

Il ciclo integrato dell'edilizia

Dall'analisi del territorio alla gestione del manufatto



di Domenico Santarsiero

Le parole chiave *edilizia* e *grandi infrastrutture* richiamano alla mente diverse problematiche e tecnologie che sono ormai patrimonio comune di diversi settori e professionalità.

Sicuramente le tecniche del costruire hanno subito una forte innovazione nel corso degli ultimi 20 anni, ma insieme ad esse una larga convergenza di *tecnologie altre*, non specificamente legate alle tecniche costruttive, ha pervaso il settore dell'edilizia. Nell'articolo che segue saranno prese in esame le tecnologie nel dominio della geomatica che interessano da vicino il mondo del costruire.

La pianificazione, la costruzione e la gestione di strutture sono attività dell'uomo da tempo immemore. Per costruire manufatti, siano essi fabbricati o infrastrutture come autostrade, stazioni ferroviarie o aeroporti, vengono sempre richieste diverse fasi operative, legate in buona sostanza al ciclo di vita che vede le informazioni passare per le mani dei diversi soggetti che si avvicenderanno nelle varie fasi.

E' da qui che nasce l'idea di un *ciclo integrato dell'edilizia*, che ha ispirato questo articolo.

Alcune tecnologie, e con esse alcune informazioni, accompagnano il percorso del costruire dall'inizio alla fine; le stesse informazioni, poi, mutano il loro significato e passano di mano in mano assumendo valenze diverse.

In questo contesto è dunque interessante andare ad esplorare cosa lega la fase di analisi territoriale alla fase di manutenzione di un manufatto così come è interessante, allo stesso modo, osservare il CAD e il GIS (e con essi le *informazioni geomatiche*), accompagnare il manufatto dalla sua ideazione alla sua effettiva messa in opera.

Le fasi

In una qualsiasi opera di ingegneria civile o edile, o nella semplice costruzione di un manufatto, lo sviluppo dell'opera può essere ricondotto ad alcune macrofasi:

Analisi – La fase di analisi coincide con l'attività di ideazione del manufatto da costruire, vuoi per necessità, profitto, o diletto. Tale lavoro nel caso di una qualsiasi costruzione prosegue poi con l'analisi della proprietà, ovvero con il reperimento delle

informazioni catastali, e via di questo passo con la raccolta o realizzazione della cartografia locale e generale, senza le quali sarebbe impossibile realizzare le ipotesi progettuali. In ultimo, ai fini del progetto architettonico o ingegneristico, si procede alla fase di rilievo topografico e di rilievo geologico del sito o del tracciato, con conseguente realizzazione degli elaborati grafici e numerici del sito (CAD, GIS, dati geospaziali come modelli numerici, cartografie, immagini georeferenziate, profili geologici, ecc.).

Come è facile constatare, già in questa fase l'apporto della maggior parte delle tecnologie geomatiche e delle geotecnologie in genere è fondamentale; siano esse finalizzate in termini generici alla realizzazione di dataset di informazioni territoriali (sulla scorta dei quali sarà possibile la progettazione generale ed esecutiva), che legate alle fasi di verifica urbanistica e ambientale.

Progettazione - Le fasi di progettazione sono basate sia sull'idea progettuale che, in maniera imprescindibile, sulla base degli elementi metrici e numerici derivati dalla precedente fase di analisi e rilievo dei parametri territoriali; parametri che coincidono con le diverse informazioni metriche, geologiche e ambientali del territorio e del costruito. Anche in questa fase troviamo diverse tecnologie come il CAD, il GIS, la modellazione 3D, ma anche tecniche di simulazione come la realtà virtuale o la realtà aumentata (*Augmented Reality*).

Verifiche funzionali all'ambiente ed al contesto - Questa fase può essere integrata nella precedente fase di progettazione,

anche se le sue specificità e gli strumenti specialistici di analisi (GIS, ecc.) la rendono una fase autoconsistente. Qui le tecnologie e i dati coincidono o sono il prodotto delle fasi precedenti.

Building dell'opera - Questa fase coincide con il riporto del progetto sul terreno (*deployment* del progetto esecutivo: letteralmente stesura sul terreno del tracciato e, in termini topografici, picchettamento dell'opera). Questa fase è anche la più delicata dal punto di vista delle tecnologie e delle tecniche topografiche, in quanto eventuali errori nel dimensionamento delle strutture possono diventare un danno economico notevole. Le tecnologie coinvolte in questa fase sono quelle topografiche per il picchettamento (tradizionale o GPS) e quelle dell'automazione, ovvero del *machine control* per il movimento terra.

Controllo o procedure di as built - È la fase di controllo di quanto effettivamente costruito e rappresenta un punto importante del processo di validazione del lavoro, anche in funzione delle molteplici variazioni che possono essere intervenute per ragioni diverse nella fase operativa edile o degli impianti. A livello operativo internazionale, il rilievo o gli elaborati di ciò che è definito *as built* rappresenta un vero e proprio prodotto nel ciclo di vita di un manufatto o di un impianto.

Gestione ordinaria - Al termine del processo di costruzione di un manufatto, di un'infrastruttura o di un impianto industriale si giunge logicamente alla fase di gestione ordinaria del manufatto.

Ma prima di poter definire problematiche e necessità è fondamentale chiedersi cosa si intende e quali siano le funzioni

che entrano in gioco durante la vita naturale di un manufatto.

Nella casistica reale, una parte delle funzioni sono comuni a tutte le situazioni o tipologie di manufatti, mentre un'altra parte di esse dipendono in gran parte dall'utilizzo legato a quanto costruito. Le prime sono comuni perché riguardano gli aspetti detti di *manutenzione ordinaria*, ovvero di tutto ciò che riguarda il funzionamento giornaliero del manufatto, degli impianti tecnologici, della ripartizione dei costi e dei consumi comuni, ma anche di aspetti secondari come, ad esempio, la tinteggiatura.

Le seconde dipendono invece fortemente dalla tipologia di attività che si intendono realizzare relativamente al manufatto. È infatti evidente quanto siano nettamente diverse le esigenze di gestione qualcosa al cui interno è collocato un centro commerciale, piuttosto che una banca, un ufficio pubblico, un'autostrada e così via.

Revamping - Deve essere annoverato nell'ambito della gestione straordinaria. In questo caso qualsiasi sia il tipo di manufatto, è importante avere a disposizione un sistema informativo gestionale, sia come prodotto utile alla progettazione e programmazione degli interventi, sia come sistema dove archiviare le informazioni sul suo nuovo status.

La condivisione di strumenti e informazioni

Il comune denominatore delle diverse fasi descritte nel precedente paragrafo è rappresentato ovviamente dai dati e dalle tecnologie. I dati infatti subiscono certamente un mutamento e un sommarsi e un sottrarsi di informazioni, ma conservano l'essenza dell'informazione in termini di forma e dimensione. Le tecnologie, alla stregua dei dati, si tramandano di fase in fase per evolversi solo in maniera funzionale alle necessità dell'utente, così il *GIS necessario all'urbanista* per pianificare sulla base dei dati numerici e digitali, allo stesso modo assume la sua funzione primaria nell'ambito del management del manufatto, mutando di fatto la sua funzione da GIS di pianificazione a *GIS di management o Facility Management* dell'asset pubblico, privato, industriale, infrastrutturale.

Tecniche ed ambiti disciplinari

Le fasi fin qui delineate prendono corpo funzionalmente alle diverse fasi del ciclo di vita del manufatto e coincidono con le discipline, le normative e le tecniche seguenti:

Topografia - La tecnica topografica, e con essa le tecnologie geomatiche correlate, sono coinvolte fin dall'inizio nella conoscenza di un manufatto: dalle fasi di rilievo e definizione dell'ambito catastale (proprietà), alla successiva cartografia; dal rilievo locale e picchettamento dell'opera postumo, alla fase di progettazione e, in corso d'opera, a quella di building, terminando con la fase di *as built* già citata.

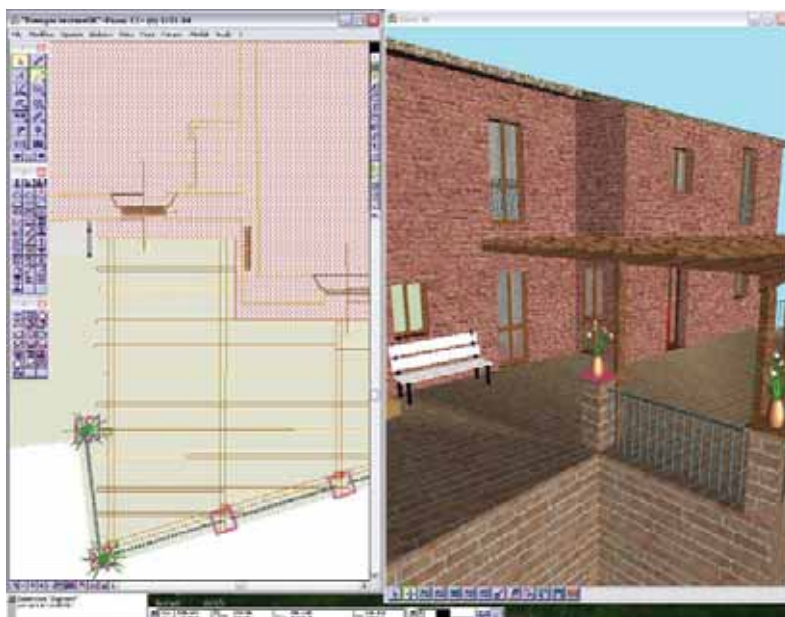


Fig.1 - Dal progetto CAD al rendering delle superfici con texture mapping basate sui materiali.

Catasto – Norma piuttosto che tecnologia, è associata con la prima fase di indagine e la fase successiva a quella del building e del survey dell' *as built*, ovvero tutte le fasi di accatastamento dei singoli manufatti o proprietà.

Cartografia - Tecnologia e tecnica insieme, rappresenta la prima fase di indagine e/o di risultato tangibile di ciò che sarà parte integrante del manufatto, ovvero della sua collocazione geospaziale, dalla fase di progettazione in poi.

Laser Scanner - La tecnica del laser scanner possiede le carte in regola per diventare una *killer application* nel campo dell' *as built*, sebbene non si sia ancora affermata per carenza di software adeguati alla gestione delle cosiddette *nuvole di punti* o matrici irregolari di determinazioni laser.

CAD - Il CAD (*Computer Aided Design*) è la tecnica informatica di progettazione ormai dotata di numerosi adattamenti (CAM, CAE, CAAD, ecc.).

3D modeling – Tecnica che a partire dal CAD si è evoluta con una forte specificità verso l'uso del 3D per la realizzazione di modelli virtuali dei manufatti, nel caso specifico. E' spesso usata per la gestione o rappresentazione di ambienti complessi come manufatti, impianti, aspetti urbani, ma anche per attività di marketing in ambito immobiliare ("*GIS e WEB verso la realtà virtuale*" - GEOMedia 4-2000).

AM/FM – Tecniche di *Automated Mapping* e di *Facility Management*. Tali tecniche sono alla base di altre tecnologie e tecniche ormai pienamente consolidate come il GIS o di settori come il geospaziale.

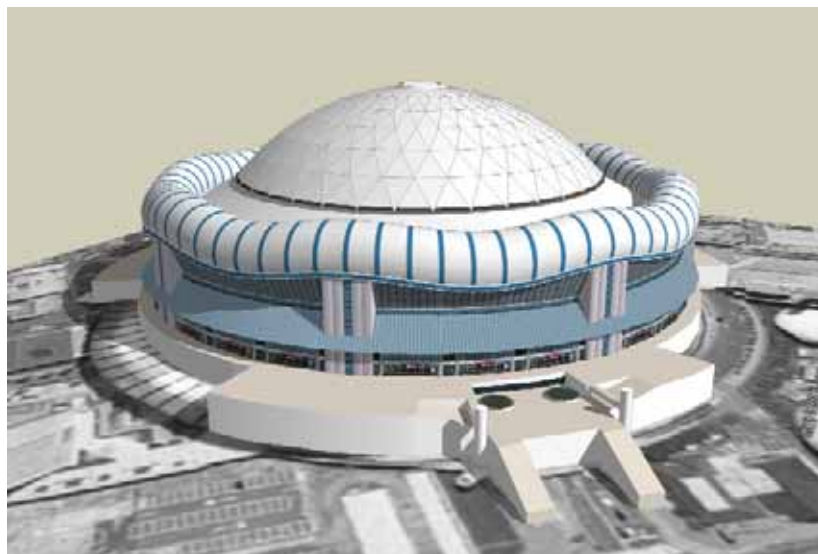


Fig.2 - Un grande progetto non può prescindere da un livello di gestione complessa, il più delle volte impiegando strumenti alla frontiera tra CAD, GIS e ambienti gestionali.

GIS – I *Geographic Information Systems* rappresentano la tecnologia più diffusa per la gestione delle informazioni territoriali, cartografiche, geografiche e/o di qualsiasi altra informazione che prevede la collocazione di oggetti a livello spaziale 2D e 3D. Il GIS comprende una galassia di applicazioni abbastanza elevata, tale da configurare il GIS come un ambito tecnologico maturo.

Imaging – Sono comprese nell' *imaging* tutte le tecniche di gestione, elaborazione ed uso delle immagini in modalità avanzata. Nel nostro caso per *imaging* dobbiamo intendere l'uso di immagini digitali *metriche e non metriche*, l'uso di immagini

	Fasi					
	Analisi	Progetto	Building	Verifica as built	Gestione ordinaria	Gestione straordinaria
Survey-topografia		✓	✓	✓		✓
Catasto	✓	✓				✓
Documentazione grafica di progetto		✓	✓	✓	✓	✓
Cartografia	✓	✓				
Laser scanner				✓		✓
CAD/CAM		✓		✓		
3D Modeling		✓		✓		
FM					✓	✓
GIS	✓					
Imaging	✓	✓		✓		
Web Mapping /MLS	✓	✓			✓	
Telecontrollo Domotica					✓	

L'interazione tra le tecnologie e le fasi principali del ciclo integrato in edilizia

per rappresentare la collocazione spaziale di un'area o di un manufatto (Google Earth), ma anche l'uso di immagini stereoscopiche per documentare lo stato di avanzamento dei lavori.

Web mapping e MLS (Mobile Location Services) –

Rappresentano le tecnologie o le applicazioni che permettono di avere informazioni cartografiche specifiche sia in ambito web che nel più vasto ambito dei sistemi legati alla mobilità personale e di servizio; dai sistemi di navigazione sui telefonini, a quelli sui veicoli. Sapere dove è collocato un manufatto, come ci si arriva e come si *naviga* al suo interno (*Indoor Navigation*), sono esigenze sempre più diffuse, ecco perchè su qualsiasi sito internet delle agenzie immobiliari il manufatto è collocato su una mappa sensibile, mentre l'indirizzo serve a trovare il manufatto non più sulla mappa cartacea, bensì sul navigatore satellitare.

Domotica – E' una disciplina intimamente legata alle tecnologie ad al loro studio; l'obiettivo della domotica è migliorare la qualità della vita all'interno di ambienti antropizzati lavorando sulla sicurezza, sul risparmio dell'energia e la semplificazione nella progettazione degli ambienti stessi, fino a giungere ad una efficace e funzionale automazione degli edifici (*Building Automation*)

Le soluzioni e le tecnologie

Le soluzioni e le tecnologie sono ovviamente legate alle tecniche ed alle discipline appena elencate in maniera aderente al singolo progetto. L'avvertenza è che non sempre esistono delle chiare linee di demarcazione tra una determinata fase e l'altra nel *contesto del costruire*, e le soluzioni e gli strumenti così come li conosciamo sono comunque impiegati in diverse fasi e per diversi scopi; qualsiasi attività antropica in ambito territoriale, comunque, passa per le fasi di rilievo/conoscenza del territorio e di analisi dell'informazione a supporto degli

aspetti decisionali.

Venendo ai prodotti e alle soluzioni impiegati per la realizzazione di obiettivi specifici delle fasi già descritte, essi si possono riassumere nelle seguenti categorie:

Survey topografico - Per i rilievi topografici o i picchettamenti ci si serve di teodoliti, stazioni totali, sistemi GPS e sistemi laser. Si va dalle semplici soluzioni per il rilievo da poche migliaia di euro, fino a sistemi molto evoluti per il tracciamento e la guida delle cosiddette talpe impiegate nello scavo di tunnel e gallerie, i cui costi sono adeguati alle esigenze di robustezza e precisione della soluzione. Tra i maggiori fornitori di soluzioni in fascia alta troviamo Topcon, Trimble e Sokkia.

Machine control - I sistemi per l'automazione della cantieristica stradale e per il movimento terra in generale trovano largo impiego soprattutto all'estero, anche se negli ultimi anni anche in Italia stiamo assistendo al diffondersi di sistemi per la guida controllata dei diversi mezzi da cantiere. L'evoluzione di questi sistemi è tale che il progetto digitale (DTM) può essere caricato a bordo del mezzo, il quale procede in maniera completamente automatica fino alla definizione del profilo del terreno progettato. In questa maniera si ottiene un enorme risparmio di tempo e di risorse, eliminando quasi completamente il lavoro delle squadre topografiche per il picchettamento delle livellette e dell'opera d'arte.

CAD/CAM – I software CAD/CAM sono alla base della progettazione di un'opera civile o industriale. La genesi della progettazione risiede ovviamente nella rappresentazione digitale del terreno (o contesto) dato dal rilievo topografico, sulla scorta del quale si può implementare l'idea progettuale ed esecutiva. I sistemi CAD/CAM più diffusi in ambito professionale richiama alla memoria la piattaforma MicroStation di Bentley su cui si basano decine e decine di applicativi, ma anche le soluzioni più orientate al CAD di base come quelle targate Autodesk. Ovviamente diverse altre sono le piattaforme specialistiche come il sistema MOSS per la progettazione stradale e ferroviaria e tanti altri ancora.

Sistemi GIS – I sistemi GIS sono impiegati nell'intero ciclo vitale dell'infrastruttura: gestendo le informazioni cartografiche e catastali, operando analisi dell'impatto economico e ambientale dell'opera finendo con la gestione, attraverso la verticalizzazione delle applicazioni di *Facility Management*. Le soluzioni GIS disponibili sono diverse e basate su molteplici piattaforme, tra cui anche quelle in ambiente open source ultimamente abbastanza diffuse. I vendors più noti di piattaforme GIS sono ESRI, Bentley, Intergraph, Autodesk, e diverse altre soluzioni localizzate in aree specifiche.

Sistemi FM - I sistemi di *Facility Management* rappresentano la frontiera finale delle applicazioni per la gestione ordinaria e straordinaria sia dei manufatti che delle infrastrutture. I sistemi sono più o meno



Fig.3 - Google Earth rappresenta un ottimo strumento sia per costruire i modelli 3D attraverso lo strumento dedicato "sketch up", sia per fare marketing territoriale.

complessi, sia in funzione della specificità dell'applicazione, sia in funzione del tipo di contesto tecnologico (integrabilità, espandibilità, ecc.). I sistemi di FM rappresentano la convergenza tecnologica dei diversi aspetti del manufatto, ovvero della sua rappresentazione metrica, quantitativa e amministrativa. In sostanza un sistema FM è funzionale alle necessità di gestione, di manutenzione programmata e non, di rendiconto e movimentazione di arredi e impianti. Un sistema FM deve essere in grado di scambiare dati con un sistema centrale di ERP (*Enterprise Resource Planning*), oppure deve essere in grado di vivere autonomamente. Deve poter gestire il layout degli spazi commerciali da dare in locazione a soggetti terzi, ma alla stessa maniera deve poter gestire il layout degli impianti tecnologici attraverso cui erogare i servizi. Insomma un sistema FM può essere tutto questo e anche molto altro, in funzione delle scelte organizzative della proprietà o del gestore.

Software per gli aspetti catastali - I software per la gestione degli aspetti catastali, escludendo i sistemi GIS impiegati ad altro livello, non sono altro che quelli standard impiegati per i frazionamenti dei terreni e per gli accatastamenti dei manufatti: in sostanza le procedure dell'Agenzia del Territorio Pregeo e Docfa.

Software per la modellazione 3D - Le soluzioni per la modellazione 3D sono svariate, e si suddividono tra quelle impiegate in fase di progettazione e quelle impiegate in fase di gestione e/o simulazione di scenari, nel corso di attività di manutenzione o di *revamping* di impianti industriali.

Software per imaging o hardware di ripresa fotografica - Diverse possono essere le soluzioni di imaging utili nel corso delle attività di gestione di un manufatto: dall'analisi di immagini aeree in fase di progettazione, fino alla realizzazione di attività di documentazione post-opera.

Nel caso di opere infrastrutturali, spesso l'uso di immagini georeferenziate rappresenta un buon metodo di documentare lo stato di avanzamento dei lavori, mentre in specifici casi ove si renda necessaria una precisione *spinta* di tale documentazione (anche nell'ambito di controlli numeri sul costruito) si adottano addirittura procedure fotogrammetriche come la ripresa di coppie stereoscopiche e di punti topografici di appoggio.

Strumenti per il web mapping - Gli strumenti per il web mapping entrano in gioco in diverse fasi del ciclo costruttivo, a cominciare dal reperimento delle cartografie generali (spesso messe a disposizione sul web in modalità interattiva da parte delle regioni e del Ministero dell'Ambiente attraverso i portali cartografici) fino ai sistemi di consultazione e controllo in itinere del processo di costruzione di una infrastruttura. Infine, come già accennato, il web mapping entra a pieno titolo nell'interazione con il mondo dei manufatti, a valle del processo di costruzione, quando si tratta di localizzare il medesimo sulla cartografia dei servizi di trasporto, o semplicemente sul portale dell'agenzia immobiliare a cui è demandato il compito di collocare sul mercato l'immobile.

Sistemi per il telecontrollo e la domotica - Infine, anche se esulano di molto dal nostro campo, ci sono due altri ambiti tecnologici e disciplinari molto vicini sia all'ambito industriale e delle infrastrutture, sia all'ambito dei complessi abitativi. Questi ambiti sono appunto il telecontrollo e la domotica. Il telecontrollo spesso coniugato con la mappa dei sensori o dei



Fig.4 - Scavi e sbancamenti possono essere gestiti in maniera quasi automatica, semplicemente passando al dozer il modello digitale del terreno definito in progetto.

sistemi di monitoraggio, rappresenta un ambito funzionale dei sistemi GIS per la gestione delle reti tecnologiche, mentre per la domotica rientriamo in un uso tradizionale.

Gli attori

Diversi sono i soggetti che sono coinvolti nel ciclo integrato dell'edilizia, a cominciare dal progettista, per finire al committente pubblico o privato. Ma nella catena del valore aggiunto che si crea tra il progetto e la realizzazione, non vi è soggetto che non apporti il suo contributo di novità e di innovazione tecnologica. Geometri, capimastri, fornitori, operai, aziende immobiliari e manager, tutti danno il loro piccolo contributo in termini di innovazione, magari semplicemente accettando quelle piccole rivoluzioni quotidiane, come fu al tempo del passaggio dall'analogico al digitale e che ha visto pian piano il CAD sostituirsi ai tecnografi.

Conclusioni

Il mondo dell'edilizia o del costruito, come abbiamo visto fin qui, rappresenta un ottimo banco di prova per metodologie geomatiche di ampio respiro; nel corso della nota abbiamo potuto notare quanto sia solido il legame che unisce l'iniziale inquadramento geo-topografico, catastale, e geografico del territorio su cui si estende il tracciato autostradale o il lotto di un fabbricato, ad esempio, con il sistema di riferimento adottato in un sistema GIS che vede l'ultimo passaggio delle informazioni topologiche e metriche verso la gestione del bene.

Autori

DOMENICO SANTARSIERO
sandom@geo4all.it