

Ingegneria e grandi infrastrutture: dal rilievo del territorio al progetto esecutivo

- Il tema dell'ingegneria e delle grandi infrastrutture è un tema che raramente viene affrontato dal punto di vista dell'evoluzione e della coesistenza con le scienze geo-topografiche, territoriali e geomatiche. Al contrario il contesto di progetto e la realizzazione delle grandi opere civili e territoriali, richiedono specifiche specializzazioni in termini di procedure, tecnologie e maestranze. In tale contesto infatti le procedure operative del rilievo geo-topografico e ancor più le metodologie operative per il tracciamento ed il monitoraggio delle fasi di realizzazione dell'opera, richiedono un alto livello di specializzazione nelle scienze topografiche ed ingegneristiche.
- Parliamo inevitabilmente di tutte quelle opere quali: gallerie, viadotti, strade, costruzioni ferroviarie, piattaforme marine, e quant'altro ricade nei metodi topografici per l'industria ferroviaria e non solo. Nella nota che segue vengono pertanto affrontate alcune problematiche generali su tale tema, che definiscono, attraverso un'intervista realizzata per l'occasione, ad un operatore del settore gli aspetti pratici e quotidiani dell'operatore topografico nello svolgimento del suo lavoro.

Premessa

Il panorama che l'Italia dei "grandi lavori" – grandi opere oggi in fase di avanzata progettazione, e grandi opere *in pectore* o in via di delibera – ci stimola a dare un'occhiata alle problematiche che vanno affrontate in relazione alle grandi infrastrutture.

Tali problematiche, come vedremo, non investono solo gli aspetti pratici della realizzazione dell'opera, ma coinvolgono a fondo anche altri aspetti del lavoro del professionista, quali la sua capacità di porsi in relazione con altri tecnici a tutti i livelli, e di fare "gioco di squadra" pur nel rispetto dei ruoli e delle specifiche competenze di ognuno dei soggetti coinvolti.

Tali aspetti diventeranno oltretutto sempre più importanti, infatti con il progredire dell'integrazione con l'Europa, le imprese ed i tecnici italiani saranno sempre più chiamati a confrontarsi con la concorrenza e la controparte straniera, molto più di quanto non accada già oggi. In tale contesto diverranno essenziali, e gioco forza nell'affrontare il mercato, le capacità tecniche e le spiccate doti manageriali. Tale aspetto se oggi è specificità delle sole aziende che partecipano alle gare per i grandi lavori, nel prossimo futuro investirà in maniera diretta sia le piccole che le medie imprese e gli stessi professionisti.

La dimensioni del progetto

Uno dei primi problemi individuati come caratteristici nell'affrontare il tema di questa nota, è senz'altro la dimensione del progetto. Infatti se analizziamo la ti-

pologia del modello organizzativo tradizionale, ovvero quello più diffuso di tipo piramidale, ne consegue che per ogni livello decisionale della catena di direzione e per ogni specializzazione la visibilità e quindi la comprensione del progetto è limitata alle proprie competenze, ed in genere commisurata alla sola funzione che in esso si svolge.

Il riflesso pratico a questo modello organizzativo, è che nella maggior parte dei casi, più il tecnico è ad alto livello, meno conosce i dettagli del lavoro. Dettagli che vengono lasciati alla competenza di figure professionali di livello inferiore, che molto spesso pur conoscendo i dettagli, mancano della visione d'insieme delle problematiche tecniche e progettuali. Tutto ciò nella maggior parte dei casi si rivela fonte di disagi e di notevoli difficoltà nello svolgimento degli incarichi. Senza addentrarci ulteriormente nelle problematiche della organizzazione del lavoro, vogliamo qui ricordare come per alcuni grandi progetti, vengano anche

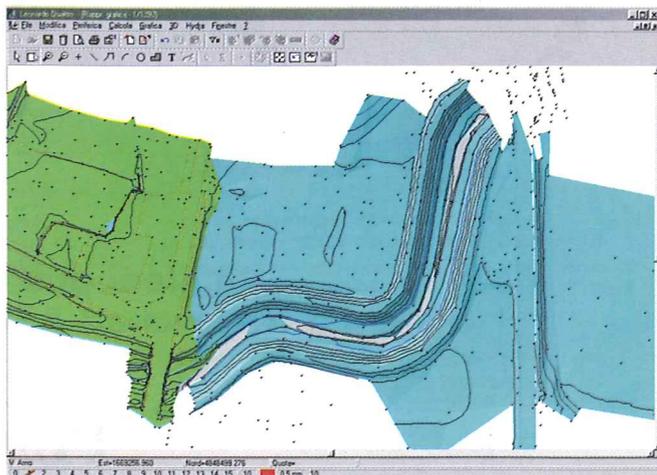
create strutture *ad hoc*, finalizzate all'esecuzione di una particolare opera, i cui componenti sono fortemente motivati e sensibilizzati sugli obiettivi da raggiungere e le cui competenze multidisciplinari diventano in una certa misura intercambiabili.

Un esempio in tal senso possono rappresentare gli Uffici Locali della TAV, che agiscono all'interno del progetto come vere e proprie strutture autonome.

La diversità dei soggetti

Un secondo aspetto di criticità nell'affrontare i temi legati alla gestione delle grandi opere ingegneristiche e territoriali, è rappresentato dalla varietà delle figure professionali coinvolte: geologi, urbanisti, esperti di VIA, oltre agli ingegneri progettisti veri e propri dell'opera. Questi ultimi frequentemente si trovano a concorrere alla realizzazione di un lavoro di cui spesso conoscono solo un aspet-

Un modello digitale del terreno con la cartografia al tratto.



to, se non fosse che spesso questi diversi tecnici non utilizzano lo stesso linguaggio né gli strumenti ad esso compatibili, pur dovendo lavorare tutti nel territorio interessato dalla grande opera.

Tra le criticità legate alla diversità dei soggetti che concorrono alla realizzazione delle opere infrastrutturali, una in particolare è rappresentata dalla varietà degli Enti che a diverso titolo entrano in gioco nell'esecuzione dell'opera. In tal caso i ruoli non sono sempre gli stessi ed un Ente, che per una grande opera rappresenta la Committenza, in una diversa occasione può avere funzioni consultive o di verifica, con possibili confusioni di ruoli e diverso comportamento a seconda dei casi.

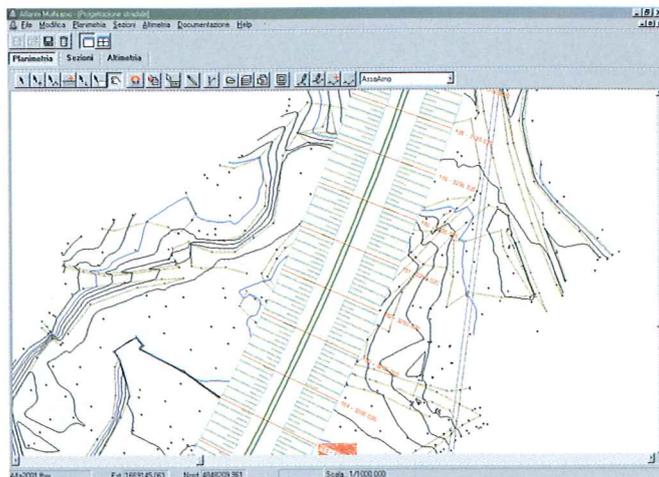
Come si vede lo scenario delineato è abbastanza movimentato e privo di riferimenti certi; talvolta si trasforma anzi in un vero e proprio dedalo di pareri e decisioni incrociate o contrastanti, che si rifanno a norme spesso disomogenee, quando non addirittura in disaccordo e di applicazione incerta, spesso portando all'impaludamento della grande opera.

Per sbrogliare la matassa, pensiamo che avrà sempre maggior importanza la figura del project manager, tecnico "non-tecnico", figura trasversale e di raccordo, in grado di relazionarsi con progettisti, amministratori e politici, e di capire il linguaggio di tutti senza appartenere a nessuna di queste categorie. Una figura di questo genere al momento è molto rara, non essendoci - per quanto ne sappiamo - scuole che formino simili professionalità.



Il geom. Augusto Ferrari durante una campagna topografica.

Elaborato planimetrico con curve di livello.



Un parere dal vivo

Se dal punto di vista organizzativo e manageriale le variabili sono molte e richiedono un approccio deciso ma cauto, altrettanto diversificata è la situazione dal punto di vista tecnico, anche se sotto questo aspetto le soluzioni sono relativamente più semplici - per chi abbia le idee chiare, s'intende.

Per avere un parere di prima mano, espresso "dall'interno" di una grande opera, abbiamo chiesto qualche conferma ad Augusto Ferrari, professionista apprezzato ed affermato in Parma, titolare dello studio AlfaProgetti.

Ferrari, geometra, figura nota nell'ambiente della progettazione esecutiva di grandi infrastrutture e relativa direzione lavori, viene da una ventennale esperienza svolta in questo settore, sempre con base a Parma, con la società Sotiservice,

ed attualmente è impegnato con ruoli e funzioni diverse in lavori di progettazione ferroviaria, e di recupero e riqualificazione di grandi aree industriali dismesse. Ferrari professionista rilevatore topografo (quindi fornitore di rilievi ai progettisti) e progettista (quindi committente di rilievi), in quanto figura "di confine" ci è sembrato la persona adatta a cui chiedere un parere sugli aspetti tecnici ed organizzativi precedentemente delineati.

Le tecniche e gli strumenti: l'importanza della continuità di processo.

Uno dei requisiti essenziali per la buona riuscita di un'opera vuole che la progettazione sia eseguita su di un buon rilievo, eventualmente ben eseguito; in sostanza, bisogna partire con il piede giusto. Per quanto ne sappiamo, non sempre è stato così. Che ne dice, Ferrari?

Certamente, il rilievo è essenziale, sia per acquisire informazioni che non siano riportate con il livello di dettaglio richiesto sulla cartografia esistente, sia per la verifica della qualità della cartografia stessa.

Non era inconsueto, in passato, che un progetto di massima fosse basato sulla cartografia esistente, non verificata o non aggiornata, e che passando alla progettazione esecutiva lo si dovesse modificare perché si sarebbero incontrati ostacoli o vincoli non riportati dalla cartografia utilizzata.

Oggi, per le grandi infrastrutture come per i progetti più impegnativi, un rilievo di base viene sempre eseguito prima di iniziare la progettazione, e viene eseguito in modo da poterlo aggiornare e migliorare, per dirla con un termine

Fiera di Padova, 20-23 marzo

SEP 2002

libero mercato, libera tecnologia

Gli operatori dell'ambiente e della città sanno che il loro appuntamento nel 2002 è a Padova, a Sep pollution, il salone interamente dedicato ai professionisti del settore. Sep 2002 è più grande e più interessante: in un quartiere con spazi cresciuti del 50%, in un'area espositiva suddivisa in 5 set-

tori: Sep - servizi pubblici e antinquinamento; Urbania - traffico e arredo urbano; Energy - produzione energetica; Compost - salone del compostaggio; Sitgas - mostra del metano in Europa e nel Mediterraneo. E, per il pubblico, la mostra delle Associazioni VERDEBLÙ. Arrivederci a Padova.



PadovaFiere

Maggioli
FIERE

e c o - t e c h n o l o g i e s e x h i b i t i o n

s e p e n e r g y u r b a n i a c o m p o s t s i t g a s



informatico, implementare; man mano che la progettazione progredisce.

Questo significa che si esegue sempre un rilievo di dettaglio?

Il livello di dettaglio del rilievo dipende da diversi fattori, fra i quali il tempo disponibile è uno dei più importanti. Se il tempo è limitato, si esegue una restituzione aerofotogrammetrica, vincolandola a punti di controllo rilevati con metodi tradizionali; se il tempo a disposizione lo consente, conviene eseguire un rilievo a terra, con metodi tradizionali o con il GPS; questo rilievo verrà poi utilizzato anche per la progettazione esecutiva, ed il suo maggior costo iniziale verrà recuperato ampiamente in seguito, consentendo un lavoro di qualità fin dalle prime fasi della progettazione.

Con l'avvento del GPS si è standardizzato l'impiego di un particolare sistema di riferimento?

No, o meglio, non ancora. In realtà si utilizza... di tutto. Talvolta il committente impone un sistema di riferimento agganciato a suoi punti noti - alcuni grandi Enti dispongono addirittura di una propria rete di inquadramento; altre volte, ci si aggancia alla rete d'inquadramento IGM.

Attualmente per la progettazione ferroviaria si utilizza sempre più spesso l'inquadramento IGM95, mentre per lavori civili di estensione più limitata si utilizzano tranquillamente coordinate rettilinee, quando non addirittura catastali. Tuttavia nella maggior parte dei casi bisogna fare i conti con quello che c'è, cioè con cartografia di qualità eterogenea, orientata su sistemi di riferimento diversi, e convertire le coordinate.

In questo è molto utile che il program-

ma di calcolo topografico che viene utilizzato consenta di correggere gli errori e di eseguire queste conversioni in modo semplice; io utilizzo il software Leonardo da dodici anni, ed i risultati sono sempre stati positivi.

Come si tiene conto dei vincoli locali, piani regolatori, piani particolareggiati di attuazione, e simili? E' sufficiente la cartografia fornita dai Comuni o dagli Enti che hanno steso questi Piani?

Non sempre, considerando che le Zonizzazioni sono fatte generalmente in modo grafico direttamente sulla carta CTR. Intendo dire che su una carta 1:10.000 una riga tracciata con i trasferibili, spesso 2mm, può spostare un confine di 20 metri, per esempio includendo o escludendo una strada: una catastrofe, se ci si rifà alla carta tal quale; in questi casi il topografo, che deve dare al progettista risposte certe, non può che andare a verificare i punti dubbi presso l'ente che ha prodotto il piano. Tutto questo finirà solo quando sarà generalizzato l'impiego dei sistemi GIS, e quando IGM95 avrà preso piede: allora non ci saranno più dubbi o interpretazioni.

L'elaborazione dei dati finalizzata al progetto

Una volta eseguito il rilievo, che cosa si fa? Lo si restituisce tal quale, si disegnano piani quotati o cartografia o si fanno modelli numerici e files su disco? Insomma: si produce carta o numeri? E con quali programmi?

Oggi per i progettisti si producono soprattutto numeri, e la carta, come suppor-

to, tende a perdere di importanza, almeno a un certo livello; certo, le copie eliografiche tratte dal disegno su lucido servono ancora, per i timbri e le firme, e quindi i disegni finali vanno ancora fatti su carta. In futuro, chissà, con la firma elettronica...

Per la restituzione in genere si impiegano diversi programmi che consentono lo scarico dei dati dal registratore di campagna, l'elaborazione topografica, la eventuale modellizzazione del terreno, e la produzione degli elaborati grafici utili per il progettista (piani quotati, carte a curve di livello, sezioni, profili), oltre alla generazione dei modelli numerici richiesti dai vari professionisti che entrano in gioco.

Quali devono essere le caratteristiche di questi programmi? I programmi commerciali disponibili sul mercato sono sufficienti, o è talvolta necessario ricorrere a soluzioni personalizzate per risolvere particolari problemi?

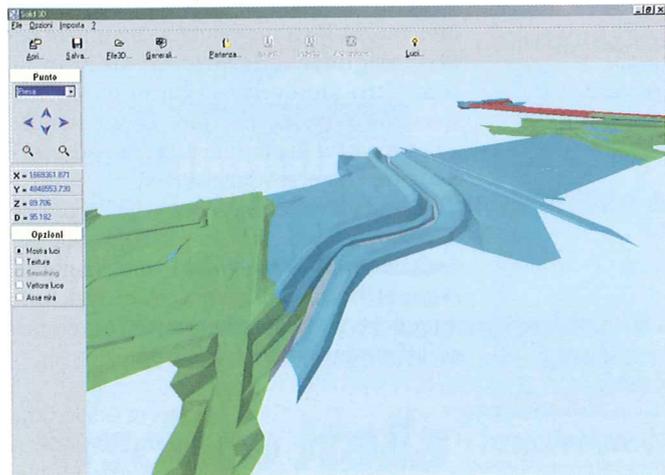
I programmi devono essere innanzitutto affidabili e semplici da utilizzare. Con questo non intendo che devono sostituirsi al tecnico: un programma, per quanto ben studiato, non potrà mai coprire tutta la casistica che si incontra nella pratica professionale. Piuttosto, dev'essere sufficientemente versatile da poter essere "piegato" a fare quello che il tecnico desidera, e deve soprattutto essere ben supportato dal produttore, che ne deve garantire l'assistenza, la manutenzione e lo sviluppo. Come ho già detto, io utilizzo Leonardo da sempre, e ho trovato in questa software house un partner affidabile e disponibile, e nei loro programmi degli attrezzi di lavoro robusti, che mi hanno dato diverse soddisfazioni.

Ha accennato alla modellizzazione del terreno; che cosa s'intende con questo termine? Il progettista ne ha bisogno?

Modellizzare il terreno vuol dire descriverlo in forma numerica; i modelli possono essere di diversi tipi, ed essere generati da dati diversi.

In genere da un rilievo topografico si genera un modello a facce triangolari appoggiate sui punti del piano quotato, e questo si chiama TIN (Triangulated Irregular Network). Dagli stessi dati, si può generare anche un DTM (Digital Terrain Model), un modello analogo ma generato su una maglia quadrata regolare.

Un altro tipo di modello numerico è invece il DEM (Digital Elevation Model), che non è altro che una grossa matrice di nu-



Il modello DTM rappresentato in modalità texture con vista prospettica.

meri che rappresentano le quote del terreno su una maglia di passo costante; questo tipo di modello è molto interessante, in quanto alcune regioni stanno producendo il DEM per il loro territorio, analogamente a quanto hanno fatto per la CTR.

Per quanto riguarda la seconda domanda, la risposta è affermativa, il progettista può trarre molto vantaggio dall'impiego di un modello numerico del terreno, specialmente se la progettazione in cui è impegnato è delicata e richiede continui aggiustamenti.

Pensiamo alla progettazione di una strada: in teoria sarebbe sufficiente rilevare un numero limitato di sezioni terreno lungo l'asse, e impostare su queste il progetto. Tutto va bene se non si tocca la planimetria; però, nel caso di una modifica importante alla planimetria, come lo spostamento dell'asse, il lavoro risulterebbe da rifare, su altre sezioni terreno rilevate ex-novo.

Disponendo invece di un modello numerico, il programma di progettazione stradale si limita a ricalcolare le sezioni terreno dal modello numerico, ricalcolando poi le sagome parametriche di progetto. Il software che utilizzo, Atlante, lavora in questo modo, svincolandomi da tutte le operazioni noiose e ripetitive e permettendomi di concentrarmi sulla parte più interessante e, se vogliamo, creativa del lavoro, la progettazione vera e propria.

Gli strumenti di analisi e di progettazione

Che strumenti si usano per la progettazione? Che cosa chiedono i progettisti al topografo?

Come detto, attualmente si producono essenzialmente numeri, in diverse forme, cioè files in formati diversi. Un problema

importante è che spesso non sono chiare le specifiche che i dati devono soddisfare. Mi spiego: non basta dire che i dati – di partenza, tipo cartografia esistente, o richiesti dal progettista – devono essere in formato ASCII o DXF o PQR: bisogna specificare come sono strutturati i files; e questa è una parte del problema. L'altra parte del problema è che ognuno richiede i dati nel formato più comodo per lui – o meglio, per i programmi di elaborazione che utilizza, che spesso sono vecchi formati ereditati da altrettanto vecchi programmi, dei tempi del FORTRAN o più vecchi ancora.

Questo significa che il formato dati o la struttura di un file DXF che può andar bene per l'ENEL può non essere esatto per le Ferrovie, l'ANAS o la SNAM.

E questo ha effetto...

...sui tempi di elaborazione e quindi, soprattutto, sui costi. Ci vorrebbe una unificazione, uno standard comune. Per esempio, prendiamo la CTR: alcune regioni hanno semplicemente messo su CD la CTR cartacea, e quindi disponiamo di immagini raster – non sempre bellissime, per la verità – delle loro carte. Altre regioni forniscono la CTR in formato DXF non strutturato, un calderone vettoriale in cui c'è tutto e il contrario di tutto, altre usano invece un DXF strutturatissimo, e quindi ti infliggono il castigo di centinaia di layer semivuoti e inutilmente ingombranti.

Attualmente, come si risolve il problema?

Per quanto riguarda la restituzione dei rilievi, in genere è sufficiente che il programma utilizzato sia dotato delle uscite più comuni. In caso si manifestino esigenze particolari di strutturazione dei files, è importantissima la disponibilità della software house a realizzare inter-

facce *ad hoc*. Per la progettazione, il discorso è analogo: in mancanza di uno standard per lo scambio di dati, la versatilità dei programmi e la disponibilità di interfacce – anche realizzate su richiesta dell'utilizzatore – sono essenziali.

Come già detto, non è pensabile che un programma faccia "tutto" e disponga di "tutte" le interfacce immaginabili; è invece molto importante che questo programma sia personalizzabile e implementabile con le funzioni che servono. Per quanto mi riguarda ho sempre trovato in Leonardo e nel loro agente di Parma, Eurotec, dei partner molto validi.

Dal progetto al picchettamento dell'opera

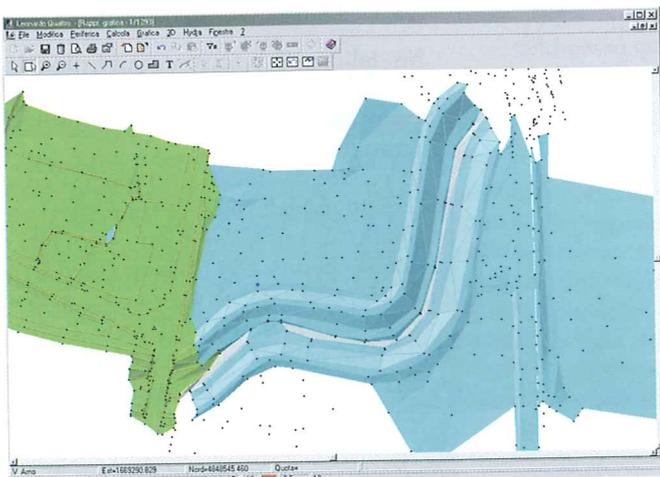
Il rilievo, la progettazione di massima, quella esecutiva, il tracciamento e picchettamento dell'opera, la verifica finale, la produzione degli elaborati accessori (espropri, frazionamenti, pratiche catastali, etc): sembra essere un flusso logico e continuo. E' realmente così?

Sarebbe bello se lo fosse; in realtà, per molteplici ragioni, passano anni fra l'impostazione di un progetto e la sua realizzazione, e sia il terreno che le norme possono subire notevoli modificazioni in questo lasso di tempo. In queste condizioni, il grande lavoro si frammenta in episodi, inframmezzati ad altri lavori e questo in una certa misura nuoce alla qualità complessiva del risultato finale, anche tenendo conto del fatto che il territorio si modifica in continuazione, e la situazione sul campo cambia con esso.

Conclusioni

Un articolo non è certo in grado di esaminare a fondo gli aspetti tecnici e funzionali di un tema così ampio. A conclusione di questa nota possiamo comunque affermare che tra le esigenze primaria per una migliore operatività, dobbiamo senz'altro annoverare una migliore formazione e specializzazione del personale, e la necessità di standardizzare processi e dati che i diversi soggetti devono condividere dalla fase di progetto a quella di realizzazione. Necessità imprescindibili per realizzare gli obiettivi di una maggiore competitività del mercato, quindi una maggiore predisposizione delle aziende ad affrontare i mercati Europei

A CURA DI GUIDO COVA
Leonardo Software House
gcova@leosh.com



Un modello digitale del terreno con la semina dei punti topografici rilevati..