Morfotipo del mosaico culturale complesso a maglia fitta di pianura e delle prime pendici collinari



Sistema Parchi Val di Cornia

Il Parco Archeologico di Baratti e Populonia nel comune di Piombino



Scala di rappresentazione

1:40.000

0 500 1000 1500 2000 m



La carta mostra la posizione del Parco Archeologico di Baratti e Populonia all'interno del Comune di Piombino. La superficie del parco si estende per 120 chilometri quadrati, occupato per lo più da una ricca vegetazione boschiva.

I Dataset del progetto GIs che originano la mappa sono così strutturati:

Shapefile convertiti dal Geoportale:

- 01_viabilità e trasporti
- 02_immobili_e_antropizzazioni
- 04idrografia
- 05_orografia
- 06_vegetazione
- 08_toponomastica

Shapefile creati, sulla base dei dataset del geoportale della Regione Toscana :

- Comuni Val di Cornia
- Parco Archeologico di Baratti e Populonia
- alberi
- area verde
- coltura agricola
- pascolo o incolto
- bosco
- area attrezzata
- edificato
- attrezzature sportive
- coste
- curve di livello

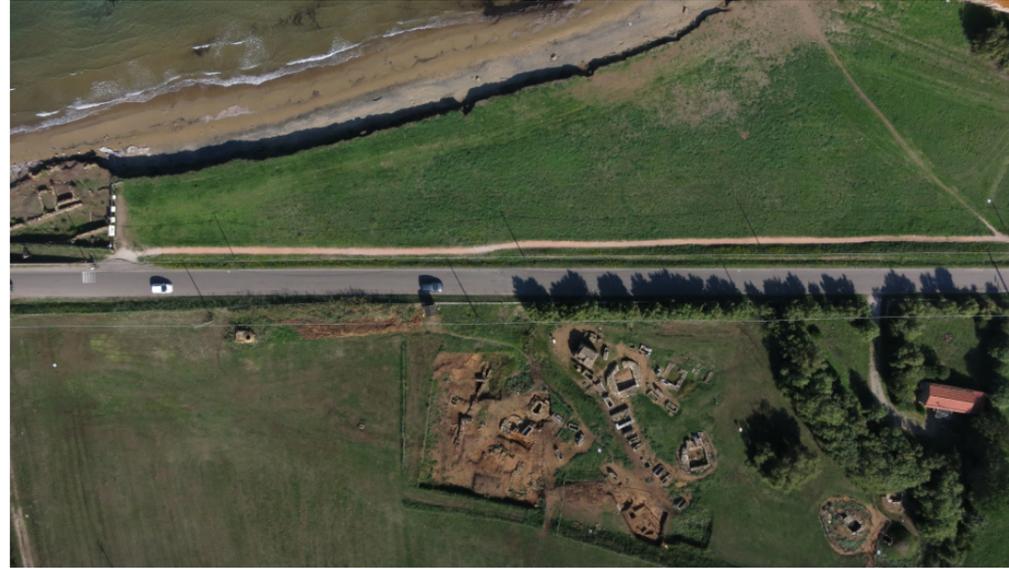
Carta elaborata con QGis 3.2.0
Sistema di riferimento WGS84/UTM
Zone 32N (codice EPSG:32632).

LEGENDA

- | | | |
|--------------------------|---------------------|---|
| ■ Autostrada | ● Alberi | ■ Edificato |
| ■ Extraurbana principale | --- Filari alberi | ■ Opere di sostegno |
| ■ Extraurbana secondaria | ■ Area verde | ■ Ponte |
| ■ Strada locale | ■ Coltura agricola | ■ area attrezzata |
| ■ Urbana di quartiere | ■ Pascolo o incolto | ■ Attrezzature sportive |
| ■ Ferrovia | ■ Bosco | |
| ■ Coste | ■ Mare | ■ Parco archeologico di Baratti e Populonia |
| --- Curve di livello | ■ Fiumi | |



| 1



| 2



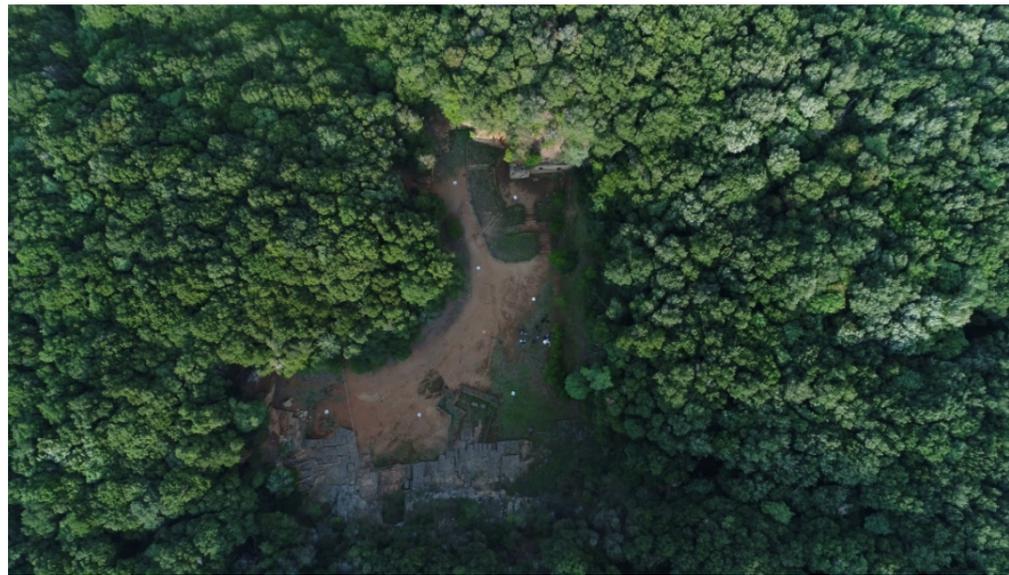
| 3

Populonia

Pupluna _ Populonia



| 4



| 5



| 6

1 _ Spiaggia di Baratti. Immagine realizzata a marzo 2018.

2 _ Necropoli di San Cerbone. Immagine acquisita con il drone durante la campagna di rilievo, settembre 2017.

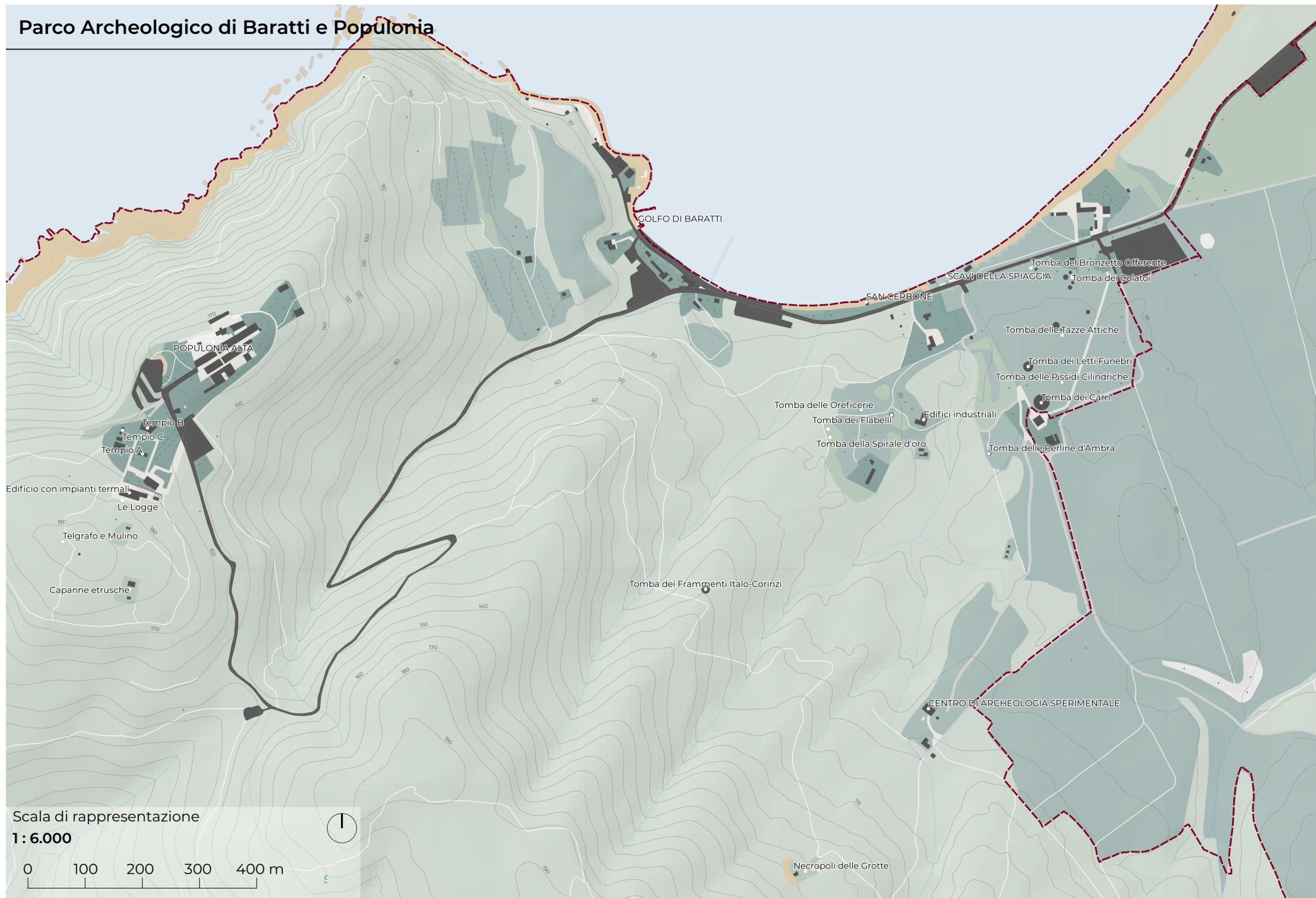
3 _ Tomba dei Carri. Immagine realizzata a marzo 2018.

4 _ Spiaggia di Baratti. Immagine realizzata a marzo 2018.

5 _ Necropoli delle Grotte. Immagine acquisita con il drone durante la campagna di rilievo, settembre 2017.

6 _ Necropoli delle Grotte: piccola cava. Fotografia realizzata a marzo 2018.

Parco Archeologico di Baratti e Populonia



La carta mostra la struttura del Parco Archeologico di Baratti e Populonia, secondo quanto presente nelle cartografia in base ai dati convertiti dal Geoportale della Regione Toscana.

I Dataset del progetto GIS che originano la mappa sono così strutturati:

Shapefile convertiti dal Geoportale:

- 01_viabilità e trasporti
- 02_immobili_e_antropizzazioni
- 04idrografia
- 05_orografia
- 06_vegetazione
- 08_toponomastica

Shapefile creati, sulla base dei dataset del geoportale della Regione Toscana :

- Parco Archeologico di Baratti e Populonia
- alberi
- area verde
- coltura agricola
- pascolo o incolto
- bosco
- area attrezzata
- edificato
- opere di sostegno
- ponte
- area attrezzata
- fiumi
- mare
- percorsi fondativi
- coste
- curve di livello

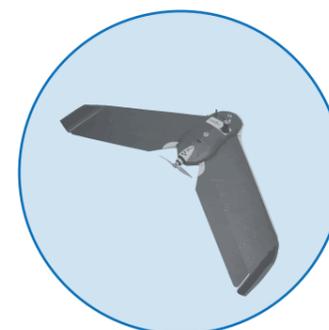
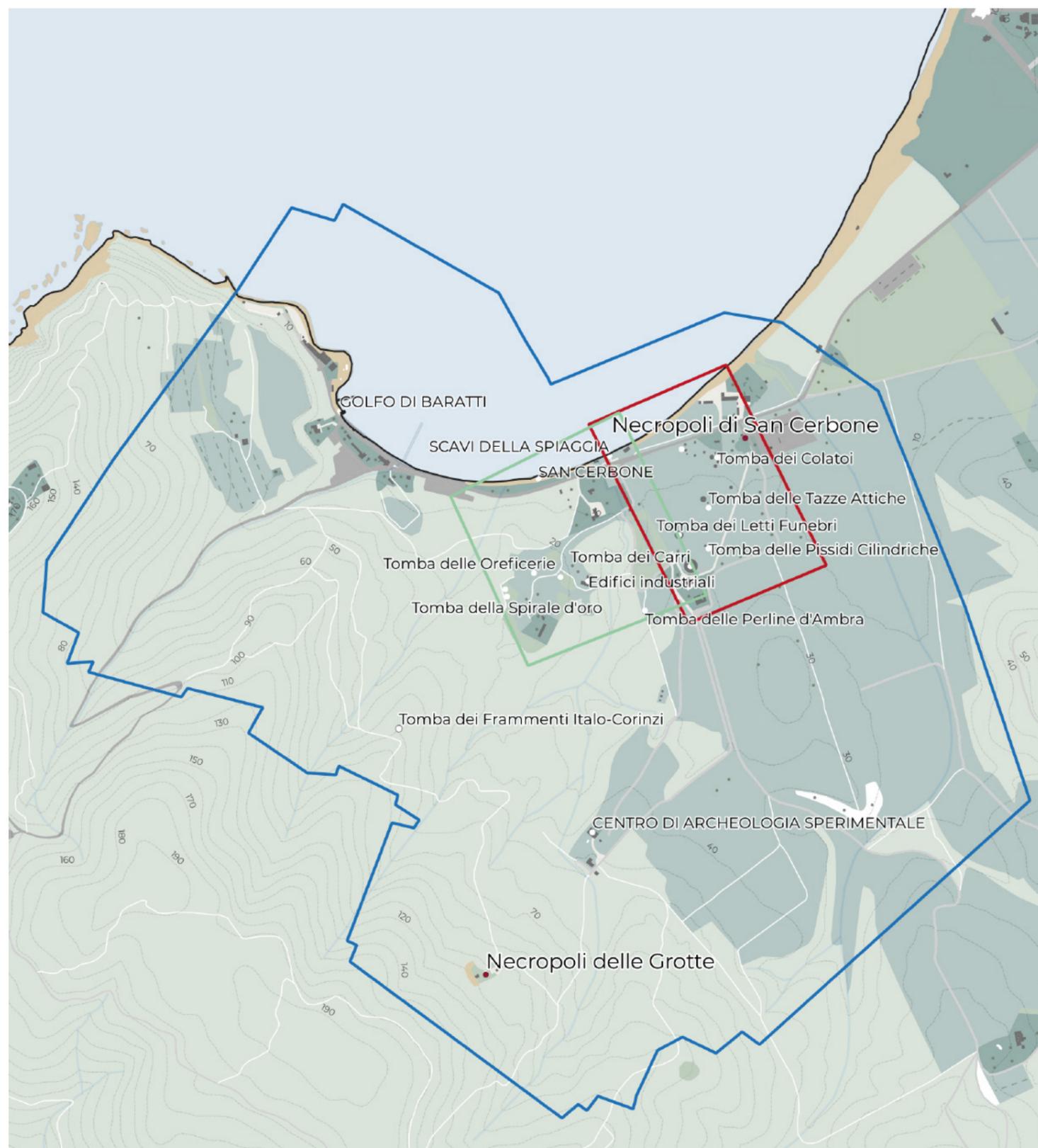
RASTER:

- Modello Ombreggiato_LI

LEGENDA

 Autostrada	 Alberi	 Edificato
 Extraurbana principale	 Filari alberi	 Opere di sostegno
 Extraurbana secondaria	 Area verde	 Ponte
 Strada locale	 Coltura agricola	 Area attrezzata
 Urbana di quartiere	 Pascolo o incolto	
 Ferrovia	 Bosco	
 Coste	 Mare	 Parco archeologico di Baratti e Populonia
 Curve di livello	 Fiumi	

Pianificazione dei voli



Area interessata dal volo del drone ad ala fissa

Altezza di volo 180 metri



Area interessata dal volo del drone quadricottero

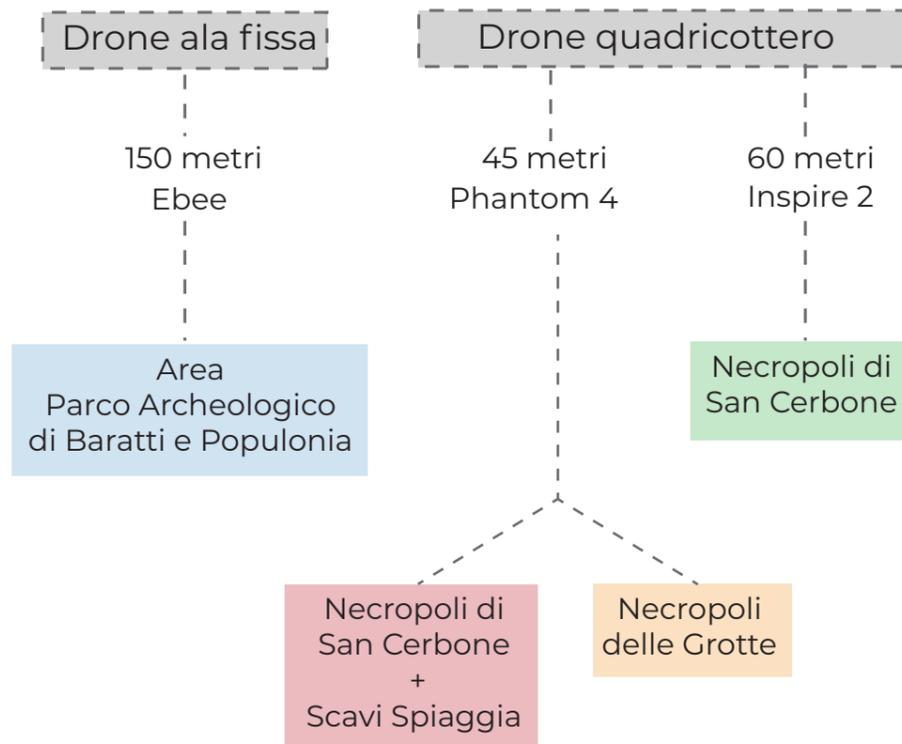
Altezza di volo 45 metri



Area interessata dal volo del drone quadricottero

Altezza di volo 60 metri

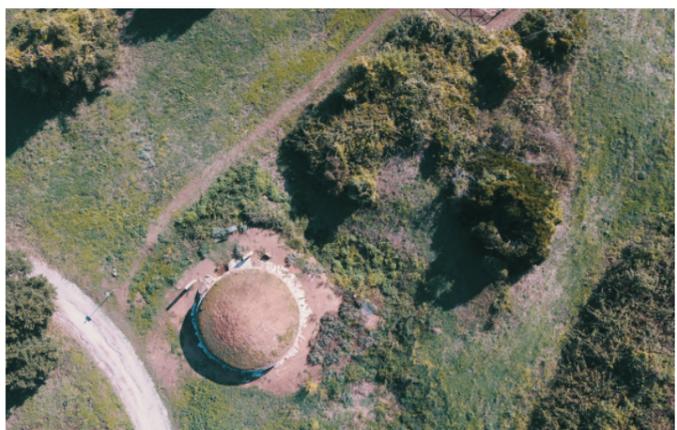
FOTOGRAMMETRIA AEREA



ELABORAZIONE



Golfo di Baratti. Fotogramma ottenuto con il drone ad ala fissa.



Necropoli di San Cerbone. Fotogramma ottenuto con il drone quadricottero.



Necropoli della Porcareccia. Fotogramma ottenuto con il drone quadricottero.

Ortofoto

volo del drone ad ala fissa _ quota 180 metri



Volo complessivo PARCO

Numero di fotogrammi	766
Numero di punti della nuvola	75.721.142
Altezza del volo	180 metri
Ground resolution	6,05 cm / pix

Scala di rappresentazione

1 : 6.000



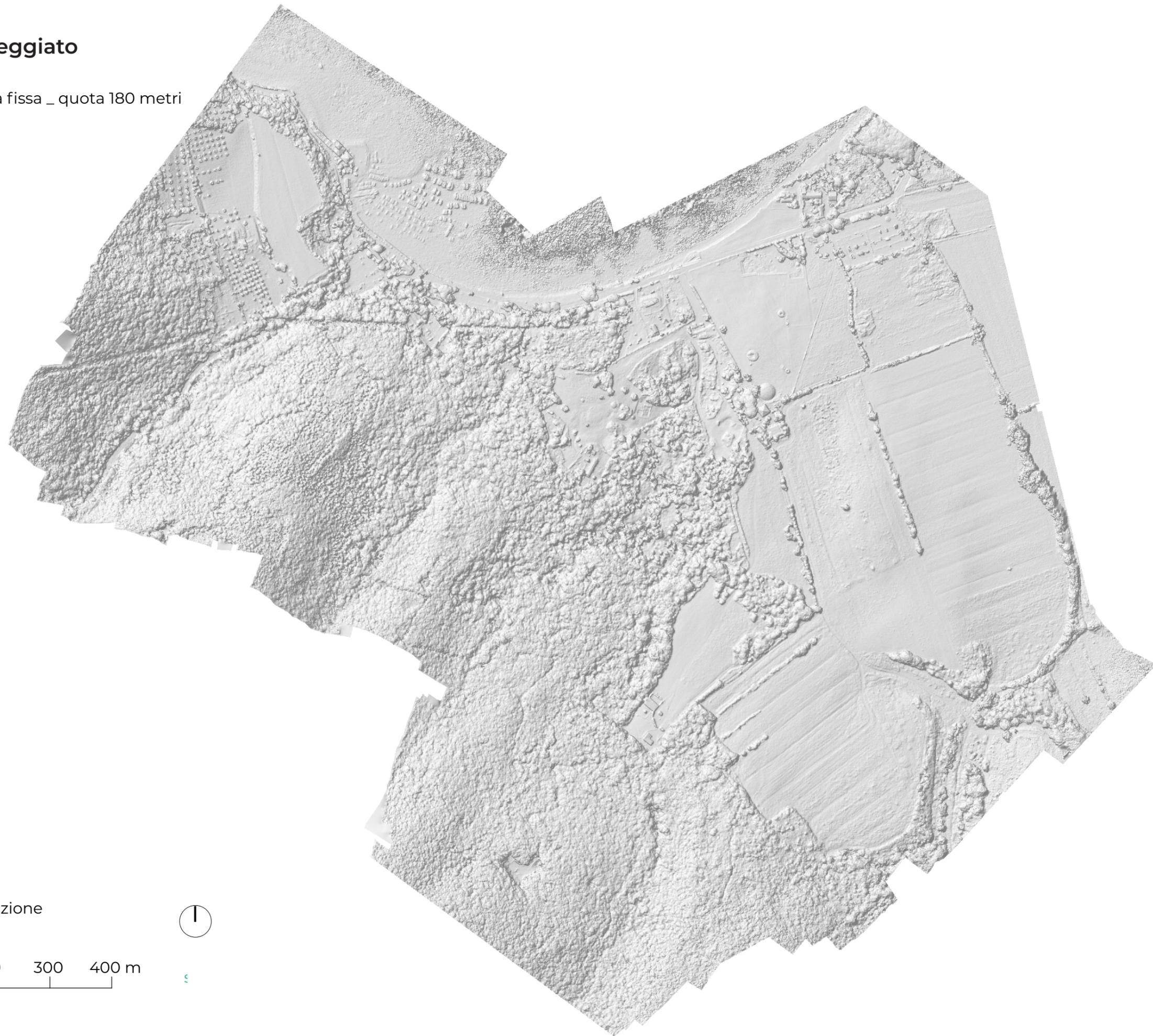
0 100 200 300 400 m



Modello Ombreggiato

dal DEM

volo del drone ad ala fissa _ quota 180 metri



Scala di rappresentazione

1: 6.000



ε

Ortofoto

voli dei droni quadricotteri _ quota di 45 e 60 metri

Volo sulle NECROPOLI

Numero di fotogrammi	2.208
Numero di punti della nuvola	177.643.821
Altezza del volo	45 / 60 metri
Ground resolution	1,17 cm / pix



Scala di rappresentazione

1 : 2.000

0 20 40 m



Modello Ombreggiato dal DEM

voli dei droni quadricotteri _ quota di 45 e 60 metri



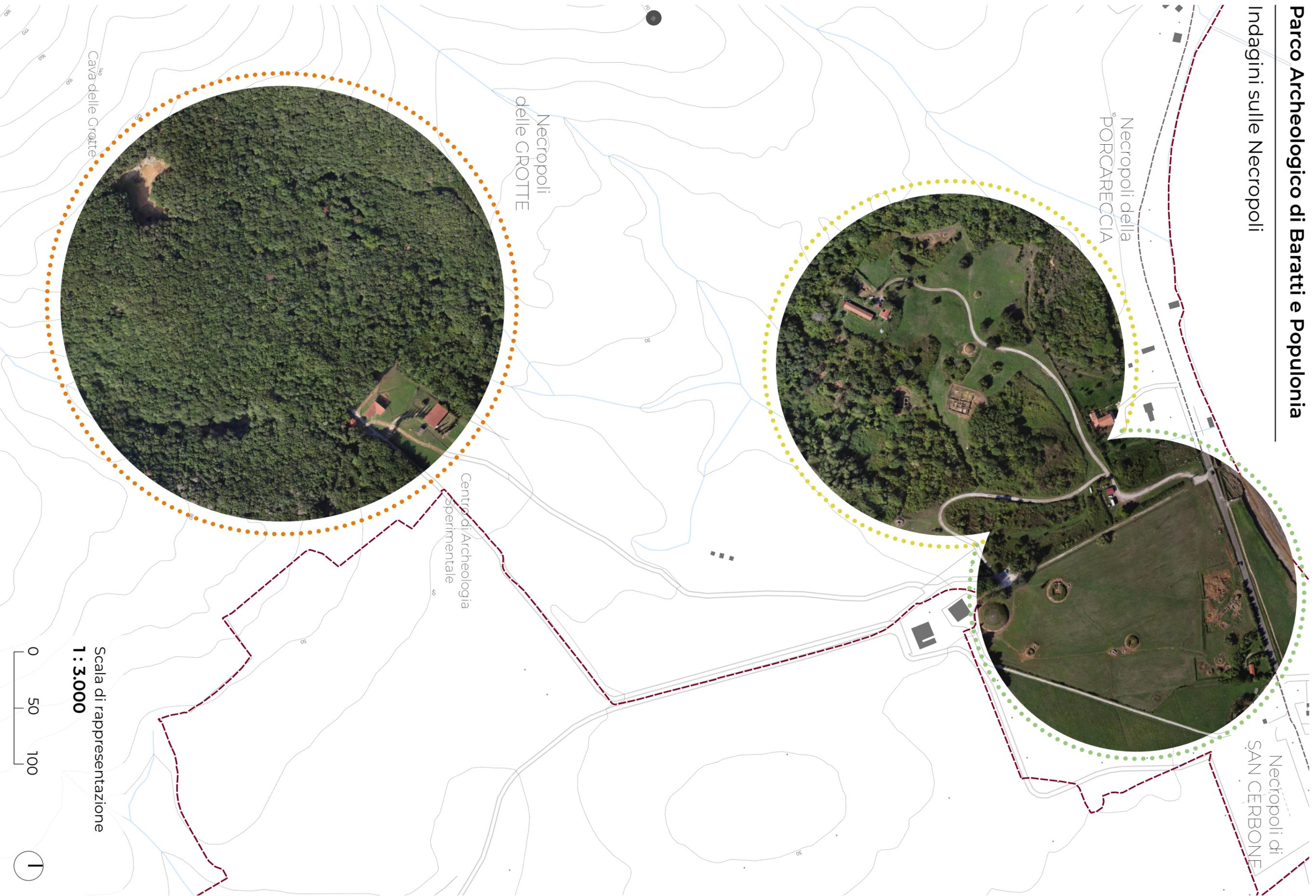
Scala di rappresentazione
1:2.000



0 20 40 m
|_|_|_|_|

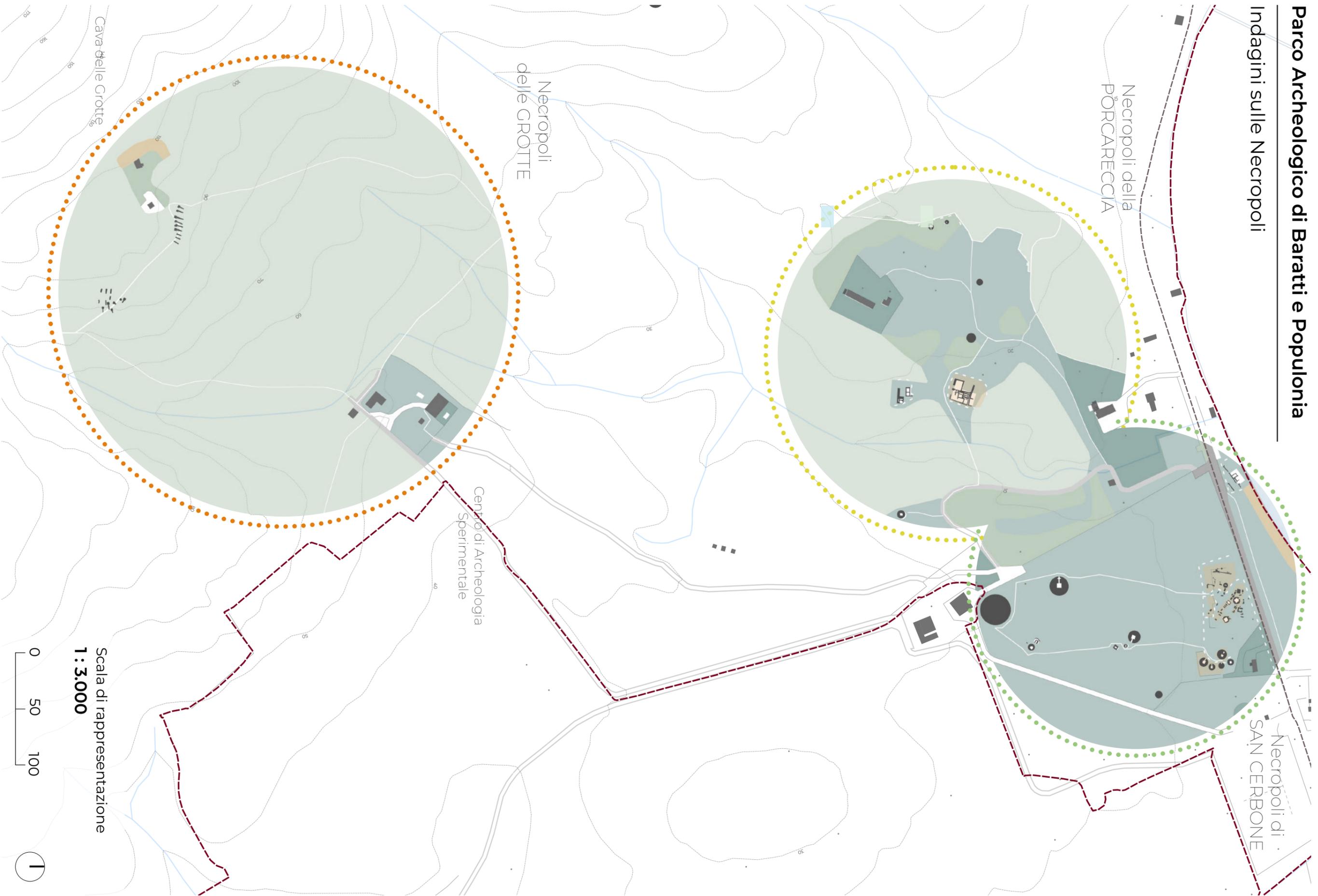
Parco Archeologico di Baratti e Populonia

Indagini sulle Necropoli



Parco Archeologico di Baratti e Populonia

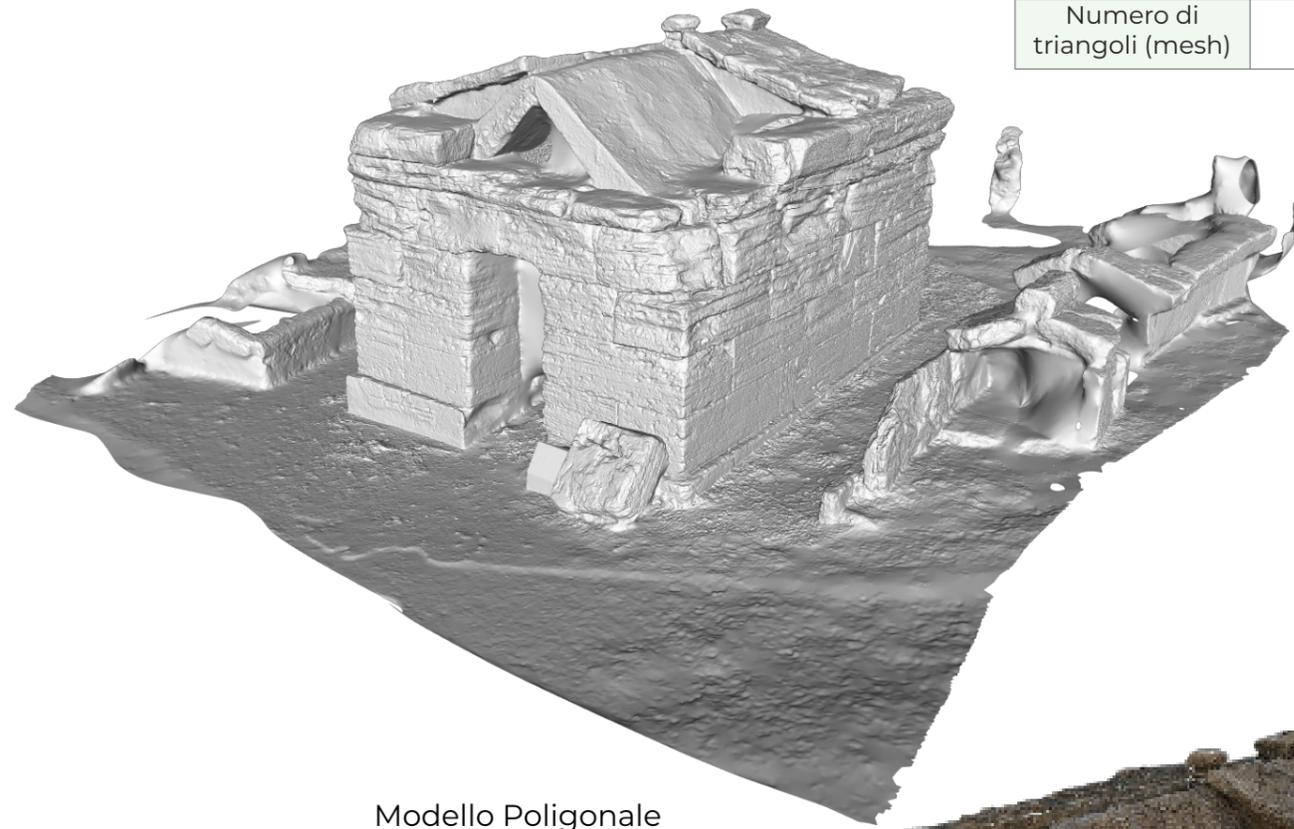
Indagini sulle Necropoli



Tomba del Bronzetto dell'Offerente

Sony ILCE 7RM3

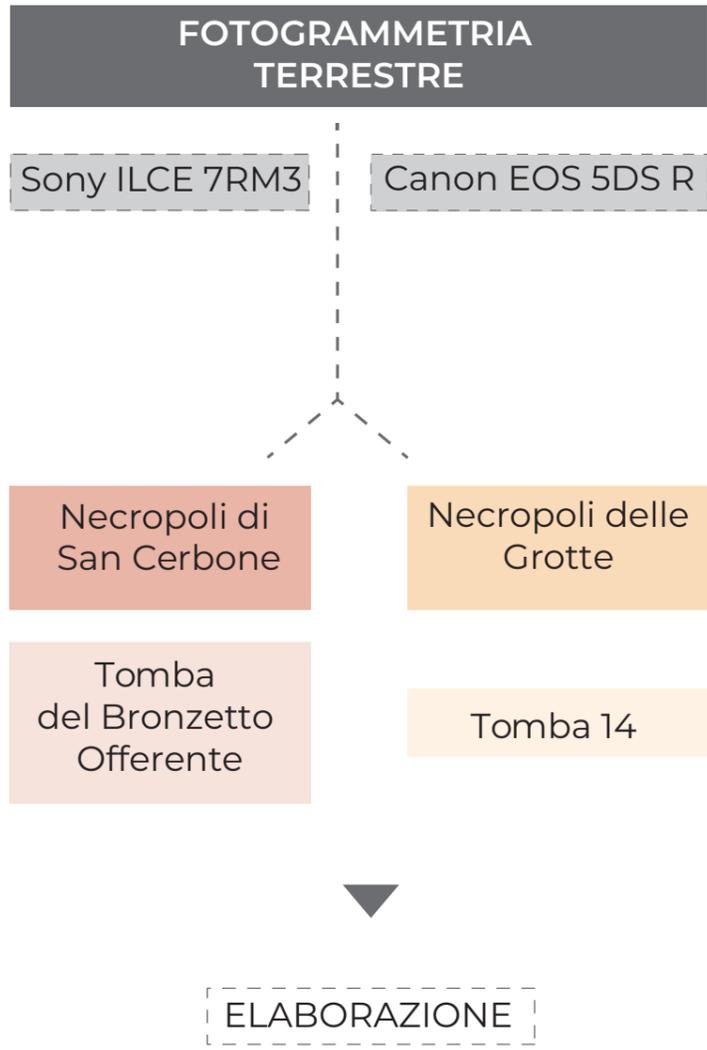
Numero di fotogrammi	40
Numero di punti della nuvola	5.754.847
Numero di triangoli (mesh)	11.506.312



Modello Poligonale



Modello Texturizzato



Cava delle Grotte

Nuvola di punti ottenuta dall'integrazione della fotogrammetria aerea e terrestre.

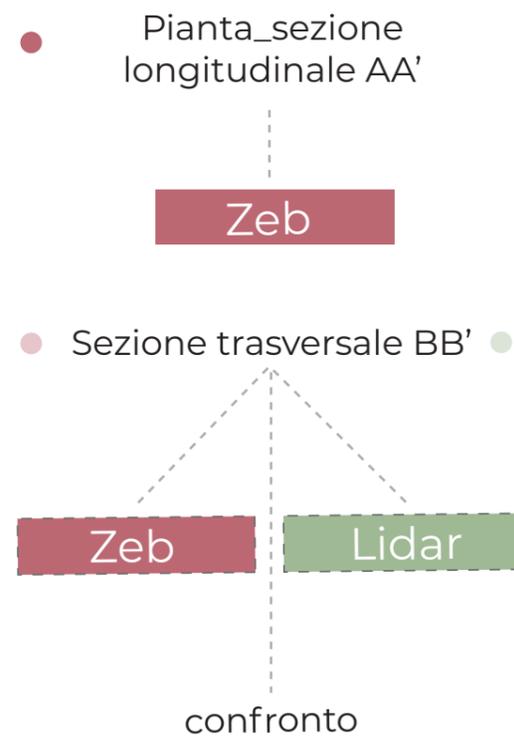
	Canon EOS 5DS R	DJI Phantom 4
Numero di fotogrammi	105	46

Numero di fotogrammi	151
Numero di punti della nuvola	17.953.141
Numero di triangoli (mesh)	5.015.902

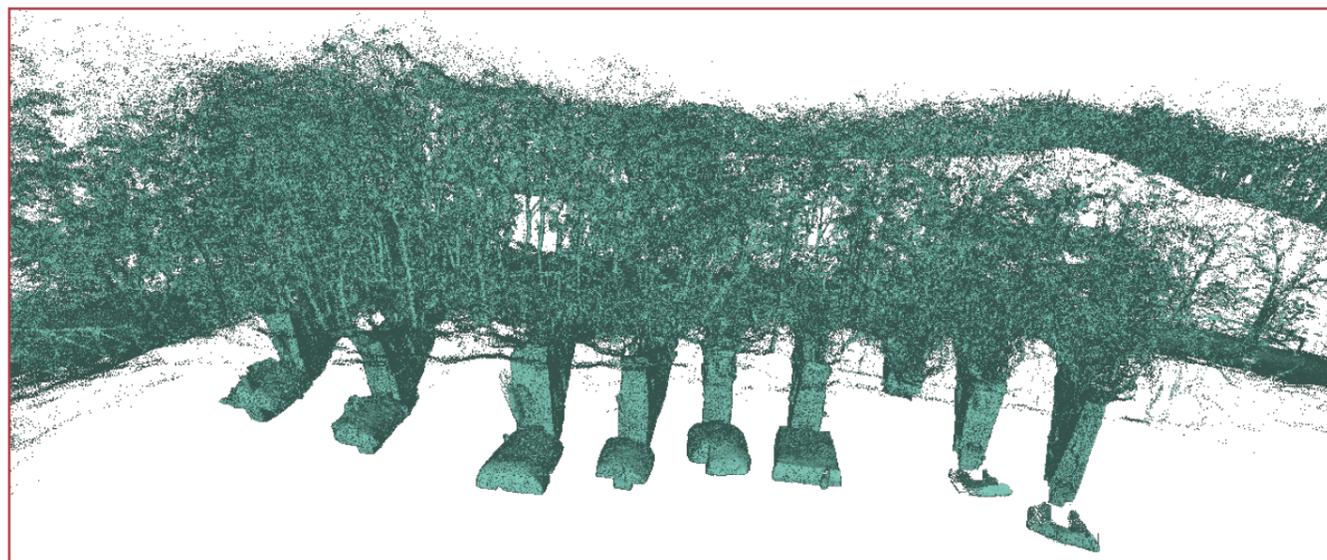


Restituzioni bidimensionali dalla nuvola di punti

TOMBE LIMITROFE



Scala di rappresentazione 1:100



Restituzioni bidimensionali dalla nuvola di punti

CAVA DELLE GROTTE

- Pianta_sezione longitudinale AA'

Lidar

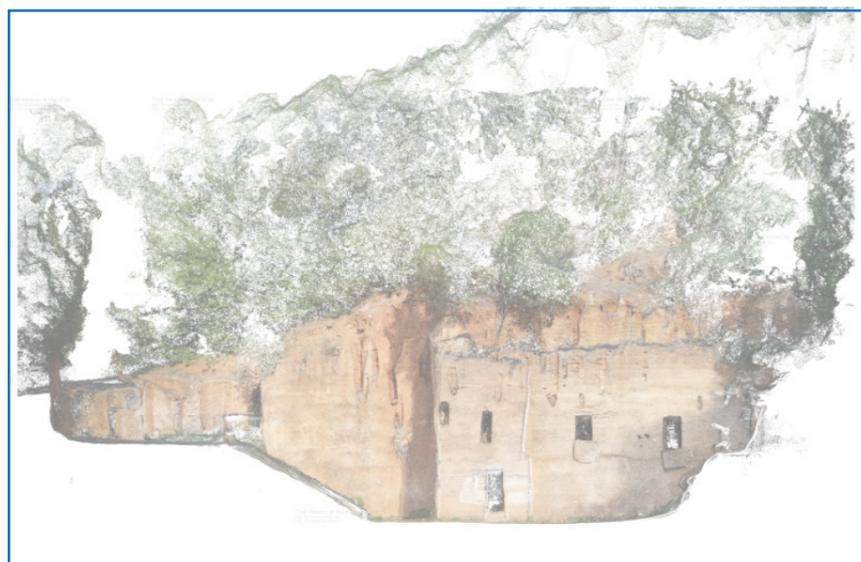
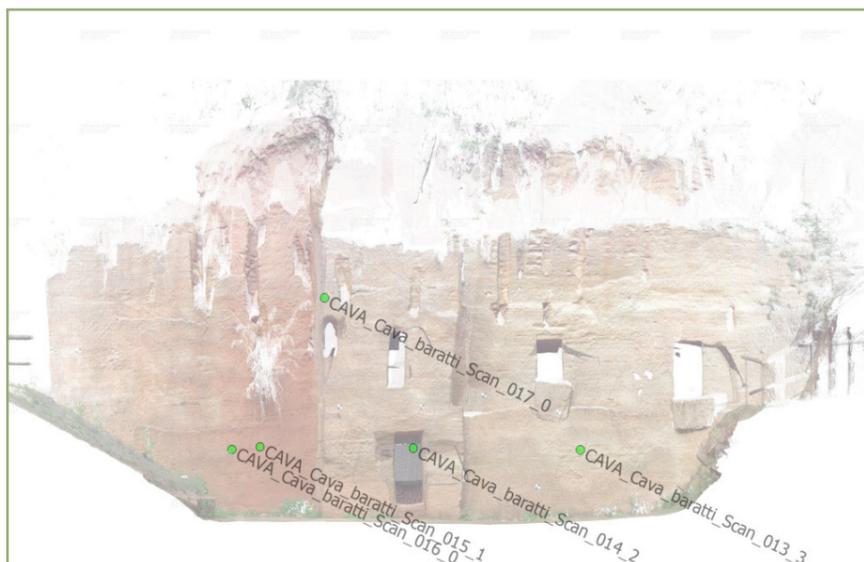
- Prospetto_sezione trasversale BB'

Fotogrammetria

- Sezione trasversale CC'

Zeb

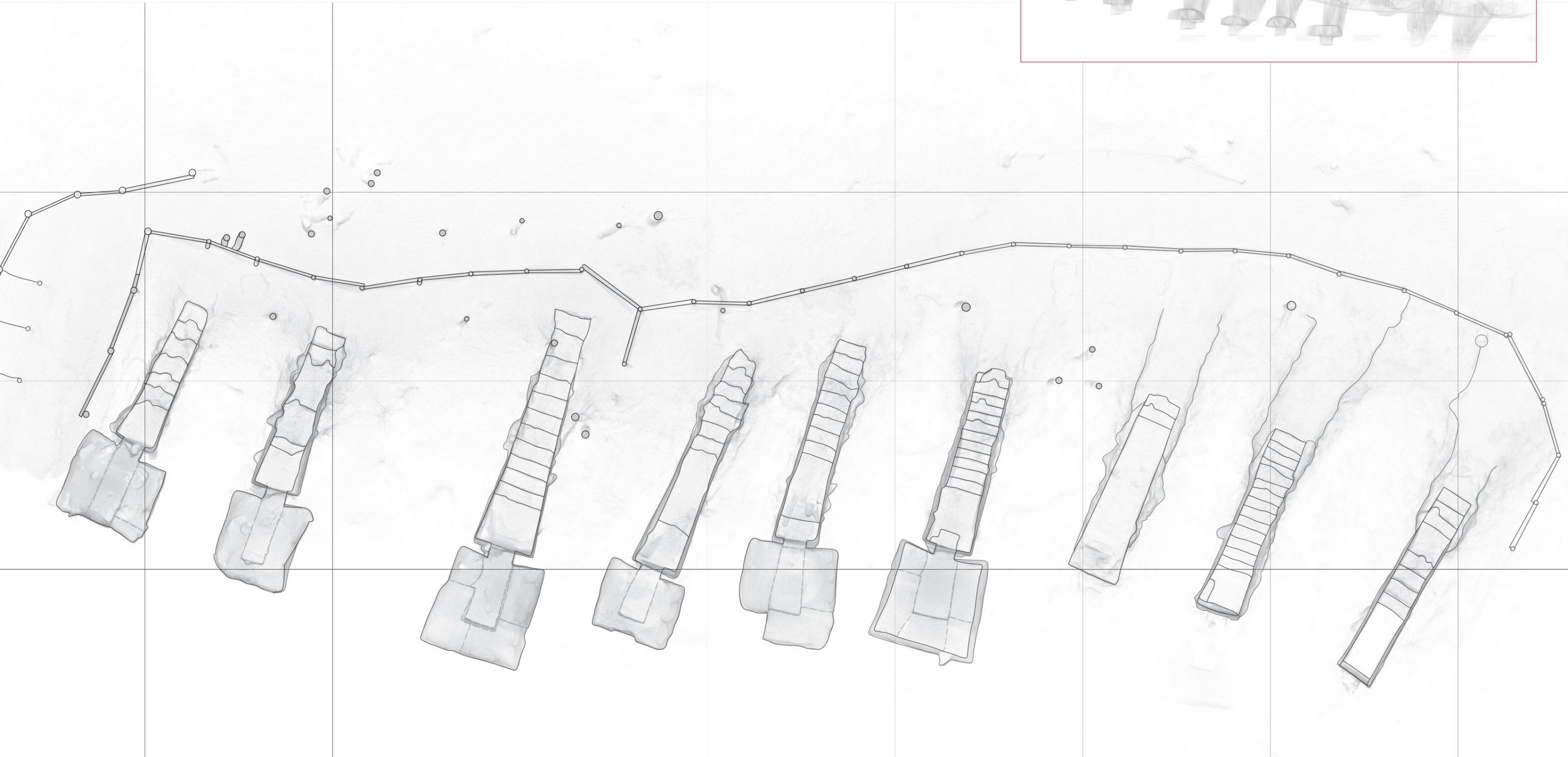
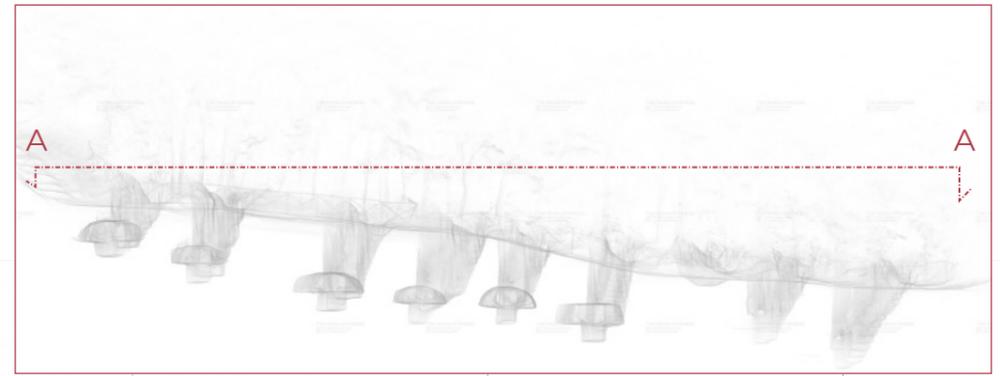
Scala di rappresentazione 1:100



Tombe limitrofe

SEZIONE AA

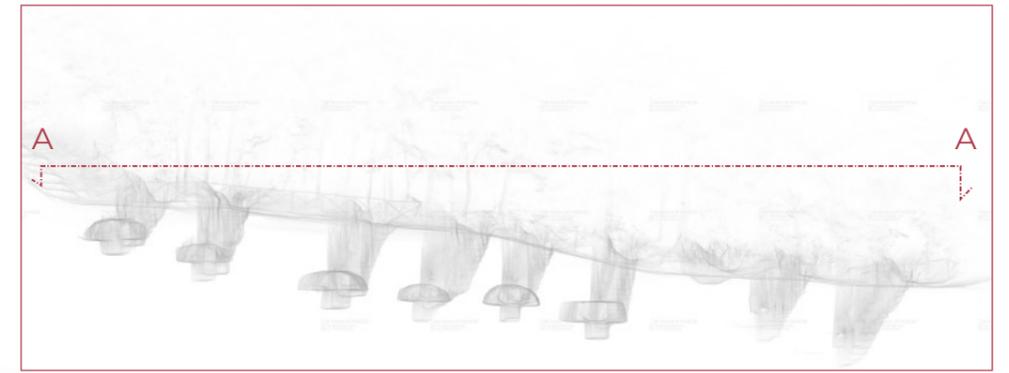
Rilievo dati scanner mobile _ Zeb
Scala 1:100



Tombe limitrofe

SEZIONE AA

Rilievo dati scanner mobile _ Zeb
Scala 1:100



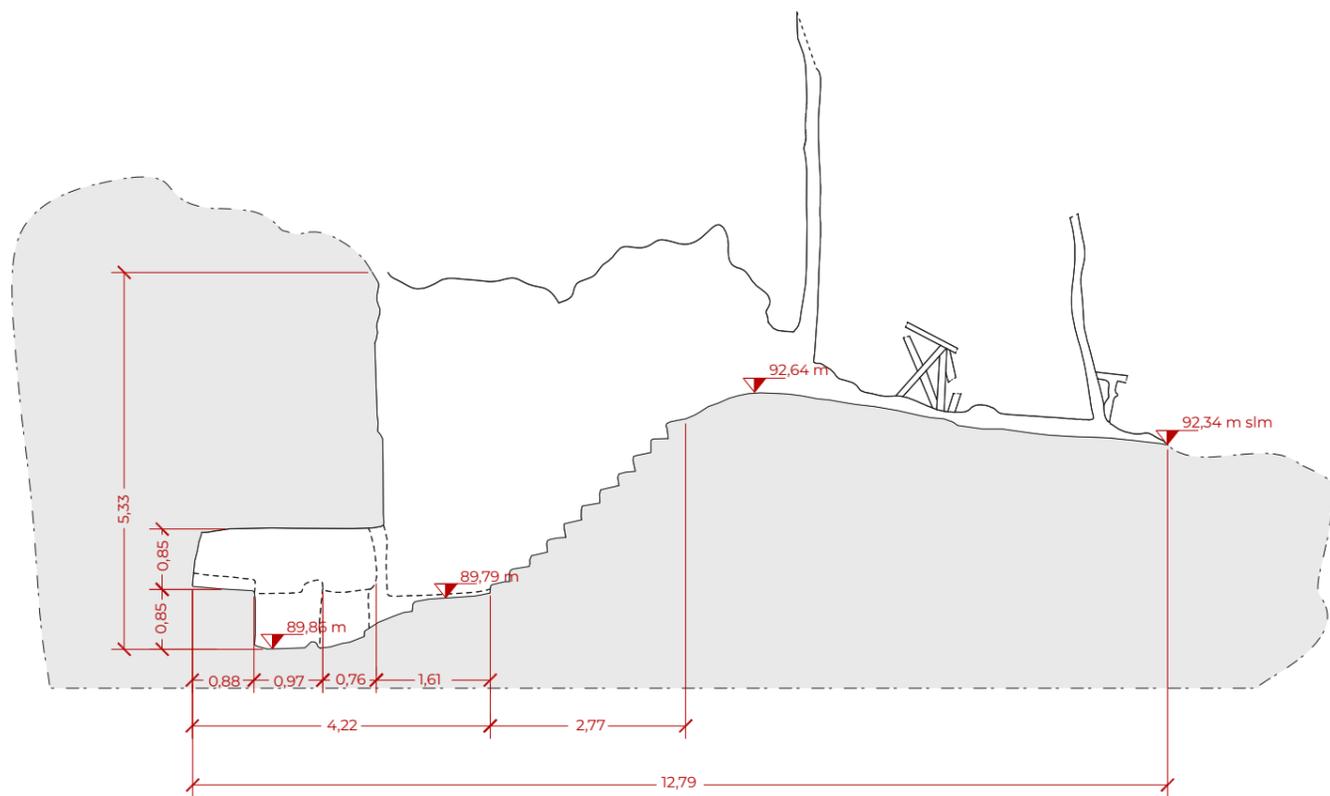
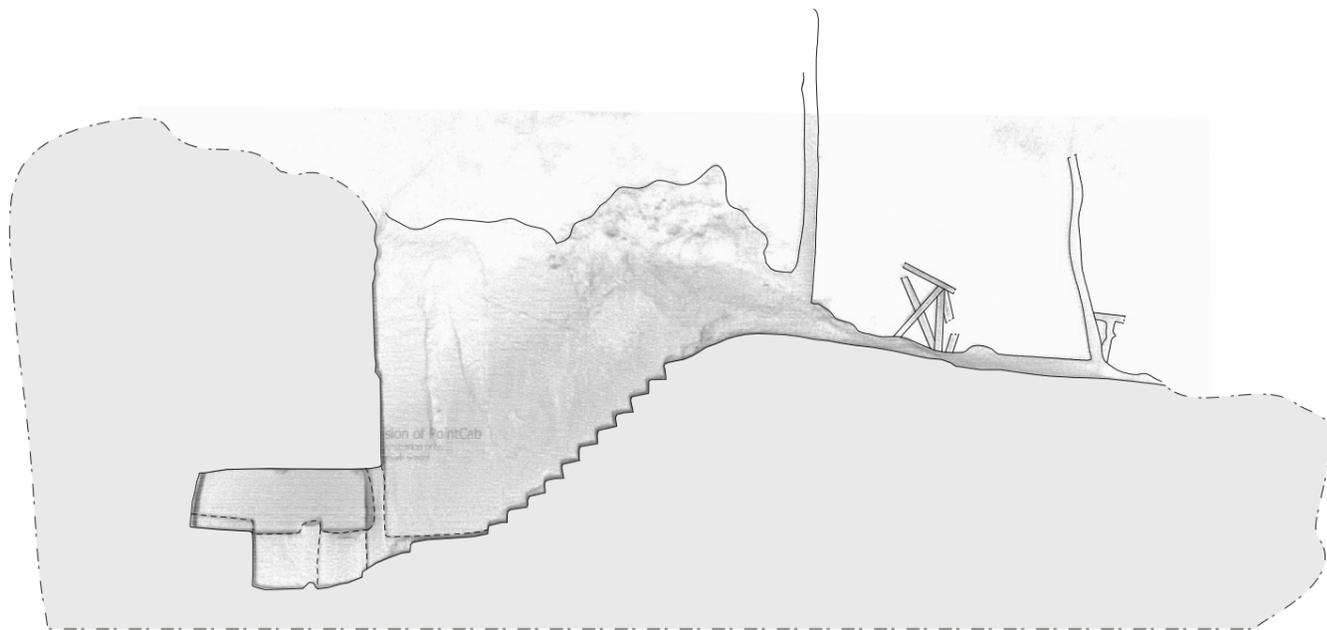
- Dato non rilevato
- Terreno
- Curve di livello
- Quota altimetrica
- Quota longimetrica

Tombe limitrofe

SEZIONE BB

Rilievo dati laser portatile
scala 1 : 100

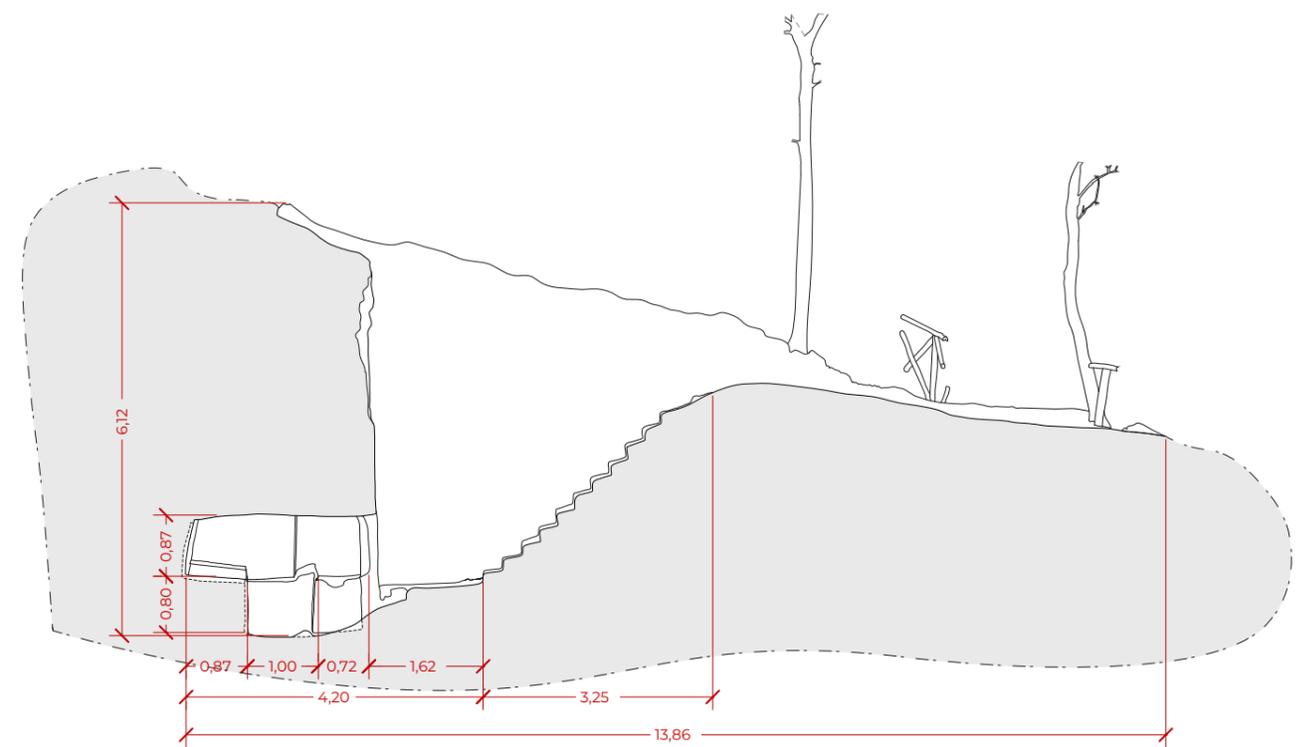
- Dato non rilevato
- - - Profilo ipotizzato
- Terreno
- ▼ Quota altimetrica
- ↔ⁿ Quota longimetrica



Tombe limitrofe

SEZIONE BB

Rilievo dati laser scanner
Scala 1 : 100

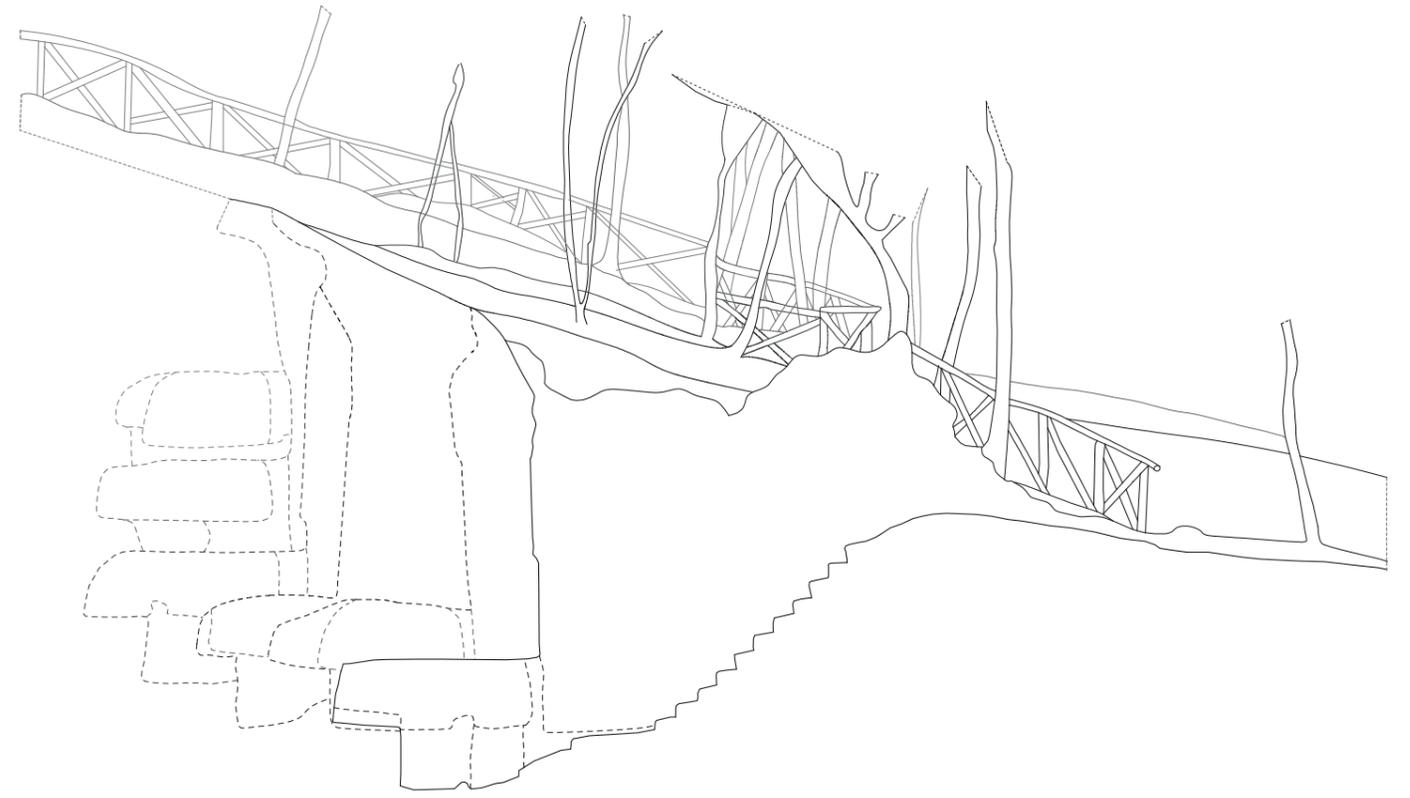
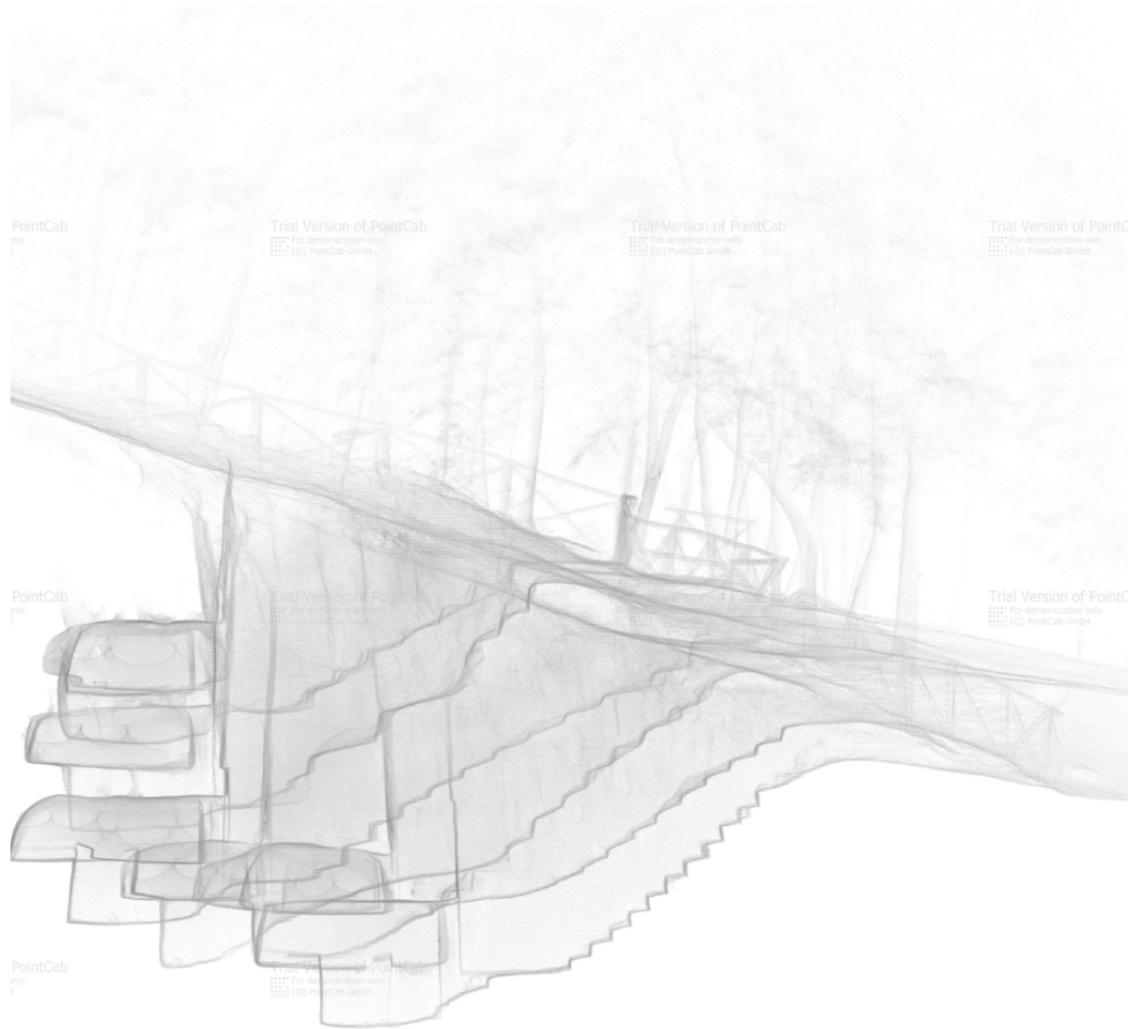
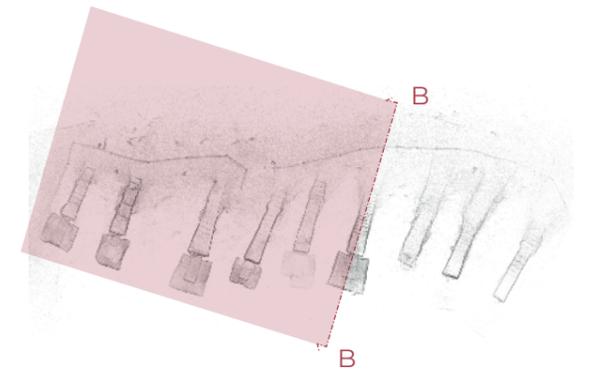


TOMBA 4

in relazione con le altre tomba a camera ipogee presenti nella Necropoli delle Grotte.

Rilievo dati laser scanner
Scala 1 : 100

Sezione BB



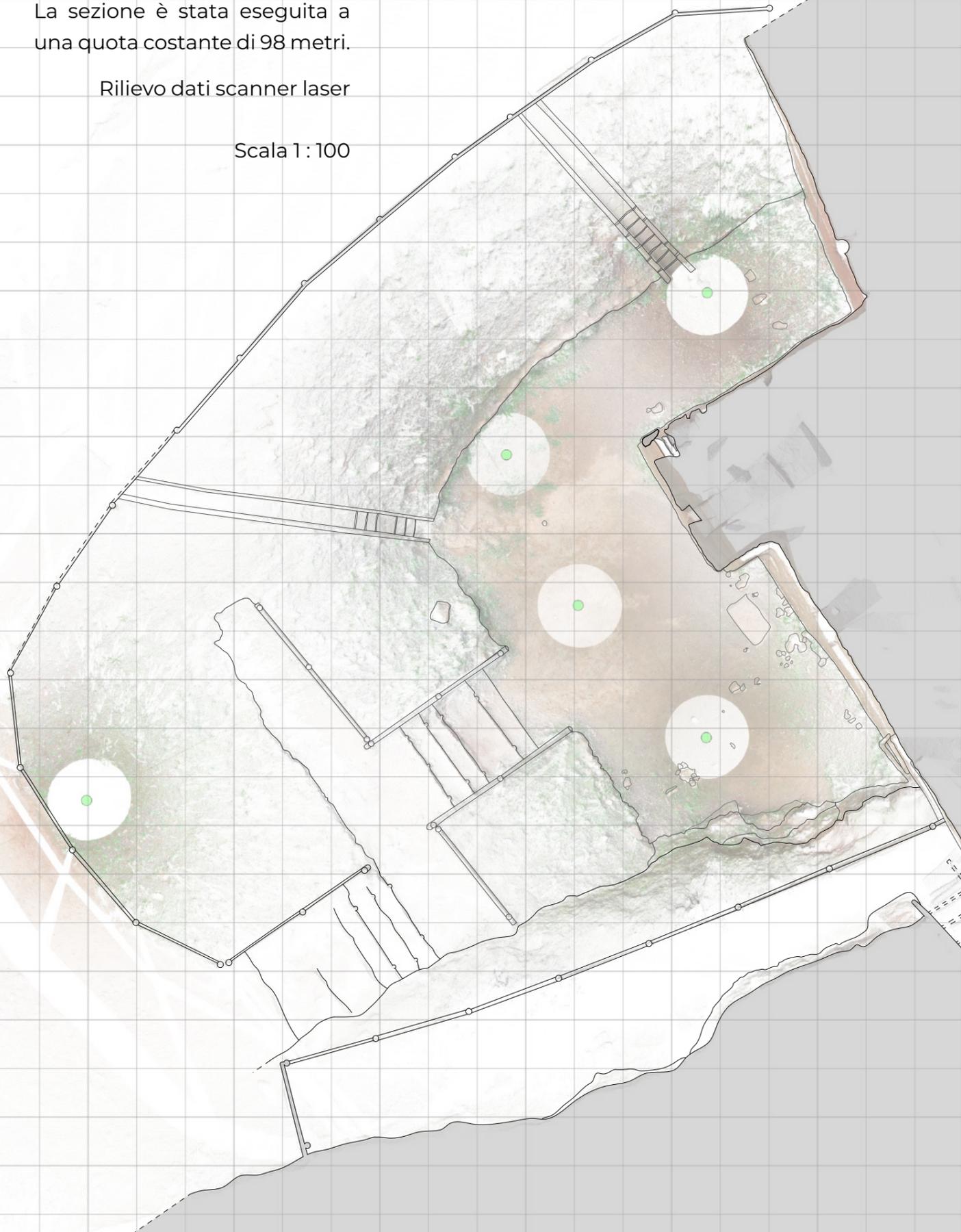
Cava delle Grotte

SEZIONE AA

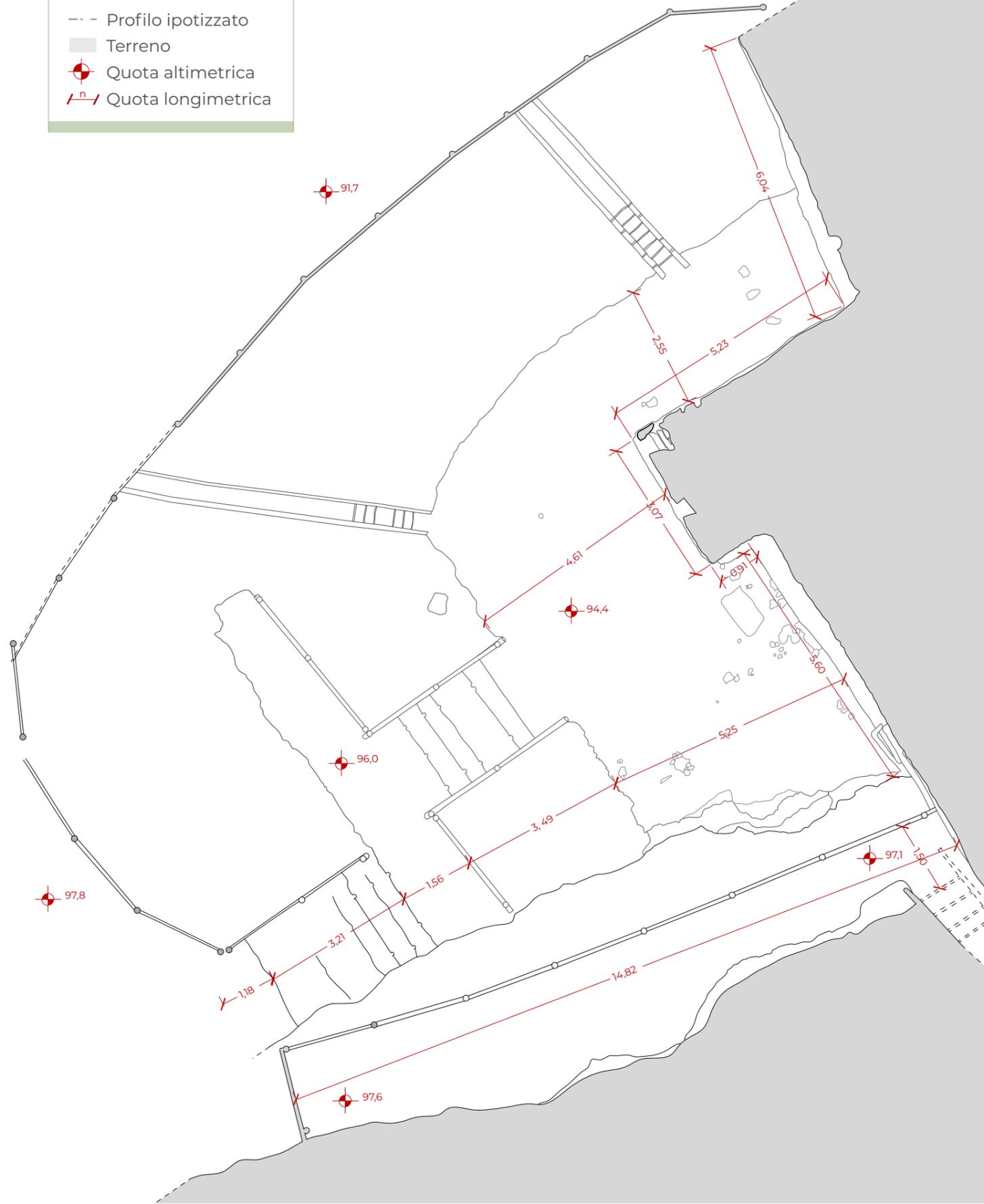
La sezione è stata eseguita a una quota costante di 98 metri.

Rilievo dati scanner laser

Scala 1:100



- Dato non rilevato
- - - Profilo ipotizzato
- Terreno
- ⊕ Quota altimetrica
- ↔ Quota longimetrica

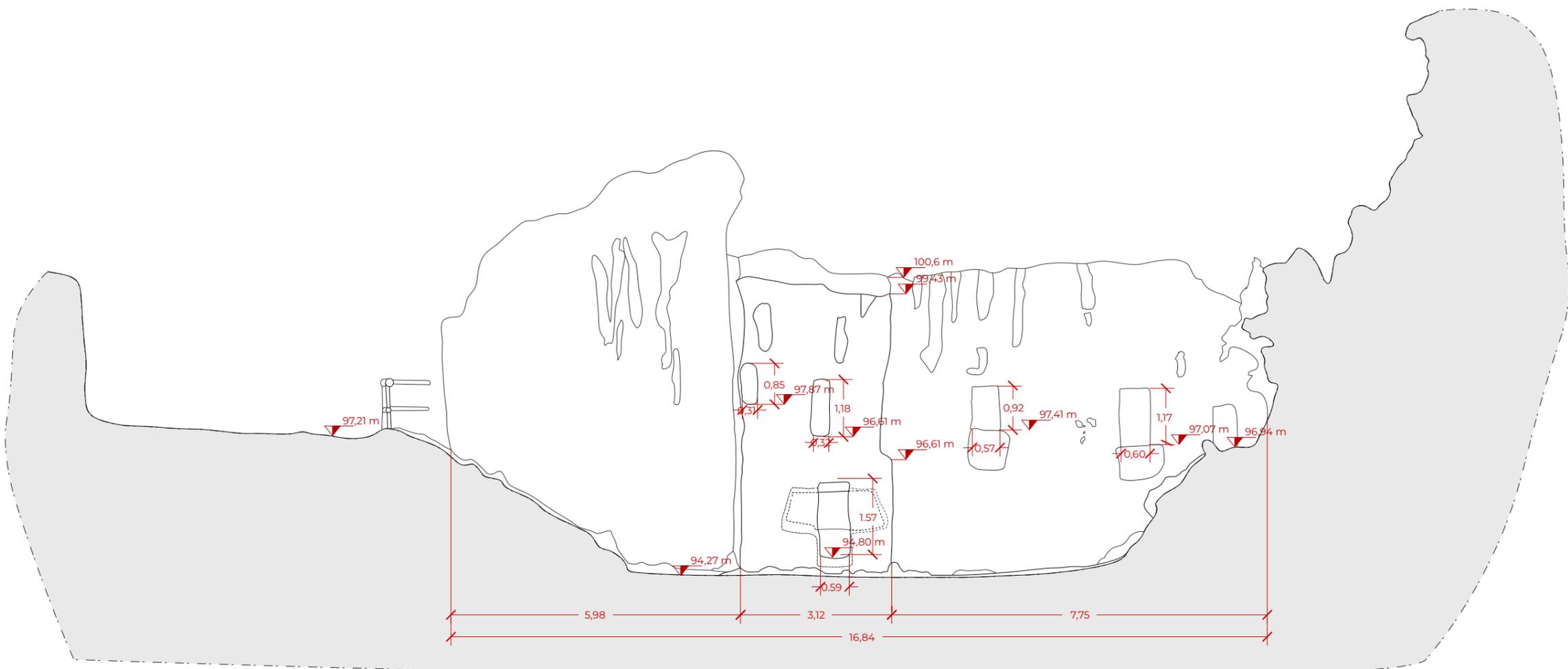


Cava delle Grotte

SEZIONE BB

Rilievo dati fotogrammetrici e
laser portatile

Scala 1:100



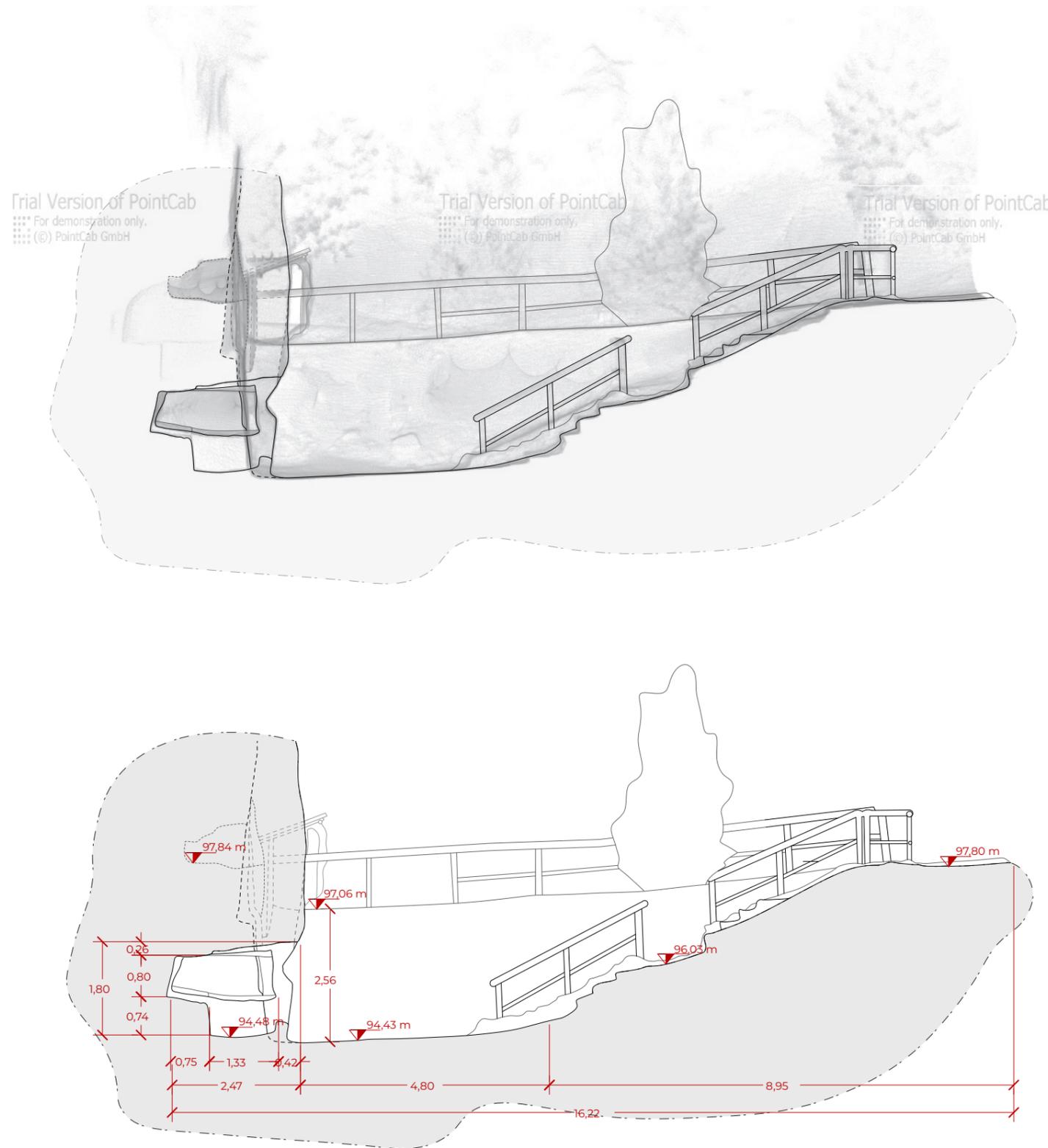
Cava delle Grotte

SEZIONE CC

Rilievo dati laser portatile

Scala 1 : 100

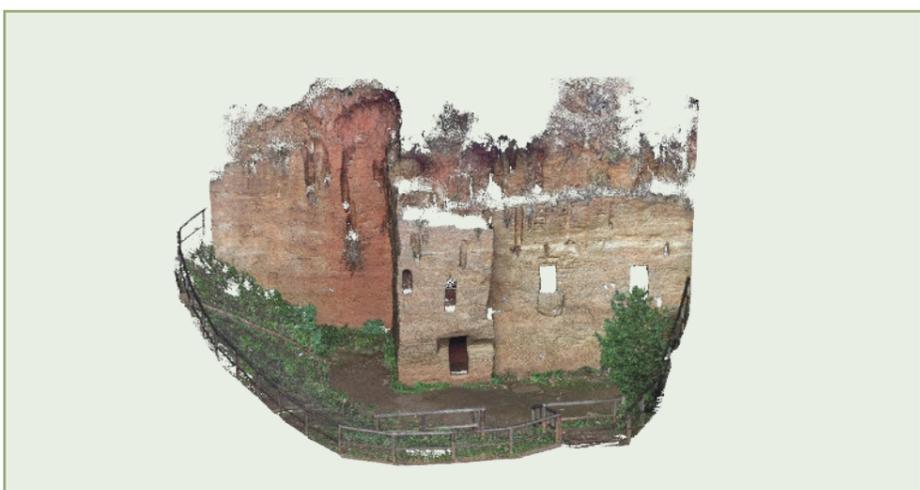
- Profilo ipotizzato
- Terreno
- ▼ Quota altimetrica
- ↗ Quota longimetrica



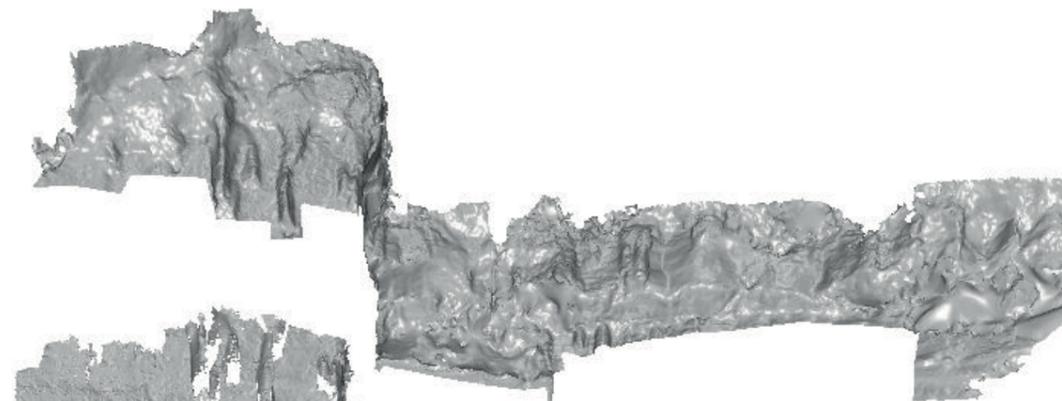
CAVA DELLE GROTTE

Restituzione tridimensionale

NUVOLA



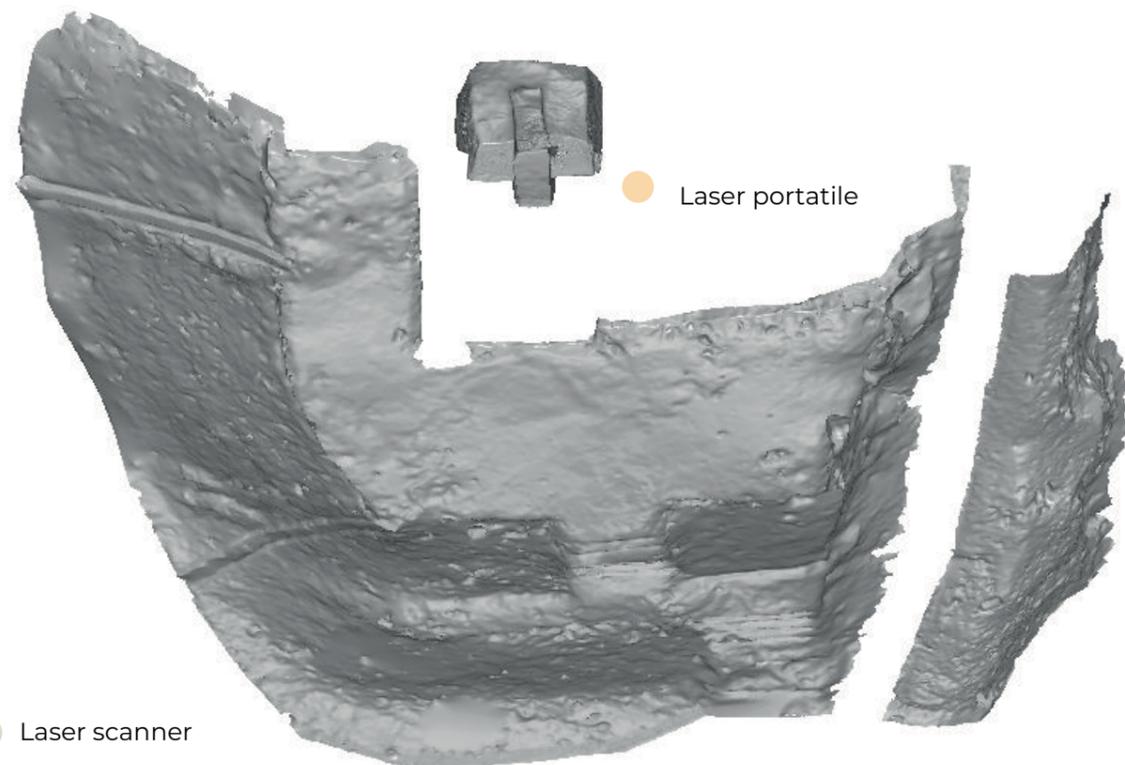
MODELLO POLIGONALE (MESH)



Fotogrammetria



Laser Scanner



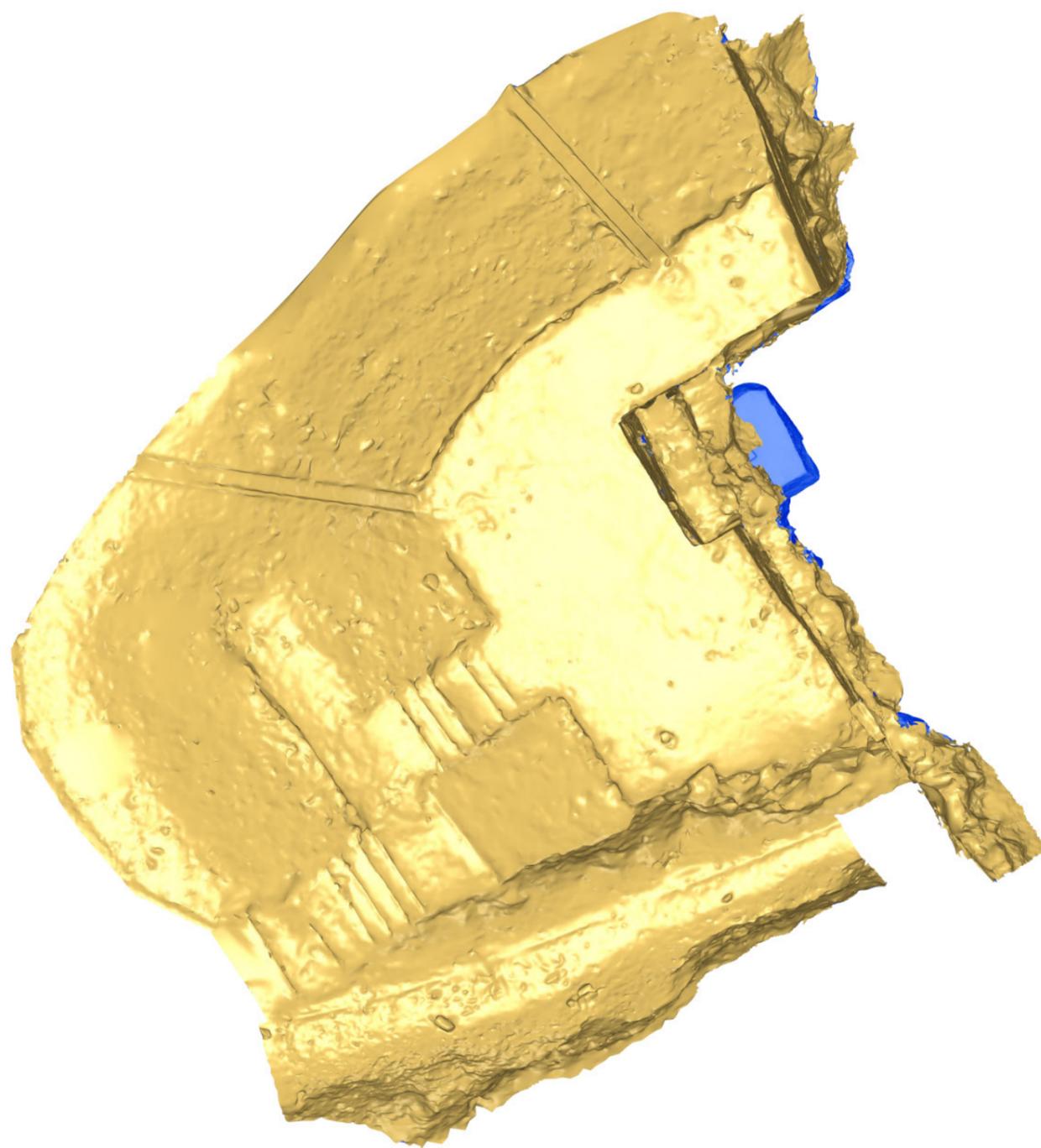
Laser portatile

Laser scanner

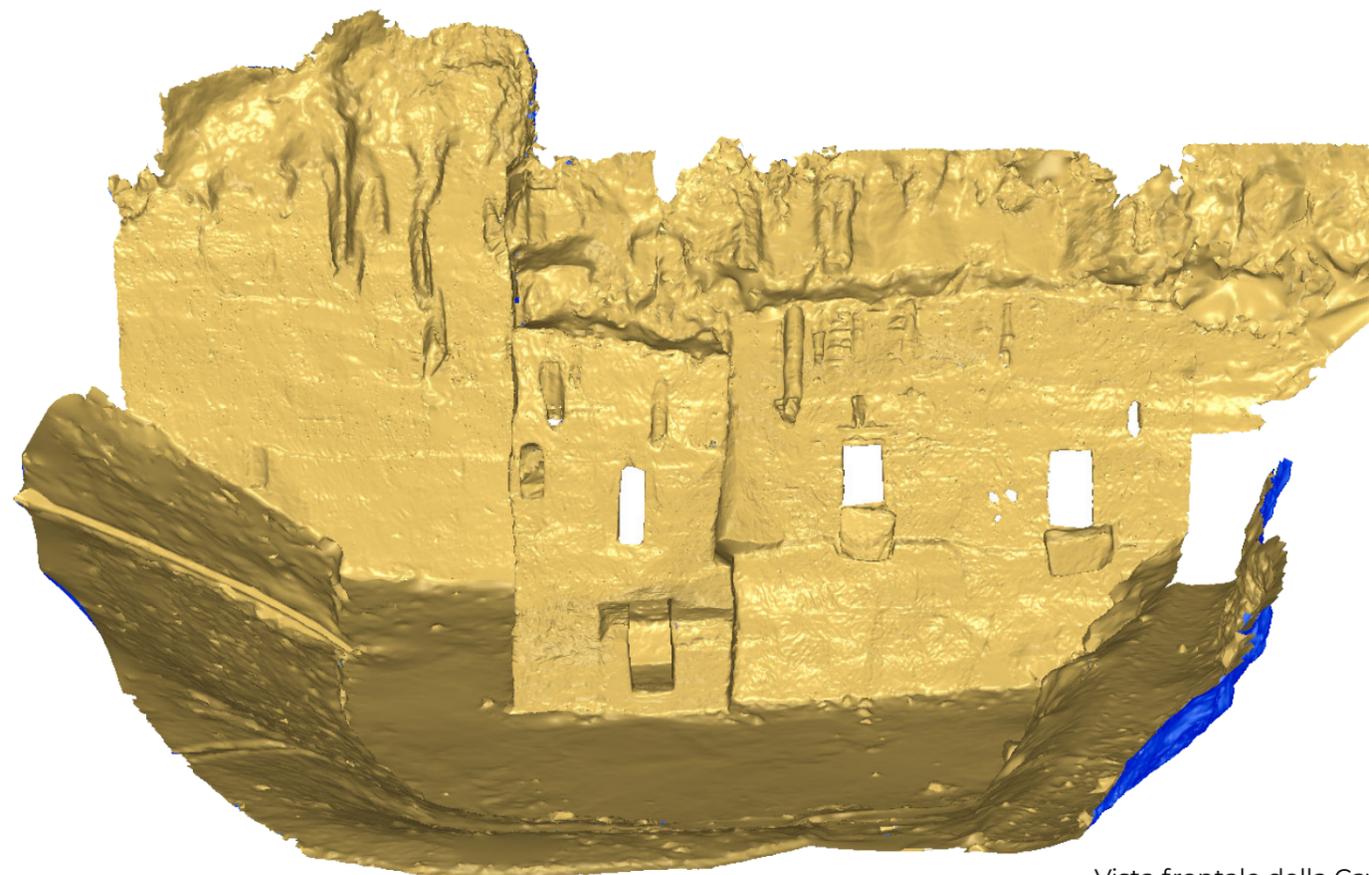
Laser portatile

CAVA DELLE GROTTE

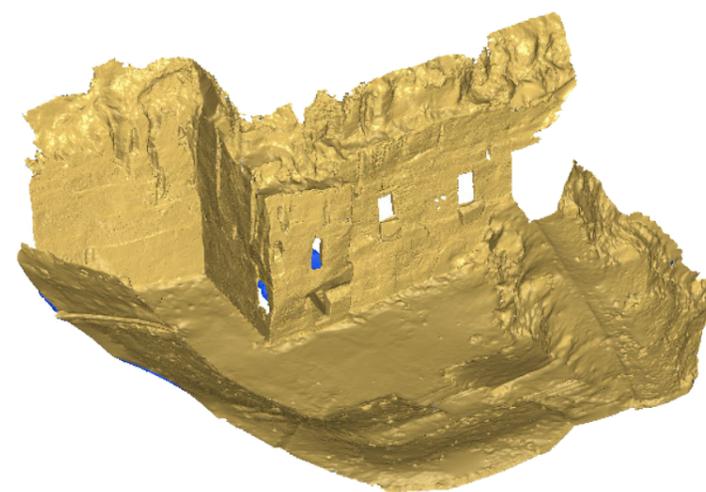
Modello poligonale complessivo



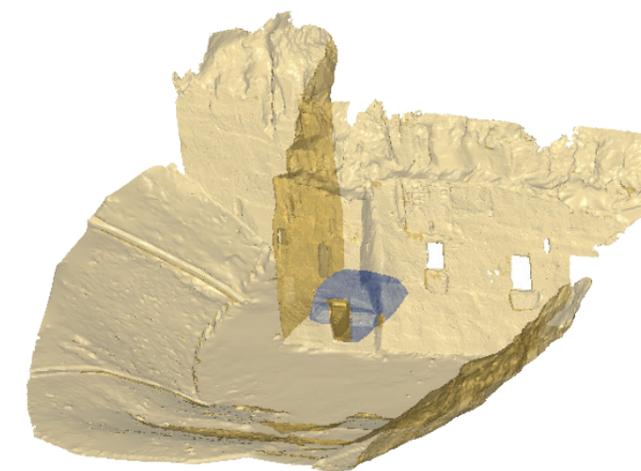
Vista dall'alto della Cava delle Grotte



Vista frontale della Cava delle Grotte



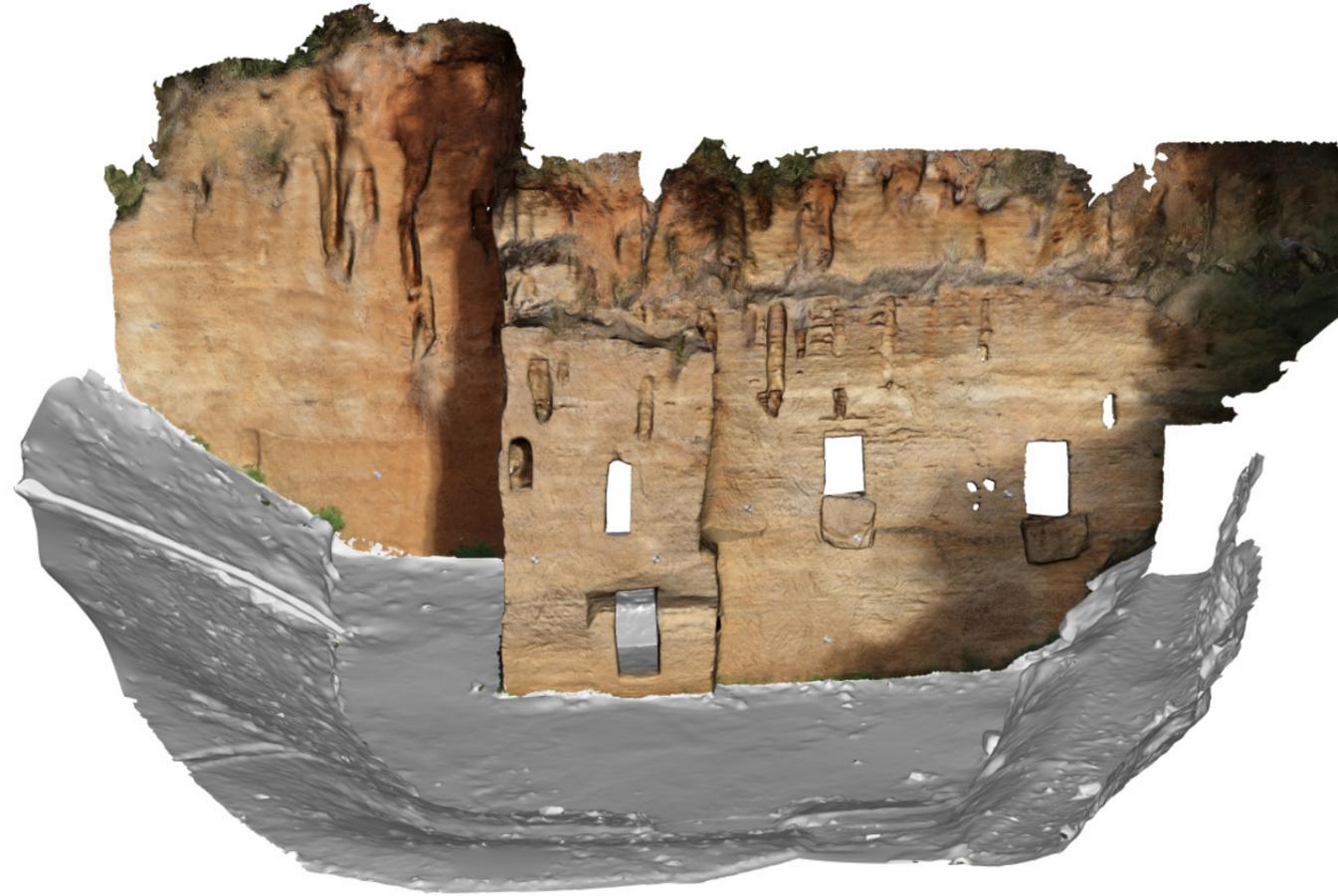
Vista laterale della Cava delle Grotte



Dettaglio della tomba 14

CAVA DELLE GROTTE

Modello texturizzato
in corrispondenza della parete
della cava



Vista frontale della texture in
corrispondenza della parete
della cava delle Grotte.



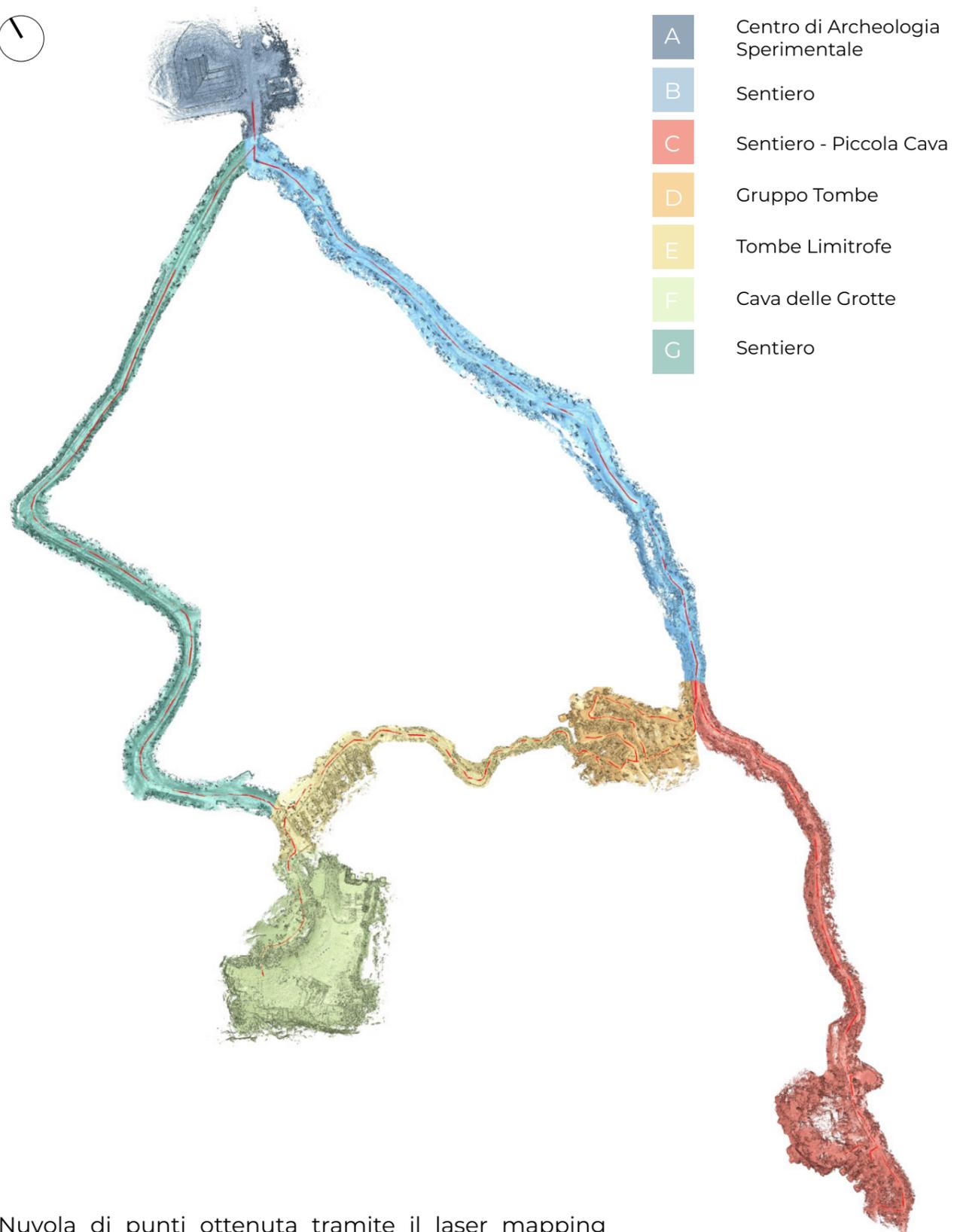
Vista laterale della texture in
corrispondenza della parete
della cava delle Grotte.

Datazione Tombe

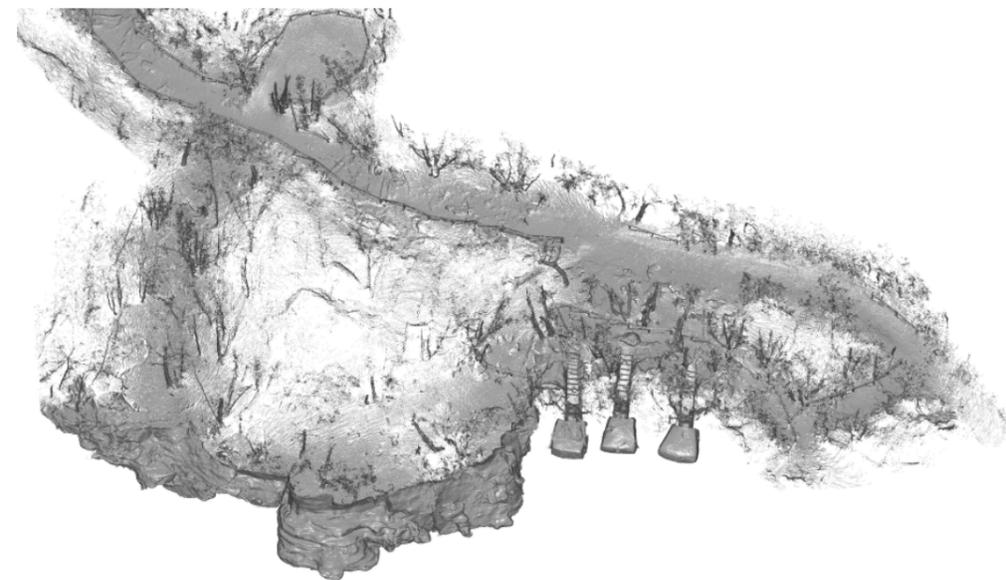
presenti nella Necropoli di San Cerbone e della Porcareccia



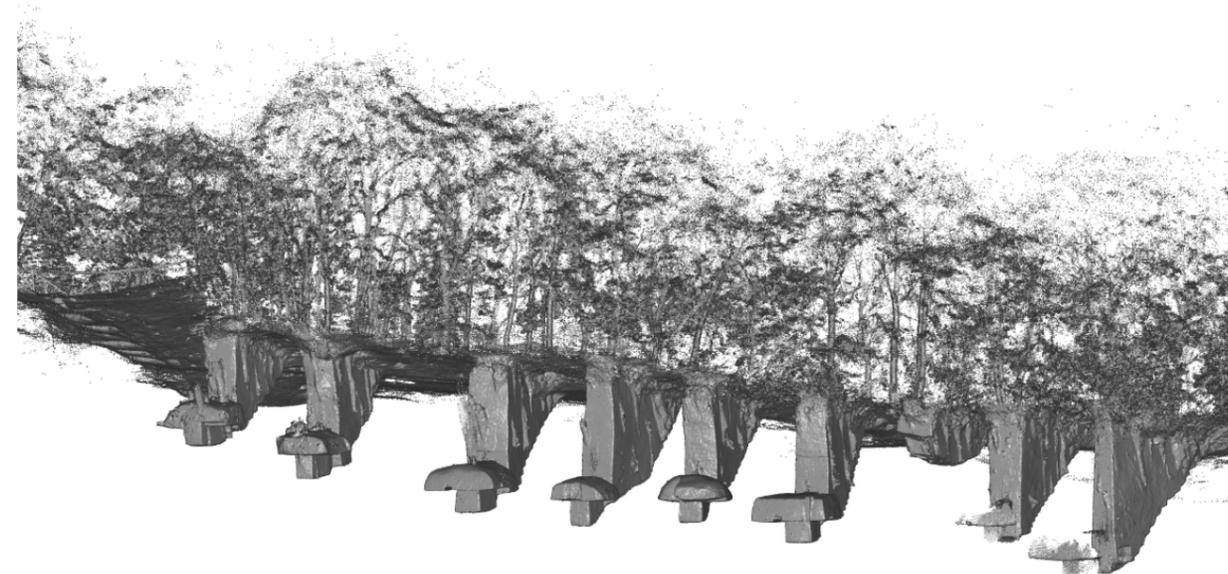
NECROPOLI DELLE GROTTI



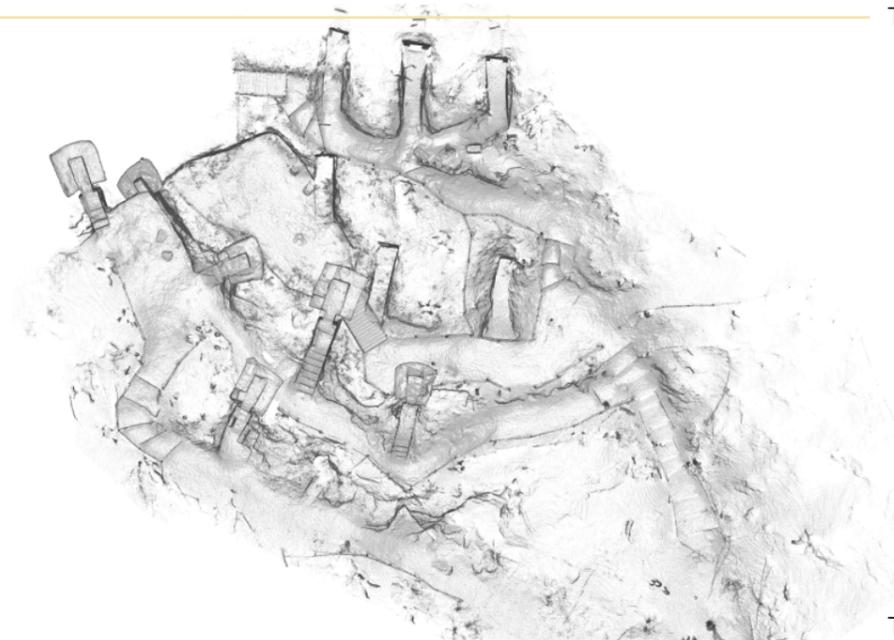
Nuvola di punti ottenuta tramite il laser mapping mobile all'interno della Necropoli delle Grotte. Il tratto rosso indica il sentiero delle Cave, i dati sono georeferiti.



Piccola Cava

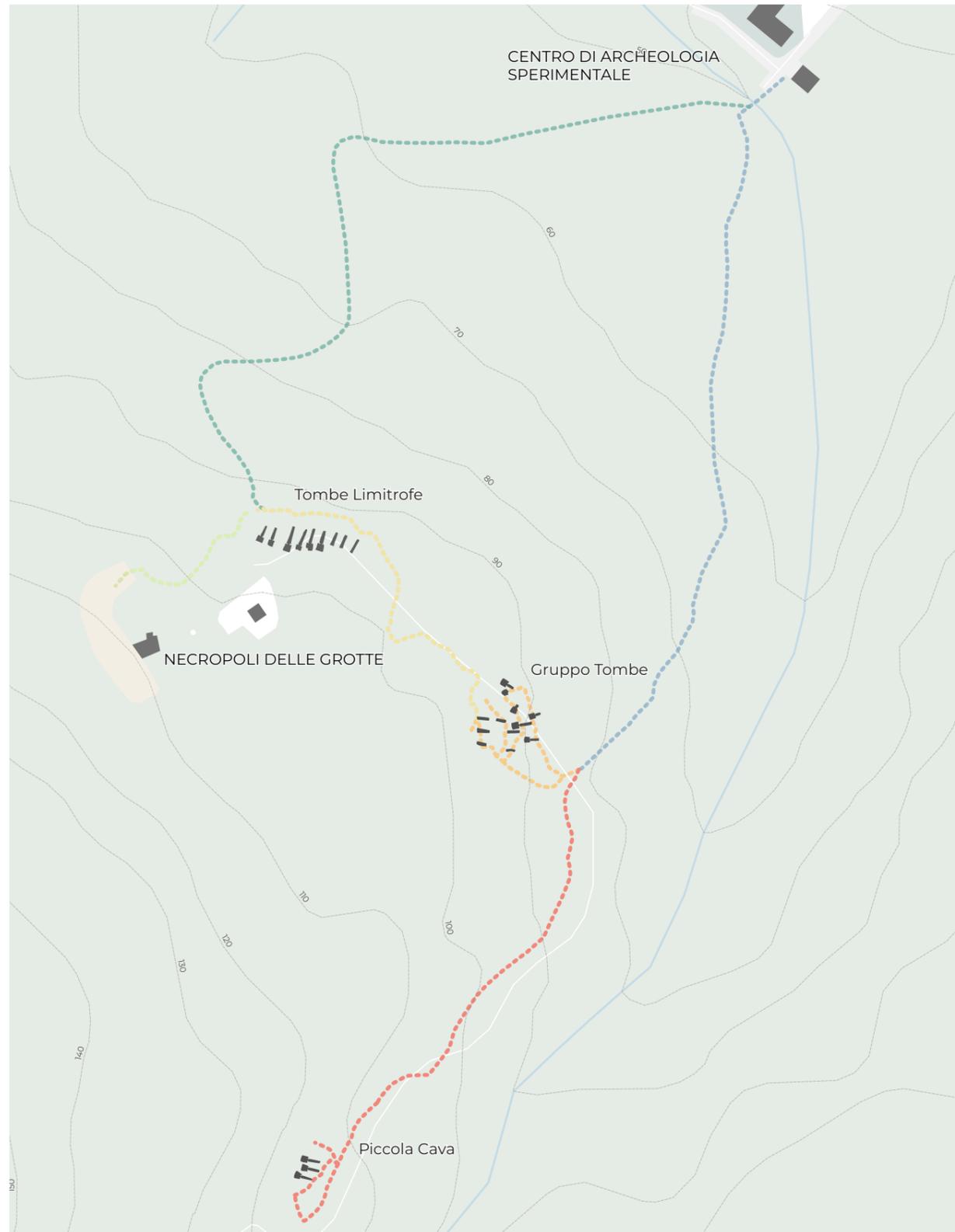


Tombe limitrofe



Tombe su livelli

Via delle Cave



Scala di rappresentazione

1:2.000



Carta elaborata con QGis 3.2.0
Sistema di riferimento WGS84/
UTM Zone 32N (codice EPSG:32632).

La carta mostra la vettorializzazione nei diversi tratti del sentiero lungo la Via delle Cave, dal centro di Archeologia Sperimentale alla Cava delle Grotte, e il posizionamento delle tombe ipogee incontrate lungo il percorso. La realizzazione di questo tipo di rilievo è stato possibile grazie all'utilizzo del laser mapper portatile Zeb_Revo.

I Dataset del progetto GIS che originano la mappa sono così strutturati:

Shapefile convertiti dal Geoportale:

- 02_immobili_e_antropizzazioni
- 04idrografia
- 05_oroграфия
- 06_vegetazione

Shapefile creati, sulla base dei dataset del geoportale della Regione Toscana :

- coltura agricola
- bosco
- edificato
- sentieri
- fiumi
- cava estrazione
- curve di livello

Shapefile creati a seguito del rilievo tramite l'utilizzo dello strumento Zeb_Revo, laser mapper portatile:

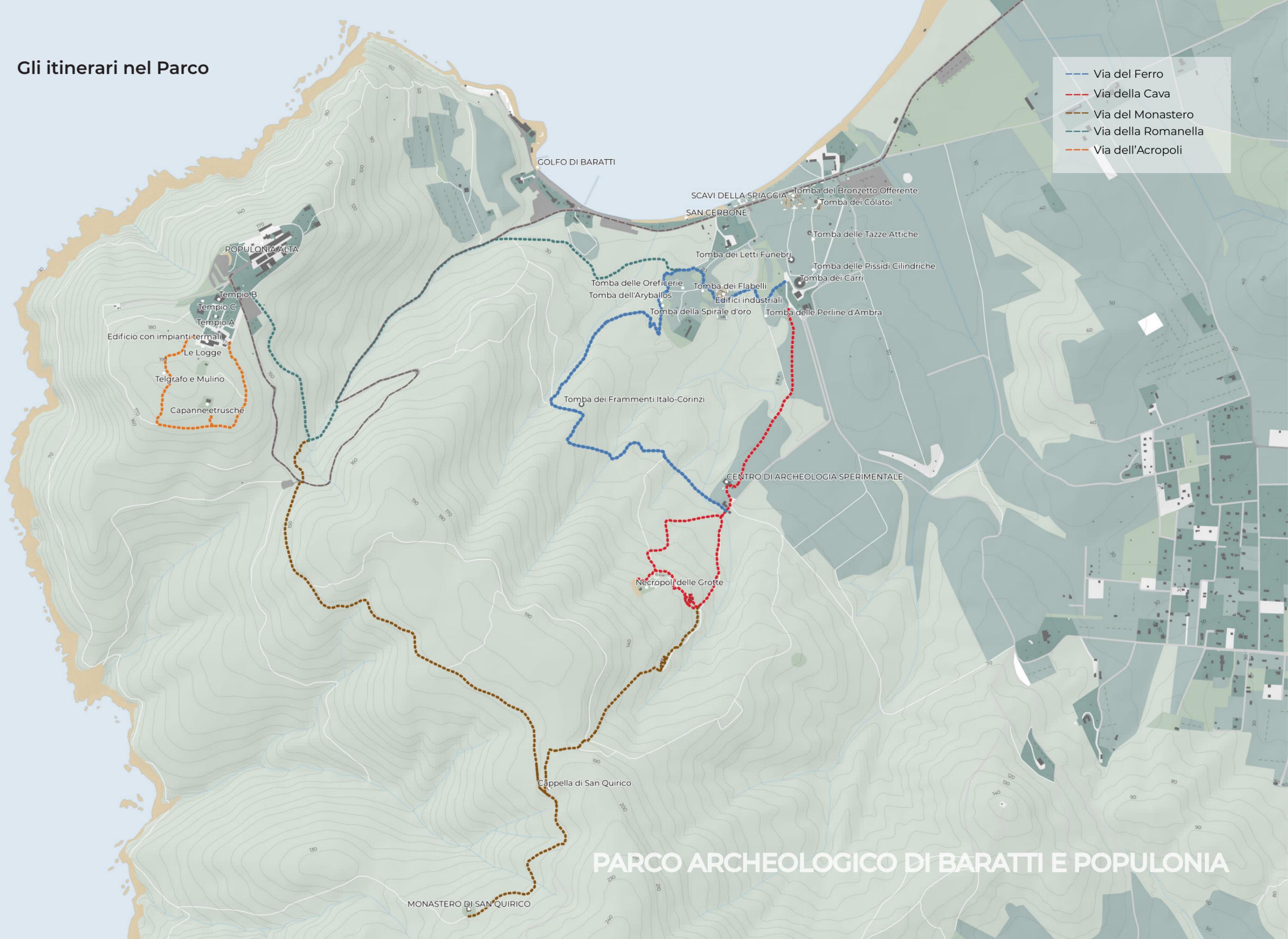
- Via della Cava_diviso
- Gruppo Tombe
- Tombe Limitrofe
- Piccola Cava

LEGENDA

Area verde	Tratto B _ sentiero	Cava estrazione
Coltura agricola	Tratto C _ piccola Cava	Curve di Livello
Bosco	Tratto D _ gruppo Tombe	Tombe ipogee
Edificato	Tratto E _ tombe Limitrofe	Modello ombreggiato
	Tratto F _ Cava delle Grotte	
	Tratto G _ sentiero	

Gli itinerari nel Parco

- Via del Ferro
- Via della Cava
- Via del Monastero
- Via della Romanella
- Via dell'Acropoli



PARCO ARCHEOLOGICO DI BARATTI E POPULONIA