



Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino

PALAZZO DEL COLLEGIO DEI NOBILI

Via Accademia delle Scienze, 6 - Torino



COPERTURA DELLA CORTE INTERNA DEL PALAZZO DEL COLLEGIO DEI NOBILI E RELATIVO PROGETTO DI RIFUNZIONALIZZAZIONE

GRUPPO di LAVORO - ATTIVITÀ DI RILIEVO E MODELLAZIONE IN AMBIENTE BIM

per il Museo Egizio:

arch. PhD Davide Mezzino

per il Politecnico di Torino: attività geomatiche di rilevamento metrico

Prof. Marco Piras, ing.

PhD Nives Grasso, ing. PhD Vincenzo Di Pietra,

Prof. Paolo Dabove, ing. Claudio Spadavecchia, dott.ssa PhD Elena Belcore

per il Politecnico di Torino: modellazione BIM del manufatto

Prof. M. Lo Turco, ing. arch.

dott. arch. PhD Elisabetta Caterina Giovannini,

arch. Andrea Tomalini, arch. Michele Cammarano,

dott. arch. Jacopo Bono, Michele Mastro Simone

Relazione Illustrativa

scala:

prima emissione:

aggiornamento:

RIL_SF_AR_REL_ILL

29 Aprile 2022

MODELLAZIONE BIM PRODROMICA AL PROGETTO DI COPERTURA DEL CORTILE DEL PALAZZO DEI NOBILI CHE OSPITA IL MUSEO EGIZIO

A seguito della richiesta pervenuta dalla Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino, il gruppo di lavoro del Politecnico di Torino, (costituitosi attraverso la collaborazione tra il Dipartimento DAD - di Architettura e Design- e il Dipartimenti DIATI - di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture) si è occupato del rilevamento metrico e successiva restituzione infografica in ambiente BIM di una parte del Palazzo dei Nobili. L'area interessata, come da planimetria di seguito riportata, riguarda:

- Cortile centrale interno Museo Egizio, planimetria e facciate interne.
- Atrio di ingresso da via Accademia delle Scienze.
- Percorso porticato che si affaccia sul cortile interno.
- Manica Schiapparelli: da sinistra a destra: ingresso carraio, fossa di calata dei reperti, corpo scale, locali tecnici, spazio distributivo di accesso al piano interrato fino all'uscita pedonale su via Duse.



Fig.1. Individuazione planimetrica delle parti oggetto di restituzione digitale in ambiente BIM

L'attività affidata al Politecnico si compone di due parti che possono essere sintetizzate nel seguente modo:

PARTE 1 - Rilievo integrato (LiDAR per quanto concerne gli ambienti interni e fotogrammetrico per le porzioni esterne del Palazzo dei Nobili) e restituzione della nuvola di punti delle aree

precedentemente identificate in un punto specifico facilmente individuabile nell'ambiente parametrico attraverso il posizionamento di una componente di Attrezzatura Speciale (nome famiglia: Origine_Modello.rfa). La consulenza specifica relativa a questa parte è stata coordinata dal gruppo di ricerca di Geomatica del Dip. DIATI – Referente: prof. M. Piras.

PARTE 2 - Modellazione 3D di tipo BIM dell'ambito di intervento. Il gruppo di lavoro è costituito da:

- a) prof. Massimiliano Lo Turco, Referente Scientifico;
- b) Arch. Andrea Tomalini, responsabile della definizione del flusso di lavoro e della realizzazione del modello BIM (modello globale)
- c) PhD Elisabetta Caterina Giovannini, coordinatore delle attività di modellazione delle componenti edilizie virtuali (modelli locali), supportato dal dott. arch. Jacopo Bono (borsista di ricerca), arch. Michele Cammarano e dal dott. arch. j. Michele Mastro Simone.

Relativamente alla PARTE 2 si descrivono brevemente le fasi che hanno caratterizzato l'attività di modellazione H-BIM.

Il lavoro di costruzione del modello parametrico è da considerarsi successivo all'acquisizione metrica condotta dal gruppo di ricerca di Geomatica del Dip. DIATI. Per ottimizzare i tempi, le due fasi di lavoro sono avvenute per consegne intermedie: il Palazzo dei Nobili è stato acquisito in differenti step, di conseguenza, le nuvole sono state consegnate e restituite dal gruppo di lavoro del DAD in fasi differenti. L'organizzazione del workflow attraverso questa modalità ha garantito il rispetto delle tempistiche di consegna; parallelamente, una continua comunicazione tra i gruppi di lavoro ha diminuito errori di interpretazione e restituzione del dato metrico rilevato. Ciò implica che la prima fase di restituzione BIM è derivata dagli esiti dell'acquisizione metrica condotta precedentemente, integrata nelle parti planimetriche relative al piano cortile, ai lucernari, ai corpi scala laterali che costituiscono le uscite di sicurezza dal piano interrato.

FASE 1: La prima fase del lavoro è consistita nella restituzione dei prospetti della corte interna impiegando come dato di rilievo le nuvole fotogrammetriche acquisite a seguito di un precedente lavoro di collaborazione tra la Fondazione Museo delle Antichità Egizie di Torino e il Politecnico di Torino.

FASE 2: A seguito dell'integrazione dei dati di rilevamento metrico strumentale si è proceduto alla modellizzazione dei nuovi ambienti; la seconda fase ha riguardato dunque la restituzione BIM della manica Schiapparelli, ivi includendo gli ambienti interni oggetto di studio.

FASE 3: A integrazione delle precedenti step, la terza fase ha riguardato la restituzione BIM dell'atrio e del porticato.

In riferimento al modello BIM si propongono le seguenti scelte operative:

Replicabilità e integrazione del modello: di concerto con il gruppo di ricerca di Geomatica del DIATI si è concordata una rototraslazione delle nuvole di punti, in modo da definire un nuovo sistema di riferimento in coordinate relative e un orientamento della fabbrica il più possibile allineato con gli assi cartesiani. Nelle eventuali future attività di implementazione dei dati di rilievo metrico e relativa restituzione BIM si potranno utilizzare gli stessi fattori di conversione a garanzia del buon esito delle operazioni di integrazione.

Livello di definizione grafica del modello e dei componenti (LoG): per garantire un utilizzo efficace ed efficiente del modello si propone di razionalizzarne la restituzione attraverso la produzione di componenti edilizi virtuali che non appesantiscano eccessivamente il modello globale.

Livello di definizione informativa del modello e dei componenti (LoI). Per la tipologia di utilizzo del modello si propone di non intervenire massivamente sull'implementazione alfanumerica dell'apparato informativo associato ai diversi componenti.

Livello di Sviluppo perseguibile: in riferimento alla norma UNI 11337:2017, si propone di raggiungere un LOD C – definito, relativamente alle informazioni desumibili dalla nuvola di punti.

Informazioni relative all'utilizzazione del modello HBIM.

1. **Procedure adottate:** In un approccio di tipo HBIM è essenziale dichiararne le finalità e il flusso di lavoro adottato utile a rendere il processo di restituzione infografica implementabile, definendone pregi e limiti in funzione del tempo impiegato e degli usi che si intende fare del modello. A questo proposito è utile sintetizzare il processo avviato attraverso l'esplicitazione di alcune tassonomie:

- a) **MODELLO GLOBALE vs MODELLO LOCALE:** nonostante la collaborazione preveda la digitalizzazione di una parte del Collegio dei Nobili (modello globale del manufatto, o di parte di esso), particolare attenzione è stata dedicata al processo di restituzione dei diversi componenti edilizi che lo costituiscono (modelli locali), con particolare riferimento ai serramenti, agli apparati decorativi e ai sistemi voltati che costituiscono la fabbrica oggetto di studio.
- b) **PARAMETRICO vs NON PARAMETRICO:** le componenti edilizie utilizzate sono state modellate utilizzando componenti nativi, identificando varianti e invarianti e definendo progressivamente i componenti virtuali attraverso reiterati processi di nidificazione. Questo consente di affermare che gli elementi che costituiscono il modello sono oggetti parametrici, modificabili geometricamente e riutilizzabili. Trattandosi di oggetti realizzati direttamente all'interno dell'applicativo BIM sarà possibile lavorare sull'apparato informativo a loro associato, sulla base dei successivi livelli di definizione infografica (LoD - Level of Development / Livelli di Sviluppo) a cui il modello sarà soggetto nelle successive fasi di lavoro. Un iter diverso è stato seguito per la modellizzazione delle volte a vela dell'atrio. Non avendo a disposizione una opportuna categoria di riferimento, si è scelto di utilizzare la nuvola di punti come base dati geometrica non interpretata; la modellazione geometrica è stata realizzata mediante l'applicativo Rhinoceros 7 e convertita in componente 3D attraverso l'applicativo Rhino.Inside Revit, in grado di rendere interoperabili il collegamento tra i due software. Il risultato ottenuto è un componente tridimensionale non modificabile geometricamente ma popolabile di attributi utili per le successive fasi di definizione del modello digitale. Si riporta in sintesi la matrice di interoperabilità che descrive i diversi applicativi utilizzati e le relative connessioni tra gli ambienti.

Matrice di interoperabilità					
	da --> a				
software		Revit (*.rvt)	ReCap Pro (*.rcp)	AutoCad (*.dwg)	Rhinoceros 7 (*.3dm)
	Revit		diretto - collegamento file	diretto - collegamento file	Rhino.Inside Revit
	ReCap Pro	\		\	\
	AutoCad	export *.dwg	diretto - collegametno file		export *.dwg
	Rhinoceros 7	export *.dwg	export *.e57	export *.dwg	

Fig.2. Matrice di interoperabilità utilizzata per la realizzazione del modello BIM.

- c) MODELLAZIONE GEOMETRICA vs MODELLAZIONE INFORMATIVA: il presente modello è stato realizzato lavorando specificatamente sulla definizione dei contenuti geometrici (LoG - Level of Geometry), posticipando a un momento successivo la definizione degli attributi informativi (LoI - Level of Information), utili a una più esaustiva descrizione del manufatto per le successive fasi di progettazione e/o manutenzione del Bene.
- d) ORTOFOTO vs NUVOLE DI PUNTI: nel processo di restituzione infografica sono state utilizzate entrambe le risorse: le ortofoto, di più semplice gestione, sono state impiegate per la vettorializzazione dei componenti locali, utile base di lavoro per la successiva elaborazione dei componenti BIM. Le nuvole di punti, opportunamente segmentate e successivamente importate nel software BIM, hanno costituito la necessaria base dati per il recepimento delle informazioni topologiche dei componenti virtualizzati. (Cfr. Tavola 000 - Dati di Rilievo - Processi di modellazione).

2. Ambiente di lavoro collaborativo: data la complessità del modello oggetto di studio, l'operazione di modellazione digitale ricostruttiva è stata organizzata in Workset (raccolta di elementi in un progetto condiviso), suddividendo il modello in parti, con rispettive autorizzazioni di accesso e relative possibilità di modifica. Nel modello consegnato vi è traccia di questa suddivisione utile per separare i diversi dati (di input e di output) nell'ambiente di modellazione. I workset che iniziano con "Cloud" sono stati utilizzati per allocare le nuvole di punti segmentate relative a prospetti interni ed esterni del manufatto, oltre alle parti integrative riferite alla Manica Schiapparelli, alle coperture, al piano cortile. Poiché l'acquisizione strumentale convertita in nuvola di punti registra solo la geometria della pelle esterna dei fronti misurati, sono state importate alcune elaborazioni CAD per una ulteriore verifica del modello e per definire uno spessore degli apparati murari congruente con i rilievi precedentemente svolti in occasione dell'importante restauro che ha interessato il Museo alcuni anni fa. Gli altri workset contengono le varie parti modellate (fronti interni ed esterni, manica Schiapparelli, portico e atrio,...).

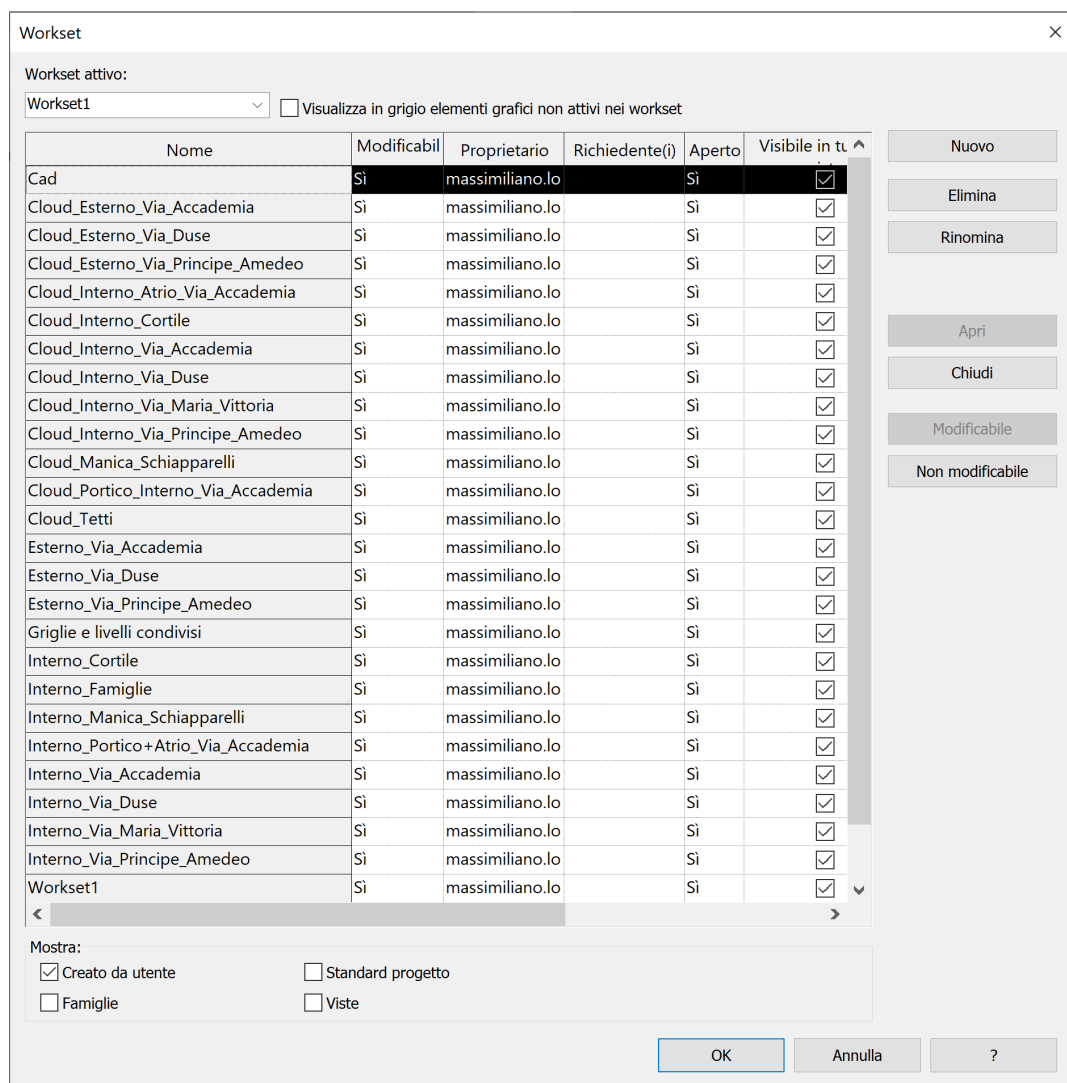


Fig.3. Suddivisione del modello in workset

3. Modellazione delle componenti locali: alcune note relative alla costruzione dei componenti locali (famiglie). A seguito di analisi di tipo preliminare, svolte mediante il ridisegno dell'ortofoto, si è appreso fin da subito il grado di complessità necessario per la modellazione del caso studio. E' evidente come gli elementi che caratterizzano la facciata interna, in particolare le aperture con i relativi apparati decorativi, abbiano caratteristiche geometriche notevolmente differenti. Questo implica necessariamente la comprensione semantica della loro struttura gerarchica e delle proprie regole compositive che sono state tradotte in ambiente BIM. Nelle immagini riportate nella *Tavola 000 - Dati di Rilievo - Processi di modellazione* è riportato un esempio riguardante la struttura nidificata della famiglia della finestra del piano terra. Una struttura analoga caratterizza gli ordini superiori. La famiglia ha come punto di partenza la definizione dei profili degli elementi riguardanti l'apparato decorativo ridisegnati da nuvola di punti. Tutto ciò, evidenzia come si sia resa necessaria la definizione di un livello di dettaglio grafico strettamente correlato alle finalità del modello. Il passo successivo è consistito nell'arricchimento dei dati attraverso l'introduzione di parametri che permettono le relazioni tra le varie parti per la definizione delle famiglie principali (ospitanti dunque le successive famiglie attraverso processi di nidificazione successiva)i, così suddivise: apparato decorativo, apparato decorativo con apertura, apparato decorativo con apertura e serramento.

Tale processo ha consentito di proporre una parametrizzazione in grado di rappresentare le differenti tipologie presenti sulle facciate interne, comprese tutte le eccezioni che vi possono essere in un edificio storico, seppur questo abbia comportato un livello di complessità notevole e di difficile interpretazione. Nel tentativo di rendere più agevole il processo di lettura e utilizzo dei diversi componenti si è proposto di raggruppare i parametri in gruppi specifici, quali quote (larghezza/altezza/altezza da terra), estremità principali (infisso) e secondarie (apparato decorativo).

4. **Elenco elaborati.** Parallelamente alla consegna del modello tridimensionale in formato *rvt, si allega copia in pdf delle tavole impaginate all'interno dell'applicativo BIM utilizzato, come riportato in Fig. 4.

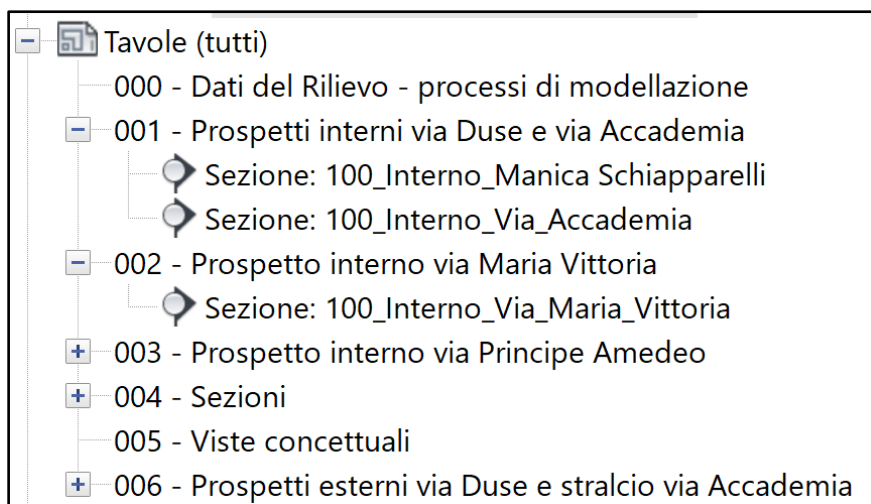


Fig.4. Elenco elaborati visibili nel browser di progetto del modello BIM

La Tav. 000 contiene una sintesi grafica del processo di segmentazione delle nuvole di punti e della successiva metodologia operativa adottata per la realizzazione delle componenti parametriche,.

Le Tavv. 001, 002 e 003 contengono i prospetti interni del cortile del Collegio dei Nobili, impaginati in scala 1:100 anche se alcuni dettagli sono stati modellati con un livello di dettaglio molto alto.

La Tav. 004 contiene sezioni longitudinali e trasversali relative alle porzioni modellate: manica Schiapparelli, atrio e porticato interno prospiciente il cortile. Gli elaborati sono stati impaginati utilizzando la scala di rappresentazione 1:100.

La Tav. 005 contiene alcune viste concettuali generali, riprodotte attraverso spaccati assonometrici e prospettici, oltre ad alcuni confronti tra il dato grezzo ottenuto dalle acquisizioni strumentali e le successive restituzioni in ambiente BIM.

La Tav. 006 contiene i due prospetti principali esterni su via Duse e su via Accademia (piano terra e piano primo). Anche se non sono oggetto di questa specifica attività, gli elaborati potrebbero fornire utili spunti per la progettazione della futura copertura della corte interna. (Scala di rappresentazione: 1:100).

5. Il modello è stato realizzato con l'applicativo Revit 2022.