

Descrizione del GIS/database implementato: sito di Oristano

1 Introduzione

Sono ormai note le potenzialità dei sistemi informativi geografici (GIS). L'abilità di trattare dati spaziali ed i corrispettivi attributi, e di integrare differenti tipi di dati in una singola analisi non trova riscontro in nessun altro sistema. Tale operatività conduce a diversi vantaggi sia in termini quantitativi che qualitativi, soprattutto nei progetti basati su successive analisi spaziali e cronologiche, come le dinamiche temporali ed i modelli decisionali. La capacità di eseguire analisi spaziale rappresenta la parte fondamentale del GIS, ne motiva l'utilizzo e giustifica la sua grande diffusione [2].

La seconda fase del progetto "Ambiente e territorio. Tecnologie avanzate per la gestione delle acque. Software per la modellistica ambientale" è stata dedicata alla formalizzazione degli algoritmi risolutivi e delle modifiche da introdurre ai modelli numerici e alla raccolta ed elaborazione dei dati necessari alla realizzazione del sistema informativo geografico.

I siti individuati per la costruzione del GIS sono: l'area di Oristano (Sardegna centro occidentale) caratterizzata da un alto grado di vulnerabilità dell'acquifero dovuto presumibilmente a fenomeni di intrusione salina, e l'area di Portoscuso (Sardegna sud occidentale), sede di agglomerati industriali caratterizzata da inquinamento dovuto a metalli pesanti e fenomeni di intrusione salina nell'acquifero.

2 I software GIS utilizzati

I software GIS utilizzati per la costruzione del sistema informativo geografico sono ArcInfo e ArcView entrambi della ESRI Inc. In particolare con ArcInfo sono state eseguite le operazioni di correzioni degli errori, costruzione della topologia e realizzazione ex novo di alcuni livelli informativi. ArcView è stato utilizzato per semplici elaborazioni, visualizzazione e analisi dei livelli informativi componenti il sistema informativo geografico. Il GIS costruito è organizzato in un progetto ArcView.

ArcInfo

ArcInfo è un software GIS multiplatforma per la creazione e la gestione di database a riferimento geografico. Il modello dati utilizzato in ArcInfo costituisce una estensione del modello georelazionale. Le unità geografiche, che costituiscono gli oggetti elementari gestiti dal sistema, possono essere descritte, nella loro forma e posizione, secondo uno schema topologico/vettoriale come punti, linee o poligoni, o essere rappresentati attraverso valori associati agli elementi di una griglia regolare; come background a tali dati possono essere utilizzati immagini georeferenziate, ad esempio foto aeree, dati rilevati da satellite, cartografia raster. Ad ogni unità sono associati dati descrittivi, o attributi, che possono essere

sia informazioni alfanumeriche, sia disegni memorizzati con strumenti CAD (*Computer Aided Design*), sia ancora immagini o documenti acquisiti mediante scanner.

I dati alfanumerici possono essere mantenuti nel formato interno o in basi dati esterne gestiti dai piú diffusi DBMS (*Data Base Management System*) relazionali. Il modulo base di ArcInfo comprende le funzionalità necessarie per inserire nel sistema i dati di interesse, sia acquisendoli con gli strumenti di volta in volta piú adeguati (digitizer, scanner, videocamere, etc.), che accedendo direttamente ad archivi numerici nei formati piú svariati, per pre-elaborarli sino a costituire le basi dati nella loro struttura finale, per elaborarli successivamente a scopo di analisi e per restituirli in forma grafica e/o alfanumerica. Sono in particolare disponibili funzioni per combinare tra loro database diversi mediante operazioni di *overlay* (o incrocio topologico), per generare *buffer* (aree di rispetto), per effettuare *query* (interrogazioni) strutturate sui dati geografici e/o alfanumerici. Le diverse funzioni possono essere usate interattivamente o essere combinate in procedure utilizzando il linguaggio proprietario AML (*Arc Macro Language*). Funzioni aggiuntive sono organizzate in moduli opzionali che si configurano come estensioni del modulo base, di cui condividono modelli, strutture dati e modalità di utilizzazione.

ArcView

ArcView é un software GIS che consente di accedere alle informazioni geografiche attraverso "viste" di basi di dati nei loro elementi geografici e alfanumerici. Un set di *tools* permette di eseguire interrogazioni complesse, di compiere indagini su aree estese del territorio, di usufruire di basi dati geografiche presenti su PC e workstation, di produrre cartografia tematica. ArcView utilizza le stesse componenti di ArcInfo, permettendo rapidi accessi ai dati geografici giá disponibili: vettoriali, raster (documenti, immagini da aereo e da satellite) e alfanumerici. Con ArcView é possibile collegare procedure agli oggetti geografici (*hot link*), trasferire dati geografici (geometrici e/o descrittivi) selezionati graficamente e/o via SQL (*Structured Query Language*) ad altre applicazioni come fogli di calcolo, DBMS. Si possono inoltre creare legende personalizzate, aggiungere dati alfanumerici collegati agli oggetti geografici, interrogare altri database, aprire diverse viste geografiche e personalizzare il programma per mezzo di un linguaggio object-oriented (*Avenue*).

3 Organizzazione della banca dati per il GIS

Affinché gli elementi cartografici individuati possano appartenere ad un sistema informativo geografico devono subire una serie di trasformazioni che ne permettano la gestione. Una volta acquisite le informazioni geografiche, con modalità differenti a seconda della loro origine, é necessario applicare delle procedure di conversione per la creazione dei relativi strati informativi. Su tali dati possono infine essere svolte le funzioni di gestione ed analisi previste.

Nella realizzazione di un GIS risulta particolarmente importante la selezione di informazioni geografiche omogenee. A tale scopo é necessario introdurre il concetto di strato

informativo inteso come insieme di informazioni topologicamente oltre che qualitativamente simili. Per esempio l'insieme dei limiti amministrativi, il reticolo idrografico, etc. Oltre alla determinazione di quali sono i livelli informativi presenti nel database é necessario individuare anche il dettaglio delle informazioni contenute in ogni strato. Per esempio riguardo alle delimitazioni amministrative si deve decidere se acquisire le informazioni relative alla provincia, ai comuni o entrambe. Infine si deve decidere la forma di rappresentazione dell'informazione geografica attraverso la scelta della topologia della copertura (puntuale, lineare o poligonale).

Acquisizione

In linea generale esistono diversi metodi di acquisizione dei dati, la cui scelta dipende principalmente dall'applicazione che si deve realizzare e dal tipo di dati che si deve trattare.

I dati recuperati possono essere già in formato digitale e in questo caso si possono verificare due condizioni:

- dati provenienti da banche dati diverse: in tal caso é necessario effettuare opportune operazioni di scambio tra formati di dati differenti per renderne possibile il caricamento e l'integrazione;
- dati derivati da estrazione di informazioni già esistenti nel database: vengono ottenuti in seguito ad analisi specifiche ed operazioni di editing grafico.

Nel caso di origine cartografica o di rilevamento a terra le informazioni analogiche presenti sulla carta o manoscritte possono essere trasformate in dati vettoriali mediante digitalizzazione.

Al termine dell'acquisizione risulta importante la fase di verifica degli errori. Da questa infatti può dipendere la qualità degli strati informativi prodotti e l'esito delle successive analisi.

Una volta identificati i singoli elementi geografici e creati i rapporti topologici si possono associare agli elementi grafici i dati descrittivi. Tale collegamento può avvenire sia direttamente nel DBMS del GIS o indirettamente agendo sui dati grafici attraverso operazioni di editing indiretto sulle tabelle del DBMS. Gli attributi possono essere inseriti anche all'interno di tabelle non direttamente collegate ai dati grafici e in seguito posti in relazione, permanente o temporanea, con essi. L'integrazione tra dati grafici e descrittivi, una volta terminata, deve essere mantenuta nel GIS durante tutte le operazioni di gestione e analisi.

La creazione della topologia permette di definire in maniera esplicita le relazioni spaziali tra gli elementi geografici e le loro proprietà. Tra le principali vi é la connessione e l'adiacenza. Nel modello dati topologico le informazioni spaziali sono memorizzate in modo efficiente fornendo una solida base per l'esecuzione di funzioni di analisi geografica avanzate. I rapporti di connettività definiscono la connessione tra gli elementi, ossia determinano il collegamento tra un elemento e l'altro identificando i punti in comune. I rapporti di adiacenza invece definiscono gli elementi di confine, ovvero cosa vi é a destra e a sinistra

di ogni elemento. La topologia viene creata per tutti i tipi di primitive grafiche presenti nella mappa. É quindi possibile determinare una topologia puntuale, lineare o poligonale a seconda della caratteristica dello strato informativo.

Tra le caratteristiche principali dei sistemi informativi geografici vi é la georeferenziazione dei dati.

In seguito alla procedura di acquisizione i dati risultano archiviati con coordinate relative alla loro posizione nel sistema di riferimento dell'apparecchiatura utilizzata. Per esempio l'acquisizione con digitizer produce delle mappe vettoriali i cui elementi sono provvisti di coordinate relative al punto di origine del piano del tavolo. Nel caso di scansione di immagini si ha una matrice di punti in funzione della risoluzione dello strumento impiegato e dei settaggi impostati via software. Gli elementi memorizzati hanno quindi coordinate che ne identificano la posizione dell'uno rispetto all'altro ma non la loro posizione assoluta sul territorio. Per questo motivo é necessario effettuare delle procedure per la trasformazione delle coordinate d'acquisizione dal sistema di riferimento utilizzato nel sistema informativo geografico.

La procedura di georeferenziazione, o comunque di trasformazione da un sistema di riferimento ad un altro, necessita dell'individuazione di almeno quattro punti di riferimento sulla carta con valori di coordinate precisi per entrambi i sistemi di riferimento.

La creazione di uno strato informativo implica la gestione di dati omogenei su tutta l'estensione del territorio presa in esame. Tale condizione rende necessario, tranne nei casi di GIS di estensione particolarmente piccola, alcune procedure che permettono la giunzione delle singole mappe per strato informativo. Il processamento sopra descritto implica una notevole potenzialità di editing grafico del GIS utilizzato al fine di creare un prodotto qualitativamente valido. Infatti per tale operazione sono rischiesti degli algoritmi in grado di manipolare la posizione degli elementi della mappa in modo da non stravolgere la significatività del dato. L'operazione implica, in linea di massima, interventi di giunzione fisica, aggiustamento lungo i bordi, eliminazione dei poligoni di confine creati dalla presenza della cornice della carta, ecc.

Aggiornamento

L'utilità dei GIS é legata anche alla capacità di produrre informazioni aggiornate. Infatti dopo una prima fase di acquisizione dei dati che caratterizzano lo stato iniziale del territorio, il sistema informativo geografico deve prevedere funzioni per modificare i dati in conseguenza dell'evoluzione della realtà territoriale.

Funzione essenziale per l'aggiornamento é la possibilità di effettuare operazioni di editing grafico sugli elementi. Maggiori sono le prestazioni del software in tale campo minore é la difficoltà di aggiornamento e il tempo impiegato.

L'aggiornamento può riguardare solo i dati descrittivi o implicare correzioni sui dati grafici. Nel primo caso é possibile agire direttamente all'interno del DBMS una volta identificato il codice univoco dell'elemento grafico corrispondente, oppure indirettamente per selezione grafica dell'elemento.

Le operazioni di aggiornamento comprendono diverse funzioni:

- cancellazione: deve essere possibile eliminare dalla banca dati uno o piú elementi sia attraverso identificazione visiva sia per selezione tramite interrogazione.
- Aggiunta: deve essere possibile aggiungere un elemento grafico o una caratteristica descrittiva in uno strato informativo esistente. Nello stesso modo deve essere possibile integrare il GIS con nuovi strati informativi o aumentarne l'estensione territoriale acquisendo nuove informazioni.
- Modifica: questa funzione deve essere prevista sia sul DBMS che sui dati grafici.

Restituzione

Funzione ancora oggi importante del GIS é la produzione di elaborati grafici e alfanumerici su supporto cartaceo. Il sistema deve quindi prevedere la possibilitá di riprodurre le informazioni contenute negli strati informativi in cartografia di qualsiasi scala metrica. Deve inoltre essere possibile ottenere la stampa di tutti i dati descrittivi relativi alla cartografia, sia associati visivamente all'elemento grafico che separatamente, nonché fornire su supporto cartaceo i risultati delle operazioni e analisi svolte.

Per quanto riguarda la stampa cartografica é necessario garantire un'alta qualità e rispetto delle simbologie grafiche prestabilite. La qualità della restituzione grafica dipende sia dalle caratteristiche tecniche dell'hardware utilizzato sia dalla capacità di realizzazione del software GIS. Su una singola restituzione deve essere possibile rappresentare le informazioni di piú strati riportando per ognuno la legenda per la descrizione dei contenuti, nonché inserire testi, quadri di riferimento e informazioni sulle caratteristiche della rappresentazione (scala, proiezione, etc.).

4 I siti in studio

Per la realizzazione del sistema informativo geografico sono stati scelti due siti aventi particolari problemi ambientali: l'area di Oristano caratterizzata da un alto grado di vulnerazione dell'acquifero dovuto presumibilmente a fenomeni di intrusione salina; l'area di Portoscuso, sede di agglomerati industriali, caratterizzata da inquinamento dovuto a metalli pesanti e fenomeni di intrusione salina nell'acquifero.

5 Descrizione del sito di Oristano

La piana di Oristano é una delle aree a maggiore potenzialitá idrica di tutta la Sardegna, tuttavia gli studi idrogeologici eseguiti non sono omogenei e le informazioni raccolte, benché valide localmente, non possono costituire strumento per una valida pianificazione [4, 3].

La piana di Oristano si estende sopra una fossa tettonica ed é costituita da una serie di formazioni sedimentarie e vulcaniche di età compresa tra l'Oligocene ed il Quaternario. Nel sottosuolo é presente un ricchissimo acquifero multistrato, che presumibilmente potrebbe garantire il soddisfacimento della totalitá dei fabbisogni irrigui della zona in maniera

pressoché autonoma. Oggi tale acquifero viene sfruttato prevalentemente per l'approvvigionamento idrico della città di Oristano e dei centri limitrofi e per scopi irrigui. Soprattutto i fabbisogni irrigui, anche a causa degli ultimi periodi siccitosi, sono diventati sempre più imponenti determinando uno sfruttamento della risorsa idrica incontrollata. Si è innescato un fenomeno di trivellazione selvaggia, con perforazioni sempre a profondità maggiori. Tutto questo ha causato ed accelerato processi di vulnerazione della risorsa idrica. La relativa facilità con cui la risorsa è reperibile ha peraltro rallentato l'indagine sistematica sulle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero e sulla sua parametrizzazione.

5.1 I dati

Il primo passo per la costruzione del GIS è stato quello di recuperare ed elaborare i dati.

Le informazioni di base sono:

- la carta tecnica regionale (CTR);
- la carta pedologica;
- la carta dell'uso del suolo;
- la carta geologica;
- le tavolette IGM;
- dati rilevati direttamente in campagna;
- dati meteorologici.
- dati Casmez

La carta tecnica regionale

La carta tecnica regionale (figura 1) è in formato CAD, in scala 1:10000 e georeferenziata nel sistema di coordinate chilometriche nazionale Gauss Boaga. È organizzata in 142 livelli contrassegnati da un codice e quindi trattabili singolarmente.

L'estrazione di livelli informativi di interesse per il progetto è stata piuttosto lunga e laboriosa in quanto i codici relativi ad un foglio spesso non sono congruenti con quelli di altri fogli. La prima operazione è stata quella di verificare e correggere per ogni livello gli errori (per es. poligoni aperti, archi superflui, archi mancanti, ecc.). Una volta effettuata tale operazione si è passati alla costruzione della topologia. A questo punto è stata effettuata una ulteriore verifica sugli errori che sono stati corretti dove ancora presenti. In questo caso si è proceduto alla ricostruzione della topologia. Il risultato di questo procedimento è stato quello di ottenere degli strati informativi coerenti con il GIS.

In particolare, per il progetto, dalla carta tecnica regionale sono stati elaborati i seguenti strati informativi:

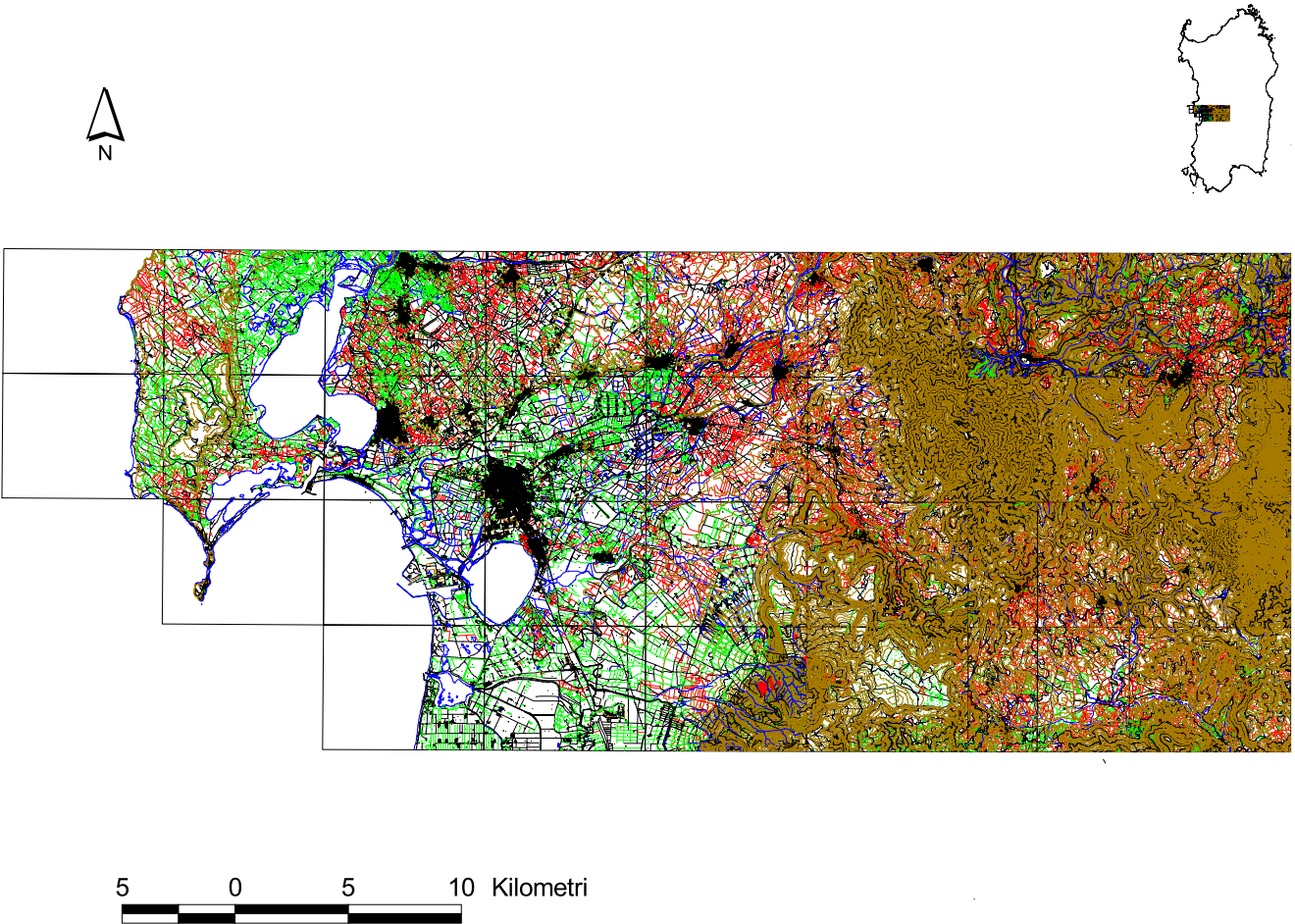


Figura 1: Carta tecnica regionale. Sono riportati tutti i livelli informativi

- fabbricati;
- fabbricati industriali;
- idrografia principale;
- punti quotati;
- curve di livello.

I fabbricati nella carta tecnica sono suddivisi in fabbricati generici e fabbricati in costruzione; per il progetto era interessante localizzare i centri urbani, per questo motivo le due tipologie sono state inserite in un unico livello informativo.

Per quanto riguarda i fabbricati industriali è sicuramente di interesse per uno studio ambientale conoscerne la localizzazione, tuttavia poichè nella CTR non viene fatta nessuna distinzione in funzione della tipologia di attività non è possibile realizzare una mappatura dei possibili rischi. Si è comunque ritenuto utile estrarre tale dato che potrà in futuro essere completato con l'aggiunta di informazioni relative proprio al tipo di attività espletata.

L'estrazione dell'idrografia principale ha comportato un lavoro piuttosto lungo in quanto nella CTR ci sono diversi livelli corrispondenti all'idrografia superficiale che spesso sono poco chiari e confusi (per es. in certi casi i fiumi vengono indicati con una linea doppia in altri casi no e questo indipendentemente dalle dimensioni; spesso insieme ai fiumi compaiono laghi e/o condotte artificiali). Nonostante le difficoltà il tematismo è stato recuperato in quanto di grande importanza sia per le applicazioni GIS che per le simulazioni numeriche.

I punti quotati sono stati ricavati perchè fondamentali per la ricostruzione tridimensionale del terreno. Questi corrispondono a punti del territorio ben definiti altimetricamente: cocuzzoli, argini fluviali, cave, incroci di strade, ponti, ecc. Hanno una densità media di 10 per decimetro quadrato che si raddoppia in caso di pendenza inferiore all'1 %.

Nella carta tecnica regionale l'equidistanza delle curve di livello ordinarie é fissata in metri 10, l'equidistanza delle direttrici é di metri 50. Eventuali particolari che non risulterebbero evidenziati dalle curve ordinarie sono rappresentati dalle curve ausiliarie a tratteggio con equidistanza di metri 5. Le curve di livello sono state recuperate per la delimitazione dei bacini idrografici.

La carta pedologica

La carta pedologica (figura 2) é stata ricavata dalla scannerizzazione della carta dei suoli della Sardegna [1]. Ottenuta cosí la mappa in formato JPG si é proceduto alla sua georeferenziazione utilizzando ArcInfo. Il passaggio poi dal formato raster a quello vettoriale é avvenuto mediante ArcView.

La carta dell'uso del suolo

La carta dell'uso del suolo (figura 3), fornita dal Dipartimento di Ingegneria del Territorio dell'Università di Cagliari, in formato CAD e scala 1:25000 é stata elaborata con ArcInfo

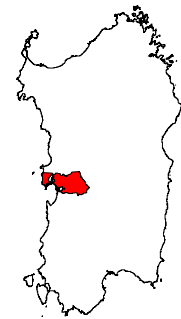
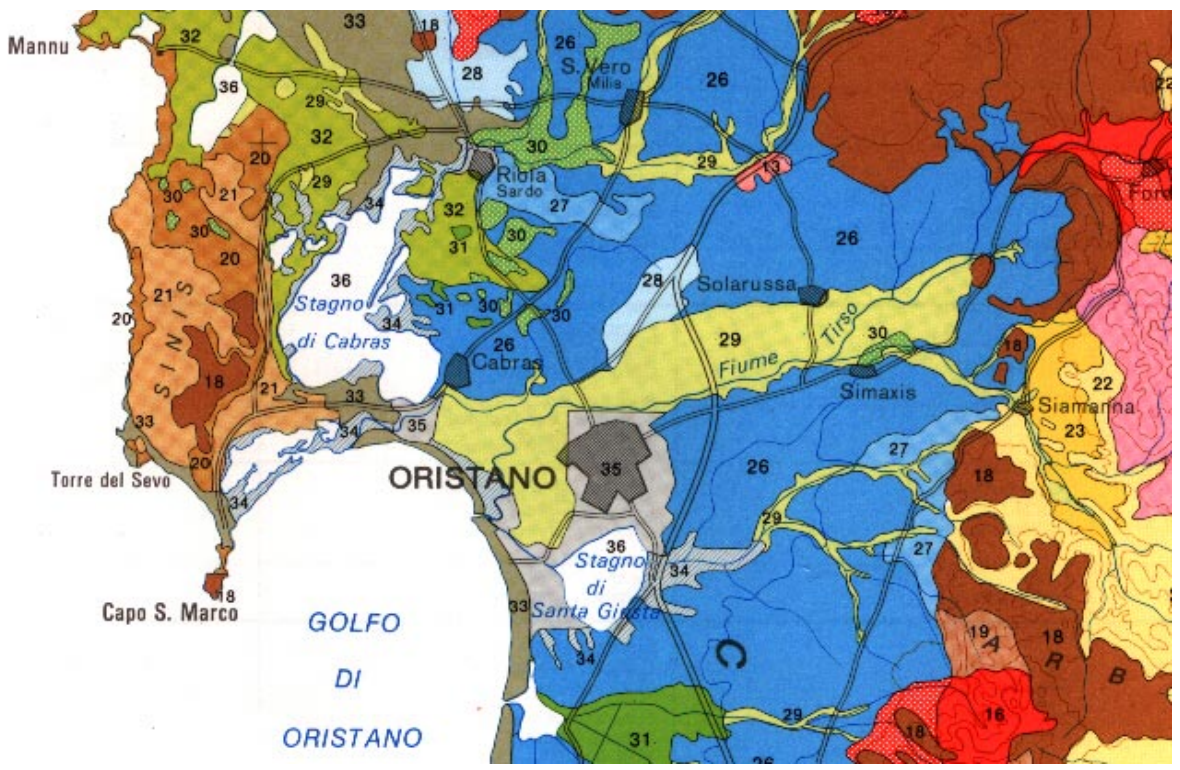


Figura 2: Carta pedologica

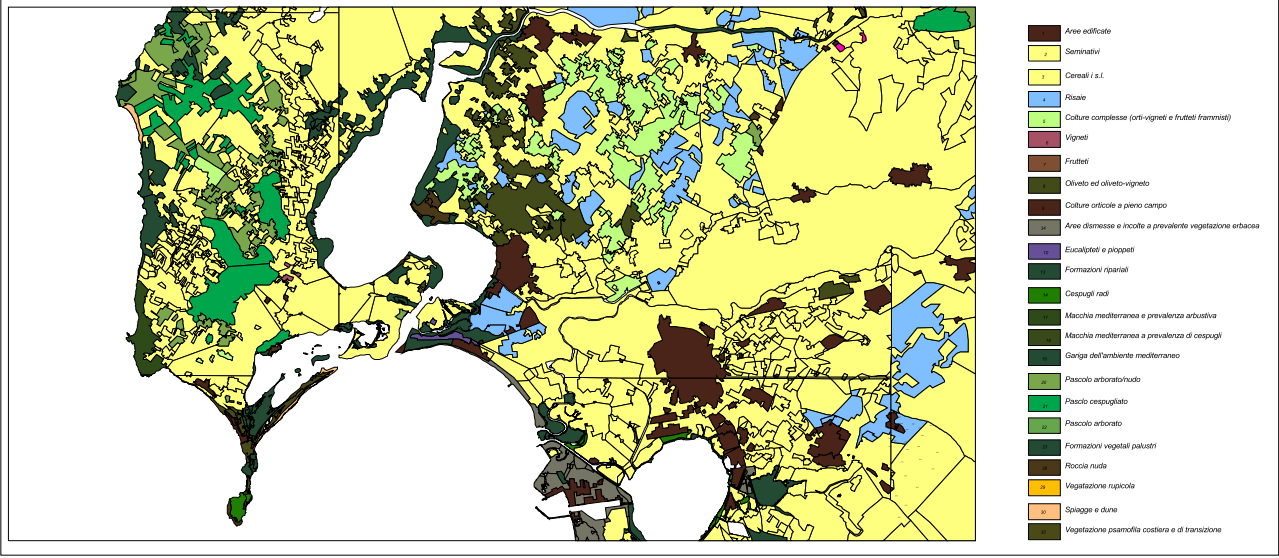


Figura 3: Carta dell'uso del suolo

per le correzioni topologiche e la costruzione dei poligoni; é da rilevare che tali operazioni sono state piuttosto lunghe per l'apprezzabile livello di dettaglio della carta stessa.

La carta geologica

La carta geologica (figura 4), fornita dal Dipartimento di Ingegneria del territorio dell'Università di Cagliari, in formato CAD e scala 1:250000 è stata elaborata con ArcInfo per la correzione degli errori e successiva costruzione della topologia.

Le Tavole IGM

Sono state utilizzate le Tavole 528 sez. I, II, III, IV e 529 sez. III e IV (figura 5). Le Tavole dell'IGM sono state scannerizzate e successivamente georiferite con l'utilizzo di ArcInfo. Per ridurre al minimo le distorsioni derivanti dall'operazione di scannerizzazione, si sono utilizzati piú di 10 *tics* di controllo. Le tavole sono servite per la ricostruzione della rete stradale principale, la perimetrazione dei centri abitati e la realizzazione della mappa degli stagni.

Dati meteorologici

Sono stati recuperati i dati riguardanti la pluviometria e la temperatura delle stazioni pluvio-termometriche di interesse per l'area. I dati sono stati forniti dall'E.A.F., che li ha elaborati nell'ambito del progetto "Nuovo Studio dell'Idrografia Superficiale della Sardegna". Si é stabilito di utilizzare un approccio metodologico basato su scala mensile poiché tale intervallo temporale é particolarmente adatto nel campo della razionalizzazione delle risorse idriche e delle utilizzazioni.

Dati rilevati direttamente in campagna

Il Dipartimento di Ingegneria del Territorio dell'Università degli Studi di Cagliari ha effettuato degli studi idrogeologici nell'area di Oristano. In particolare ha eseguito negli anni 1990, 1995 e 2000 delle campagne di misure su una rete di pozzi opportunamente scelti. Le misure riguardano il livello piezometrico, la conducibilità elettrica, il pH e la temperatura. L'Università ha messo a disposizione del CRS4 questi dati. Tali informazioni però sono in formato cartaceo e poiché nelle schede compilate in campagna compare il numero del pozzo ma non le sue coordinate diventa spesso impossibile associare le informazioni delle schede stesse ai pozzi. Questo per le campagne di misura del 1990 e del 1995 mentre per quella del 2000 il problema non esiste. La figura 6 rappresenta una scheda rilievo pozzi della campagna del 2000.

Dati Casmez

É stato recuperato uno studio, in formato cartaceo, effettuato dall'Università degli Studi di Sassari: "Studio organico delle risorse idriche sotterranee della Sardegna". Da questo

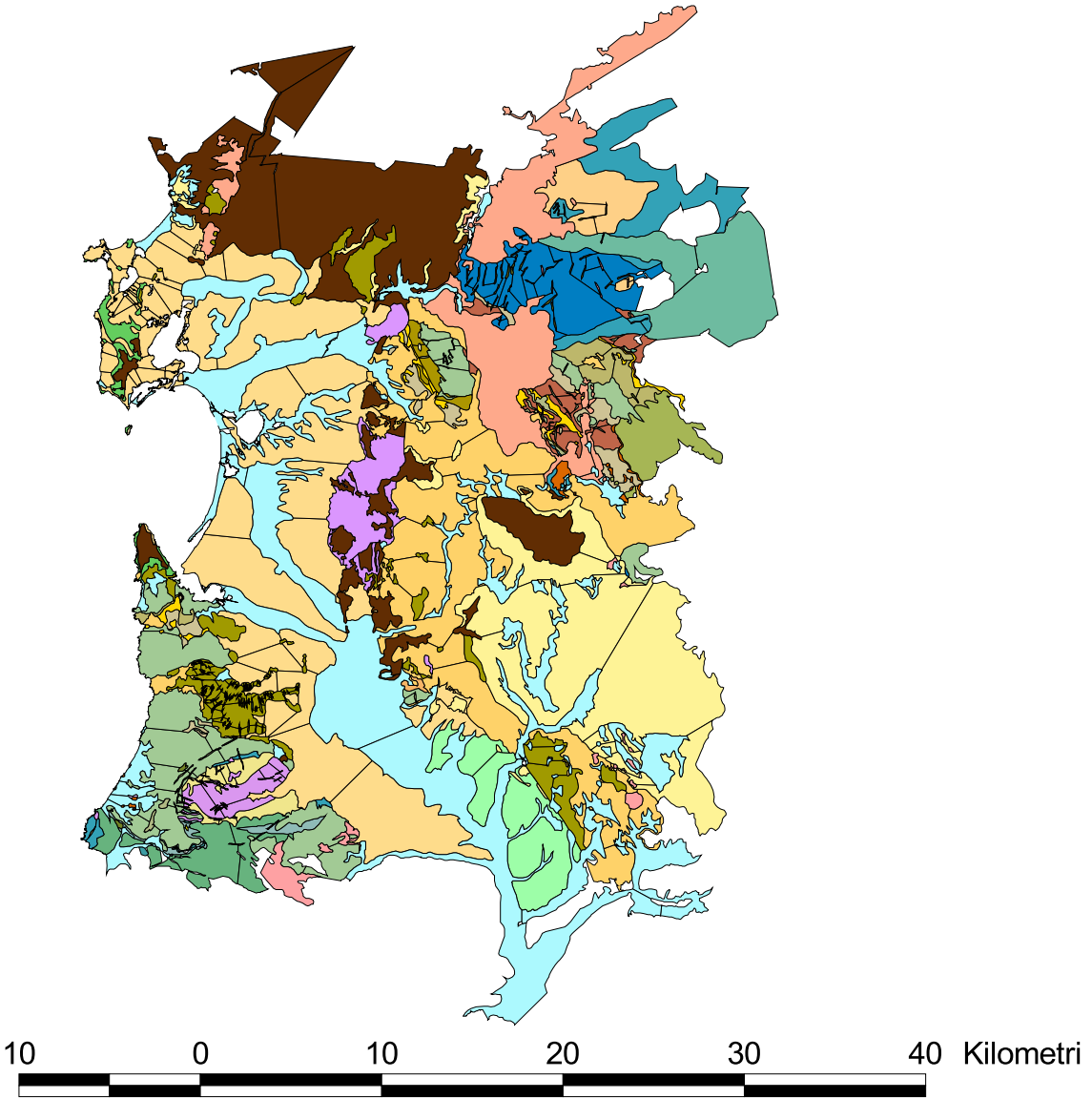


Figura 4: Carta geologica

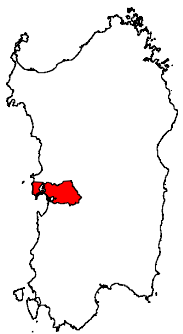


Figura 5: Tavollette IGM

SCHEDA RILIEVO POZZI

DATA DEL RILIEVO
31/01/00

N° POZZO: 1022

COMUNE: CABRAS

ZONA: S'OLLASTU

UBICAZIONE (UTM):

X: 460266

Y: 4420737

ALTEZZA BOCCA POZZO (m): 0

QUOTA POZZO AL PIANO CAMPAGNA (m): 8

SOGGIACENZA (MISURATA DALLA BOCCA DEL POZZO) (m): 6

PIEZOMETRICA (m) : 2

CAMPIONATURA:

Temperatura (°C)	PH	Conducibilità (mS/cm)
15	7,11	2400

Figura 6: Scheda relativa alla campagna di misura di Gennaio 2000

sono stati individuati alcuni pozzi ricadenti sull'area di interesse per il progetto, realizzata una copertura ArcInfo e, attraverso le stratigrafie, eseguita la ricostruzione tridimensionale dell'acquifero.

5.2 Descrizione del GIS

Una volta effettuate le operazioni di conversione ed elaborazione dei dati si è passati alla costruzione del sistema informativo geografico.

La prima fase é consistita nell'individuazione dell'area per il GIS e di quella per le simulazioni modellistiche. La scelta dei due perimetri si é basata essenzialmente sulla quantità e qualità dei dati a disposizione.

L'area GIS é delimitata a Sud e Est da bacini idrografici, a Nord in parte da bacini e in parte da una linea pressoché orizzontale che partendo dallo stagno di Cabras arriva alla costa e infine ad Ovest dalla linea di costa.

L'area correlata alle simulazioni numeriche é una porzione dell'area GIS ed é stata scelta in modo tale da rendere semplice l'imposizione delle condizioni al contorno. É delimitata a Sud e Nord da bacini idrografici a Est da una linea tracciata perpendicolarmente ai fiumi e a Ovest da una linea passante attraverso lo stagno di Cabras e per un tratto di mare.

Il sistema informativo geografico é organizzato in un progetto ArcView costituito da 2 *view*:

- Area GIS (figura 7)
- Area Modello (figura 8)

I dati utilizzati per la costruzione del sistema informativo geografico sono principalmente in formato CAD. La conversione dei dati CAD nel formato shp (*shape*), nativo di ArcView, comporta tutta una serie di operazioni non particolarmente complicate ma piuttosto lunghe. I formati CAD infatti per loro natura non possiedono informazioni topologiche. Ad esempio, in un CAD, un rettangolo rappresentante un determinato oggetto non deve essere necessariamente delimitato da una poligonale chiusa in quanto il fine ultimo é la riproduzione di quell' oggetto su video o su plotter. Per un GIS, invece, il rettangolo é l'oggetto, con le sue coordinate reali, il valore della sua superficie e i suoi attributi; é pertanto rappresentato come un'area chiusa e quindi gli archi devono essere connessi. La cartografia prodotta con i sistemi CAD si differenzia quindi da quella prodotta con quelli GIS: i primi, orientati alla restituzione, rappresentano il dato grafico in modo geometrico e il dato descrittivo in modo gerarchico-numerativo, i secondi, orientati all'analisi, rappresentano la parte grafica del dato in modo topologico e strettamente e direttamente connessa alla sua descrizione attraverso tecniche relazionali. Tenuto conto di ciò le carte in formato CAD utilizzate hanno comunque evidenziato errori concettuali. Nella carta tecnica regionale, ad esempio, le strade sono rappresentate da polilinee identificate da un proprio layer, manca però una differenziazione relativa alla dimensione delle carreggiate, al numero di corsie, ecc. per cui tali polilinee sono difficilmente utilizzabili in un GIS.

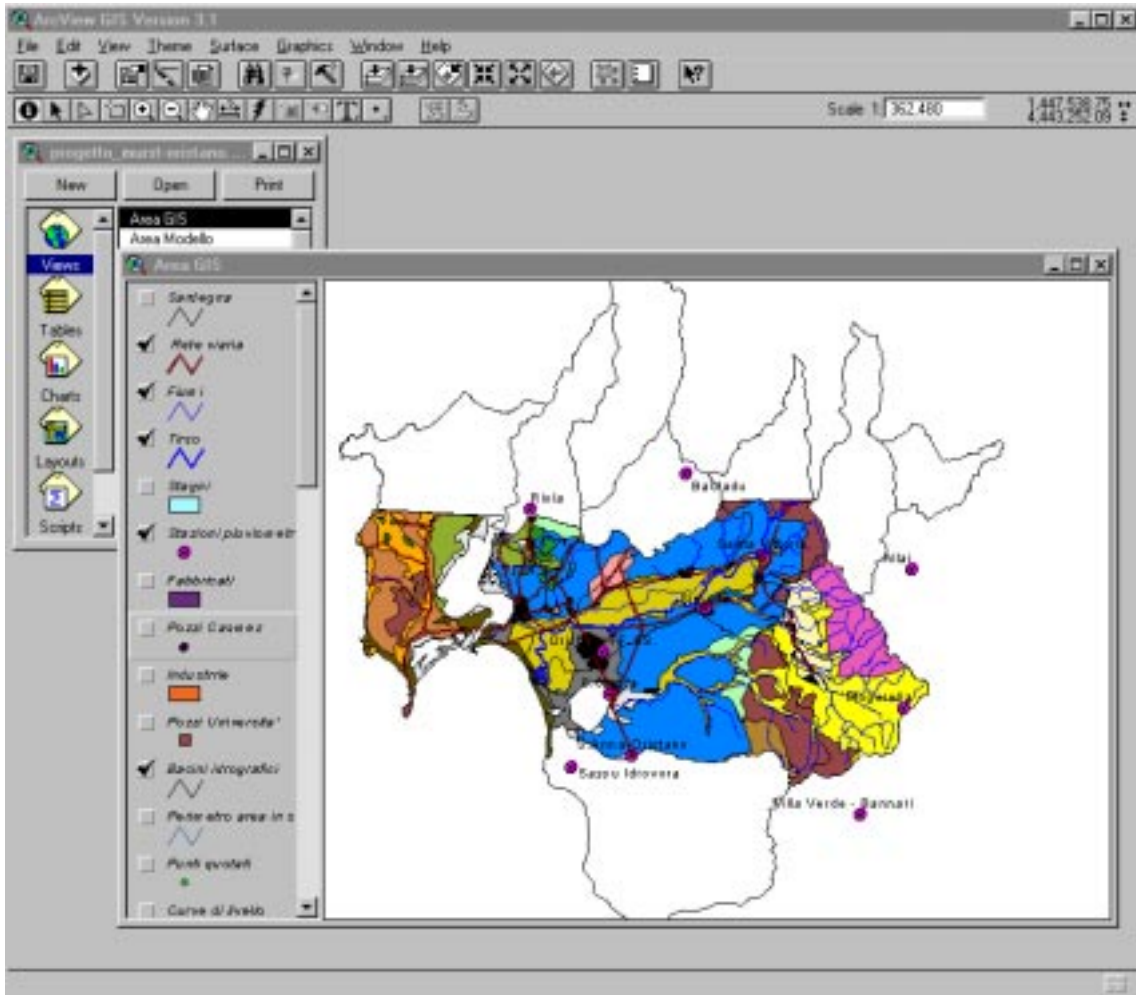


Figura 7: Sistema Informativo Geografico. È evidenziata la vista Area GIS

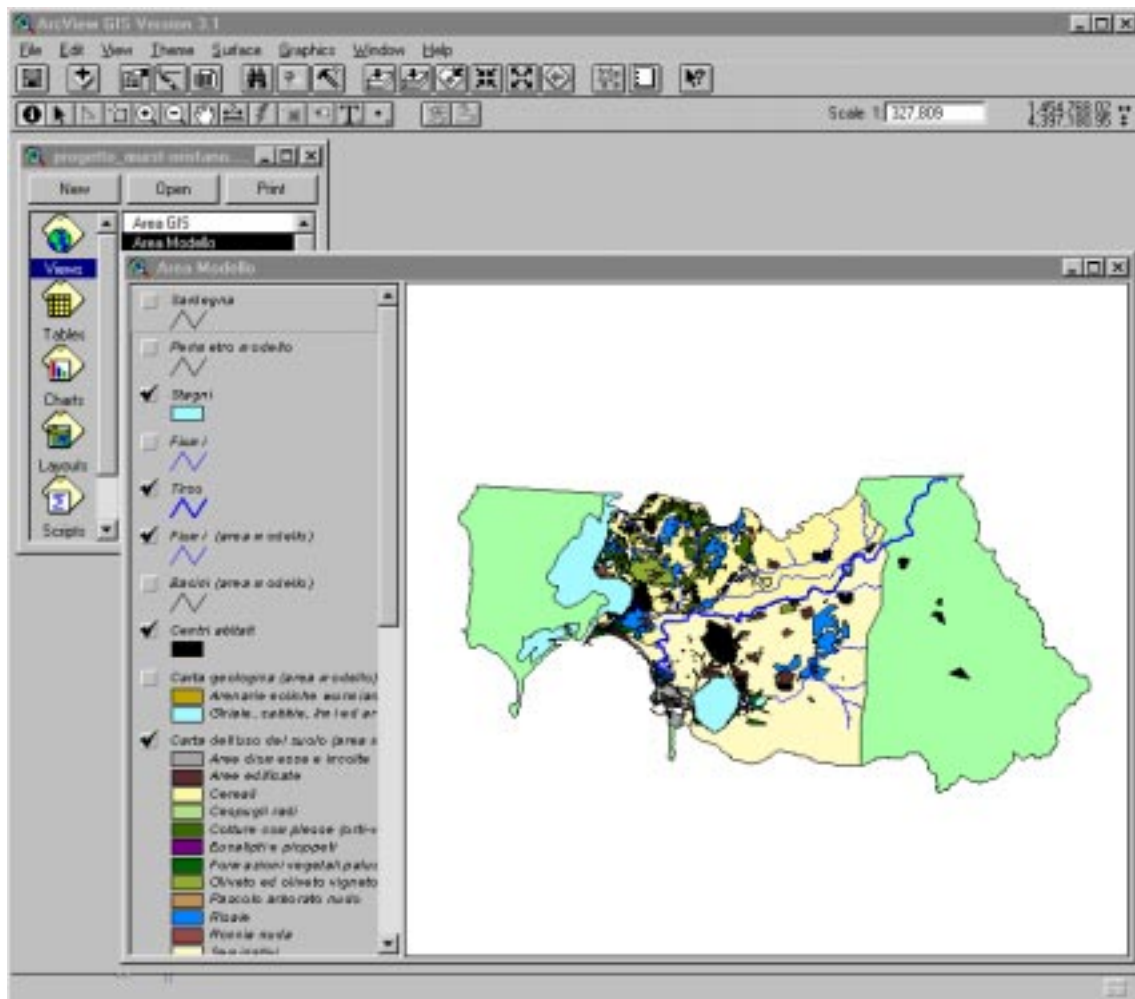


Figura 8: Sistema Informativo Geografico. È evidenziata la vista Area Modello

Altri dati utilizzati sono in formato raster, che é meno preciso di quello vettoriale (ricordiamo che la precisione é rappresentata dal pixel). Le carte raster utilizzate sono state prima di tutto georeferenziate con ArcInfo e utilizzate poi come background per la digitalizzazione di temi di interesse.

5.2.1 La vista Area GIS

Nella vista Area GIS sono contenuti i seguenti temi.

- Sardegna
- Rete viaria
- Fiumi
- Tirso
- Stagni
- Stazioni pluviometriche
- Centri abitati
- Fabbricati
- Industrie
- Pozzi Casmez
- Pozzi Università
- Bacini idrografici
- Area in studio
- Perimetro area in studio
- Punti quotati
- Curve di livello
- Altezze di pioggia (1922-1992)
- Geologia
- Pedologia
- Area 3D
- Isopieze (Gennaio 2000)

- Conducibilità (Gennaio 2000)

Il tema “Sardegna” è rappresentato dal perimetro della Sardegna ed è stato inserito al solo scopo di localizzare facilmente l’area di interesse.

La “Rete viaria” è stata realizzata digitalizzando le strade principali dalle tavolette IGM mediante ArcInfo. A questa fase è seguita la correzione degli errori di digitalizzazione e la successiva costruzione della topologia di archi.

Per quanto riguarda i “Fiumi”, la costruzione del tema ha comportato un lavoro piuttosto lungo. Dalla carta tecnica regionale sono stati estratti i livelli riguardanti l’idrografia superficiale, questi però spesso contenevano anche laghi e condotte artificiali. È stato quindi necessario eliminare le parti superflue, correggere gli errori e costruire la topologia di archi. Da questo tematismo è stata poi estratta l’asta principale del fiume Tirso.

Il tematismo “Stagni” è stato ottenuto dalla digitalizzazione delle tavolette IGM utilizzando le funzioni di editing di ArcInfo. Dopo la correzione degli errori è stata costruita la topologia di poligoni. Nella tabella degli attributi associata è stato inserito un campo aggiuntivo contenente il nome dello stagno.

Per quanto riguarda le “Stazioni pluviometriche” sono state selezionate quelle ritenute influenti sull’area utilizzando la tecnica dei poligoni di Thiessen all’interno stesso del GIS. A questo punto è stata creata una copertura di punti i cui attributi nella tabella associata riguardano: le coordinate nel sistema chilometrico nazionale Gauss Boaga, il nome della stazione e i dati relativi alle medie mensili negli anni dal 1922 al 1992.

“Centri urbani” è stato realizzato digitalizzando nelle tavolette IGM i perimetri delle aree urbanizzate. Una volta corretti gli errori è stata costruita la topologia di poligoni e, nella tabella degli attributi, aggiunto un campo contenente il nome del centro abitato. Oltre a questo si ha il tematismo “Fabbricati” che invece è stato ottenuto estraendo dalla CTR i due layer fabbricati generici e fabbricati in costruzione. Questi sono stati importati separatamente in ArcInfo, corretti gli errori e costruita la topologia di poligoni. Infine i due strati informativi risultanti sono stati uniti per dar luogo ad un unico tema.

Anche il tema “Industrie” è stato estratto dalla carta tecnica regionale, importato in ArcInfo, corretti gli errori e costruita la topologia di poligoni.

“Pozzi Casmez” è stato costruito partendo dai dati dello studio dell’Università di Sassari: Studio organico delle risorse idriche sotterranee della Sardegna”. Si è realizzata una copertura ArcInfo, tramite questo è stata poi effettuata la trasformazione di coordinate da geografiche (latitudine, longitudine) a UTM e poi a Gauss Boaga.

Il tema “Pozzi Università” riguarda invece la rete di pozzi utilizzata dal Dipartimento di Ingegneria del Territorio dell’Università di Cagliari per gli studi idrogeologici effettuati sulla piana di Oristano.

“Bacini idrografici” è stato ricavato digitalizzando sui tematismi fiumi e curve di livello utilizzati come background.

Le coperture “Punti quotati” e “Curve di livello” sono state estratte dalla carta tecnica, inserite in ArcInfo, corretti gli errori e costruiti i rapporti topologici di punti (per i punti quotati) e di archi (per le curve di livello).

“Altezze di pioggia” è stato realizzato partendo dai dati pluviometrici relativi alle stazioni Villa Verde - Bannari, S. Anna - Oristano, Santa Giusta, Oristano FF.SS., Allai, Mogorella, Simaxis, Riola, Sassu idrovora, S. Vittoria e Bauladu, negli anni che vanno dal 1922 a 1992. Utilizzando, all’interno del GIS, la tecnica dei poligoni di Thiessen sono state ottenute le aree di influenza di ogni stazione. Nel DBMS del GIS sono stati inseriti i dati relativi alle medie mensili e annuali riferite allo stesso periodo. È possibile all’interno del sistema informativo geografico costruire dei grafici “chart” che danno una visione immediata dell’andamento della pluviometria in quegli anni.

“Geologia” è stato realizzato partendo da una carta geologica, fornita dall’Università di Cagliari, in formato CAD. Questa è stata importata in ArcInfo, corretti gli errori e costruita la topologia di poligoni. Alla tabella degli attributi associata è stato aggiunto un campo contenente la descrizione delle diverse formazioni geologiche.

Il tema “Pedologia” è stato ricavato dalla scannerizzazione della carta dei suoli. Ottenuta la mappa in formato JPG si è proceduto alla sua georeferenziazione attraverso ArcInfo. Il passaggio poi a formato vettoriale è stato eseguito con ArcView. Anche in questo caso, alla tabella degli attributi associata, è stato aggiunto un campo contenente la descrizione dei tipi di suolo.

“Area 3D” è stato realizzato partendo dai punti quotati e dalle curve di livello. Attraverso ArcInfo è stato costruito un TIN (triangular irregular network). Partendo da questo è possibile effettuare una serie di analisi e ricavare altre carte tematiche quali per esempio la carta delle pendenze e quella dell’esposizione.

“Isopieze (Gennaio 2000)” è stato realizzato partendo dalle misure piezometriche relative alla campagna effettuata nel gennaio 2000 dall’Università di Cagliari. L’interpolazione dei dati è stata effettuata utilizzando il metodo Kriging attraverso ArcInfo.

Allo stesso modo è stato realizzato il tema “Conducibilità (Gennaio 2000)”.

Tutti i tematismi contenuti nella vista Area GIS sono stati ritagliati sull’area GIS stessa.

5.2.2 La vista Area Modello

La vista Area Modello contiene i seguenti tematismi:

- Sardegna
- Perimetro modello
- Fiumi
- Tirso
- Fiumi Area Modello
- Bacini
- Bacini Area Modello
- Centri abitati

- Stagni
- Geologia
- Uso del suolo
- Pedologia
- Area Modello
- Area GIS

I livelli informativi presenti nella vista Area Modello sono gli stessi presenti nell'Area GIS ma ritagliati sull'Area Modello. Vi è in più "Uso del suolo", in formato CAD, fornita dall'Università di Cagliari. La carta è stata inserita in ArcInfo, corretti gli errori e costruita la topologia di poligoni. Alla tabella degli attributi associata è stato aggiunto un campo contenente la descrizione dei diversi utilizzi del suolo.

Riferimenti bibliografici

- [1] A. Aru, P. Baldaccini, and A. Vacca. *Nota illustrativa della carta dei suoli della Sardegna*. La Stef. SPA, Cagliari, 1991.
- [2] G. Ballestra, R. Bertozzi, A. Buscaroli, M. Gherardi, and G. Vianello. *Applicazione dei sistemi informativi geografici nella valutazione delle modificazioni ambientali e territoriali*. Franco Angeli, Milano, 1996.
- [3] Pierluigi Cau. Vulnerabilità dell'acquifero superficiale del Campidano di Oristano: il metodo SINTACS. Tesi di laurea, Università degli Studi di Cagliari, Dip. Ingegneria del Territorio, 2000.
- [4] A. Pala and M. Cossu. Idrogeologia di un settore del Campidano di Oristano. *Rend. Sem. Facoltà Scienze Univ. Cagliari*, 64(1):97–115, 1994.