

**ELABORAZIONE E PUBBLICAZIONE IN AMBIENTE GIS DI DATI
AMBIENTALI IN ARCHITETTURA SINANET**

Dr.ssa Manuela Di Cosimo

Tutor: Ing. Michele Munafò

Co-tutor: Dr. Nico Bonora

Indice

<i>Premessa</i>	3
<i>1. Introduzione</i>	4
<i>2. Metodologia</i>	6
<i>3. I Sistemi Informativi Geografici</i>	7
<i>5. I Dati Elaborati</i>	8
<i>5.1. Georeferenziazione</i>	9
<i>5.1.2. Applicazione della georeferenziazione a cartografia storica</i>	9
<i>5.2. Indicatore di Pressione da infrastrutture di comunicazione in aree protette</i>	16
<i>5.3. Pubblicazione di dati cartografici su web</i>	21
<i>6. Conclusioni</i>	25
<i>Bibliografia</i>	26
<i>Ringraziamenti</i>	27

Premessa

I fenomeni ambientali, appartenenti ad un qualsiasi ambito tematico, assumono un significato concreto solo se è possibile collocarli rispetto ad un contesto di riferimento territoriale in cui si manifestano. Ne consegue che l'informazione di livello "ambientale", nel momento in cui è organizzata in sistema, richiede una sottostante componente "territoriale" che sia in grado di sostenerla e completarla nelle dovute forme e articolazioni.

Nell'ambito delle sue attività, il Servizio SINAnet Gestione Dati dell'APAT assicura lo sviluppo e la gestione del sistema informativo territoriale GIS. A questo fine è stato sviluppato il sistema MAIS (Modulo di Accesso alle Informazioni Spaziali) che consente la consultazione dei dati territoriali a diverse tipologie di utenti permettendone la consultazione, l'elaborazione, l'aggiornamento e il collegamento con tutte le informazioni presenti in SINAnet.

Le informazioni tematiche disponibili in SINAnet possono così essere collegate con la rappresentazione univoca del territorio nazionale ed effettivamente utilizzate da tutte le strutture tecniche pubbliche e private interessate garantendo l'accesso più ampio possibile ai dati ambientali.

Si rende tuttavia necessaria un'attività notevole di manutenzione del sistema, sia in termini di alimentazione di nuovi contenuti informativi, sia di adeguamento agli standard individuati. Il contributo importante del lavoro di stage qui illustrato è stato finalizzato a questa attività nelle sue diverse sfaccettature:

1. l'adeguamento di dati esistenti agli standard del Sistema Cartografico di Riferimento (Georeferenziazione);
2. l'alimentazione del sistema con nuovi contenuti informativi (Indicatore di Pressione da infrastrutture di comunicazione in aree protette);
3. la pubblicazione di dati cartografici su web.

Tutto il materiale prodotto nell'ambito di questo lavoro è infine stato inserito nel MAIS e reso disponibile a tutti gli utenti del sistema.

Il tutor

Ing. Michele Munafò

1. Introduzione

Il trattato istitutivo della CEE ha posto da tempo le questioni ambientali al centro delle politiche comunitarie riaffermando, con l'istituzione dell'EEA (Agenzia Europea dell'Ambiente) e dell'EIONET (Rete Europea di Informazione e Osservazione Ambientale), la centralità del ruolo dell'informazione per l'attuazione delle politiche medesime¹.

Le ARPA (Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente) e l'APAT (Agenzia per la Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici), istituite in seno ad un processo di riordino del sistema di governo dell'ambiente, sono concepite come organismi di un sistema integrato e come tali devono adottare adeguate regole, standard e protocolli comuni, che senza intaccare i livelli di autonomia organizzativa e funzionale che sono loro riconosciuti, devono concentrarsi e applicarsi a tutti e soli gli elementi che incidono sulla capacità di comunicare e cooperare, di costruire immagini e rappresentazioni coerenti della realtà ambientale e della sua evoluzione².

Il primo e fondamentale requisito indirizzato al sistema di conoscenza è quello di essere in grado di rappresentare e simulare, con efficacia e continuità, la realtà ambientale con tutta la grande varietà di fatti, fenomeni e problemi che in essa si manifestano.

Il secondo requisito è quello di essere in grado di rappresentare la realtà ambientale secondo diversi punti di vista e ottiche di osservazione e lettura, imposte dalla varietà e molteplicità dei soggetti preposti al governo dell'ambiente e dalla conseguente varietà delle esigenze informative che essi manifestano all'interno del sistema delle agenzie o attraverso di esso.

Per soddisfare tali esigenze si è costituita la *rete SINAnet* e lo *spazio di conoscenza e comunicazione* che essa permette di definire e rendere praticabile. Il Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA) è stato disegnato e realizzato con l'obiettivo di consentire la razionalizzazione e il coordinamento delle iniziative di monitoraggio e di gestione delle informazioni di interesse ambientale e, quindi, di creare le condizioni affinché le conoscenze, che vengono da fonti molto differenziate, possano armonizzarsi e integrarsi a tutti i livelli territoriali, dal regionale al comunitario³. L'Agenzia ha posto, tra le sue priorità programmatiche, lo sviluppo e la gestione del SINAnet, la cui architettura complessiva è stata disegnata avendo come riferimento il sistema europeo EIONET,

¹ ANPA, 2001, *SINANET standard di sistema*, Gerardo Giombolini.

² Legge Italiana n°61 del 21/1/1994 e art. 38 D.Lgs. n°300 del 30/7/1999.

³ <http://www.sinanet.apat.it> .

istituendo il Modulo Nazionale della Rete. Prerogativa del Modulo Nazionale SINAnet è, tra l'altro, quella di assicurare lo sviluppo e la gestione del sistema informativo territoriale GIS, che rappresenta ormai un irrinunciabile strumento di supporto decisionale alle politiche riguardanti questioni ambientali.

L'alimentazione della base informativa, come per l'analogo sistema europeo, è attuata attraverso il contributo di una rete di soggetti (SINAnet).

Il presente lavoro, frutto di un'esperienza di stage della durata di 4 mesi tenutosi presso il Servizio SINAnet-Gestione Dati, rappresenta una sintesi delle conoscenze acquisite durante tale periodo e delle procedure seguite per l'elaborazione di alcuni prodotti informatici che possono essere visti a tutti gli effetti come dei sistemi informativi geografici e che hanno contribuito all'alimentazione della base informativa del sistema.

2. Metodologia

Considerando l'ambito tecnico-professionale cui fa riferimento il Modulo Nazionale SINAnet, si è deciso di impostare lo stage sull'approfondimento delle conoscenze relative alle applicazioni di Sistemi Informativi Territoriali (SIT).

In particolare si è dato rilievo al trattamento del dato finalizzato alla pubblicazione tramite piattaforma web-gis, struttura che permette la visualizzazione, la consultazione ed il download degli stessi dati.

Per quanto riguarda i SIT, si è rivolta l'attenzione verso la famiglia di applicativi GIS prodotti dalla ESRI®, tra cui ArcView® uno dei più diffusi software desktop GIS, ArcGIS® più recente nella distribuzione e più completo nella gestione, creazione, analisi ed integrazione di vari tipi di dati geografici, ed ArcIMS® che si presta ad interfacciare tra loro le architetture GIS e web.

Per la gestione del database relativo alla "Pressione da infrastrutture di comunicazione in aree protette" ed il suo successivo inserimento in un sistema informativo geografico, si è fatto uso di Microsoft Access®, uno dei più conosciuti programmi di gestione di piccoli database relazionali. Gli strumenti di Access, tra cui il semplice collegamento con i software GIS, hanno permesso un'efficiente e rapida elaborazione dei dati.

Le funzionalità dei programmi menzionati, utilizzati per i fini del presente lavoro, sono state sfruttate a pieno sia per mezzo dei relativi manuali d'uso, ma anche e soprattutto grazie alla disponibilità del personale dell'ufficio, che ha messo a disposizione la propria esperienza e competenza.

3. I Sistemi Informativi Geografici

Tra i vari prodotti che la rivoluzione informatica ha generato negli ultimi anni i Sistemi Informativi Geografici (Geographic Information System, GIS), rappresentano un'innovazione nella produzione e nella gestione di dati di carattere geografico e ambientale.

La potenzialità di un sistema informativo è basata soprattutto sulla possibilità di correlare informazioni di vario tipo secondo logiche flessibili e adattabili alle specifiche esigenze dell'utente. La particolarità dei sistemi informativi geografici consiste nel fatto che le informazioni, oltre ad avere una definizione quantitativa e/o qualitativa intrinseca, sono anche collocate spazialmente, cioè definite rispetto ad un sistema di riferimento unificato⁴.

Il GIS (sistema informatico in grado di produrre, gestire e analizzare dati spaziali associando a ciascun elemento geografico una o più descrizioni alfanumeriche) può essere visto come una forma di DBMS (Database Management System, Sistema di Gestione di basi di dati), in grado di gestire dati geografici.

Il DBMS è un insieme di sistemi software per l'organizzazione dell'informazione contenuta in un database. Tipicamente esso contiene delle procedure per l'input, la verifica, la memorizzazione, la ricerca e la combinazione dei dati immagazzinati.

Le informazioni all'interno di un database sono organizzate in tabelle; in ogni tabella le informazioni sono strutturate in campi (definiti anche colonne, attributi o item). Ogni informazione è registrata in una stringa (definita anche record) della tabella.

La fusione di CAD e DBMS nei GIS ha permesso il superamento dei limiti delle rappresentazioni cartografiche tradizionali che non consentono la conoscenza completa di tutte le informazioni legate alle entità geografiche e dove ogni simbolo nella carta rappresenta un oggetto reale con determinate proprietà geometriche.

Il GIS inoltre, permette di descrivere un'entità geografica nella sua completa natura geometrica, e per il suo totale contenuto informativo. Nella pratica, un GIS realizza, attraverso l'ingegneria del software, una sorta di collegamento dinamico tra un'entità geografica di una carta o di un tematismo digitale e uno o più record di un database.

Se si considerano inoltre i grandi progressi che negli ultimi anni si sono compiuti nel campo del telerilevamento, appaiono subito evidenti le infinite possibili applicazioni cui si prestano i GIS, soprattutto nel settore ambientale.

⁴ L.Surace – “La georeferenziazione delle informazioni territoriali”.

5. I Dati Elaborati

Come già detto, il Sistema Informativo Nazionale Ambientale è stato architettato e realizzato con l'obiettivo di consentire la gestione delle informazioni di interesse ambientale e, quindi, di creare le condizioni affinché le conoscenze, che vengono da fonti molto differenziate, possano armonizzarsi e integrarsi a tutti i livelli territoriali, dal nazionale al comunitario.

Nel sito WEB del SINAnet è pubblicata la maggior parte dei dati disponibili. Le informazioni di carattere ambientale pubblicate possono essere suddivise in tre categorie principali: metadati, dati di sintesi e dati analitici. I metadati forniscono informazioni relative ai riferimenti, alle caratteristiche, all'ubicazione e alla disponibilità dei dati ambientali veri e propri, in modo sintetico e facilmente consultabile; i dati di sintesi sullo stato sono rappresentati essenzialmente da indicatori e indici (opportune aggregazioni di dati elementari), il cui utilizzo è in generale dettato dall'esigenza di alimentare la base conoscitiva con elementi caratterizzati da elevato contenuto informativo; i dati analitici invece sono costituiti principalmente da banche dati⁵.

Viste le molteplici modalità attraverso le quali si realizza l'alimentazione della base informativa, appare evidente l'eterogeneità dei dati e delle informazioni che vengono elaborati o archiviati presso il Modulo Nazionale SINAnet.

⁶ <http://www.sinanet.anpa.it> .

5.1. Georeferenziazione

La georeferenziazione indica il corretto posizionamento dei dati e conseguentemente delle informazioni associate, in un determinato sistema di riferimento geografico.

Per poter determinare la posizione planimetrica di ogni punto della superficie terrestre effettiva, non possedendo il geode un'espressione matematica, si introduce la superficie ellissoidica o di riferimento. La forma di tale superficie è data dall'appropriata grandezza di due dei parametri principali: il semiasse maggiore e lo schiacciamento, determinati entrambi con delicate operazioni di geodesia.

L'ellissoide scelto è posizionato rispetto ad un punto della superficie effettiva dando così origine al Datum.

La proiezione, o rappresentazione cartografica, è il modo con cui è stabilita la corrispondenza biunivoca tra ogni punto dell'ellissoide ed il tematismo considerato.

Il tematismo georiferito presenta delle inevitabili deformazioni secondo la proiezione e/o rappresentazione utilizzata (ogni tema presenta dei requisiti ed in base all'uso ipotizzato è scelta la proiezione e/o rappresentazione più idonea).

Una rappresentazione cartografica che rispecchi la realtà dovrebbe avere, in contemporanea, tre requisiti:

- l'equidistanza: rapporto costante tra le distanze sulla carta e quelle nella realtà;
- l'isogonia: uguaglianza degli angoli tra le diverse direzioni sulla carta e le stesse direzioni sulla superficie terrestre;
- l'equivalenza: rapporto costante tra le aree della carta con quelle corrispondenti nella realtà.

Ovviamente solo una rappresentazione tridimensionale permetterebbe di soddisfare contemporaneamente tutti i requisiti.

5.1.2. Applicazione della georeferenziazione a cartografia storica

Nel processo di georeferenziazione sono state posizionate all'interno del sistema di riferimento UTM 32 (datum WGS 84) le tavolette del Piano Regolatore della città di Roma relative alla seconda metà del 1800, al 1896, al 1926 ed al 1962 (Figg. 1-4). Queste presentano scale che vanno da 1:50000 ad 1:8000.

Il lavoro di georeferenziazione è stato svolto mediante il posizionamento di GCP

(*Ground Control Points*) su tematismi e coperture territoriali già georiferiti (Rete stradale Teletlas ed ortofoto del volo Italia 2000 – Figura 5). Con i GCP si collega un punto sulla foto (da georeferenziare) al suo punto omologo rappresentato sui file georiferiti.



Figura 1: Cartografia relativa al Piano Regolatore della fine del 1800 con scala 1:10000



Figura 2: Cartografia relativa al Piano Regolatore del 1896 con scala 1:8000.



Figura 3: Cartografia relativa al Piano Regolatore del 1926 con scala 1:10000.

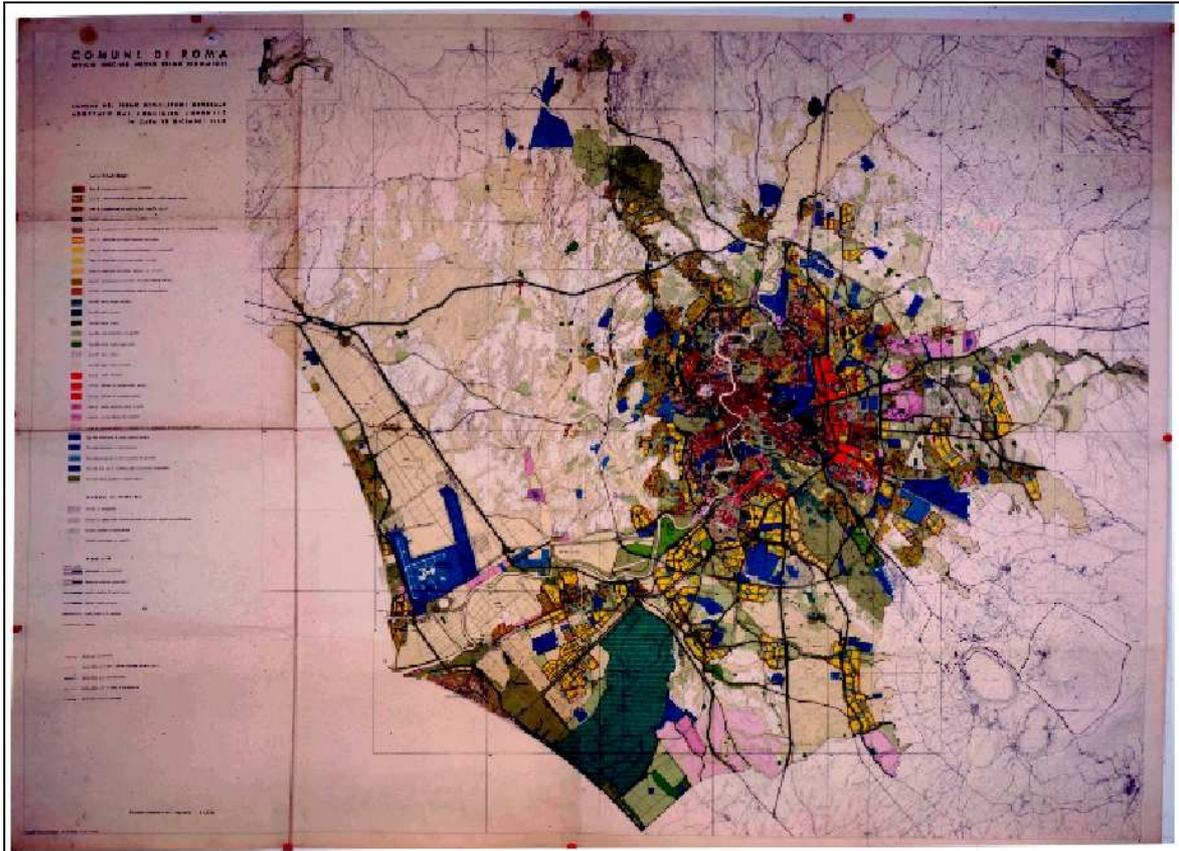


Figura 4: Cartografia relativa al Piano Regolatore del 1926 con scala 1:10000.



Figura 5: Dettaglio del Piano Regolatore del 1896 nei pressi di Piazza dell'Esquilino.

Senza titolo - ArcMap - ArcInfo

File Edit View Insert Selection Tools Window Help

Layers: strade_roma, piano regolatore Roma 1926.jpg

Link Table

Link	X Source	Y Source	X Map	Y Map	Residual
1	2781.766709	-3968.027314	289627.923475	4641957.420380	15.62666
2	3405.281455	-5097.789343	290554.217311	4639954.618229	15.10163
3	2626.584995	-2153.863213	289522.028106	4644780.498534	21.38623
4	2747.853775	-2886.705851	289655.366145	4643543.698983	21.11047
5	5340.610006	-6130.592751	293739.220759	4639544.894611	6.05232
6	4877.432766	-3064.631032	293203.975802	4643104.809171	34.34538
7	5609.341427	-3300.150653	294416.183655	4642684.522983	50.10510
8	3851.705743	-3635.119518	291462.300680	4642246.638778	24.33875
9	4402.658446	-3772.367349	292318.869617	4642003.946572	23.37670
10	4793.345680	-4658.489369	292861.748921	4640506.376633	34.71336
11	5138.000441	-5626.037396	293383.525960	4639028.511033	25.61036
12	2132.951688	-5316.481610	288421.841507	4639641.549125	35.89176
13	4561.330897	-1431.416794	293462.244790	4645871.574402	33.95930
14	6256.630026	-1441.639879	296973.868623	4645237.638977	27.77487
15	6320.841784	-1735.342495	295652.058269	4645118.748683	31.56454

Auto Adjust Transformation: 6,3rd Order Polynomial Total RMS Error: 30.80098

Load... Save... OK

Figura 6: Visualizzazione di una Link Table registrata durante il processo di georeferenziazione.

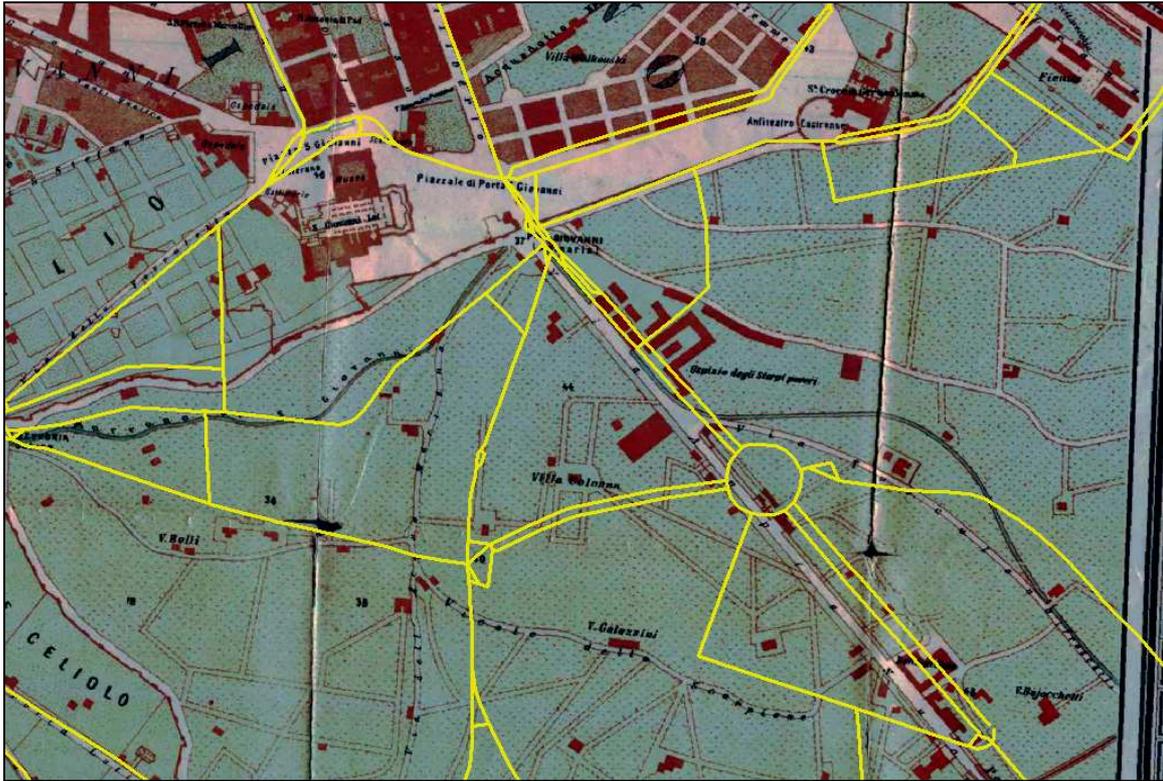


Figura 7: Errori nella rappresentazione spaziale del Piano Regolatore del 1896.

I GCP sono stati posizionati considerando punti “fissi”, come incroci, piazze o strade. I punti sono stati ben distribuiti sulla superficie delle tavolette per rendere quanto più uniforme possibile la trasformazione.

Considerando il notevole numero di punti utilizzato è stato possibile applicare una trasformazione polinomiale del terzo ordine (Figura 6), la quale permette uno stretching maggiore rispetto a quelle di ordine inferiore e con una conseguente diminuzione dell’errore quadratico medio.

Per ogni carta è stato creato un nuovo file raster, che riporta la tavoletta del Piano Regolatore georeferenziata in UTM32 in formato Geo-TIFF.

Dal lavoro è emerso che le carte del Piano Regolatore sono state cartografate, probabilmente, a partire dal centro della città ed infatti, man mano che ci si sposta verso la periferia, diminuisce la perfetta sovrapposizione degli elementi visualizzati sulle carte e sui tematismi di riferimento (Figura 7).

5.2. *Indicatore di Pressione da infrastrutture di comunicazione in aree protette*⁶

L'indicatore di pressione rappresenta, a livello nazionale e regionale, la densità delle infrastrutture di comunicazione nelle aree protette, calcolata come rapporto tra la lunghezza delle infrastrutture presenti e la superficie tutelata. Questo valore è elaborato per le diverse tipologie di area protetta secondo la classificazione dell'Elenco Ufficiale delle Aree Protette (EUAP - Figura 8).

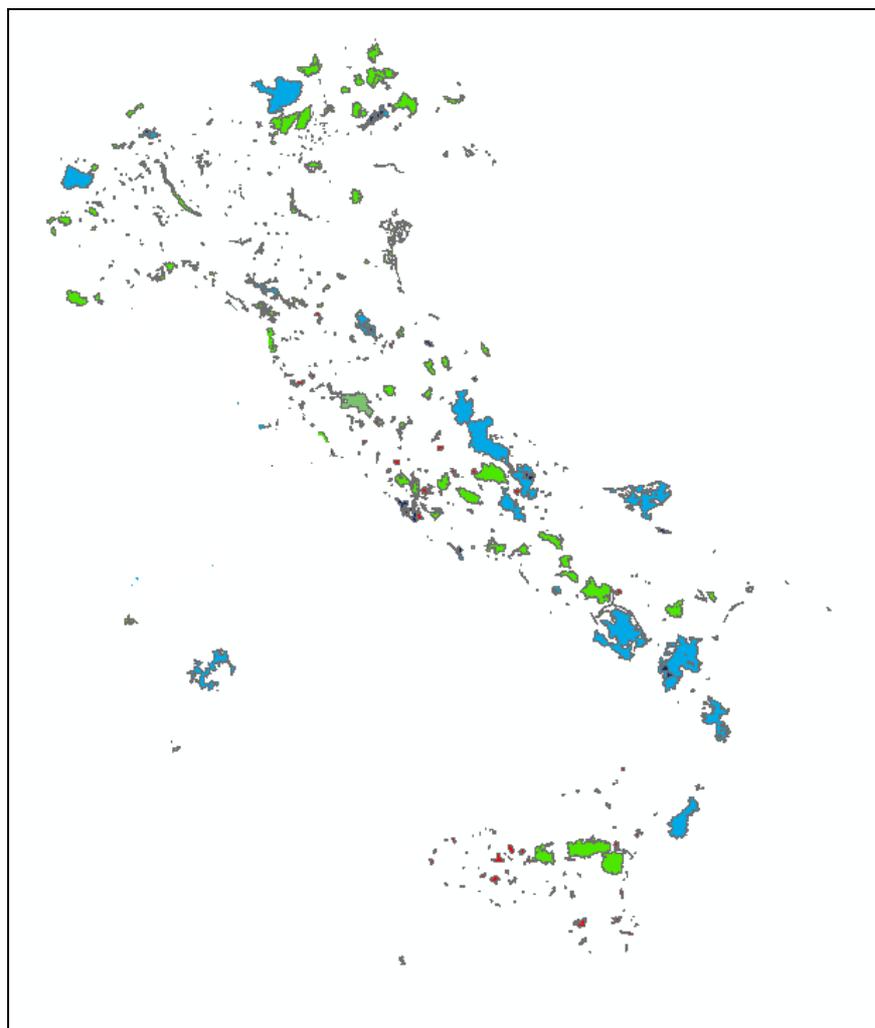


Figura 8: Distribuzione delle aree naturali protette.

A livello regionale, è inoltre riportato, il valore di densità media della rete infrastrutturale nelle aree protette. L'informazione utilizzata per il popolamento dell'indicatore rappresenta un dato significativo ai fini della valutazione degli elementi di

⁶ Indicatore di Pressione 'A02.013' nell'Annuario dei Dati Ambientali dell'APAT.

pressione sulle aree protette, in quanto le infrastrutture di comunicazione, determinando la frammentazione del territorio, aumentando la mobilità di uomini e mezzi e diffondendo inquinanti, rientrano tra le principali fonti di pressione interferenti con lo stato delle risorse naturali.

Valutare l'entità dello sviluppo della rete principale di comunicazione presente all'interno delle aree protette, anche in relazione alla densità infrastrutturale del contesto territoriale regionale, permette di ottenere informazioni indirette sui livelli di naturalità delle aree protette ed evidenziare situazioni di potenziale conflitto tra le esigenze di collegamento infrastrutturale e la conservazione delle risorse naturali.

L'indicatore mette in evidenza il grado di pressione riferito a uno specifico stato della rete di comunicazione ed a una determinata superficie territoriale sottoposta a tutela. Non è possibile individuare un *trend* in quanto l'informazione sulla infrastrutturazione si riferisce a un unico periodo e quella sulle aree protette (EUAP) è suscettibile di variazioni indipendenti dall'andamento del fenomeno.

Per l'aggiornamento di questo indicatore sono stati utilizzati i dati Istat 2002 per la superficie territoriale delle regioni italiane in ettari, l'Elenco Ufficiale delle Aree Protette (EUAP) del 2003 e la rete stradale (Teleatlas 2005).

Tele Atlas dispone del più completo e dettagliato database cartografico d'Europa. Con la versione 5.1 di MultiNet, il database cartografico, che copre 21 nazioni europee Nord America e parte dell'Asia, ha raggiunto la completa copertura del territorio italiano al massimo dettaglio (StreetNet: 100% popolazione).

La versione Multinet utilizzata per il lavoro è in formato Shapefile, in cui gli attributi sono suddivisi ed organizzati su vari livelli e con sistema di riferimento UTM 32-WGS 84.

La lunghezza delle infrastrutture per regione è stata ottenuta mediante i *tools* di ArcMap (ottenendo l'unione dei vari file Teleatlas originariamente suddivisi per provincia). La densità delle infrastrutture per ogni regione è data dal rapporto tra la lunghezza delle infrastrutture in metri e la superficie regionale Istat in ettari (Figura 9).

Per il calcolo della densità delle infrastrutture in aree protette (rapporto tra la superficie di area protetta e la lunghezza delle infrastrutture nell'area stessa – Figura 9) sono stati trasformati i dati 'EUAP' ed i 'Limiti Regionali Istat' dal sistema di riferimento UTM 32 (datum WGS 84) al sistema di riferimento ETRS89-LAEA (Proiezione Lambert Azimuthal Equal Area) in quanto la proiezione equivalente di Lambert consente di conservare le aree.

Per ogni regione, inoltre, si è reso necessario ricavare:

1. la superficie in ettari relativa ad ogni tipologia di Area Protetta (tramite

l'interazione tra il file EUAP ed i Limiti Regionali Istat, mediante operazione di *Identity*, si è potuto ricavare la superficie per tipologia di area protetta. Dai calcoli sono state escluse tutte le aree protette ricadenti al di fuori dei limiti regionali.);

- la lunghezza delle infrastrutture all'interno delle aree protette (tramite operazione di Intersect tra file 'Teleatlas' e file 'EUAP' - Figura 10).

Region/Provincia autonoma	Superficie ha	Lunghezza infrastrutture m	Densità infrastrutture m/ha	Densità infrastrutture in aree protette					Densità media m/ha
				PN	PNR	RNR	RNS	AAP	
Piemonte	2,540,246	65,049,214	25.6	1.9	6.7	15.3	0.0	9.1	5.9
Valle d'Aosta	326,324	4,177,111	12.8	1.2	1.1	3.5	n/a	n/a	1.2
Lombardia	2,386,280	75,090,116	31.5	2.6	11.3	9.4	3.3	5.0	7.1
Trentino - Alto Adige	1,360,682	25,700,481	18.9	7.4	3.6	9.5	0.0	19.3	4.8
Veneto	1,839,885	76,994,208	41.8	2.4	26.5	4.2	0.6	n/a	15.9
Friuli-Venezia Giulia	785,839	18,556,760	23.6	n/a	1.7	7.3	1.2	n/a	2.3
Liguria	542,155	21,658,498	39.9	30.7	14.5	26.2	46.4	59.6	16.9
Emilia-Romagna	2,211,734	74,013,676	33.5	6.2	16.3	16.5	12.4	26.3	12.5
Toscana	2,299,351	47,264,373	20.6	11.5	9.8	3.4	14.6	9.9	9.5
Umbria	845,604	26,753,244	31.6	16.9	22.7	135.9	n/a	11.1	20.3
Marche	969,406	34,413,896	35.5	16.2	31.7	22.5	36.6	n/a	21.3
Lazio	1,723,597	51,231,140	29.7	13.5	14.0	20.7	30.1	26.1	17.4
Abruzzo	1,076,271	35,110,139	32.6	12.3	16.1	13.2	2.6	18.3	12.5
Molise	443,768	11,478,465	25.9	4.8	42.9	12.7	1.2	2.0	3.7
Campania	1,359,024	68,756,888	50.6	33.6	23.8	32.1	15.0	6.1	29.5
Puglia	1,935,790	76,919,329	39.7	18.4	54.8	n/a	14.3	17.4	18.0
Basilicata	999,461	27,908,940	27.9	22.4	21.3	17.7	10.0	n/a	21.9
Calabria	1,508,055	49,796,223	33.0	14.2	n/a	10.9	11.4	n/a	14.0
Sicilia	2,571,140	81,434,738	31.7	n/a	17.1	14.9	n/a	43.2	16.4
Sardegna	2,408,989	35,420,548	14.7	5.9	15.8	n/a	n/a	1.3	6.3
ITALIA	30,133,601	907,727,987	30.1	15.0	14.0	14.8	13.6	10.5	14.4

Figura 9: Densità delle infrastrutture di comunicazione in aree protette. Dove: PN (Parchi Nazionali), PNR (Parchi Naturali Regionali), RNR (Riserve Naturali Regionali), RNS (Riserve Naturali Statali) e AAP (Altre Aree Protette). Il valore della densità è sostituito dalla dicitura n/a quando si riscontra l'assenza di una specifica tipologia di aree protette. Se all'interno di un'area protetta non è presente alcuna infrastruttura, la densità indicata è pari a zero.

L'indicatore fornisce un significativo contributo informativo ed è caratterizzato da importanti risvolti gestionali. Il quadro presentato evidenzia come nelle diverse regioni deve essere diversamente modulato l'intervento gestionale in rapporto alla pressione che le infrastrutture esercitano sulle aree protette (dalla tutela della *wilderness* al problema degli attraversamenti, alla gestione degli incendi e degli aspetti di fruizione turistica). È importante sottolineare che un significativo miglioramento di tale indicatore potrebbe essere fornito da un approccio finalizzato a differenziare e ponderare la pressione esercitata dalle differenti tipologie di infrastrutture di comunicazione; tale differenziazione deve essere intesa sia in termini di quantificazione del traffico convogliato sia di ambiti territoriali interessati.

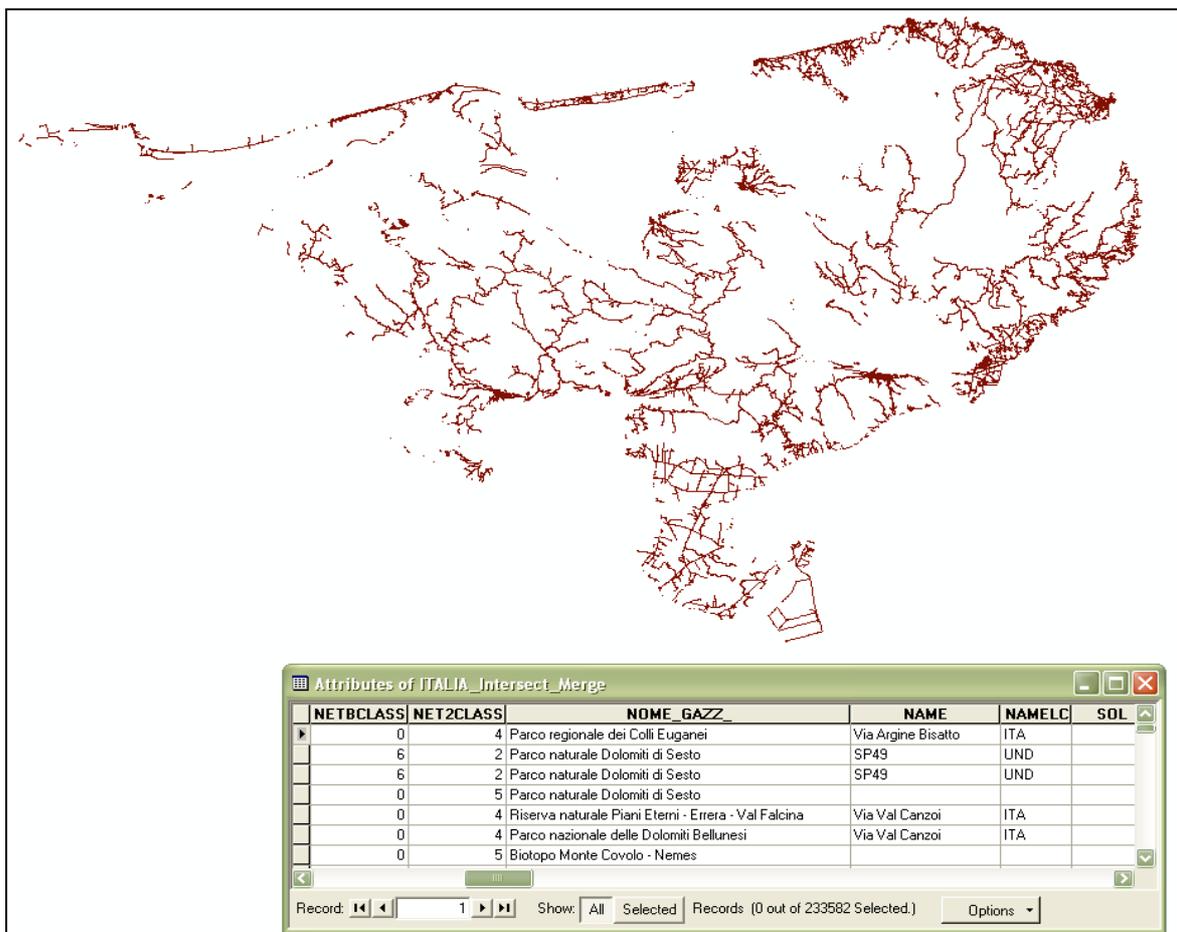


Figura 10: Dettaglio di un processo di Intersect tra le infrastrutture e le aree naturali protette.

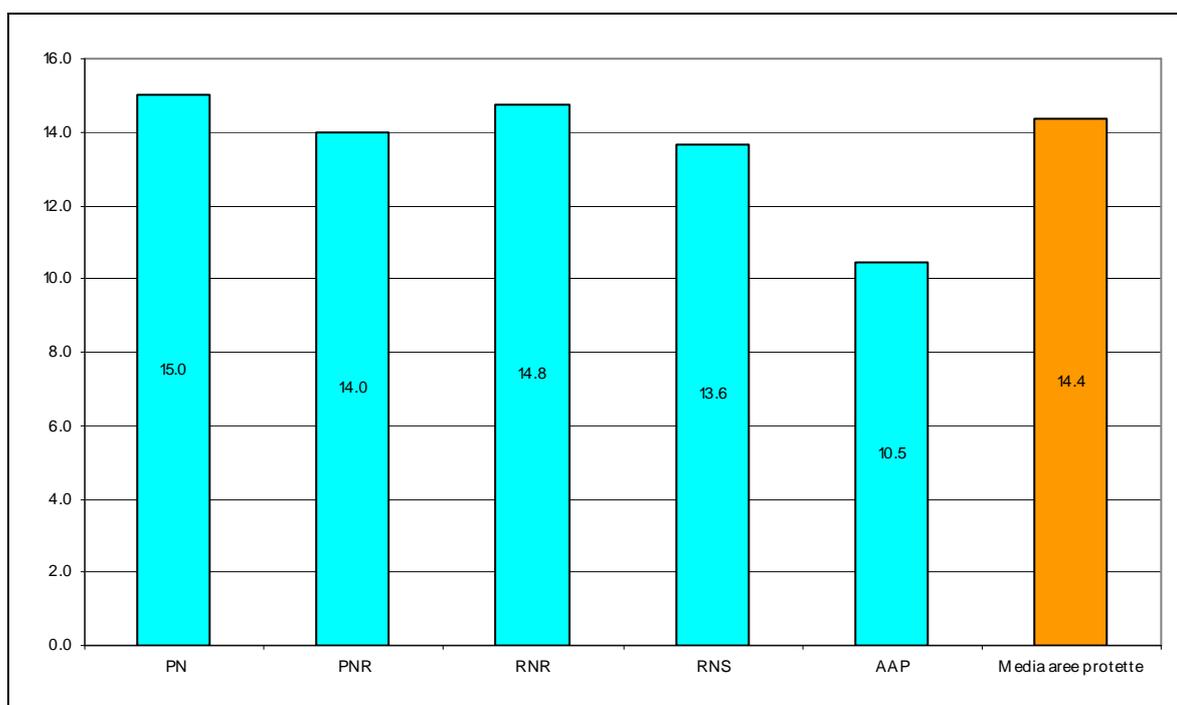


Figura 11: Densità di infrastrutture di comunicazione per tipologia di area protetta.

L'istogramma rappresentato in Figura 11 mostra come la categoria "Altre Aree Protette", che include tutte le aree naturali non classificabili per eterogeneità, ha la minore densità di infrastrutture (10,5 m/ha), rispetto ad una media dei Parchi e Riserve Nazionali e Regionali di 14,51 m/ha.

Confrontando i dati della Figura 11 con quelli della Figura 12 (relativa all'Indicatore di Pressione da infrastrutture calcolato nel 2004), si notano valori particolarmente discordanti. Questo è dovuto ad una precedente mancanza di dati relativi alla copertura nazionale della rete stradale. Attualmente si dispone del 100% della copertura della rete stradale.

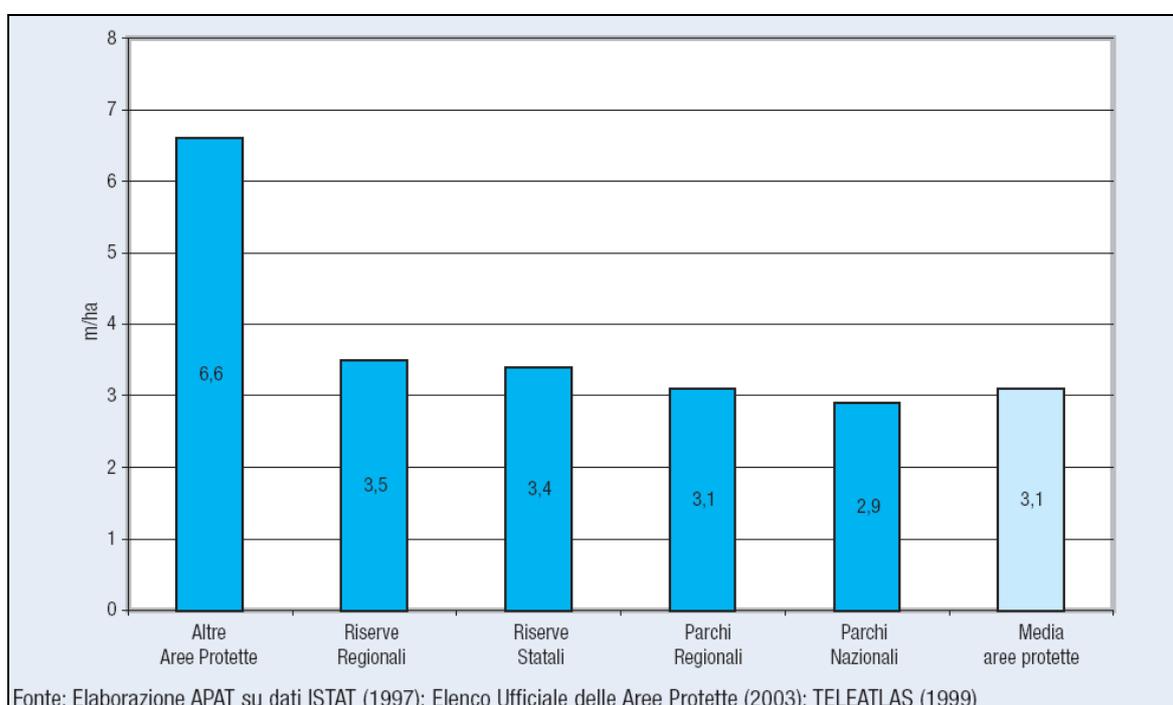


Figura 12: Densità di infrastrutture di comunicazione per tipologia di area protetta relativa all'anno 2004 (Fonte: Annuario dei Dati Ambientali dell'APAT – 2004).

5.3. Pubblicazione di dati cartografici su web

La pubblicazione dei dati cartografici dell'APAT all'interno della rete SINAnet è realizzata con l'ausilio del sistema Cart@net, che consente la consultazione degli archivi attraverso un percorso di navigazione guidata. L'utente può scegliere l'area tematica di interesse e quindi il sistema propone una serie di "tavole" precostituite che integrano strati informativi differenti.

I server adottati per la pubblicazione sono:

ArcIMS (per i dati vettoriali in formato shape e Geodatabase) ed Image Web Server (per i dati raster in formato ecw). Con l'aggiunta dei moduli Multiserver e Multistandard di Cart@net il portale SINAnet ha acquisito la capacità di condivisione dei dati cartografici disponibili e pubblicati dai molteplici server remoti dei Punti Focali Regionali (PFR) basati su differenti tecnologie quali ArcIMS, Geomedia, MapServer, server conformi allo standard WMS (Open Geospatial Consortium) ed Image Web Server.

I moduli MultiServer e Multistandard consentono a Cart@net la condivisione, all'interno dello spazio SINAnet, di cartografie pubblicate dai server remoti dei PFR che adottano differenti protocolli di scambio dati.

La procedura di condivisione degli archivi all'interno del SINAnet prevede che ogni PFR è abilitato a registrare i propri server. Il sistema quindi riconosce tutti i servizi disponibili sui server di ogni PFR e richiede, ad ogni responsabile PFR, di selezionare e quindi condividere gli archivi cartografici all'interno dello spazio SINAnet.

In questo modo gli archivi cartografici di ogni PFR vengono resi consultabili all'interno dello spazio SINAnet. In fase di registrazione dei server ogni PFR deve scegliere, da una lista precompilata, la tipologia e versione del server che si sta pubblicando.

I parametri relativi al sistema di riferimento sono, dove possibile, automaticamente rilevati dal sistema altrimenti devono essere configurati durante la fase di registrazione.

Il sistema dispone delle seguenti funzionalità:

- verifica dei servizi remoti pubblicati

Il sistema effettua ciclicamente una verifica automatica della reale disponibilità degli archivi cartografici condivisi all'interno dello spazio SINAnet. Nel caso in cui vengano evidenziate delle incongruenze il sistema automaticamente disattiva questi servizi all'interno di Cart@net ed invia una comunicazione ai responsabili dei PFR.

- reportistica sull'accesso ai dati.

Ogni fornitore di cartografia è in grado di ricevere le statistiche di utilizzo all'interno del SINAnet della propria cartografia condivisa.

- Sezione gestione utenti

Il sistema è corredato di una sezione di gestione di registrazione e login. Attraverso questa sezione gli utenti del sistema possono essere abilitati a usufruire di servizi specifici.

- Sezione ricerca Metadati

Il sistema rende disponibile un modulo di ricerca che si basa sui metadati associati alle singole cartografie pubblicate. Attraverso questa sezione l'utente può effettuare ricerche di cartografia attraverso i metadati. Il risultato della ricerca è restituito sotto forma di una lista cliccabile di cartografie⁷.

La pubblicazione dei dati cartografici all'interno della rete SINAnet è stata, come detto, una delle attività svolte durante il periodo di stage. Frutto di questa esperienza è stata la pubblicazione delle Carte relative al rischio di desertificazione della Sicilia e alla suscettibilità alla desertificazione della Calabria (Figg. 13 e 14), sul sito MAIS (Modulo di Accesso alle Informazioni Spaziali).

I dati trattati presentano formati differenti: per la Sicilia il formato è vettoriale e per la Calabria il formato è di tipo GRID.

La procedura applicata è stata la seguente:

- caricamento dei dati necessari alla realizzazione del progetto su DB Oracle tramite ArcSDE (data Server per la gestione dei dati geografici in ambiente multiutente memorizzati in un database relazionale DBMS);
- organizzazione tramite ArcMAP dei dati da visualizzare in formato MXD;
- esportazione dal formato MXD al formato AXL (Figura 15);
- pubblicazione dei dati su Web Service ArcIMS;
- gestione dei metadati con il Catalogo SINAnet delle fonti di dati ambientali (strumento informatico che raccoglie e gestisce i metadati);
- pubblicazione dei dati sul Portale MAIS (Figura 16) con la funzione di Amministratore di sistema.

⁷ <http://www.planetek.it>.

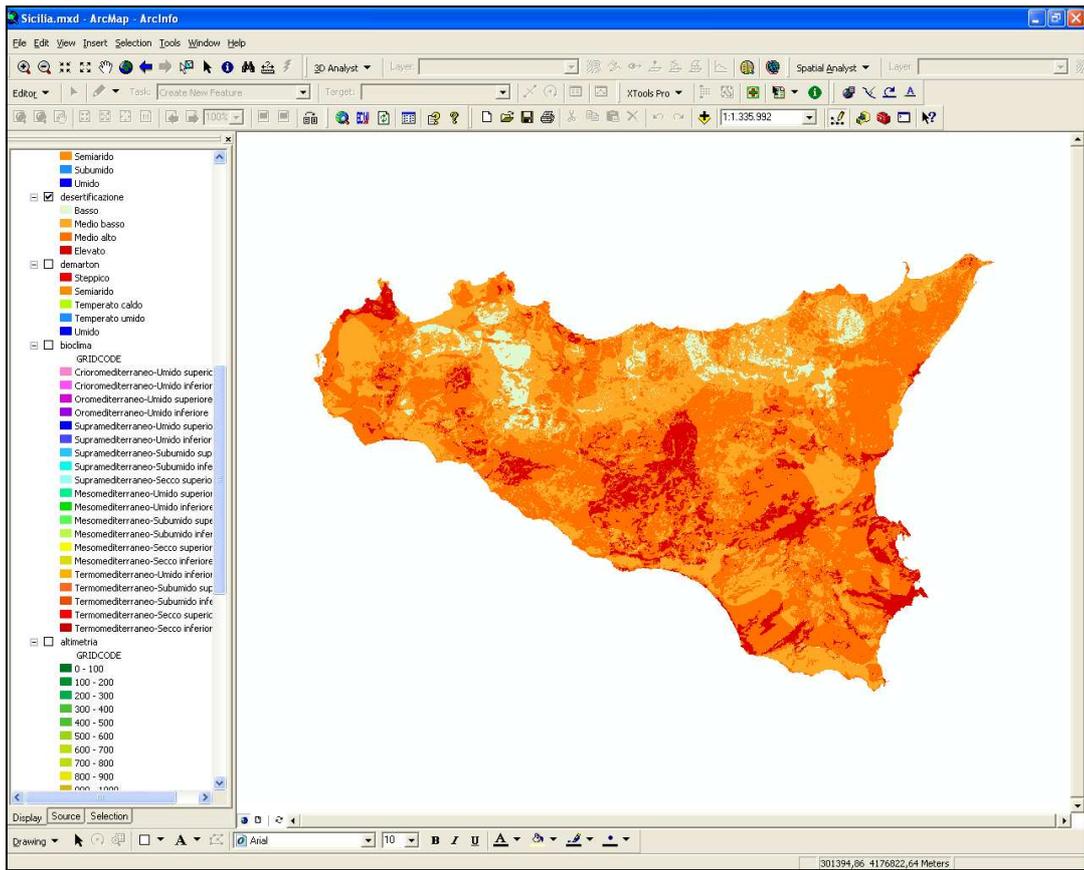


Figura 13: Carta relativa al rischio di desertificazione della Sicilia.

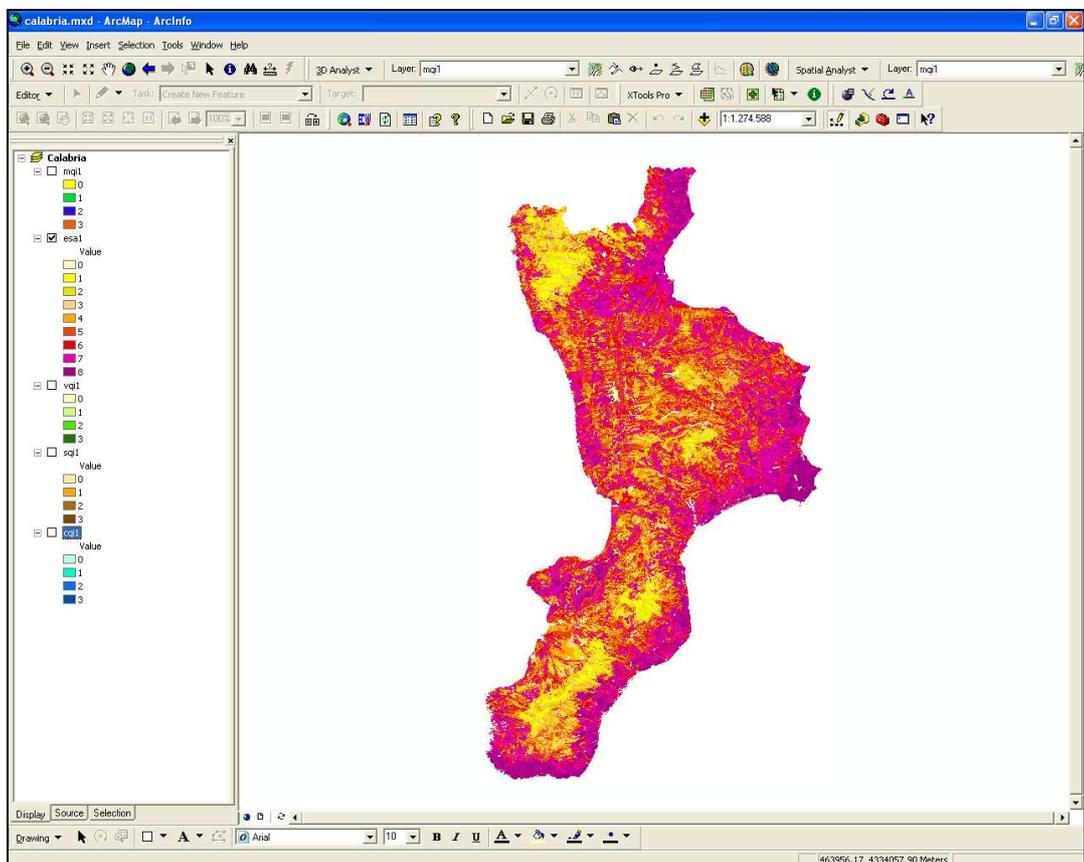


Figura 14: Carta relativa alla suscettibilità alla desertificazione della Calabria.

```

desertificazione_sicilia.axl - Blocco note
File Modifica Formato Visualizza ?
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ARXML version="1.1">
<CONFIG>
<ENVIRONMENT>
<LOCALE country="it" language="it" variant="" />
<UIFONT color="0,0,0" name="Arial" size="12" style="regular" />
</ENVIRONMENT>
<MAP>
<PROPERTIES>
<MAPUNITS units="meters" />
<ENVELOPE minx="273357,327491265" maxx="557428,158203125" miny="4055514,42382813" maxy="4239806,36860996" />
<FEATURECOORDSYS string="PROJCS[&quot;WGS_1984_UTM_Zone_33N&quot;; GEOGCS[&quot;GCS_WGS_1984&quot;; DATUM[&quot;D_WGS_1984&quot;; FILTERCOORDSYS string="PROJCS[&quot;WGS_1984_UTM_Zone_33N&quot;; GEOGCS[&quot;GCS_WGS_1984&quot;; DATUM[&quot;D_WGS_1984&quot;]]]]&quot; />
<BACKGROUND color="255,255,255" />
</PROPERTIES>
<WORKSPACES>
<SHAPEWORKSPACE name="ws1" directory="d:\sides\sicilia" />
</WORKSPACES>
<LAYER id="Layer1" type="featureclass" name="thornthw" visible="false">
<DATASET name="thornthw" type="polygon" workspace="ws1" />
<GROUPRENDERER>
<VALUEMAPRENDERER lookupfield="GRIDCODE">
<EXACT label="Arido" value="1">
<SIMPLEPOLYGONSYMBOL boundary="false" fillColor="239,0,0" filltype="solid" />
</EXACT>
<EXACT label="Semiarido" value="2">
<SIMPLEPOLYGONSYMBOL boundary="false" fillColor="255,140,0" filltype="solid" />
</EXACT>
<EXACT label="Asciutto-subumido" value="3">
<SIMPLEPOLYGONSYMBOL boundary="false" fillColor="180,254,0" filltype="solid" />
</EXACT>
<EXACT label="Subumido-umido" value="4">
<SIMPLEPOLYGONSYMBOL boundary="false" fillColor="30,144,255" filltype="solid" />
</EXACT>
<EXACT label="Umido" value="5">
<SIMPLEPOLYGONSYMBOL boundary="false" fillColor="65,68,254" filltype="solid" />
</EXACT>
<EXACT label="Iperumido" value="6">
<SIMPLEPOLYGONSYMBOL boundary="false" fillColor="40,25,214" filltype="solid" />
</EXACT>
</VALUEMAPRENDERER>
</GROUPRENDERER>
</LAYER>
<LAYER id="Layer2" type="featureclass" name="tempmedanno" visible="false">
<DATASET name="tempmedanno" type="polygon" workspace="ws1" />
<GROUPRENDERER>
<VALUEMAPRENDERER lookupfield="GRIDCODE">
<RANGE label="2 - 3" lower="1" equality="all" upper="1">
<SIMPLEPOLYGONSYMBOL boundary="false" fillColor="119,0,249" filltype="solid" />
</RANGE>
<RANGE label="3 - 4" lower="1" equality="upper" upper="2">

```

Figura 15: File AXL della Carta relativa al rischio di desertificazione della Sicilia.

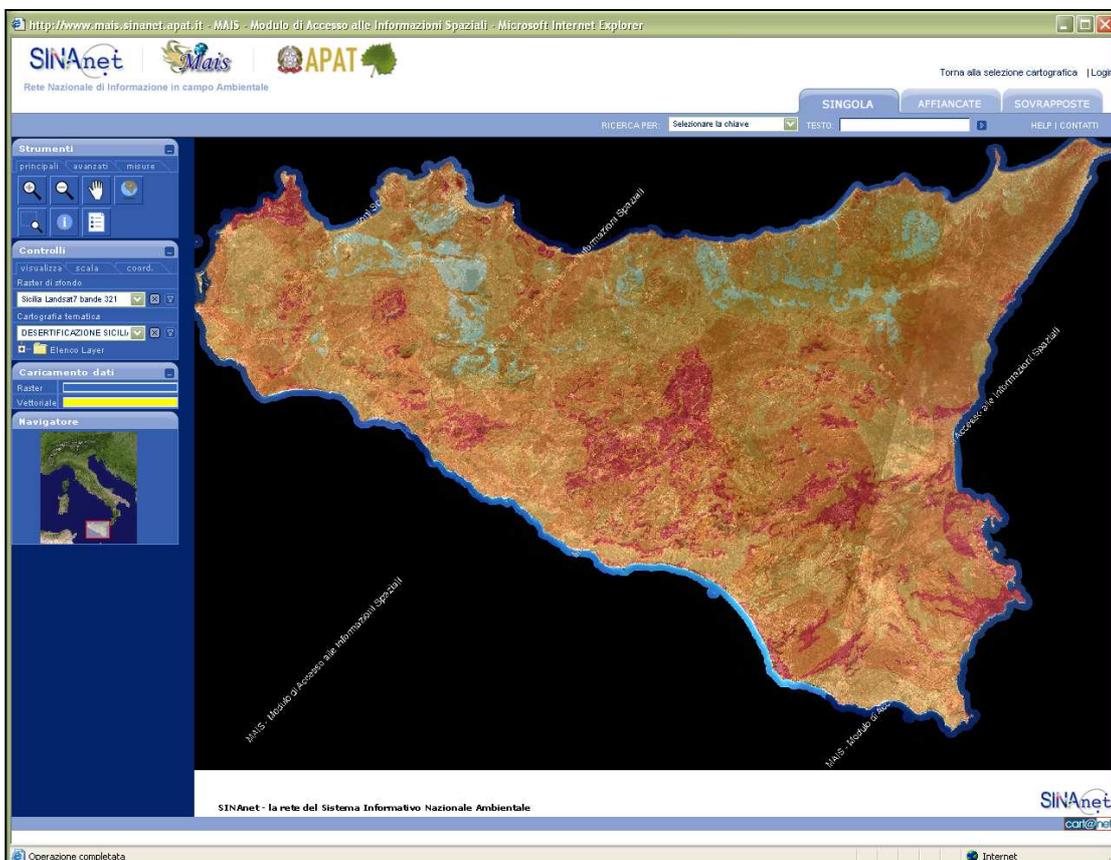


Figura 16: Pubblicazione sul sito MAIS della Carta relativa al rischio di desertificazione della Sicilia.

6. Conclusioni

Il lavoro svolto si inserisce nell'ambito dell'attività di alimentazione della base informativa e di adeguamento delle informazioni disponibili ed agli standard che vengono via via definiti e adottati dal Modulo Nazionale SINAnet.

Tutto il materiale prodotto ed elaborato durante il periodo di stage è pronto per essere inserito all'interno del sistema MAIS (Modulo di Accesso alle Informazioni Spaziali), strumento implementato e gestito dal Servizio SINAnet-Gestione Dati, che consente la consultazione dei dati territoriali, l'elaborazione e l'aggiornamento a diverse tipologie di utenti.

Il lavoro realizzato ha richiesto l'approfondimento delle conoscenze riguardanti una serie di strumenti informatici necessari alla gestione delle informazioni geografiche, territoriali ed ambientali. Questi strumenti hanno permesso di confrontare dati, talvolta eterogenei, al fine di creare nuovi tematismi capaci di fornire un risultato derivante dall'interazione di più file sorgente.

Le tecnologie approfondite in questi mesi trovano larga applicazione in tutti quei settori, di carattere pubblico o privato, che, direttamente o meno, trattano dati di carattere geografico-ambientale.

Considerando intuibile la grande mole di lavoro che l'archiviazione dei dati e l'adeguamento degli stessi agli standard adottati richiede e continuerà a richiedere negli anni futuri, è indispensabile mantenere un livello di conoscenza aggiornato e capace di interfacciare i sistemi di gestione tradizionali con le più innovative tecnologie.

In tale ottica è auspicabile che le attività intraprese durante questa esperienza, anche in virtù della loro natura profondamente formativa nei riguardi di tematiche sia ambientali che tecniche, siano riprese, aggiornate e perfezionate.

Bibliografia

- ANPA, 2001, *SINANET standard di sistema*, Gerardo Giombolini.
- APAT/ARPA/APPA, 2003, *Annuario dei Dati Ambientali*, testo disponibile su sito *web internet*: www.sinanet.apat.it.
- Decreto Legislativo n.152 del 11/05/1999: “*Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole*”.
- Decreto Legislativo n.300 del 30/7/1999: “*Riforma dell'Organizzazione del governo, a norma dell'articolo 11 della Legge 15 Marzo 1997, n. 59*”.
- <http://www.apat.it>, 23/06/2006.
- <http://www.esriitalia.it>, 20/06/2006.
- <http://geoserver.disat.unimib.it>, 24/06/2006.
- <http://www.hsh.it>, 25/06/2006.
- <http://www.planetek.it>, 26/06/2006.
- <http://www.sinanet.apat.it>, 28/06/2006.
- Legge Italiana n.61 del 21/1/1994: "Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione dell'Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente".
- “*La georeferenziazione delle informazioni territoriali*” - Luciano Surace.

Ringraziamenti

La realizzazione di questo lavoro è stata possibile grazie alla disponibilità ed alla collaborazione di tutto l'organico della sala SINAnet.

Ringrazio calorosamente, oltre al Ing. Michele Munafò e al dr. Nico Bonora, tutto il personale della sala SINAnet sia per la collaborazione professionale che per l'amicizia e la stima che mi hanno dimostrato in questi mesi, rendendo lo stage un'esperienza ancora più piacevole.