



TESI DI LAUREA MAGISTRALE

UTILIZZO DEL BIM NEL CAMPO  
ARCHEOLOGICO:  
I RITROVAMENTI DI LINEA 6 DELLA  
METROPOLITANA DI NAPOLI IN PIAZZA  
MUNICIPIO

Relatore: Prof. Arch. Luigi Fregonese

Correlatori: Prof. Arch. Andrea Adami  
Prof. Arch. Francesco Fassi

Studenti: Anna Rita Erlacher 833816  
Martina Pomini 833823

Anno Accademico 2015/2016



# INDICE

INDICE .....	3
ABSTRACT.....	9
<b>1 IL CONTESTO URBANO E LA SUA EVOLUZIONE .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 LA CITTÀ GRECO-ROMANA E L'ETÀ PALEOCRISTIANA .....</b>	<b>14</b>
1.1.1 LA NASCITA DELLA CITTÀ E LA MORFOLOGIA ANTICA.....	14
1.1.2 LE MURA E LO SVILUPPO DELLA CITTÀ .....	15
1.1.3 LA CRISI MERCANTILE E LA TRASFORMAZIONE DEL PAESAGGIO AGRARIO	17
1.1.4 LO SVILUPPO IN ETÀ IMPERIALE E L'ETA' PALEOCRISTIANA.....	17
<b>1.2 L'INVOLUZIONE URBANA NELL'ALTO MEDIOEVO .....</b>	<b>19</b>
1.2.1 LA CRISI POLITICA E LE INVASIONI BARBARICHE .....	19
1.2.2 L'EVOLUZIONE DELLA CITTA' DUCALE E LA TRASFORMAZIONE DELL'IMPIANTO URBANO .....	20
1.2.3 LO SVILUPPO DEI TRAFFICI MARITTIMI E L'ESPANIONE DELLA REGIONE PORTUALE.....	21
1.2.4 IL PAESAGGIO MEDIEVALE .....	22
<b>1.3 L'ETÀ NORMANNO-SVEVA E L'ETÀ ANGIOINA.....</b>	<b>24</b>
1.3.1 IL REGNO DI SICILIA, LE SCELTE URBANISTICHE E L'UNIVERSITA' DI NAPOLI 24	24
1.3.2 L'AVVENTO DEGLI ANGIÒ E LE PRIME OPERE PUBBLICHE .....	25
1.3.3 IL NUOVO CENTRO DELLA CITTÀ: CASTEL NUOVO .....	26
1.3.4 I "CAPITOLI DEL REGNO" E LO SVILUPPO DELL'EDILIZIA RELIGIOSA.....	26
1.3.5 L'OPERATO DI CARLO II D'ANGIÒ .....	26
1.3.6 LE ATTIVITÀ MANIFATTURIERE ED I LAVORI ALL'AREA DEL PORTO .....	27
1.3.7 LO SVILUPPO EXTRA-URBANO .....	28
1.3.8 LE EPIDEMIE, LE LOTTE DINASTICHE E LA CRISI ECONOMICA.....	29
<b>1.4 LA CITTA' ARAGONESE .....</b>	<b>30</b>
1.4.1 LA CONQUISTA ARAGONESE E LA STRUTTURA URBANA .....	30

1.4.2	IL RAFFORZAMENTO DELLE DIFESE PORTUALI ED IL PROGRAMMA DI OPERE PUBBLICHE.....	32
1.4.3	LA CULTURA UMANISTICA DURANTE IL REGNO DI FERRANTE I .....	33
1.4.4	IL RITORNO NEL CENTRO ANTICO E L'AMPLIAMENTO DELLE MURA .....	34
1.4.5	IL PIANO DI ALFONSO II D'ARAGONA PER LA CITTÀ.....	35
1.5	IL VICEREGNO: IL PIANO D'AMPLIAMENTO .....	36
1.5.1	LE GUERRE DI SUCCESSIONE E GLI ADATTAMENTI MILITARI DI CASTEL NUOVO.....	36
1.5.2	I PROVVEDIMENTI DI DON PEDRO E LE OPERE CIVILI .....	38
1.5.3	LA MIGRAZIONE DALLA CAMPAGNA ALLA CITTÀ E L'EDILIZIA PRIVATA.....	40
1.6	IL VICEREGNO: UNA NUOVA DIMENSIONE URBANA.....	42
1.6.1	L'IMMIGRAZIONE E LO SVILUPPO DEI BORGHI .....	42
1.6.2	LE QUATTRO PRAMMATICHE DEL XVI SECOLO .....	42
1.6.3	LE OPERE DI PUBBLICHE UTILITÀ E I PROVVEDIMENTI PER L'IGIENE PUBBLICA .....	43
1.6.4	L'APPROPRIAZIONE DEI BENI DA PARTE DELLA CHIESA E L'ALTERAZIONE DEL PAESAGGIO URBANO .....	45
1.6.5	LA MORFOLOGIA URBANA NEL XVII SECOLO, LA CONGESTIONE EDILIZIA E LA PESTE DEL 1656.....	46
1.7	LA METROPOLI DELL'ATTIVITÀ DEI LUMI.....	48
1.7.1	LA DOMINANZA ASBURGICA: LA POLITICA ANTICURIALE ED I NUOVI INTERVENTI PUBBLICI.....	48
1.7.2	LE MEMORIE GRAFICHE DELLA NAPOLI SETTECENTESCA.....	49
1.7.3	I PROVVEDIMENTI DI CARLO BORBONE E LA TRASFORMAZIONE DELLA CITTA' 49	
1.7.4	LA PRIMA CARTOGRAFIA UFFICIALE.....	51
1.7.5	L'EPIDEMIA DEL 1764 E LA SITUAZIONE ECONOMICA DI FINE SECOLO .....	52
1.8	DALLA RIVOLUZIONE DEL 1799 ALLA DERIVA DELLA DINASTIA BORBONICA 53	
1.8.1	LA RIVOLUZIONE NAPOLETANA DEL 1799 E LA NUOVA ORGANIZZAZIONE DELLO STATO .....	53
1.8.2	LA RESTAURAZIONE BORBONICA.....	54
1.8.3	I PROGRAMMI E LE TRASFORMAZIONI URBANISTICHE DELL'OTTOCENTO 55	

1.9	DALL'UNITÀ D'ITALIA ALLA PRIMA GUERRA MONDIALE .....	58
1.9.1	LA SITUAZIONE POST-UNITARIA .....	58
1.9.2	I PROGETTI PER IL RISANAMENTO.....	59
1.9.3	IL RILANCIO ECONOMICO-INDUSTRIALE.....	61
1.9.4	LA CITTÀ DI NAPOLI TRA REALTÀ ED IDENTITÀ .....	63
2	NAPOLI CITTA' UNESCO.....	65
2.1.1	IL RICONOSCIMENTO DELLA NOMINA A CITTA' UNESCO .....	66
2.1.2	INTEGRITÀ .....	68
2.1.3	AUTENTICITÀ.....	68
2.1.4	REQUISITI DI PROTEZIONE E DI GESTIONE.....	69
3	LOCALIZZAZIONE ALL'INTERNO DELLA CITTA' .....	73
4	PRESENTAZIONE DELL'AREA DI STUDIO.....	75
4.1	PIAZZA MUNICIPIO (LARGO DEL CASTELLO) E I SUOI EDIFICI .....	75
4.1.1	PALAZZO S. GIACOMO .....	76
4.1.2	CHIESA DI S. GIACOMO DEGLI SPAGNOLI .....	76
4.1.3	TEATRO MERCANDANTE .....	77
4.1.4	CASTEL NUOVO (O MASCHIO ANGIOINO).....	77
4.1.5	ARCO DI TRIONFO .....	78
4.1.6	STAZIONE MARITTIMA .....	79
5	LA METROPOLITANA DI NAPOLI E IL SUO AMPLIAMENTO .....	81
5.1	LA NUOVA STAZIONE DI PIAZZA MUNICIPIO.....	82
6	I RITROVAMENTI ARCHEOLOGICI IN PIAZZA MUNICIPIO.....	85
7	LE FASI DEL RILIEVO ARCHEOLOGICO.....	91
7.1	LE AREE DI RILIEVO: LA SUDDIVISIONE DEGLI AMBIENTI .....	91
7.1.1	L'AREA DELL'EDIFICIO TERMALE .....	92
7.1.2	L'AREA DEI FONDALI .....	93
8	RILIEVO LASER .....	95
8.1	STRUMENTI DEL RILIEVO TOPOGRAFICO: IL LASER SCANNER .....	95
8.2	IL TRATTAMENTO DEL DATO LASER.....	97

8.2.1	IL SOFTWARE CYCLONE.....	98
9	FOTOGRAMMETRIA .....	99
9.1	LA FOTOGRAMMETRIA PER I RILIEVI STRATIGRAFICI .....	99
9.2	STRUMENTI DEL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO.....	100
9.3	L'ACQUISIZIONE DEI DATI.....	100
9.4	IMAGE BASED MODELING.....	101
9.5	ELABORAZIONE DEI DATI FOTOGRAMMETRICI.....	102
10	INTEGRAZIONE PER LA RESTITUZIONE .....	103
11	INTERVISTA "IL CANTIERE DELLA LINEA 6" .....	105
12	BIM (BUILDING INFORMATION MODELING).....	121
12.1	LA NASCITA DEL BIM.....	121
12.2	LO SVILUPPO DEL BIM E LA SUA APPLICAZIONE.....	122
12.3	L'HBIM (HISTORICAL BIM) E L'APPLICAZIONE IN AMBITO ARCHEOLOGICO 124	
12.4	CASI STUDIO .....	125
12.4.1	CASO 1: LE STRUTTURE ROMANE RINVENUTE ALL'INTERNO DELLA CRIPTA DELLA CHIESA DEI SS. SERGIO E BACCO IN ROMA .....	125
12.4.2	CASO 2: PROGETTO DI RESTAURO DELLA CHIESA DI SAN CIPRIANO A CASTELVECCHIO CALVISIO (L'AQUILA).....	127
13	LA RIELABORAZIONE DEL DATO AL FINE DELLA MODELLAZIONE .....	131
13.1	L'ESPORTAZIONE DA CYCLONE .....	132
13.2	L'ESPORTAZIONE DA POINTTOOLS .....	133
13.3	IL PASSAGGIO INTERMEDIO IN RECAP .....	134
14	IL SOFTWARE REVIT .....	137
14.1	INTRODUZIONE .....	137
14.2	LA MODELLAZIONE 3D.....	138
14.2.1	SUPERFICI TOPOGRAFICHE.....	141
14.2.2	MURATURE .....	143
14.2.3	DEFINIZIONE MATERIALI.....	145
14.2.4	I DUE MODELLI LOCALI .....	147
14.3	LA CREAZIONE DEL DATABASE DIGITALE.....	148

14.3.1	PARAMETRI CONDIVISI.....	148
14.3.2	CREAZIONE DEGLI ABACHI .....	150
14.3.3	NOMENCLATURA DEGLI ELEMENTI.....	152
14.3.4	COLLEGAMENTO AGLI ELABORATI .....	153
14.4	IL MODELLO FINALE .....	155
15	CONCLUSIONI .....	157
15.1	LIMITI E DIFFICOLTA' DEL BIM NELL'ARCHITETTURA STORICA E ARCHEOLOGICA .....	157
	ALLEGATI .....	159
	INDICE DELLE TAVOLE.....	160
	INDICE DELLE FIGURE .....	173
	BIBLIOGRAFIA.....	176
	SITOGRAFIA.....	177



## ABSTRACT

---

La presente tesi di laurea magistrale ha come oggetto l'approfondimento dell'utilizzo della metodologia BIM (Building Information Modeling) in ambito archeologico, applicato al caso dei ritrovamenti archeologici di Piazza Municipio a Napoli. Il caso studio presentato intende presentare la modellazione 3D e la creazione di un Database interrogabile del Pozzo Stazione Linea 6, il cui rilievo è stato affidato al Laboratorio He.Su.Tech. del Politecnico di Milano nel 2012.

L'opera è suddivisa in quattro sezioni: la ricerca storica, la presentazione del caso studio, la parte tecnica ed infine quella sperimentale. L'analisi storica rappresenta il risultato di una ricerca bibliografica e su web. A seguire una breve presentazione del contesto geografico e delle prospettive di sviluppo progettuale della stazione di Piazza Municipio. La parte tecnica riporta le fasi di rilievo, in particolare delle tecnologie adottate (laser scanner e fotogrammetria) e della loro integrazione al fine della restituzione.

L'ultima sezione, di tipo sperimentale, costituisce il fulcro della tesi e descrive in modo dettagliato gli step che hanno consentito il passaggio dai dati di rilievo forniti alla modellazione 3D tramite software Revit. A partire dal modello 3D, la creazione di un database digitale ha consentito di analizzare i vantaggi dell'applicazione della metodologia BIM all'ambito archeologico, mettendone in luce anche le eventuali limitazioni.



A historical black and white photograph of a city, likely Genoa, Italy. The image shows a hillside densely packed with buildings, topped by a large, multi-story fortress or palace. In the foreground, a harbor or canal is visible with several boats, including a large white boat. A long, narrow pier or dock extends into the water on the right side. The overall scene depicts a bustling port city with a prominent hilltop stronghold.

# **ANALISI STORICA DEL CONTESTO**

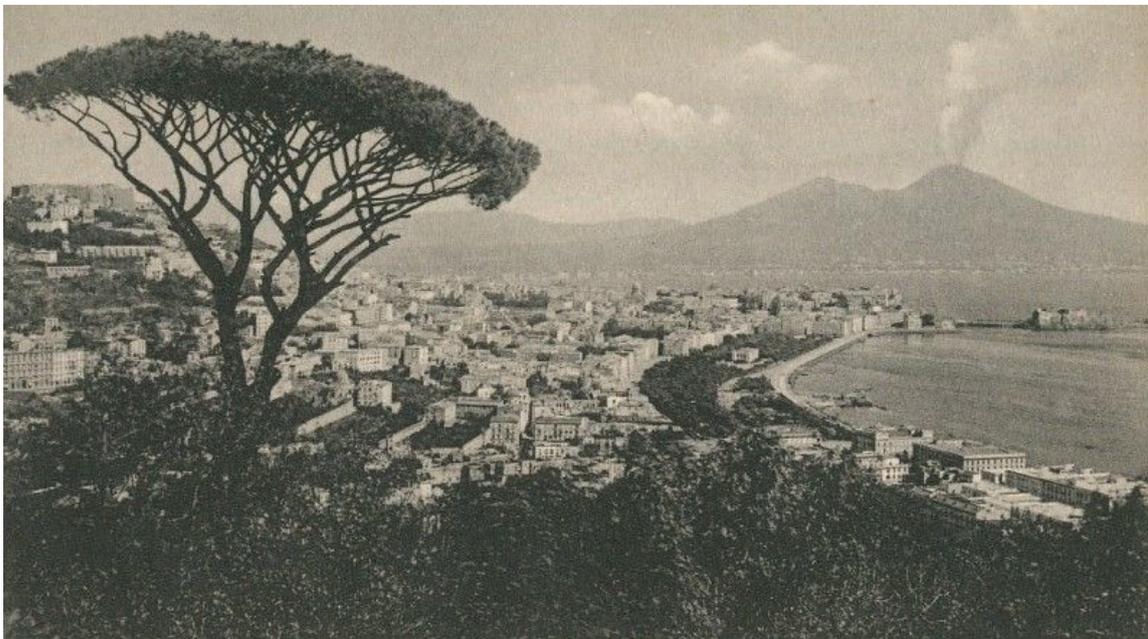


# 1 IL CONTESTO URBANO E LA SUA EVOLUZIONE

---

L'area oggetto di studio, ossia il pozzo della stazione di linea 6 della metropolitana di Napoli, è sita nell'omonima Napoli, città ricca di storia e di tradizione. Essa è caratterizzata da una posizione molto particolare e conosciuta in tutto il mondo soprattutto per la nomina a città patrimonio dell'UNESCO: domina il golfo antistante ed è circondata da luoghi quali il Vesuvio, la penisola sorrentina, le isole di Capri, Ischia e Procida e i Campi Flegrei.

Data la sua posizione centrale rispetto al Mediterraneo, ha sempre svolto un ruolo fondamentale di collegamento tra culture diverse e grazie a questo ha visto nei secoli il succedersi di fasi storiche diverse che ne hanno influenzato l'architettura e le tradizioni. Napoli riveste il ruolo di Capoluogo della Regione Campania e "capitale" del Mezzogiorno d'Italia, copre una superficie di 117 km quadrati, con una popolazione di oltre un milione di abitanti.



*Figura 1 Cartolina storica della città di Napoli, 1954. Fonte: [www.napoli-cartoline-dalla-citta.it](http://www.napoli-cartoline-dalla-citta.it)*

## 1.1 LA CITTÀ GRECO-ROMANA E L'ETÀ PALEOCRISTIANA

### 1.1.1 LA NASCITA DELLA CITTÀ E LA MORFOLOGIA ANTICA

Una prima colonizzazione si ha nel IX secolo a.C grazie all'arrivo di mercanti e viaggiatori dall'Asia Minore e dalla Grecia. Il primo nome attribuito alla città di Napoli è quello di Partenope, a testimonianza del culto della Sirena. I primi coloni (rodii) si insediano sull'isola di Megaride e ai piedi del promontorio di Pizzofalcone. Una successiva fondazione si ha tra il VII e il VI secolo da parte dei cumani (da Cuma, attualmente sito archeologico nei pressi di Pozzuoli) con l'estensione della propria egemonia all'intero Golfo.

Topograficamente l'insediamento arcaico di Partenope si configura con un porto ed un piccolo nucleo abitato a valle, mentre sull'altura si sviluppa il nucleo urbano vero e proprio. La città inizia il proprio sviluppo come base commerciale e porto militare, ma la minaccia etrusca determina la progressiva decadenza, che raggiunge il culmine tra il 550 e il 530 a.C. con l'attacco a Cuma.

Nel 474 a.C. i greci di Siracusa vincono sugli etruschi, estendendo il proprio controllo sia sul golfo che sulle coste della Campania. Questi fatti coincidono con la fondazione di Neapolis, una nuova zona urbana prossima all'antico nucleo di Partenope che viene rinominata Palaepolis.

Le due aree urbane costituiscono quindi due differenti "urbes" (il cui antagonismo si riflette sulla storia della città) ma si identificano come un'unica "civitas", ad indicare la distinzione a livello topografico ma non politico. Neapolis diventa una comunità di commercianti ed armatori legata ai mercati del mondo greco, mentre Palaepolis ospita i ceti rurali. Da tale distinzione si viene ad instaurare una sorta di conflittualità tra città porto e continente.

Napoli quindi trae vantaggio dalla vicinanza al mare per lo sviluppo a livello economico e politico, divenendo in età ellenistica e romana uno dei maggiori centri e mercati del Mediterraneo.

Le prime rappresentazioni topografiche di Napoli risalgono al XVI secolo e raffigurano il centro storico circondato dal sistema collinare di Vomero e Capodimonte. Da qui

scendevano a valle diversi corsi d'acqua di carattere torrentizio, il cui tracciato è tutt'ora individuabile nelle vie Foria e Pessina. Questi elementi hanno determinato un isolamento della zona costiera, all'interno della quale si è sviluppata la città.

La localizzazione della città trova la propria motivazione nella presenza delle colline, garanzia di protezione, e nella presenza delle giuste condizioni per lo sviluppo dell'impianto urbano. I limiti allo sviluppo urbano sono costituiti però dalla presenza di una zona paludosa ad oriente e dal corso del Sebeto. Il fiume Clanis invece alimentava la palude tra Neapolis e la regione interna, ostacolando la comunicazione con l'entroterra e la formazione di un'area agricola a servizio della città.

La morfologia della costa inoltre si configurava in modo differente rispetto a quella attuale a causa soprattutto dei fenomeni vulcanici e delle trasformazioni dovute alla presenza del mare.

### 1.1.2 LE MURA E LO SVILUPPO DELLA CITTÀ



Figura 2 Pianta di Napoli greco-romana (1904),  
Bartolomeo Capasso.

Le prime mura della città risalgono alla fondazione di Neapolis (V secolo a.C.) e sono caratterizzate da una doppia cortina con muri a scarpa. L'esempio meglio conservato è il tratto affiorante in piazza Cavour. Un secondo tratto di mura viene eretto nella metà del IV secolo e ricalca il vecchio tracciato. Anch'esse sono a doppia cortina con materiali di riempimento e presentano muri trasversali all'interno. Con l'età romana la città inizia a svilupparsi oltre le mura sia verso sud, collegando Neapolis ed il porto, sia verso oriente anche se in modo meno intenso.

All'interno delle mura Napoli si sviluppa con un impianto regolare di tipo ippodameo<sup>1</sup>. Il primo nucleo abitato si sviluppa in modo ridotto rispetto al perimetro delle mura, raggiunte solo con l'espansione successiva. Ciò risulta visibile dalla lettura dei due differenti tessuti edilizi.

La presenza degli ateniesi nel V secolo a.C. influisce sulla conformazione della città, rendendo il tessuto più regolare ed omogeneo. La città si sviluppa lungo tre strade con sviluppo est-ovest: il decumano superior, maior ed inferior. Si viene così ad individuare una struttura a platee modulari di 125 piedi euboici (come ad Agrigento).

L'area è organizzata secondo i "plateiai", una serie di strade larghe e parallele che si intersecano con altre ad esse perpendicolari. La scacchiera che si viene a creare permette una distinzione funzionale delle aree: ad uso residenziale e ad uso pubblico o agricolo. In corrispondenza delle grandi strade sono posizionate le porte di ingresso alla città.

"La struttura urbanistica della città greco-romana era molto semplice: un'acropoli con i suoi templi; i teatri ed il foro a valle; nella zona più esterna della città gli edifici termali e lo stadio. Il centro residenziale gravitava intorno alla zona del Duomo, ossia nella zona compresa tra l'acropoli e l'odeo."<sup>2</sup>

In alcuni punti la maglia della scacchiera si allarga: è qui che sorgono gli edifici del centro politico e commerciale. In altri punti invece risulta più fitta e corrisponde ad un intenso sviluppo residenziale. Gli edifici sacri sorgono invece nel nucleo più antico. Il

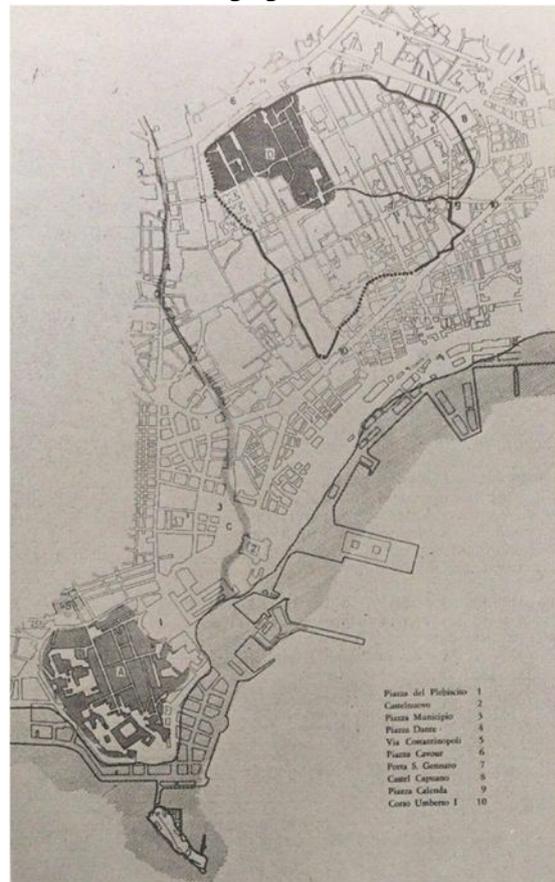


Figura 3 Pianta con i primi nuclei di fondazione, Mario Napoli.

<sup>1</sup> L'impianto ippodameo è uno schema ortogonale, il cui reticolo viario individua delle insulae rettangolari di dimensioni costanti di circa m 35x185.

<sup>2</sup> De Seta C., Napoli, cit., p. 14

centro religioso può essere identificato con l'area dell'acropoli, corrispondente al convento di San Gaudioso. Ai piedi dell'acropoli sorgono l'odeo ed il teatro. La zona dei teatri delimita a nord il centro pubblico, mentre l'area di San Lorenzo Maggiore lo delimita a sud. In corrispondenza di questa chiesa un tempo sorge la basilica, ad oriente invece un anfiteatro.

Esistono inoltre due complessi termali: uno a sud, tra il foro ed il porto, e uno nei pressi dell'anfiteatro.

### **1.1.3 LA CRISI MERCANTILE E LA TRASFORMAZIONE DEL PAESAGGIO AGRARIO**

Nel 194 a.C. in età romana, la città di Napoli inizia a risentire della concorrenza di Pozzuoli per quanto riguarda il settore commerciale. Un ulteriore motivo di crisi si ha nell'82 a.C. quando la città perde la guerra contro Silla. A fronte di tali avvenimenti prendono il sopravvento i ceti agrari e le attività commerciali si spostano a Pozzuoli. Neapolis si trasforma così nella città degli "otia", divenendo un rifugio per intellettuali e aristocratici. Anche la campagna acquisisce un nuovo assetto: i terreni rurali sono ora ripartiti in modo ortogonale. L'*ager* è attraversato da un cardo e da un decumano, sulle cui tracce in età imperiale comparirà l'acquedotto.

Il paesaggio agrario nei pressi di Capodimonte si configura come un territorio disseminato di case rurali e le colture principali consistono in orti, cereali, viti e boschi. La valle situata ai piedi del Vesuvio presenta un paesaggio differente: il terreno è sfruttato in modo intensivo da vere e proprie aziende agricole e alle colture arboree e arbustive si accompagnano piantagioni di oliveti e vigneti coltivati da comunità di schiavi.

### **1.1.4 LO SVILUPPO IN ETÀ IMPERIALE E L'ETA' PALEOCRISTIANA**

Nei secoli di forte sviluppo Neapolis non è collegata con i territori retrostanti ma presenta comunque diversi punti di accesso dalle zone circostanti. A partire dal II secolo prende avvio un fenomeno di espansione lungo l'asse per i Campi Flegrei. Allo sviluppo urbano corrisponde la costruzione di nuovi templi, ville patrizie, un odeo e uno stadio. Lo sviluppo edilizio durante l'età imperiale quindi è accompagnato da un notevole sviluppo delle opere pubbliche, quali strade ed acquedotti.

In età Paleocristiana si sviluppano le necropoli. I reperti della necropoli di via Nicotera, oltre a provare l'esistenza del primo nucleo di Partenope, dimostrano come già allora l'insediamento urbano e l'area sepolcrale fossero nettamente distinte. Anche con la fondazione di Neapolis permane questo rapporto di netta distinzione tra città e zona cimiteriale.

Col passare del tempo invece, in età romana, la separazione si affievolisce e le necropoli sono posizionate lungo gli assi stradali fuori le mura. Si vengono così a definire nuclei sparsi di necropoli attorno ai quali sorgono le prime confraternite, chiese, ospedali e successivamente nuclei abitati.

In età paleocristiana le aree cimiteriali svolgono un ruolo importante per quanto riguarda lo sviluppo edilizio. Le prime basiliche infatti sono costruite agli ingressi delle catacombe e costituiranno poi i poli per lo sviluppo extraurbano. Nonostante ciò però, si pensa che le origini dei cunicoli sotterranei siano anteriori allo sviluppo del cristianesimo. Inizialmente la motivazione della loro esistenza ha origine nell'estrazione del tufo, solo successivamente divengono necropoli e infine catacombe. "Ricostruendo per linee generali lo sviluppo sotterraneo delle catacombe napoletane, si può constatare che le più ricche testimonianze sono quelle precedute da basiliche paleocristiane, costruite in epoca diversa, tra il II e V secolo"<sup>3</sup>. Mentre a Roma si diffonde l'uso di celebrare i riti all'aperto, a Napoli questa esigenza non è avvertita ed è proprio in questo periodo che si ha il massimo sviluppo delle catacombe. Queste si sviluppano in senso orizzontale rispetto al suolo, generando una struttura interna a due livelli seguendo l'orografia delle colline.

---

<sup>3</sup>De Seta C., Napoli, cit., p. 19

## 1.2 L'INVOLUZIONE URBANA NELL'ALTO MEDIOEVO

### 1.2.1 LA CRISI POLITICA E LE INVASIONI BARBARICHE

Tra il III e XII sec. d. C. a Napoli si registrano fenomeni di involuzione urbana, già presenti in numerose altre città. Nel periodo medievale si inizia ad avvertire una crisi delle istituzioni e delle tradizioni, diffusa anche nel Mezzogiorno d'Italia ed analoga a quella europea.



Figura 4 Pianta dello stato della città nell'XI secolo, B. Capasso.

L'economia della regione entra in crisi a partire dalla fine del IV secolo, con l'abbandono da parte degli agricoltori delle terre incolte e non produttive. A seguire, nel V secolo, si registra un progressivo calo demografico che conduce alle conseguenti invasioni barbariche. Nonostante numerose città meridionali dopo il Mille non riescano a risollevarsi, Napoli sfugge a questa sorte, riprendendo a svilupparsi e a crescere economicamente. Già sul finire del IV secolo e l'inizio del V, a causa delle invasioni barbariche, le campagne si spopolano e il tessuto sociale ed economico si disgrega. Prima con il barbaro Alarico (circa 410 d.C.) e poi con i vandali di Genserico le campagne sono battute in lungo e in largo e le popolazioni indigene vengono confinate in territori sempre più limitati.

Questo può essere definito il momento di massima involuzione dell'urbanesimo imperiale. Le città sono incluse all'interno di mura di difesa e si riducono di dimensioni per poter difendere al meglio il territorio e diventare il simbolo della città.

La divisione dell'Impero romano, le invasioni barbariche nella penisola, e poi la caduta dell'Impero Romano d'Occidente (476 d.C.) determinano la storia di Napoli nell'Alto Medioevo. Tra il 536 ed il 553 la città è invasa dai Goti di Belisario. Dal 537 Belisario richiama la gente dalla campagna e dai centri limitrofi, ma ben presto le mura costruite

da Valentiniano III nel 440 risultano non essere sufficienti a contenere tutta la popolazione, tanto che essa è costretta ad insediarsi anche fuori di queste. Il nucleo principale è costituito dalla parte nord-orientale mentre i quartieri più degradati risultano essere quelli più vicini al porto e alla zona costiera.

Dopo vari tentativi di ribellione dall'occupazione, dal VII al XII secolo, pur dipendendo formalmente da Bisanzio, la città dispone di un governo proprio.

### 1.2.2 L'EVOLUZIONE DELLA CITTA' DUCALE E LA TRASFORMAZIONE DELL'IMPIANTO URBANO

Le mura nella parte occidentale e meridionale subiscono vari rifacimenti o parziali restauri da Valentiniano III, Belisario e Narsete. E' quest'ultimo, secondo lo storico Giuseppe Galasso, che decide di ampliare la cinta muraria a ovest e a seguito della riconquista bizantina in direzione del porto.

Altro punto saliente per lo sviluppo della città è quello delle fortificazioni che giungono al porto e che includono il Castellione Novo (ora Castel Nuovo). Secondo Galasso la cinta urbana e quella del porto sono frutto di aggiunte successive dovute alla nascita di nuovi borghi, segno che la città non è rimasta cristallizzata per quattro secoli. Questo tipo di trasformazione inoltre coincide con gli avvenimenti politici del periodo.

Col mutare dei tempi varia anche la struttura urbanistica, così che l'impianto lineare è sostituito da uno policentrico, tipico medievale. Il tessuto edilizio che si costituisce attorno agli edifici pubblici, alla chiesa e al palazzo del signore è diversificato a seconda delle esigenze e delle funzioni.

La città alto medievale si concentra attorno alla sede dell'episcopato, sorto dapprima attorno a Santa Restituta e poi di Santa Stefania e del battistero di San Giovanni. Nella zona sud-occidentale, sul promontorio vicino alle mura meridionali, sorge il palazzo fortificato che è la sede del potere politico.

Ciononostante il decentramento non interrompe la continuità con la precedente struttura greco-romana, ma trasforma il "centro", che gravita attorno all'area del foro e che è attraversato dal decumano maggiore, in un complesso per altri usi o serie di abitazioni. Il paesaggio urbano nel XII sec. è costituito da una serie di case generalmente a due piani, ma risulta difficile ricostruire una topografia della città dal V al XII secolo data

la scarsità delle fabbriche tuttora presenti. In quel periodo il tessuto edilizio appare più modesto, come pure quello delle fabbriche monumentali che civili e religiose.

Solo negli ultimi tempi la città inizia ad organizzarsi in *regiones*, ossia una suddivisione in quartieri (senza una corrispondenza topografica all'inizio) per motivi amministrativi. Per questo tutti gli abitanti della regio sono legati a vincoli di origine economici, religiosi e militari. Queste *regiones* quindi si autogovernano, riscuotono i tributi, costruiscono chiese e monasteri urbani ed extra-urbani.

A partire dal IX secolo la gestione delle proprietà ecclesiastiche prevede nuove tipologie di contratti dei coloni con i monasteri: di fatto i coloni diventano in parte proprietari dei terreni dopo un certo numero di anni. I contadini invece, che coltivano terreni di proprietà di feudatari, hanno regole ben più rigide. Nonostante ciò alcuni contadini riescono comunque a diventare liberi proprietari. Nasce di conseguenza il fenomeno tipico dell'Italia meridionale di quel tempo per il quale molte terre sono libere e altre avassallate. Questo equilibrio viene rotto dall'invasione dei Normanni che pretendono verso quelle avassallate a discapito di quelle libere.

Il rifiorire della vita civile e la notevole presenza di insediamenti religiosi fa sì che il *castrum* diventi centro di cultura e diretto predecessore del monastero di Montecassino. Questo conferisce un posto di primo piano a Napoli come centro culturale dell'occidente, più fortunata rispetto alle altre città della Campania.

### **1.2.3 LO SVILUPPO DEI TRAFFICI MARITTIMI E L'ESPANSIONE DELLA REGIONE PORTUALE**

Nel IX secolo avviene l'invasione longobarda e il Ducato è costretto ad allearsi con i saraceni con i quali ha rapporti commerciali. Grazie a questa rete di alleanza la città scampa alla minaccia di invasione. Ma tutto questo provoca la demolizione dell'intera fortezza del *castrum* nel 902 da parte dei napoletani che temono l'incursione delle orde di Ibrahim e la loro conquista della rocca. La difesa della città è quindi demandata alla comunità religiosa in particolare del monastero di S. Severino.

In questo momento di crisi la zona fuori le mura è inglobata all'interno della cerchia muraria, senza ulteriori ampliamenti. Tra il X e XI secolo a Napoli vi è un incremento demografico dato sia dall'immigrazione della popolazione dalle regioni limitrofe sia dalla

rinascita dell'attività mercantile e artigiana. Una delle più fiorenti attività è proprio quella dell'industria del lino, principale prodotto di esportazione. Questa industria è localizzata nella zona delle mura vicino alla collina del Monterone, dove sbocca il Lavinarius. Tutto ciò aumenta i traffici marittimi e di conseguenza la modernizzazione delle attrezzature del porto. Esso era diviso in due bacini dal "molo di mezzo": un bacino detto de illu Vulpulum e l'altro de illu Arcina (qui viene costruito un arsenale e un cantiere navale).

Ciò dà il via al sorgere di nuovi centri abitati di piccole dimensioni nelle aree lungo le mura meridionali. Per questo motivo dal X secolo, dopo pochi anni dalla distruzione del castrum, si rende necessaria la costruzione della regio de castellione novo. Questa regio è soggetta ad uno sviluppo edilizio immediato, grazie anche alla sua posizione strategica, la *Junctura Civitatis* che sorge nell'area tra le mura meridionali e gli antemurali che arrivano fino al porto, aumentando gli scambi commerciali.

La visuale che si ha dal mare è quella di alte mura e di piccoli agglomerati extra-urbani. La città antica sorge su un piano assai più alto rispetto a quello della spiaggia (per questo le mura sembrano così maestose), mentre in realtà la cortina muraria è di dimensioni modeste, e sorge direttamente sul litorale. La parte delle mura meridionali subisce una prima demolizione da parte di Corrado di Svevia.

#### 1.2.4 IL PAESAGGIO MEDIEVALE

Il paesaggio napoletano dell'XI secolo non presenta una netta distinzione fra città e campagna: anche all'interno della città parte del territorio sembra agrario e molte zone, oggi ampiamente edificate, hanno un carattere semi-urbano e godono della presenza di orti o giardini. Si configura quindi secondo la connotazione classica di un aggregato medievale. Esiste inoltre una continuità economico-sociale fra la città e la campagna data la diffusione sull'intero territorio di simili attività produttive.

Ovviamente Napoli rappresenta il "polo" per gli indifesi casali e centri minori, fornendo loro sia protezione sia maggiore dinamicità rispetto alla loro embrionale struttura produttiva. Proprio in regioni quali la Campania e altre del Meridione, con un'alta presenza di agricoltura estensiva, la popolazione viveva nei casali e nei grossi villaggi (borghi). Qui cambia la tipologia di coltivazione: si passa da piantagioni arboree e coltivazioni dei campi chiusi ad orto e giardino a campi seminativi per il pascolo

d'allevamento. Scompare la partizione del campus e il territorio appare a connotazione silvo-pastorale, con campi che si susseguono senza confini. Gli abitanti si trasferiscono dalla campagna nelle città o nei "castella".

I corsi d'acqua provenienti dalle colline di Capodichino e Poggioreale da un lato ostacolano lo sviluppo urbano nella direzione nord-orientale, dall'altro favoriscono lo sviluppo economico e l'attività di produzione.

Il campus era suddiviso in due zone: l'area al di là della porta Herculensis è coltivata da comunità religiose che sfruttano la manodopera contadina; mentre l'altra regione, chiamata padule, è caratterizzata dalla presenza di mulini e termina con il pons padulis che segnava il confine con il territorio litoraneo detto plagiese.

Anche lungo i sentieri è facile trovare delle cappelle, ciò a dimostrare che anche in aree a prima vista abbandonate vi sono percorsi che poi cadranno in disuso.

Il paesaggio agrario in quest'epoca è selvatico, con campi che si susseguono l'uno all'altro adibiti a pascolo. Le "villae" già presenti, un tempo fiorenti, ora sono travolte dalla crisi generale e sono le prime a subire il saccheggio degli invasori, diventano spesso luoghi di raccolta e di sosta dei nemici.

La popolazione che abitava in precedenza la pianura si sposta ora in zona collinare, più sicura, e le coltivazioni cambiano, favorendo quelle che richiedono una minore cura. A fronte di questo cambiamento l'allevamento diviene una delle attività favorite. L'esempio più eclatante di area che subisce questa mutazione è il borgo di Posillipo, dove il pascolo prevale rispetto alle colture.

La pianura appare insalubre e paludosa e per questo motivo gli abitanti tendono ad insediarsi in luoghi lontani da essa. L'unica coltura che permane è quella della vite. A partire dal IX secolo nelle campagne napoletane appaiono il limone e l'arancio (provenienti dalla Sicilia) che diventeranno in seguito il simbolo del Mezzogiorno.

## 1.3 L'ETÀ NORMANNO-SVEVA E L'ETÀ ANGIOINA

### 1.3.1 IL REGNO DI SICILIA, LE SCELTE URBANISTICHE E L'UNIVERSITA' DI NAPOLI



*Figura 5 Carta Topografica della città di Napoli e dei suoi contorni*

Nel 1139 i normanni di Ruggero d'Altavilla conquistano la città, ponendo fine al ducato: Napoli entra così a far parte del territorio del Principato di Capua, nel neonato Regno di Sicilia, con capitale Palermo.

Gli storici assumono due posizioni riguardo tale invasione. Secondo Croce, Venditti e Cilento la dominazione normanno-sveva determina un periodo di crisi per la città: mentre le altre città italiane si sviluppano con la nascita dei comuni, la dominazione straniera genera a Napoli una situazione di ristagno. Secondo altri storici quali Galasso invece, l'unificazione del Mezzogiorno è avvenimento di grande importanza e proietta Napoli in una nuova dimensione urbanistica.

Le scelte fatte dagli Altavilla a favore dello sviluppo della città determinano un'espansione verso l'entroterra e verso la pianura ad occidente del porto. Le due direzioni di espansione si manifestano verso il mare con l'ampliamento di Castel dell'Ovo e verso l'entroterra con la costruzione di Castel Capuano intorno al 1165. In questo modo Napoli estende i propri commerci alle campagne, ampliando la propria offerta di prodotti. Si viene quindi a definire un'economia basata sull'integrazione tra città e campagna e si sviluppano ulteriormente le attività mercantili marittime. Nel XII secolo Tancredi concede alla città la libertà di traffico via terra e via mare.

In questo modo Napoli diviene il centro dei traffici per la Campania e la base dei collegamenti tra Francia, Spagna e Africa.

I normanni operano con una netta distinzione anche a livello topografico tra l'autonomia cittadina e l'autorità dello Stato, una esercitata nella vecchia città e l'altra nelle zone di espansione.

Il 5 giugno 1224 ad opera del governante Federico II è istituita l'Università pubblica di Napoli. Essa sorge nel centro della città ducale e rappresenta il più antico istituto europeo. Le discipline insegnate sono il diritto, le arti liberali, la teologia e la medicina. Essa è concepita come scuola indipendente dal potere papale poichè fin dall'inizio lo scopo è quello di formare i funzionari dello Stato ed i consiglieri dell'imperatore nelle dispute dinastiche.

### **1.3.2 L'AVVENTO DEGLI ANGIÒ E LE PRIME OPERE PUBBLICHE**

Con la vittoria di Carlo I d'Angiò sugli svevi, tra il 1266 e il 1268, Napoli diviene parte del regno angioino. Con l'avvento della dinastia angioina, Carlo I mantiene una continuità politica con le strutture amministrative e finanziarie precedenti. La continuità tra le due dominazioni si mantiene per i primi decenni anche per quanto riguarda le attività promosse dai sovrani.

Grazie all'attività edilizia Carlo I promuove un processo di rinnovamento della struttura urbana. Un'importante opera intrapresa è quella del prosciugamento della palude della regione nord-orientale, con la sistemazione della campagna tramite canali d'irrigazione e nuove strade di collegamento con la città. Inoltre viene purificato l'acquedotto napoletano nel 1268 e nel 1270 è ricostruito e ampliato il tratto meridionale delle mura.

### 1.3.3 IL NUOVO CENTRO DELLA CITTÀ: CASTEL NUOVO

La costruzione di Castel Nuovo si attua per volontà di Carlo I, con lo scopo di sostituire Castel dell'Ovo e Castel Capuano nel ruolo di residenza regia. Il castello viene costruito nell'arco di quattro anni a partire dal 1279 e presenta le caratteristiche sia di reggia che di fortezza. Esso è edificato nella piana che digrada da Pizzofalcone verso il mare e sorge a ridosso del porto di Vulpulo. Presenta una pianta quadrangolare con torri ed è progettato dall'architetto francese Pierre de Chaule.

### 1.3.4 I "CAPITOLI DEL REGNO" E LO SVILUPPO DELL'EDILIZIA RELIGIOSA

Nel 1282, durante il regno di Carlo I d'Angiò, la città diviene la capitale del Regno di Napoli sostituendo Palermo. Nel 1289 si effettuano importanti lavori a Castel Capuano, tra cui diverse riparazioni e la costruzione di una scuderia. Carlo I inoltre fa promulgare i *Capitoli del Regno*, una nuova legislazione completata dalla trascrizione del corpus giuridico delle consuetudini napoletane.

Il legame tra il Papato e gli Angiò dà nuovo impulso all'edilizia religiosa, continuando quindi il programma edilizio di Carlo I. Negli anni Novanta del 1200 prende avvio il totale rifacimento del Duomo, sono rinnovate le concessioni all'università e quest'ultima è riconfermata unico studio del Regno.

In questi anni le singole zone cittadine assumono una destinazione specifica: il vecchio centro diviene un'area di carattere conventuale e religioso e sulla fascia costiera (nella zona di Castel Nuovo) si vengono a localizzare le sedi delle attività commerciali, direzionali e di rappresentanza. Tali trasformazioni non avvengono spontaneamente ma fanno parte di una scelta politica il cui obiettivo è quello di mettere ordine alla struttura organizzativa della città.

### 1.3.5 L'OPERATO DI CARLO II D'ANGIÒ

A Carlo I d'Angiò subentra il figlio Carlo II, che decide di continuare l'ampliamento delle mura sul lato occidentale della città, continuando l'opera del padre, che si era concentrato invece sulle mura della zona sud-orientale.

Negli stessi anni prende inoltre provvedimenti per la salute pubblica, in particolare la bonifica di alcune aree, per risolvere la questione dell'aria malsana dovuta alla macerazione del lino praticata nei fusari.

Una volta eseguite le opere di ampliamento delle mura e di prosciugamento delle paludi, Carlo II prosegue con il programma di lastricamento delle strade, pavimentate con mattoni di cotto provenienti dalle fornaci di Gaeta e Maddaloni. A partire dal 1300 invece saranno gli stessi bottegai e privati a provvedere alla sistemazione delle strade. Alcune opere complementari a quella del rifacimento stradale sono le opere fognarie, costituite da una rete di tubazioni e serbatoi sotterranei. In seguito saranno creati degli appositi tribunali atti a vigilare sia le fortificazioni, sia le strade pubbliche, andando a costituire così una sorta di assessorato alle opere pubbliche e all'igiene.

La zona tra la città e Castel Nuovo all'inizio del 1300 è interessata da uno sviluppo edilizio intenso: nei dintorni della reggia infatti iniziano a stabilirsi nobili e dignitari con la costruzione dei propri palazzi. Nella stessa area inoltre si stabiliscono anche i principi e vengono costruiti l'Ospizio tarantino nel 1303 (un complesso composto di fabbriche e giardini), l'Ospizio Durazzesco (per i figli di Carlo) e la Corte del Vicario.

Nel 1304 sono emanati una serie di editti per vietare l'utilizzo di pennate (tettoie sporgenti) sulle botteghe, per demolire gli edifici in dissesto, metterne in sicurezza altri, per la pulizia delle strade, dell'acquedotto e delle fontane.

Oltre a promuovere numerose opere pubbliche, Carlo II si rende sostenitore delle comunità monastiche grazie alle sovvenzioni per la costruzione di chiese e monasteri, mantenendo quindi forte il rapporto tra la Chiesa e gli Angiò.

### **1.3.6 LE ATTIVITÀ MANIFATTURIERE ED I LAVORI ALL'AREA DEL PORTO**

Con le opere pubbliche sono rimosse dal centro anche le concerie e trasferite in un'area fuori città. Le attività legate alla concia inoltre divengono proibite all'interno delle mura. Nel 1302 prendono avvio diversi lavori riguardanti la zona del porto. Nell'area in questione era stata già edificata da Carlo I la torre di San Vincenzo, allo scopo di facilitare l'approdo e di difesa. Carlo II decide però di risolvere il problema legato alla presenza di sabbia, limo e detriti che rendono il porto poco sicuro. Sono quindi effettuati dei lavori di sterro e di drenaggio dei fondali per garantire una maggiore sicurezza nell'attracco. Tra

il 1301 e il 1307 viene costruito un arsenale più grande per poter accogliere una flotta da guerra ed il traffico commerciale intenso. Ciò rende necessaria la costruzione di una strada costiera sulla quale confluiscono una serie di strade secondarie a raggiera dall'andamento irregolare di collegamento con il tessuto preesistente, che vanno a costruire uno schema completamente diverso rispetto a quello della scacchiera ippodamea.

Nella città, in particolare nella zona nei pressi del porto, oltre a mercanti genovesi, pisani e salernitani, si stabiliscono anche marsigliesi, provenzali, catalani e fiorentini. Le attività commerciali si svolgono nelle "logge": ampi locali dotati di portico pubblico dei quali però non rimane traccia. I fiorentini importano varie attività nella città di Napoli, quali fabbriche di drappi, panni, lino e per la tintura delle stoffe.

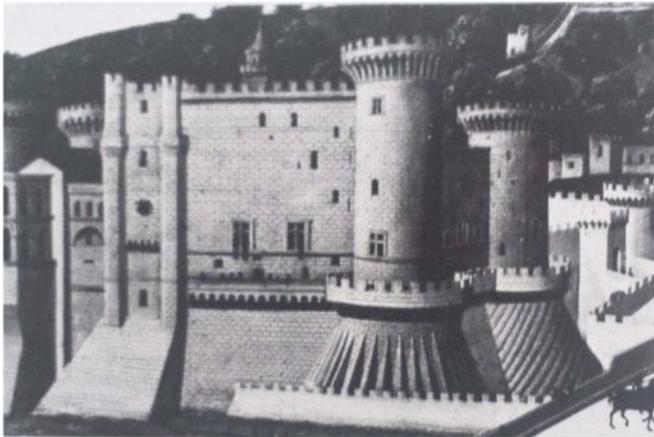


Figura 6 Rifacimento aragonese di Castel Nuovo

L'arsenale del porto situato ai piedi di Castel Nuovo viene ampliato e ne vengono costruiti due ulteriori, uno presso la loggia dei Marsigliesi e uno sulla spiaggia di Moricino. Nel 1343, durante il regno di Giovanna I, nipote di Roberto d'Angiò, il porto rimane danneggiato gravemente a causa di un maremoto, descritto così dal

Petrarca: *"Diluvio, vento, saette, fragore di cielo, sommovimento di terra, mugghio di mare, tutto in una volta... Fatto giorno, poco meno tenebroso della notte, cessarono i clamori della parte superiore della città, ma più fortemente e più spesso si fecero udire dalla marina; quale orrendo spettacolo nel porto"*.

Sono quindi eseguite riparazioni urgenti mentre, in seguito alle sistemazione degli abitati, a ciascuna comunità è assegnata un'area.

### 1.3.7 LO SVILUPPO EXTRA-URBANO

Nella regione extra-urbana fuori dalle porte di Donnorso e Reale non si ha alcun sviluppo, se non per un piccolo borgo dal tessuto irregolare, mentre ad oriente, fuori dalla porta di San Gennaro si configura il largo delle Pigne, probabilmente anche grazie alle opere

fognarie ed idrauliche portate avanti dagli Angiò. Anche sulle pendici di Pizzofalcone si riscontrano diverse iniziative edilizie, con la creazione di uno dei quartieri residenziali più eleganti della città e con l'edificazione di nuove fabbriche religiose.

Lo sviluppo più intenso si ha lungo la strada costiera che collega il porto e Castel Nuovo con Castel dell'Ovo e con la costruzione di numerose fabbriche, che rendono la zona intensamente trafficata. L'area che si sviluppa lungo l'altra strada costiera torna ad essere luogo di vacanza per la corte e l'aristocrazia, mentre le strade che collegano i centri flegrei a Roma cadono in disuso.

Una volta urbanizzata la piana che si sviluppa attorno a Castel Nuovo, il processo di insediamento residenziale inizia a svilupparsi verso la collina di Sant'Eramo. Nel 1325 iniziano i lavori per la costruzione del chiostro di San Martino dei Cistercensi, opera iniziata per volere del duca Carlo e di Roberto, suo successore.

Le iniziative a livello costruttivo generano una trasformazione nel paesaggio rurale: il disboscamento permette l'impianto di colture arboree e arbustive e l'omogeneità è resa possibile dai filari di cipressi e pini. Si ipotizza inoltre che la presenza e la disposizione della vegetazione siano pensate appositamente per il contenimento della collina. Alcune opere complementari alla sistemazione del suolo infatti riguardano il pericolo relativo a frane e smottamenti.

Per quanto riguarda il paesaggio delle regioni, esso diviene oggetto di disboscamento a causa della necessità di combustibile e di legname da costruzione. I poderi di queste regioni quindi sono adibiti a colture arboree ed arbustive, mentre le colline a ridosso della città presentano una sistemazione a terrazze.

Le ville suburbane delle regioni interne risultano circondate da boschi, giardini, orti e campi adibiti al pascolo. La pianura è coltivata a frumento e cereali ed i terreni paludosi sono convertiti a lino o cereali, come avviene nella zona di Castel Capuano.

### **1.3.8 LE EPIDEMIE, LE LOTTE DINASTICHE E LA CRISI ECONOMICA**

La città di Napoli è colpita da ripetute epidemie, nel 1348, 1362, 1382, 1399 e nel 1411, che mietono numerose vittime. Le conseguenze di tali avvenimenti si riflettono sul benessere economico e la città vive un periodo di ristagno dell'edilizia pubblica. Non avviene lo stesso per l'edilizia religiosa che continua a svilupparsi durante il regno di Giovanna I.

Oltre alle epidemie si susseguono una serie di guerre che mettono fine al periodo di pace vissuto con Carlo I e Roberto. Se con il regno di Roberto infatti si registra un aumento demografico, con Giovanna avviene un calo di 30-60.000 abitanti.

Una serie di scontri violenti hanno luogo nella regione di Corregge, prossima a Castel Nuovo. E' proprio nella fortezza che Giovanna si rifugia durante l'assedio posto da Carlo III, suo nipote, che la assassina. Nel 1382 Carlo III di Durazzo è eletto al trono e promuove l'edificazione di nuove fortificazioni, tra queste il Castello del Carmine: una fortezza dalle torri quadrate. Alla sua morte la città è di nuovo campo di lotte intestine, in particolare nuovamente nella zona delle Corregge, saccheggiata nel 1387 e base per un nuovo assalto a Castel Nuovo. Nel 1386 la regina Giovanna Durazzo, succeduta al trono, ordina una rappresaglia per piegare la cittadinanza napoletana. In seguito a tali avvenimenti la Corte è costretta ad abbandonare Castel Nuovo, a causa dei danni subiti, e a trasferirsi a Castel Capuano.

In seguito alle numerose guerre e lotte interne Napoli vive una situazione di decadenza urbana, accompagnata dal ristagno delle attività economiche. La crisi delle industrie artigianali e manifatturiere è dovuta principalmente alla fuga di banchieri e mercanti, la popolazione è vessata dal sistema tributario e il patrimonio edilizio è in gran parte abbandonato.

## **1.4 LA CITTA' ARAGONESE**

### **1.4.1 LA CONQUISTA ARAGONESE E LA STRUTTURA URBANA**

Qualche anno prima di morire, Giovanna Durazzo adotta Alfonso d'Aragona, re di Sicilia, e ne legittima il diritto alla successione. In seguito torna sui suoi passi, designando Renato d'Angiò come erede e provocando la rabbia del sovrano aragonese, che nel 1442 assedia ed espugna Napoli.

Una volta conquistata la città Alfonso redige un editto dove mette fine ai saccheggi. Da questo momento in poi il sovrano indirizza tutte le proprie energie nell'abbellire e arricchire Napoli, devastata largamente dalla guerra.

Cercando di descrivere la città si può affermare che è composta da quattro fortezze, di cui tre nella parte occidentale: Castel Sant'Eramo, Castel Nuovo e Castel dell'Ovo. Essa possiede ben quattordici porte, di cui tre nel quartiere portuale (la "porta delle Barille", quella di Sant'Andrea e quella della Marina grande), quattro nel tratto orientale, sei ad occidente e San Gennaro a nord. Come si può notare le porte sono in numero maggiore nelle zone di espansione e nella zona meridionale. Il centro economico di Napoli, nonostante sia frazionato in più contrade, costituisce un unicum urbanistico.



*Figura 7 Tavola Strozzi. Castel dell'Ovo*

Durante il periodo aragonese Napoli non muta le postazioni difensive, come pure le destinazioni d'uso dei mercati, l'area del porto, il centro degli affari e quello religioso. Le uniche variazioni urbanistiche riguardano le regioni, che in alcuni casi sono addirittura ricollocate.

A partire dal regno di Alfonso e poi con i suoi successori, la volontà è quella di difendere la città. In primis i lavori iniziano nel 1443 con la ricostruzione del danneggiato Castel Nuovo e terminano nel 1458. Già cinque anni prima la Corte si era trasferita al castello, lasciando Castel Capuano. La scelta di ristrutturare Castel Nuovo è dettata da motivi bellici, per adeguare la struttura di origini medievali ai tempi correnti.

L'idea è quella di cingere la fortezza con una muratura più massiccia e con un sistema di antemurali in modo da ampliare l'area di difesa e salvaguardare il più possibile il castello. Così viene a crearsi all'interno degli antemurali la zona chiamata "cittadella". Per fare ciò sono espropriati i suoli destinati all'ampliamento, facenti parte del Largo delle Corregge. Sono ampiamente modificati sia il tessuto stradale che la quota del piano di calpestio. Il molo e la pianta di S. Nicola in questo periodo sono collegati tramite una porta con uno slargo interno alle mura, detto "Piazza Nuova". Da questo punto parte un'altra porta,

tutt'ora esistente, che collega la piazza con un ponte levatoio, dove c'è l'ingresso del castello ora nel lato settentrionale. Gli antemurali proseguono nella regione occidentale e sono separati dal castello da un fossato. Alle spalle della chiesa dell'Incoronata rimane un ampio spazio verde ad uso della Corte. Questi giardini sono chiamati "orti dell'imperatore", sui quali sono costruite delle dipendenze, come la Reale Cavallerizza. Negli anni tra il 1465 e il 1466, sotto il regno di Ferrante, nella zona tra la cittadella e gli orti reali si crea il "largo di Castel Nuovo", circondato da bastioni.

#### 1.4.2 IL RAFFORZAMENTO DELLE DIFESE PORTUALI ED IL PROGRAMMA DI OPERE PUBBLICHE

Dopo aver ristrutturato tutta la parte attorno a Castel Nuovo, le esigenze mercantili rendono necessario un rifacimento del porto che era stato danneggiato in precedenza durante la guerra fra Renato d'Angiò e Alfonso d'Aragona. Inoltre le mire che aveva la repubblica marinara di Genova richiedono un rafforzamento delle strutture di difesa e un ampliamento delle attrezzature portuali. Per questi motivi sono costruiti un nuovo ponte verso S. Pietro Martire, un nuovo lembo di costa e il molo grande. Mentre la darsena e la dogana del sale sono ampliate.

Nella regione della Maddalena dal 1451 al 1458 si fanno delle opere di bonifica delle paludi e si sistemano le opere di canalizzazione dell'acqua. Tutti questi interventi fanno sì che a fine secolo la zona diventi area di villeggiatura altamente qualificata.

Essendo insufficiente il vecchio collegamento della zona portuale e di Castel Nuovo con il Mercato ed i quartieri adiacenti, viene costruita una strada che va dal seggio di Portanova alla nuova piazza nel quartiere della Selleria. Numerose case e il fondaco dell'ospedale di S. Angelo del Seggio sono abbattuti e in questa zona viene costruito l'edificio pubblico della "laniera nuova". Tutte queste nuove strade creano un'alternativa all'arteria costiera, tradizionale collegamento fra il Mercato e Castel Nuovo.

Nel 1450 il terremoto provoca numerosi danni e pone dei problemi: puntellare gli edifici dissestati e togliere le macerie dalle strade. La parte della città più colpita è quella del centro antico dove si trovano le chiese del Duomo, S. Domenico Maggiore, S. Giovanni Maggiore e la circostante edilizia.

Terminato il lavoro di recupero di queste opere si riprende con gli altri lavori pubblici e dopo due anni si procede con la costruzione della strada (per motivi militari) che collega il molo del Castel dell'Ovo con la spiaggia, dotata di una torre di protezione.

Nel 1458 sono completati i lavori al Castel dell'Ovo che subisce modifiche sostanziose, perdendo il carattere di cittadella sul mare datagli in epoca angioina. La struttura diventa più imponente, le torri ispessite ed è eretto un muro di difesa come a Castel Nuovo.

### 1.4.3 LA CULTURA UMANISTICA DURANTE IL REGNO DI FERRANTE I

Con il diffondersi del Rinascimento nascono molte fabbriche di tipologia francese, e molto differenti da quelle medievali. Lo spirito umanistico si pone a favore di numerose iniziative culturali, come la nascita dell'Accademia con la sede a Castel Nuovo e con la costruzione della biblioteca al suo interno.

Ferrante I eredita il trono dal padre in un momento in cui la città non si trova in facili situazioni politiche. Inoltre si sommano le rivendicazioni dinastiche da parte di spagnoli e francesi, oltre che la crisi politico-statale interna tra re e baroni, che sfocia in una congiura nel 1485-86. Nonostante tutto ciò Ferrante porta avanti con fervore le opere pubbliche già iniziate a suo tempo dal padre. Il carattere disorganico e frammentario è dato dal fatto che a Napoli sono necessarie numerose opere, rese urgenti a causa delle recenti sciagure e che devono essere risolte nel giro di poco tempo. Il terremoto blocca Ferrante nella produzione di progetti più ambiziosi a favore di ricostruzioni più necessarie nell'immediato come il restauro del patrimonio edilizio compromesso. Sono destinati molti fondi invece per Castel Nuovo, così che Ferrante decide di arricchire e consolidare la residenza-fortezza. Egli si interessa inoltre alla crisi dei traffici marittimi e per favorirli rafforza il molo grande, dota il porto di un arsenale costituito da due grandi navate di pilastri e archi di pietra tagliata, legno e tavole di abete. Per fare tutto questo sono abbattute delle case per poi essere ricostruite secondo un allineamento diverso per dare spazio a piazza dell'Olmo. Infine viene eretta la lanterna.

L'intento del sovrano è quello di favorire la compravendita di feudi allentando la pressione della nobiltà sullo Stato, oltre a quello di subordinare la Chiesa al suo potere. Nonostante tutto, tutti questi intenti non si realizzano, ma hanno un effetto sul ristagno dell'edilizia religiosa sotto Ferrante.

A Napoli la cultura rinascimentale si esprime con forme modeste se messe a confronto con le cattedrali di stampo francese e le nuove forme importate con gli aragonesi hanno ben scarso rilievo nel complesso della struttura urbana. Sarà mezzo secolo dopo che l'immagine di Napoli subirà episodi urbanisticamente rilevanti di scuola classicista.

#### 1.4.4 IL RITORNO NEL CENTRO ANTICO E L'AMPLIAMENTO DELLE MURA

L'edilizia civile in quest'epoca è molto fiorente. Gli aragonesi dimorano sia a Castel Nuovo che a Castel Capuano, residenza del duca di Calabria. Attorno a Castel Nuovo vengono realizzati i giardini reali e la cittadella, che aveva fatto perdere il carattere residenziale del largo delle Corregge. Con queste trasformazioni l'aristocrazia si trasferisce di nuovo nel centro antico.

I palazzi sorgono a ridosso dei cardine e dei decumani. In particolare il decumano inferiore è la strada più interessata: infatti è qui che vengono costruiti gli edifici dei Carafa, dei Sanseverino di Bisignano e di Maddaloni.

L'amore per il mondo classico non si esprime soltanto con il ritorno a Vitruvio ma diventa esso stesso un programma urbano. Ritornare nella città, costruire palazzi e platee tra i cardine e i decumani significa dare una nuova vita di stampo greco-romano. In questo traspare l'ideologia della cultura rinascimentale, che vuole restituire l'universo urbano alla perfezione degli antichi. Tutta l'aristocrazia è trasferita in maniera massiccia nella zona settentrionale.

Della razionale ideologia angioina non rimane nulla, mentre il carattere spontaneo dei fenomeni edilizi dell'età aragonese e il ritorno al vecchio centro urbano, contiene già tutti gli elementi di disordine che verranno poi rilevati nei secoli successivi, proprio per la mancanza di una normativa. A causa dell'assenza di norme per le destinazioni edilizie delle varie regioni della città, si innescano dei fenomeni di processi spontanei che poi recheranno problemi e disordini alla struttura urbana della città.

L'iniziativa pubblica è quella di sistemare le grandi difese militari: il torrione del Carmine viene ricostruito e aumentata la sua fortificazione, lo stesso vale per Castel Sant'Elmo, Castel Capuano con la costruzione dell'annessa cavallerizza.

L'ampliamento della cinta muraria rientra nel quadro delle opere pubbliche per la destinazione a residenza regale della regione. Dopo il completamento delle mura

orientali si continuano i lavori sul lato di occidente. Partendo da Porta Reale, proseguendo poi su via Toledo le mura si sviluppano verso sud-est per ricongiungersi con la Cittadella antistante Castel Nuovo. All'esterno sono circondate da un fossato mentre all'interno è presente una fascia libera per consentire il movimento delle truppe. Le aree più vicine a Castel Nuovo sono occupate dagli "orti dell'imperatore".

Con la costruzione delle mura è presente un ulteriore addensamento del tessuto edilizio. Gli ampi giardini col passare del tempo vanno scomparendo e prende piede la sopraelevazione di uno o due piani dei palazzi gentilizi. Molti giardini pubblici, ad esempio quelli nei pressi della villa della Duchesca, vengono soppiantati da nuovi edifici.

#### 1.4.5 IL PIANO DI ALFONSO II D'ARAGONA PER LA CITTÀ

Durante il suo breve regno, Alfonso II d'Aragona propone un piano di risanamento ed ampliamento della città. Questo piano è stato illustrato a suo tempo dal Summonte, ma non è realizzato. Esso prevede l'ampliamento della città secondo una griglia di espansione dei cardini e dei decumani, con conseguente eliminazione del tessuto irregolare di origine medievale. Questo piano prevede inoltre la costruzione di un acquedotto, numerose fontane e abbeveratoi da installare nelle piazze e nei quartieri, oltre che di un palazzo da collocare vicino a Castel Nuovo con all'interno i tribunali. Quindi l'intento è quello di creare un centro di servizi nei pressi della Cittadella, dove si concentrino tutti gli affari economici, mercantili e politici. Le iniziative angioine però vanno ben oltre: l'idea è quella attribuire ad ogni regione un ruolo funzionale.

Nel complesso, per tutto il Quattrocento Napoli è un punto di riferimento culturale. Vi lavorano numerose figure importanti come Francesco di Giorgio. La città è interessante non solo perchè capitale del Regno ma anche per la sua configurazione greco-romana, l'unica originale come aveva descritto in passato Vitruvio.

## 1.5 IL VICEREGNO: IL PIANO D'AMPLIAMENTO

### 1.5.1 LE GUERRE DI SUCCESSIONE E GLI ADATTAMENTI MILITARI DI CASTEL NUOVO

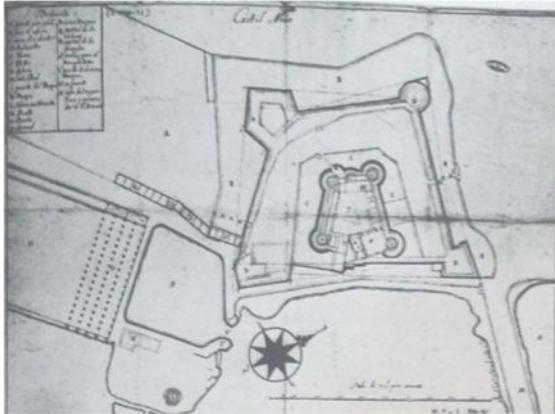


Figura 9 Primo disegno di carattere militare.  
Fonte: Archivio di Simancas

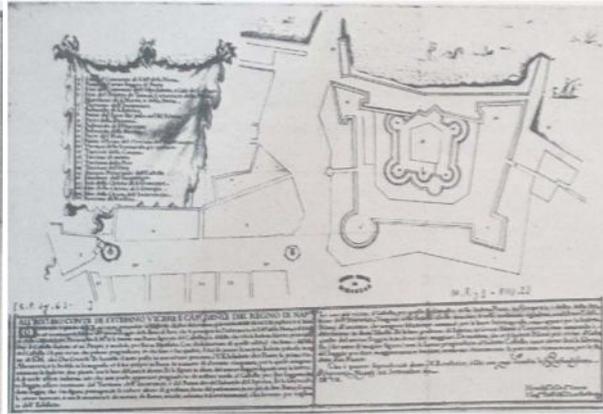


Figura 8 Secondo disegno di carattere militare.  
Fonte: Archivio di Simancas

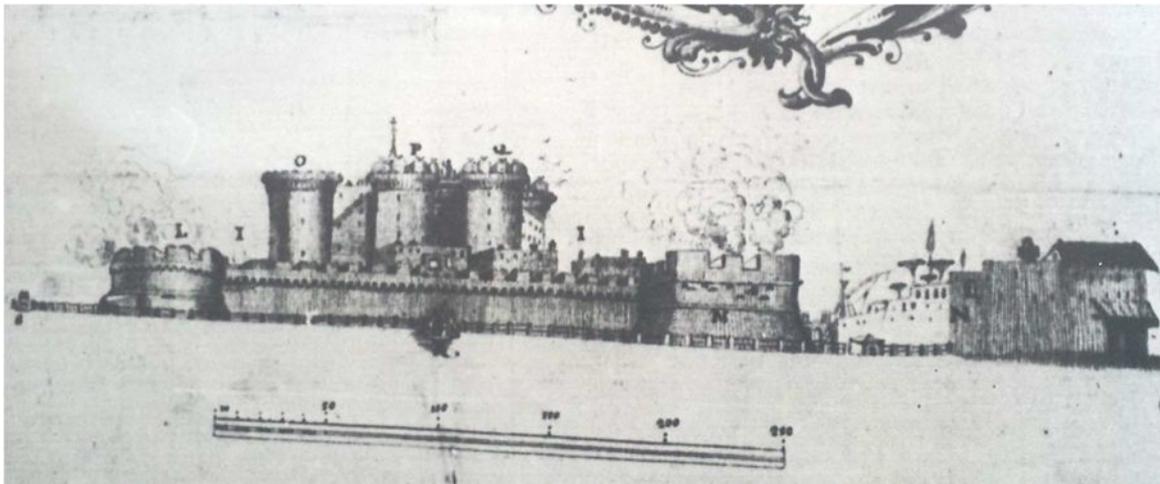


Figura 10 Foto di Castel Nuovo serrato nelle sue fortificazioni cinquecentesche. Fonte: Archivio di Simancas

A partire dal 1501, in seguito alle Guerre d'Italia, Napoli perde la sua indipendenza. Dopo essere stata brevemente in mano francese fino al 1504, passa sotto la dominazione spagnola, e per oltre due secoli il regno è governato da un vicerè per conto di Madrid. Durante il periodo del governo spagnolo, il panorama politico ed economico subisce una rivoluzione. Già a partire da inizi XVI Napoli assume un ruolo via via sempre più importante per il Mezzogiorno. E' proprio a partire da questi anni che il divario fra città e province è sempre più grande. La capitale del Regno si avvia a diventare una delle più grandi ed importanti città d'Europa.

Nei primi anni del vicereame il governo spagnolo non riesce a dedicarsi al riordino della città. Questa condizione politica ha un effetto negativo sulla città, nonostante il re Ferdinando il Cattolico riconosca la possibilità di ripresa delle attività economiche e dei traffici marittimi.

Nel corso delle vicende di guerra per la successione con la Francia il municipio deve occuparsi del problema della ricostruzione delle mura che non avviene prima del 1535, mentre a partire dal 1503 si riprendono i lavori a Castel Nuovo.

Già Federico d'Aragona aveva iniziato i lavori con la costruzione di una nuova cortina esterna alla cittadella. Ed è proprio per l'importanza della fortezza che il regnante spagnolo, Consalvo Fernandez, decide di erigere una nuova massiccia cortina bastionata circondata da un ampio fossato. L'opera di sistemazione di Castel Nuovo continua poi negli anni successivi. Nel 1537 il fossato viene ulteriormente allargato e la piazza verso il largo delle Corregge ampliata. Molti edifici sono demoliti in quest'occasione, come la chiesa di S. Nicola al Molo che chiudeva la piazza dal lato del porto. L'aumento della potenza delle artiglierie rende necessaria la costruzione di una cortina molto più ampia, racchiudente le fabbriche destinate all'alloggio delle truppe e al deposito delle polveri. In più si iniziano gli ampliamenti a mare in corrispondenza dei bastioni meridionali esterni. Dopo la sistemazione del castello si dà il via alle iniziative pubbliche come la bonifica delle regioni al di là delle colline, in particolare i territori di Guado e Belvedere.

In questi anni avviene un risveglio dell'edilizia privata. Ad inizi Cinquecento la nobiltà provinciale procede con un processo di inurbamento, prevalentemente nei centri minori del Mezzogiorno. Mentre la nobiltà si trasferisce in città, si aprono numerosi cantieri per l'edificazione di nuovi palazzi e dimore gentilizie di pregio, soprattutto nella periferia della città. Vengono a formarsi dei fondaci (case-magazzino oltre che alloggio per i mercanti) su suoli che prima erano destinati a giardini o orti e prendono il nome di piante che precedentemente si coltivavano su quel terreno.

Nel frattempo gli istituti religiosi più influenti e facoltosi cercano di accaparrarsi le proprietà più vicine ai loro conventi, cosa che sfocerà in seguito in una tensione fra autorità religiosa e comune di Napoli.

In tutto questo però non c'è una sostanziale alterazione della struttura sociale ed economica. Le uniche comunità economiche ad avere realmente fortuna a Napoli sono prima i mercanti toscani e poi quelli genovesi.

La pressione fiscale continua ad aumentare a discapito del ceto medio imprenditoriale e le attività produttive non aumentano in maniera proporzionale alla crescita di popolazione. Si presentano infatti delle situazioni di grande povertà e parassitismo a causa della fuga dalle campagne della popolazione, che non risolve la propria situazione, trovando in città solo miseria.

### 1.5.2 I PROVVEDIMENTI DI DON PEDRO E LE OPERE CIVILI

Don Pedro de Toledo, insediatosi agli inizi del 1533, si deve da subito occupare delle problematiche presenti in città. Tra queste vi è la mancata manutenzione delle opere pubbliche e dei servizi che ha portato la città ad una miserevole condizione, ben lontana dall'ideale di capitale. Per di più manca una qualsiasi tipologia di norma edilizia: le strade sono occupate da banchi, pennate e da "gaisi" (sorta di balconi o vani posticci). Dal governo viene ordinato di smantellare tutte queste aggiunte fuori norma, cosa che avviene nel giro di pochi giorni. Nell'anno successivo si parte con la pavimentazione delle strade a partire dalla zona adiacente a S. Chiara, divenuta un bel quartiere residenziale con sontuosi palazzi.

Tutto questo prelude ad un più vasto programma di ampliamento e rinnovamento della città, per darle un più decoroso aspetto, anche in previsione dell'arrivo di Carlo V nel 1535. I problemi dal punto di vista strutturale, funzionale e strategico però rimangono. Con l'arrivo dell'imperatore è prevista anche una minaccia turca così che si dà avvio ai lavori di difesa della città. Nel passato gli scontri più violenti erano avvenuti nel largo delle Corregge, antistante Castel Nuovo, e per questo Don Pedro decide di far costruire una nuova cinta muraria sfruttando i contrafforti naturali della collina fino ad arrivare a S. Elmo. In questo modo è scongiurata ogni influenza ed attacco nemico. L'idea sostanziale è quella di integrare Castel Nuovo nel corpo della struttura urbana così che i nemici si sarebbero dovuti scontrare con una struttura difensiva ben più compatta rispetto a prima.

Dopo aver concluso le opere di interesse strategico si dà inizio all'urbanizzazione e all'ampliamento della nuova via Toledo, che parte dal monastero di S. Spirito e corre lungo le mura di origini aragonesi fino ad arrivare al convento di Monteoliveto e porta Reale. In pratica essa costituisce il collegamento fra le zone più settentrionali ed il centro rappresentativo e direzionale vicino a Castel Nuovo. Via Toledo interseca il prolungamento del decumano inferiore e su di essa sono presenti i "quartieri spagnoli" con gli alloggi militari. Il complesso edilizio è suddiviso in lotti uguali, con sei strade parallele a via Toledo. Per via dell'aumento demografico le abitazioni vengono rialzate di un piano e scompaiono le insulae ad orto ed i cortili interni. Già un secolo più tardi la congestione sarà più avanzata, le strade raddoppiate, i palazzi avranno tre o quattro piani in più e i giardini saranno sempre più rari.

Le intenzioni del vicerè prevedono il riassetto della viabilità già esistente, di cui il decumano maggiore che diviene più importante, l'arteria della Selleria viene riordinata e resa più regolare, infine viene migliorato il largo antistante Castel Nuovo e via Chiaia.

Particolarmente importante è il riassetto igienico-sanitario, fognario e dell'approvvigionamento idrico. Per questo si costruiscono numerose fontane pubbliche, elementi caratteristici, e la riattivazione dell'acquedotto Claudio. Prima devono essere fatti i rilievi e le ispezioni dei vecchi condotti, ma nel frattempo le condizioni politiche mutano e il progetto non viene più proseguito. Don Pedro fa costruire edifici di pubblico servizio come quelli assistenziali (ospedale, chiesa per i militari...) nell'area di S. Giacomo degli Spagnoli, fa rimodernare quelli già esistenti, risistema l'area del porto e dell'arsenale che era stato danneggiato nel 1405 e solo parzialmente sistemato. Se ne costruisce uno più grande dove si installa una nuova lanterna e una fontana. In contemporanea si lavora anche al molo piccolo.

Le esigenze di difesa contro l'invasione turca fanno iniziare i lavori di rimessa a posto già a inizi 1537 con il tratto parallelo alla costa. Le mura vengono rinforzate e a tratti spostate in avanti, oltre che completata la parte lasciata scoperta durante l'epoca angioina ed aragonese. Dopo la ricostruzione delle mura meridionali si iniziano a costruire le parti nuove, con i cantieri posti presso S. Giovanni a Carbonara, porta S. Gennaro che è ricostruita ed ampliata con uno sperone e porta Costantinopoli. Le mura quindi ora seguono l'andamento dell'attuale via Bellini sino a giungere dove sorge il foro Carolino.

In questa regione è spostata la porta Reale presso il Palazzo del Principe. Secondo il rilievo fatto dal Lafrey nel 1566 le mura continuano dopo la porta di Costantinopoli e questa teoria è confermata dalla veduta prospettica di Van Stinemolen (1582) fatta da una prospettiva diversa rispetto a quelle tipiche, dove si può vedere che le mura procedono fino a Castel S. Elmo con delle postazioni di vedetta e dei tratti bastionati.

Castel S. Elmo è voluto da Don Pedro e ricostruito completamente dal 1537 con una pianta stellare a sei punte, mura bastionate cinte da un ampio fossato. E' presente una cortina bastionata con una piazza d'armi, una cappella e il vecchio Belforte. E' strutturalmente molto simile a Castel Nuovo, dove il nucleo di antico viene inserito all'interno delle mura fortificate.

### 1.5.3 LA MIGRAZIONE DALLA CAMPAGNA ALLA CITTÀ E L'EDILIZIA PRIVATA

Già a partire dalla metà del secolo vi è un incremento demografico che rende piccolo e insufficiente il nucleo di antica formazione, così che inizia l'espansione al di fuori delle mura, dapprima rada ma poi sempre più consistente. Per motivi politici la nobiltà si trasferisce a Napoli, ed è per questo che la città subisce dei grandi mutamenti. Il trasferirsi a Napoli sta a significare un alto tenore di vita e disponibilità continua di denaro liquido. Infatti in città si accumulano numerosi elementi borghesi, mercanti stranieri e possidenti provinciali che si trasferiscono per la vicinanza con gli uffici dell'amministrazione e della giustizia.

Ma accanto alla borghesia mercantile e ai medici e avvocati vi è anche la plebe più povera che, attirata dalla visione di poter vivere una vita migliore nella capitale, vi si trasferisce dalle campagne. E' presente inoltre una numerosa pletera di funzionari, militari e cortigiani provenienti dalla Spagna.

Nel 1540 hanno inizio i lavori per il palazzo reale del vicerè. In primis sono ripristinati i giardini reali (distrutti con le guerre di successione) e poi si costruisce il vero e proprio palazzo. Il giardino confina con il fossato di Castel Nuovo mentre è inglobato dalle tre vie di S. Carlo, piazza Plebiscito e via Marina. Il parco è solcato da viali a disegno geometrico in tipico stile italiano, con fontane, logge, pergolati, una piscina, una cappella e una guardiola. Dalla parte del mare c'è una cavallerizza ed una sala grande. Il palazzo vero e proprio si trova nell'angolo nord-occidentale del parco ed inizialmente presenta una

pianta quadrangolare. Per la sua realizzazione si rende necessario l'abbattimento della chiesa di S. Spirito (trasferita dove ora c'è la Prefettura). Il palazzo possiede due torrioni angolari, nonostante non funzione non sia quella di fortezza. La sua forma e tipologia è dovuta a fini difensivi e allo stesso tempo a rappresenta la sua grandiosità ed il potere reale.

Alla trasformazione della città danno un grande contributo anche i privati e gli ordini religiosi. Molte sono le fabbriche religiose costruite dal nuovo o rinnovate e numerosi i palazzi che arricchiscono il patrimonio urbano.

Nel piano urbanistico voluto da Don Pedro si può riscontrare la volontà di espandersi verso occidente, in direzione di S. Elmo e Pizzofalcone mentre sul lato d'oriente della città sono ancora presenti numerose paludi non bonificate. Quindi con l'espansione verso ovest la zona relativa al porto, Castel Nuovo, il nuovo palazzo reale diviene il baricentro della struttura urbana. Via Toledo, nella quale confluiscono ortogonalmente tutte le strade, fa da spina dorsale alla nuova impostazione urbanistica e diventa non solo la via più importante di Napoli ma anche la più elegante con numerosi palazzi nobiliari.

Il piano del viceré assegna la destinazione funzionale alle diverse regioni: quella del porto, con Castel Nuovo e il palazzo reale, ha la funzione rappresentativa, politica e militare; a Castel Capuano sono localizzate tutte le magistrature; mentre il mercato rimane nella zona costiera. Il resto della città non varia più di tanto se non per l'alternarsi di palazzi signorili sia nella città vecchia che in quella nuova. Tutta la città antica è un proliferare di botteghe e di banche, senza però il sorgere di un "centro commerciale" ma con un fenomeno di dispersione. Ciò indica la mancanza di un ordine economico e di un potere politico non attento ai problemi dell'industria, data la presenza di una classe dirigente senza la vena imprenditoriale ma solamente impegnata nell'esibizione del proprio sfarzo a danno della città.

## 1.6 IL VICEREGNO: UNA NUOVA DIMENSIONE URBANA

### 1.6.1 L'IMMIGRAZIONE E LO SVILUPPO DEI BORGHI

La prima metà del Cinquecento si configura con un forte incremento demografico e Napoli arriva a toccare i 200-220.000 abitanti. Nella seconda metà del secolo invece, si registra una crescita demografica regolare e la popolazione si aggira attorno ai 240.000 abitanti. In questa seconda fase hanno luogo una serie di carestie ed epidemie: le più drammatiche corrispondono all'epidemia del 1562, con 20.000 vittime, e la carestia del 1591, che provoca la chiusura dell'Università.

A fronte di tali fatti è probabile che l'aumento demografico di fine secolo sia dovuto all'immigrazione dalle campagne verso la città. Coloro che si spostano verso Napoli sono principalmente contadini e braccianti sfuggiti al giogo feudale e che non possono permettersi i costi proibitivi del centro e l'intensità del fenomeno rende impossibile alla città l'accoglienza di una tale quantità di persone.

Complementare al fenomeno dell'immigrazione si ha lo sviluppo di nuovi borghi, localizzati *extra moenia*. I borghi, col passare del tempo, si vengono a configurare come quartieri ricchi con edifici nobiliari e con un'attività mercantile molto intensa. Essi però non si sviluppano con criteri organici a causa del divieto da parte del governo di costruire edifici fuori le mura.

### 1.6.2 LE QUATTRO PRAMMATICHE DEL XVI SECOLO

Per far fronte all'espansione incontrollata viene emanato un primo bando nel 1555 con l'obiettivo di mantenere libero il pomerio interno ed esterno delle mura dalle fabbriche edilizie.

Successivamente sono emanate quattro prammatiche. La prima risale al 1566: un manoscritto del 1570 che rappresenta l'esito di un lavoro di analisi durato dal 1561 al 1563. Il documento analizza il fenomeno di espansione, le sue cause e raccoglie una serie di provvedimenti suggeriti al re per arginare lo sviluppo edilizio. La prammatica stabilisce una serie di sanzioni per chiunque la trasgredisca ma è caratterizzata da un ampio

marginale all'iniziativa privata, generando quindi un fenomeno di espansione priva di licenza che la rende inefficace.

Il problema diviene un affare di Stato e si instaura una corrispondenza a riguardo tra la corte di Filippo II ed i vicerè di Napoli. Sia il re che i vicerè temono l'aumento di popolazione della capitale, oltre che per i motivi legati alla sicurezza, anche per i danni alla produttività agricola provocati dall'aumento delle campagne. Per risolvere la questione viene avanzata una proposta che impone il blocco dell'emigrazione e vieta ai pubblici ufficiali di concedere i permessi per l'abbandono delle terre.

Nel 1583 viene redatta un'altra prammatica e, vista la presenza di organi preposti al controllo corrotti, il vicerè ordina un'inchiesta sugli edifici costruiti in modo abusivo e sulle licenze.

Nonostante ciò l'espansione continua indisturbata, tanto da generare dissesti che allarmano le pubbliche autorità. Nella prammatica del 1588 si proibisce quindi l'apertura di nuove cave di tufo nelle falde di S. Elmo.

La quarta prammatica, del 1595, prevede l'abbattimento degli edifici costruiti senza il consenso della pubblica amministrazione. Tale prescrizione non viene attuata, dimostrando la precarietà dei rapporti amministrativi e politici tra Napoli e Madrid.

### **1.6.3 LE OPERE DI PUBBLICHE UTILITÀ E I PROVVEDIMENTI PER L'IGIENE PUBBLICA**

Nonostante i propositi della prammatiche, la loro redazione impedisce lo sviluppo della città secondo un disegno unitario e mette in moto un processo di deterioramento. Tuttavia vengono messi in atto diversi programmi pubblici riguardanti la costruzione di nuove strade, la sistemazione di quelle esistenti e il rifornimento idrico.

Nel 1559 il Commissario delle strade regie redige un rapporto dettagliato sulle condizioni della viabilità e l'anno successivo prendono avvio i lavori di sistemazione per le vie di comunicazione con Roma, Abruzzo, Puglia e Calabria. Contemporaneamente sono installati all'interno della città diversi cantieri per la sistemazione delle strade esistenti dissestate.



*Figura 12 Mappa del Lafrey con la zona del porto (1566)*



*Figura 11 Mappa del Duchetti con la zona del porto (1585)*

Nel 1562 l'ingegner Lettieri, per volere del vicerè d'Alcalà in risposta alle esigenze dei cittadini, dirige i lavori di allacciamento idrico.

Nel 1566 prende avvio il processo di trasferimento delle attrezzature portuali verso occidente. L'anno successivo si avverte la necessità di un arsenale più ampio e si decide di ubicarlo sulla spiaggia di Santa Lucia, nei pressi di Castel Nuovo. Pochi anni più tardi viene costruita la via che congiunge il molo grande con quello più piccolo e viene fatta sistemare la strada costiera che collega i piccoli moli mercantili.

Nel 1597 sono necessari ulteriori lavori al porto a causa di una violenta mareggiata. Fra le tre proposte di sistemazione elaborate da Domenico Fontana viene scelta la terza, che prevede la costruzione di un molo che racchiuda le acque ad oriente della torre di San Vincenzo. Il lavoro però si interrompono e il porto verrà ampliato nella zona prescelta solamente secoli dopo.

Per risolvere i problemi relativi all'igiene pubblica viene redatta la quindicesima prammatica che impone la pulizia settimanale delle strade, mentre la ventesima decreta la costruzione di cloache nelle case del borgo di Chiaia.

Tutti gli interventi realizzati nel corso di questi anni non fanno parte di un disegno di riassetto urbano ma sono accomunati da un carattere occasionale.

#### 1.6.4 L'APPROPRIAZIONE DEI BENI DA PARTE DELLA CHIESA E L'ALTERAZIONE DEL PAESAGGIO URBANO

Alla fine del 1500 Napoli è afflitta da una grave crisi edilizia: la fatiscenza e la pressione per la necessità di alloggi si fanno intollerabili. Nel corso del 1600, oltre agli Ordini religiosi già presenti in città (Francescani e Domenicani), se ne stabiliscono ulteriori in città (i Teatini ed in seguito i Gesuiti). Queste nuove istituzioni ricevono pieno appoggio per la fondazione di chiese e conventi.

Con l'estensione delle proprietà immobiliari e fondiari ecclesiastiche, si vengono quindi a creare delle sorte di "cittadelle sacre" che interessano tutto il centro, in particolare quello antico, e contribuiscono ad aggravare la crisi degli alloggi, con conseguente pressione da parte della popolazione per il bisogno di case.

La diffusione della tipologia del convento, caratterizzata da chiostri, reclusori e chiese, induce ad un'alterazione sostanziale del tessuto edilizio. Quest'ultimo diventa una cortina continua forata da piccole finestre, i giardini risultano chiusi in grandi chiostri di proprietà dei religiosi e il verde in città tende progressivamente a sparire.

Nel Seicento si assiste inoltre ad un'intensa urbanizzazione della zona collinare della contrada S. Mandato, nel Cinquecento completamente libera, con una configurazione urbana che asseconda la morfologia irregolare del terreno. Questo tipo di urbanizzazione si differenzia da quella riguardante le zone piane, caratterizzate invece da una disposizione secondo una maglia più regolare.

Anche i complessi conventuali tendono a svilupparsi fuori dalle mura della città, indice anche in questo caso dell'inefficienza delle prammatiche.

Motivo di ulteriore espansione di tipo religioso sono i ritrovamenti di catacombe e basiliche paleocristiane in seguito al nubifragio del 1569, in particolare nelle regioni delle valli della Sanità e dei Vergini. Tali zone divengono così estremamente ambite dalle fondazioni religiose.

### 1.6.5 LA MORFOLOGIA URBANA NEL XVII SECOLO, LA CONGESTIONE EDILIZIA E LA PESTE DEL 1656



Figura 13 Stampa "La peste del 1656", Domenico Gargiulo. Fonte: Museo Nazionale di San Martino, Napoli

Nella prima metà del 1600 si registra un ulteriore aumento demografico, con un aumento da 270.000 a 450.000 abitanti. La città di Napoli conta nove quartieri urbani e sette borghi ed il suo paesaggio urbano presenta numerosi alloggi di fortuna (baracche).

La pubblica amministrazione si mostra totalmente disinteressata alla risoluzione dei problemi legati allo sviluppo urbano, al contrario investe nel rinnovo degli edifici di rappresentanza, nella costruzione di fabbriche religiose e nelle iniziative di pubblica attività relative al rifacimento delle strade e alle attrezzature portuali.

Nel 1667 riprendono i lavori di riassetto del porto, sulla base del disegno di Domenico Fontana, che però non sono realizzati, a dimostrazione di come il dominio spagnolo preferisca utilizzare il denaro nell'abbellimento della città. Alcune opere realizzate sono il palazzo reale, il palazzo degli Studi, lussuose residenze signorili a Chiaia e Posillipo e

molte fabbriche religiose, oltre al risanamento del centro religioso e politico-amministrativo di Napoli.

Al XVII secolo risalgono alcune vedute di Napoli, tra le quali quella realizzata da Alessandro Baratta nel 1629: la veduta con cavalcata della città da Posillipo a Poggioreale, il cui punto di osservazione è posto idealmente al centro del Golfo in asse con Castel Sant'Elmo. Il disegno pone in risalto le principali vie di comunicazione (via Toledo, il largo delle Pigne), il centro, Castel Nuovo ed il palazzo vicereale.

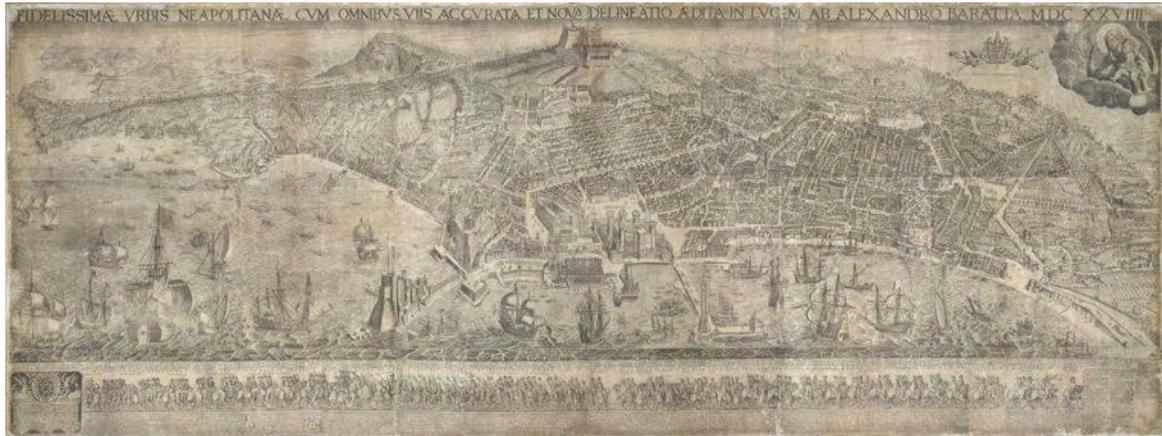


Figura 14 "Fidelissimae urbis napolitanae cum omnibus viis accurata et nova delineatio aedita in lucem ad Alexandro Baratta", Alessandro Baratta (1629). Fonte: Coll. Banca Commerciale Italiana.

In una seconda vista prospettica del 1670 è possibile leggere in modo più chiaro la struttura urbana con il suo dedalo di vie urbane, gli elementi caratteristici delle fabbriche, il tessuto ortogonale del centro antico, le insulae conventuali ed il tessuto denso dell'edilizia minore. Da questa rappresentazione risulta evidente come lo spazio costruito prevalga sugli spazi liberi, quasi completamente scomparsi e come le superfici destinate a coltura siano relegate alla sommità delle colline. Il centro antico presenta due tipologie di sviluppo: i complessi monastici nell'area più interna ed il tessuto della fascia costiera fitto e differenziato.

Nel 1656 ha luogo un evento che sconvolge la città di Napoli: la scarsità delle condizioni igieniche e l'abitabilità sono i mezzi che consentono alla peste di diffondersi velocemente. Dai suoi 450.000 abitanti, la popolazione si riduce a 250.000. Il calo drastico degli abitanti induce ad una stasi dello sviluppo edilizio nella città, che si presenta immutata nelle rappresentazioni della seconda metà del Settecento.

Se prima della peste, con l'impellente necessità di alloggi, si era registrato un forte aumento dei prezzi, nel periodo successivo si assiste ad un calo dei prezzi e ad un aumento della disponibilità di case e botteghe. Questa situazione però non ha lunga durata e, con il ripopolamento della città, i prezzi tornano a lievitare.

## 1.7 LA METROPOLI DELL'ATTIVITÀ DEI LUMI

### 1.7.1 LA DOMINANZA ASBURGICA: LA POLITICA ANTICURIALE ED I NUOVI INTERVENTI PUBBLICI

Nel corso della guerra di successione spagnola l'Austria conquistò Napoli nel 1707. L'instaurazione del dominio austriaco suscita molte speranze nei napoletani, che però rimangono deluse dal perseguimento di una politica conservatrice. Nonostante ciò il fervore politico e culturale di questi anni però vede una forte partecipazione degli intellettuali al dibattito sui principi del secolo.

Nel 1708 il conte Daun adotta dei provvedimenti anticuriali; l'intento però non è quello di risolvere la questione relativa alla forte necessità di alloggi, quanto una ritorsione contro la Chiesa voluta da Carlo III d'Asburgo. Il conflitto tra Stato e Chiesa si estende poi ai sostenitori dei due poteri con conseguente stasi dell'edilizia sacra.

Nel 1708 viene emanata l'ottava e ultima prammatica, che ancora una volta dimostra il disinteresse da parte degli Asburgo nei confronti della realtà napoletana. La protesta degli anticlericali si risolve a favore degli ecclesiastici con il divieto di costruire nuove fabbriche religiose. La stessa Università di Napoli denuncia questa situazione per mezzo di documenti e memoriali, che suggeriscono urgenti provvedimenti.

Negli stessi anni si registra a Napoli una ripresa demografica, che contribuisce ad aggravare il disordine urbano. Viene effettuata quindi una petizione al sovrano per richiedere l'abolizione delle prammatiche, ormai rispettate per ovvi motivi solamente dai cittadini più poveri e totalmente ignorate dai nobili.

Nel 1718 si arriva allo sblocco dell'edilizia civile nei borghi, permettendo alla pubblica amministrazione di definire le nuove direttrici e di operare scelte importanti per lo sviluppo urbanistico della città.

Nel periodo di dominazione austriaca inoltre vengono aperte due nuove strade in direzione dei territori vesuviani. Poggioreale invece si configura come la zona di nuovo sviluppo residenziale.

Nel 1729 la città riporta subisce numerosi danni a causa di un nubifragio che rende necessario un intervento pubblico. Quest'ultimo però si limita alla realizzazione di muri di contenimento.

### 1.7.2 LE MEMORIE GRAFICHE DELLA NAPOLI SETTECENTESCA

Diverse immagini dell'epoca dimostrano l'aspetto della città tra il Seicento ed il Settecento. Una serie di rappresentazioni in prospettiva eseguite dal fiammingo Livinius Cruyl la raffigurano con un tessuto edilizio compatto esteso fino ai piedi delle colline, che invece presentano ancora una vegetazione fitta. Dei campi coltivati che si estendono verso la piana vesuviana sono riportate le piccole fabbriche.



Altre memorie grafiche della città nel primo ventennio del Settecento sono costituite dai disegni di Gaspar Van Wittel.

Figura 15 "La darsena di Napoli", Gaspar Van Wittel, 1711

### 1.7.3 I PROVVEDIMENTI DI CARLO BORBONE E LA TRASFORMAZIONE DELLA CITTA'

Al momento della caduta degli Asburgo i problemi di Napoli relativi a disordine e congestione risultano ancora più accentuati, oltre al peggiorare della crisi economica, al blocco commerciale contro gli imperiali, alla carestia e al ribellismo delle province. A tale questione si aggiunge anche la tensione tra potere civile e clero: nella città, infatti, si ritiene fossero presenti circa 16.500 religiosi.

L'avvento al trono nel 1734 di Carlo di Borbone, con la costituzione del Regno di Napoli e Sicilia, si differenzia dalle dominazioni precedenti per il dinamismo e lo spirito innovatore.

Un primo passo del nuovo regnante è quello di reprimere gli uomini e gli istituti maggiormente legati agli Asburgo, precedenti dominanti.

Il passo successivo è relativo alla questione delle immunità di cui gode il clero: nel 1741 Carlo di Borbone cerca un accordo con esso ed istituisce un tribunale per esaminare alcuni casi di delinquenza protetta dall'immunità ecclesiastica. Si occupa poi della tassazione delle proprietà ecclesiastiche, imponendo 1/3 dell'imposta pagata da quelle laiche. Si tratta di un provvedimento piuttosto modesto ma grazie ad esso l'erario pubblico riesce a triplicare le proprie entrate.

Infine affronta un ultimo importante problema, ossia lo scardinamento del sistema feudale. I ceti abbienti infatti, invece che abolire i feudi, tendono ad impossessarsene, per questo motivo Carlo di Borbone conduce una politica antibaronale.

Con l'aumento dei traffici inizia la ripresa dell'economia napoletana, che nel 1744 vede stabilirsi nel proprio territorio alcuni nuclei di mercati francesi. Il Regno era caratterizzato dall'assoluta mancanza di attività manifatturiera e per questo motivo Carlo si impegna per promuovere lo sviluppo dell'industria tessile, anche se con scarsi risultati.

Anche i lavori di pubblica utilità risultano piuttosto modesti: sono realizzati alcuni lavori al porto ed i traffici vengono deviati dal centro cittadino sulle strade provinciali. Lungo la strada sorgono piccole aziende artigianali, ad esempio per la produzione di ceramiche.

A proporre i rimedi da adottare per risollevare Napoli dalla crisi, è Paolo Mattia Doria, filosofo e matematico italiano vissuto a cavallo tra il Seicento ed il Settecento.

Il primo luogo propone il decentramento delle funzioni direzionali, politiche, economiche, amministrative e di rappresentanza, in vista di un accrescimento del ruolo dei tribunali delle province per decongestionare l'attività giudiziaria. Allo stesso modo propone il trasferimento in provincia delle attività manifatturiere, che in quel momento sono concentrate nella capitale. Assieme all'industrializzazione delle regioni meridionali, egli propone l'istituzione di una sorta di "Cassa del Mezzogiorno".

Tali proposte costituiscono un piano economico ed urbanistico vero e proprio, estensibile all'intero Regno. L'integrazione tra politica economica e territoriale è vista quindi come l'unico modo per risolvere gli squilibri territoriali che vedono il denaro concentrato nelle città e le province sempre più povere.

Questa situazione riflette ciò che avviene ad un livello più alto: lo stesso sovrano commissiona grandi opere di rappresentanza per abbellire la città, ignorando la necessità di nuove infrastrutture e contribuendo così a creare un'atmosfera di rinnovamento puramente esteriore.

Ponendo a confronto lo sviluppo seicentesco della città di Napoli con quello settecentesco si possono individuare due modelli di sviluppo: il primo è rappresentato dalla realizzazione di una serie di ambienti urbani autonomi dal punto di vista compositivo, con uno sviluppo quindi di tipo centripeto; il secondo invece, vede uno sviluppo di tipo centrifugo, dovuto all'iniziativa privata, ora libera di estendersi al territorio agricolo.

Il modo in cui Napoli si sviluppa è un esempio del modo di intendere l'evoluzione della città: tutti gli elementi che la costituiscono, strade, piazze, colline e campagne, presentano interventi episodici di notevole valore, rimanendo però episodici.

#### 1.7.4 LA PRIMA CARTOGRAFIA UFFICIALE

La crescita a dismisura della città e l'assenza di un piano per la crescita della città rendono necessaria la redazione di una pianta per stabilire le regole del nuovo sviluppo urbano. In quegli anni affiorano i resti di Ercolano, che mettono subito in evidenza la contrapposizione tra il disordine della città attuale e l'ordine e la proporzione delle vie e delle case ritrovate.

Giovanni Carafa Duca di Noja mette a confronto Napoli con le planimetrie delle grandi città europee, quali Parigi, Londra, Amsterdam, San Pietroburgo ed Alessandria, cresciute secondo un piano urbanistico rigoroso. Egli inoltre elenca i principali problemi che affliggono la città, riconducendoli alla carenza a livello infrastrutturale, ossia all'assenza di strade larghe e dritte e alla mancanza di piazze. Propone quindi la realizzazione di nuove strade nelle campagne ed altri interventi concreti, quali un museo per dipinti ed oggetti archeologici, un osservatorio celeste, un "teatro anatomico", un museo delle rarità naturali e un serraglio degli animali rari. Un'ulteriore operazione necessaria è la suddivisione in quartieri e parrocchie, il decentramento degli uffici amministrativi, la sistemazione di strade, cloache e dell'acquedotto e la redazione di statistiche demografiche.

Per poter realizzare tali opere si rende necessaria la redazione di una mappa topografica della città e dell'intorno, che egli stesso realizza nel 1775 con i più aggiornati procedimenti topografici del tempo: la Tavoletta Pretoriana. Alla mappa allega un riferimento alla numerazione dei 580 elementi segnati in pianta, corrispondenti a fabbriche e monumenti importanti. Le numerose piante prodotte successivamente a quella del Carafa dimostrano lo sviluppo caotico della città ed il processo di concentrazione urbana che si verifica contemporaneamente anche nel Nord Europa, legato alla rivoluzione industriale.

### 1.7.5 L'EPIDEMIA DEL 1764 E LA SITUAZIONE ECONOMICA DI FINE SECOLO

Nel 1768 viene istituito un corpo per la tutela ed il decoro delle principali strade cittadine e l'amministrazione ordina lo sgombero delle vie principali dalle baracche.

Nel 1764 un'altra epidemia colpisce la città di Napoli, episodio che costituisce il principale motivo per la redazione di un rapporto sul clima napoletano e sulle condizioni di vita, di inquinamento atmosferico, di affollamento edilizio e pulizia delle strade. Negli anni successivi, a supporto di questa analisi, viene effettuato un censimento della popolazione, pari a 337.000 abitanti.

Nel 1779 Napoli viene divisa in dodici quartieri e le attività municipali sono decentrate grazie ad una nuova magistratura, inoltre pochi anni più tardi è emanato un decreto riguardante le norme di distanza ed altezza degli edifici.

Alla fine del Settecento la situazione socio-economica a Napoli oscilla tra feudalesimo e capitalismo: la campagna del Mezzogiorno risulta ancora caratterizzata da una struttura di tipo feudale, mentre nelle zone periferiche della città iniziano a svilupparsi strutture produttive di tipo precapitalistico.

## 1.8 DALLA RIVOLUZIONE DEL 1799 ALLA DERIVA DELLA DINASTIA BORBONICA

### 1.8.1 LA RIVOLUZIONE NAPOLETANA DEL 1799 E LA NUOVA ORGANIZZAZIONE DELLO STATO

Con la carestia del 1763-'64 l'economia del Regno diviene debole e si comprende che il motivo sono la fiacca politica della capitale e i suoi mancati obiettivi. Gli eventi più drammatici accadono però nel 1799 con la rivoluzione da parte di alcuni giacobini che si schierano contro la legge antifeudale. Tutto questo si conclude nel sangue, con persone portate al patibolo in piazza del Mercato.

Con la restaurazione dei Borboni la situazione del Regno è tale da non poter avanzare idee per dei nuovi programmi urbanistici e neppure edilizi. Nel 1802 il ministro delle finanze Zurlo chiede dei prestiti bancari per tentare un'operazione finanziaria che poi si rivela inconcludente per il troppo oneroso debito statale. Infatti la situazione è così grave che la gente si riversa dalle campagne alla città per la mancanza cibo. Gli eventi di lì a poco precipitano ancor di più tanto che i francesi riescono ad entrare in città senza avere il supporto e l'aiuto dell'aristocrazia intellettuale, come nel 1799.

Con l'avvento di Giuseppe Bonaparte nel 1806, che diviene re di Napoli, la città ha una rinascita sia per le strutture che per le idee della classe dirigente. Questa svolta è così duratura sia per l'organizzazione che per il nuovo piano di sviluppo della città.

La politica di riforme francese è portatrice di principi quali l'uguaglianza dei cittadini davanti alla legge e l'affermazione della proprietà privata.

L'impresa che Bonaparte porta avanti riguarda sia Napoli città che le più lontane provincie, notando sin da subito quali sono i problemi più urgenti della capitale.

Viene istituito il Ministero dell'Interno, una nuova magistratura con ampi poteri legislativi e decisionali. E le somme che sono destinate "al mantenimento e all'apertura delle strade" vanno reindirizzate a questa nuova istituzione e questo vuol significare una non manutenzione delle strade e una viabilità mal ridotta.

Ma nonostante il regime autoritario francese sia quasi dittatoriale, a Napoli assume una piega un po' più duttile e si adatta alle esigenze locali. Si assiste ad una sorta di forbice:

da una parte l'accentramento e dall'altra il decentramento delle funzioni e del potere. Nell'agosto 1806 si introduce una riforma dell'amministrazione provinciale e comunale, con l'istituzione degli intendenti e il conseguente decentramento dei poteri di controllo sulle amministrazioni comunali.

Di altrettanto rilievo è la riforma del sistema tributario, con l'incameramento diretto da parte dello Stato delle imposte (arrendamenti) e dei beni delle corporazioni e degli ordini religiosi. In più viene soppressa l'istituzione dei monasteri, forte e potente sia dal punto di vista finanziario che temporale, con conseguente passaggio degli immobili monastici in mano allo Stato che li ridestina ad uso pubblico.

L'altro problema, quello riguardante l'eversione della feudalità, viene affrontato con misure molto più caute, data la presenza dei baroni (oligarchia ben radicata e potente nel territorio) che il nuovo regime non osa sfidare. Sono eventi che segnano il Regno e la provincia e i provvedimenti presi divengono più incisivi quando passa al trono il valoroso generale Gioacchino Murat nel 1808. Egli prende dei provvedimenti che il suo predecessore non aveva avuto il coraggio di prendere. In primis richiama Giuseppe Zurlo come Ministro dell'Interno e Francesco Ricciardi come Ministro della Giustizia. Poi a partire dal 1810 Murat sa prendere le distanze dalla politica dell'impero napoleonico che aveva fini che non coincidevano con le esigenze del Regno.

Tutto questo fa sì che egli sia ben visto dalla classe dirigente napoletana progressista e antiborbonica. L'amministrazione della cosa pubblica, con l'introduzione dell'imposta fondiaria, avrà una forte ripercussione soprattutto sulle campagne. Gli intendenti a governo delle provincie avviano un processo di gestione decentrata dal punto di vista finanziario, fiscale e militare. E' proprio in questo periodo che inizia il distacco fra ceti intellettuali e proprietari e fra diseredati della campagna e della città.

### 1.8.2 LA RESTAURAZIONE BORBONICA

Nel 1808 si giunge alla suddivisione della città in dodici quartieri con i loro Eletti a capo al Corpo Municipale, infatti il controllo di Napoli deve essere dato alla massima autorità municipale. Viene istituito anche il corpo tecnico per collaudare i ponti, le strade e tutte le opere pubbliche. Zurlo nel 1806, appena giunge a Napoli, ordina l'abbattimento di due chiese, S. Spirito e S. Luigi di Palazzo, per risistemare la piazza. E' poi Murat nel 1812 a

riprendere in mano il progetto con la sistemazione del largo di Palazzo, creato a fine Cinquecento con il Palazzo Vicereale, e deputato a luogo per le grandi ricorrenze pubbliche (parate militari, circostanze particolari per feste e cerimonie pubbliche o religiose...). Il genius loci prevale per la forma con soluzioni a portico semicircolare, forma che poi diventerà la soluzione definitiva adottata durante la seconda restaurazione borbonica.

### 1.8.3 I PROGRAMMI E LE TRASFORMAZIONI URBANISTICHE DELL'OTTOCENTO

Bonaparte il 14 agosto 1806 dispone di creare un collegamento che prolungando via Toledo giunga fino al palazzo di Capodimonte. E' progettato dall'ingegnere Gioacchino Avellino e l'architetto Nicola Leandro Corso Napoleone. L'intenzione è quella di dare alla città la giusta grandezza e magnificenza (idea già avuta in precedenza da Carlo di Borbone). E' Giuliano De Fazio a progettare la conclusione della via con un arco in onore di Gioacchino. I progettisti che intervengono in seguito su Corso Napoleone si interesseranno anche di esso dal punto di vista paesaggistico e aggiungendo strade a collegamento delle varie parti della città.

Il progetto dei Napoleonidi non è solo un programma di opere pubbliche ma un sistema ben più complesso. Vengono create nuove strade mentre altre vengono rettificata e demolite le case adiacenti per poter sistemare al meglio la via. Tra il 1806 e il 1809 è costruito l'Orto Botanico, prima istituzione pubblica realizzata nel settore scientifico, mentre la stazione scientifica zoologica sarà realizzata a metà del XIX secolo da parte di alcuni studiosi tedeschi. Queste opere innescano una riqualificazione residenziale di questa zona periferica della città.

Il gusto neoclassico negli anni della dominazione francese ha una accelerazione non da poco. Lo stile impero invece si afferma in maniera molto più lenta rispetto ad altre città europee come Londra e Parigi, grazie alle opere di Niccolini, quale il rifacimento del teatro San Carlo.

La zona costiera compresa fra Castel Nuovo e il ponte della Maddalena ha una struttura urbanistica abbastanza omogenea, tanto che si può dire che sono i luoghi tipici dell'artigianato, del manifatturiero e del commerciale legati alle attività portuali. L'edilizia è molto degradata e non si sono avviati fenomeni di ristrutturazione ma al

contrario vi è un tracollo delle condizioni igienico-edilizie. Esternamente le case assomigliano ad un groviglio densamente abitato. Per tutto il primo Ottocento questo quartiere e il suo degrado viene ignorato. Di fatto gli unici interventi riguardano la viabilità costiera e della strada che conduce al Porto.

Numerose sono le costruzioni di ville sulla costiera vicino Napoli, come quella per Sir Acton con un meraviglioso giardino all'inglese (per ricordare la sua patria) o quella per la duchessa di Florida, sorta alle pendici del Vomero e conclusasi attorno agli anni 1816-'18, con uno stupendo giardino all'italiana.

Per quanto riguarda l'ampliamento di Palazzo Reale, affidato prima a Gaetano Genovese e poi all'architetto Gavaudan, tutta l'area circostante viene investita da numerose iniziative urbanistiche che si concluderanno con lo stallo successivo all'Unità d'Italia.

Sostanzialmente i problemi presenti ormai da secoli nella città, come la condizione edilizia, sono rimasti e si trascinano anche nel secolo in esame: è una situazione esasperata in particolar modo i quartieri di più antica data come quello del porto, del mercato, di Vicaria, ecc...

Mentre nella zona occidentale le opere urbanistiche hanno lo stampo del volere di Ferdinando II, con l'apertura di Corso Maria Teresa che porta ad una nuova zona di tessuto residenziale nel cuore della città. I lavori partono dal 1853 creando una delle più belle strade della città grazie all'attenzione posta all'ambiente paesistico da parte dei progettisti. Inoltre la strada ha una grande funzione anche dal punto di vista funzionale, in quanto prima unico asse di scorrimento attorno la città e poi, con l'espansione urbana sulla collina, di carattere sempre meno periferico.

Grazie alla sua importante funzione paesistica il Corso è il motivo della nascita di una grande normativa per la tutela del paesaggio del 1841, estesa a normativa generale per le nuove zone di espansione collinare, per salvaguardare la vista del mare in alcuni punti di Napoli.

Nell'ottobre del 1839 è inaugurato il primo tratto della ferrovia che collega Napoli a Portici. Con questa infrastruttura però si rende necessario anche il collegamento da via Marina e dal Porto con una nuova strada che si chiama prima strada dei Fossi e poi corso Garibaldi. Ne rimangono escluse da questo piano urbanistico le zone dei quartieri meridionali più densamente popolati che gravano sulla fascia costiera.

Per quanto riguarda la parte della città vecchia essa dovrebbe essere "raddrizzata e allargata" nelle strade e gli edifici meglio regolati (più per la salute degli abitanti) data la loro fatiscenza.

In generale la situazione risulta essere drammatica: mancanza di infrastrutture, fiscalismo, impaccio feudale, deficienza di capitali anche per le classi più ricche data la loro reticenza nell'impegnarsi nel campo manifatturiero, mancanza di materie prime e necessità di acquistarle all'estero per il loro costo inferiore, scarsa qualità della produzione interna e mancanza di personale qualificato.

La città inoltre è segnata da due epidemie di colera negli anni dal 1836 a fine 1837, quando la popolazione è decimata e il tasso di mortalità raggiunge la soglia del 39 per mille, in particolare modo nelle aree più densamente popolate. Dopo l'epidemia si cerca di risanare le aree più insalubri ed infette, mettendo a rogo i vestiti, materassi e suppellettili dei colerosi.

Gli acquedotti sono precari come pure lo è la rete fognaria. Le case non hanno acqua potabile, tanto che gli abitanti devono prenderla dalle fontane e le acque nere vengono riversate nei vicoli e nei fondaci. Solo nel 1844 viene emanata la legge che richiede la costruzione dei fognoli, collegati alla rete dei collettori sotterranei, ma gli effetti sono pressoché irrilevanti.

Viene messa a nudo anche la carenza di strutture ospedaliere. Infatti tutti gli ospedali presenti sono istituti di beneficenza e parte di complessi conventuali. Quelli pubblici invece sono destinati alle diverse armi dell'esercito.

Tra le attività economiche l'unica attività di impiego che non sia quella nel settore agricolo è quella delle costruzioni. Tutti gli appalti per le opere pubbliche sono in mano a pochi capitalisti ed appaltatori che preferiscono investire in opere pubbliche piuttosto che in qualsiasi altra attività imprenditoriale. Si crea così un monopolio in mano a poche aziende a carattere prevalentemente familiare che gestiscono le opere pubbliche.

Durante questo periodo con l'espansione demografica viene dato un certo spazio all'iniziativa privata. Ma ormai i capitali scarseggiano e i soldi non vengono più investiti in questo settore. La mentalità cambia e vengono adottate due soluzioni: i palazzi gentilizi sono trasformati in residenze signorili mentre altri spazi costruiti sono frazionati in più appartamenti. E' durante l'Ottocento infatti che gli edifici sono sopraelevati di qualche

piano, per consentire ai proprietari di avere più appartamenti da affittare. Il Consiglio edilizio si oppone a questa pratica, spesso senza norme statiche ed igieniche. Nonostante tutto le famiglie più ricche e di antica nobiltà si inseriscono in questo affare e trasformano i loro palazzi in condomini.

Si registra uno spostamento di gran parte della popolazione nobile e ricca del centro città nella zona residenziale a nord-est e ovest, soprattutto dopo l'epidemia di colera, per andare ad abitare in zone più salubri.

## 1.9 DALL'UNITÀ D'ITALIA ALLA PRIMA GUERRA MONDIALE

### 1.9.1 LA SITUAZIONE POST-UNITARIA

Quando cessa di essere capitale, con l'Unità d'Italia nel 1861, Napoli si trova di fronte a due possibilità: diventare un polo industriale o decadere. Avendo sempre avuto il ruolo di sede delle funzioni amministrative, commerciali, finanziarie e mercantili del Regno delle due Sicilie e presentando una forte arretratezza dal punto di vista produttivo, la città non risulta in grado di affrontare la questione produttiva. Il problema quindi diventa la ricerca di un nuovo ruolo della città. Le industrie cantieristiche, manifatturiere e metalmeccaniche, già deboli, con l'Unità entrano in una crisi più profonda.

Nonostante la crisi economica nell'anno dell'unificazione la popolazione tocca i 439.911 abitanti, raggiungendo così il più alto tasso d'incremento.

Nel 1876 è elaborato un programma che insiste sulle note dolenti della città, ossia i fondaci, la questione igienico-sanitaria e la necessità di uno sviluppo industriale. Verso la fine degli anni Settanta dell'Ottocento la "questione Napoli" per la prima volta diventa un problema a livello nazionale.

Nel 1865 si decide di procedere con l'unificazione dei catasti di tutto il Regno, sulla base di quelli già realizzati precedentemente. In modo complementare all'elaborazione di una cartografia unica, è emanata anche una legge per l'unificazione delle imposte sui fabbricati. Le principali innovazioni relative a tali fatti riguardano la distinzione tra suolo edificato e non edificato e l'imposta di una aliquota uniforme di imposta. Sono distinti

inoltre edifici privati ed industriali in modo da agevolare le fabbriche industriali, che necessitano di una maggiore manutenzione.

Nella seconda metà dell'Ottocento quindi la tendenza che si registra nella città di Napoli è quella del frazionamento delle proprietà immobiliari, ciò sta ad indicare il progressivo sfaldarsi delle proprietà signorili e religiose e la loro vendita a borghesi, commercianti ed artigiani. Lo scarso sviluppo industriale della città quindi comporta la rendita immobiliare come attività in primo piano nell'economia cittadina.

Il processo che viene ad instaurarsi è una trasformazione con zonizzazione di tipo classista e funzionale.

### 1.9.2 I PROGETTI PER IL RISANAMENTO

Il progetto di risanamento della città nasce dalle riflessioni e dalle proposte alla base dei vari piani elaborati a partire dal 1870 ma mai realizzati. Tutti i progetti ponevano l'attenzione su necessità comuni: il collegamento del centro antico con il settore occidentale per mezzo di trafori, il collegamento tra Vomero e Posillipo con funicolari, la creazione di una via litoranea o l'ampliamento della Riviera di Chiaia per velocizzare i collegamenti tra i due versanti della città, la creazione di un quartiere operaio ad oriente a servizio delle industrie siderurgiche e delle attività commerciali e portuali, infine diversi interventi di sventramento.

Nel 1871 il Comune di Napoli bandisce un concorso per un piano di sistemazione e riassetto dei quartieri bassi e di espansione residenziale delle colline da Capodimonte a Vomero. In questa occasione l'ingegnere Giambarba realizza il primo rilievo topografico in grado di sostituire quello settecentesco del Duca di Noja.

Il primo ad occuparsi del tema relativo ai collegamenti è, nel 1874, Lamont Young, architetto di origine scozzese, che propone la creazione di una linea metropolitana senza però essere ascoltato.

Nel 1885 il Parlamento vara la legge per il risanamento della città di Napoli che, sulla base dei progetti precedentemente realizzati, definisce le linee generali della trasformazione urbanistica. I vari dibattiti che ne derivano, fanno in modo che i primi lavori abbiano inizio solo a partire dal 1889.

Per gli studi preliminari al progetto di risanamento l'ingegner Giambarba si serve di 24 fogli in scala 1:2.000, appositamente ridotti all'1:4.000, realizzati dal Real Ufficio Topografico, trasferito da Napoli a Firenze in seguito all'Unità d'Italia. Se la cartografia a disposizione si rivela sufficiente per il progetto urbanistico di massima, per quello esecutivo si rende necessaria l'elaborazione di 140 tavole in scala 1:200.

L'operazione di Risanamento è preceduta e seguita da un forte consenso da parte della classe dirigente ed intellettuale. Una delle poche voci che si dichiarano contrarie è quella di Pasquale Villari, che ritiene il progetto un'operazione speculativa che ha disatteso gli obiettivi sociali per aver privato numerosi cittadini dei propri alloggi, senza offrire loro una soluzione alternativa.

Riguardo i monumenti invece, si compie un'operazione di salvataggio ed isolamento, azione che costituisce il precedente di ciò che verrà eseguito anche durante il periodo fascista.

Per quanto riguarda gli espropri il Comune si riserva il diritto di decidere le aree interessate dall'intervento, mentre attraverso la concessione decide di cedere i lotti agli imprenditori in nome della libera concorrenza.

L'impresa vincitrice del contratto di appalto non rispetta né i tempi né le procedure previste. La principale conseguenza di questa operazione è il calo negli anni Novanta dei valori immobiliari nell'intera città, comprese le aree interessate dallo sventramento. Il carattere dell'operazione di Risanamento risulta di tipo antipopolare: si viene a creare un'ampia disponibilità di case signorili, di numero superiore a quanto il mercato possa assorbire, mentre le case economiche e popolari risultano insufficienti.

Alcune tra le opere più importanti sono rappresentate dal nuovo edificio della Borsa del 1895 e il nuovo edificio dell'Università del 1898. L'opera maggiormente significativa è la costruzione della galleria Umberto I: nel 1885 è approvato il progetto urbanistico dell'ingegnere Emmanuele Rocco relativo alla costruzione di una galleria a quattro braccia nei pressi del teatro S. Carlo, progettata poi da Paolo Boubée. La costruzione termina nel 1892 e diventa luogo d'incontro per giornalisti, scrittori, sede di esercizi commerciali, caffè, ecc.

### 1.9.3 IL RILANCIO ECONOMICO-INDUSTRIALE

La legge varata nel 1904 stabilisce un programma di intervento incentrato sull'allocazione industriale. All'industria viene attribuito il ruolo di rilanciare il commercio e incrementare i flussi turistici. La legge individua due aree di sviluppo industriale: una a oriente e una ad occidente e per esse prevede una serie di vantaggi economici, finanziari e fiscali. Nell'area adiacente a Posillipo e ai Campi Flegrei dispone l'impianto dell'insediamento siderurgico Ilva di Bagnoli, ancora oggi fonte di problematiche a livello ecologico.

Negli anni che precedono la Prima Guerra Mondiale l'ingegnere Francesco De Simone elabora il primo piano regolatore secondo un principio di zonizzazione funzionale e di classe. Il piano prevede una suddivisione in zone: quella delle abitazioni, del lavoro, del commercio e l'area direzionale. La distinzione è effettuata per motivi orografici, storici, economici, demografici e funzionali. Nonostante sia ben accolto dal consiglio comunale nel 1915, il piano non viene approvato.

Nel 1910 l'amministrazione comunale di Napoli dà avvio al Nuovo Piano di Risanamento e ampliamento della città, nonostante questo non costituisca un vero e proprio strumento per l'urbanistica. Il programma prevede l'ampliamento della città per mezzo di nuovi quartieri in aree libere di Vasto e Vomero (qui l'impianto era rigido e a scacchiera). Il 21 luglio 1914 è approvato il Piano Regolatore Generale di Ampliamento, Risanamento e Viabilità della Città costituisce il primo e vero proprio piano per Napoli, con uno studio attento della distribuzione funzionale, traffico, orientamento e topografia.

Nel 1939 è approvato il Piano Regolatore Generale di Napoli studiato dalla Fondazione Politecnica. Contrariamente al precedente piano si prefigge di esaminare un territorio molto più vasto di quello della sola città, estendendosi alla risoluzione dei problemi che affliggono l'intera regione. Per questo è più corretto parlare di piano intercomunale, simile a quello redatto precedentemente per la Ruhr.

Nel 1946, nell'immediato dopoguerra, gli urbanisti sono impegnati nello studio del nuovo Piano Regolatore, mentre la città è affranta dalle gravi situazioni sia per la sua distruzione per mezzo dei bombardamenti sia per lo sconvolgimento psicologico dei cittadini. Le

priorità sono incentrate sulla ricostruzione delle zone più colpite e vitali, e al contempo sono avviati gli studi di nuovi quartieri che potrebbero contenere la popolazione compresa del vecchio nucleo. In base a ciò, ad ogni nucleo di ampliamento viene assegnato un ruolo ben preciso: la zona ovest è destinata allo svolgimento marittimo e industriale di Bagnoli-Pozzuoli, quella Nord e l'annesso l'altipiano per le industrie ausiliarie e quella est è per lo sviluppo portuale e industriale. Nello stesso anno è attuato anche una precisa suddivisione del centro storico in unità urbane, nelle quali sono segnate le aree dove il territorio urbano deve essere conservato, quelle assegnate per interventi di trasformazione e altre dove è possibile aggiungere nuovi elementi. Nel 1952 tuttavia questo Piano viene annullato dall'Amministrazione Comunale e dopo tre anni ne viene prodotto uno nuovo che risolve i gravi problemi urbanistici della città. Per quanto riguarda il centro storico, il piano del 1958 il Piano ha come obiettivo per il centro storico la sistemazione dei vecchi quartieri e un contributo alla soluzione della crisi edilizia. Con i nuovi indici di fabbricabilità imposti nel centro danno la possibilità di recuperare vasti spazi e destinarli ad attrezzature di attività direzionali concentrate nella vecchia area amministrativa di piazza Municipio. Di conseguenza la città è suddivisa in due aree urbane in base all'indice di fabbricabilità e a partire dal 1971 i progetti di alcuni studiosi sono incentrati al risanamento e al restauro di alcuni edifici di valore storico-artistico, oltre che alla salvaguardia e rigenerazione del tessuto sociale esistente.

Il nuovo Piano Regolatore Generale segna un sostanziale distacco con gli aspetti legati alla costruzione formale della città e del territorio. Il centro è di nuovo suddiviso in zone differenziate per tipo di intervento edilizio, senza avere una valutazione qualitativa degli interventi adottati. Alla fine con il DL457/1978 sono individuate le norme generali per il recupero del patrimonio edilizio ed urbanistico esistente.

Con gli studi portati avanti dal gruppo di ricerca universitario coordinato da Gaetano Borelli Rojo e altri collaboratori restituisce l'urgenza di ricostruire nell'area metropolitana una gerarchia dei luoghi, una loro riconoscibilità ed una regola costruttiva dello spazio urbano.

#### 1.9.4 LA CITTÀ DI NAPOLI TRA REALTÀ ED IDENTITÀ

L'operazione di tutela non può essere disgiunta da quella di recupero e riuso. Essa è ridotta ad un'azione di passiva nella quale i monumenti sono cristallizzati in situazioni di degrado, consentendo allo stesso tempo di speculare sul resto del territorio napoletano.

*"Intanto nei lunghi anni trascorsi in attesa che qualcosa avvenga, mentre ogni intervento edilizio avrebbe dovuto essere impedito e l'intero Centro essere tenuto sotto controllo, in realtà tutto si è mosso in maniera strisciante e capillare e quotidianamente registriamo sopraelevazioni di edifici e scomparse di antichi portali, sostituzione di persiane alla napoletana in legno con serramenti in alluminio ed avvolgibili in plastica o quella delle soglie in piperno con lucidi marmi; appariscenti negozi appaiono su basamenti delle antiche fabbriche con assurde vetrine in contrasto con le originarie aperture, (...) malgrado i regolamenti comunali che potrebbero e dovrebbero impedirlo.*

*Sicché, quando e se un giorno si darà inizio ai restauri, risulterà che gran parte di quegli elementi, che così grande importanza hanno nella definizione dei valori ambientali, sono irrimediabilmente perduti."<sup>4</sup>*

Queste riflessioni sperimentano il programma di recupero edilizio della piccola parte della città di via Benedetto Croce, prima operazione alla quale seguono poi ne seguiranno altre più generalizzate. Questa iniziativa di recupero rientra a far parte di un elenco di strategie che la Soprintendenza per i Beni Ambientali ed Architettonici di Napoli e Provincia vuole attuare con il concorso di tutte le Amministrazioni direttamente o indirettamente interessate. Nel caso di Via Benedetto Croce vengono proposti dei nuovi prospetti considerati nel loro insieme, con composizioni cromatiche, l'eliminazione dei manufatti impiantistici delle facciate, la corretta configurazione dei piani al piano terra, l'eliminazione delle vetrine esterne ai vani che spesso celano le parti basamentali degli edifici.

Il progetto si avvale di un contatto diretto con la realtà napoletana, di un approccio con l'ambiente e di analisi approfondite finalizzate al recupero, con il fine di proporre interventi di riqualificazione. Tutto questo sta a dimostrare che mentre sembri logico che

---

<sup>4</sup> G. Alisio, in A. Fratta, "Centro storico e città futura", Arte tipografica, Napoli, 1986, p.74-75

il piano governi sul progetto, in questo caso valga il contrario ossia che sia il progetto che con strategie a breve termine possa proporre interventi concreti e realizzabili senza dover rinunciare agli strumenti urbanistici a grande scala.

A Napoli finora le iniziative sono rimaste su carta ed irrealizzate, rendendo inutili gli sforzi di salvare il centro antico ed insufficienti gli interventi proposti dalla Soprintendenza. A supportare questa situazione di riqualificazione dei beni culturali c'è il pensiero comune che questo sia un fenomeno puramente estetico ed isolato dall'ambiente produttivo. Pensiero tuttavia scorretto perché dovrebbe essere inteso non solo come bene puramente culturale ma anche come bene socio-economico. E' necessario rendere utilizzabili i beni storici rilevanti, salvare dal degrado le tipologie corrispondenti a modelli di vita ed aspetti sociali del passato ed incentivare il turismo.

I nuovi edifici, aventi negozi al piano terra e abitazioni ai piani superiori, sono generalmente tutti uguali perché realizzati con lo stesso regolamento edilizio, stesso finanziamento e con la tipologia edilizia che consente maggior redditività. Essi erano tutti standardizzati e propongono alla borghesia napoletana quella tipologia di abitazione che è possibile ritrovare in tante altre città italiane. Questo intervento determina a Napoli la sostituzione della popolazione, in quell'area della città dove era stata proposta la legge per il risanamento igienico. Ad oggi questi fabbricati sono in uno stato di degrado, causa la loro difficoltà a farvi integrazioni quali ascensori, impianti di riscaldamento e di trasformare cantine in autorimesse.

Ma non si deve pensare che il recupero di Napoli sia solo nel riuso dell'esistente e il programma conservativo non è l'unica strategia per il futuro. E' ovvio che il centro storico debba essere salvato tramite una "riconquista sociale" e che il suo restauro conservativo sia un'immediata risoluzione ai problemi. Tutto questo però non è sufficiente. Basti pensare che Napoli è localizzata in zona sismica ed è accompagnata da terremoti e maremoti che in passato sconvolsero i luoghi, la costa e tutto il territorio circostante. Per questo la città è altamente pericolosa, per la sua struttura urbanistica ed edilizia. E' quindi lecito ed indispensabile prevedere nell'immediato un piano dettagliato e interventi con gli indirizzi di restauro conservativo per tutti gli edifici sia pubblici che privati, con un scrupoloso rispetto delle vigenti norme antisismiche, oltre che interventi preventivi di consolidamento, adeguamento o miglioramento statico.

## 2 NAPOLI CITTA' UNESCO

---

*"Napoli fu fondata dai Greci nel VII secolo a.C. e divenne una delle maggiori città della Magna Grecia grazie alla sua conformazione di ampio porto protetto da colline lussureggianti e dal clima mite.*

*Percorrendo i suoi innumerevoli e fittissimi vicoli si riscontrano i segni architettonici tipici delle varie culture che dominarono la città nel corso dei secoli. Nel 1734 Napoli divenne la residenza della famiglia reale borbonica, della quale ospita tutt'ora la memoria e le immense raccolte artistiche e archeologiche."<sup>5</sup>*



Figura 16 Vista del Golfo di Napoli. Fonte: [www.italia.it](http://www.italia.it)

Il centro storico di Napoli è il più esteso d'Europa, con una superficie di circa 17 chilometri quadrati, e rappresenta il primo nucleo di formazione della città. Esso comprende a sua volta due nuclei originari: quello di Partenope, sulla collina di Pizzofalcone, e Neapolis, corrispondente ai decumani e nella quale è concentrata la maggior parte delle opere. In questa porzione di città sono presenti elementi rilevanti quali obelischi, monasteri, chiostri, musei, catacombe, scavi archeologici, resti greci e romani, colonne medievali e palazzi storici.

---

<sup>5</sup> Motivazione con cui l'UNESCO ha inserito il sito nel Patrimonio Mondiale dell'Umanità (1995).

Il centro antico racchiude al proprio interno più di duecento chiese, dove sono riposte opere realizzate da artisti di rilevante importanza come Caravaggio e Donatello.

Nel 1980 il terremoto dell'Irpinia danneggia parte del centro storico portando in primo piano i problemi strutturali e sociali. La risposta da parte del governo per un rimedio dal punto di vista urbanistico si ha con l'emanazione della Legge 219 del 1981 riguardo la pianificazione, il controllo dell'attività edilizia, il recupero degli edifici e l'abusivismo.

Nel 1993 Italia Nostra avanza la richiesta a Ronchey, ministro dei Beni culturali, per essere inclusa tra le città patrimonio mondiale dell'umanità tutelato dall'UNESCO.

### 2.1.1 IL RICONOSCIMENTO DELLA NOMINA A CITTA' UNESCO

Due anni più tardi, nel 1995, la richiesta è accettata ed il Centro Storico è dichiarato patrimonio dell'umanità dall'UNESCO, in particolare per la conservazione quasi totale del tracciato viario greco. I quartieri compresi nell'area considerata sono quelli di Avvocata, Montecalvario, San Giuseppe, Porto, Pendino, Mercato, Chiaia, San Ferdinando, Stella, San Carlo all'Arena, San Lorenzo, Vicaria e parte del territorio collinare di Vomero e Posillipo.

Tale riconoscimento comporta un impegno da parte del governo italiano e del Comune di Napoli per la conservazione della città, ma si arriva ad una pianificazione urbanistica solamente solo nel 2004 con l'approvazione di un piano regolatore e di una serie di norme che mirano alla conservazione del centro storico. La redazione di questo piano rappresenta l'esito positivo della battaglia condotta da Antonio Iannello di Italia Nostra per l'estensione della tutela alla Napoli vicereale e barocca, oltre che al centro antico.

*"Il Centro Storico della città di Napoli costituisce una realtà unica al mondo, in quanto, a confronto con altri centri storici prevalentemente medievali, si distingue nettamente per la Neapolis greco-romana, che esso custodisce con le sue insulae e l'impianto viario risalenti al V secolo a. C., conservatisi integri e tuttora vissuti, per la vetustà delle sue fabbriche, per il dissesto del sottosuolo, per la zona ad elevato rischio sismico in cui si colloca, per le condizioni economiche dei pur industriosi ceti popolari che vi abitano; che pertanto per il suo eccezionale interesse e per costituire un giacimento unico è stato proclamato*

*dall'UNESCO, nel 1995, Patrimonio Mondiale dell'Umanità, da trasmettere integro alle generazioni future*<sup>6</sup>.

Tali affermazioni costituiscono la premessa per una petizione, presentata dal Comitato "Centro storico UNESCO" il 24 agosto 2006, perché il Governo si impegni per la conservazione e valorizzazione del centro della città. Mentre nelle altre città UNESCO d'Italia gli enti locali riescono in parte a sopperire alla mancanza dell'intervento statale per la conservazione, il Comune di Napoli non riesce a contribuire in modo sufficiente agli interventi di riqualificazione, limitandosi alle facciate degli edifici. Tale petizione è mossa dall'immobilità dello Stato nei confronti della riqualificazione del centro storico nei dieci anni successivi al 1995, fatta eccezione di alcuni edifici puntuali su edifici religiosi.

Il degrado diviene nel corso degli anni così evidente da suscitare l'attenzione dello stesso UNESCO, che chiede chiarimenti sulla condizione del centro storico e annuncia una visita da parte degli ispettori, con il rischio del declassamento dei beni o addirittura della revoca del riconoscimento di Patrimonio dell'Umanità.



*Figura 17 Centro storico di Napoli. Fonte: [www.imperatoreblog.it](http://www.imperatoreblog.it)*

---

<sup>6</sup> Iannello F. (a cura di), Il centro storico di Napoli, cit., p.97-98

Nonostante ciò alcune parti della città risultano ancora mal conservate o in stato di abbandono e diverse organizzazioni si sono mosse per richiedere un intervento dell'UNESCO. Con l'accordo tra la regione Campania, il comune di Napoli ed il Ministero dei Beni Culturali, nel 2012 l'Unione europea ha stanziato 100 milioni di euro per finanziare i lavori di restauro dei monumenti ritenuti maggiormente a rischio.

### 2.1.2 INTEGRITÀ

Il centro storico di Napoli, patrimonio dell'umanità, comprende tutti gli elementi che contribuiscono alla giustificazione del suo eccezionale valore universale. Essi si identificano con il centro storico, definito dalle mura aragonesi così come dalle opere più significative del XVIII secolo, ad esempio i palazzi storici, gli edifici del governo, quelli residenziali, l'università, le strutture sanitarie e quelli destinati all'arte e all'artigianato. Questi edifici e le loro funzioni rappresentano tutti i periodi rilevanti della storia di Napoli, e sono in un discreto stato di conservazione. L'importante rapporto storico della città con il mare si mantiene grazie alla conservazione dei resti archeologici di epoca romana lungo la costa del mare e al ripristino dei piccoli porti per le barche trovati da Castel Nuovo a Capo Posillipo.

Nel 2011 è stata approvata una modifica marginale dal Comitato dell'UNESCO. Questa ha ampliato l'area con cui si identifica il "Centro Storico di Napoli" ed ha unito e ampliato le aree a cui ci si riferisce con "Distretto di Casale" e "Distretto di Santo Strato", al fine di includere un'area archeologica protetta e non sviluppata. L'area in questione è soggetta ad una carenza di manutenzione per quanto riguarda il tessuto urbano non-monumentale, mentre l'area di interesse storico risulta intatta e non minacciata dallo sviluppo.

### 2.1.3 AUTENTICITÀ

La pianta della città ha un alto livello di autenticità ed ha conservato notevoli testimonianze della città greco-romana e la disposizione a scacchiera del "quartieri spagnoli" del XVI secolo. La tipologia degli edifici pubblici e privati è ben riconoscibile nella pianta della città attuale, così come nelle caratteristiche spaziali, volumetriche e decorative. Vi è un'evidente continuità nell'uso dei materiali, tutti locali, ed una

distinzione visiva e materiale nella tipologia, per l'utilizzo del tufo giallo, del marmo bianco e del piperno grigio. Le tecniche sviluppate per l'utilizzo di questi materiali sopravvivono in misura considerevole e sono utilizzate nei progetti di restauro e conservazione.

#### 2.1.4 REQUISITI DI PROTEZIONE E DI GESTIONE

Nel 1972 il Piano Regolatore (Decreto Ministeriale n. 1829, 31 marzo 1972) identifica l'area protetta del centro storico, dove tutti gli interventi devono essere approvati dalla relativa Soprintendenza. Il piano confermato i punti del piano precedente, ampliando l'ambito del centro precedentemente definito. Le disposizioni della Legge n. 47 del 28 febbraio 1985 riguardo le "Norme pertinenti le attività di pianificazione urbanistica e di controllo sul costruito, sanzioni, recupero e riqualificazione di opere abusive" sono applicabili a tutta la zona, e stabiliscono le specifiche per altezze e spazi degli edifici. Un gran numero di edifici della città sono identificati come protetti ai sensi della Legge n.1089 del 1 giugno 1939, parte centrale della legislazione italiana in materia di tutela del patrimonio. Queste leggi sono state successivamente fuse nel codice dei beni culturali e del paesaggio del D.Lgs n.42 / 2004.

Ciò significa che per questi edifici vi è una misura di salvaguardia che garantisce che qualsiasi attività sul sito debba essere autorizzata dalla Soprintendenza competente (ufficio del Ministero per i Beni e le Attività Culturali), che può negarla per i motivi di conservazione, autorizzare interventi ponendo determinati limiti, autorizzando solo gli interventi che non danneggino la risorsa in questione.

Altri statuti, regionali e nazionali, e regolamenti in materia di controllo della pianificazione e del patrimonio sono applicabili anche al Centro storico di Napoli. Le agenzie nazionali competenti sono il Ministero per i Beni Ambientali e Culturali, la Regione Campania, il Consiglio Provinciale di Napoli, e il Consiglio Comunale di Napoli. La gestione dell'area UNESCO è tenuta da un ufficio del comune che è stato creato per la valorizzazione del centro storico di Napoli. Questo ufficio è responsabile di un piano di gestione per la proprietà del patrimonio mondiale che guida la sua salvaguardia e la protezione e allo stesso tempo assicura che Napoli rimanga una città viva e vibrante. Il piano sarà monitorato regolarmente per garantirne l'efficacia e sarà aggiornato ogni sei

o dieci anni. L'obiettivo del Piano Regolatore è quello di salvaguardare il patrimonio culturale e di conservare il tessuto urbano stratificato, per supportare le tradizionali interrelazioni socio-economiche e la produzione culturale, così come la qualità della vita, per mantenere gli usi, per aumentare la sicurezza, l'igiene ed accrescere la consapevolezza e la comprensione del patrimonio. Lo scopo è anche quello di integrare l'area in questione all'interno del sistema territoriale più ampio nel contesto turistico del Golfo di Napoli, Capri, Sorrento, Ercolano e Pompei.

An aerial, grayscale photograph of a city's urban layout. The image shows a dense grid of buildings and streets. A prominent feature is a large, irregularly shaped square or plaza in the center-left, surrounded by taller buildings. A river or canal winds through the city, starting from the top right and flowing towards the bottom right. The overall scene is a detailed view of urban planning and architecture.

# IL CASO STUDIO



### 3 LOCALIZZAZIONE ALL'INTERNO DELLA CITTA'

---

L'area oggetto di studio è sita in Napoli e corrisponde a Piazza Municipio, detta anche Largo di Castello. E' una delle più grandi d'Europa ed è localizzata alla fine di via Medina e a ridosso del porto e dell'adiacente Stazione Marittima. E' incorniciata da Castel Nuovo e dal Municipio, da cui prende il nome. Con la nascita del sito archeologico nato a fianco del castello sono stati rinvenuti diversi reperti durante la fase degli scavi che hanno portato alla creazione del polo museale Stazione Neapolis, situato proprio nella stazione della metropolitana in Piazza Municipio.



*Figura 18 Foto della città di Napoli.  
Fonte: Google Maps*



*Figura 19 Foto dell'area oggetto di studio.  
Fonte: Google Maps*



## 4 PRESENTAZIONE DELL'AREA DI STUDIO

### 4.1 PIAZZA MUNICIPIO (LARGO DEL CASTELLO) E I SUOI EDIFICI



Figura 20 Piazza Municipio e localizzazione degli edifici approfonditi. Fonte: [www.google.it/maps](http://www.google.it/maps)



Figura 21 Piazza Municipio. Fonte: [www.giovannidesio.it](http://www.giovannidesio.it)

Questa piazza, detta anche largo di Castello, deve il suo aspetto attuale al sindaco Lauro che al tempo era riuscito a superare gli ostali imposti dal governo e dalle opposizioni locali. Egli aveva convocato una squadra di operai e dei tecnici che durante la notte avevano devastato le strutture esistenti e

tagliato dei vecchi alberi ormai morti. Nel frattempo Lauro aveva delineato una soluzione, che consisteva in un grande rettangolo con diverse visioni prospettiche a seconda del punto di vista in cui ci si posiziona. Se l'osservatore è posto con le spalle

rivolte al palazzo del municipio si può vedere il lato sinistro di Castel Nuovo, la mole della stazione marittima, il teatro del Mercadante e l'Hotel de Londres. Al contrario, se si hanno le spalle rivolte al porto lo sguardo è catturato per primo dal castello poi dal monumento equestre a Vittorio Emanuele II posizionato centralmente alla facciata di palazzo S. Giacomo e dalla collina di S. Martino con l'omonima certosa e Castel S. Elmo.

#### 4.1.1 PALAZZO S. GIACOMO

Edificato nel 1819 per volere di Ferdinando I di Borbone per riunire qui tutti i ministri del Regno delle Due Sicilie. Gli architetti furono Stefano e Luigi Gasse, che demolirono alcuni edifici e un monastero, ed inglobarono la chiesa di San Giacomo degli Spagnoli. Dopo l'Unità d'Italia il palazzo



Figura 22 Palazzo San Giacomo. Fonte: [www.readitalia.it](http://www.readitalia.it)

divenne la sede centrale dell'amministrazione comunale di Napoli. Sullo scalone principale è presente una testa marmorea di origini greco-arcaiche rinvenuta nel Cinquecento sulla collina di Sant'Aniello probabilmente raffigurante la sirena Partenope.

#### 4.1.2 CHIESA DI S. GIACOMO DEGLI SPAGNOLI



Figura 23 Chiesa San Giacomo degli Spagnoli. Fonte: [www.napoligrafia.it](http://www.napoligrafia.it)

Eretta nel 1540 per volere di don Pedro de Toledo dall'architetto Fernando Manlio. Fu la chiesa dell'aristocrazia spagnola durante il vicereame e tutt'ora è sotto l'amministrazione del "Real Hermandad de Nobles Espanoles" come Chiesa Nazionale Spagnola. Presenta una pianta a croce latina a

tre navate e tre cupole, e ha numerosi sepolcri di nobili spagnoli ad esempio quella di don Pedro de Toledo.

#### 4.1.3 TEATRO MERCANDANTE

Costruito nel 1778 dall'architetto siciliano Francesco Securo e rifatto in parte nel 1893 da Pietro Ciulli. Da sempre considerato un teatro "rivoluzionario" tanto che i regnanti nel 1799 lo chiusero.



Figura 24 Teatro Mercandante. Fonte: [www.repubblica.it](http://www.repubblica.it)

#### 4.1.4 CASTEL NUOVO (O MASCHIO ANGIOINO)



Figura 25 Castel Nuovo (Maschio Angioino). Fonte: [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)

E' uno dei più pregevoli e suggestivi monumenti di Napoli. Fu voluto da Carlo I d'Angiò al suo arrivo in città che affidò la sua costruzione agli architetti francesi Pierre d'Angicourt e Pierre de Chaulle. E' in stile gotico e fu eretto dal 1279 al 1282. Ha una pianta quadrilatera irregolare, cinque torri di difesa (inizialmente erano quattro),

alte mura merlate con strette feritoie e un imponente ed ampio portale sul quale è stato apposto l'Arco di Trionfo di Alfonso d'Aragona. Dove una volta stava un ampio fossato oggi è circondato da un giardino e dalla parte di fossato rimanente. La "Sala dei Baroni" interna è un miracolo di statica architettonica dove Ferrante d'Aragona fece rinchiodare coloro che gli fecero la fronda. Durante il regno di Carlo II d'Angiò il palazzo fu ampliato e gli interni abbelliti. Si ebbero ulteriori lavori con Roberto d'Angiò oltre che abbellimenti

fatti da Giotto fra il 1328 e il 1333, che affrescò la cappella Palatina. Queste opere non sono più presenti perché scomparvero durante le successive ristrutturazioni o distrutte durante i numerosi terremoti. Nel 1442, conquistata la città, Alfonso d'Aragona rinforzò i basamenti e le merlature e tutte le strutture furono sottoposte a consolidamenti, data l'evoluzione delle armi. Gli ambienti interni invece furono rimaneggiati secondo il gusto catalano e resi sontuosi.

#### 4.1.5 ARCO DI TRIONFO

Alfonso d'Aragona oltre al castello volle lasciare un ricordo della sua magnificenza e fece costruire quest'arco in memoria del suo ingresso in città. Esso è apposto fra le due torri centrali ed è considerato dagli esperti uno dei migliori monumenti del Rinascimento italiano. E' difficile capire il suo progettista ma la ricerca si limita a soli quattro nomi tra Guglielmo da Majano, Luciano Laurana, il Pisanello e Pietro da Milano.

L'Arco è suddiviso in altezza da quattro ordini sovrapposti: il primo è l'arco vero e proprio inquadrato da due bellissimi binati di colonne corinzio-romane poggianti su stilobati che reggono una trabeazione classica. Il secondo ordine è composto da numerose decorazioni con putti e figure mitologiche rappresentanti in altorilievo il trionfo. Nel terzo è presente un arco a tutto sesto inquadrato in colonne di ordine ionico diviso in formelle con rosoni e teste. L'ultimo ordine è diviso da pilastri con quattro nicchie dove sono presenti statue colossali. Al di sopra c'è un capitello corinzio con l'arcangelo Gabriele.



Figura 26 Arco di Trionfo. Fonte: [www.napoliperquartiere.it](http://www.napoliperquartiere.it)

#### 4.1.6 STAZIONE MARITTIMA



*Figura 27 Stazione Marittima. Fonte: www.wikipedia.com*

E' al di là delle recinzioni del porto, in linea con la prospettiva che si apre dal varco principale. È una imponente struttura marmorea eretta durante l'ammodernamento degli anni Trenta dello scalo e quindi durante la politica fascista di Mussolini. Ad oggi il porto di Napoli è un complesso vasto e articolato che inizia con il tratto

proprio della Marina Militare, di seguito il molo Beverello e si protrae fino a San Giovanni a Teduccio. Tutte le dinastie, dai Normanni agli Aragonesi, contribuirono al potenziamento del porto ma l'apporto più importante fu sicuramente dato dai Borboni.



## 5 LA METROPOLITANA DI NAPOLI E IL SUO AMPLIAMENTO

L'area oggetto di studio fa parte della zona di espansione della linea 6 della metropolitana di Napoli. La metropolitana è composta da due linee di proprietà di Anm (azienda napoletana mobilità s.p.a.): la 1 e la 6. La linea 1 è stata la prima ad essere realizzata (1993) e per questo si tratta di una linea pesante. Essa collega il centro della città alla zona del Vomero e a Piscinola e presenta 18 stazioni lungo il proprio percorso. La linea 6 invece è stata inaugurata nel 2007, per questo motivo fa parte della tipologia

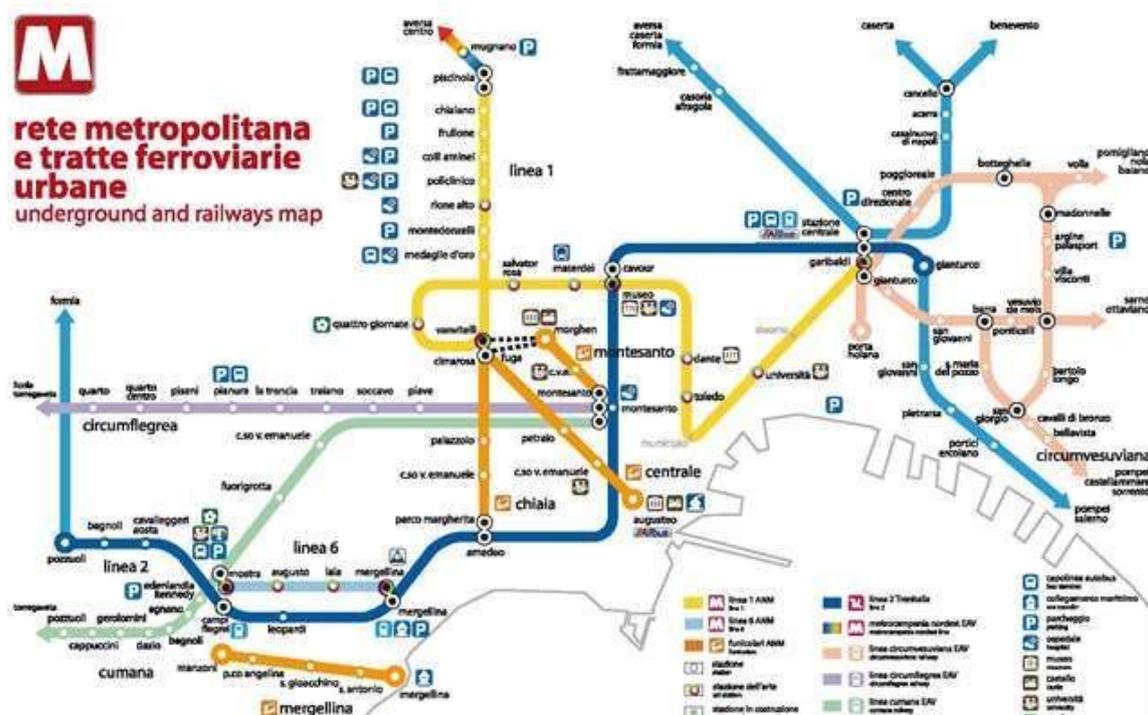


Figura 28 Linea Metropolitana di Napoli. Fonte: [www.anm.it](http://www.anm.it)

“metropolitana leggera” o funicolare, che collega i quartieri di Fuorigrotta e Mergellina. Essa si compone di quattro stazioni e prevede la costruzione di un prolungamento verso est di ulteriori quattro stazioni, delle quali una di interscambio con la linea 1 in corrispondenza di Piazza Municipio. Per il futuro si prevede un ulteriore ampliamento verso ovest, ancora in fase di studio. In occasione degli scavi per l'ampliamento della linea 1 della metropolitana sono stati rinvenuti in quattro cantieri dei reperti archeologici. In

particolare nelle stazioni di Salvator Rosa, Toledo, Università, Duomo ed infine in Piazza Municipio all'intersezione con la linea 6. Invece la Linea 2 è in gestione a Trenitalia s.p.a., oltre che le linee del Sistema Metropolitano Regionale EAV (Ente Autonomo Volturno): Cumana, Circumflegrea, Circumvesuviana e MetroCampaniaNordEst.

## 5.1 LA NUOVA STAZIONE DI PIAZZA MUNICIPIO

L'intervento riguardante l'intersezione della linea 1 con la linea 6 prevede la realizzazione di una stazione e la riqualificazione dell'area circostante. Il progetto prevede la sistemazione di una piazza sotterranea illuminata in modo zenitale, in cui sarà possibile osservare le parti visibili della muratura di epoca vicereale di Castel Nuovo, rinvenute durante le fasi di scavo. I reperti rinvenuti grazie agli scavi archeologici potranno poi essere conservati ed eventualmente esposti all'interno del museo di Castel Nuovo.

Tutte le stazioni sono state progettate da architetti di fama internazionale, come Podrecca e Siza, ed arredate con opere di artisti contemporanei. L'incarico per la progettazione della fermata di Piazza Municipio è stato affidato ai due architetti Alvaro Siza e Eduardo Souto De Moura. L'intento del progetto è quello di far risaltare i reperti archeologici ritrovati durante gli scavi, per questo motivo gli interni presentano pareti bianche e grigie a risalto del torrione cinquecentesco dell'Immacolata, facente parte del complesso di Castel Nuovo. Il cantiere si è protratto per quindici anni, a seguito di numerosi ritrovamenti archeologici. La stazione è stata inaugurata il 23 maggio 2015 e sarà integrata con un ampliamento museale, dove saranno esposti i ritrovamenti, e con un corridoio ipogeo che ospiterà parte dei ritrovamenti.

Gli stessi architetti hanno inoltre provveduto al progetto di riqualifica della piazza sovrastante con un asse pedonale che colleghi idealmente il porto e la collina del Vomero. Come sarà possibile vedere dalle tavole ufficiali, è facile notare come ci sia una netta differenza fra le murature rilevate dal Laboratorio He.Su.Tech., molto più definite e assomiglianti al vero rispetto a quelle rilevate a mano precedentemente, a forma squadrata.



Figura 29 Render della stazione metro di P.zza Municipio. Fonte: [www.ilmattino.it](http://www.ilmattino.it)



Figura 32 Render di P.zza Municipio con il progetto di Siza. Fonte: TropaArt sas



Figura 31 Render di P.zza Municipio con il progetto di Siza. Fonte: TropaArt sas

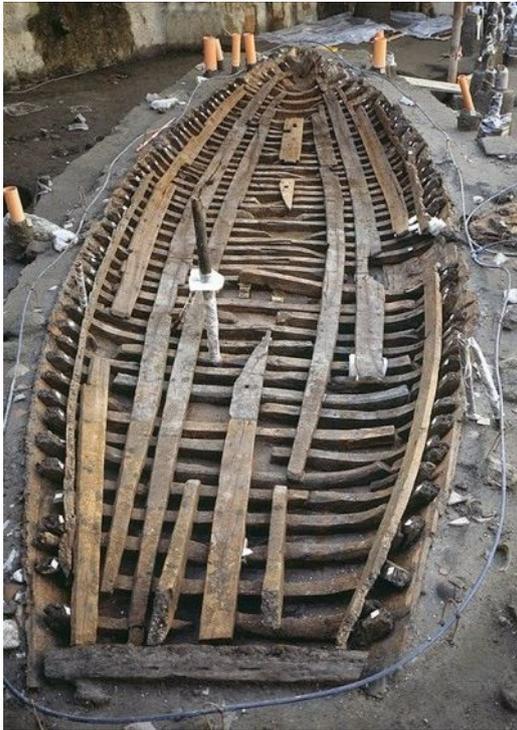


Figura 30 Render il P.zza Municipio con il progetto di Siza. Fonte: TropaArt sas

UTILIZZO DEL BIM NEL CAMPO ARCHEOLOGICO: I RITROVAMENTI DI LINEA 6 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI IN PIAZZA MUNICIPIO



## 6 I RITROVAMENTI ARCHEOLOGICI IN PIAZZA MUNICIPIO



*Figura 33 Imbarcazione ritrovata durante gli scavi. Fonte: [www.ilmattino.it](http://www.ilmattino.it)*

Nella fase di scavo per la realizzazione della stazione metropolitana sono stati rinvenuti il bacino portuale appartenente alla fine del IV sec. a.C., nell'area tra Piazza Municipio e Bovio, ed inoltre tre imbarcazioni del I secolo d.C. perfettamente conservate. In totale la flotta conta ben cinque imbarcazioni. Infatti tutta questa congestione di navi è data dalla presenza del porto dell'antica Neapolis, da dove partivano le barche per prelevare i carichi dalle navi di maggiori dimensioni che non potevano attraccare al porto. Tali scoperte hanno consentito poi di definire in modo più preciso l'andamento della linea costiera e del suo andamento nel corso dei secoli. Le

imbarcazioni sono state recuperate e trasportate, alcune senza dover essere smontate grazie ad un sistema elaborato nel cantiere delle navi di Pisa e alla Sovrintendenza Archeologica della Toscana.

In particolare, nel pozzo di stazione Municipio di linea 6, il materiale ritrovato ammonta ad oltre 3.000 reperti. Le stratificazioni dell'area risalgono all'epoca greco-romana (quelle più antiche). Le prime ad essere venute alla luce sono state le strutture romane con la presenza di una serie di stanze facenti parte del complesso termale con strutture ad arco a tutto sesto in mattoni e murature in opus reticulatum. E' possibile notare anche la fornace, un ambiente a sezione circolare in cui veniva scaldata l'acqua termale. Per quanto riguarda la fase ellenistica invece non abbiamo più le singole stanze come nella

fase romana ma sono presenti delle porzioni di muratura, alcune delle quali sono state accavallate da muri di origine romana.

Tra gli strati sono stati rinvenuti, oltre alle barche, un corpetto femminile di epoca ellenistica di circa 2.500 anni, vasellame di varie tipologia e grandezza.



*Figura 35 Reperto archeologico- vasellame.  
Fonte: Laboratorio He.Su.Tech.*



*Figura 34 Resti di muratura romana in opus reticulatum. Fonte: Laboratorio He.Su.Tech.*



*Figura 36 Resti di muratura ellenistica. Fonte: Laboratorio He.Su.Tech.*



*Figura 37* Visuale dell'area del pozzo stazione di p.zza Municipio. Fonte: Laboratorio He.Su.Tech.



PARTE TECNICA





## 7 LE FASI DEL RILIEVO ARCHEOLOGICO

---

I lavori di rilievo hanno preso avvio nella seconda metà del 2012 e si sono protratti fino al 2016. Il motivo per cui i rilievi sono stati effettuati a più riprese nel corso degli anni è dovuto a motivi di studio degli strati rilevati per poter procedere poi alla loro rimozione. L'obiettivo finale è dunque stato quello di giungere allo strato più antico. L'intera area rilevata è stata suddivisa in due porzioni principali: quella dell'edificio termale romano e quella della banchina.

Per rilevare sia la fase romana che quella ellenistica sono stati integrati due metodi di rilievo: laser scanner e fotogrammetria. Con il rilievo laser scanner è possibile acquisire le coordinate di una data regione o della superficie di un oggetto, in modo automatico e ad alta velocità. Il principio di funzionamento del laser scanner utilizzato si avvale del metodo di comparazione di fase (la distanza viene calcolata comparando la differenza di fase tra l'onda trasmessa e quella ricevuta).

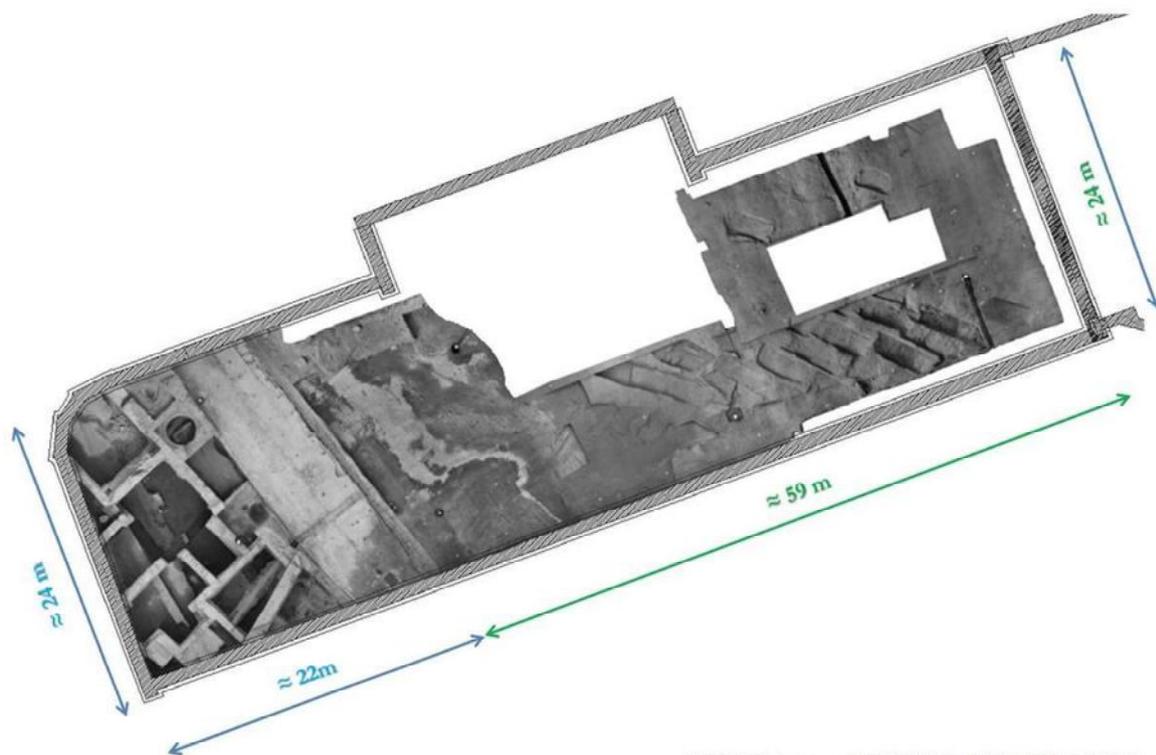
Per quanto riguarda la fotogrammetria invece è stata utilizzata una fotocamera digitale di ultima generazione. Tutte le foto sono state eseguite in modo nadirale rispetto l'oggetto, per permettere la presenza di almeno tre punti in comune in ogni fotogramma.

### 7.1 LE AREE DI RILIEVO: LA SUDDIVISIONE DEGLI AMBIENTI

Al fine di organizzare i rilievi e le conseguenti restituzioni, nelle prime operazioni di scavo l'area da rilevare è stata suddivisa in due zone: l'edificio termale romano e i fondali. Ciascuna di queste aree comprende a sua volta le stratigrafie sottostanti.

Nella parte sperimentale di questa tesi si sono scelti di approfondire le fasi iniziali e finali dello scavo, denominate Fase zero e Fase uno.

**RILIEVO 3D / FOTOGRAMMETRICO - 528 m<sup>2</sup> + 1416 m<sup>2</sup> = 1944 m<sup>2</sup>**



### LINEA 6 – POZZO STAZIONE

Figura 38 Ortofoto con estensione delle due aree dello scavo, Laboratorio He.Su.Tech.

#### 7.1.1 L'AREA DELL'EDIFICIO TERMALE



Figura 39 Suddivisione in MAF. Laboratorio He.Su.Tech.

L'edificio termale è denominato dalla soprintendenza MA (Monumento Architettonico) 44 e nella fase iniziale di scavo, ossia la fase 0, comprendeva al proprio interno diversi ambienti. Ognuno di questi costituisce una MAF (Monumento Architettonico Figlio) ed è stato denominato con un codice: MAF ed il relativo numero. Nelle MAF ogni parete è stata identificata con un'ulteriore sigla, in

questo caso USM (Unità Stratigrafica Muraria) con relativo codice. Un'ultima categoria è quella riguardante le Unità Stratigrafiche (US) con la quale sono identificati i fondali, le pavimentazioni e l'intonaco.

Sulla base di tale suddivisione sono state poi organizzate le tavole: in ogni tavola sono state riportate le varie fasi di scavo di ogni singola MAF e delle relative USM.

In corrispondenza della fase zero, ad una quota inferiore di 1.60 m rispetto ad essa, si trova la fase uno che corrisponde alla fase finale dello scavo e all'epoca ellenistica.

### 7.1.2 L'AREA DEI FONDALI

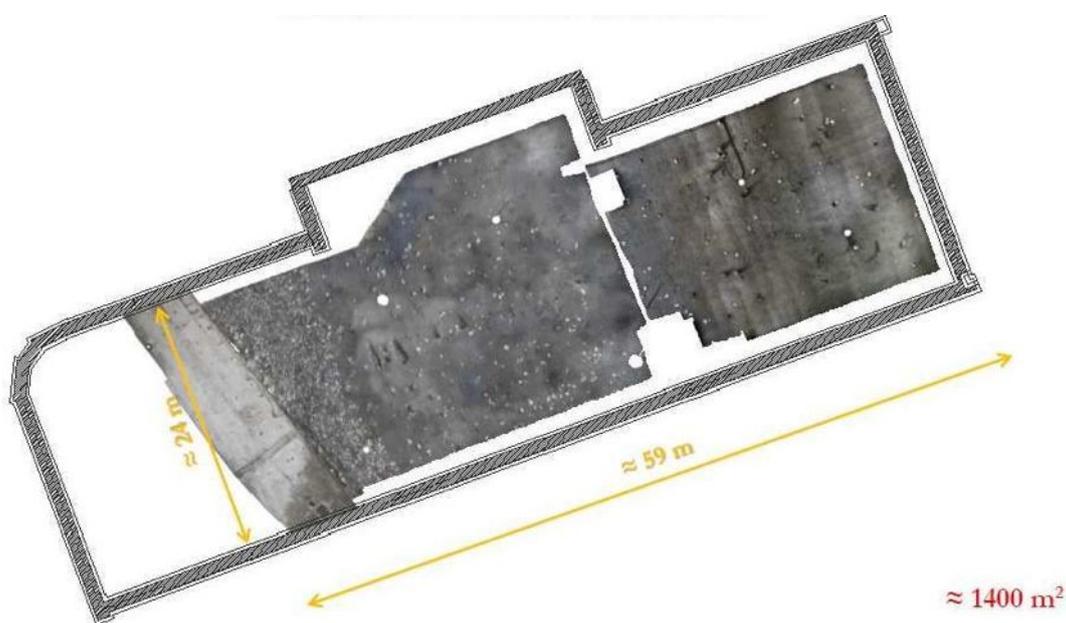


Figura 40 Ortofoto con estensione dell'area dei fondali, Laboratorio He.Su.Tech.

Il primo strato rilevato dell'area dei fondali si trova alla quota -3,50 metri e corrisponde alla fase zero di scavo.

Nella parte sottostante sono stati rilevati ulteriori strati, di cui l'ultimo è rappresentato dai dragaggi e si trova alla quota -7,00 metri. Questo sarà utilizzato nella parte sperimentale per la modellazione della fase uno, ossia l'ultimo scavo.



## 8 RILIEVO LASER

---

Il rilievo topografico<sup>7</sup> è una tecnica di misurazione che permette di acquisire angoli di una determinata superficie, basandosi sulla definizione delle coordinate dei punti. Esso sfrutta le proprietà delle intersezioni dei raggi proiettivi e visuali, basandosi sulle misure angolari. E' un metodo di acquisizione fatto attraverso strumenti tecnologici medio-alti. Nel caso in esame lo strumento è appunto il laser scanner con sensori laser distanziometrici (o a differenza di fase).

### 8.1 STRUMENTI DEL RILIEVO TOPOGRAFICO: IL LASER SCANNER

La Tecnologia Laser Scanning (TLS) svolge un importante ruolo in ambito architettonico, per il rilievo di edifici, di città, porzioni di territorio e in campo archeologico. A seconda dell'oggetto d'indagine, viene utilizzata una strumentazione di tipo statico/terrestre (TLS) o su veicolo mobile a terra o da aereo. In questo specifico caso di rilievo la strumentazione necessaria è stata quella di tipo terrestre.

I dati sono raccolti sotto forma di nuvole di punti, che vengono poi georeferenziati per costituire un database 3D dell'oggetto. Il database può essere elaborato e da esso si possono estrarre molteplici tipologie di informazioni e rappresentazioni, dal modello di

---

<sup>7</sup> La topografia è la scienza che si occupa dello studio degli strumenti e dei metodi di calcolo e di disegno necessari per ottenere una rappresentazione grafica della superficie terrestre. Si basa sulla teoria della matematica, della geometria e della fisica.

Le rappresentazioni più antiche risalgono al 2400 a.C. in Mesopotamia nonostante il termine topografia venga introdotto successivamente nel 58 a.C.. I romani la utilizzano per il rilevamento delle proprie urbanizzazioni e per il tracciamento dei due assi perpendicolari Cardo e Decumano. Solo nel XVII secolo si cominciano a vedere in Svezia, Olanda e Francia i primi rilievi topografici a grande scala (ad esempio la Carta Cassini del 1793). Nel 1791 viene elaborato il concetto di curve di livello dall'ingegnere francese J.L. Dupain-Triel ma non viene applicato se non a partire dalla seconda metà dell'Ottocento.

Ignazio Porro, topografo italiano, è riconosciuto come il padre della celerimensura, ossia il metodo di triangolazione basato sulla determinazione dei valori fondamentali (distanza, angolo orizzontale e verticale) di un punto, partendo da una base di stazionamento.

superficie 3D a rappresentazioni classiche bidimensionali per piante, sezioni e prospetti fino ad ortofoto-laser ottenute per proiezione secondo piani di proiezioni scelti.

I dati laser sono visualizzati grazie ai software con falsi colori, relativi al valore di intensità di risposta del segnale laser rispetto al materiale dell'oggetto, oppure visualizzati con l'informazione RGB reale.

Il laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) è un apparecchio che trasforma l'energia da una forma primaria in un fascio di radiazioni elettromagnetiche di intensità elevata. Il laser scanner consente un tipo di misura *a scansione*, un processo di digitalizzazione che consente la conversione di informazioni da analogiche a digitali grazie al trascinarsi di un sensore. Questo converte la forma fisica di un oggetto in una serie di punti individuati da coordinate specifiche rispetto alle tre direzioni spaziali.

I sensori laser possono essere classificati in due categorie a seconda del principio di acquisizione utilizzato:

- *Distanziometrici* ovvero che utilizzano il principio delle stazioni totali, ogni punto viene rilevato mediante la misura diretta, mediante onde elettromagnetiche, di due angoli e una distanza convertiti poi in coordinate cartesiane all'interno di un sistema di riferimento.
- *Triangolatori* che utilizzano il principio della fotogrammetria nel rilevare un punto come intersezione fra due rette di direzione nota nello spazio.



Figura 41 Laser Scanner Leica HDS7000

I sistemi laser scanner fissi sono dotati di un dispositivo per la misura di un angolo lungo la verticale allo strumento, corrispondente all'angolo zenitale, di un dispositivo per la lettura di un angolo orizzontale, o azimutale, e di un distanziometro. La misura dei punti avviene per coordinate sferiche rispetto al centro strumentale. Essi inoltre sono dotati di uno specchio rotante per indirizzare il laser.

Con l'utilizzo del laser scanner vengono effettuate le scansioni da differenti punti di stazionamento, in questo si ottengono diverse nuvole, che si completano qualora fossero presenti zone d'ombra od ostacoli nella rilevazione. Prima di procedere alla scansione deve essere realizzato un progetto per permettere l'allineamento delle scansioni secondo un riferimento comune.

La strumentazione laser utilizzata per il rilevamento del pozzo linea 6 è il Laser Scanner Leica HDS7000 a confronto di fase, quindi di tipo distanziometrico, con frequenza di scansione 127.000 – 1.000.000 pts/sec.

## 8.2 IL TRATTAMENTO DEL DATO LASER

Il dato laser corrisponde alle nuvole di punti ottenute dal laser scanner e contiene una grande quantità di punti, acquisibili in tempi molto brevi rispetto ad un rilievo tradizionale. Per estrarre le informazioni riguardanti l'oggetto rilevato, però, le nuvole devono essere elaborate tramite particolari procedure. Ciò che permette il trattamento preliminare delle nuvole di punti sono i marker: particolari punti posizionati nello scavo, che costituiscono i punti in comune tra le diverse scansioni, inoltre consentono l'eliminazione di eventuali errori di acquisizione e dei punti non appartenenti all'oggetto del rilievo; permettono la georeferenziazione in un sistema di riferimento, l'allineamento delle scansioni adiacenti ed infine la colorazione della nuvola dei punti grazie alle immagini digitali acquisite.

Generalmente la georeferenziazione è stata possibile grazie ad un'apposita persona, il geometra di cantiere, addetto all'utilizzo della stazione totale. L'utilizzo dei marker è stato necessario per evitare di dover ricorrere sempre al supporto del geometra di cantiere e in modo da riuscire comunque a georeferenziare le ulteriori scansioni necessarie.

Il prodotto ottenuto può essere utile in seguito per la creazione di ortofoto, immagini solide e modelli 3D.

### 8.2.1 IL SOFTWARE CYCLONE

I software scelti per l'elaborazione dei dati laser scanner sono legati al tipo di strumentazione utilizzata e consentono di navigare, elaborare ed esportare i dati. In questo caso il software utilizzato, in dotazione assieme alla strumentazione Leica, è Cyclone, che ha permesso di affrontare tutte le fasi di sviluppo del dato laser: importazione, elaborazione, archiviazione ed esportazione.

Sulla base del riconoscimento dei punti in comune, resa possibile grazie alla presenza dei marker, tutte le nuvole sono unite per formare un'unica nuvola. La fase successiva riguarda la georeferenziazione delle nuvole sulla base della rete topografica, ottenuta nella prima fase di acquisizione dalla stazione totale.

Dal software Cyclone non è possibile estrarre piante, prospetti e sezioni dalla nuvola di punti. Per tale ragione possono essere utilizzati applicativi, come ad esempio il plug-in Cloudworx, che permettono di visualizzare e lavorare sulle nuvole di punti in ambienti CAD e procedere alla restituzione vettoriale.

## 9 FOTOGRAMMETRIA

---

Si è già visto nel capitolo precedente come le caratteristiche proprie dello scavo (di forma, posizione e orientamento nello spazio) possano e siano state acquisite con l'utilizzo di strumenti topografici di precisione. Un'ulteriore possibilità di acquisizione è rappresentata dalla tecnica fotogrammetrica.

La fotogrammetria costituisce l'insieme dei processi che consentono l'utilizzo di fotogrammi per la creazione di carte topografiche e nel campo dei rilievi architettonici. Questa metodologia permette l'esecuzione di restituzioni molto precise grazie al supporto di più fotogrammi, la condizione è che la stessa porzione di oggetto da rilevare sia visibile in almeno tre foto. Il prodotto finale, utile alla restituzione su software CAD, è l'ortofoto.

Il principale vantaggio di tale tecnica sta nel costo relativamente inferiore rispetto ad altri sistemi di rilevamento.

### 9.1 LA FOTOGRAMMETRIA PER I RILIEVI STRATIGRAFICI

La fotogrammetria costituisce un supporto di notevole importanza soprattutto nell'applicazione all'archeologia. Tale campo infatti si serve di schede relative agli ambienti analizzati: sulle ortofoto ottenute dalla fotogrammetria è possibile riportare i codici che rimandano alle schede relative unità murarie, a quelle stratigrafiche e quindi alle informazioni che le riguardano. Grazie a queste schede contenenti le ortofoto, è possibile disegnare direttamente sul supporto fotografico a colori i perimetri delle Unità Stratigrafiche, riducendo i tempi di permanenza sul sito.

## 9.2 STRUMENTI DEL RILIEVO FOTOGRAMMETRICO



Figura 42 Canon EOS 5D Mark II.

Il principale strumento utilizzato per il rilievo fotogrammetrico è la fotocamera digitale, accompagnata talvolta da supporti che ne facilitano l'impiego. La fotocamera in dotazione per gli scavi di linea 6 è di tipo reflex Canon EOS 5D Mark II, dotata di sensore Full Frame (35 mm) da 21,1 Megapixel e con l'utilizzo di ottiche 24 mm f1,4 / 35 mm f1,4.

Un'ulteriore strumento utilizzabile al fine di un rilievo fotogrammetrico è l'aeromobile a pilotaggio remoto (APR), noto anche come drone. Nel caso studio presentato però, la regolamentazione non prevede l'utilizzo di tali strumenti in aree densamente popolate.

## 9.3 L'ACQUISIZIONE DEI DATI

Viste l'impossibilità di procedere con l'ausilio di un drone e la necessità di produrre fotogrammi ad una distanza costante, si è fatto ricorso ad un'asta telescopica di alluminio con altezza regolabile e collegata ad un monitor, in modo da consentire all'operatore di verificare le riprese. Grazie alla stessa strumentazione ausiliaria è stato possibile scattare le foto, pur essendo la fotocamera posizionata ad un'altezza notevole. Tale metodo però non è stato applicato a tutta l'area e, per facilitare le operazioni, nelle zone più estese è stato scelto di cambiare la strumentazione di supporto alla fotocamera.



Figura 43 Operatore nella fase di acquisizione dei fotogrammi.

La differenza sta nell'aver "appeso" e fatto scorrere la fotocamera a dei cavi, percorrenti l'area di scavo in tutta la sua lunghezza ad altezza costante. Il prodotto ottenuto è

costituito da una successione di fotografie nadirali. Come precedentemente accennato, la condizione per effettuare un rilievo fotogrammetrico corretto è la presenza dei punti da rilevare in almeno tre fotogrammi, quindi è stato necessario ottimizzare il rilievo in modo da avere il giusto numero di scatti.

Infine per evitare di ostacolare le attività di cantiere si è cercato di svincolarsi da ulteriori mezzi, quali ad esempio ragni e gru.



*Figura 45 Posizionamento lungo cui far scorrere la fotocamera.*



*Figura 44 Operazioni di acquisizione tramite fotocamera e monitor.*

## 9.4 IMAGE BASED MODELING

Sia la tecnologia laser che la fotogrammetria consentono la ricostruzione di oggetti tramite nuvole di punti dense e modelli mesh. La rappresentazione 3D che si ottiene dalla fotogrammetria costituisce l'Image Based Modeling.

I laser scanner consentono la produzione di una nuvola di punti densa assimilabile ad una superficie continua e dalla quale si possono ottenere informazioni di tipo geometrico. Tale procedimento però prevede costi elevati per la strumentazione e tempi elevati di elaborazione del modello 3D. Di contro la strumentazione necessaria alla fotogrammetria è più accessibile (possono essere utilizzate semplici fotocamere digitali alla portata di tutti, o fotocamere più complesse a seconda della qualità del risultato che si vuole ottenere) e inoltre i software di supporto all'elaborazione dei dati presentano costi contenuti. Un ulteriore vantaggio di tale sistema è l'automaticità delle operazioni di elaborazione del dato fotogrammetrico. Ciò è possibile grazie alla presenza di algoritmi che consentono l'elaborazione in assenza di un operatore.

Il software utilizzato per la creazione di modelli texturizzati nel caso del pozzo di linea 6 è PhotoScan, prodotto da Agisoft. Questo costituisce un pacchetto completo che

gestisce tutte le fasi di elaborazione dell'immagine con un intervento esterno minimo. In particolare le varie fasi di modellazione tridimensionale con tecniche fotogrammetriche possono essere suddivise nei seguenti passaggi: processo di calibrazione della camera, orientamento delle immagini, calcolo della "nuvola di punti", ricostruzione ed infine modellazione delle superfici tramite applicazioni di texture.

## 9.5 ELABORAZIONE DEI DATI FOTOGRAMMETRICI

L'elaborazione dei dati fotogrammetrici è stata possibile grazie al software PhotoScan di Agisoft, che consente la creazione automatica di un modello 3D dal quale ricavare le ortofoto. Il software utilizza le ultime tecnologie di ricostruzione 3D multivista ed opera con immagini arbitrarie. I processi sono automatici e l'obiettivo è la generazione di un modello 3D texturizzato.

Le fasi che consentono il conseguimento di tale obiettivo sono le seguenti:

- allineamento della fotocamera digitale e caricamento delle foto con georeferenziazione dei punti;
- creazione di una nuvola di punti non densa;
- creazione di una nuvola di punti densa;
- elaborazione di una Mesh 3D poligonale, rappresentante la superficie dell'oggetto e basata sulla nuvola di punti densa. E' possibile procedere alla sua modifica effettuando correzioni, rimuovendo elementi estranei all'oggetto e riempiendone le lacune;
- generazione dell'ortofoto poi necessarie alla restituzione.

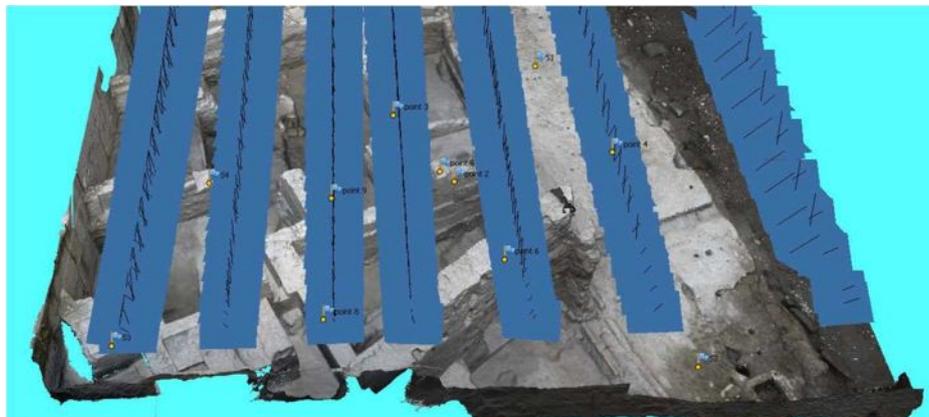


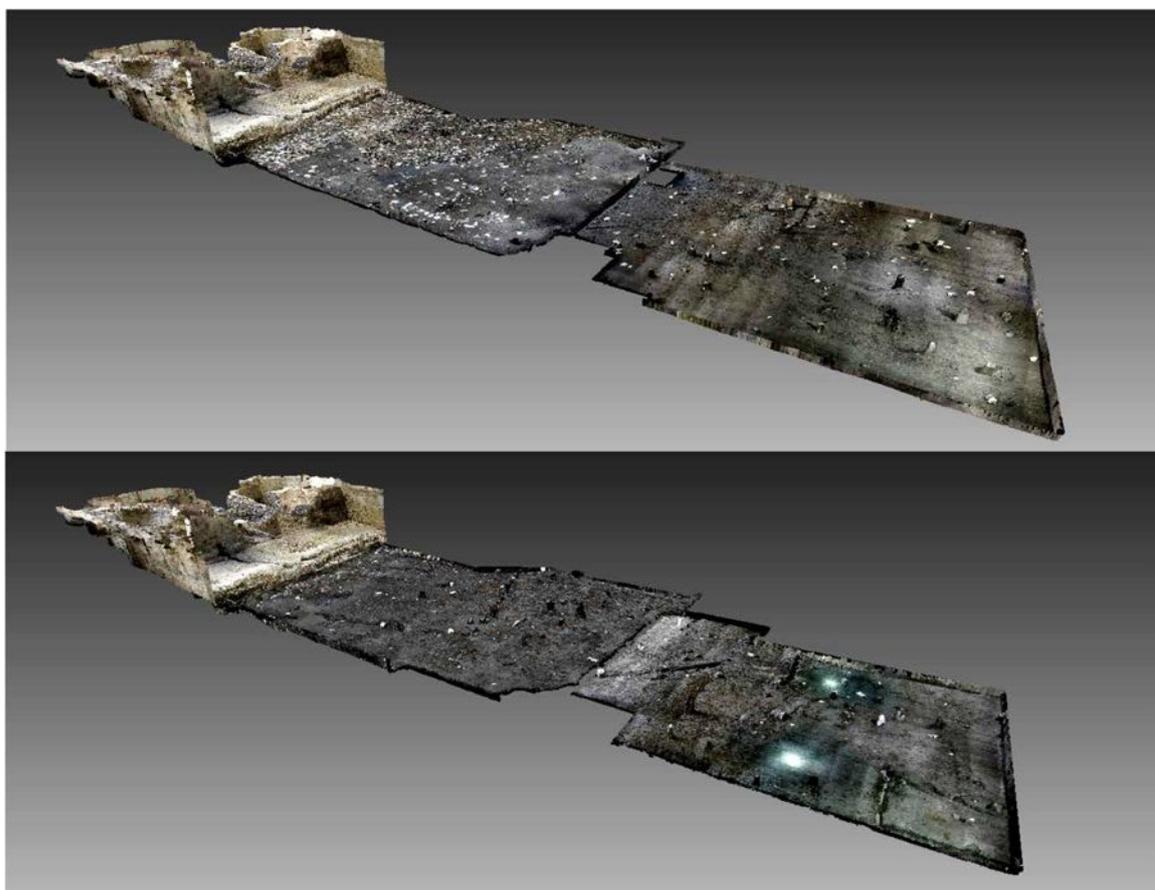
Figura 46 Visualizzazione delle posizioni da cui sono state effettuate le foto, PhotoScan.

## 10 INTEGRAZIONE PER LA RESTITUZIONE

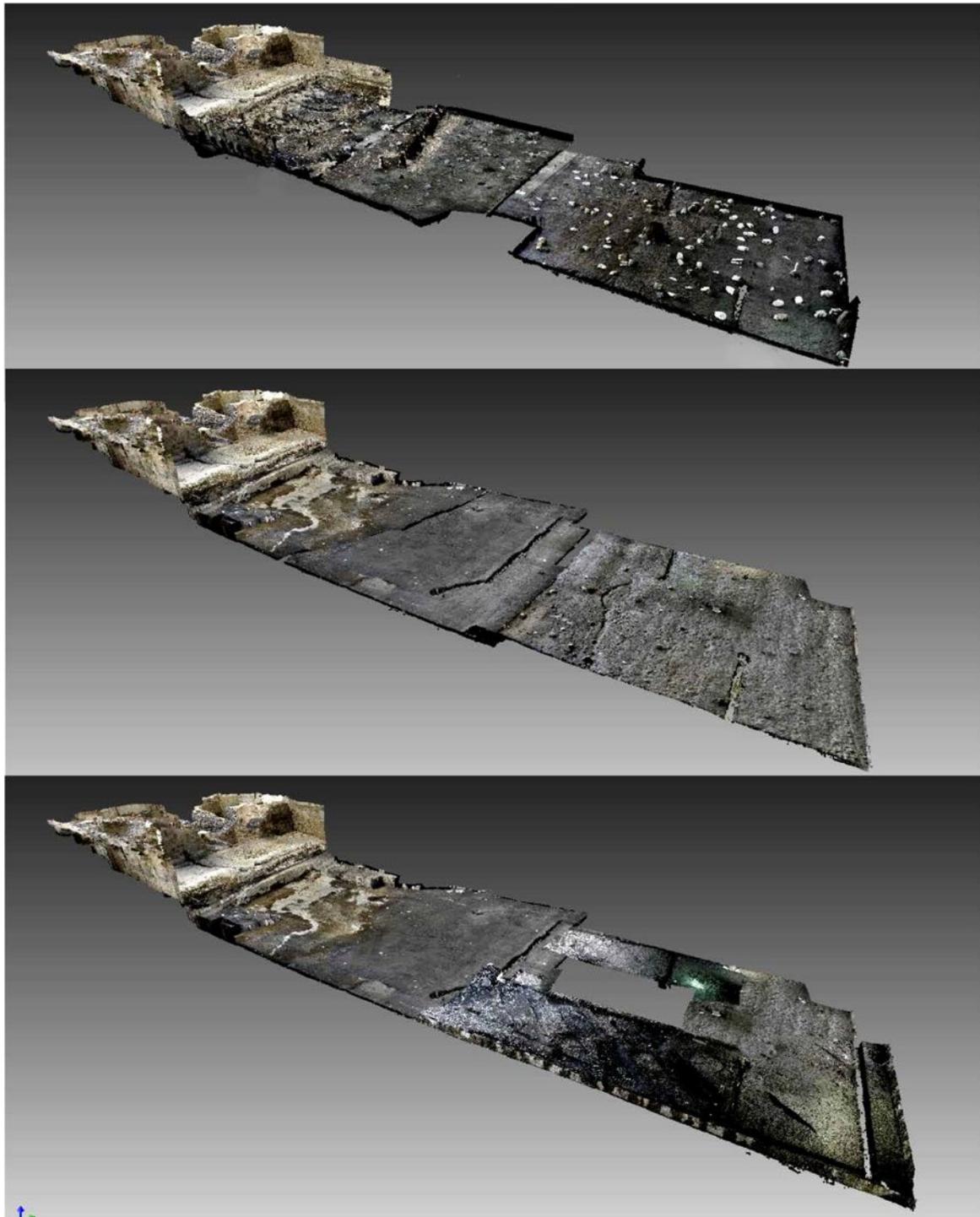
---

La fase di restituzione, come le precedenti fasi di rilievo laser e fotogrammetrico, sono state effettuate dal Laboratorio He.Su.Tech. e consiste in una serie di tavole in cui sono identificati tutti gli elementi archeologici rinvenuti. Tale passaggio costituisce il fine ultimo dell'incarico assegnato dalla committenza.

Entrambe le tecnologie, laser scanner e fotogrammetria, sono utilizzabili in modo indipendente e possono fornire allo stesso modo gli elementi per la modellazione 3D nell'ambito dei rilievi archeologici e non. Solitamente, quando le dimensioni dell'area sono contenute, è possibile effettuare una scelta in una delle due direzioni. Quando le dimensioni dell'area di scavo però aumentano, la sperimentazione ha dimostrato come sia necessario procedere con un'integrazione fra i due metodi, in modo da sopperire alle mancanze dell'uno o dell'altro metodo. L'integrazione fra i due metodi inoltre assicura una maggiore completezza ed affidabilità.



UTILIZZO DEL BIM NEL CAMPO ARCHEOLOGICO: I RITROVAMENTI DI LINEA 6 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI IN PIAZZA MUNICIPIO



*Figura 47 Sequenza delle cinque fasi di scavo degli strati dei fondali, Laboratorio He.Su.Tech.*

Al fine di ottenere una restituzione precisa sono state importate in AutoCAD sia la nuvola di punti ottenuta dal rilievo laser, precedentemente elaborata con l'apposito software Cyclone, sia le ortofoto ottenute dal rilievo fotogrammetrico in formato JPEG.

## 11 INTERVISTA "IL CANTIERE DELLA LINEA 6"

---

Come già spiegato nei capitoli precedenti, i lavori di rilievo e restituzione vettoriale sono stati eseguiti dal Laboratorio He.Su.Tech del Politecnico di Milano. Per questo motivo si è scelto di sviluppare una parte della tesi sotto forma di intervista, in modo tale da approfondire le questioni legate sia alle fasi del rilievo che all'organizzazione dello scavo e dell'interrelazione di queste due operazioni.

L'intervista all'architetto Alessia Nobile è stata realizzata il giorno giovedì 1 settembre 2016 a Firenze. Ella si è occupata personalmente dei rilievi e della restituzione del dato in collaborazione con l'ingegnere Sebastiano Ackermann, presenti entrambi a Napoli per tutta la durata del mandato.

Gli argomenti da trattare sono stati pianificati nei giorni precedenti, in modo da approfondire le questioni non chiare dovute alla non presenza sul campo di rilievo.

In seguito sono riportate le domande e le risposte fatte durante l'incontro, in particolare siglando con la lettera A. le risposte dell'architetto Alessia Nobile e con S. le domande effettuate.

Le immagini riportate in questa intervista sono state fornite dagli stessi architetti che hanno effettuato il rilievo, grazie alle presentazioni effettuate dagli stessi e forniti alla Soprintendenza.

### **S.: Ci potrebbe descrivere l'area di Piazza Municipio e le varie fasi di rilievo?**

A.: Il primo rilievo affrontato è stato quello inerente il pozzo stazione di linea 1. Nei dintorni dello scavo si trovano il Palazzo San Giacomo e la stazione marittima. Dalle ortofoto di Google Earth del 2004 e 2014 si possono notare le differenze nella dimensione dell'area di scavo che è notevolmente aumentata.



*Figura 49 Individuazione dell'area di cantiere e situazione degli scavi al 28 aprile 2004.*



*Figura 48 Individuazione dell'area di cantiere e situazione degli scavi nel 2014.*

UTILIZZO DEL BIM NEL CAMPO ARCHEOLOGICO: I RITROVAMENTI DI LINEA 6 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI IN PIAZZA MUNICIPIO

Nelle ortofoto sono visibili sia il pozzo stazione di linea 6 e il pozzo stazione di linea 1. In Piazza Municipio le due linee infatti si intersecano. L'edificio termale oggetto di tesi si trova all'interno del pozzo stazione di linea 6, assieme alla banchina e a tutta la porzione corrispondente ai fondali marini. Il motivo per cui i Romani hanno edificato il complesso termale a ridosso del mare è dovuto a questioni di funzionalità dell'edificio, quali il reperimento dell'acqua.

Per circa venti anni ad occuparsi dei rilievi è stato un gruppo di architetti, che non ha usato tecniche di rilevamento moderno ed avanzato (quali rilievo laser scanner e fotogrammetria) ma ha effettuato i rilievi per il solo utilizzo del metro. In seguito l'incarico è stato affidato al CNR (Centro Nazionale di Restauri) di Roma in modo da velocizzare le operazioni con tecnologie più moderne. Il CNR si è occupato dei rilievi dell'area in questione per uno o due anni, dopodiché è subentrato il Laboratorio He.Su.Tech del Politecnico di Milano. Il motivo di tale cambiamento è dovuto alla necessità di avere risposte immediate in termini di restituzioni dei rilievi (nell'ambito delle 24 ore successive). Ogni mattina è stato effettuato un rilievo per poter procedere con le demolizioni e gli scavi, operazione resa più veloce soprattutto grazie alle nuove tecnologie utilizzate. La celerità delle operazioni costituisce una questione importante per Metropolitana di Napoli spa, poiché l'obiettivo principale è la costruzione della linea metropolitana e quindi delle opere civili, possibili solo una volta rimossi i reperti archeologici.

**S.: E' stata la soprintendenza di Napoli ad affidare l'incarico al laboratorio He.Su.Tech.?**

A.: Il presidente della Metropolitana di Napoli era anche presidente della Metropolitana di Milano, per la quale il Politecnico di Milano aveva già effettuato altri rilievi. Carlo Monti, professore ordinario del Politecnico di Milano e pioniere in questa materia, ha suggerito la collaborazione con il laboratorio He.Su.Tech.

**S.: Quando ha preso avvio la collaborazione fra Metropolitana di Napoli e laboratorio He.Su.Tech?**

A.: Nell'immagine si può osservare come appariva il cantiere nel 2012, anno in cui il Politecnico di Milano si è insediato nel cantiere. Gli scavi erano partiti nel 1997, circa 20 anni fa, ma quelli per la linea 6 sono partiti circa dal 2009, successivamente rispetto alla linea 1. All'inizio della collaborazione l'edificio termale era già stato rinvenuto ed erano già stati rimossi molti strati. Molti dei muri rilevati all'inizio non sono presenti nel dato laser perché molte porzioni erano già state rimosse in seguito al rilievo sia con il metro sia con il metodo Menci software utilizzato dal CNR.



*Figura 50 Situazione dello scavo nel 2012, anno di insediamento del Laboratorio He.Su.Tech.*

Con le nuove tecnologie, di cui il laboratorio fa uso, invece è possibile ottenere una accuratezza del rilievo nell'ordine di un centimetro. Ciò costituisce la principale differenza rispetto alle tecnologie utilizzate precedentemente, che avevano portato all'aumento

dell'errore e all'assenza di una georeferenziazione. Nel 2012 la banchina era appena stata scoperta e di conseguenza anche il primo fondale. La datazione dei fondali è stata possibile grazie alle ceramiche rinvenute, facilmente databili.

**S.: Com'è stata organizzata la campagna di rilievo?**

A.: Per quanto riguarda il rilievo laser della linea 6, è stata dapprima realizzata una georeferenziazione tramite stazione totale da un geometra di cantiere, esterno al laboratorio e incaricato di effettuare il raffittimento della rete topografica, previa definizione da parte nostra dei punti fissi. Per arrivare alla restituzione finale in 2D si è deciso di integrare le due tecniche di rilievo con laser scanner e fotogrammetria. Nonostante entrambi i rilievi producessero un elaborato 3D, ciò che era stato richiesto dalla committenza era un elaborato 2D.

**S.: Com'è avvenuta la rimozione degli strati rilevati?**

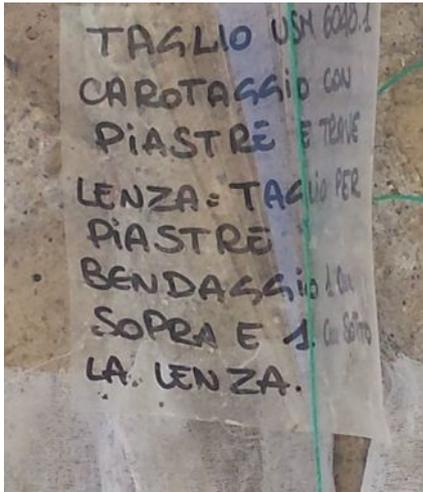
A.: Per poter procedere alla rimozione degli strati sono state realizzate a inizio cantiere delle paratie, pali in cemento la cui posizione viene decisa tramite l'ausilio della tecnologia radar, che consente di visualizzare la presenza di elementi sotto il manto stradale. Queste palificazioni servono soprattutto in zone densamente popolate, per evitare l'implosione dell'intorno all'interno della scavo. Non appena viene fatta la palificazione vengono posizionati dei tiranti e risultano visibili soltanto le creste dei muri. In seguito, man mano che si procede con lo scavo e rimozione degli strati, devono essere aggiunti ulteriori tiranti per irrobustire il tutto.



*Figura 52 Sistemazione delle strutture statiche che impediscono l'implosione dello scavo.*



*Figura 51 Sistemazione di ulteriori strutture statiche nella fase successiva di scavo ad un livello inferiore.*



*Figura 53 Prima classificazione eseguita in cantiere dei blocchi da asportare.*

**S.: Tutto il materiale esportato è stato conservato?**

A.: Dipende, quello del pozzo di linea 6 verrà completamente conservato perché ricopre un'importanza notevole. E' stato smontato a blocchi, catalogato, operazione che ha richiesto parecchio tempo ed ha inciso sui tempi di scavo, con l'obiettivo finale di essere rimontato in loco.



*Figura 54 Smontaggio dei blocchi per la rimozione dal cantiere.*

**S.: Come si sono svolti i rilievi fotogrammetrici?**

A.: La parte di fotogrammetria è stata realizzata tramite una macchina fotografica collegata ad un palo, con viste nadirali in sequenza secondo una direzione predefinita, in modo da riprendere il principio della fotogrammetria aerea. Le fotografie sono state realizzate in modo da avere una sovrapposizione totale e controllate tramite un piccolo monitor.

Per referenziare tutti i target al rilievo fotogrammetrico sono stati comunque effettuati dei rilievi laser in modo da poter referenziare i target. Per evitare di dover chiedere sempre l'intervento del geometra di cantiere, è stata chiesta una stazione totale per

poter rilevare i target autonomamente grazie ai capisaldi. Qualora i target non fossero ben visibili e raggiungibili, il geometra ha provveduto a posizionare ulteriori target fotogrammetrici, di piccole dimensioni ed adagiati su un supporto di legno per permettere una maggiore durata. In fase di restituzione gli elementi non rilevati dal Laboratorio sono stati campiti con un retino giallo per individuare la struttura tufacea, un esempio è la MAF<sub>171</sub>.

**S.: Per quanto riguarda la fotogrammetria sarebbe stato utile l'utilizzo del drone?**

A.: Noi non l'avremmo potuto utilizzare, perché per una questione legislativa l'uso del drone è vietato in zone densamente popolate. Solamente in un punto, dove finisce l'edificato e inizia la parte lungomare-porto, avevamo pensato di ricorrere ad esso e la regolamentazione l'avrebbe concesso, ma i lavori sono stati interrotti. C'è comunque la possibilità che sia adottato in futuro per ulteriori rilievi. Laddove non risultava possibile utilizzare il palo, si è ricorsi alla gabbia metallica. Ad inizio lavori (luglio agosto 2012) tutto il gruppo del laboratorio era presente e di comune accordo si è deciso di facilitare le operazioni di rilievo fotogrammetrico facendo scorrere la fotocamera lungo dei fili appositamente posizionati al di sopra dello scavo, in modo da riprendere il concetto della fotogrammetria aerea. E' stata poi possibile l'integrazione fra laser scanner e fotogrammetria.

La particolarità di questo cantiere sta nell'aver rinvenuto le strutture romane sottostanti i diversi strati e nell'aver potuto catalogare tutta la stratigrafia. Ciò è stato possibile proprio grazie alle due tecnologie utilizzate. La difficoltà è stata quella di subentrare ad altri operatori, che avevano già iniziato il rilievo con altre tecniche (più obsolete) e nel cercare di mettere insieme il materiale.

**S.: Quali sono stati i ritrovamenti più interessanti e le tecniche di estrazione?**

A.: Proprio qui dove c'era una serie di fondali è stata rinvenuta una barca, ma già nel 2005 nel pozzo stazione di linea 1 sono state trovate tre grosse barche romane di 20-30 metri e ben conservate.

Del pozzo stazione di linea 6, la cui area corrisponde a 1944 mq, si ha tutta la sequenza stratigrafica, con una differenza di quota nell'arco di due anni di tre metri e mezzo. Durante gli scavi è stata posta particolare attenzione alle strutture archeologiche,

scavando con picchetti ed evitando l'uso di tecniche invasive. Ogni oggetto ritrovato è stato salvato e documentato dagli archeologi. Alcuni ritrovamenti interessanti sono state delle ceste e un corpetto di pelle di una donna greca di 2500 anni con trapunto un cuore.



*Figura 56 Reperto di vasellame rinvenuto nel cantiere durante le fasi di scavo.*



*Figura 55 Cesta rinvenuta nel cantiere durante le fasi di scavo.*



*Figura 57 Reperto di vestiario rinvenuto nel cantiere durante le fasi di scavo.*

**S.: Com'è stata la catalogazione degli ambienti appartenenti all'edificio termale romano?**

**A.:** Le scansioni sono state suddivise in due gruppi: la fase zero, corrispondente all'epoca romana e quindi all'edificio termale, e la fase 1 sottostante che corrisponde all'epoca ellenistica. Dalle nuvole di punti è visibile come alcuni muri romani cavalchino quelli ellenistici.



Figura 58 Nuvola di punti della MAF 223 e sovrapposizione di strutture murarie romane ed ellenistiche.

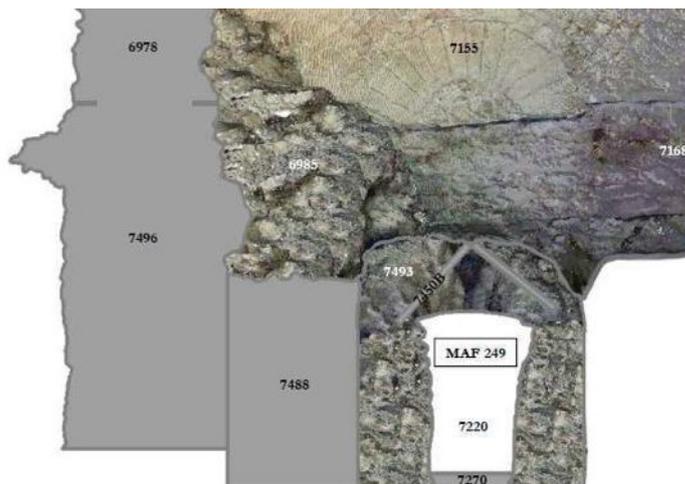


Figura 59 Esempio di suddivisione stratigrafica.

Tutto l'edificio termale si chiama Monumento Architettonico 44 e si divide in Monumenti Architettonici Figli (MAF). La gerarchia dunque è MA (Monumento Architettonico), in seguito ci sono le MAF, poi si passa all'USM (Unità Stratigrafiche Murarie) ed infine si passa alle US

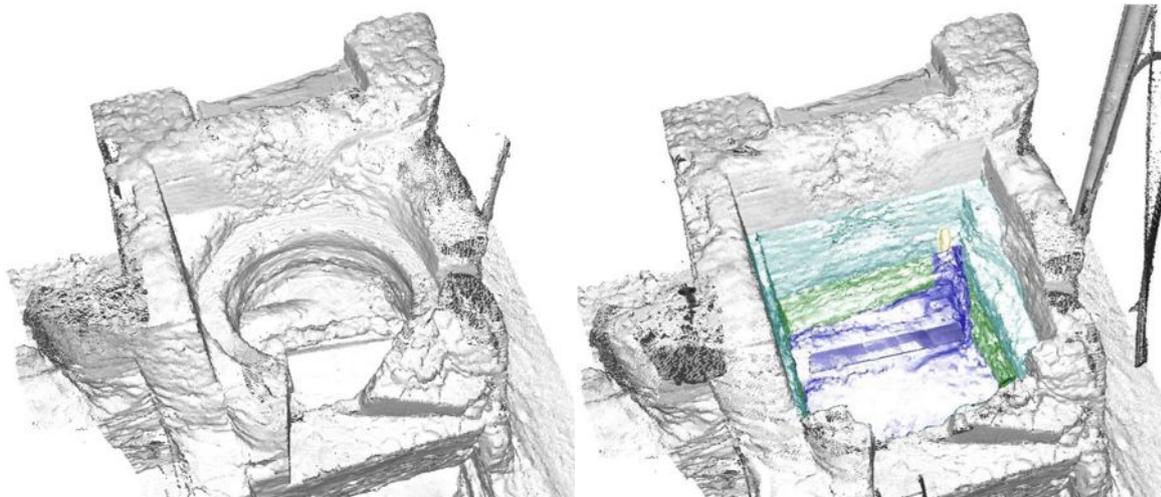
(Unità Stratigrafiche). Le unità stratigrafiche murarie sono i muri, cioè le strutture, le US sono invece i fondali, le pavimentazioni, l'intonaco.

**S.: Avevate già impostato una tabella di marcia sulle tempistiche i rilievi?**

I rilievi venivano eseguiti dai due rilevatori man mano che si procedeva con i ritrovamenti: una persona si occupava dei rilievi laser scanner e una della fotogrammetria. Oltre al tempo richiesto per la scansione c'è da considerare tutta la parte a monte, cioè quella della referenziazione. E' possibile studiare prima come raffittire in occasione di una nuova area da rilevare, studiando i punti di cui si ha bisogno, e in seguito chiamare il geometra che fornisce le coordinate. Con il laser è possibile realizzare una scansione a media risoluzione (ci sono tre categorie per le risoluzioni) in tre minuti. Quasi sempre è bastata una scansione a media risoluzione. Trattandosi di elementi archeologici era preferibile intensificare il numero di postazioni piuttosto che fare una scansione ad altissima risoluzione, perché la superficie era totalmente scabra ed era necessario comunque spostarsi per non avere zone d'ombra.

Da novembre 2011 a luglio 2013 la porzione dell'edificio termale non è stata toccata e quindi la quota di cui si è scesi è poca. Fino al 5 novembre è stata misurata tutta la porzione soprastante ed in seguito è stata scoperta tutta la parte sottostante. Era presente una zona per il riscaldamento dell'acqua, il calidarium, e quindi il primo step è stato quello di demolire la parte circolare. Da questa rimozione è rimasta la porzione rettangolare, che è stata a sua volta rimossa mettendo in evidenza la copertura cementizia inferiore. Al di sotto sono state poi rinvenute le canalette.

Dal 5 novembre sono state scoperte nuove parti e proprio grazie alla georeferenziazione è possibile vedere come tutti gli elementi stiano in relazione tra loro.



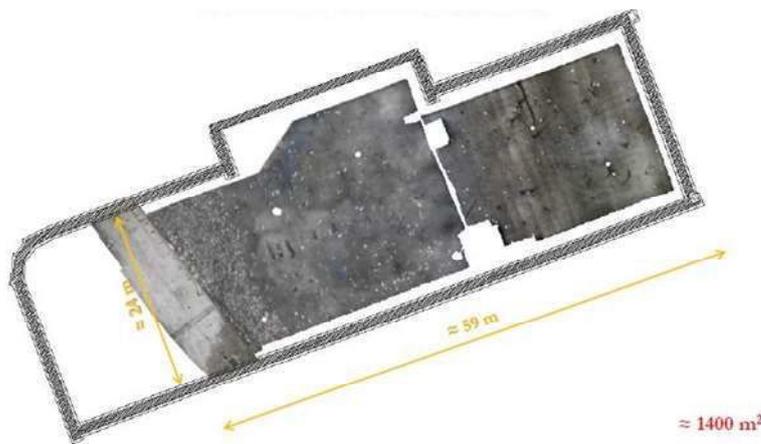
*Figura 61 Primo rilievo della MAF 236 corrispondente al calidarium al 08/08/2012.*

*Figura 60 Quinto rilievo della MAF 236 corrispondente al calidarium al 03/07/2013.*

**S.:** Per quanto riguarda la rimozione degli strati, ora dove si trovano tutti i vari pezzi rimossi?

**A.:** Tutto è stato catalogato e messo in grandi casse, dove rimaneva in giacenza per un certo tempo in modo da consentirne la consultazione e catalogazione. Con l'aumentare delle strutture i reperti sono stati spostati nei magazzini della soprintendenza, in zona Napoli.

**S.:** Come si configurano i fondali del pozzo stazione linea 6?



*Figura 63 Ortofoto del primo strato del fondale.*

**A.:** Nell'immagine sovrastante si può osservare come si presentava il fondale all'inizio dei rilievi. All'interno di esso sono stati ritrovati dei dragaggi<sup>8</sup>.



*Figura 62 Dragaggi rinvenuti nell'ultimo strato del fondale.*

<sup>8</sup> Con il termine si intendono le escavazioni rinvenute sul fondale, dovute alla presenza di imbarcazione.

**S.: Com'è avvenuto lo smontaggio dei reperti archeologici?**

A.: Nell'edificio termale sono state posizionate delle impalcature per cominciare lo smontaggio. Inoltre è stata demolita la paratia, operazione possibile grazie all'utilizzo di seghe e acqua. La sua demolizione non può avvenire in modo casuale, ma essendo un elemento strutturale deve essere pensata.



*Figura 64 Smontaggio delle USM.*

La responsabile di archeologia decide in quanti pezzi deve essere smontata la muratura, tenendo presente che, se la logistica lo consente, il risultato sarà migliore tanto quanto minore sarà il numero di pezzi in cui la muratura viene divisa. In seguito allo smontaggio i pezzi sono smontati e catalogati.



*Figura 65 Restauro e consolidamento precedenti lo smontaggio.*

In alcune porzioni delle murature sono presenti veline, dovute al fatto che era stato fatto poco prima un restauro ed un consolidamento prima dello smontaggio. Per lo smontaggio vengono prese delle casseforme, alzate con la gru, portate all'interno dell'area ed in seguito, una volta riempite, sono spostate nei magazzini.

Di ogni porzione di USM catalogata vengono realizzate delle schede contenenti la descrizione.

**S.: Quindi poi tutto sarà riposizionato all'interno del progetto della stazione?**

A.: Esatto. Il progetto riprende la creazione di un asse ideale con il palazzo di San Giacomo ed è stato pensato dall'architetto Alvaro Siza, che ha dovuto apportare alcune varianti in seguito ai ritrovamenti archeologici di notevole importanza. Inoltre sarà realizzata una galleria museale all'interno della stazione, dove saranno esposte le barche romane.

**S.: E' sempre stato necessario l'interfacciarsi con gli archeologi?**

A.: Sì perché la gerarchia all'interno dello scavo è costituita da diversi archeologi, ciascuno con la propria squadra di operai specializzati. Le aree che vengono affidate ad ogni archeologo presentano un'estensione molto grande. A capo di questi c'è la capa archeologo che è la responsabile del cantiere dal punto di vista archeologico (Vittoria Carsana), che si interfaccia con il funzionario della soprintendenza (Daniela Giampaola).

**S.: Quali formati di file utilizzavate?**

A.: Per il 2D è stato utilizzato il CAD. Per quanto riguarda il 3D invece, sono stati consegnati i file in formato .imp di Cyclone, esportati dal software Pointools in .pod. Per rendere possibile la visualizzazione dei dati anche in futuro si sta pensando di esportarli in LAS da Cyclone, che è un formato molto leggero.

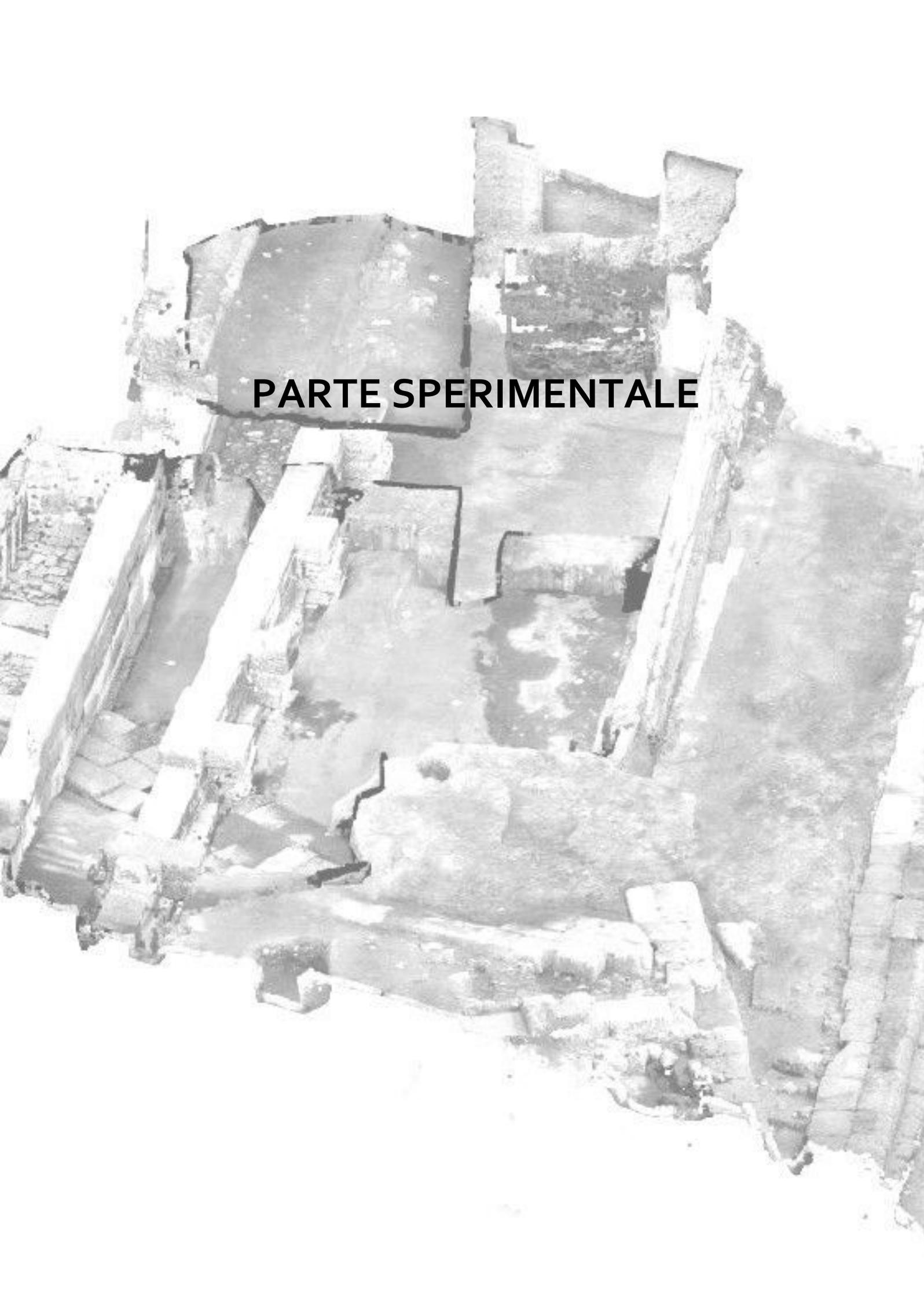
**S.: Quindi è stato richiesto un 3D?**

*Figura 66 Situazione a fine scavi del cantiere del Pozzo linea 6.*

A.: Alla Soprintendenza interessa principalmente il 2D, ma il fatto è che il 3D confluisce nel 2D. Nel 2012 si era concordato quale dovesse essere il prodotto che il Politecnico doveva consegnare, ossia un'ortofoto con una scala altimetrica e con i numeri dell'USM. Successivamente la Soprintendenza ha richiesto che venissero inserite le USM adiacenti al dato rappresentato nell'ortofoto. Infine si è valutata l'idea di inserire la parte ellenistica in modo da avere un riferimento tra le due epoche storiche. Durante il confronto con gli archeologi è emersa la richiesta di evidenziare nelle tavole lo smussamento degli angoli delle murature, per far comprendere meglio la successione cronologica di costruzione del muro.

Lo smontaggio dei manufatti archeologici hanno avuto luogo per tutto il 2015 fino ad arrivare a febbraio 2016, momento in cui non è rimasto più nulla della fase zero se non il banco tufaceo della fase uno. Sotto quest'ultimo non c'è più nulla e quindi potranno partire tutte le opere civili.





**PARTE SPERIMENTALE**



## 12 BIM (BUILDING INFORMATION MODELING)

---

### 12.1 LA NASCITA DEL BIM

Negli ultimi anni lo sviluppo tecnologico nell'ambito architettonico e del restauro ha fatto sì che la rappresentazione grafica tridimensionale del manufatto diventasse più comprensibile e la comunicazione fosse migliore. Allo stesso tempo questi benefici apportati costituiscono una criticità per quanto riguarda l'uniformità del metodo con cui la comunità scientifica si interroga e si confronta, in particolar modo nella ricostruzione archeologica virtuale.

L'evoluzione dei software di rappresentazione tridimensionale ha favorito la produzione di immagini di ipotesi ricostruttive virtuali, integrandosi con la materia supplementare di supporto come l'archeologia classica.

La tecnologia BIM consente di associare ai modelli 3D diverse informazioni, interrogabili e soggetti ad operazioni di analisi incrociata. Il modello BIM è implementabile finora solo con alcuni software come Graphisoft Archicad, Autodesk Revit Architecture, Nemetschek Allplan e Bentley Microstation.

Lo sviluppo di strumenti computer based in archeologia è avvenuto già a partire dagli anni '90, con l'utilizzo del software GIS (Geographic Information System) per la georeferenziazione di siti archeologici e l'utilizzo di database. In questo modo si è potuto collocare spazialmente le aree di scavo e i ritrovamenti in maniera più precisa rispetto al passato. Tutto questo è stato reso possibile anche dallo sviluppo della tecnologia CAD/CAM per la restituzione grafica del rilievo, per lo più con il sistema geometrico bidimensionale.

L'archeologia virtuale negli ultimi anni ha fatto dei grandi passi avanti grazie allo sviluppo di software e hardware sempre più efficaci ed accessibile essendo gratuiti ed open source.

Già dal 2000 con la Carta di Cracovia è stata inserita una raccomandazione specifica per l'utilizzo delle nuove tecnologie nell'ambito del patrimonio archeologico. Nel 2006, a seguito di ricostruzioni virtuali non molto attendibili, con la Carta di Londra la comunità

scientifica ha cercato di schematizzare e imporre dei principi specifici per l'utilizzo di queste nuove tecnologie informatiche per l'utilizzo del dato archeologico.

Nel 2007 con la Carta di Ename (ICOMOS) viene ribadito che le ricostruzioni grafiche devono essere basate su un'analisi specifica di dati ambientali ed archeologici oltre che a fonti scritte ed orali. Nella Carta è ben specificato come le fonti sulle quali si basano le rappresentazioni grafiche devono essere fondate sull'evidenza delle stesse.

Nel 2008 con la Carta di Siviglia la SEAV (Spanish Society of Virtual Archeology) ha sottolineato l'importanza della trasparenza e dell'attendibilità scientifica del dato archeologico e della sua ricostruzione virtuale. In particolare il Principio 1 tratta dell'interdisciplinarietà e della collaborazione fra i diversi specialisti coinvolti, che possono apportare un contributo e se necessario modificare il risultato finale.

## 12.2 LO SVILUPPO DEL BIM E LA SUA APPLICAZIONE

Sebbene la sorgente sia un open source (ossia non sia controllata da nessun fabbricante di software) non è presente ancora un forte sviluppo del software BIM per la modellazione open source. Ma negli ultimi anni questa metodologia e pensiero si è sviluppata rapidamente in ambito architettonico, e numerose sono le istituzioni che ne promuovono l'uso di tale modello rispetto ai sistemi tradizionali CAD/CAM e di modellazione tridimensionale standard. Dal 2014 è stata pure approvata la direttiva europea sugli appalti pubblici per opere di ingegneria e architettura all'uso del metodo BIM.

La Direttiva Europea 2014/24/EU sugli Appalti Pubblici esprime in modo chiaro l'indicazione di introdurre il Building Information Modeling all'interno delle procedure di Procurement degli Stati Membri. All'art. 22 c.4, nella versione inglese della Direttiva, troviamo infatti:

*"For public works contracts and design contests, Member States may require the use of specific electronic tools, such as of building information electronic modelling tools or similar."*

La traduzione italiana dello stesso paragrafo non restituisce integralmente questo concetto, limitandosi a riportare:

*"Per gli appalti pubblici di lavori e i concorsi di progettazione, gli Stati membri possono richiedere l'uso di strumenti elettronici specifici, quali gli strumenti di simulazione elettronica per le informazioni edilizie o strumenti analoghi."*

Quindi, mentre il riferimento al BIM implica l'utilizzo di strumenti, tecniche e metodologie che mettono in relazione tutte le parti del processo e del progetto, obbligando di fatto alla collaborazione e al coordinamento di Committenti, progettisti e imprese, la traduzione di strumenti di simulazione elettronica rimane più vaga e meno strutturata.

All'art. 52 della stessa Direttiva si sottolinea l'importanza di utilizzare questi strumenti e queste metodologie BIM per *"accrescere l'efficacia e la trasparenza delle procedure di appalto."*

Non si tratta quindi solo di strumenti elettronici ma di una metodologia di gestione e verifica dei dati attraverso tutte le fasi del processo edilizio. L'Europa inoltre dà un periodo di trenta mesi per adeguarsi a tali metodologie.

La progettazione con metodologia BIM è sicuramente innovativa e può essere un valido antidoto alle logiche ampiamente ricorrenti in Italia, che il presidente dell'Autorità Nazionale Anticorruzione ha descritto nel suo comunicato del 24 novembre 2014.<sup>9</sup>

In Europa i 28 Paesi membri dell'UE possono incoraggiare o addirittura obbligare che i progetti edili finanziati da fondi pubblici utilizzino il metodo BIM dal 2016. Alcuni di questi Paesi, come Inghilterra, Norvegia e Finlandia lo richiedono già. Sono presenti già dei visualizzatori open source del formato IFC, che permette di mostrare modelli creati con software BIM e di interrogare gli elementi appartenenti al modello.

Con la tecnologia BIM i modelli prodotti sono una risorsa completa di dati e informazioni di un edificio, interrogabili in qualsiasi momento. Un modello 3D qualsiasi prodotto da software e utilizzato per simulazioni grafiche e rendering non può essere associato ad un modello BIM. Quest'ultimo raccoglie informazioni riguardanti l'edificio, la sua localizzazione, la geometria, la proprietà dei materiali, sistema statico, fasi di

---

<sup>9</sup> <http://bimgroup.eu/2014/12/12/la-direttiva-europea-sulluso-del-bim/>

realizzazione e le possibili manutenzioni successive. Con il BIM è possibile descrivere il manufatto nelle sue componenti in modo che l'immagine sia la rappresentazione del suo contenuto e non solo la restituzione grafica.

### **12.3 L'HBIM (HISTORICAL BIM) E L'APPLICAZIONE IN AMBITO ARCHEOLOGICO**

Per la gestione del patrimonio architettonico storico ed archeologico le applicazioni del GIS 3D sono rimaste dei casi isolati e insufficienti per essere portati come esempi per una standardizzazione del metodo. In alternativa la comunità scientifica internazionale ha intrapreso un percorso che comprendesse le possibilità dell'uso dell'HBIM all'architettura storica e all'archeologia.

Ad oggi è oggetto di dibattito su quali siano le tecnologie più adatte per la documentazione e la gestione del patrimonio costruito storico. La maggior parte delle ideologie confluiscono nella capacità di creare un modello che dia informazioni stratificate nella quattro dimensioni e non solo in tre. In questo senso non si parla più di un modello geometrico ma di un vero e proprio database capace di dare quante più informazioni possibili appartenenti ad ambiti multidisciplinari. In base agli obiettivi che si vogliono perseguire è possibile scegliere se utilizzare il metodo GIS o BIM, aventi entrambi vantaggi e svantaggi.

Come è stato appurato, il BIM nel caso della progettazione ex novo è una metodologia vincente di approccio alla progettazione. L'utilizzo del BIM nel caso di contesti storici contenenti un patrimonio informativo ricco (documenti e disegni d'archivio, foto storiche e recenti, dati di rilievo...) ha impegnato la comunità scientifica negli ultimi anni. Infatti l'acronimo è stato variato in HBIM (Historical Building Information Modeling) quando si tratta dell'applicazione agli edifici storici e all'archeologia del costruito.

La differenza sostanziale tra BIM e HBIM sta nel tipo di informazioni che i due tipi di modelli digitali conservano. Il BIM interpella e coordina diverse figure professionali per la progettazione integrata, pianificando tempi, modalità, organizzazione e realizzazione del cantiere. Invece l'HBIM è più specifico per la fase di conoscenza geometrica, materica e storica dell'edificio, attraverso il rilievo, lo stato di conservazione dei materiali, dove

rappresenta un repertorio tridimensionale orientato alla documentazione del bene e alla pianificazione di interventi di restauro.

Nell'ambito dei beni archeologici il BIM è applicato per disporre di grandi banche dati 3D nelle quali inserire dati di ogni genere inerenti agli oggetti presenti nel modello. Mentre dati di carattere più generale come il contesto in cui si trova e le informazioni tecniche riguardanti gli scavi effettuati e il sito archeologico.

## 12.4 CASI STUDIO

### 12.4.1 CASO 1: LE STRUTTURE ROMANE RINVENUTE ALL'INTERNO DELLA CRIPTA DELLA CHIESA DEI SS. SERGIO E BACCO IN ROMA

Questo caso riguarda un'attività di sperimentazione durante un'applicazione BIM in



*Figura 67 Cripta della Chiesa dei SS. Sergio e Bacco a Roma.*

ambito archeologico: i ritrovamenti dei resti di una probabile domus romana conservati nella cripta della chiesa localizzata nel quartier Subura. Si tratta di due ambienti con diverse fasi di vita della domus dall'età repubblicana al tardo antico.

Dopo i rilievi diretti dalle ricostruzioni ipotizzate ad oggi si deduce che approssimativamente ci furono due fasi costruttive: la prima era una struttura muraria in opus quadratum e chiusure in opus reticulatum, mentre la seconda è una struttura muraria in opus latericium con un rivestimento alla base in opus sectile e una fascia superiore affrescata. Uno dei due ambienti presente inoltre anche una struttura riscaldata visti i tubuli laterizi e un ambiente a nicchia voltato.

Dopo aver definito il work-flow, ossia il metodo di lavoro da adottare, si è iniziato dapprima con la ricerca bibliografica e d'archivio, seguita poi dal rilievo diretto e dalla

digitalizzazione e vettorializzazione 2D e restituzione delle misurazioni dirette. Il manufatto poi è stato suddiviso in categorie di oggetti e successivamente, mediante software BIM, ne è creato il modello 3D (suddiviso per parti e fasi costruttive) e infine esportato in vari formati a seconda dell'uso.

Per la modellazione 3D si è proceduto ad individuare le categorie degli elementi costruttivi secondo uno schema gerarchico. I parametri si suddividono in quelli relativi alla geometria, materiale, ecc... oltre che parametri di tipo condiviso. Alle categorie individuate vengono fatti corrispondere nel BIM le "famiglie"; questi possono essere personalizzate e l'utente può creare qualsiasi categoria di elementi o componenti nel progetto. Così si possono aggiungere dati specifici ancora non predefiniti nel file di famiglia o nel modello di progetto.

In questo caso sono stati ritenuti indispensabili alcuni campi delle schede ICCD<sup>10</sup>, indispensabili per una definizione sintetica del singolo oggetto. Quindi al database vengono aggiunte quelle informazioni che rendono ogni elemento interrogabile.

Per la modellazione 3D, una volta generata l'ossatura gerarchica del modello è possibile passare alla modellazione dei singoli elementi. Nel caso della domus il punto di partenza è rappresentato dai pilastri, suddivisi a loro volta dai sub-elementi costruttivi, ossia i blocchi. Una volta creati questi si è proceduto con il sovrapporli in modo da generare la famiglia dell'intero pilastro. E così via per tutti gli altri oggetti. Mentre per gli elementi unici si è proceduto disegnando il profilo e effettuandone l'estrusione o rivoluzione.

In conclusione sono stati creati i diversi tipi di file esportati tramite ODBC, che è un database contenente tante tabelle quante sono le famiglie presenti nel progetto, suddivise a loro volta in tante righe quanti sono gli elementi che le costituiscono. Tramite il plug-in Autodesk Revit DB è possibile estrapolare il database e, ogniqualvolta si modifica il database, esso si aggiorna a sua volta sul modello 3D.

Il modello BIM consente quindi numerosi tipi di output, con l'integrazione del modello a diverse banche dati esterne. In questo caso studio le funzionalità testate sono state quelle

---

<sup>10</sup> Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione.

di interrogare e modificare file BIM in programmi di modellazione solida, esportare database alfanumerici direttamente dal 3D (con la modifica bidirezionale).<sup>11</sup>

#### 12.4.2 CASO 2: PROGETTO DI RESTAURO DELLA CHIESA DI SAN CIPRIANO A CASTELVECCHIO CALVISIO (L'AQUILA)

La chiesa oggetto di studio si trova in provincia de L'Aquila ed è una tra le più antiche della zona. Si presenta come una piccola chiesa campestre con numerosi elementi di riutilizzo di epoca classica sia per le murature interne che esterne. Questo avvalor



Figura 68 Vista del fronte della chiesa di San Cipriano.

la tesi che questa chiesa sia stata eretta in un insediamento romano-italico, ma l'impianto duecentesco è ancora ben leggibile, oltre che gli interventi di restauro durante i secoli fino agli anni Ottanta del XX secolo.

La chiesa presenta una sola navata lunga 14 metri e ampia 6,60 metri, scandita da tre archi e terminante con presbiterio rialzato. Il ciborio è realizzato con una struttura su colonne a crociera costolonate del XIV secolo. Dall'altare si accede lateralmente ad una cappella di metà Novecento. Sono presenti inoltre ulteriori cappelle adiacenti alla navata centrale. Successivamente è stata realizzata la cappella dell'Annunziata, costruita in appoggio alla muratura perimetrale e alla precedente. E' una struttura di piccole dimensioni coperta con volta a botte e frontalmente caratterizzata da un arco a sesto acuto appoggiato a due pilastri dai quali dipartono due archi ribassati che costituiscono i lati. Esternamente la chiesa è in muratura a vista e la facciata presenta un campanile a

---

<sup>11</sup> M. FILIPPI, S. GRISTINA, S. PALIAGA, A. SCIANNA, M. SERLORENZI, *Sperimentazione di tecniche BIM sull'archeologia romana*, Archeologia e Calcolatori, Supplemento 7, 2015, pagg. 199-212.

vela addossato alla muratura e affiancato da speroni, sostenuto da un pilastro e da una colonna.

Complessivamente l'edificio si trova in buono stato, ma sono necessari dei lavori di restauro a causa della presenza dell'umidità di risalita della parete dell'abside, di alcune lesioni di modeste dimensioni in facciata e sulla muratura interna e di una generale cattiva conservazione degli affreschi interni.

Per questo si è partiti con il rilievo fotogrammetrico digitale dell'esterno dell'edificio, effettuato con il software PhotoScan Professional Edition (release 1.2.2) di Agisoft. Con questo programma sono state effettuate tutte le fasi di generazione delle quattro nuvole di punti dense partendo da quattro set diversi di immagini digitali, una per ogni prospetto della chiesa. Ne derivano quattro mesh texturizzate e la creazione del modello complessivo in scala dal quale sono estratti i quattro fotopiani dei fronti. Questo procedimento è stato utilizzato anche per l'interno dell'edificio ecclesiastico. I due modelli quindi sono rappresentativi dell'interno e dell'esterno della fabbrica e sono stati uniti con PhotoScan utilizzando il punto in comune all'interno della buca della porta. Per quanto riguarda la fase di modellazione in ambiente BIM, essa ha riguardato la progettazione della gerarchia del sistema che è organizzato in categorie di componenti architettonici, seguendo una semplificazione del modello architettonico.

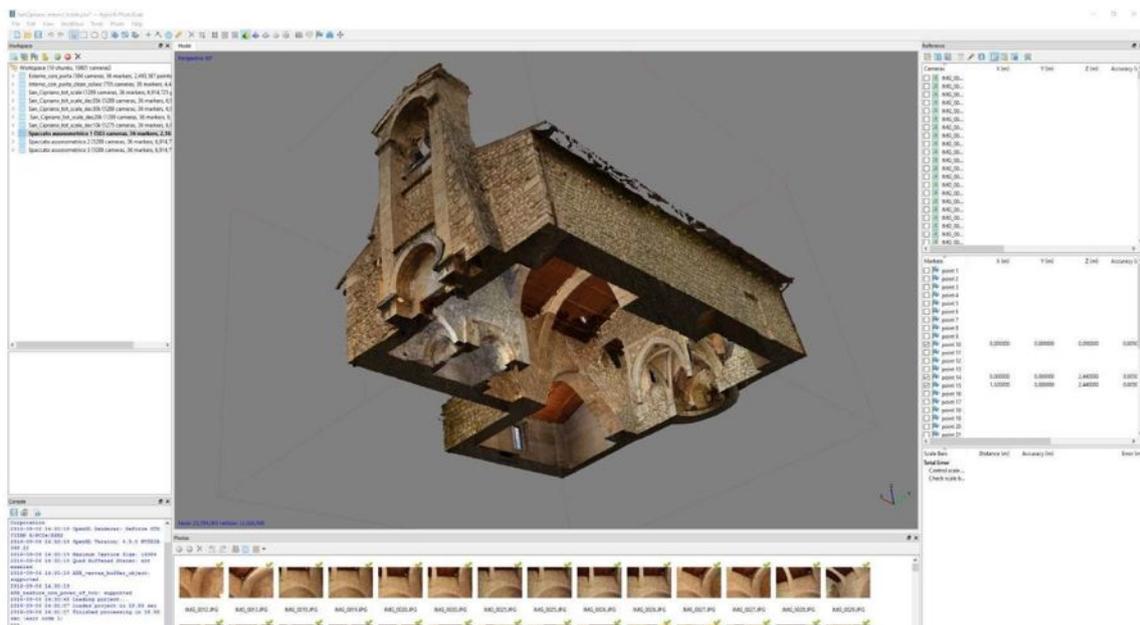


Figura 69 Visualizzazione in PhotoScan del dato della chiesa di San Cipriano.

Nella fase successiva, per la realizzazione del modello parametrico, è stato utilizzato il software Revit 2015 di Autodesk con il quale, facendo riferimento al modello real-based integrato, sono state modellate le varie parti dell'edificio. Ciascun componente architettonico è stato modellato per intero con Revit, creando delle "famiglie", alle quali sono stati via via associati via via dei parametri riguardanti lo stato di conservazione e i campi previsti dall'ISCR.

Nell'ultima fase di lavoro il lavoro è stato esportato in formato DWF (Design Web Format), al fine di essere condiviso, visualizzato e misurato con opportuni viewers free (nel caso Autodesk Design Review). Il fine ultimo sarebbe quello di sovrapporre al modello parametrico della chiesa i risultati dell'analisi stratigrafico-strutturale fatta in parallelo all'edificio, come pure analizzare i modelli rappresentativi delle varie fasi di vita dell'edificio.<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup>R. CONTINENZA, A. GIANNANGELI, A. TATA, I. Trizio, HBIM per il progetto di restauro: l'esempio della chiesa di San Cipriano a Castelvechio Calvisio (L'Aquila), DisegnareCon, volume 9 / n. 16, giugno 2016.



## 13 LA RIELABORAZIONE DEL DATO AL FINE DELLA MODELLAZIONE

Come operazione preliminare alla creazione di un database importabile in altri software di modellazione 3D, sono stati necessari alcuni passaggi che hanno consentito di interfacciarsi sia con software già utilizzati che con nuovi software.

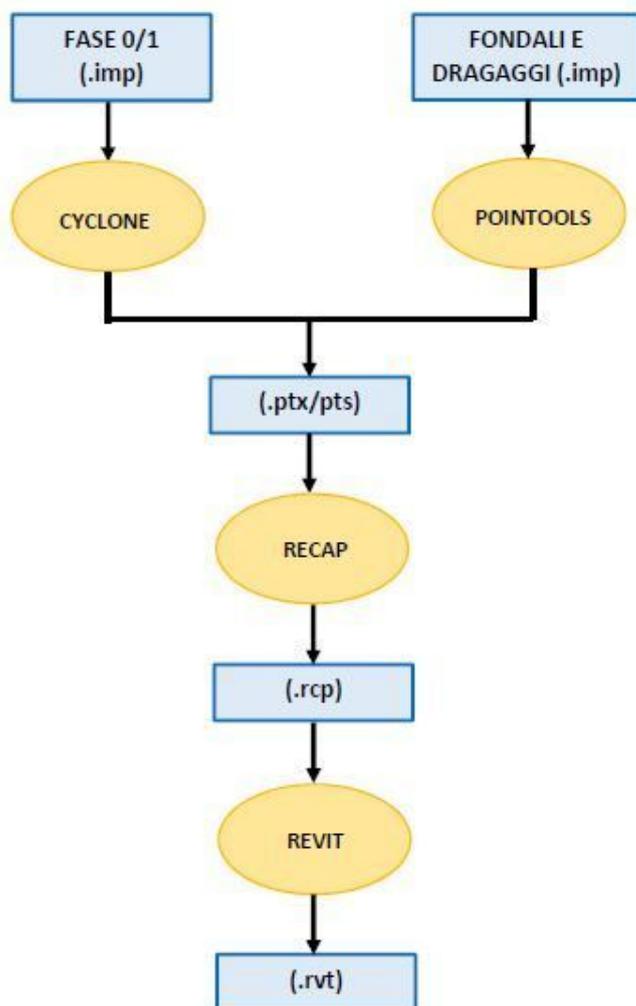


Figura 70 Tabella dei passaggi con i vari software e formati di conversione

Come abbiamo già visto nei capitoli precedenti, nel caso delle fasi zero e uno, la nuvola di punti ottenuta dal rilievo laser è stata importata nel software Cyclone in modo da creare dei file esportabili ed importabili in altri software (nel caso precedente per la restituzione CAD). Un passaggio differente è stato effettuato per la nuvola di punti contenente i fondali ed i dragaggi, per la quale non è stato utilizzato Cyclone ma si è fatto ricorso al software Pointools.

Nei capitoli successivi saranno affrontati e approfonditi i passaggi che hanno permesso poi di condurre alla modellazione 3D.

## 13.1 L'ESPORTAZIONE DA CYCLONE

Anche per la fase successiva, affrontata in questo capitolo, è stato effettuato un nuovo passaggio dal software Cyclone. Una prima fase quindi è stata quella di importare le nuvole di punti, sotto forma di file con estensione IMP all'interno di Cyclone. Da ognuno di questi file è stato possibile navigare la nuvola di punti, costituita da una o più MAF (ossia le stanze in cui è stato suddiviso lo scavo).

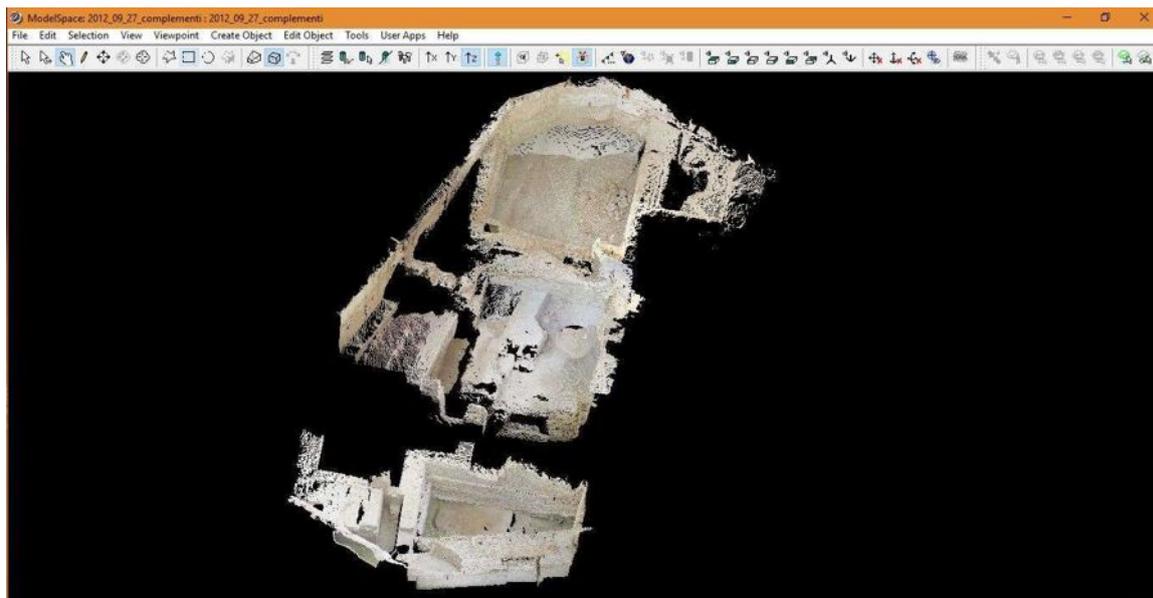


Figura 71 Visualizzazione in Cyclone della MAF 172 della fase zero

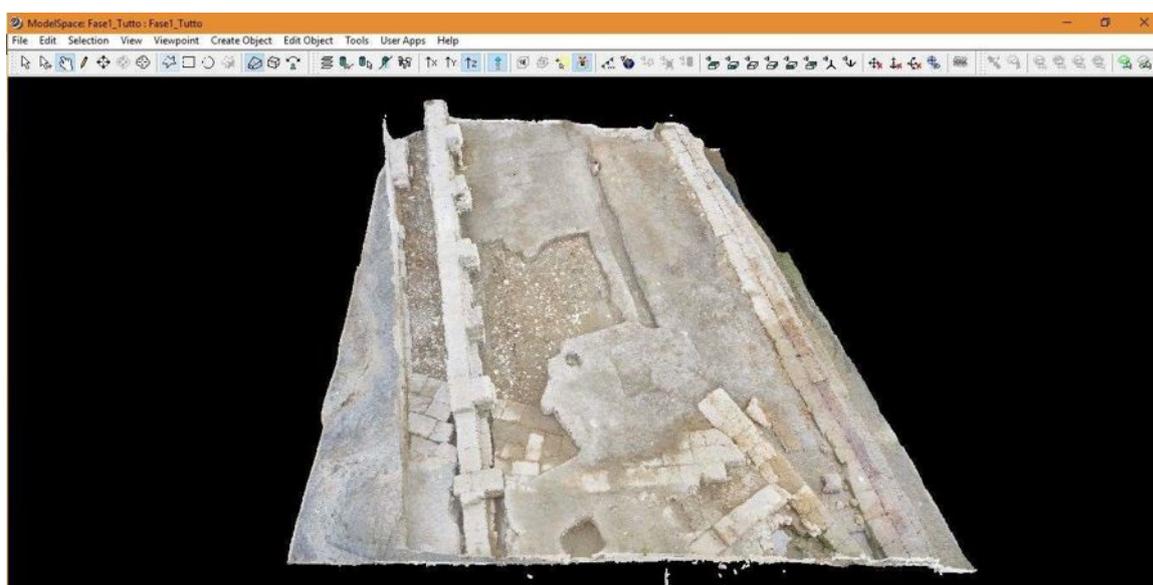


Figura 72 Visualizzazione in Cyclone della fase uno

Per consentire il passaggio alla seconda fase, ossia quella di creazione del file esportabile per la modellazione, i Model Space appartenenti a tali MAF sono stati interamente selezionati e salvati nuovamente in un nuovo formato (con estensione PTX e PTS), per poterli visualizzare con il software ReCAP.

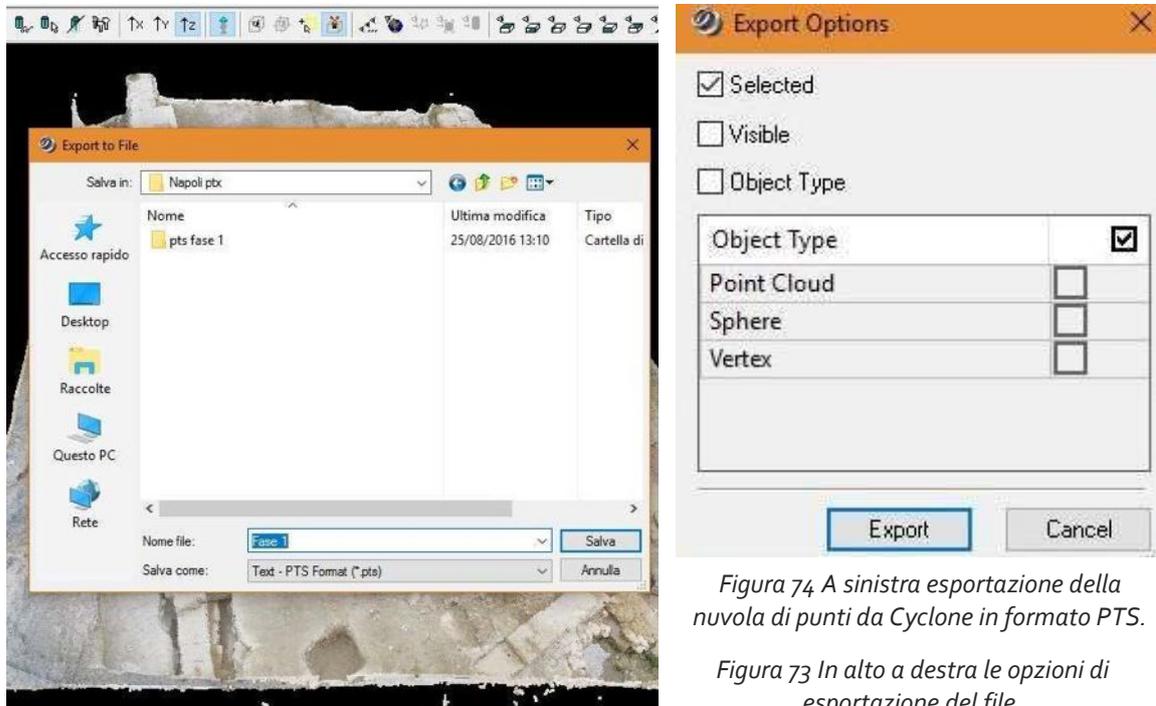


Figura 74 A sinistra esportazione della nuvola di punti da Cyclone in formato PTS.

Figura 73 In alto a destra le opzioni di esportazione del file.

## 13.2 L'ESPORTAZIONE DA POINTTOOLS

Per poter importare la nuvola di punti relativa alla parte dei fondali e dei dragaggi nel software Revit per la modellazione, sono stati necessari due passaggi: il primo tramite il software Pointtools ed il secondo tramite ReCap.

Il passaggio da Pointtools è dovuto al fatto che i file contenenti le scansioni erano di tipo POD, quindi non leggibili da Cyclone. Per procedere all'esportazione in formato PTS sono stati effettuati i seguenti passaggi:

*File → Export → selezione della voce Point clouds → selezione del formato PTS → OK.*

Le nuvole di punti sono state esportate in due gruppi: il primo contenente i fondali, il secondo i dragaggi. L'esportazione ha richiesto all'incirca sei ore per ciascuna nuvola.

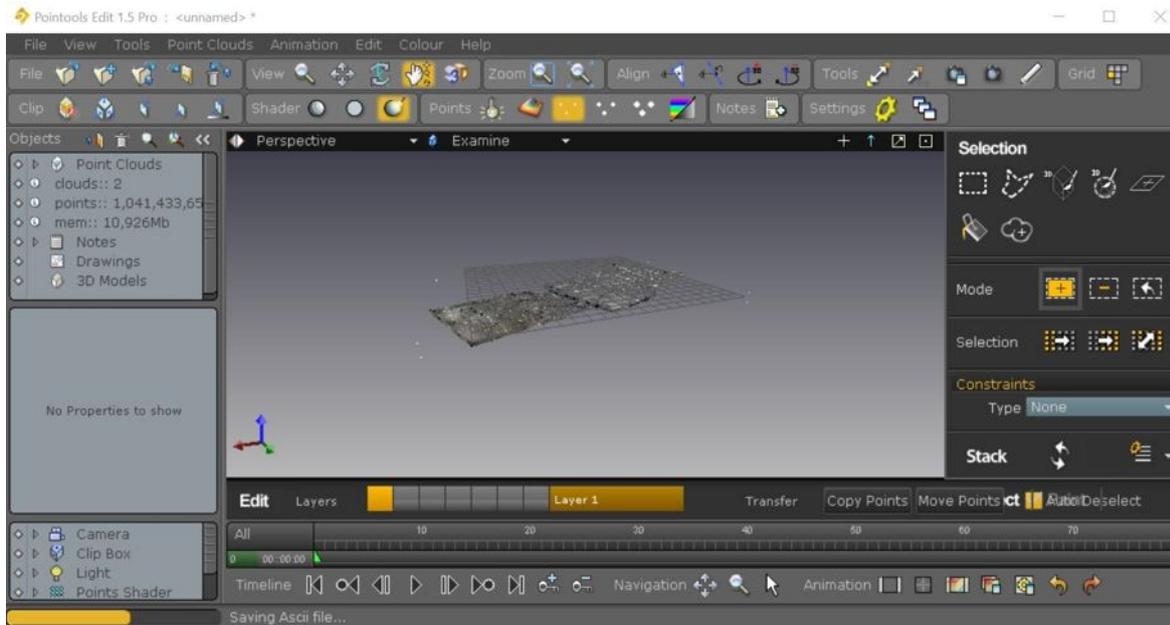


Figura 75 Visualizzazione della nuvola di punti relativa ai fondali nel software Pointools.

### 13.3 IL PASSAGGIO INTERMEDIO IN RECAP

Prima di poter procedere alla modellazione 3D per mezzo del software Revit dunque è stato necessario un ulteriore passaggio fondamentale, sia per l'area dell'edificio romano che per i fondali, ossia la creazione di un database complessivo che racchiudesse tutte le nuvole di punti necessarie.

Ciò che ha permesso tale passaggio è stato Autodesk ReCap, un software per la creazione di dati 3D a partire da scansioni laser di oggetti e ambienti reali, sviluppato da Autodesk. Si tratta un'applicazione separata che viene installata con AutoCAD che, grazie alla sua integrazione in cloud, permette di creare modelli 3D utilizzando scanner laser o foto catturate da diverse prospettive dell'ambiente o dell'oggetto da riprodurre. La nuvola di punti laser e la conseguente elaborazione da parte del programma, porterà alla creazione di un modello tridimensionale. Il software consente di convertire i dati dei file di scansione da una serie di formati comuni in una nuvola di punti, visualizzabile in AutoCAD ed in altri prodotti, come ad esempio Revit.

Da ReCap si può procedere alla definizione di una cartella in cui raccogliere i dati che costituiranno il database. Il procedimento consiste nell'importare i file con estensione

PTX e PTS (precedentemente creati ed esportati da Cyclone) e avviare il procedimento di creazione della nuvola complessiva.

"Create New Project" → "Select files to import" → "Index Scans" → "Launch Project".

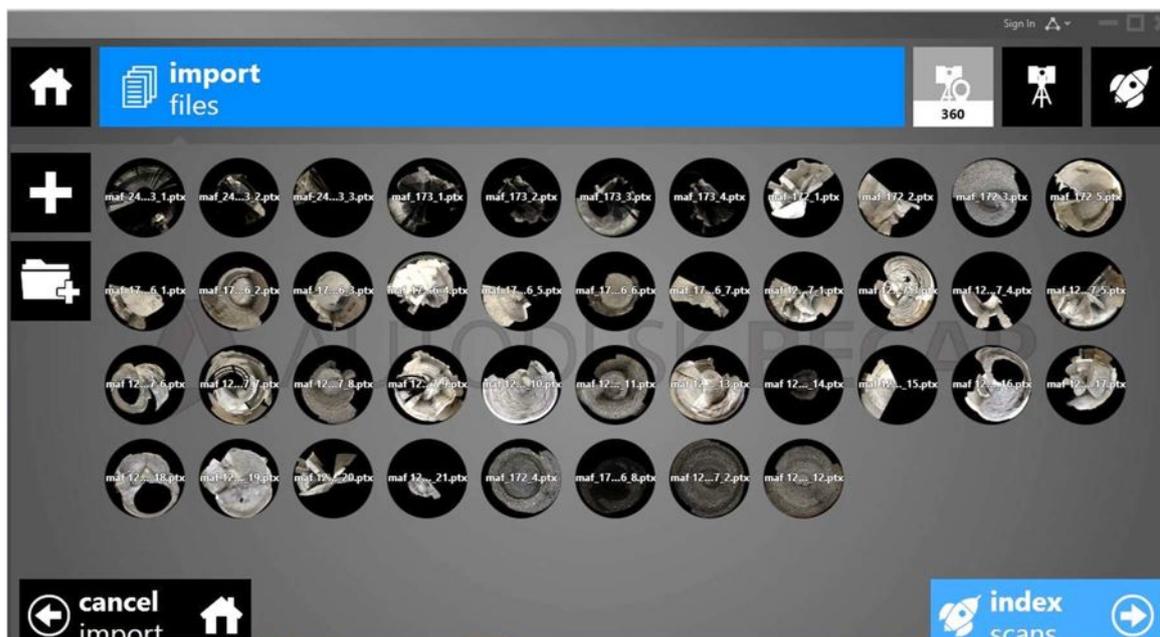


Figura 78 Importazione delle 41 scansioni relative alla fase zero



Figura 76 Esempio di conversione delle scansioni appartenenti alla fase uno.



Figura 77 Visualizzazione delle scansioni relative alla fase zero a fine importazione in Recap.

Il database così creato sarà poi esportabile, previa conversione in un unico file con estensione RCP, e leggibile da altri software quali AutoCAD e Revit.

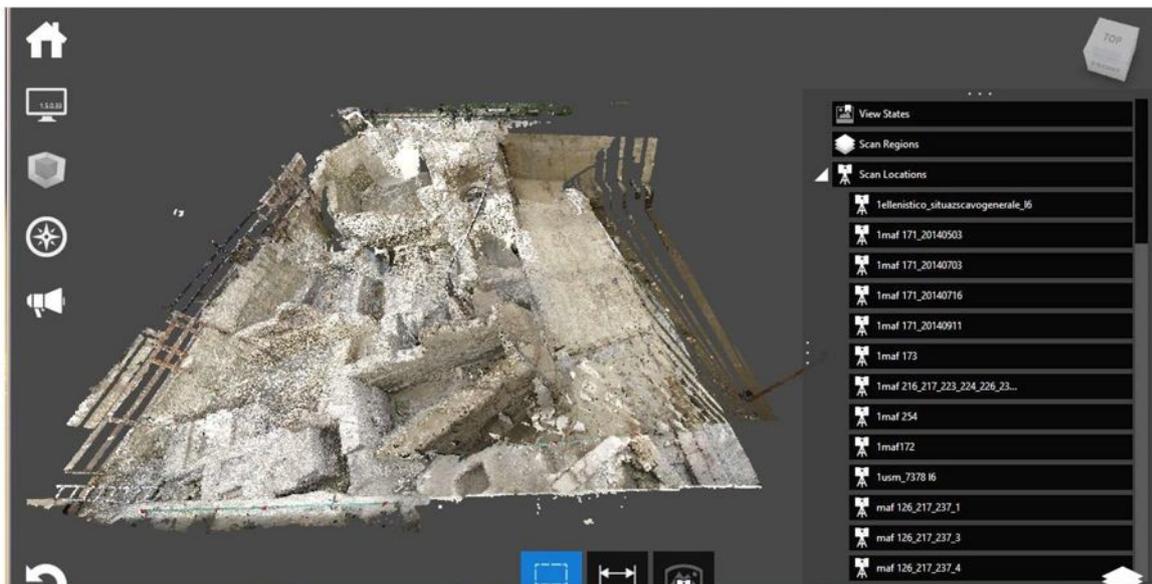


Figura 80 Importazione delle 10 scansioni relative alla fase zero.

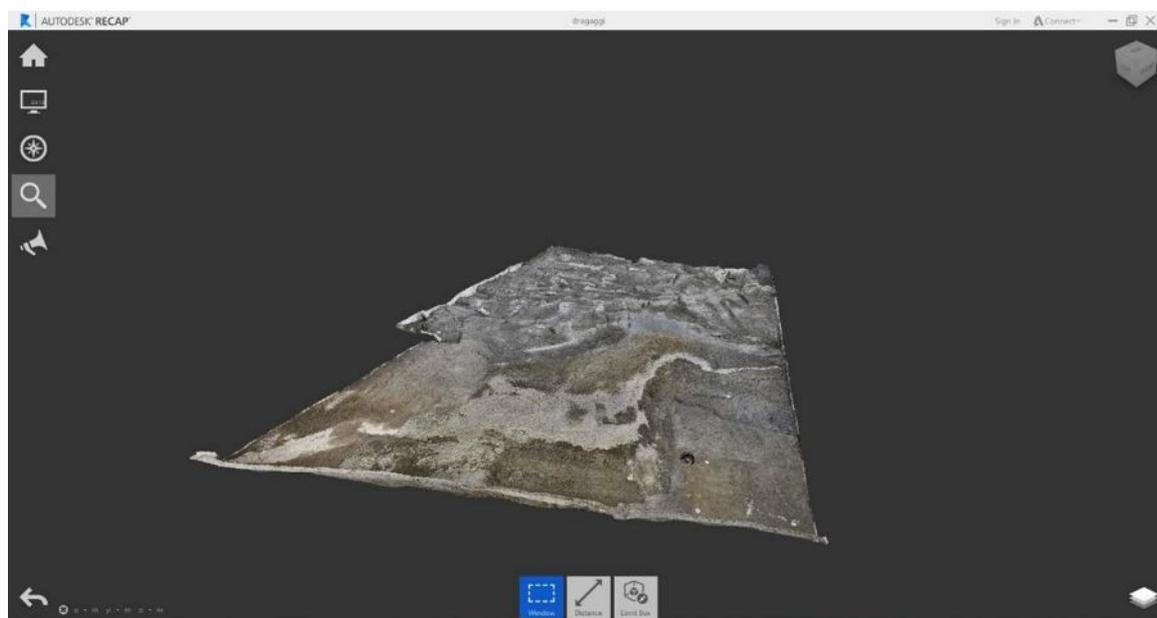


Figura 79 Importazione delle scansioni della fase uno, relativa ai dragaggi dei fondali.

## 14 IL SOFTWARE REVIT

---

### 14.1 INTRODUZIONE

Revit è un software prodotto da Autodesk e rappresenta uno dei più potenti programmi di progettazione architettonica. Esso si basa completamente sul sistema BIM (building Information Modeling) e permette di produrre tavole complete di piante, prospetti, sezioni, viste 3D, dettagli architettonici e costruttivi, computi e rendering.

Il concetto di partenza di questo software consiste nella creazione di un modello tridimensionale di un edificio, che non va però confuso con altri modelli generati da altri programmi (quali Sketchup, AutoCAD, ecc.). L'innovazione sta nel consentire non solo una rappresentazione tridimensionale dal punto di vista geometrico, ma di poter rappresentare una sorta di costruzione virtuale dell'edificio, grazie alle componenti riscontrabili poi nella realtà, come muri, pilastri, solai e via dicendo. Tutti questi elementi contengono una serie di informazioni (dai semplici materiali alle caratteristiche fisiche quali la trasmittanza) e sono in grado di porsi in relazione.

In questo modo è possibile analizzare in modo approfondito l'edificio in tutte le sue caratteristiche: statiche, energetiche, tecniche per quanto l'illuminazione e gli impianti. Un ulteriore vantaggio è quello di poter ottenere dati relativi a quantità, volumi e superfici, oltre che tabellare dati ed elementi in abachi.

La funzione del software Revit accompagna tutte le fasi di vita dell'edificio: la sua utilità infatti è riscontrabile non solo nelle fasi di progettazione e di costruzione, ma anche nelle fasi di gestione ad esempio per la manutenzione.

La sostanziale differenza tra il modello BIM che si ottiene da Revit e ciò che viene elaborato in altri software (ad esempio AutoCAD) sta nel fatto che il primo parte dalla definizione del modello, dal quale poi vengono estrapolate piante, prospetti e sezioni, mentre il secondo parte proprio dal disegno vettoriale delle tavole in 2D. Tutti gli elementi inseriti all'interno del modello si pongono in relazione tra loro, ciò vuol dire che porte e finestre, ad esempio, saranno legate alla presenza del muro sul quale si intende operare una foratura.

Ogni caratteristica dell'edificio reale da costruire sarà perfettamente riscontrabile nel modello e quindi nell'unico database, senza dover ricorrere ad aggiornare man mano le singole sezioni e piante a seconda dei cambiamenti apportati. Le modifiche possono essere effettuate in qualsiasi visualizzazione, che sia pianta, prospetto o sezione, e sono totalmente coordinate in ogni singola vista che si reputi necessario visualizzare. La conseguenza più evidente è quindi la notevole velocizzazione dei processi di progettazione.

Revit viene detto "software parametrico", ossia è in grado di rappresentare utilizzando dei parametri. Ciò vuol dire che funziona grazie all'assegnazione di un valore ad una determinata funzione. I parametri corrispondono sostanzialmente a quei valori o proprietà che l'operatore attribuisce all'elemento che intende disegnare (ad esempio lo spessore di un muro).

## 14.2 LA MODELLAZIONE 3D

Il primo passaggio effettuato per poter procedere alla modellazione in Revit è l'importazione in Revit delle nuvole di punti necessarie, in modo da avere una base sulla quale modellare gli elementi nella scala corretta (1:100).

Dovendo importare nuvole relative ad aree diverse, è stato necessario verificarne la georeferenziazione per evitare che all'importazione queste fossero posizionate in punti differenti rispetto agli originali. La verifica della georeferenziazione è stata fatta tramite l'importazione di un file DWG, che ha consentito di osservare in planimetria la corrispondenza tra la nuvola e quest'ultimo. L'importazione degli elementi è stata possibile tramite la funzione:

"Inserisci" → "Nuvola di punti" e "Importa CAD".



Figura 81 Visualizzazione della schermata di importazione in Revit

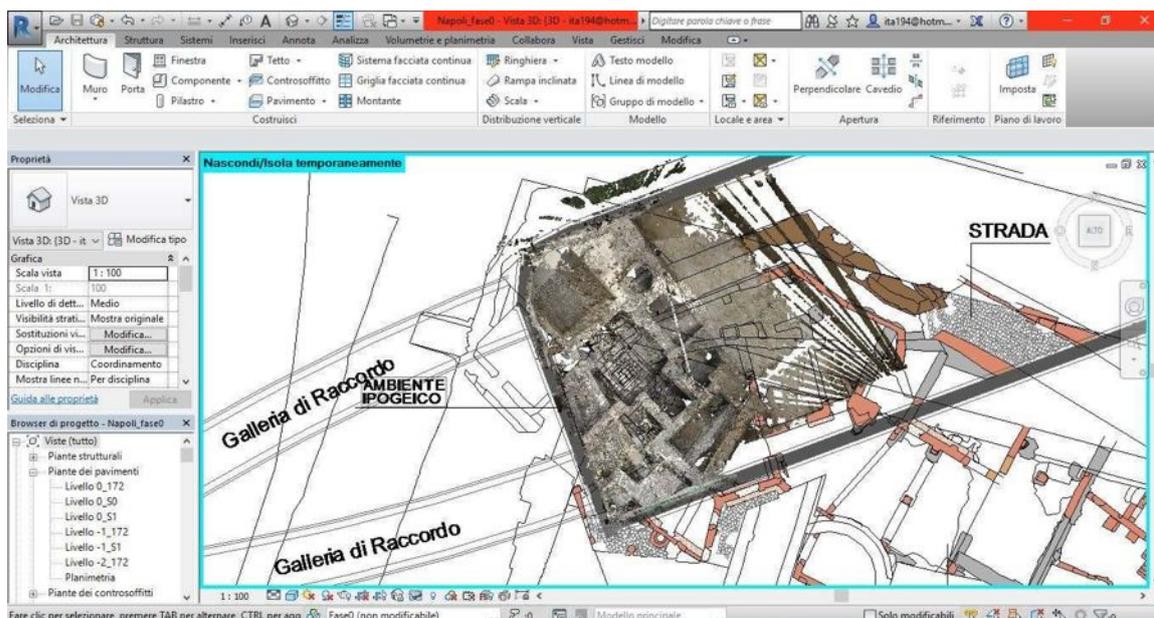


Figura 82 Verifica della georeferenziazione fra nuvola di punti e file dwg.

Una volta verificata la corrispondenza fra i due elementi importati, è possibile procedere alla modellazione 3D. Nel caso in cui ci si trovi a lavorare in più operatori sullo stesso file o su porzioni diverse dello stesso edificio, per facilitare l'aggiornamento del file è possibile ricorrere alla creazione di un "File centrale" e di più "File locali" (in base alla quantità di operatori).

Nel caso studio presentato sono stati realizzati due file locali, corrispondenti alla due fasi in cui è stato suddiviso il lavoro: la fase zero e la fase uno. La fase zero corrisponde al momento di inizio scavi (i reperti di origine romana), mentre la fase uno corrisponde al momento finale degli scavi (i ritrovamenti di epoca ellenistica). Ad ogni file locale è stato associato un Workset, ossia un ambiente di lavoro indipendente. Questa suddivisione ha permesso di modellare in contemporanea le aree relative alle due epoche e di avere sempre un file centrale aggiornato man mano che si procedeva alla modellazione.

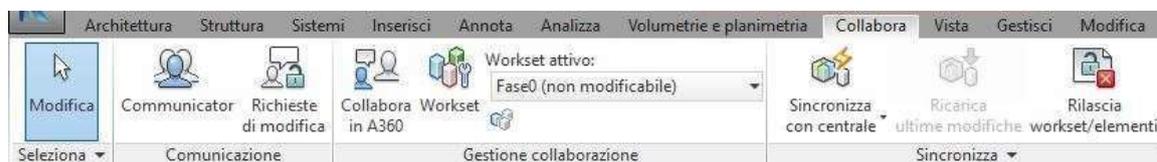


Figura 83 Visualizzazione del Workset corrispondente alla fase zero.

Come illustrato nella parte tecnica relativa al rilievo e alla restituzione, la fase zero è costituita dalla suddivisione in più MAF. L'area da modellare dunque si presenta come

una superficie suddivisa in più stanze da murature di differente spessore e da pavimentazioni con punti ad altezza variabile. La fase uno invece, presenta superfici più estese e una quantità inferiore di murature. Gli elementi utilizzati per modellare entrambe le fasi sono due: i "Muri" e le "Superfici topografiche".

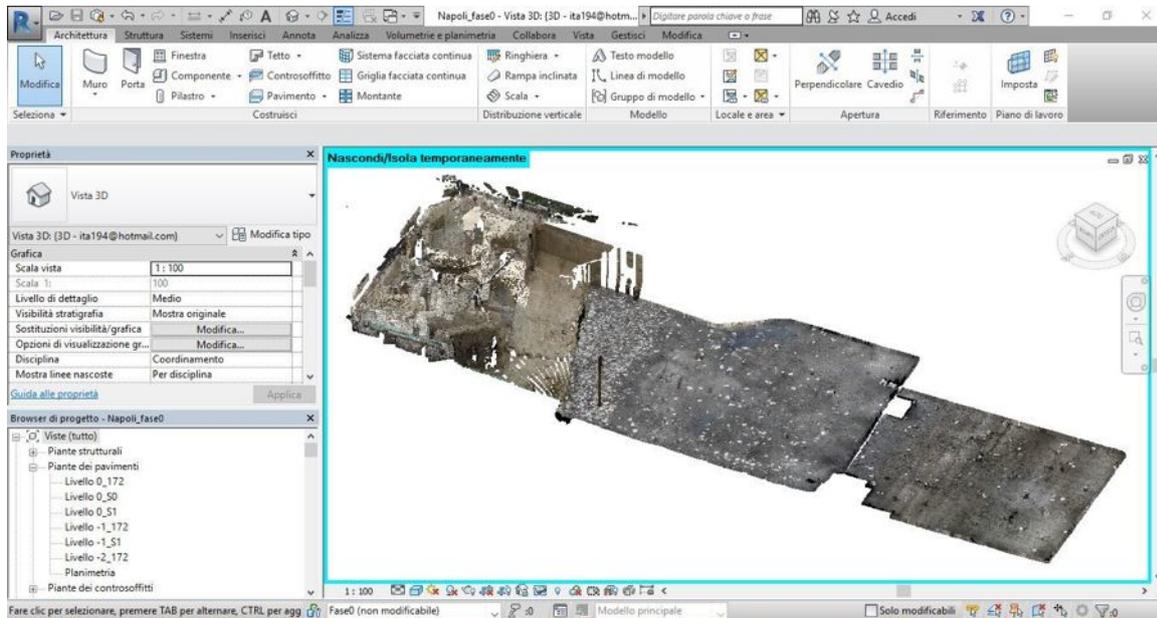


Figura 84 Nuvola di punti della fase zero dell'intera area di scavo, visualizzata in Revit.

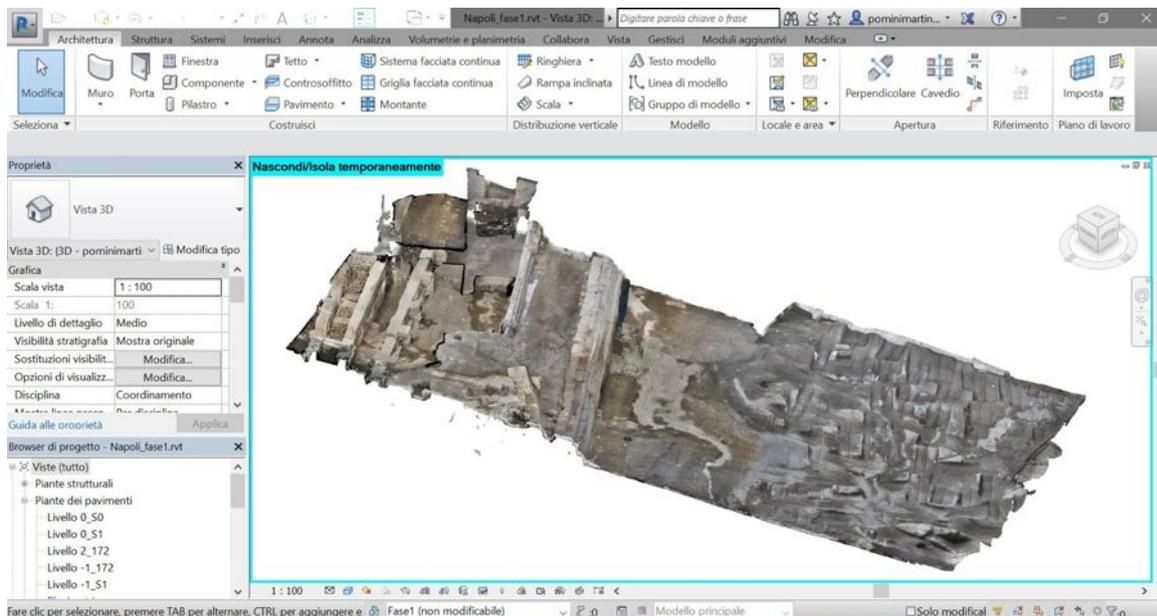


Figura 85 Nuvola di punti della fase uno dell'intera area di scavo, visualizzata in Revit.

### 14.2.1 SUPERFICI TOPOGRAFICHE

Per la modellazione delle superfici topografiche il processo consiste nella creazione di più livelli, corrispondenti ai piani di calpestio delle MAF. La quota dei piani di calpestio è visibile nelle sezioni che è possibile posizionare a piacere all'interno del modello. Una volta creato un livello di pavimentazione, è possibile disegnare su questo una superficie, tramite la funzione:

*Volumetrie e planimetria* → *Superficie topografica*.



Figura 86 Visualizzazione della barra che consente la creazione di superfici topografiche in Revit.

Il primo passaggio permette di definire il perimetro della superficie topografica sulla base del dato contenuto nella nuvola di punti. Trattandosi di reperti archeologici però, la modellazione deve riportare all'interno della superficie anche le differenze di quota presenti all'interno di essa. Per fare ciò è indispensabile visualizzare la superficie in sezione. A questo proposito sono state posizionate diverse sezioni longitudinali e trasversali, a seconda delle necessità, lungo le quali è stata effettuata l'aggiunta di punti topografici alla superficie.

*Selezione della superficie topografica* → *"Modifica superficie"* → *"Aggiungi punti"*.

Una volta aperta la visualizzazione della sezione, è possibile modificare la superficie topografica e spostare i punti seguendo la nuvola di punti, anch'essa sezionata. Questo procedimento è stato adottato per tutti i piani di calpestio.

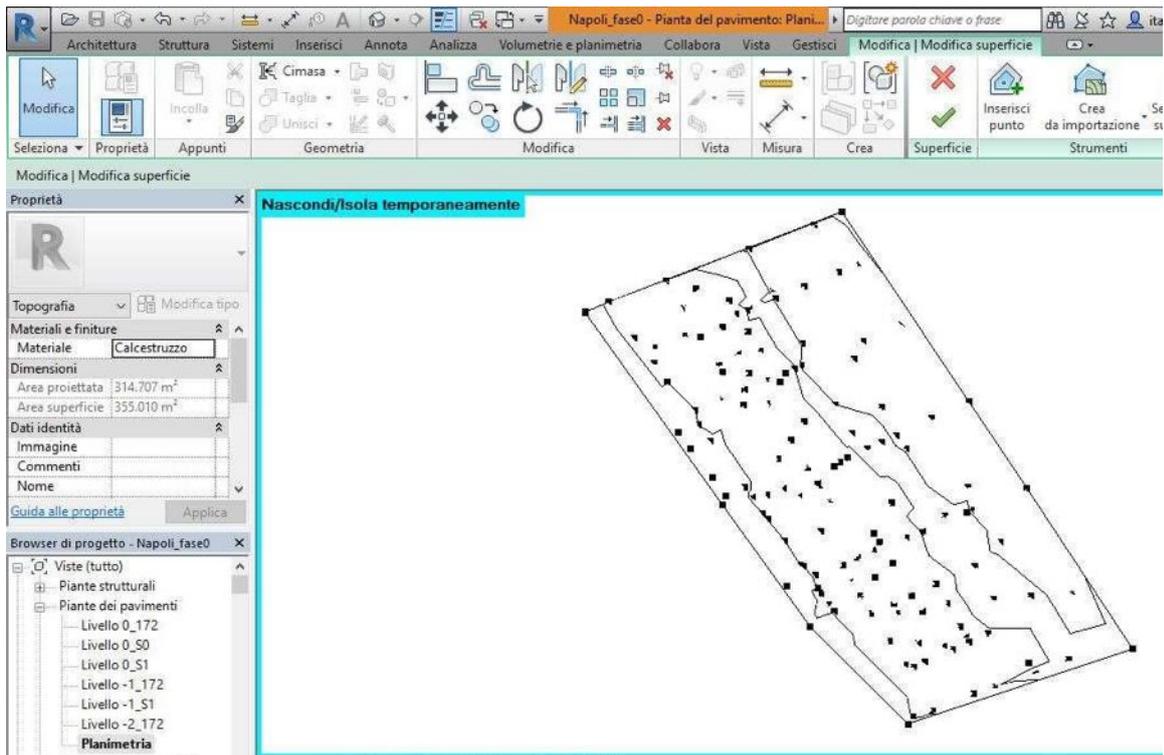


Figura 88 Modifica della superficie topografica con l'aggiunta di punti.

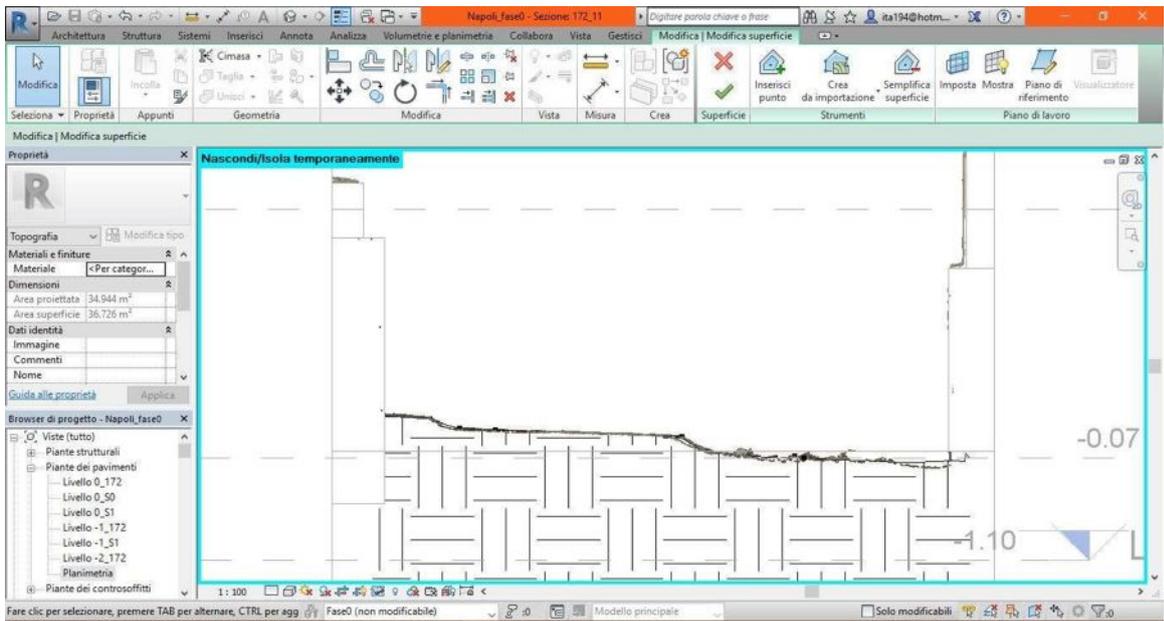


Figura 87 Visualizzazione in sezione dei punti della superficie topografica.

### 14.2.2 MURATURE

Una volta conclusa la fase di modellazione delle superfici di calpestio si è passati alla modellazione delle murature.

Trattandosi di murature antiche, la sezione non risulta costante. Per ogni sezione di spessore diverso è stata quindi definita una nuova tipologia di muratura con le relative caratteristiche.

*"Architettura" → "Muro" → "Modifica tipo" → "Duplica" e procedere poi alla definizione delle caratteristiche relative a spessore, materiali, ecc.*

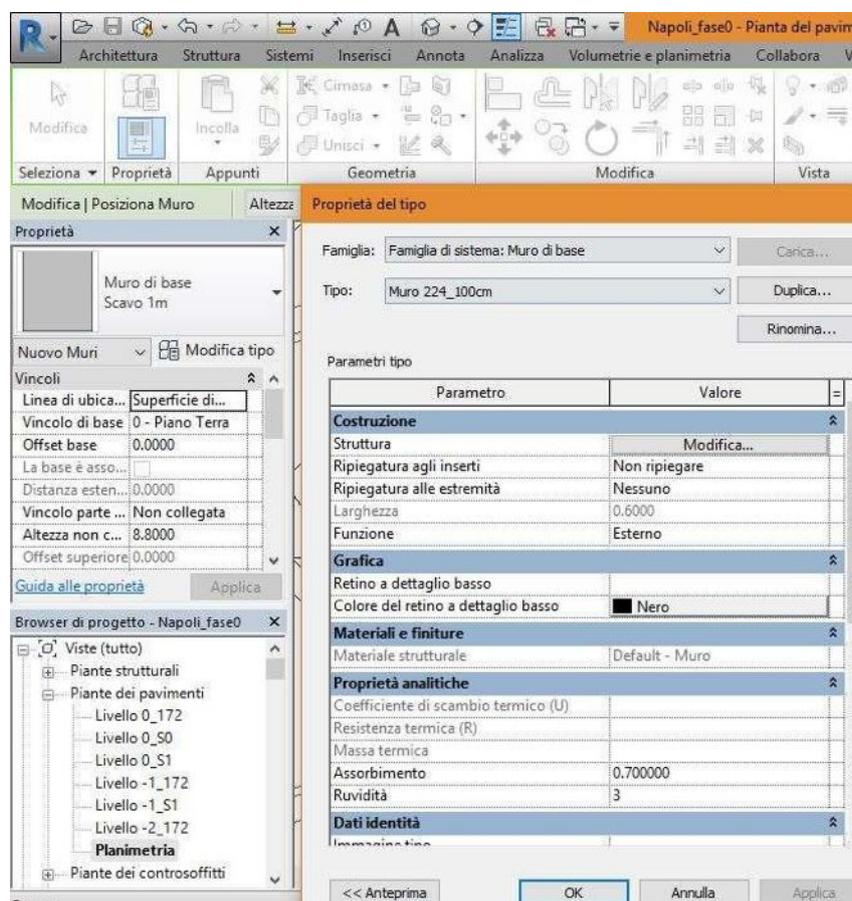


Figura 89 Definizione di nuove tipologie di muratura e delle caratteristiche.

Questo passaggio è stato fatto per evitare di associare più murature alla stessa tipologia e permettere, qualora fosse necessario, di modificare solamente una sezione piuttosto che tutte quelle associate a quella determinata tipologia.

Dopo aver disegnato il muro, si osserva come la sommità di questo sia retta e non frastagliata come appare nella nuvola di punti. E' possibile modificare il profilo del muro solamente lungo direzione longitudinale, ossia lungo il prospetto.

Dopo aver selezionato il muro da modificare, il procedimento è il seguente:

*Modifica profilo → "Spline" e disegnare il profilo della muratura → "Dividi" per tagliare il profilo della muratura nei punti in cui si interseca con la Spline disegnata → Eliminare le linee corrispondenti al profilo della muratura non necessaria.*



Figura 92 Utilizzo della funzione Spline per la definizione del profilo del muro.



Figura 91 Utilizzo della funzione dividi per separare la muratura modellata dalla parte superiore.

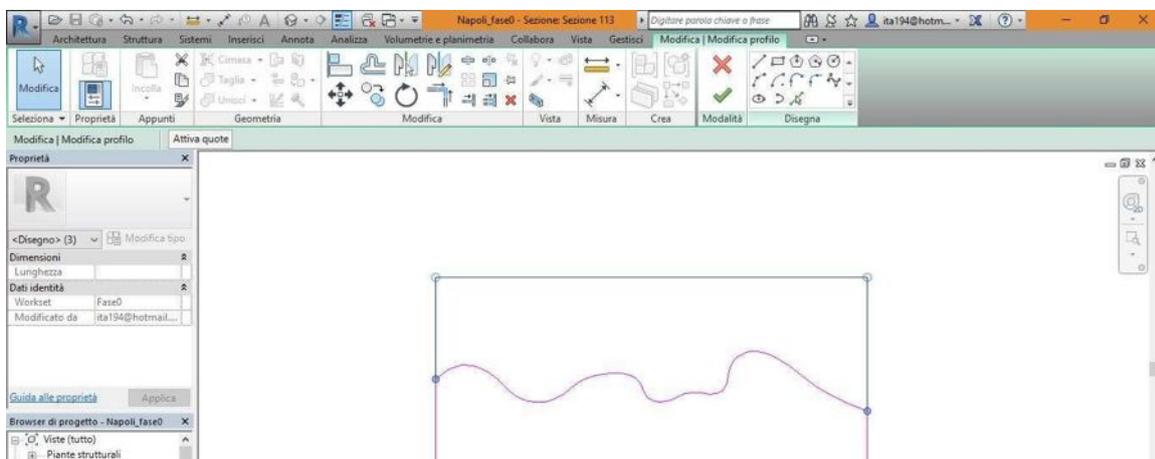


Figura 90 Eliminazione della porzione di muro non necessaria.

Nell'immagine seguente è possibile osservare il risultato del processo di modifica del profilo e la sovrapposizione con la nuvola di punti.

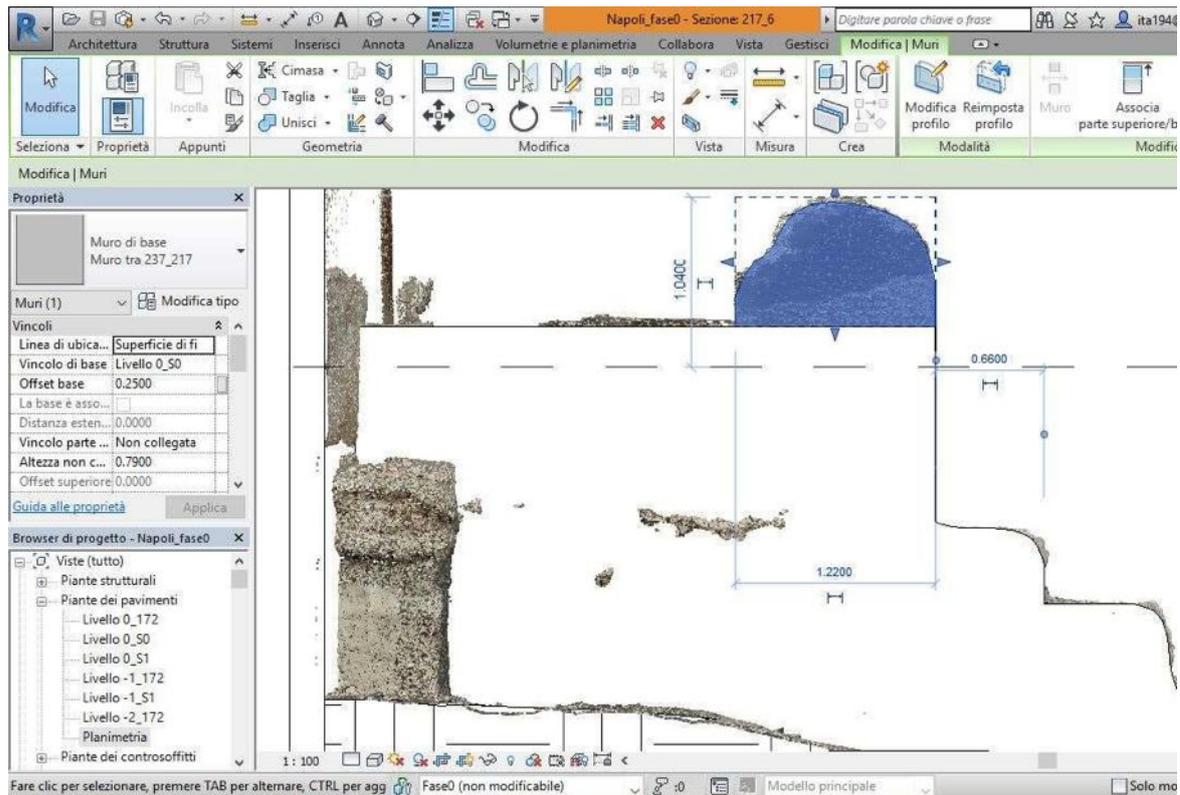


Figura 93 Visualizzazione della modellazione del profilo di una muratura nel software Revit.

Tale funzione non è utilizzabile per modificare il profilo trasversale e per restituire l'andamento smussato degli angoli e costituisce quindi la principale limitazione riscontrata nella modellazione 3D di strutture archeologiche.

### 14.2.3 DEFINIZIONE MATERIALI

Da un'osservazione accurata del dato fornito si è riscontrata la presenza di diverse tipologie di materiali. Principalmente sono stati individuati due materiali per la fase zero e due per la fase uno. Non essendo possibile assegnare allo stesso elemento più materiali, si è scelto di attribuire i materiali maggiormente presenti nelle murature nelle singole fasi, mentre per le superfici sono stati utilizzati gli stessi materiali. La scelta è stata dettata dalla necessità di distinguere dal punto di vista organizzativo le murature appartenenti alle due fasi/epoche distinte, non per realizzare un render che rispecchi gli scavi dal punto di vista ottico. Procedendo alla modifica di un materiale è infatti possibile modificare tutti gli elementi a cui quel materiale è stato assegnato e quindi tutti gli elementi della stessa fase.

Sono stati assegnati i seguenti materiali dal browser dei materiali:

- il "Laterizio (2)" alle murature della fase zero;
- il "Conglomerato" alle murature della fase uno;
- il conglomerato "Default – Conglomerato" alle superfici di entrambe le fasi e a quelle dei fondali.

L'assegnazione dei materiali è effettuata nel seguente modo:

- per i muri: *Proprietà* → *Modifica tipo* → *Parametro Struttura* → *Modifica* → *Browser dei materiali*.
- per le superfici topografiche: *Proprietà* → *Materiali e finiture* → *Browser dei materiali*.

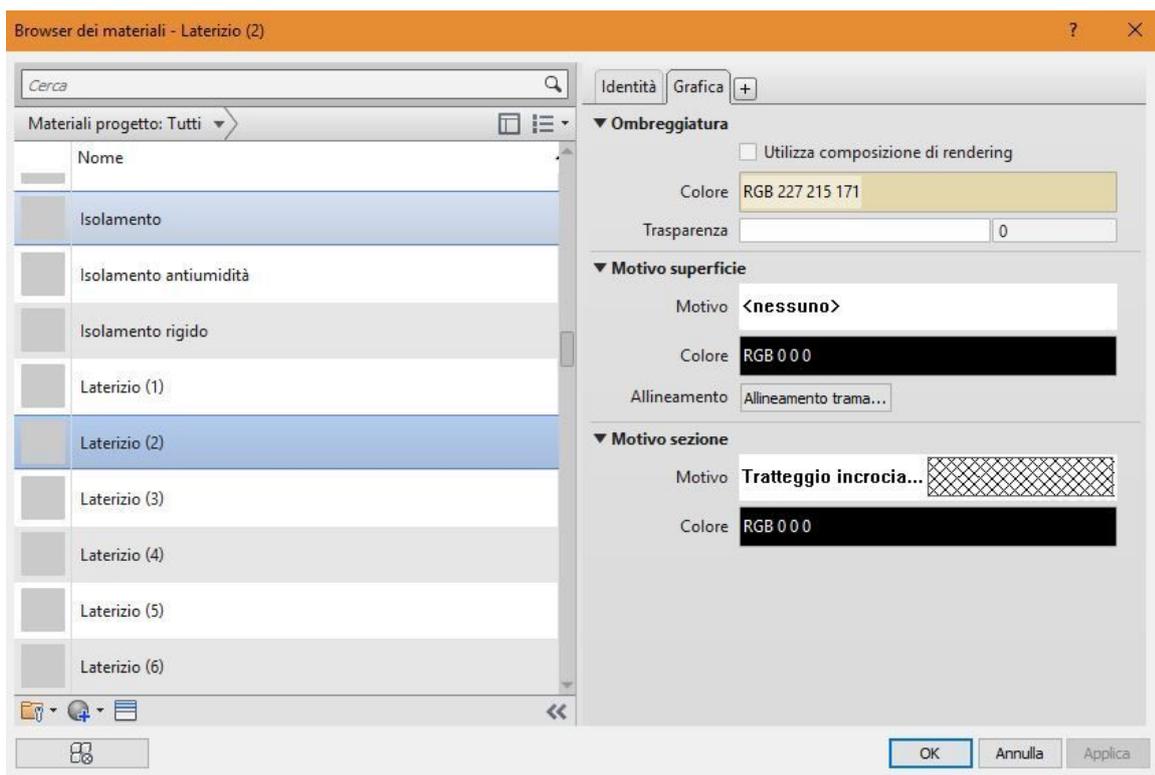


Figura 94 Browser dei materiali laterizio (2).

#### 14.2.4 I DUE MODELLI LOCALI

Il modello finale coincide con il modello visualizzato nel file centrale che contiene entrambi i file locali e quindi le due fasi di scavo (zero e uno).

Ognuno dei due workset (ambienti di lavoro) contiene un proprio modello completo e relativo a tutta la fase in questione, quindi sia l'area sottostante l'edificio termale che quella dei fondali.

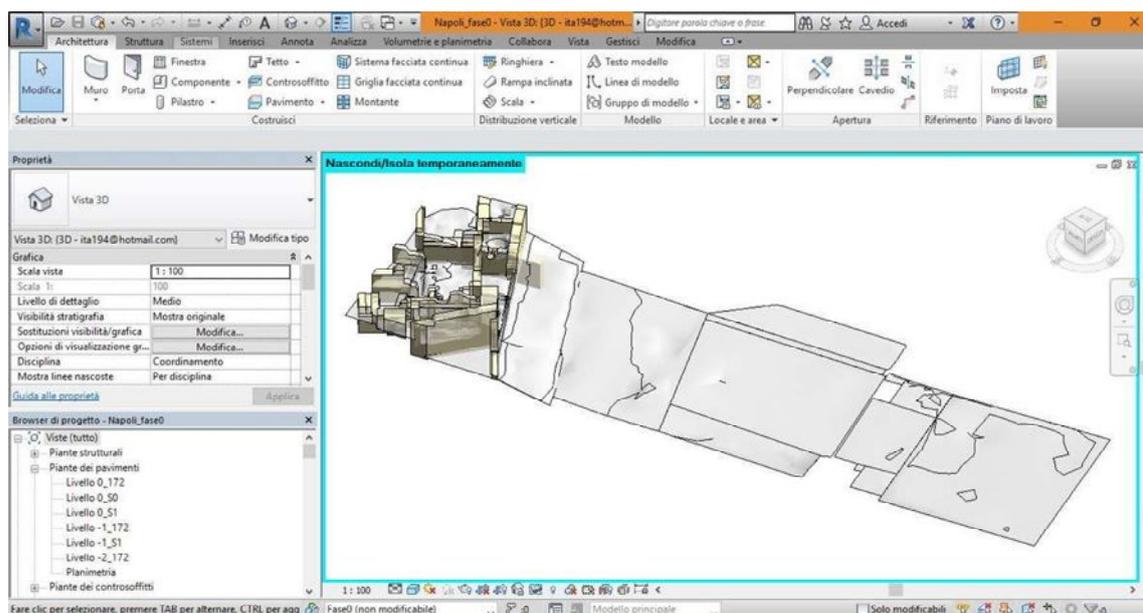


Figura 95 Modellazione 3D degli scavi appartenenti alla fase zero (parte sottostante l'edificio termale e fondali).

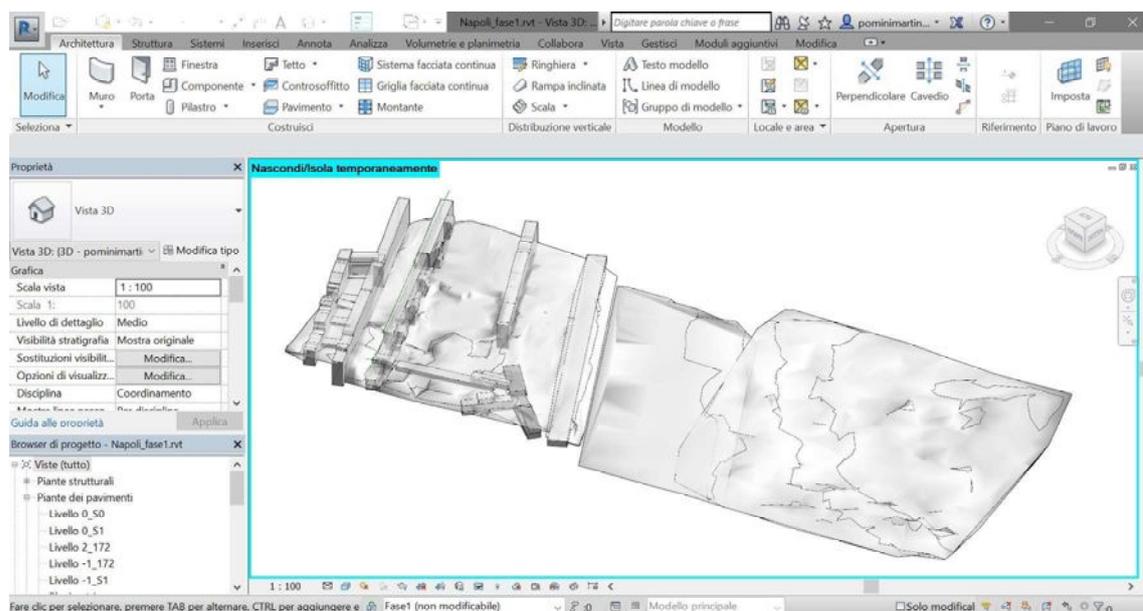


Figura 96 Modellazione 3D degli scavi appartenenti alla fase uno (parte sottostante l'edificio termale e dragaggi).

UTILIZZO DEL BIM NEL CAMPO ARCHEOLOGICO: I RITROVAMENTI DI LINEA 6 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI IN PIAZZA MUNICIPIO

## 14.3 LA CREAZIONE DEL DATABASE DIGITALE

Il passaggio fondamentale per la creazione del Database e del modello 3D interrogabile è la configurazione di un file che contenga i parametri condivisi. Grazie a questi infatti, è possibile elaborare degli abachi, ossia delle sorte di elenchi degli elementi del modello, contenenti le informazioni ritenuti interessanti al fine della comprensione del manufatto architettonico. Non esiste una sola tipologia di abaco, ma è possibile scegliere la categoria di appartenenza dell'elemento (dagli elementi strutturali, agli impianti, al verde, ecc.).

Nel caso del pozzo stazione linea 6 sono stati realizzati due abachi relativi agli elementi utilizzati al fine della modellazione, ossia le murature e le superfici topografiche. L'obiettivo è quello di rendere diretto il collegamento dal modello alle tavole realizzate dal Laboratorio per la Soprintendenza.

### 14.3.1 PARAMETRI CONDIVISI

Il primo passaggio consiste nella creazione dei parametri condivisi che consentono ad entrambi gli utenti (a cui appartengono i workset della fase zero e fase uno) di associare in modo simile gli elementi modellati alle informazioni corrispondenti.

I parametri creati ed utilizzati sono di due tipi: testo e URL, rispettivamente nome dell'oggetto e tavola collegata.

Per poter condividere i parametri in entrambi i file locali è necessario in primo luogo creare un file TXT e definirne l'allocazione (possibilmente nella stessa cartella in cui si trovano i file locali).

*Gestisci → Parametri condivisi → File parametri condivisi → Crea.*

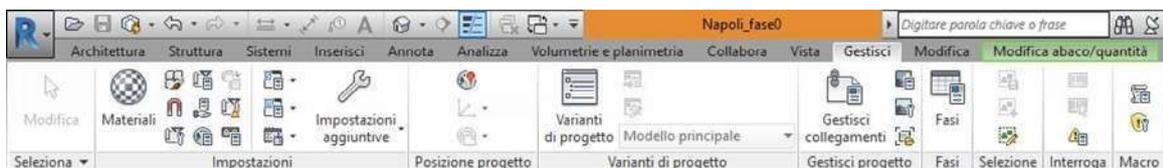


Figura 97 Visualizzazione del pannello che consente di gestire i parametri condivisi.

Dalla stessa finestra si procede poi alla determinazione dei parametri e delle relative proprietà. In base ciò che il parametro intende definire sono stati adottati i seguenti due percorsi:

*Parametri condivisi* → Nuovo → Nome: *Superficie* → Tipo di parametro: *Testo*.

*Parametri condivisi* → Nuovo → Nome: *Elaborato n°...* → Tipo di parametro: *URL*.

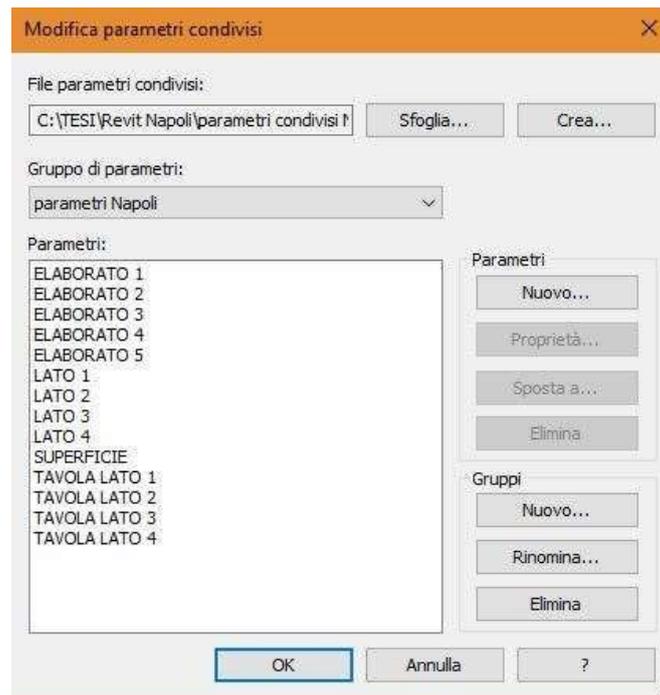


Figura 98 Creazione del file TXT e dei relativi parametri.

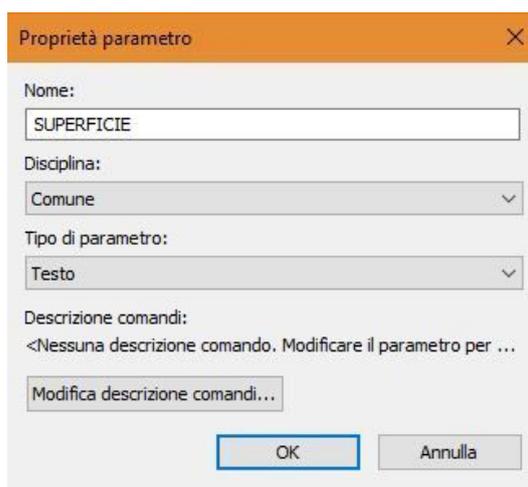


Figura 100 Definizione del parametro di tipo

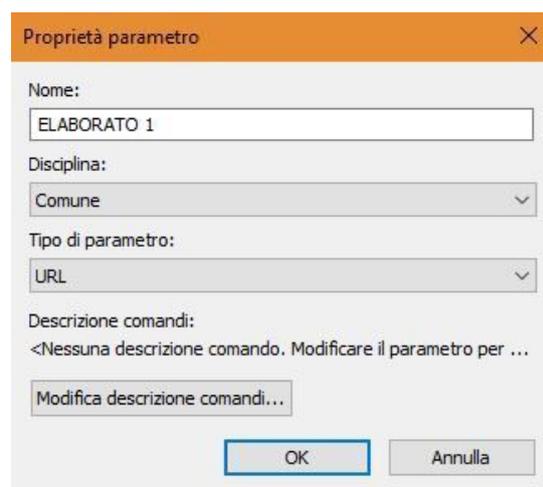


Figura 99 Definizione del parametro di tipo URL.

### 14.3.2 CREAZIONE DEGLI ABACHI

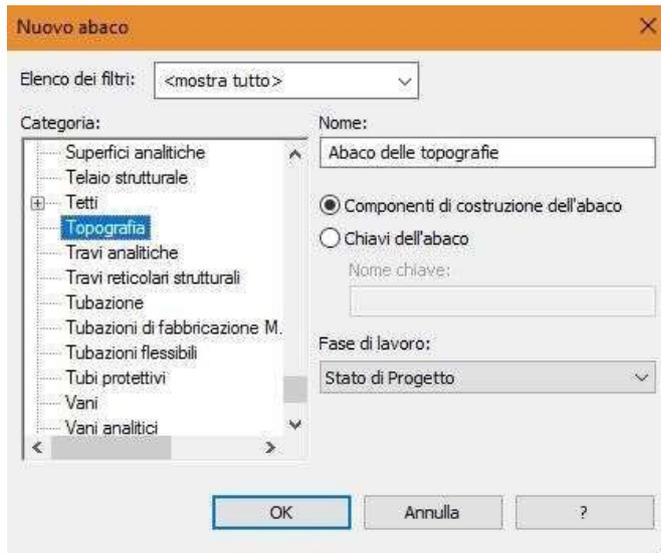


Figura 101 Creazione di un nuovo abaco, Revit.

Il passaggio successivo consiste nel creare gli abachi: un elenco sotto forma di tabella che lega gli elementi ai rispettivi parametri. Ad esempio nella riga associata ad un elemento è possibile definire il nome di tale elemento (nella colonna del parametro testo) ed i collegamenti agli elaborati in PDF (nella colonna del parametro URL).

La creazione di un abaco prevede i

seguenti passaggi:

*Browser di progetto → Nuovo Abaco → scelta della categoria "Muri" o "Topografia" → Ok.*

Una volta confermata la categoria dell'abaco sarà possibile configurarne le proprietà:

*Proprietà dell'abaco → Nuovo parametro → Scegliere "Parametro condiviso" → Seleziona → selezionare i parametri che si intendono utilizzare e scegliere "Istanza" e "I valori possono variare in base all'istanza del gruppo".*

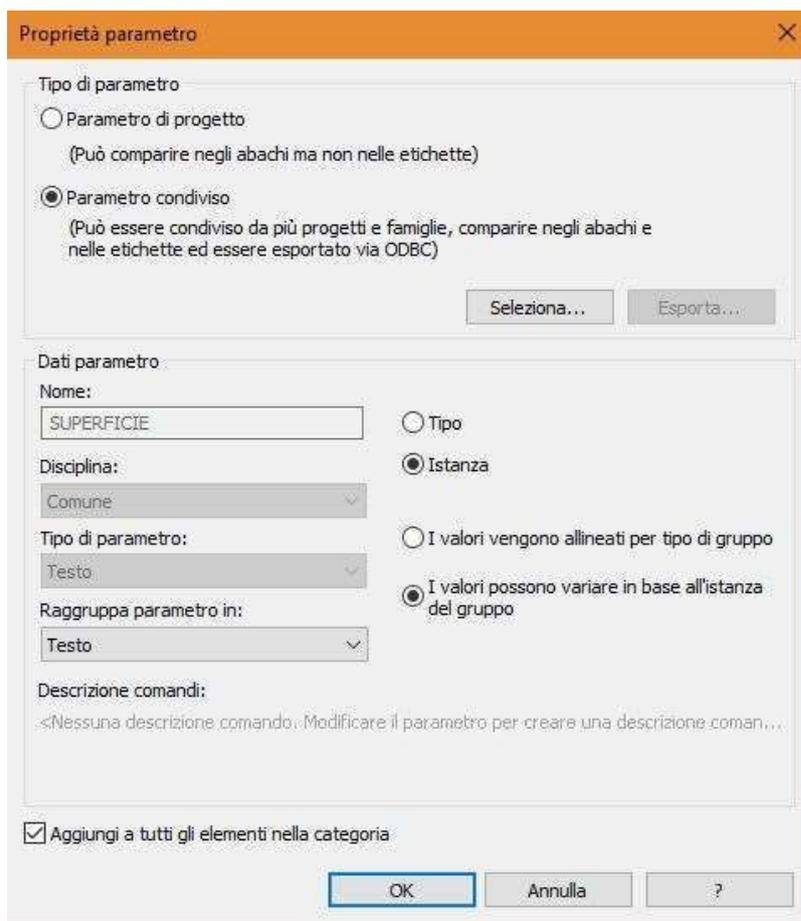


Figura 102 Definizione delle proprietà del parametro.

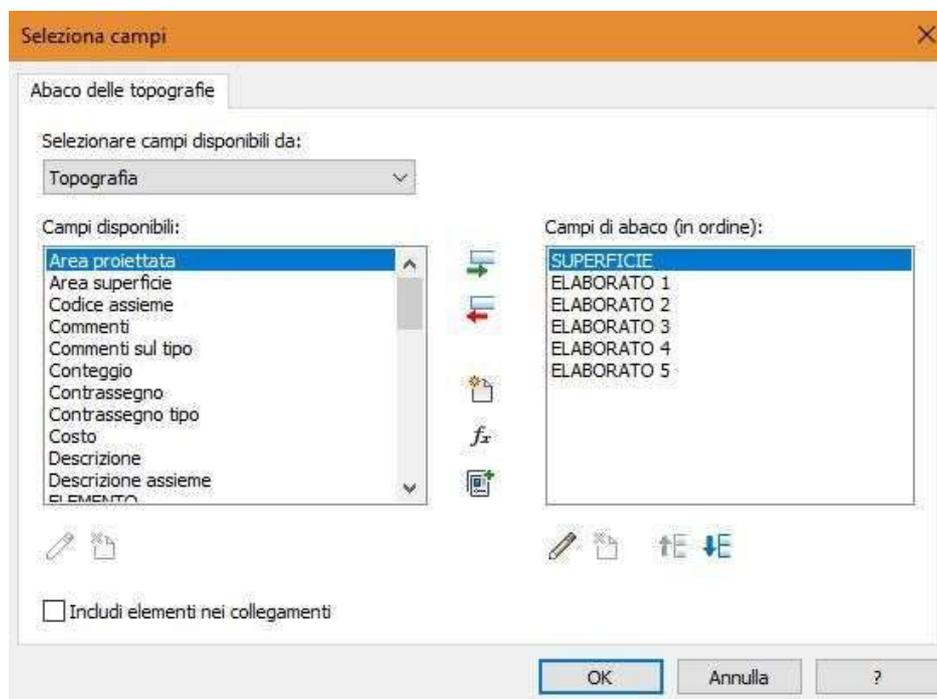


Figura 103 Selezione dei campi dell'abaco.

Nell'immagine sottostante si può notare come, alla selezione dell'elemento nell'abaco in cui esso è presente, l'oggetto appaia selezionato anche nella vista attualmente in uso (sia 3D che 2D). Ciò faciliterà la localizzazione degli elementi dell'abaco e consentirà, una volta collegati i PDF, una visualizzazione rapida degli elaborati corrispondenti.

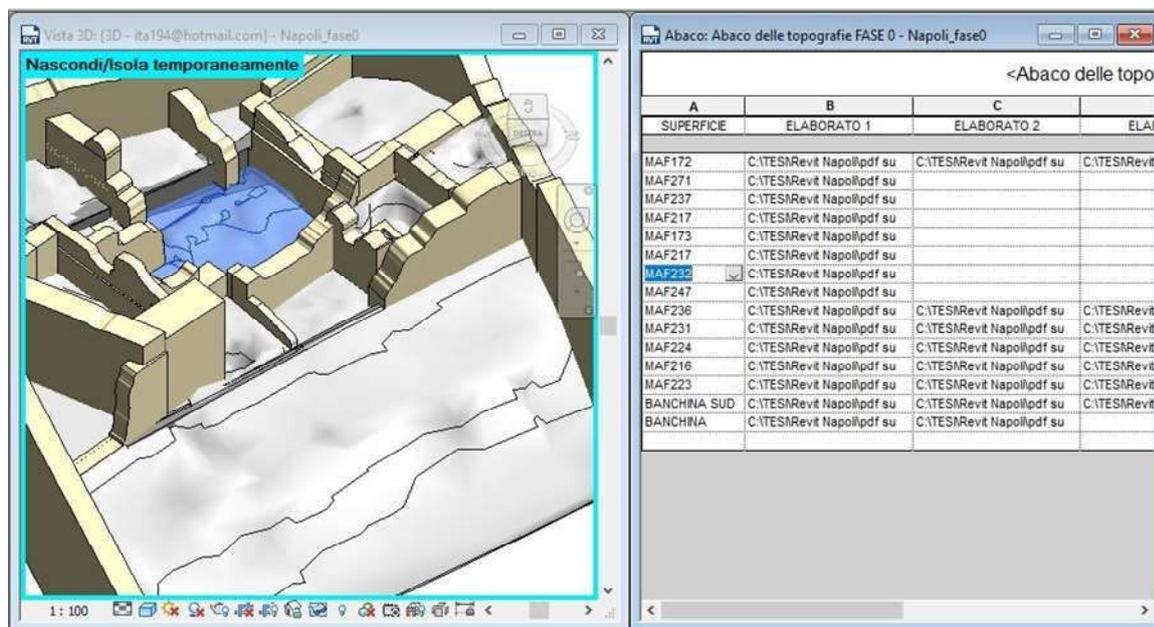


Figura 104 Affiancamento del 3D e dell'abaco delle topografie.

### 14.3.3 NOMENCLATURA DEGLI ELEMENTI

Infine si passa all'assegnazione degli URL ai singoli elementi: ogni oggetto avrà uno o più PDF collegati.

Per quanto riguarda le murature sono stati utilizzati quattro parametri testo e quattro parametri URL, ciò è dovuto all'affaccio dell'elemento Muro su più MAF. Questo perché si è scelto di non spezzare l'elemento Muro in più parti (corrispondenti alle MAF), ma di mantenerne la verosimiglianza con la realtà. La nomenclatura delle murature segue un principio ben preciso: dal nome si può risalire alla MAF di appartenenza e alla numerazione corrispondente nell'elaborato ufficiale.

Esempio: MAFn°... + \_n°prospetto → MAF226\_1.

Per quanto riguarda l'abaco della topografia invece, è stato assegnato un solo parametro testo ad ogni superficie, poiché la pavimentazione è unica. Le superfici della fase zero, sottostante l'edificio romano, sono state nominate con la sigla della relativa MAF (Es.

MAF226), mentre a quelle appartenenti alla fase uno è stato assegnato il nome "Superficie n°..." (Es. Superficie 1).

Per le superfici dei fondali è stata utilizzata una nomenclatura differente:

- per i fondali "Fondale\_A", "Fondale\_B", ...
- per i dragaggi "Dragaggi\_A", "Dragaggi\_B".

#### 14.3.4 COLLEGAMENTO AGLI ELABORATI

Per collegare gli elementi agli elaborati è stato necessario creare precedentemente tre cartelle contenenti le singole tavole, rispettivamente una per le murature, una per la topografia e una per i fondali.

Il collegamento avviene tramite la selezione della cella URL corrispondente all'elemento muratura o topografia al quale si intende collegare l'elaborato. Ciò consente la definizione del percorso del file all'interno del PC.

Per quanto riguarda le murature, all'interno di ogni elaborato sono già presenti le varie fasi di scavo a cui è stato sottoposto quell'elemento. Nel caso delle superfici topografiche invece, i Parametri URL relativi ad ogni elemento sono molteplici, in quanto ognuno di essi rimanda ad un elaborato corrispondente ad una precisa fase dello scavo.

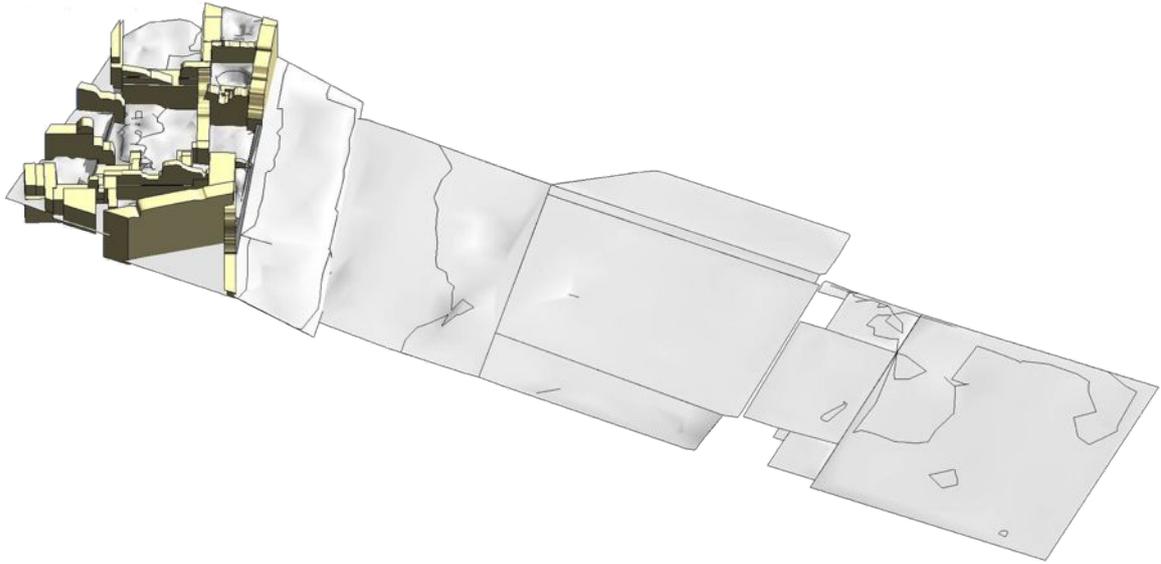
<Abaco dei muri FASE 0>							
A	B	C	D	E	F	G	H
LATO 1	TAVOLA LATO 1	LATO 2	TAVOLA LATO 2	LATO 3	TAVOLA LATO 3	LATO 4	TAVOLA LATO 4
MAF232_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf						
MAF237_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF217_7	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF237_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF217_7	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF237_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF217_7	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF237_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF217_7	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF173_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF237_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF172_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF173_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF232_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf MAF separati\MAF23		
MAF172_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF173_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF232_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf MAF separati\MAF23		
MAF226_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF217_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF226_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF217_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF217_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF226_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF231_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf MAF separati\MAF23	MAF223_5	C:\TESMRevit Napoli\pdf MAF
MAF217_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF226_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF231_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf MAF separati\MAF23	MAF223_5	C:\TESMRevit Napoli\pdf MAF
MAF231_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF226_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF231_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF226_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF231_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF226_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF172_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF232_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF172_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF232_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF172_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF232_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF236_1	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF172_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF171_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF172_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF236_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF171_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF236_4	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF247_3	C:\TESMRevit Napoli\pdf				
MAF237_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf	MAF232_2	C:\TESMRevit Napoli\pdf				

Figura 105 Abaco dei muri Fase zero, nomenclatura e attribuzione degli URL.

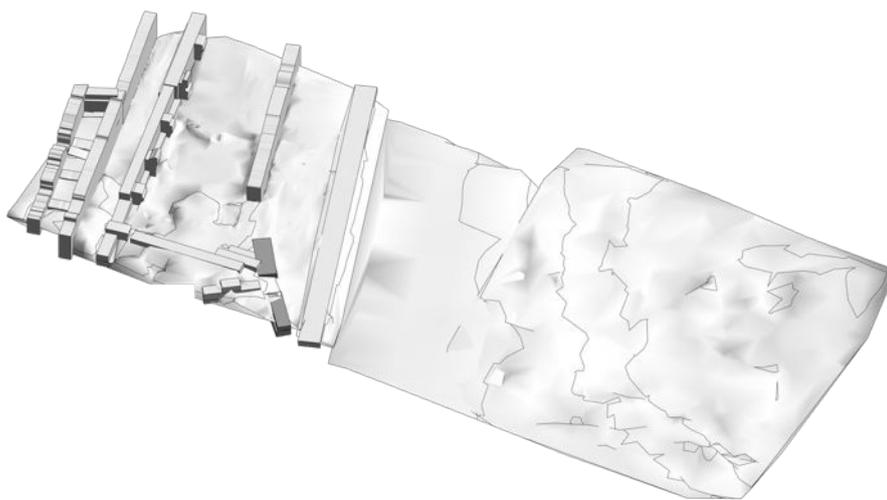


## 14.4 IL MODELLO FINALE

Una volta conclusa la fase di modellazione di entrambe le fasi, è possibile visualizzare nella vista 3D i singoli modelli. In entrambi i file locali sono presenti gli abachi di tutti gli elementi modellati e quindi i collegamenti alle tavole ufficiali realizzate successivamente ai rilievi.



*Figura 109 Modello finale della fase zero.*



*Figura 110 Modello finale della fase uno.*

All'apertura della vista 3D del modello centrale, dove sono stati creati i due collegamenti ai file locali, invece è possibile osservare il modello complessivo. In questa visualizzazione però è impossibile la selezione dei singoli elementi (muro o superficie topografica) e quindi osservarne le caratteristiche all'interno degli abachi o i relativi allegati.

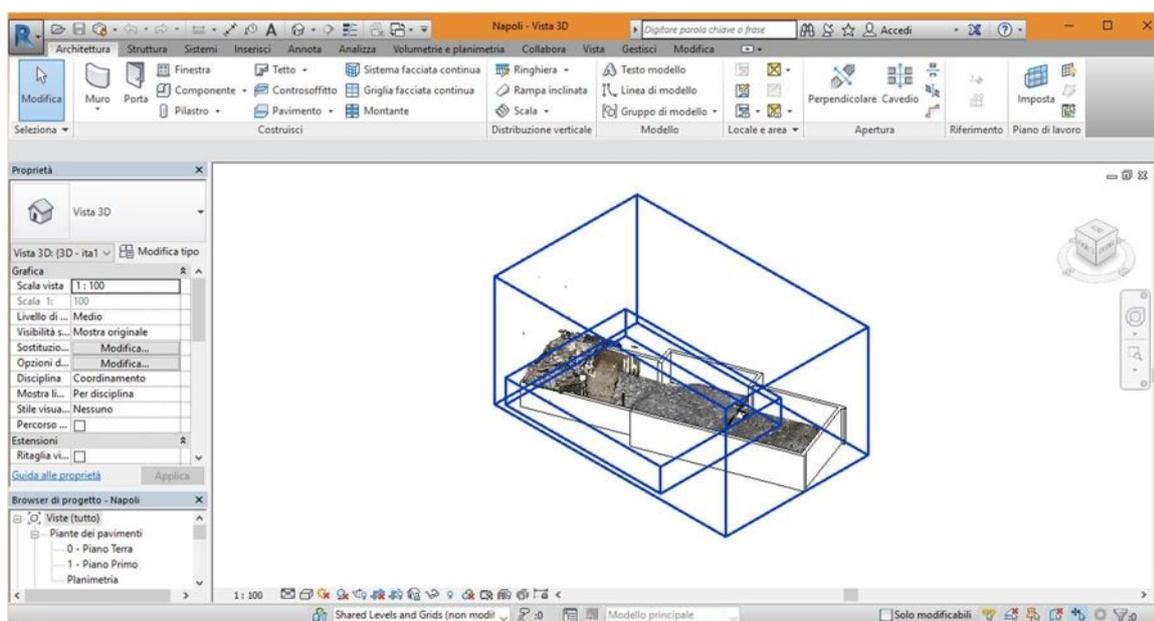


Figura 111 Modello centrale: visualizzazione dei due modelli locali.

## 15 CONCLUSIONI

---

### 15.1 LIMITI E DIFFICOLTA' DEL BIM NELL'ARCHITETTURA STORICA E ARCHEOLOGICA

La modellazione BIM, come precedentemente detto, è un sistema che viene sperimentato da qualche decennio ed è in via di sviluppo. L'utilità di applicare anche in ambito archeologico o storico le metodologie parametriche e semantiche di modellazione 3D è frutto della necessità moderna di avere delle banche 3D ricche ed esaurienti contenenti tutte le informazioni di una sfera settoriale all'interno di un cloud-database. Questa funzione dà la possibilità di fruire simultaneamente di vaste risorse condivise in tempo reale, oltre che di comparare molteplici dati provenienti da fonti diverse e quindi aumentare la qualità del prodotto finale.

Questa tecnologia tuttavia presenta ad oggi ancora delle lacune e dei limiti: molto delle famiglie presenti nel BIM, come ad esempio il "pilastro", il "soffitto", il "sistema facciata continua", ecc. sono riconducibili ad elementi presenti nell'edilizia moderna e contemporanea, ma non sono utili per le architetture storiche.

Per l'edilizia storica servirebbero delle famiglie create ad hoc o comunque l'oggetto edilizio dovrebbe avere delle particolari caratteristiche che il software BIM applica di default ma che non sono così scontate ed ovvie in elementi architettonici storici o archeologici. Alcuni esempi sono la mancanza di perfetta simmetria e regolarità dell'edificio, di un pavimento regolare e l'irregolarità dei mattoni. In sostanza ogni elemento o ancora più spesso l'elemento di esso che ne rimane è unico in sé e privo di linearità e standardizzazione. Questa situazione non è compatibile con le funzioni automatiche di software commerciali BIM, che hanno delle impostazioni improntate sulla regolarità geometrica e ha delle librerie già presenti. Per questo spesso è necessario implementare con nuove famiglie che rappresentino e rispecchino l'oggetto storico o archeologico in tutte le sue caratteristiche. Questo è un grande vantaggio dato dai

software, che offrono la possibilità di customizzare le famiglie preimpostate e standardizzate, creandone di nuove a seconda delle esigenze dell'utente.

Ad oggi la direzione di questi studi è orientata verso l'integrazione del sistema GIS e BIM, mediante formati basati su XML che permettono di uniformare la codificazione dell'informazione e di usufruire dei dati di entrambe le scale sulla stessa piattaforma.

A conclusione della modellazione del caso studio sono stati rilevati sia un grande vantaggio nell'utilizzo del BIM che una grande limitazione nella modellazione.

Il vantaggio consiste nell'avere a disposizione una grande quantità di informazioni consultabili da tutti gli utenti che partecipano al processo del progetto (dalla progettazione alla gestione). I dati sono continuamente aggiornabili nel corso del tempo e la potenzialità sta nel poter integrare il modello 3D con ulteriori informazioni relative alla sua conservazione e agli eventuali restauri.

La difficoltà riscontrata nell'utilizzo dei software commerciali è piuttosto relativa alla verosimiglianza dell'elemento con l'oggetto reale. In particolare, esistono soltanto delle murature standardizzate, il cui profilo è modificabile solamente in prospettiva ed è quindi impossibile restituire la complessità della sua sezione. Sostanzialmente dal modello si può ottenere un'informazione molto precisa delle altezze ma non riguardo le sezioni.

Tale svantaggio non ha rappresentato un ostacolo in quanto l'obiettivo finale dell'operazione di modellazione era quello di creare un database di informazioni e un modello semplificato interrogabile.

I vantaggi del BIM dunque possono essere sfruttati nell'Historical BIM nel momento in cui l'intento è la creazione di un database, mentre le informazioni metriche precise sono ottenibili dalle restituzioni vettoriali delle nuvole di punti.

# ALLEGATI

## INDICE DELLE TAVOLE

---

0. Copertina .....	pag. 161
1. Inquadramento urbanistico di Napoli .....	pag. 162
2. Inquadramento storico .....	pag. 163
3. Presentazione area studio .....	pag. 164
4. Suddivisione degli ambiente: fase 0 .....	pag. 165
5. Suddivisione degli ambiente: fase 1 .....	pag. 166
6. Le tecniche di rilievo: laser scanning e fotogrammetria .....	pag. 167
7. Restituzione ed integrazione: confronto fra le due tecniche .....	pag. 168
8. BIM e HBIM .....	pag. 169
9. L'elaborazione del dato al fine della modellazione .....	pag. 170
10. Il software Revit .....	pag. 171
11. Il database digitale delle due fasi .....	pag. 172

# UTILIZZO DEL BIM NEL CAMPO ARCHEOLOGICO: I RITROVAMENTI DI LINEA 6 DELLA METROPOLITANA DI NAPOLI IN PIAZZA MUNICIPIO

## PARTE STORICA E URBANISTICA

- 1 INQUADRAMENTO URBANISTICO DI NAPOLI
- 2 INQUADRAMENTO STORICO
- 3 PRESENTAZIONE AREA STUDIO

## PARTE TECNICA

- 4 SUDDIVISIONE DEGLI AMBIENTI: FASE 0
- 5 SUDDIVISIONE DEGLI AMBIENTI: FASE 1
- 6 LE TECNICHE DI RILIEVO: LASER SCANNING E FOTOGRAMMETRIA
- 7 RESTITUZIONE ED INTEGRAZIONE: CONFRONTO FRA LE DUE TECNICHE

## PARTE SPERIMENTALE

- 8 BIM E HBIM
- 9 L'ELABORAZIONE DEL DATO AL FINE DELLA MODELLAZIONE
- 10 IL SOFTWARE REVIT
- 11 IL DATABASE DIGITALE DELLE DUE FASI



POLITECNICO DI MILANO

SCUOLA DI ARCHITETTURA URBANISTICA E INGEGNERIA DELLE COSTRUZIONI

CORSO DI LAUREA IN ARCHITETTURA

A.A. 2015-2016

RELATORE

PROF. ARCH. LUIGI FREGONESE

CORRELATORI

PROF. ARCH. ANDREA ADAMI

PROF. ARCH. FRANCESCO FASSI

STUDENTI

ANNA RITA ERLACHER

MARTINA POMINI

833816

833823



1 CASTEL CAPUANO (XII SEC) 2 CASTEL DELL'OVO (XII SEC) 3 CASTEL NUOVO (XIII SEC) 4 CASTEL SANT'ELMO (XIV SEC) 5 DUOMO (XIII SEC) 6 MUSEO NAZIONALE (XVI SEC) 7 PALAZZO REALE (XVII SEC) 8 PIAZZA PLEBISCITO (XVII SEC) 9 TEATRO SAN CARLO (XVIII SEC) 10 BASILICA DI S. PAOLO MAGGIORE (1538)





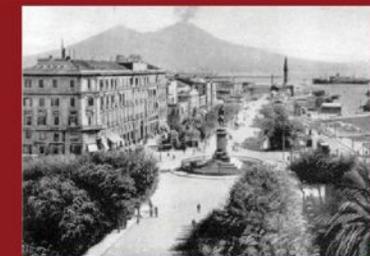
Castel Nuovo ad oggi



Tavola Strozzi, Castel dell'Ovo (1472)



Repubblica Napoletana (1799)



Piazza Municipio in una foto del XX (cartolina in collezione privata)

**L'ALTO MEDIOEVO**  
(V-IX sec d.C.)

Agli inizi del V secolo compaiono le prime invasioni barbariche e le campagne si spopolano. Tra gli invasori ci sono i barbari di Alarico dal 410 d.C. e poi i vandali di Genserico. Le mura non riescono più a contenere tutta la popolazione.

**ETA' ARAGONESE**  
(XV sec d.C.)

Nel 1442 Alfonso d'Aragona espugna Napoli dagli Angiò. La città in quest'epoca non muta le posizioni difensive, il porto e la struttura religiosa, ma solamente la struttura urbanistica. Realizzazione dei giardini reali e della cittadella attorno a Castel Nuovo, con conseguente ritorno dell'aristocrazia nel centro antico.

**LA DOMINAZIONE ASBURGICA**  
(XVIII sec d.C.)

Nel 1707 gli Asburgo conquistano la città durante la guerra di successione spagnola. Gli Asburgo vietano di costruire nuove fabbriche religiose, portando avanti una politica anticuriale. In quegli anni avviene un aumento demografico e vi è uno sviluppo urbanistico.

**IL NOVECENTO**

Dal 1904, con la nuova legge varata, è stabilito un programma di intervento incentrato sul commercio e sull'industria. Viene emanato un Piano Regolatore. Dal 1910 prende avvio il nuovo Piano di risanamento ed ampliamento della città. Nel 1946 gli urbanisti emanano un nuovo Piano Regolatore, a seguito della distruzione della città a causa della guerra.

**EPOCA GRECO-ROMANA**  
(IX sec a.C.)

La prima colonizzazione si ha nel IX sec a.C. con la nascita di Partenope. Successivamente vi è la fusione delle due urbes presenti in un'unica civitas chiamata Neapolis. Costruzione delle prime mura difensive dal V secolo. Tra i popoli che si insediano nell'area ci sono: i cumani, gli etruschi, i greci, gli ateniesi e i romani. Furono gli ateniesi a dare la conformazione alla città, con il tessuto regolare.

**IX sec**  
Invasione dei Longobardi e alleanza con i Saraceni. Costruzione di fortificazioni al porto e che includono il Castellione (ora Castel Nuovo)

**ETA' NORMANNO-SVEVA**  
(XII sec d.C.)

Conquista nel 1139 d.C. dei Normanni di Ruggero d'Altavilla. Napoli così entra a far parte del del Regno di Sicilia. La città si espande nell'entro terra e verso la pianura. Integrazione fra città e campagna. Nel 1165 viene costruito Castel Capuano. La città, grazie agli Angiò, subisce numerosi cambiamenti urbanistici. Vengono inoltre emanati numerosi editti per regolare le costruzioni e vengono promosse le opere pubbliche. Grazie a Federico II è istituita l'Università pubblica di Napoli.

**1279-1282**  
Costruzione di Castel Nuovo come nuova residenza regia

**inizi 1300**  
La zona adiacente a Piazza Municipio è interessata da uno sviluppo edilizio molto intenso. Ampliamento dell'arsenale del porto situato ai piedi di Castel Nuovo

**1443-1458**  
Ricostruzione di Castel Nuovo (precedentemente danneggiato) e addizione di una cinta muraria più massiccia.

**1458**  
Finiti i lavori a Castel dell'Ovo

**IL VICEREGNO**  
(XVI e XVII sec d.C.)

In quest'epoca sono combattute diverse guerre, a seguito delle quali Napoli perde la sua indipendenza. Dal 1504 passa sotto la dominazione spagnola, che istituisce un vicere a governare la città. Napoli assume un ruolo fondamentale per il Mezzogiorno e diventa una delle città più importanti. Il primo vicere è Ferdinando il Cattolico, che promuove la ripresa dell'edilizia privata. Nella prima metà del '500 c'è un forte incremento demografico che si ferma con l'epidemia del 1562.

**1533 e 1535**  
Insediamento di Don Pedro de Toledo e poi di Carlo V. La zona del porto, con Castel Nuovo e Palazzo Reale, acquisisce funzione politica, amministrativa e militare. Il mercato rimane invece nella zona costiera.

**1656**  
Dopo un ulteriore aumento demografico per la prima metà del secolo, la città è colpita da un'altra peste

**1734**  
Avvento di Carlo di Borbone e caduta degli Asburgo. Costituzione del Regno di Napoli e Sicilia. Aumento dei traffici e ripresa dell'economia.

**LA DINASTIA BONAPARTE**  
(XIX sec d.C.)

Con l'avvento dei Bonaparte la città subisce una rinascita dal punto di vista strutturale e anche per le idee della classe dirigente. Gioachino Murat va al trono dopo Giuseppe Bonaparte. Sono tante le opere urbanistiche e opere di ingegneria civile intraprese durante questo periodo

**1861**  
Con l'Unità d'Italia la questione produttiva decade e Napoli non è in grado di reggere il confronto con le altre città, entrando in crisi.

**1995**  
Il centro storico è dichiarato patrimonio dell'umanità dall'UNESCO

Pianta di Napoli greco-romana (1904)



Federico II



Cerimoniale del Vicereame spagnolo e austriaco (1650-1717)



Giuseppe Bonaparte (1768-1844)



Napoli città UNESCO (1995)





L'area oggetto di studio fa parte della zona di espansione della linea 6 della metropolitana di Napoli. Le linee metropolitane interessate sono di proprietà di Anm (Azienda napoletana mobilità s.p.a.) e sono composte da:

- **LINEA 1** realizzata nel 1993, si tratta di una linea pesante che collega il centro della città alle zone di Vomero e Piscinola, consta di 18 stazioni.
- **LINEA 6** inaugurata nel 2007, si tratta di una funicolare che collega i quartieri di Fuorigrotta e Mergellina.

Quella di Piazza Municipio costituirà la stazione di interscambio tra la linea 1 ed il prolungamento della linea 6. Proprio in occasione dell'ampliamento delle due linee, sono state rinvenute diverse aree di interesse archeologico.

Tutte le nuove stazioni sono state progettate da architetti di fama internazionale ed arredate con opere di artisti contemporanei.

L'intervento riguardante Piazza Municipio prevede la realizzazione di una stazione e la riqualificazione dell'area circostante. L'incarico per la progettazione della stazione è stato affidato agli architetti **Alvaro Siza** e **Eduardo Souto De Moura**.

Il progetto prevede una piazza sovrastante pensata come un asse pedonale che colleghi idealmente il porto e la collina del Vomero e una piazza sotterranea illuminata in modo zenitale. L'intento del progetto è quello di far risaltare i reperti archeologici ritrovati durante gli scavi, per questo motivo gli interni presentano pareti bianche e grigie. La stazione, inaugurata nel 2015, sarà ampliata con un corridoio ipogeo che ospiterà parte dei ritrovamenti.



IL CORRIDOIO IPOGEO DELLA STAZIONE

LA SISTEMAZIONE DI PIAZZA MUNICIPIO: L'ASSE IDEALE E LA PIAZZA SOTTERRANEA



1 PALAZZO SAN GAIOMO      2 CHIESA DI SAN GIACOMO DEGLI SPAGNOLI      3 TEATRO MERCADANTE      4 CASTEL NUOVO (O MASCHIO ANGIOINO) E ARCO DI TRIONFO      5 STAZIONE MARITTIMA

**1 PALAZZO SAN GAIOMO**

Anno di edificazione: 1819

Committente: Ferdinando I di Borbone

Architetti: Stefano e Luigi Gasse

Destinazione: inizialmente luogo di raduno dei ministri del Regno delle Due Sicilie, dopo l'Unità d'Italia sede centrale dell'amministrazione comunale di Napoli

**2 CHIESA DI SAN GIACOMO DEGLI SPAGNOLI**

Anno di edificazione: 1540

Committente: Pedro De Toledo

Architetto: Fernando Manlio

Destinazione: edificio di culto, Chiesa Nazionale Spagnola

**3 TEATRO MERCADANTE**

Anno di edificazione: 1778

Architetto: Francesco Securo

Destinazione: complesso teatrale costruito in seguito alla confisca dei beni ai Gesuiti alla loro espulsione dalla città

**4 CASTEL NUOVO (O MASCHIO ANGIOINO) E ARCO DI TRIONFO**

Anno di edificazione: 1279-82

Committente: Carlo I d'Angiò

Architetti: Pierre d'Angicourt e Pierre du Chaulle

Destinazione: fortezza, nel 1452 fu aggiunto l'Arco di Trionfo, ora l'intero complesso è sede del museo civico

**5 STAZIONE MARITTIMA**

Anno di edificazione: 1778

Architetto: Francesco Securo

Destinazione: complesso teatrale costruito in seguito alla confisca dei beni ai Gesuiti alla loro espulsione dalla città

**1 PALAZZO SAN GAIOMO**

Anno di edificazione: 1819

Committente: Ferdinando I di Borbone

Architetti: Stefano e Luigi Gasse

Destinazione: inizialmente luogo di raduno dei ministri del Regno delle Due Sicilie, dopo l'Unità d'Italia sede centrale dell'amministrazione comunale di Napoli

**2 CHIESA DI SAN GIACOMO DEGLI SPAGNOLI**

Anno di edificazione: 1540

Committente: Pedro De Toledo

Architetto: Fernando Manlio

Destinazione: edificio di culto, Chiesa Nazionale Spagnola

**3 TEATRO MERCADANTE**

Anno di edificazione: 1778

Architetto: Francesco Securo

Destinazione: complesso teatrale costruito in seguito alla confisca dei beni ai Gesuiti alla loro espulsione dalla città

**4 CASTEL NUOVO (O MASCHIO ANGIOINO) E ARCO DI TRIONFO**

Anno di edificazione: 1279-82

Committente: Carlo I d'Angiò

Architetti: Pierre d'Angicourt e Pierre du Chaulle

Destinazione: fortezza, nel 1452 fu aggiunto l'Arco di Trionfo, ora l'intero complesso è sede del museo civico

**5 STAZIONE MARITTIMA**

Anno di edificazione: 1778

Architetto: Francesco Securo

Destinazione: complesso teatrale costruito in seguito alla confisca dei beni ai Gesuiti alla loro espulsione dalla città

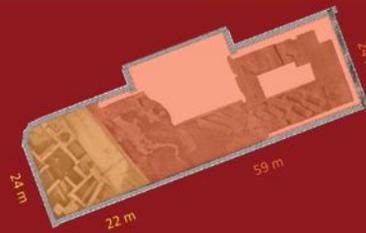


POZZO STAZIONE DI LINEA 6

Al fine di organizzare i rilievi e le conseguenti restituzioni, nelle prime operazioni di scavo l'area da rilevare è stata suddivisa in due zone, delle quali saranno poi approfondite le fasi iniziale e finale di scavo, rispettivamente fase zero e fase uno.

	AREA 1	AREA 2
FASE 0:	EDIFICIO TERMALE ROMANO	FONDALI
FASE 1:	STRUTTURE ELLENISTICHE	DRAGAGGI

SUDDIVISIONE DELL'AREE DI RILIEVO



AREA 1 E AREA 2



SUDDIVISIONE IN MAF

L'edificio termale è denominato dalla soprintendenza Monumento Architettonico 44 (MA44) e comprende al proprio interno diversi ambienti.

Ogni ambiente costituisce una MAF (Monumento Architettonico Figlio), siglata grazie ad un numero.

Le pareti delle MAF sono state identificate con un'ulteriore sigla, in questo caso USM (Unità Stratigrafica Muraria) e relativo codice.

Un'ultima categoria è quella riguardante le Unità Stratigrafiche (US) che identificano i fondali, le pavimentazioni e l'intonaco.

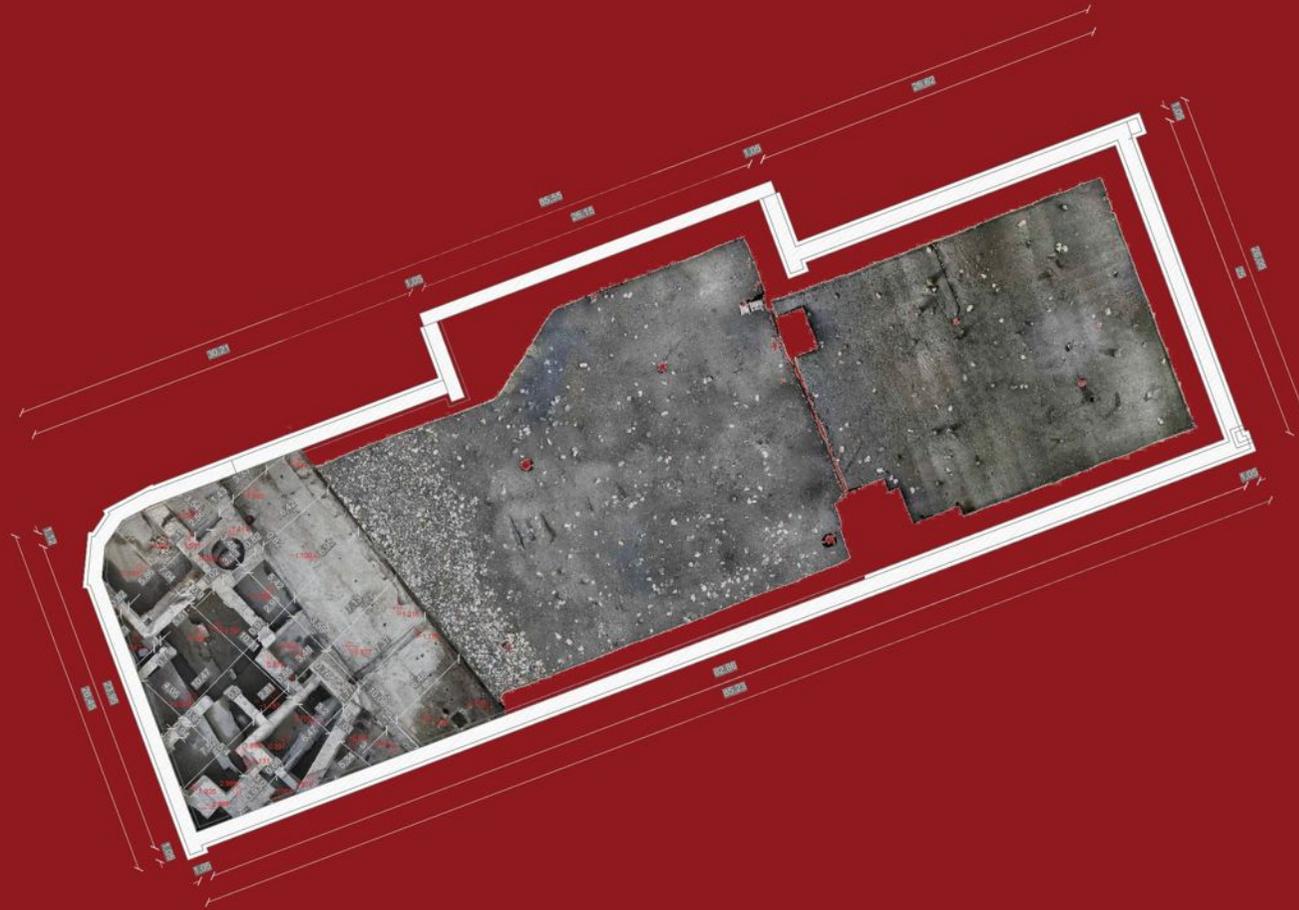
MA = Monumento Architettonico

MAF = Monumento Architettonico Figlio

USM = Unità Stratigrafica Muraria

US = Unità Stratigrafica

# FASE 0



BANCHINA FASE 0

RESTAURO E CONSOLIDAMENTO

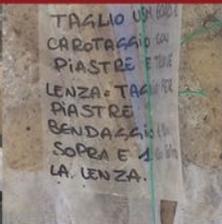
CATALOGAZIONE

SMONTAGGIO DEI BLOCCHI

ARCO IN LATERIZIO

PANORAMICA DEL CANTIERE (EDIFICIO TERMALE E FONDALI)

SUDDIVISIONE IN BLOCCHI





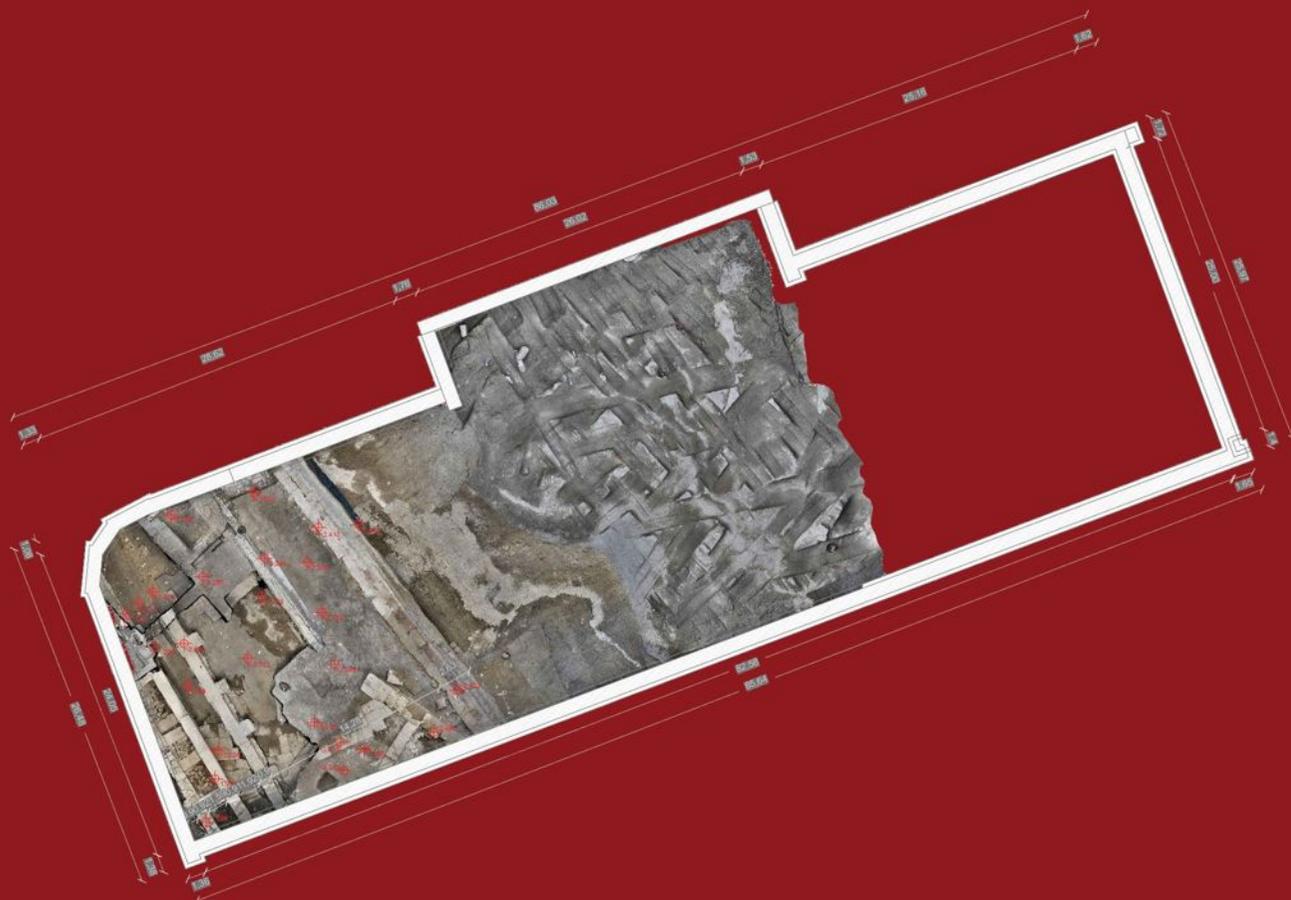
SEZIONE A



SEZIONE B



# FASE 1



DRAGAGGI

CESTA

PANORAMICA DELLA FASE 1

REPERTO DI ABBIGLIAMENTO

CATALOGAZIONE

BANCHINA E DRAGAGGI

DRAGAGGI (FASE 1)



# RILIEVO LASER SCANNING

Dati tecnici Laser scanner

Nome strumento: Laser Scanner Leica HDS7000

Tipologia dello strumento: a differenza di fase (distanziometrico)

Frequenza di scansione: 127.000-1.000.000 pts/sec



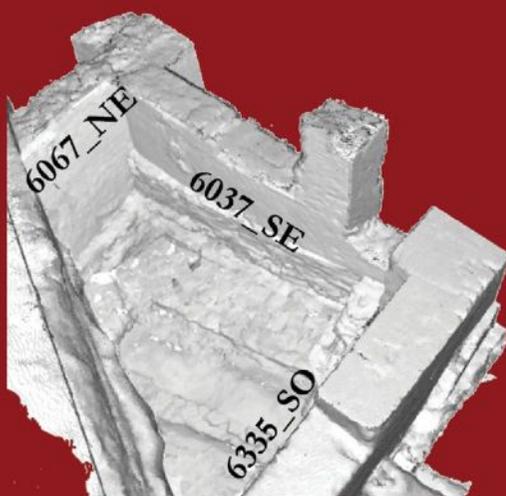
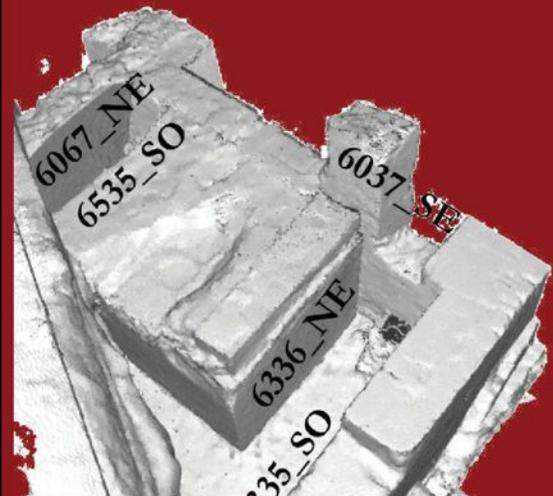
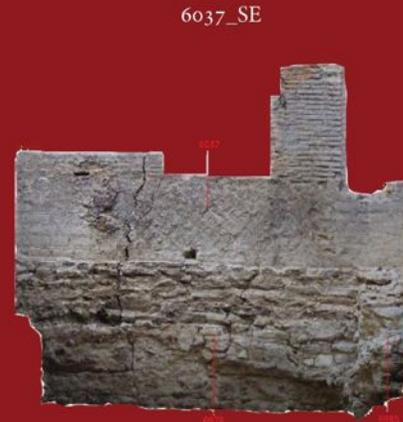
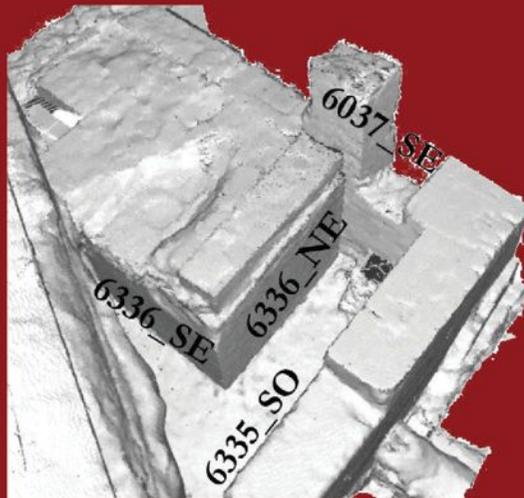
# RILIEVO FOTOGRAMMETRICO

Dati tecnici fotocamera digitale

Nome strumento: Canon EOS 5D Mark II

Tipologia dello strumento: reflex

Dotazione: sensore Full Frame 35mm da 21.1 Megapixel e uso di ottiche 24mm f1.4/35mm f1.4



6067\_NE



6535\_SO



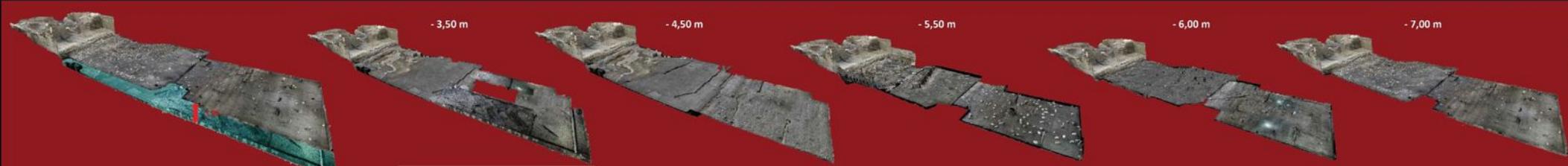
RILIEVO LASER SCANNING

VISUALIZZAZIONE DELLA NUVOLA DI PUNTI 3D

OPERAZIONE DI ACQUISIZIONE DI UNA SEQUENZA DI FOTO

POSIZIONAMENTO DELLA FOTOCAMERA DA FAR SCORRERE LUNGO I CAVI





DIFFERENZA DI QUOTA TRA FASE 0 E FASE 1

08 - 11 / 2012

01 / 2013

04 - 06 - 07 / 2013

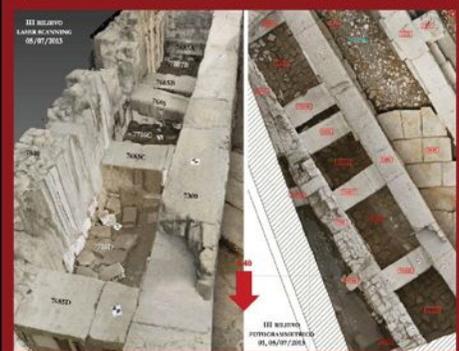
10 - 11 - 12 / 2013

12 / 2013

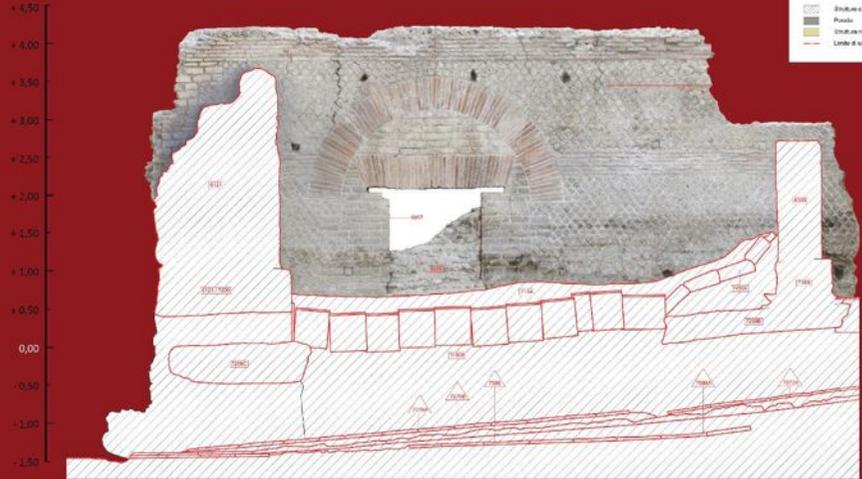
MODELLO TEXTURIZZATO DELLA MAF 223



SEZIONE DEL FONDALE - 01 / 08 / 2012



RESTITUZIONE DELLA USM 6048/6958/6957/6959



**LEGENDA**

- Strutture e stratigrafie esistenti
- Pavimenti
- Strutture non rivelate con cronico
- Limite di scavo/visibilità

SEZIONE DEL FONDALE - 01 / 08 / 2014



PROSPETTI MAF



MODELLO LASER



08 / 2012



06 / 2013



07 / 2013

**Dove è applicato?**

La metodologia BIM è utilizzata in architettura, mettendo in relazione tutte le parti del processo e del progetto, obbligando di fatto alla collaborazione e al coordinamento di Committenti, progettisti ed imprese.

**Dove è applicato?**

E' la tecnologia BIM applicata al patrimonio architettonico storico e archeologico. La comunità scientifica internazionale ha intrapreso un percorso che comprendesse le possibilità dell'uso dell'HBIM

**Cos'è?**

E' la tecnologia BIM trasposta nell'ambito storico ed archeologico, per la gestione del patrimonio architettonico ed archeologico. Ma i casi e le applicazioni sono rari ed isolati. L'HBIM è più specifico per la fase di conoscenza geometrica, materica e storica dell'edificio, con il rilievo e lo stato di conservazione dei materiali.

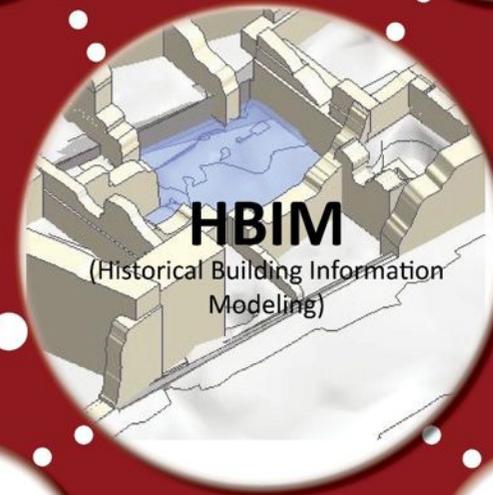
**Cos'è?**

La tecnologia BIM consente di associare ai modelli 3D diverse informazioni, interrogabili e soggetti ad operazioni di analisi incrociata. Con il BIM è possibile descrivere il manufatto nelle sue componenti in modo che l'immagine sia la rappresentazione del suo contenuto e non solo la restituzione grafica.

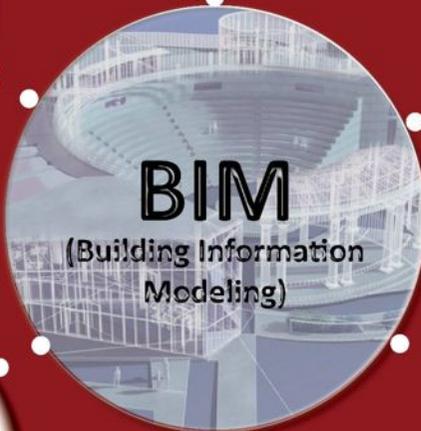
**Vantaggi**

- Permette di avere un database consultabile ed aggiornabile in qualsiasi momento.
- Costi bassi
- E' consultabile da qualsiasi attore facente parte del processo.
- Customizzazione degli oggetti
- Potenzialità sta nel poter integrare il modello 3D con ulteriori informazioni relative alla sua conservazione e agli eventuali restauri

**HBIM**  
(Historical Building Information Modeling)



**BIM**  
(Building Information Modeling)



**La normativa**

La Direttiva Europea 2014/24/EU sugli Appalti Pubblici prime in modo chiaro l'indicazione di introdurre il Building Information Modeling all'interno delle procedure di Procurement degli Stati Membri. E' importante per "accrescere l'efficacia e la trasparenza delle procedure di appalto."

**Perché è applicato?**

E' una metodologia di gestione e verifica dei dati attraverso tutte le fasi del processo edilizio. Semplifica le operazioni, abbassa i costi e mette tutto in trasparenza, facendo sì che ad ogni membro dell'iter sia chiaro cosa sta succedendo.

**Vantaggi**

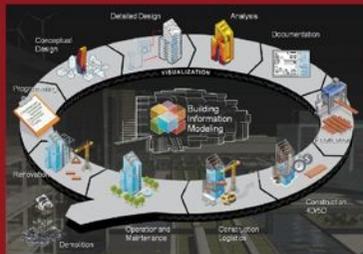
- Permette di avere un database consultabile ed aggiornabile in qualsiasi momento.
- Costi bassi
- E' consultabile da qualsiasi attore facente parte del processo.
- Customizzazione degli oggetti

**Svantaggi**

- Nell'edilizia storica non esistono famiglie ed elementi standard, mentre i software BIM creano solo oggetti regolari
- Impossibilità di avere delle informazioni metriche precise

**IL PROCESSO BIM**

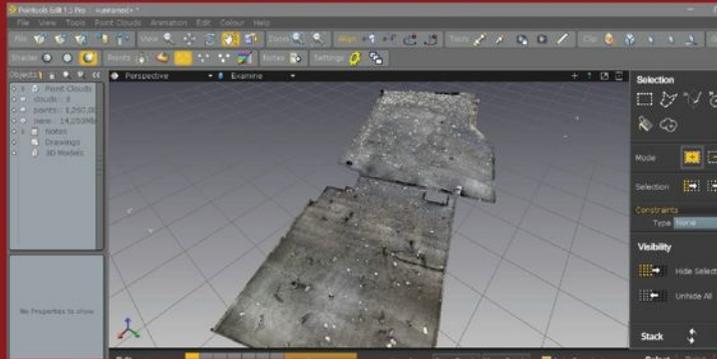
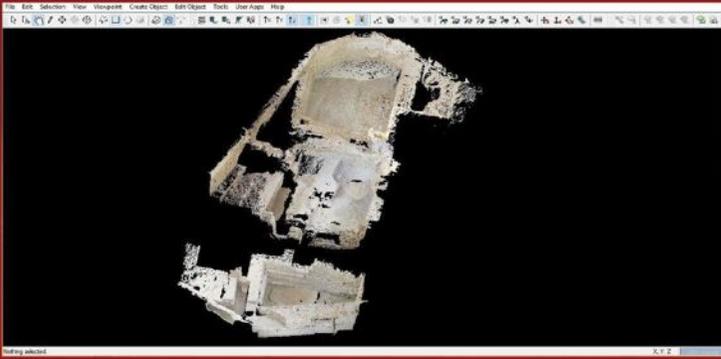
Secondo il National Institutes of Building Science il BIM (Building Information Modeling) è definito come la "rappresentazione digitale di caratteristiche fisiche e funzionali di un oggetto". Sostanzialmente è un processo che, oltre la modellazione tridimensionale, coinvolge e fa collaborare progettisti, operare insieme più software e integrare i processi. Punto focale di questa metodologia è la facilità di dialogo e integrazione con tutti quegli strumenti informatici che riguardano il computo metrico, l'elaborazione di immagini fotorealistiche, il catasto come anche la certificazione energetica. Essere in grado di trasferire velocemente il progetto senza perdite qualitative, permette a chi lavora in modalità BIM di fornire ai propri referenti tutte le informazioni necessarie per la prosecuzione del progetto. Il modello tridimensionale è "ricco" di informazioni che non vengono perse nella comunicazione ad altri studi ed altre piattaforme informatiche.



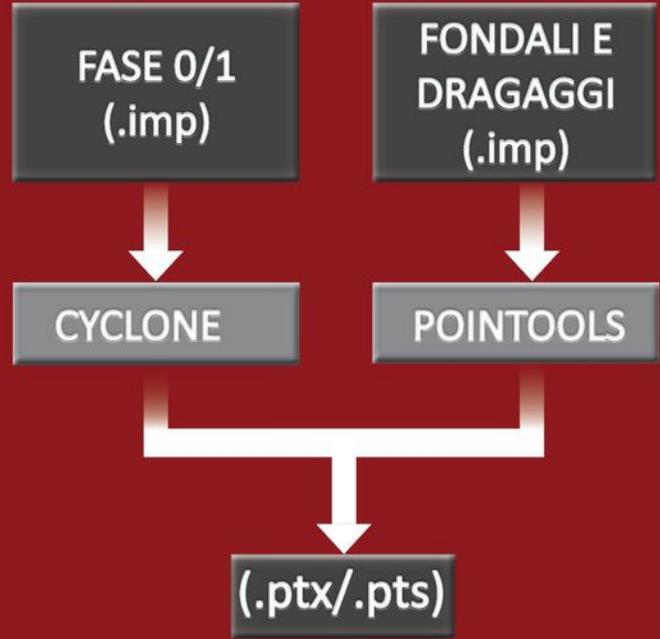
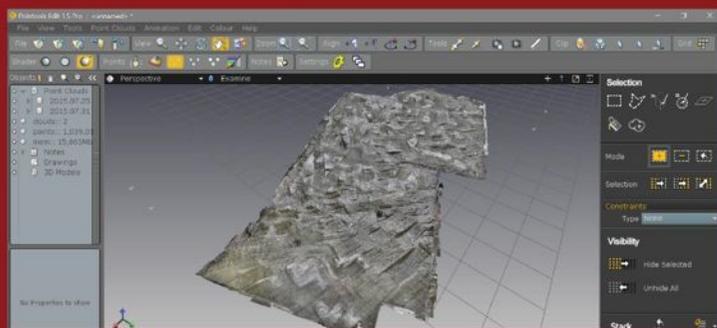
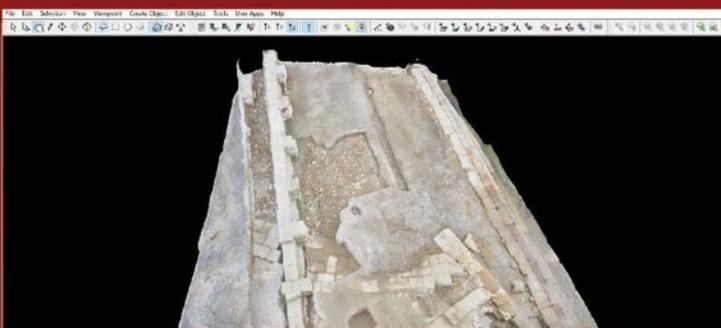
# CYCLONE

# POINTTOOLS

FASE 0

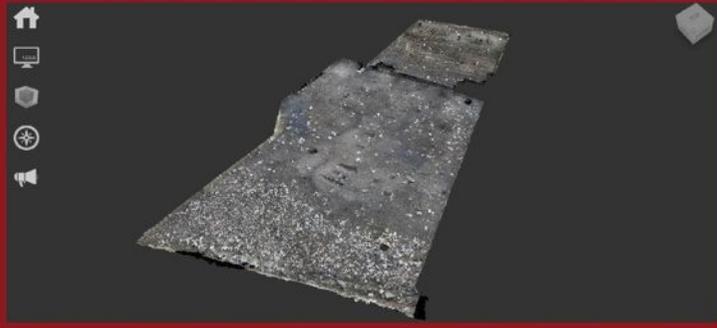


FASE 1

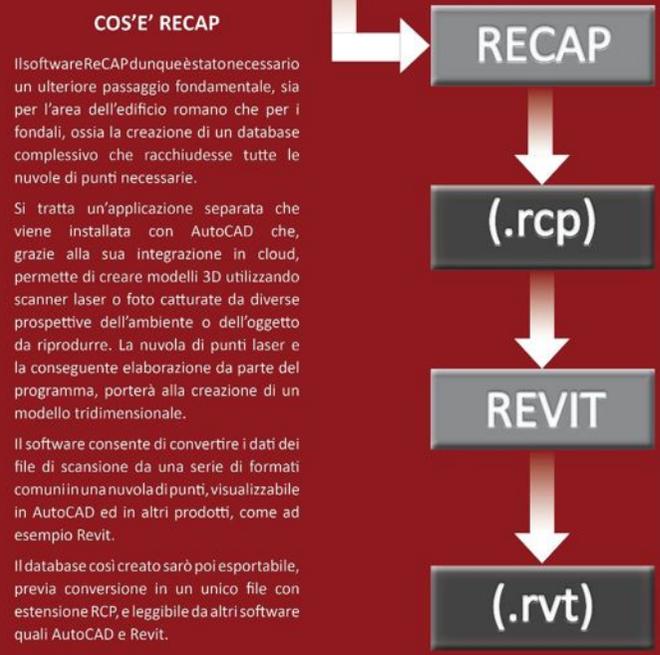
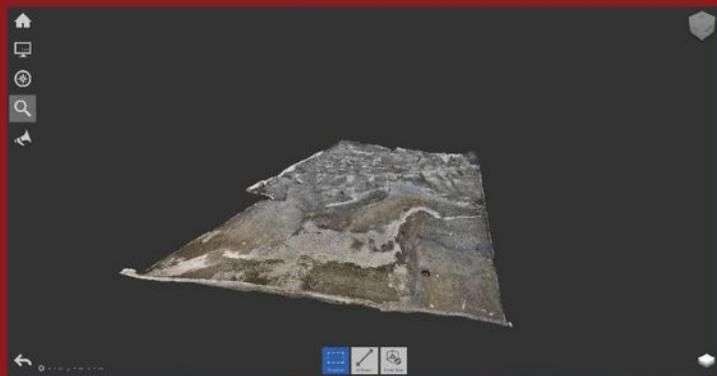
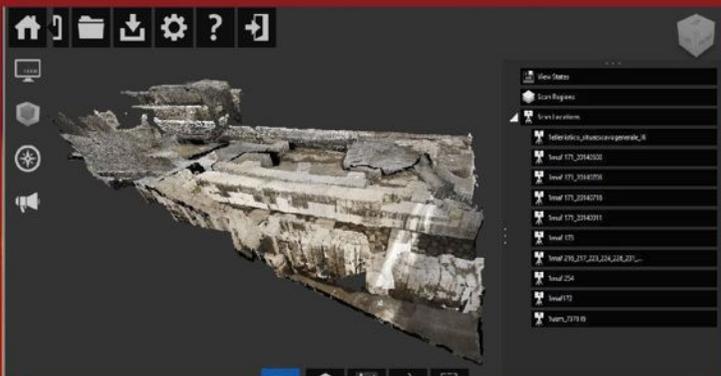


# RECAP

FASE 0



FASE 1



Come operazione preliminare alla creazione di un database importabile in altri software di modellazione 3D, sono stati necessari alcuni passaggi che hanno consentito di interfacciarsi sia con software già utilizzati che con nuovi software. Tra questi troviamo Cyclone e Pointtools, che consentono di rielaborare la nuvola di punti ottenuta dal rilievo laser.

**COS'E' RECAP**  
 Il software ReCAP dunque è stato necessario un ulteriore passaggio fondamentale, sia per l'area dell'edificio romano che per i fondali, ossia la creazione di un database complessivo che racchiudesse tutte le nuvole di punti necessarie.  
 Si tratta un'applicazione separata che viene installata con AutoCAD che, grazie alla sua integrazione in cloud, permette di creare modelli 3D utilizzando scanner laser o foto catturate da diverse prospettive dell'ambiente o dell'oggetto da riprodurre. La nuvola di punti laser e la conseguente elaborazione da parte del programma, porterà alla creazione di un modello tridimensionale.  
 Il software consente di convertire i dati dei file di scansione da una serie di formati comuni in una nuvola di punti, visualizzabile in AutoCAD ed in altri prodotti, come ad esempio Revit.  
 Il database così creato sarà poi esportabile, previa conversione in un unico file con estensione RCP, e leggibile da altri software quali AutoCAD e Revit.

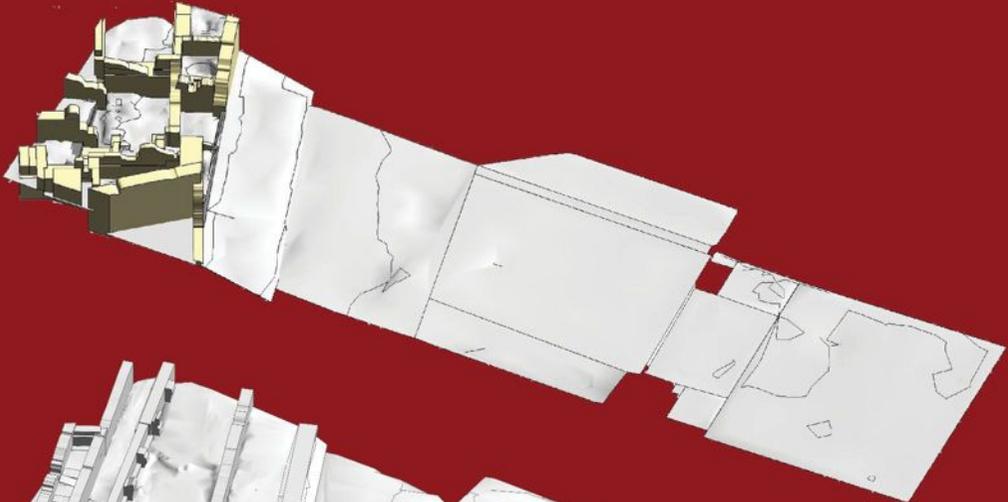
## NUVOLE DI PUNTI .RCP



FASE 0



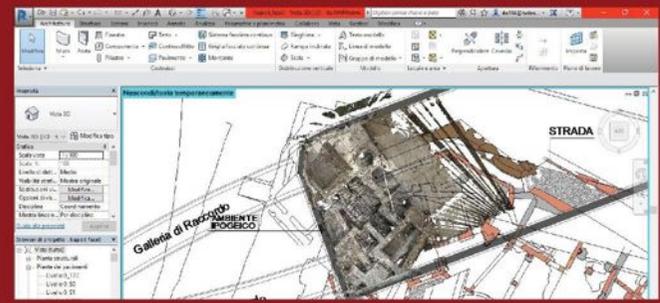
FASE 1



MODELLO FINALE



### VERIFICA DELLA GEOREFERENZIAZIONE TRA NUVOLE DI PUNTI E .DWG



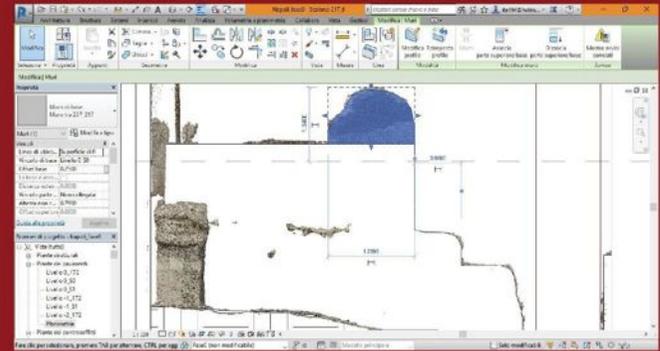
La fase zero è costituita dalla suddivisione in più MAF, dunque l'area da modellare si presenta come una superficie suddivisa in più stanze da murature di differente spessore e da pavimentazioni con punti ad altezza variabile.

La fase uno invece, presenta superfici più estese e una quantità inferiore di murature. Gli elementi utilizzati per modellare entrambe le fasi sono due: "Muri" e le "Superfici topografiche".

### MURATURE

Trattandosi di murature antiche, la sezione non risulta costante. Per ogni sezione di spessore diverso è stata quindi definita una nuova tipologia di muratura con le relative caratteristiche. Questo passaggio è stato effettuato per evitare di associare più murature alla stessa tipologia e permettere, in caso di necessità, di modificare solamente una sezione piuttosto che

tutte quelle associate a quella determinata tipologia. Dopo aver disegnato il muro, si osserva come la sommità di questo sia retta e non frastagliata come appare nella nuvola di punti. E' possibile modificare il profilo del muro solamente lungo la direzione longitudinale, ossia lungo il prospetto.

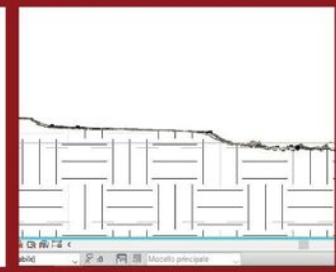
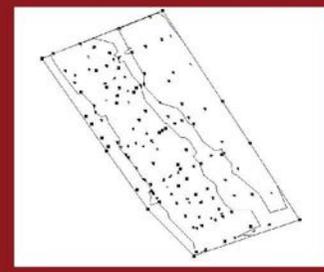


### SUPERFICI TOPOGRAFICHE

Il primo passaggio permette di definire il perimetro della superficie topografica sulla base del dato contenuto nella nuvola di punti. Trattandosi di reperti archeologici però, la modellazione deve riportare all'interno della superficie anche le differenze di quota presenti all'interno di essa. Per fare ciò è indispensabile visualizzare la superficie in sezione. A questo proposito sono state posizionate diverse

sezioni longitudinali e trasversali, a seconda delle necessità, lungo le quali è stata effettuata l'aggiunta di punti topografici alla superficie.

Una volta aperta la visualizzazione della sezione, è possibile modificare la superficie topografica e spostare i punti seguendo la nuvola di punti, anch'essa sezionata. Questo procedimento è stato adottato per tutti i piani di calpestio.





Modifica Mur

Proprietà

Muro di base  
Muro tra 237,173 75 cm

Muri (1)

Lunghezza 3.9000  
Area 9.296 m<sup>2</sup>  
Volume 6.583 m<sup>3</sup>

Dati Identità

Immagine

Commenti

Contrassegno

ELEMENTO

Tavola di rilievo

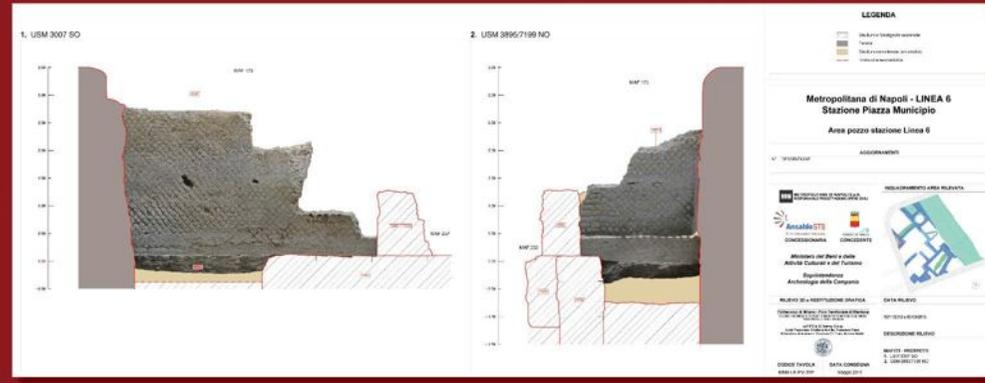
Tavola di rilievo retro

Tavola di rilievo retro

TAVOLA LATO 1 CATESRevit Napoli.pdf MAF separati...

TAVOLA LATO 2 CATESRevit Napoli.pdf MAF separati...

TAVOLA LATO 3



PARAMETRI CONDIVISI

Ciascun elemento è collegato al relativo elaborato tramite link URL. Per fare ciò sono state create tre cartelle corrispondenti agli elementi modellati:

- murature
- superfici topografiche
- fondali.

Il collegamento avviene tramite la selezione della cella URL corrispondente all'elemento muratura o topografia del quale si vogliono osservare le caratteristiche. Quindi la cella contiene la definizione del percorso del file all'interno del PC.

MURATURE

«Abaco dei muri FASE 0»									
A	B	C	D	E	F	G	H		
LATO 1	TAVOLA LATO 1	LATO 2	TAVOLA LATO 2	LATO 3	TAVOLA LATO 3	LATO 4	TAVOLA LATO 4		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF217_2	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_2	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF172_3	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF173_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf
MAF172_3	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF173_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf
MAF226_3	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_1	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF226_3	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_1	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF226_3	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_1	C:TESRevit Napoli.pdf						
MAF217_3	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF226_3	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf

Per quanto riguarda le murature sono stati utilizzati **quattro parametri testo** e **quattro parametri URL**, ciò è dovuto all'affaccio dell'elemento Muro su più MAF. Si è scelto di non spezzare l'elemento Muro in più parti (corrispondenti alle MAF), ma di mantenerne la verosimiglianza con la realtà. All'interno dello stesso elaborato è possibile osservare tutte le fasi di scavo a cui è stato sottoposto l'elemento.

- LATO N°** : con questa voce è definita la nomenclatura dell'elemento. Quest'ultima segue un principio ben preciso: dal nome si può risalire alla MAF di appartenenza e alla numerazione corrispondente nell'elaborato ufficiale. Esempio: MAFn°... + \_n°prospetto → MAF226\_1.
- TAVOLA LATO N°** : tale parametro costituisce la nomenclatura dell'elemento. Quest'ultima segue il collegamento URL al relativo elaborato, nel quale in basso a destra è possibile osservare la posizione all'interno dello scavo. All'interno dell'elaborato sono presenti più prospetti, tutti riconoscibili grazie alla numerazione riscontrabile nel nome dell'elemento.

SUPERFICI TOPOGRAFICHE

«Abaco dei muri FASE 0»					
A	B	C	D	E	F
LATO 1	TAVOLA LATO 1	LATO 2	TAVOLA LATO 2	LATO 3	TAVOLA LATO 3
MAF172_3	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF173_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF232_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF231_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7	C:TESRevit Napoli.pdf		
MAF237_1	C:TESRevit Napoli.pdf	MAF217_7</			

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Cartolina storica della città di Napoli, 1954. Fonte: <a href="http://www.napoli-cartoline-dalla-citta.it">www.napoli-cartoline-dalla-citta.it</a>	13
Figura 2 Pianta di Napoli greco-romana (1904), Bartolomeo Capasso. ....	15
Figura 3 Pianta con i primi nuclei di fondazione, Mario Napoli. ....	16
Figura 4 Pianta dello stato della città nell’XI secolo, B. Capasso. ....	19
Figura 5 Carta Topografica della città di Napoli e dei suoi contorni .....	24
Figura 6 Rifacimento aragonese di Castel Nuovo .....	28
Figura 7 Tavola Strozzi. Castel dell’Ovo .....	31
Figura 8 Secondo disegno di carattere militare. Fonte: Archivio di Simancas.....	36
Figura 9 Primo disegno di carattere militare. Fonte: Archivio di Simancas.....	36
Figura 10 Foto di Castel Nuovo serrato nelle sue fortificazioni cinquecentesche. Fonte: Archivio di Simancas .....	36
Figura 11 Mappa del Duchetti con la zona del porto (1585) .....	44
Figura 12 Mappa del Lafrey con la zona del porto (1566).....	44
Figura 13 Stampa “La peste del 1656”, Domenico Gargiulo. Fonte: Museo Nazionale di San Martino, Napoli.....	46
Figura 14 “Fidelissimae urbis napolitanae cum omnibus viis accurata et nova delineatio aedita in lucem ad Alexandro Baratta”, Alessandro Baratta (1629). Fonte: Coll. Banca Commerciale Italiana.....	47
Figura 15 “La darsena di Napoli”, Gaspar Van Wittel, 1711 .....	49
Figura 16 Vista del Golfo di Napoli. Fonte: <a href="http://www.italia.it">www.italia.it</a> .....	65
Figura 17 Centro storico di Napoli. Fonte: <a href="http://www.imperatoreblog.it">www.imperatoreblog.it</a> .....	67
Figura 18 Foto della città di Napoli. Fonte: Google Maps .....	73
Figura 19 Foto dell’area oggetto di studio. Fonte: Google Maps .....	73
Figura 20 Piazza Municipio e localizzazione degli edifici approfonditi. Fonte: <a href="http://www.google.it/maps">www.google.it/maps</a> .....	75
Figura 21 Piazza Municipio. Fonte: <a href="http://www.giovannidesio.it">www.giovannidesio.it</a> .....	75
Figura 22 Palazzo San Giacomo. Fonte: <a href="http://www.readitalia.it">www.readitalia.it</a> .....	76
Figura 23 Chiesa San Giacomo degli Spagnoli. Fonte: <a href="http://www.napoligrafia.it">www.napoligrafia.it</a> .....	76
Figura 24 Teatro Mercandante. Fonte: <a href="http://www.repubblica.it">www.repubblica.it</a> .....	77
Figura 25 Castel Nuovo (Maschio Angioino). Fonte: <a href="http://www.wikipedia.com">www.wikipedia.com</a> .....	77
Figura 26 Arco di Trionfo. Fonte: <a href="http://www.napoliperquartiere.it">www.napoliperquartiere.it</a> .....	78

Figura 27 Stazione Marittima. Fonte: www.wikipedia.com .....	79
Figura 28 Linea Metropolitana di Napoli. Fonte: www.anm.it .....	81
Figura 29 Render della stazione metro di P.zza Municipio. Fonte: www.ilmattino.it .....	83
Figura 30 Render il P.zza Municipio con il progetto di Siza. Fonte: TroppArt sas .....	83
Figura 31 Render di P.zza Municipio con il progetto di Siza. Fonte: TroppArt sas .....	83
Figura 32 Render di P.zza Municipio con il progetto di Siza. Fonte: TroppArt sas .....	83
Figura 33 Imbarcazione ritrovata durante gli scavi. Fonte: www.ilmattino.it .....	85
Figura 34 Resti di muratura romana in opus reticulatum. Fonte: Laboratorio He.Su.Tech.....	86
Figura 35 Reperto archeologico- vasellame.....	86
Fonte: Laboratorio He.Su.Tech.....	86
Figura 36 Resti di muratura ellenistica. Fonte: Laboratorio He.Su.Tech. ....	86
Figura 37 Visuale dell'area del pozzo stazione di p.zza Municipio. Fonte: Laboratorio He.Su.Tech. .....	87
Figura 38 Ortofoto con estensione delle due aree dello scavo, Laboratorio He.Su.Tech.....	92
Figura 39 Suddivisione in MAF. Laboratorio He.Su.Tech.....	92
Figura 40 Ortofoto con estensione dell'area dei fondali, Laboratorio He.Su.Tech.....	93
Figura 41 Laser Scanner Leica HDS7000.....	96
Figura 42 Canon EOS 5D Mark II. ....	100
Figura 43 Operatore nella fase di acquisizione dei fotogrammi. ....	100
Figura 44 Operazioni di acquisizione tramite fotocamera e monitor. ....	101
Figura 45 Posizionamento lungo cui far scorrere la fotocamera. ....	101
Figura 46 Visualizzazione delle posizioni da cui sono state effettuate le foto, PhotoScan.....	102
Figura 47 Sequenza delle cinque fasi di scavo degli strati dei fondali, Laboratorio He.Su.Tech. .....	104
Figura 48 Individuazione dell'area di cantiere e situazione degli scavi nel 2014. ....	106
Figura 49 Individuazione dell'area di cantiere e situazione degli scavi al 28 aprile 2004. ....	106
Figura 50 Situazione dello scavo nel 2012, anno di insediamento del Laboratorio He.Su.Tech. .....	108
Figura 51 Sistemazione di ulteriori strutture statiche nella fase successiva di scavo ad un livello inferiore. ....	109
Figura 52 Sistemazione delle strutture statiche che impediscono l'implosione dello scavo. ....	109
Figura 53 Prima classificazione eseguita in cantiere dei blocchi da asportare. ....	110
Figura 54 Smontaggio dei blocchi per la rimozione dal cantiere. ....	110

Figura 55 Cesta rinvenuta nel cantiere durante le fasi di scavo. ....	112
Figura 56 Reperto di vasellame rinvenuto nel cantiere durante le fasi di scavo. ....	112
Figura 57 Reperto di vestiario rinvenuto nel cantiere durante le fasi di scavo. ....	112
Figura 58 Nuvola di punti della MAF 223 e sovrapposizione di strutture murarie romane ed ellenistiche. ....	113
Figura 59 Esempio di suddivisione stratigrafica. ....	113
Figura 60 Quinto rilievo della MAF 236 corrispondente al calidarium al 03/07/2013.....	114
Figura 61 Primo rilievo della MAF 236 corrispondente al calidarium al 08/08/2012.....	114
Figura 62 Dragaggi rinvenuti nell'ultimo strato del fondale. ....	115
Figura 63 Ortofoto del primo strato del fondale.....	115
Figura 64 Smontaggio delle USM. ....	116
Figura 65 Restauro e consolidamento precedenti lo smontaggio.....	116
Figura 66 Situazione a fine scavi del cantiere del Pozzo linea 6.....	117
Figura 67 Cripta della Chiesa dei SS. Sergio e Bacco a Roma.....	125
Figura 68 Vista del fronte della chiesa di San Cipriano. ....	127
Figura 69 Visualizzazione in PhotoScan del dato della chiesa di San Cipriano.....	128
Figura 70 Tabella dei passaggi con i vari software e formati di conversione .....	131
Figura 71 Visualizzazione in Cyclone della MAF 172 della fase zero .....	132
Figura 72 Visualizzazione in Cyclone della fase uno.....	132
Figura 73 In alto a destra le opzioni di esportazione del file. ....	133
Figura 74 A sinistra esportazione della nuvola di punti da Cyclone in formato PTS. ....	133
Figura 75 Visualizzazione della nuvola di punti relativa ai fondali nel software Pointools. ....	134
Figura 76 Esempio di conversione delle scansioni appartenenti alla fase uno.....	135
Figura 77 Visualizzazione delle scansioni relative alla fase zero a fine importazione in Recap. .	135
Figura 78 Importazione delle 41 scansioni relative alla fase zero .....	135
Figura 79 Importazione delle scansioni della fase uno, relativa ai dragaggi dei fondali.....	136
Figura 80 Importazione delle 10 scansioni relative alla fase zero.....	136
Figura 81 Visualizzazione della schermata di importazione in Revit .....	138
Figura 82 Verifica della georeferenziazione fra nuvola di punti e file dwg. ....	139
Figura 83 Visualizzazione del Workset corrispondente alla fase zero. ....	139
Figura 84 Nuvola di punti della fase zero dell'intera area di scavo, visualizzata in Revit. ....	140
Figura 85 Nuvola di punti della fase uno dell'intera area di scavo, visualizzata in Revit. ....	140

Figura 86 Visualizzazione della barra che consente la creazione di superfici topografiche in Revit. .....	141
Figura 87 Visualizzazione in sezione dei punti della superficie topografica .....	142
Figura 88 Modifica della superficie topografica con l'aggiunta di punti. ....	142
Figura 89 Definizione di nuove tipologie di muratura e delle caratteristiche. ....	143
Figura 90 Eliminazione della porzione di muro non necessaria.....	144
Figura 91 Utilizzo della funzione dividi per separare la muratura modellata dalla parte superiore. .....	144
Figura 92 Utilizzo della funzione Spline per la definizione del profilo del muro. ....	144
Figura 93 Visualizzazione della modellazione del profilo di una muratura nel software Revit... ..	145
Figura 94 Browser dei materiali laterizio (2). ....	146
Figura 95 Modellazione 3D degli scavi appartenenti alla fase zero (parte sottostante l'edificio termale e fondali).....	147
Figura 96 Modellazione 3D degli scavi appartenenti alla fase uno (parte sottostante l'edificio termale e dragaggi).....	147
Figura 97 Visualizzazione del pannello che consente di gestire i parametri condivisi. ....	148
Figura 98 Creazione del file TXT e dei relativi parametri.....	149
Figura 99 Definizione del parametro di tipo URL.....	149
Figura 100 Definizione del parametro di tipo testo.....	149
Figura 101 Creazione di un nuovo abaco, Revit.....	150
Figura 102 Definizione delle proprietà del parametro.....	151
Figura 103 Selezione dei campi dell'abaco.....	151
Figura 104 Affiancamento del 3D e dell'abaco delle topografie. ....	152
Figura 105 Abaco dei muri Fase zero, nomenclatura e attribuzione degli URL.....	153
Figura 106 Seconda fase di scavo della MAF172 con ritrovamento della canaletta (in figura "1"). .....	154
Figura 107 Abaco delle topografie della Fase zero, nomenclatura e attribuzione degli URL ....	154
Figura 108 Esempio di elaborato (MAF172_1) e sequenza delle fasi di scavo. ....	154
Figura 110 Modello finale della fase zero. ....	155
Figura 111 Modello finale della fase uno. ....	155
Figura 109 Modello centrale: visualizzazione dei due modelli locali.....	156

## BIBLIOGRAFIA

---

BELFIORE P., GRAVAGNUOLO B., *Napoli: architettura e urbanistica del Novecento*, in Grandi Opere, Roma, Laterza, 1994.

DE SETA C., *Napoli*, in Grandi Opere: Le città nella storia d'Italia, Bari, Laterza, 1999.

DI LUGGO A., SCANDURRA S., *La traduzione dal modello discreto al modello parametrico per la conoscenza del patrimonio architettonico nei sistemi HBIM*, DisegnareCon, volume 9/ n. 16, giugno 2016.

FIORINI A., *Tablet PC, fotogrammetria e PDF 3D: strumenti per documentare l'archeologia*, Archeologia e Calcolatori, Supplemento 23, 2012, pagg. 213-227.

IANNELLO F. (a cura di), *Il centro storico di Napoli patrimonio dell'Umanità*, Napoli, La scuola di Pitagora Editrice, 2008.

LICHERI A., *Prospettive sull'utilizzo del Building Information Modeling (BIM) in archeologia*, Archeologia e Calcolatori, supplemento n°8, 2016, pagg. 197-202.

PICONE L., CELENTANO A. (con il contributo di), *Napoli, la città antica*, Napoli, Massa editore, 2009.

PUGLISI G., *Napoli il Centro Storico*, vol.27, di Il bel Paese: Itinerari, Roma, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A., 2005.

RUGGIERO G., *Le piazze di Napoli*, vol.9, di Napoli tascabile, Napoli, Tascabili economici Newton, 1995, pp.24-28.

FILIPPI M., GRISTINA S., PALIAGA S., SCIANNA A., SERLORENZI M., *Sperimentazione di tecniche BIM sull'archeologia romana: il caso delle strutture rinvenute all'interno della cripta della chiesa dei SS. Sergio e Bacco in Roma*, Archeologia e Calcolatori, Supplemento 7, 2015, pagg. 199-212.

CONTINENZA R., GIANNANGELI A., TATA A., I. Trizio, *HBIM per il progetto di restauro: l'esempio della chiesa di San Cipriano a Castelvecchio Calvisio (L'Aquila)*, DisegnareCon, volume 9 / n. 16, giugno 2016.

POZZOLI S., BONAZZA M., *Autodesk Revit Architecture 2014: guida alla progettazione BIM*, Milano, Tecniche Nuove, 2013.

SGRENZAROLI M., VASSENA G.P.M., *Tecniche di rilevamento tridimensionale tramite il laser scanner*, collana Topografia e Cartografia, volume 1, Brescia, Starrylink Editrice, 2007.

## SITOGRAFIA

---

[whc.unesco.org/en/list/726](http://whc.unesco.org/en/list/726)

[www.anm.it](http://www.anm.it)

[www.ilmattino.it](http://www.ilmattino.it)

[www.troppart.it](http://www.troppart.it)

[www.leica-geosystem.it](http://www.leica-geosystem.it)

[www.canon.it](http://www.canon.it)

[www.bimgroup.eu/2014/12/12/la-direttiva-europea-sulluso-del-bim/](http://www.bimgroup.eu/2014/12/12/la-direttiva-europea-sulluso-del-bim/)

[www.autodesk.it](http://www.autodesk.it)