

## **Metodologie integrate tra rilievo e progetto: l'utilizzo delle scansioni LiDAR in ambiente BIM**

Alberto Cina (\*), Andrea Lingua (\*), Marco Piras (\*), Paolo Dabove (\*),  
Paolo Maschio (\*), Horea Bendea (\*), Giuseppa Novello (\*\*), Massimiliano Lo Turco (\*\*),  
Gregorio Cangialosi (\*\*\*)

(\*) Politecnico di Torino, DIATI, Corso Duca degli Abruzzi 24, Italy,  
e-mail: alberto.cina@polito.it, e-mail: andrea.lingua@polito.it, e-mail: marco.piras@polito.it,  
e-mail: paolo.dabove@polito.it, e-mail: paolo.maschio@polito.it, e-mail: iosif.bendea@polito.it

(\*\*) Politecnico di Torino, DISEG, Corso Duca degli Abruzzi 24, Italy,  
e-mail: pina.novello@polito.it, e-mail: massimiliano.loturco@polito.it

(\*\*\*) Politecnico di Torino, EDILOG, Corso Duca degli Abruzzi 24, Italy, e-mail: gregorio.cangialosi@polito.it

### **Riassunto**

Negli ultimi anni la pratica professionale in ambito architettonico-edilizio richiede competenze sempre più specifiche e, spesso, tempistiche estremamente ridotte, in una continua ricerca di strategie procedurali fondate su piattaforme integrate e condivise, adatte a gestire la relazione rilievo-progetto. Un caso studio sul tema proposto si riferisce al recupero edilizio di un edificio del Politecnico di Torino, oggetto di rifunzionalizzazione da ex Centrale termica a sede di nuove aule per la didattica. La relativa semplicità della sua configurazione spaziale ha rappresentato occasione ideale per la sperimentazione di nuove sinergie tra l'attività di progettazione operata in ambiente BIM (*Building Information Modeling*) e la necessaria preventiva fase di rilevamento dello stato di fatto. Dati provenienti da fonti eterogenee sono stati assunti dal sistema di elaborazione come base conoscitiva condivisa e sono state trattate per desumerne ulteriori informazioni tecniche: il rilievo dei punti di inquadramento, della poligonale di appoggio, dei punti di dettaglio e le scansioni laser georeferenziate sono state utilizzate per la definizione delle superfici interne ed esterne del manufatto; tali dati sono stati confrontati con i disegni d'archivio del progetto originale. Si è poi proceduto con l'attività progettuale, operando in continuità nel medesimo ambiente parametrico; ciò ha comportato un'efficace gestione dei dati desunti dal rilievo strumentale e ha permesso, peraltro, di investigare le molteplici potenzialità del BIM, gestendo la variabile temporale e l'insieme delle informazioni, di tipo grafico, tabellare, prestazionale ed estimativo. Per il loro carattere interdisciplinare i risultati conseguiti sono interessanti per quanto attiene agli ambiti della ricerca e sottolineano il valore metodologico contenuto in modalità di lavoro di tipo collaborativo: un'esperienza che, favorita dalla generosa cooperazione tra il Dipartimento DISEG - Dipartimento di Ingegneria Strutturale, Edile e Geotecnica e il Dipartimento DIATI - Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente, del Territorio e delle Infrastrutture e il Servizio Edilizia del Politecnico di Torino, pensiamo meriti di essere approfondita e diffusa.

### **Le ragioni del lavoro**

Il lavoro di seguito presentato sostanzia l'approccio metodologico di tipo collaborativo adottato con successo dal Servizio Edilizia e Logistica (EDILOG) del Politecnico di Torino che, coordinato come Responsabile del Servizio, arch. Gianpiero Biscant, da sempre attento alle sperimentazioni applicative, persegue una duplice tensione speculativa volta da un lato di tipo teorico e di ricerca, dall'altro alla conseguente sperimentazione di tipo professionale per valutare pregi, difetti e potenzialità delle nuove metodologie BIM, coinvolgendo settori disciplinari affini come nel caso studio di seguito presentato.

## **Introduzione**

Il tema del rilievo integrato non è certamente nuovo, ma in questo caso l'obiettivo è di aggiornare consolidate procedure con proposte suggerite dalle più recenti modalità operative, onde presentare alcune valutazioni derivanti da esperienze direttamente condotte sul campo. A tale proposito, l'integrazione tra le differenti tecniche di misurazione è uno dei punti focali della "Carta del rilievo architettonico", documento in cui si esprime la necessità di forte interrelazione fra vari metodi, poiché si considera il settore del rilievo, analogamente a quello progettuale, un settore multidisciplinare. (Cundari et al., 2005). Questo lavoro dall'esigenza di rifunzionalizzazione l'ex Centrale termica del Politecnico di Torino in aule per la didattica e di seguito verranno riportati i principali *step* operativi che hanno permesso di ottenere una perfetta integrazione tra rilievo e progetto in un unico ambiente di lavoro.

## **Descrizione delle operazioni di rilievo**

Oggi, esistono tecniche di rilievo che consentono di ricostruire la situazione di "as built" in tempi rapidi e con precisioni elevate: nel caso in esame la tecnica LiDAR rappresenta sicuramente una buona combinazione tra precisione e rapidità, in quanto in breve tempo permette di rilevare "nuvole" di milioni di punti con precisione sub-centimetrica.

Il rilievo di una centrale termica presenta dimensioni e un grado di complessità tali da richiedere un numero di scansioni elevato e su vari livelli (interrato, piano terra e tetto). Una successiva "registrazione" con l'utilizzo di *marker* codificati e di posizione rilevata, permette di portare le singole scansioni in un unico sistema di riferimento. Tale sistema di riferimento è stato realizzato attraverso una rete 3D suddivisa in due ordini. Il primo, d'inquadramento, rilevato con GNSS ha permesso di "appoggiare" la rete di raffittimento, interna ed esterna all'edificio, rilevata con stazione totale.

La complessità della struttura da rilevare, ha richiesto la realizzazione di una rete di poligonali esterne e interne all'edificio e sui vari livelli. Dai vertici di poligonale sono state rilevate le coordinate dei *marker* sulle pareti per la registrazione delle varie scansioni.

Benché il fabbricato sia pressoché un grosso parallelepipedo, il rilievo ha presentato diverse difficoltà soprattutto per l'intervisibilità dei punti, sia esternamente, nella parte nord-ovest del fabbricato ove gli spazi stretti e alcuni ostacoli hanno limitato lo spazio di lavoro, sia internamente, causa la presenza ancora di tutte le strutture termoidrauliche della centrale dismessa. Ciò ha richiesto una attenta progettazione della posizione dei vertici e delle misure in base alle visuali possibili. I vertici di stazione GNSS sono stati materializzati con centrini di centrimento forzato dell'antenna, appositamente costruiti. Per la rete di raffittimento, la maggior parte dei vertici di poligonale all'esterno dell'edificio sono stati materializzati con chiodi d'acciaio. I vertici delle poligonali interne sono stati materializzati con *marker* bicolore, numerati e plastificati.

## **Rilievo GNSS di inquadramento**

La rete d'inquadramento è una rete GNSS costituita da tre vertici, dalla stazione permanente del Politecnico di Torino, distante poche centinaia di metri dall'edificio e da una "stazione virtuale" generata in prossimità dell'edificio con i servizi della rete GNSS della Regione Piemonte ([gnss.regione.piemonte.it](http://gnss.regione.piemonte.it)). Il rilievo GNSS è stato realizzato con 2 ricevitori geodetici a doppia frequenza, in modalità statica, con sessioni di 30 minuti. La post-elaborazione dei dati è stata effettuata con il software LGO v8 e ha portato ad una soluzione delle baseline con ambiguità di fase fissata ad intero. La compensazione della rete con minimi quadrati ha portato alle precisioni millimetriche riportate in Tabella 1.

ID Punto	Est [m]	Nord [m]	h ell. [m]	$\sigma$ Est [m]	$\sigma$ Nord [m]	$\sigma$ h ell. [m]
107	394520.734	4990810.857	306.741	0.007	0.007	0.014
108	394498.946	4990769.165	306.747	0.006	0.007	0.017
109	394643.914	4990763.811	326.711	0.003	0.004	0.008

Tabella 1. Coordinate e deviazioni standard dopo la compensazione GNSS (sistema di riferimento RDN-ETRF2000).

### Rilievo plano-altimetrico della rete di raffittimento

Intorno alla palazzina della ex-centrale termica del Politecnico sono stati rilevati 8 vertici necessari all'inquadratura delle poligonali interne all'edificio, nel sistema di riferimento globale (WGS84, materializzazione RDN-ETRF2000). Per tale rilievo sono state utilizzate le stazioni totali Leica TPS1200 (TCRP1201 R300). La compensazione delle misure, col software MicroSurvey STAR\*NET V6, è stata fatta vincolando le coordinate dei punti d'inquadramento e ha portato a scarti quadratici medi delle coordinate entro i 7 mm, sia in planimetria che altimetria. Si riporta in figura 2 lo schema della rete con i relativi ellissi d'errore al 95%.

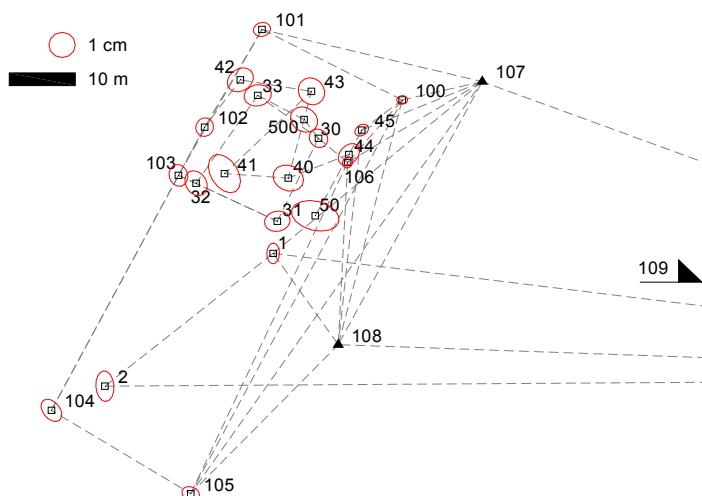


Figura 1. Schema delle reti plano-altimetriche (fattore amplificazione ellissi al 95% = 150).

### Rilievo LiDAR

Per realizzare le scansioni ad alta risoluzione è stato utilizzato lo strumento CAM2 Focus 3D di produzione FARO disponibile presso il laboratorio di rilievo dell'architettura e del territorio del Politecnico di Torino. Le sue principali caratteristiche sono qui sotto riportate:

Range	0.60-120 m
Accuratezza distanziometro	2 mm
Precisione distanziometro	0.95 mm a 25m
Divergenza laser	0.009°
Risoluzione	0.009°
Massima velocità di scansione	976000 punti/s
Precisione Sensore di inclinazione (biassiale)	0.015°

Figura 2. LiDAR e caratteristiche strumentali.

Per definire in modo corretto e completo l'edificio della centrale termica sono state fatte 27 scansioni da varie posizioni sia esterne che interne all'edificio. Ogni scansione è stata selezionata una configurazione, impostando la qualità e risoluzione (valori max 1, min 1/32) e l'ampiezza angolare in verticale e in orizzontale della scansione. La risoluzione adottata per ogni scansione è stata scelta in modo da garantire una nuvola di punti con densità sufficiente per descrivere i dettagli in scala 1:50 (1 punto/cm).

Le varie scansioni sono state orientate nel sistema di riferimento finale con rototraslazioni 3D i cui parametri sono stati stimati in base alle coordinate dei *marker* riconosciuti sulle scansioni. I risultati delle georeferenziazioni hanno portato ad avere dei residui massimi sui *marker* sempre inferiori a 25 mm, tolleranza standard per la rappresentazione dell'architettura in scala 1:50.

### Alcune considerazioni sul sistema di riferimento

Come noto, per riportare una distanza misurata sul terreno e ridotta all'orizzontale sul piano cartografico, si devono considerare i due effetti di riduzione alla superficie di riferimento e al piano della carta di Gauss. Ne consegue che la distanza cartografica non coincide con quella misurata sul terreno. Nell'area in esame, considerando una altezza ellissoidica media  $h=310$  m, con  $R$  raggio della sfera locale, ne consegue un fattore di riduzione alla superficie di riferimento pari a:

$$m_Q = \left(1 - \frac{h}{R}\right) = 0.999951$$

ovvero una "contrazione" di 5 mm/km. Per quanto riguarda il modulo di deformazione lineare, con le coordinate di tabella 1, posti  $\rho$ ,  $N$  raggi di curvatura principale, esso assume il valore:

$$m_l = 0.9996 \left(1 + \frac{(Est - 500km)^2}{2\rho N 0.9996^2}\right) = 0.9999737$$

Una distanza di 1 km viene dunque contratta di circa 26 cm. Se l'inquadramento nel sistema UTM-WGS84 ETRF2000 è fondamentale per la georeferenziazione nel sistema geodetico cartografico nazionale e internazionale, per le pratiche applicazioni è stato definito in sistema locale di tipo "isometrico". Tale sistema consente di realizzare l'equivalenza tra le distanze rilevate sulla rappresentazione cartografica e sul terreno, con deformazioni residue trascurabili e risulta quindi di immediato utilizzo nelle operazioni tecniche, senza dover apportare riduzioni, per altro sempre calcolabili, ma che possono essere scomode e portare a fraintendimenti. Tale sistema, chiamato PoliTO, risulta così definito: è una terna euleriana (sistema cartesiano associato ad un piano tangente) con origine in coincidenza della stazione permanente GNSS del Politecnico di Torino e all'altezza ellissoidica della stessa. L'asse "Nord locale" è rivolto secondo la tangente al meridiano per tale punto e l'asse "Est locale" è diretto secondo la tangente al parallelo. Il sistema locale risulta dunque "disorientato" rispetto al nord cartografico del sistema UTM. WGS84 ETRF200 di un angolo pari alla "convergenza della trasformata del meridiano" pari a  $\gamma = -0.94775^\circ$  e con distanze orizzontali praticamente equivalenti a quelle rilevate sul terreno. La coordinata  $Z$  è diretta secondo la normale all'ellissoide nel punto di origine ma di essa non vengono forniti i valori in quanto più utili le "quote ortometriche", ricavabili dai capisaldi di livellazione IGM presenti nella zona del Politecnico. L'origine di tale sistema è stata posta convenzionalmente con coordinate non nulle ma pari a 500 m nelle componenti Est e Nord, per lavorare sempre con valori positivi delle coordinate locali in tutta l'area del Politecnico, limitando per comodità le cifre intere ad un massimo di 3.

### Elaborazione dei dati e procedura di restituzione

Ogni nuovo progetto redatto mediante la collaborazione tra i ricercatori del DISEG e il Servizio Edilizia del Politecnico di Torino (EDILOG), fornisce spunti interessanti per porre a sistema nuove metodologie di lavoro, mantenendo una tensione di ricerca volta al confronto e al perfezionamento delle procedure derivanti da precedenti esperienze (Cangialosi et al., 2011). Nel caso in esame si è scelto di adottare un sistema di lavoro che consentisse una perfetta integrazione tra la fase di rilevamento (a cura del gruppo di ricerca del DIATI) e le successive fasi di restituzione grafica dello

stato di fatto e progettazione dell'intervento di riqualificazione. Gli obiettivi della sperimentazione consistevano nel valutare se e in quale modo fosse possibile:

- massimizzare l'efficienza produttiva attraverso l'adozione di un approccio coordinato e coerente atto ad un successivo utilizzo del dato attraverso piattaforme BIM;
- valutare se la particolare strutturazione dei modelli BIM consentisse un'efficiente condivisione dei dati all'interno del team multidisciplinare costituito dal gruppo di progettazione, tanto da poter parlare di ambiente collaborativo;
- definire le impostazioni, le norme e le buone pratiche che garantissero risultati di alta qualità e un disegno di output uniforme per l'intero progetto.

Le ultime versioni degli applicativi BIM utilizzati presso il Servizio Edilizia del Politecnico di Torino consentono una gestione semplificata delle informazioni derivanti dal rilievo fotogrammetrico nell'ambiente nativo di progettazione parametrica. Le singole scansioni sono state precedentemente georiferite e registrate, mediante l'utilizzo del software proprietario SCENE v5.0; le coordinate dei *marker* piani sono poi state caricate nel software e, lavorando per livelli, sono state registrate le singole scansioni.

Prima di procedere con l'importazione occorre operare una conversione di formato: sono stati pertanto rielaborati i file di estensione \*.pts (estensione diffusa per l'utilizzo di dati provenienti dal laser scanner) al fine di ottenere i medesimi dati in formato \*.pcd. Questa conversione ottimizza la gestione delle nuvole di punti in Revit Architecture, diminuendo la risoluzione grafica che le nuvole di punti forniscono all'interno di visualizzatori dedicati, ma alleggeriscono notevolmente la dimensione dei file importati. L'importazione è avvenuta all'interno di un *template* espressamente progettato per la gestione di diverse fasi progettuali (stato di fatto, stato di progetto e fase di demolizioni e costruzioni).

Una volta importate, le nuvole di punti sono state suddivise e rinominate in modo tale da essere facilmente classificabili in:

- scansioni esterne al corpo di fabbrica;
- scansioni interne alla Centrale Termica – piano terreno;
- scansioni interne alla Centrale Termica – piano interrato.

In questo modo è stato possibile caricarne soltanto parte di esse, attivando/disattivando l'impostazione di visibilità grafica delle nuvole di punti stesse.

Si è inoltre collegata l'origine delle scansioni georeferenziate con l'origine del progetto in ambiente parametrico, in modo tale da rendere di facile gestione successivi interventi progettuali.

Il software parametrico, come la maggior parte dei software dedicati alla realizzazione o alla gestione di modelli tridimensionali, lavora in modo ottimale se l'origine del sistema di riferimento locale è molto prossima all'origine del sistema di riferimento assoluto. Si è pertanto deciso di apportare una rototraslazione all'origine del sistema di riferimento locale, utilizzando a livello planimetrico un punto noto posto sul marciapiede di fronte alla ex Centrale Elettrica, come indicato nella figura sottostante.

Per quanto riguarda la definizione dell'altezza ortometrica si è scelto di porre l'origine in corrispondenza del piano di calpestio del piano interrato, trattandosi di un'area non interessata dall'intervento progettuale, a costituire pertanto un utile riferimento durante la fase di cantiere.

### **Possibili utilizzazioni della nuvola di punti**

Nel software parametrico le nuvole di punti sono gestibili come riferimenti esterni, ritagliabili utilizzando riquadri di sezione, sia nelle viste mongiane sia nelle viste assonometriche. Questo consente di decidere la cosiddetta profondità di taglio (orizzontale e/o verticale) agevolando notevolmente la procedura di restituzione. Nelle precedenti esperienze di ricerca condotte in collaborazione tra i dipartimenti DIATI e DISEG le nuvole di punti erano importate in un programma di disegno ed impiegata per ricavarne sezioni significative e procedere successivamente alla ricostruzione tridimensionale del manufatto (Lo Turco et al., 2010).

Nonostante siano presenti sul mercato alcune plug-in in grado di automatizzare la procedura di restituzione, si è preferito impostare il lavoro seguendo un approccio di modellazione tridimensionale attraverso l'utilizzo di griglie e piani di riferimento vincolati tra loro su cui allineare i componenti edilizi oggetto della restituzione infografica.

Tali informazioni sono risultate essenziali per una rapida e fedele ricostruzione virtuale del manufatto, base di partenza per le future simulazioni progettuali. Si sono inoltre investigate nel dettaglio le potenzialità della piattaforma parametrica, attribuendo la fase di realizzazione (stato di fatto/stato di progetto e/o la sua eventuale demolizione) ad ogni componente edilizia, attraverso l'editazione di opportuni parametri. La gestione della quarta dimensione, quella temporale appunto, consolida un ancor più stretto rapporto tra la costruzione geometrica e la costruzione fisica. In questo senso, la metodologia del *Building Information Modeling* esprime proprio il valore aggiunto di una modellizzazione delle informazioni dell'edificio virtuale, basando gran parte delle procedure di interazione tra le diverse componenti edilizie in conformità alle regole del buon costruire.

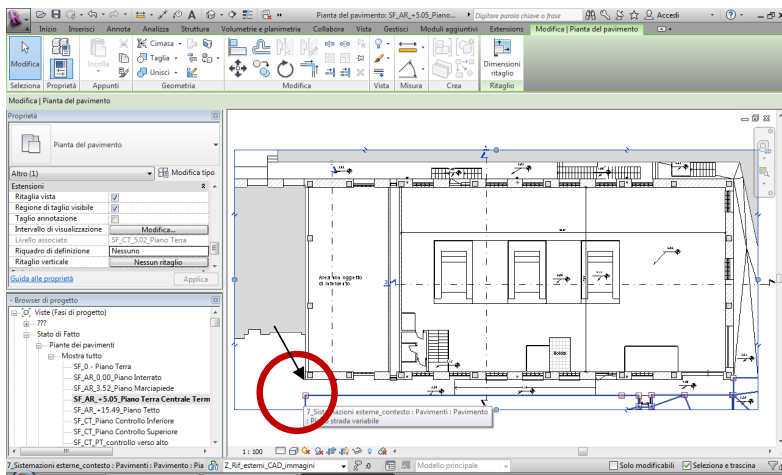


Figura 3. L'origine del sistema di riferimento locale utilizzato.

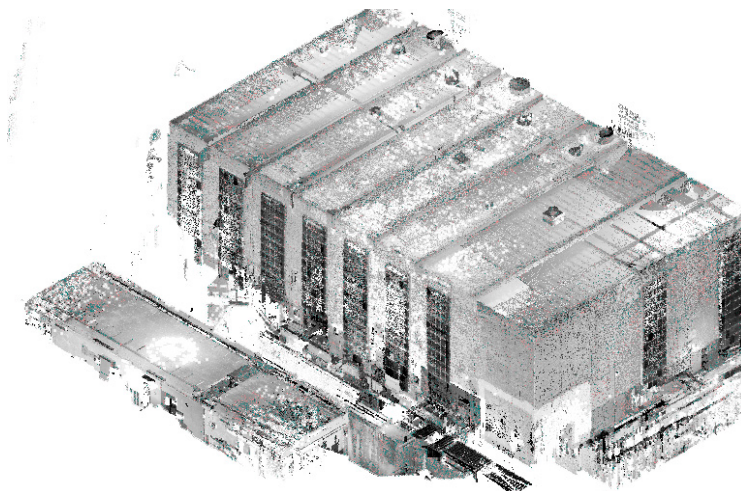


Figura 4. Vista prospettica delle nuvole di punti in ambiente BIM.

Il *database* multirelazionale gestisce la complessità delle informazioni parametriche coordinando le eterogenee rappresentazioni che dal modello 3D si possono desumere: non soltanto elaborati grafici quindi, ma anche elaborati di tipo tabellare; nel caso studio, un corretta impostazione delle viste di abaco delle sole demolizioni, ad esempio, consente una rapida quantificazione economica dello smantellamento della Centrale Termica ormai caduta in disuso. L'estrema attitudine alla manipolazione diviene dunque la peculiarità propria dei modelli digitali: tali modelli consentono di individuare i diversi momenti del processo progettuale, di potere verificare le ipotesi di partenza, di poterle contraddire, di instaurare un rapporto di continua interrogazione tra il professionista ed il manufatto architettonico oggetto di studio. Questa articolazione di processi non si esaurisce nella mera ricostruzione techno-logica dei diversi componenti che appartengono al manufatto quanto piuttosto nella capacità di organizzare le diverse fasi temporali di uno o più interventi progettuali proposti. Trattasi quindi di un esercizio progettuale iterativo in cui è possibile sviluppare un processo di lettura critica del manufatto architettonico, avvalendosi di un modello virtuale perfezionabile il quale vivrà in un costante rapporto di interrogazione.

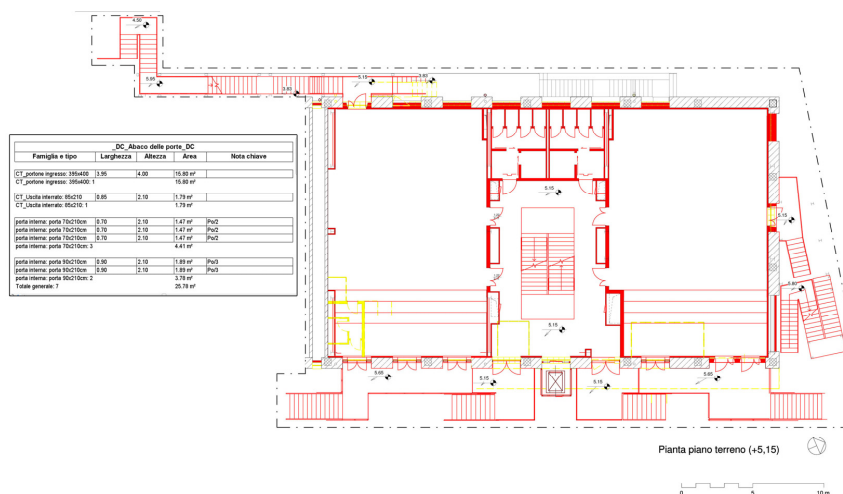


Figura 5. Visualizzazione di demolizioni e costruzioni in proiezione mongiana ed estratto abaco delle demolizioni riferito al componente porta.

## Conclusioni

Già una dozzina di anni fa esistevano sul mercato prodotti della fotogrammetria che consentivano di ottenere base dati di informazioni metriche non interpretate come ad esempio, la stereofotocarta, oggi integrata all'interno dei più comuni software di fotogrammetria, sotto il nome di navigazione in continuo (Lo Turco, 2010). Principio simile si applica manipolando le scansioni ottenute dal laser scanner in cui, in luogo di immagini digitali correttamente orientate nello spazio, si impiegano le nuvole di punti derivanti dalla scansioni suddette. In entrambi i casi, relativamente alla restituzione grafica degli ambiti territoriali/urbani/architettonici oggetto di studio, spetta quindi al restitutore il ruolo decisionale e operativo in base alle proprie competenze e specificità. Uno strumento operativo volto al recupero tipologico e/o morfologico dell'esistente implica non solo l'utilizzo ma anche una corretta integrazione di differenti tecniche di acquisizione dati. L'operatività del metodo proposto è avvalorata dal fatto che si lavora in un unico ambiente virtuale, ove progetto e rilievo coesistono, consentendo di dare forma ad una vera e propria lavorazione in continuum. A tale riguardo, il ruolo dell'uso di tecnologie digitali più evolute rispetto alle più consolidate prassi, che si basano su una filosofia di approccio di natura sistemica e relazionale può essere discriminante, ciò spinge a esaminarne i limiti e le virtù, a esplorare i nuovi linguaggi di comunicazione, a indagarne i livelli di diffusione. In particolare, la metodologia adottata è parsa molto proficua, riducendo notevolmente il tempo di restituzione e diminuendo drasticamente il numero di errori, individuabili (sia a livello

grafico sia a livello tabellare) contenuti all'interno del database del modello parametrico. Inoltre le operazioni di rilievo effettuate hanno materializzato e determinato un sistema di riferimento locale definito "Politecnico", che ha permesso di georiferire tutti i dati geospaziali di questo lavoro, ma soprattutto consentirà, in futuro, di poter unificare tutti i rilievi effettuati dal EDILOG nell'area Politecnico, in un unico sistema di riferimento.



Figura 6. Vista prospettica del progetto di riqualificazione della Centrale Termica.

In conclusione, il più evidente beneficio registrato nelle operazioni descritte sopra è senz'altro la permanenza delle informazioni, di diversa natura, essenziali non soltanto per il buon esito del processo restitutivo ma anche per il conseguente step progettuale e per un altrettanto controllato e organico processo gestionale/manutentivo. (Novello et al., 2012).

### **Bibliografia**

- Barzaghi R., Cina A., Manzino A. (2006), "Il rilevamento geodetico tridimensionale integrato", In: *BOLLETTINO DELLA SOCIETÀ ITALIANA DI FOTOGRAMMETRIA E TOPOGRAFIA*, vol. 2, pp. 9-44. - ISSN 1721-971X.
- Cangialosi G., Colaleo V., Lo Turco M., (2011) "Il disegno collaborativo - Collaborative drawing" In: Garzino G., (a cura di). *Disegno (e) in formazione. Disegno Politecnico. Drawing (and) Information. Polytechnic drawing*, p. 135-185, Maggioli, Santarcangelo di Romagna. ISBN: 978-88-387-6056-x.
- Cundari C., Carlevari L. (a cura di), (2005), "Il rilievo dei Beni Architettonici per la conservazione", In: *Verso la dichiarazione sul rilievo architettonico*, Roma, 16-18 novembre 2000, Edizioni Kappa, Roma.
- Lingua A., Moglia G., Todisco V, (2005) "Comparison of survey and representation techniques for architectural objects", In: *Proceedings of the XX International Symposium CIPA 2005*, Vol. 2, pp. 1068-1073
- Lingua A., Nex F., Piatti D., Rinaudo F. (2011), "Dalle nuvole di punti alle informazioni: automatismo e integrazione, *Geomatica, le radici del futuro*,. SIFET, pp. 189-198, ISBN: 9788890193965
- Lo Turco M., Piumatti P., (2010), "Il rilievo urbano nelle esperienze di ricerca", In: Coppo D., Boido C., (a cura di), *Rilievo Urbano. Conoscenza e rappresentazione nella città consolidata*, p. 123-130, Firenze: Alinea, 2010. ISBN/ISSN: 9788860555366.
- Lo Turco M., Sanna M., (2010), "La modellazione digitale ricostruttiva: il caso della chiesa della Misericordia a Torino", In: *Disegnare Idee e immagini*, n° 41, Dicembre 2010, pp.42-51, ISBN 978-88-492-2051-3.
- Novello G., Lo Turco M., (2012) "Which drawing to deliver more information?" In: Gambardella C. (a cura di), *Less More Architecture Design Landscape, Le vie dei Mercanti X Forum Internazionale di Studi*, La scuola di Pitagora editrice, Napoli, pp. 690-700.