

# Gis e topografia

**Elena Lucchi**

**L**e tecnologie dell'informazione (IT - *Information Technologies*) hanno modificato integralmente il modo di vivere, di lavorare e di pensare dell'uomo contemporaneo. Lo sviluppo nel settore edilizio (ITC - *Information Technologies in Construction*) è piuttosto

recente: risale al 1960 con la comparsa dei primi sistemi CAD (*Computer Aided Design*) per il disegno bidimensionale, che assistono l'Ufficio Tecnico nelle diverse fasi progettuali, ottimizzando i tempi e le modalità grafiche, gestionali e costruttive, oltre a consentire l'archi-

**Software per l'acquisizione, la memorizzazione, l'analisi e la trasformazione di informazioni derivanti da dati geo-referenziati, i Geographic Information Systems mostrano tutta la loro utilità in ambito territoriale, urbanistico e paesistico**

vio digitale delle tavole e il riutilizzo dei pacchetti grafici.

Prima e importante innovazione è la nascita della modellazione solida che risale all'introduzione di UNI-solids (1981), il primo prototipo di disegno tridimensionale realizzato da Unigraphics, e all'inserimento delle prime funzionalità 3D nella decima versione di AutoCAD prodotta da Autodesk (1982). La vera svolta risale agli anni Novanta quando, la diffusione capillare di Windows e di Internet, i miglioramenti prestazionali introdotti dalle *Spatial Technologies* e dal motore grafico ACIS e la diminuzione dei prezzi di hardware e software hanno aumentato la diffusione degli strumenti di progettazione architettonica assistita dal Computer.

Altra grande innovazione è l'introduzione dei database, ovvero di un insieme di dati organizzati secondo criteri ben pre-

Geographic Information System		
Azienda produttrice	Software	Funzionalità specifiche
Autodesk	Map 3D 2007	Integrazione tra CAD e GIS aperta e flessibile Caricamento rapido delle informazioni Modifica e gestione di un'ampia varietà e quantità di dati geospaziali
SierraSoft	Sitio	Costruzione, mantenimento, gestione e analisi del GIS Gestione contemporanea di tabelle di dati, temi vettoriali e temi raster
Terra Nova	ThreeX	Generazione di dati geografici tridimensionali Creazione di un modello digitale, tridimensionale e dinamico del terreno Effetti realistici di sorvolo
Eldasoft	Alice GIS Urbanistica	Rappresentazione e gestione cartografica delle informazioni territoriali Acquisizione dei dati su base cartografica e catastale Gestione e controllo dell'attuazione degli strumenti di pianificazione

cisi che ne facilitano la consultazione. I primi esempi, che permettevano l'accesso a una singola base di dati, risalgono agli esordi dell'informatica (1960-70). L'esigenza di compiere analisi complesse e interrelate ha portato alla nascita dei Database Management System (DBMS), un insieme di programmi progettati per gestire molti database strutturati. In passato, l'elevato impegno economico derivante dall'acquisto degli hardware necessari ha limitato l'impiego alla contabilità e alla gestione delle risorse umane delle grandi imprese. L'abbassamento dei costi degli hard disk ha portato alla diffusione capillare del DBMS nelle aziende, negli uffici pubblici e negli studi professionali. Il GIS, un DBMS che gestisce database geografici, trova particolare applicazione nella pianificazione territoriale e urbanistica.

## Sistemi GIS

Il GIS, acronimo di *Geographic Information System*, è un insieme complesso di software che permettono l'acquisizione, la memorizzazione, l'analisi e la trasformazione di informazioni derivanti da dati geo-referenziati. I dati sono rilevati a distanza attraverso una famiglia di satelliti multispettrali dotati di un sistema di puntamento mobile, detti *Système Probatoire d'Observation de la Terre (SPOT)*. I dati geografici sono rappresentati attraverso un modello informatico flessibile e capace di adattarsi ai fenomeni reali, che associa una o più descrizioni alfanumeriche a ciascun elemento geografico. Il sistema comprende tre tipologie di informazioni:

- Geometriche relative alla rappresentazione cartografica degli oggetti reali attraverso la forma (punto, linea poligono), la dimensione e la posizione geografica;
- Topologiche riguardanti le relazioni reciproche di connessione, adiacenza, inclusione che si instaurano tra gli oggetti;
- Informative riferite ai dati numerici o testuali associati a ogni oggetto reale.

Il GIS memorizza la posizione geografica di ciascun elemento, utilizzando un siste-

## Gis e Cad

**1. Elaborazioni topografiche con Topko 11, il software per la gestione dei rilievi e la creazione di modelli matematici tridimensionali (SierraSoft).**

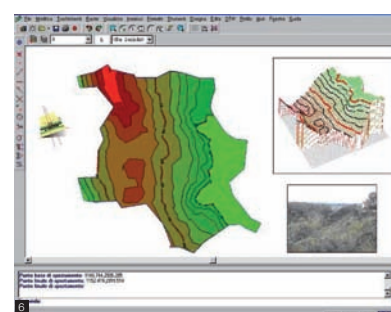
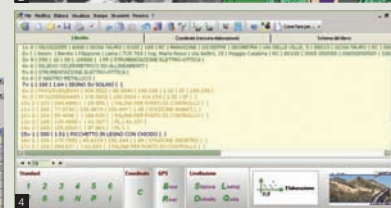
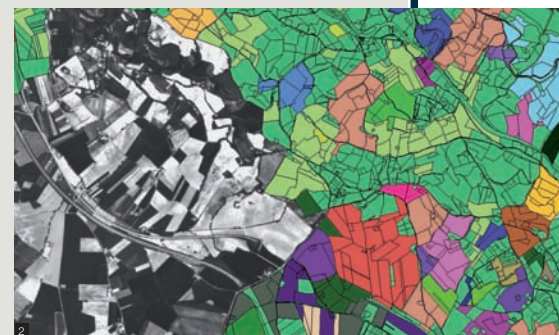
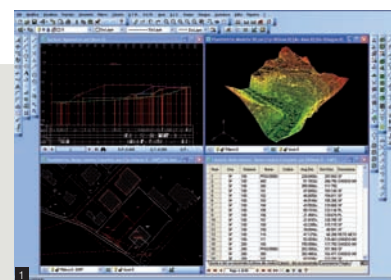
**2. Elaborazioni di dati geografici in formato vettoriale e raster con ShArc (Terra Nova).**

**3. Programmazione dei lavori urbani con Alice GIS Lavori (Eldasoft).**

**4. Riconfinamento territoriale con Limiti 2000 (Topoprogram).**

**5. Elaborazione del libretto catastale con Tabula 2000® Professional (Topoprogram).**

**6. Mappatura territoriale con Tabula t (Topoprogram).**



ma di proiezione reale. Esso è in grado di gestire contemporaneamente i dati provenienti da diversi sistemi di proiezione e riferimento, come Gauss Boaga o UTM. Le informazioni poi sono organizzate in un database relazionale (*Relational DBMS*) che, a differenza del DBMS tradizionale basato su una struttura "ad albero", utilizza una serie di tabelle di dati, in cui gli attributi sono collegati tra loro mediante relazioni multiple.

Per rappresentare gli oggetti il GIS utilizza dati vettoriali e raster. I primi sono costituiti da elementi semplici, come punti, linee e poligoni, codificati e memorizzati attraverso un sistema di coordinate cartesiane che individuano la localizzazione reale degli elementi sulla superficie della terra. Un punto è rappresentato da una coppia di coordinate reali  $(x_1, y_1)$  mentre una linea o un poligono dalla posizione dei suoi nodi  $(x_1, y_1; x_2, y_2; x_n, y_n)$ . Queste caratteristiche sono immagazzinate in una tabella che contiene tutti gli attributi dell'oggetto. La cartografia vet-

toriale è adatta per rappresentare dati che variano in modo discreto, come la posizione delle strade, le curve di livello, le fasce altimetriche e i grigliati regolari di punti.

I dati raster invece restituiscono il mondo reale attraverso una matrice di celle quadrate o rettangolari, dette pixel. Nel GIS, a ogni pixel è associato un attributo che definisce le caratteristiche dell'elemento territoriale. La dimensione del pixel (espressa in pollici, centimetri, metri,

...) è inversamente proporzionale alla precisione della carta digitale. I dati raster possono essere acquisiti direttamente con lo scanner o ricavati dall'elaborazione di dati raster o vettoriali già acquisiti. Le immagini raster sono adatte per rappresentare dati a variabilità continua, come i modelli digitali in elevazione, le pendenze, le ombreggiature o le carte ipsometriche.

### Funzionalità del GIS

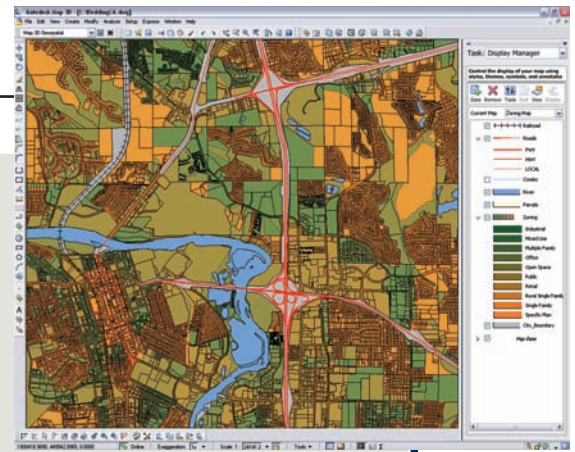
Il GIS mette in relazione dati diversi sulla base del loro comune riferimento geografico: attraverso l'organizzazione e l'elaborazione dei dati esistenti è possibile creare nuove informazioni. La funzionalità principale è proprio legata alla trasformazione degli elementi geografici che sono associati a ciascun attributo. Il GIS comprende anche una serie di strumenti che facilitano la personalizzazione e l'adattamento alle esigenze specifiche dell'utente. La sua utilità è evidente in ambito territoriale, urbanistico e paesistico, dove permette di creare cartografie digitali che uniscono dati qualitativi e quantitativi, come ad esempio la mappa dell'uso del suolo o della classe energetica degli edifici ordinati per tipologia edilizia o per

### Sitio

Sitio, prodotto SierraSoft, è un sistema integrato che consente la costruzione, il mantenimento e l'analisi del GIS. Il programma è ottimale per il rilievo diretto dei dati e per la restituzione del disegno e delle informazioni collegate agli oggetti anche ad altri sistemi GIS. Consente, infatti, di gestire contemporaneamente tabelle di dati, temi vettoriali e temi raster e comprende sofisticati strumenti per l'inserimento, l'interrogazione e la modifica di dati grafici e analitici. Le tabelle di attributi possono essere create direttamente nel pro-

### Map 3D

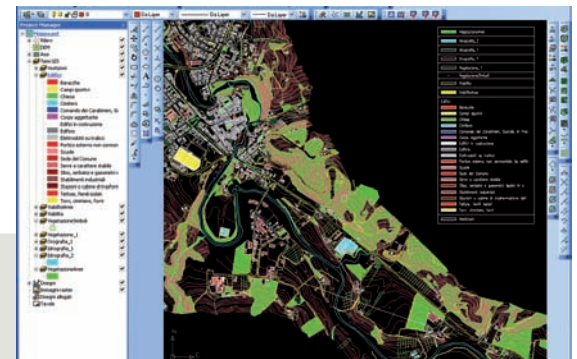
Map 3D, prodotto da Autodesk e basato sulla piattaforma AutoCAD, fornisce una pratica funzione di cartografia agli utenti che devono integrare le informazioni CAD e GIS in modo aperto e flessibile. Il programma consente il caricamento rapido, la modifica e la gestione di un'ampia varietà e quantità di informazioni geospaziali, automatizzando interi flussi di lavoro, dalla creazione dei dati alla pubblicazione su Web o Intranet. Si integra, pertanto, con le implementazioni GIS esistenti, garantendo l'accesso di lettura e scrittura a un'ampia varietà di fonti di dati geospaziali, che possono anche essere inseriti in banche-dati prodotte da altre software houses. La versione 2007 si caratterizza per il miglioramento delle prestazioni grafiche e delle funzioni di accesso e di gestione dei dati e per la possibilità di integrare le informazioni in un unico ambiente operativo. Sono presenti anche nuovi strumenti per la tematizzazione e la creazione di carte, mappe e progetti e funzionalità di modifica multi-utente. Il programma permette l'importazione dei files di Civil 3D, il software per la progettazione infrastrutturale, e la pubblicazione semplificata su server Web delle informazioni spaziali con MapGuide Open Source o con MapGuide Enterprise.



**Mappa GIS creata con Map 3D che illustra l'uso del suolo (Autodesk).**

epoca di costruzione. Questa funzionalità, detta di "overlay topologico", consente la sovrapposizione tra due temi diversi, nell'intento di creare una nuova mappa di sintesi (o tematismo). Esempio

gramma ed è possibile generare automaticamente dei campi che contengono le proprietà grafiche dell'oggetto (area, lunghezza, coordinate centroide o quota). Gli attributi possono essere di tipo numerico, testo, booleano, memo, data/ora, collegamento a un file esterno o lista di opzioni. La possibilità di definire le richieste da eseguire durante il disegno rende rapido l'inserimento dei dati: ad esempio è possibile associare automaticamente i dati alfanumerici e posizionare l'etichetta vicino all'oggetto grafico. Le interrogazioni possono essere eseguite sui dati alfanumerici, sulle proprietà grafiche o sul-



**Elaborazione GIS effettuata con Sitio, un sistema integrato che consente la costruzione, il mantenimento, la gestione e l'analisi del GIS (SierraSoft).**

la posizione dell'oggetto. I dati possono essere importati ed esportati nei formati: ArcView, ArcInfo, MapInfo, AutoCAD Map, DXF, Esri Shape, NFT. Il programma è abbinabile agli altri prodotti della linea Geomatics, in particolare è possibile utilizzare direttamente nel GIS i dati rilevati ed elaborati con Topko. (SierraSoft)

significativo di questo tipo è la possibilità di sovrapporre i confini di un parco con i confini comunali al fine di determinare le superfici di competenza di ogni amministrazione o la percentuale di area comunale protetta. La "mosaicatura", invece, permette di unire più mappe digitali per rappresentare un territorio nella sua continuità spaziale.

La funzionalità di "network analysis", partendo da una rete di elementi lineari come la rete stradale, consente di determinare i percorsi minimi tra due punti mentre la "segmentazione" è una procedura matematica che applica algoritmi sui temi lineari per individuare con precisione la distanza tra un punto e l'inizio del tema. La funzionalità di "buffering", partendo da un tema puntuale, lineare o poligonale, definisce un "poligono di rispetto" a una distanza fissa o variabile in funzione degli attributi dell'elemento. Interessanti anche le "query spaziali" ovvero la possibilità di interrogare le basi di dati in relazione a criteri spaziali di vicinanza, inclusione o sovrapposizione.

### GIS e SIT

In Italia i termini GIS e SIT, acronimo di Sistema Informativo Territoriale, sono utilizzati come sinonimi. Diversi autori, però,

## ThreeX Real-GIS

ThreeX Real-GIS, sviluppato da Terra Nova, è un GIS che permette di generare il modello digitale, tridimensionale e dinamico del terreno partendo da dati geografici quotati. È possibile sovrapporre al modello tutte le informazioni necessarie, associando anche la visualizzazione di report e fotografie e l'apertura di documenti e siti Internet. Il software può anche generare informazioni derivate dal modello tridimensionale, come carte in formato raster e vettoriale ed elaborazioni 3D. È anche

possibile pubblicare in Internet il modello e utilizzare le funzionalità di visualizzazione e di sorvolo interattivo e realistico. È indicato per la creazione di piani di gestione territoriale, piani dei trasporti, mappe di rischio, piani di protezione civile e mappe turistiche. La suite ThreeX si basa sui prodotti:

- ThreeX RealGIS Viewer, un visualizzatore gratuito che consente la navigazione tridimensionale su modelli pre-configurati;
- ThreeX RealGIS Designer, un visualizzatore avanzato che permette la personalizzazione di alcuni componenti del modello, con la possibilità di definire punti di vista o percorsi nuovi e di generare filmati AVI, basandosi sui percorsi predefiniti o realizzati "on-line" con gli strumenti di navigazione manuale;
- ThreeX Editor che permette la completa personalizzazione dei modelli e la generazione di informazioni derivate dal 3D.

(Terra Nova)



**Elaborazione GIS con ThreeX Real-GIS, un software che consente di generare il modello digitale, tridimensionale e dinamico del terreno partendo da dati geografici quotati (Terra Nova).**

## MobileMapper™

MobileMapper™ è un sistema portatile di mappatura che combina la raccolta dati GIS con un software di navigazione in uno strumento palmare. È rinforzato da un software per PC che visualizza, edita e trasporta i dati. Il ricevitore e il software dialogano direttamente con i GIS ESRI, Autodesk e MapInfo, dai quali possono importare le mappe e la struttura del database. Questa funzione consente di creare e aggiornare i propri dati direttamente sul campo. Contiene le mappe di tutta Europa, compresi gli stradari delle città e migliaia di punti di interesse e l'opzione DirectRoute indica le strade da percorrere, aiutata da una segnalazione acustica e da pittogrammi. Il sistema è utilizzato e certificato dalla Comunità Europea per il calcolo delle aree per l'emanazione dei sussidi comunitari in campo agricolo.

(Codevintec Italiana)

**MobileMapper™, il sistema portatile di mappatura che combina la raccolta dati GIS con un software di navigazione in uno strumento palmare (Codevintec Italiana).**



sostengono che vi siano differenze sostanziali tra le due definizioni. Il SIT, infatti, può essere inteso come l'insieme dei dati geografici organizzati per uno specifico territorio, mentre il GIS è lo strumento che consente di accedere, visualizzare, gestire e modificare i dati geo-referenziati.

### GIS e CAD

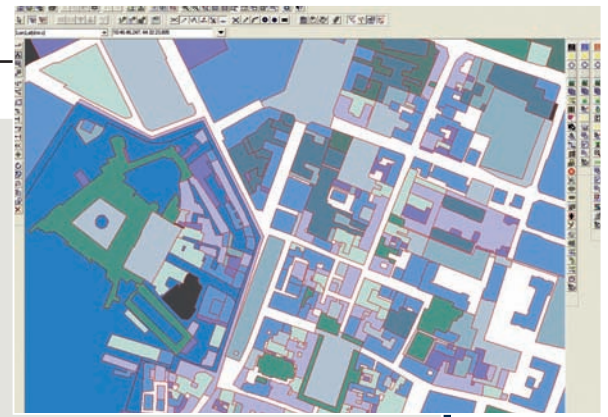
Il mercato richiede una sempre maggiore integrazione tra sistemi CAD e GIS per creare, gestire e condividere le informazioni spaziali, migliorando l'efficienza operativa anche nella progettazione urbanistica e territoriale. I programmi costituiscono un supporto importante per i settori dell'amministrazione comu-

nale, dei lavori pubblici, dei trasporti e dei servizi, in quanto consentono di razionalizzare la gestione dei lavori e di velocizzare i tempi organizzativi.

Gli esempi in questo senso sono molteplici, a cominciare dalla produzione Autodesk che, oltre al GIS (Map 3D 2007), comprende anche programmi compatibili per la gestione delle informazioni spaziali (Raster Design e MapGuide Enterprise) e per la progettazione infrastrutturale (Civil 3D). Raster Design consente di modificare o di vettorizzare i disegni scansati: in questo modo è possibile integrare carte, fotografie aeree, immagini satellitari e modelli digitali di elevazione. La linea Geomatics di SierraSoft risolve in modo semplice molteplici problematiche legate alla topografia, allo studio morfologico del terreno, alla progettazione di cave e discariche, alla contabilizzazione stradale, ferroviaria e idraulica. Oltre al GIS (Sito), appartengono a questa linea: Topko, un software per la gestione del rilievo topografico, catastale e per la modellazione tridimensionale del terreno; ProSt II, un pacchetto destinato alla progettazione e alla contabilizzazione delle opere civili; Rasta II che contiene una procedura di vettorizzazione automatica e permette di ottenere disegni ibridi raster-vettoriali; Matra che conver-

## Alice GIS Urbanistica

Alice GIS Urbanistica di Eldasoft è un potente modulo per la rappresentazione e la gestione cartografica delle informazioni territoriali. Il GIS consente la modellizzazione urbanistica, l'acquisizione delle informazioni relative allo spazio costruito su base cartografica e catastale, la gestione e il controllo degli strumenti di pianificazione e delle relative norme. È possibile anche registrare i dati cartografici e le informazioni descrittive riguardanti ogni elemento localizzabile sul territorio, come piani urbanistici, particelle catastali, edifici o unità immobiliari. Il software permette di importare e di aggiornare periodicamente i dati catastali forniti dall'Agenzia del Territorio, mantenendo anche lo storico della cartografia stessa. Possono essere aggiunti anche i dati relativi agli strumenti urbanistici, alle carte tecniche e agli aero-fotogrammetrici. La perfetta integrazione con i moduli Alice Pratiche Edilizie, Alice Anagrafe Edilizia e Alice Gestione Urbanistica, garantisce la disponibilità in ambiente GIS di tutte le funzioni necessarie all'Ufficio Tecnico e la possibilità di fare interrogazioni bi-direzionali tra ambiente alfanumerico e grafico. È possibile anche ottenere carte tematiche e produrre il CDU relativo a uno o più mappali direttamente dal GIS, componendo un file in formato word con l'estratto di mappa e l'elenco delle norme e dei vincoli del PRG. (Eldasoft)



**Mappa GIS generata con Alice GIS Urbanistica, un modulo per la rappresentazione e la gestione cartografica delle informazioni territoriali (Eldasoft).**

te le coordinate da un sistema geografico a un altro e Vista, un sistema di visualizzazione 3D, rendering e animazione

del modello di rilievo in tempo reale.

I prodotti Terra Nova comprendono il GIS (ThreeX Real-GIS) e "ShArc", un

## Limiti CE

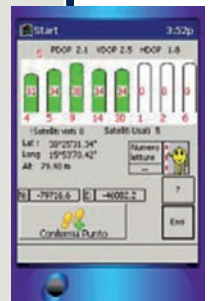
Limiti CE, ultima novità Topoprogram per il palmare, è un navigatore topografico per la ricerca di elementi rappresentati nelle mappe geo-referenziate senza dover eseguire alcuna trasformazione o calibrazione delle coordinate. Il software, con l'ausilio di un piccolo GPS Bluetooth (Global Positioning System), consente di individuare sul posto i particolari presenti sulla mappa, quali punti fiduciali, fabbricati o limiti incerti. In caso di carte non geo-refe-

renziate, una procedura di calibrazione trasforma, con la relativa compensazione, i dati WGS84 ricevuti dal GPS in coordinate-mappa. Di fatto, non è necessario conoscere alcun tipo di coordinata e, con pochi tocchi, l'utente può indicare al software la posizione di navigazione. È possibile muoversi sulla mappa con la precisione metrica del tipo di GPS usato e della calibrazione effettuata. Geo-referenziano e calibrando il progetto di un'opera civile in costruzione, è possibile anche individuare sul posto l'oggetto che servirà

come base per il rilievo e per il tracciato definitivo. Nel libretto associato sono riportati i punti (conosciuti o ricavabili dalla mappa) di coordinate note. In questo modo è semplice posizionarsi lungo una linea elettrica e segnare il suo andamento durante la navigazione. Il libretto può essere trasferito negli altri software Topoprogram o convertito in formato DXF.

(Topoprogram)

**Navigazione topografica con Limiti CE (Topoprogram).**



## Software topografici e di rilievo

Azienda produttrice	Software	Funzionalità
Autodesk	Raster Design	Modifica e vettorizzazione dei disegni scansionati
	Civil 3D 2007	Progettazione infrastrutturale
SierraSoft	Topko	Gestione del rilievo topografico, catastale e modellazione 3D del terreno
	Rasta 11	Vettorizzazione automatica e disegni raster-vettoriali
	Matra	Conversione delle coordinate da un sistema geografico a un altro
	Vista	Visualizzazione 3D, rendering e animazione del modello
Terra Nova	ShArc	Editor professionale di dati vettoriali e raster
Eldasoft	Alice Gestione Urbanistica	Gestione dei lavori urbanistici
	Alice GIS Lavori	Gestione della localizzazione geografica dei lavori
Topoprogram	Limiti CE	Navigatore topografico per la ricerca di elementi rappresentati nelle mappe georeferenziate
	Limiti 2000	Creazione di un modello matematico dell'oggetto da riconfinare
	Tabula 2000® Professional	Elaborazione del libretto catastale e relazione tecnica
	Tabula t	Restituzione grafica del rilievo in 2D e 3D
Codevintec Italiana	MobileMapper™	Visualizzazione e trasporto dei dati GIS Creazione e aggiornamento di mappe e banche dati GIS direttamente sul campo
Cigraph	ArchiTerra	Plug-in ArchiCAD per la modellazione del terreno e l'architettura del paesaggio

editor professionale di dati geografici in formato vettoriale e raster; che raccoglie tutte le principali funzionalità per la creazione e l'aggiornamento di una banca dati geografica. Il software nasce dall'idea di raccogliere in un unico prodotto, tutti gli strumenti necessari per la creazione e la manutenzione di un GIS, a costi contenuti e con la massima attenzione alla facilità d'uso, all'affidabilità e alla precisione degli algoritmi.

I programmi Eldasoft sono specializzati nella gestione delle informazioni e delle procedure connesse ai lavori pubblici, all'urbanistica e al territorio. Oltre al GIS (Alice GIS Urbanistica), comprendono Alice GIS Lavori per il management della localizzazione geografica dei lavori e dei cantieri e Alice Gestione Urbanistica, che unisce in un unico applicativo gli strumenti per l'organizzazione tecnico-amministrativa delle attività di pianificazione. Altri software della gamma Alice consentono la gestione delle gare d'appalto (Alice Gare d'Appalto), l'organizzazione delle risorse patrimoniali (Alice Gestione Interventi di Manutenzione del Patrimonio), l'analisi dei prezzi e la redazione di computi metrici (Alice One) e la gestione tecnico-amministrativa dei lavori (Alice Gestione Integrata Lavori). Limiti 2000, prodotto da Topoprogram,

consente di creare un modello matematico dell'oggetto da riconfinare e di "innestare" il rilievo nel luogo. Infine, il software prepara in automatico gli elaborati finali, compresa la relazione e la perizia. Gli applicativi comprendono anche un insieme espandibile di procedure per l'elabo-

razione del libretto catastale e della relazione tecnica (Tabula 2000® Professional), un pacchetto per la topografia generale e la restituzione grafica di quanto rilevato in 2D e 3D (Tabula t) e un navigatore topografico per la ricerca di elementi ricavati dalle mappe (Limiti CE).

### ArchiTerra™

ArchiTerra, il plug-in ArchiCAD per la modellazione del terreno e l'architettura del paesaggio, consente la creazione e la gestione di modelli tridimensionali del territorio. Il software è uno strumento indispensabile per gli utenti ArchiCAD che devono modellare il sito o generare terreni di forma complessa. Al progettista tecnico e all'urbanista, spesso, è richiesto di contestualizzare il progetto in un luogo specifico, al fine di creare delle ambientazioni realistiche e permettere il controllo dell'impatto ambientale sin dalla fase d'ideazione. Il software, consente di importare il rilievo del terreno direttamente sul foglio di lavoro di ArchiCAD, tramite files di testo (liste di punti) o documenti DXF. È possibile anche creare modelli ex-novo del terreno, definendo semplicemente tutte le informazioni necessarie alla descrizione del modello 3D per mezzo di punti, vincoli e curve di livello e strumenti di modellazione. L'elaborazione delle informazioni inserite produce una mesh tridimensionale che può essere editata e modificata a piacere dall'utente tramite le funzioni standard di ArchiCAD. (Cigraph)

**Modellazione solida del terreno con ArchiTerra, il plug-in ArchiCAD (Cigraph).**

