

## CAPITOLO 6

### IMPLEMENTAZIONE DELLA BASE DI DATI “VIA\_GIS”

#### 6.1 Strutturazione della base di dati in PostgreSQL

PostgreSQL è un software per la gestione delle basi di dati. Il software è interamente *open source*, con un codice sorgente distribuito pubblicamente e liberamente aperto ai contributi degli sviluppatori che possono partecipare alla sua implementazione<sup>33</sup>.

In PostgreSQL i dati sono rappresentati attraverso delle tabelle, che sono gestite attraverso il linguaggio SQL per interagire con i database relazionali (acronimo di *Structured Query Language*).

PostgreSQL si basa su un sistema *client/server*, e si compone di due applicazioni principali:

- componente *server*, sul quale gravano le incombenze relative al funzionamento del software. Il processo server gestisce i file all'interno del database, accetta le connessioni al database ed esegue le azioni definite dall'utente;
- componente *client*, che determina l'interazione tra l'utente e il *server*, e che è fisicamente costituito da un'interfaccia di consultazione ed inserimento. Essa può essere un'interfaccia grafica o un'interfaccia a linea di comando.

Nel presente lavoro si è utilizzato il software PostgreSQL 9.5.6 con interfaccia grafica PgAdmin 4 per la creazione e consultazione del database<sup>34</sup>.

L'applicazione PgAdmin permette di amministrare in maniera semplificata un database in PostgreSQL, consentendo la creazione da zero di una base di dati. PgAdmin permette la creazione delle tabelle e possiede tutte le funzionalità utili all'ottimizzazione del database, come l'inserimento dei dati, l'esecuzione di query, il backup dei dati.

---

<sup>33</sup> <https://www.postgresql.org/>, <https://www.postgresql.org/download/>

<sup>34</sup> <https://pgadmin.org/>, <https://pgadmin.org/download/>

### 6.1.1 Fasi della progettazione della base di dati in PostgreSQL

La progettazione dello schema logico della base di dati in Open Model Sphere ha determinato la creazione di uno script in linguaggio SQL che immagazzina il procedimento di creazione del modello relazionale del database. Lo script SQL così come derivato direttamente da Open Model Sphere dovrebbe, in teoria, essere “leggibile” da PostgreSQL e divenire il punto di partenza per la creazione fisica delle tabelle. Nella pratica ciò non avviene, dal momento che la sintassi SQL di alcuni comandi nello script estratto da Open Model Sphere non corrisponde alla sintassi dei medesimi comandi in PostgreSQL. Per questo motivo, si è reso necessario rielaborare lo script SQL allo scopo di riadattare la sintassi a quella di PostgreSQL e permettere così al software di eseguirlo correttamente.

In PostgreSQL il primo passo per la realizzazione della base di dati e l’inserimento fisico delle tabelle è la creazione di un database vuoto (Figura 26).

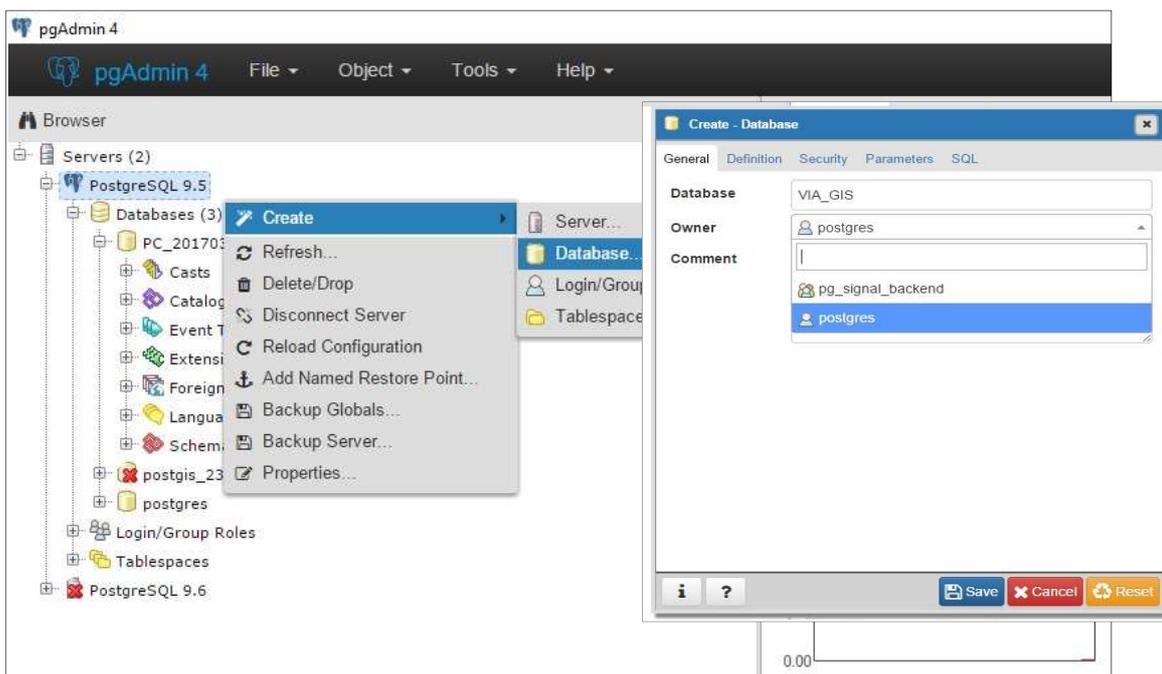


Figura 26 - Creazione di un nuovo database in PostgreSQL 9.5 con interfaccia PgAdmin 4.

All’interno del database vuoto, si procederà alla creazione delle tabelle attraverso l’importazione di uno script SQL. Come anticipato precedentemente, l’interfacciamento tra Open Model Sphere e PostgreSQL non è diretto, ma necessita di alcune operazioni di adeguamento dello script SQL derivato dallo schema logico in Open Model Sphere, attraverso alcune correzioni a livello della sintassi di alcuni comandi.

Successivamente le tabelle dovranno essere modificate attraverso l'inserimento dei vincoli di chiave primaria (*primary key*) e chiave esterna (*foreign key*) alle eventuali tabelle relazionate.

Affinché le tabelle possano immagazzinare dati geografici, è necessario attivare l'estensione spaziale di PostgreSQL denominata PostGIS. PostGIS aggiunge infatti il supporto spaziale a PostgreSQL introducendo un nuovo tipo di dato, che consiste nell'informazione legata alla geometria. Una volta attivata, l'estensione PostGIS introduce nel database due nuove tabelle di supporto: *spatial\_ref\_sys* e *geometry\_column*. Successivamente le operazioni si sposteranno in ambiente GIS, effettuando una connessione al database di PostgreSQL/PostGIS con l'impiego di un editor GIS *open source*. La connessione verrà effettuata in Quantum GIS, nella quale saranno definite la geometria e il sistema di riferimento di ciascuna tabella. A questo scopo si utilizzerà il plugin di QGIS denominato DB Manager.

QGIS, analogamente ai software e *tool* precedente descritti, è uno strumento interamente open source che permette di gestire, elaborare e modificare dati geografici con potenzialità sempre più vicine a quelle dei software GIS commerciali, grazie alle costanti operazioni di aggiornamento ed implementazione eseguite da parte della community di sviluppatori.

In QGIS verranno quindi effettuate tutte le operazioni necessarie all'implementazione della base di dati, attraverso l'inserimento di dati dagli strati informativi nativi, reperiti da fonti on line e liberamente distribuiti, alle tabelle spaziali precedentemente create.

### ***6.1.2 Creazione delle tabelle in PostgreSQL***

Le operazioni in PostgreSQL sono state effettuate utilizzando l'interfaccia grafica PgAdmin 4, al fine di poter eseguire in maniera più semplificata la creazione della base di dati.

In PgAdmin è stata effettuata la connessione al server PostgreSQL 9.5 ed è stato creato un nuovo database denominato "VIA\_GIS".

Una volta creato il database in PostgreSQL, si è proceduto alla creazione delle tabelle secondo lo schema relazionale in formato SQL precedentemente esportato dal *tool* di modellazione Open Model Sphere. Lo script in linguaggio SQL derivato da Open Model Sphere tuttavia non possedeva una struttura che permettesse l'importazione diretta in PostgreSQL, a causa della presenza di differenze nelle sintassi di alcuni comandi.

Si è resa quindi necessaria, propedeuticamente all'importazione dello script in PostgreSQL, una serie di operazioni di adeguamento della sintassi SQL (es. data type non leggibili direttamente in PostgreSQL, differenze nella descrizione dei comandi di inserimento delle *primary key* e delle *foreign key*).

In seguito a queste operazioni di "pulizia" dello script, si è proceduto all'importazione di esso in PostgreSQL e alla successiva creazione delle tabelle.

Il comando SQL utilizzato nel primo script è esclusivamente il CREATE TABLE.

Di seguito è riportato lo script SQL utilizzato per la prima creazione delle tabelle.

```
-- SCHEMA: public
-- DROP SCHEMA public ;
CREATE SCHEMA public
    AUTHORIZATION postgres;
COMMENT ON SCHEMA public
    IS 'standard public schema';
GRANT ALL ON SCHEMA public TO postgres;
GRANT ALL ON SCHEMA public TO PUBLIC;

CREATE TABLE "ACQUE_PUBBLICHE_150m"
(
    "ID" integer NOT NULL,
    "GEOMETRIA" TEXT NULL,
    "GRAFO_IDRICO_TUTELATO ID" integer NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_ARCH"
(
    "PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
    "PK_Area_Archeo" integer NULL,
    "AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
    "AREE_INTERESSE_ARCHEOLOGICO ID" integer NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_GRAF"
(
    "PK_Ambito" TEXT NULL,
    "PK_Graf" integer NULL,
    "GRAFO_IDRICO_TUTELATO ID" integer NOT NULL,
```

```

"AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_IMM"
(
"PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
"PK_Imm" integer NULL,
"AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
"IMMOBILI_INTERESSE_PUBBLICO ID" integer NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_MONT"
(
"PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
"PK_Mont" integer NULL,
"AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
"MONTAGNE_OLTRE_1200m ID" integer NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_RAM SAR"
(
"PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
"PK_Zone" integer NULL,
"AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
"ZONE_UMIDE_RAM SAR ID" integer NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_TERR"
(
"PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
"PK_For" integer NULL,
"AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
"TERRITORI_FORESTE_BOSCHI ID" integer NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_SIC"
(
"PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
"PK_SIC" text NOT NULL,
"AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
"SIC CODICE_SIC" TEXT NOT NULL
);

```

```

CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_ZPS"
(
  "PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
  "PK_ZPS" text NOT NULL,
  "AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
  "ZPS CODICE_ZPS" TEXT NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_PARCHI"
(
  "PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
  "PK_Parchi" integer NULL,
  "AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
  "PARCHI_RISERVE_CODICE PARCO" TEXT NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_TERR_2"
(
  "PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
  "PK_Terr_Cont" integer NULL,
  "AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
  "TERRITORI_CONTERMINI_LAGHI_300m ID" integer NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_TERR_3"
(
  "PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
  "PK_Terr_Cost" integer NULL,
  "AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
  "TERRITORIO_COSTIERO_300m ID" integer NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMB_CONTIENE_AREE_NAT"
(
  "PK_Ambito" TEXT NOT NULL,
  "PK_Aree_naturali_protette" integer NULL,
  "AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
  "AREE_NATURALI_PROTETTE CODICE" text NOT NULL
);
CREATE TABLE "AMBITO_PAESAGGIO"
(

```

```

"ID" integer NULL,
"GEOMETRIA" TEXT NULL,
"NOME_AMBITO" TEXT NOT NULL,
"SCHEDA_AMBITO" TEXT NULL
);
CREATE TABLE "AREE_INTERESSE_ARCHEOLOGICO"
(
"ID" integer NOT NULL,
"GEOMETRIA" TEXT NULL,
"CODICE" INTEGER NULL,
"DESCRIZIONE" TEXT NULL
);
CREATE TABLE "SIC"
(
"ID" integer NOT NULL,
"CODICE_SIC" TEXT NOT NULL,
"NOME" TEXT NULL,
"TIPO_SITO" TEXT NULL
);
CREATE TABLE "ZPS"
(
"ID" integer NOT NULL,
"CODICE_ZPS" TEXT NOT NULL,
"NOME" TEXT NULL,
"TIPO_SITO" TEXT NULL
);
CREATE TABLE "DESCR_UCS"
(
"ID" integer NOT NULL,
"UCS" INTEGER NULL,
"DESCR" TEXT NULL,
"TERRITORI_FORESTE_BOSCHI ID" integer NULL
);
CREATE TABLE "GRAFO_IDRICO_TUTELATO"
(
"ID" integer NOT NULL,
"GEOMETRIA" TEXT NULL,

```

```

"RIFERIMENTO_NORM" TEXT NULL,
"NOME" TEXT NULL,
"ACQUE_PUBBLICHE_150m ID" integer NULL
);
CREATE TABLE "IMMOBILI_INTERESSE_PUBBLICO"
(
  "ID" integer NOT NULL,
  "GEOMETRIA" TEXT NULL,
  "BENE_NUM" INTEGER NULL,
  "ID_BENE" INTEGER NULL,
  "VIN_COD" TEXT NULL,
  "VAL_MIBAC" TEXT NULL,
  "DATA_VAL" DATE NULL
);
CREATE TABLE "AREE_NATURALI_PROTETTE"
(
  "ID" integer NOT NULL,
  "GEOMETRIA" TEXT NULL,
  "CODICE" TEXT NOT NULL,
  "MIN_COD" TEXT NULL,
  "NOME" TEXT NULL,
);
CREATE TABLE "MONTAGNE_OLTRE_1200m"
(
  "ID" integer NOT NULL,
  "GEOMETRIA" TEXT NULL
);
CREATE TABLE "TERRITORI_FORESTE_BOSCHI"
(
  "ID" integer NOT NULL,
  "GEOMETRIA" TEXT NULL,
  "UCS_2007" INTEGER NULL,
  "UCS_2010" INTEGER NULL,
  "UCS_2013" INTEGER NULL,
  "DESCR_UCS ID" integer NOT NULL
);
CREATE TABLE "TERRITORI_TERMINI_AI_LAGHI_300m"

```

```

(
  "ID" integer NOT NULL,
  "GEOMETRIA" TEXT NULL,
  "NOME_LAGO" TEXT NULL
);
CREATE TABLE "PARCHI_RISERVE"
(
  "ID" integer NOT NULL
  "NOME" TEXT NULL
  "MIN_COD" integer NOT NULL
  "CODICE_PARCO" text NOT NULL
  "PROVINCIA" TEXT NOT NULL
);
CREATE TABLE "TERRITORIO_COSTIERO_300m"
(
  "ID" integer NOT NULL,
  "GEOMETRIA" TEXT NULL,
  "NOME" TEXT NULL
);

CREATE TABLE "ZONE_UMIDE_RAMSAR" (
  "ID" integer NOT NULL,
  "GEOMETRIA" TEXT NULL,
  "NOME" TEXT NULL,
  "DATA" DATE NULL,
  "COD_RAMSAR" INTEGER NULL
);
END

```

Lo script precedentemente riportato ha permesso la creazione delle tabelle, definendone i campi (*columns*) e i relativi datatype (Figura 27). Le tabelle descrivono sia le entità che le relazioni che intercorrono tra di esse, così come definito nella prima fase della modellazione concettuale e logica.

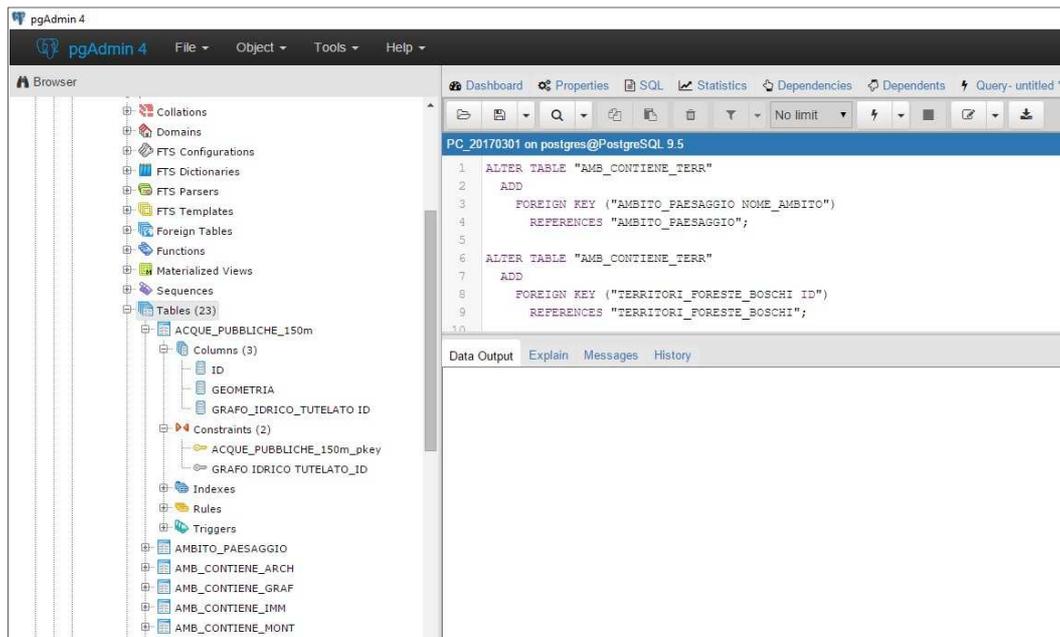


Figura 27 - Database VIA\_GIS in PostgreSQL: creazione delle tabelle attraverso l'importazione dello script SQL da Open Model Sphere, con opportuni adeguamenti.

Lo script non affronta la creazione dei *constraints* quali l'inserimento delle *primary key* e delle *foreign key*, che sono state definite in un ulteriore script nel quale il comando SQL utilizzato è l'ALTER TABLE. Il comando ALTER TABLE in PostgreSQL, infatti, è utilizzato per modificare la definizione di una tabella già esistente all'interno di un database e consente di effettuare una serie di operazioni di modifica della sua struttura, quali ad esempio l'aggiunta di uno o più campi (*add column*), l'eliminazione di un campo (*drop column*), oppure l'aggiunta di un vincolo (*add table\_constraint*).

Anche in questo script si sono rese necessarie le operazioni di adeguamento del linguaggio SQL da Open Model Sphere a PostgreSQL, effettuando le opportune sostituzioni nella sintassi di alcuni comandi.

Di seguito è riportato lo script SQL utilizzato per la modifica delle tabelle esistenti attraverso la creazione dei *constraints*.

```

ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR"
ADD CONSTRAINT "ID_REL" PRIMARY KEY ("ID");

```

```

ALTER TABLE "DESCR_UCS"
ADD CONSTRAINT "ID" PRIMARY KEY ("ID");

```

```

ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR_3"

```

```
ADD CONSTRAINT "ID_REL_2" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "SIC"  
ADD CONSTRAINT "CODICE_SIC" PRIMARY KEY (  
"CODICE_SIC");
```

```
ALTER TABLE "ZPS"  
ADD CONSTRAINT "CODICE_ZPS" PRIMARY KEY (  
"CODICE_ZPS");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR_2"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_3" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_MONT"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_4" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_GRAF"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_5" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_RAM SAR"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_6" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_ARCH"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_7" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_AREE_NAT"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_11" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_IMM"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_8" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

"ID");

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_SIC"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_9" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_ZPS"  
ADD CONSTRAINT "ID_REL_10" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AMBITO_PAESAGGIO"  
ADD CONSTRAINT "NOME_AMBITO" PRIMARY KEY (  
"NOME_AMBITO");
```

```
ALTER TABLE "PARCHI_RISERVE"  
ADD CONSTRAINT "CODICE_PARCO" PRIMARY KEY ("CODICE_PARCO");
```

```
ALTER TABLE "TERRITORIO_COSTIERO_300m"  
ADD CONSTRAINT "ID_TER" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "AREE_NATURALI_PROTETTE"  
ADD CONSTRAINT "CODICE" PRIMARY KEY ("CODICE");  
ALTER TABLE "TERRITORI_CONTERMINI_AI_LAGHI_300m"  
ADD CONSTRAINT "ID_CONT" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "ACQUE_PUBBLICHE_150m"  
ADD CONSTRAINT "ID_ACQUE" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "MONTAGNE_OLTRE_1200m"  
ADD CONSTRAINT "ID_MONT" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

```
ALTER TABLE "TERRITORI_FORESTE_BOSCHI"  
ADD CONSTRAINT "ID_FOR" PRIMARY KEY (  
"ID");
```

"ID");

```
ALTER TABLE "ZONE_UMIDE_RAMSAR"  
  ADD CONSTRAINT "ID_RAM" PRIMARY KEY (  
    "ID");
```

```
ALTER TABLE "AREE_INTERESSE_ARCHEOLOGICO"  
  ADD CONSTRAINT "ID_ARCH" PRIMARY KEY (  
    "ID");
```

```
ALTER TABLE "IMMOBILI_INTERESSE_PUBBLICO"  
  ADD CONSTRAINT "ID_IMM" PRIMARY KEY (  
    "ID");
```

```
ALTER TABLE "GRAFO_IDRICO_TUTELATO"  
  ADD CONSTRAINT "ID_GRAF" PRIMARY KEY (  
    "ID");
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR"  
  ADD  
  FOREIGN KEY ("AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO")  
  REFERENCES "AMBITO_PAESAGGIO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR"  
  ADD  
  FOREIGN KEY ("TERRITORI_FORESTE_BOSCHI ID")  
  REFERENCES "TERRITORI_FORESTE_BOSCHI";
```

```
ALTER TABLE "DESCR_UCS"  
  ADD  
  FOREIGN KEY ("TERRITORI_FORESTE_BOSCHI ID")  
  REFERENCES "TERRITORI_FORESTE_BOSCHI";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR_3"  
  ADD  
  FOREIGN KEY ("AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO")  
  REFERENCES "AMBITO_PAESAGGIO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR_3"
```

```
ADD
FOREIGN KEY ("TERRITORIO_COSTIERO_300m ID")
REFERENCES "TERRITORIO_COSTIERO_300m";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR_2"
ADD
FOREIGN KEY ("AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO")
REFERENCES "AMBITO_PAESAGGIO";
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_TERR_2"
ADD
FOREIGN KEY ("TERRITORI_CONTERMINI_LAGHI_300m ID")
REFERENCES "TERRITORI_CONTERMINI_AI_LAGHI_300m";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_MONT"
ADD
FOREIGN KEY ("AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO")
REFERENCES "AMBITO_PAESAGGIO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_MONT"
ADD
FOREIGN KEY ("MONTAGNE_OLTRE_1200m ID")
REFERENCES "MONTAGNE_OLTRE_1200m";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_GRAF"
ADD
FOREIGN KEY ("GRAFO_IDRICO_TUTELATO ID")
REFERENCES "GRAFO_IDRICO_TUTELATO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_GRAF"
ADD
FOREIGN KEY ("AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO")
REFERENCES "AMBITO_PAESAGGIO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_RAMSAR"
ADD
FOREIGN KEY ("AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO")
REFERENCES "AMBITO_PAESAGGIO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_RAM SAR"
```

```
ADD
```

```
FOREIGN KEY ("ZONE_UMIDE_RAM SAR ID")
```

```
REFERENCES "ZONE_UMIDE_RAM SAR";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_ARCH"
```

```
ADD
```

```
FOREIGN KEY ("AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO")
```

```
REFERENCES "AMBITO_PAESAGGIO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_ARCH"
```

```
ADD
```

```
FOREIGN KEY ("AREE_INTERESSE_ARCHEOLOGICO ID")
```

```
REFERENCES "AREE_INTERESSE_ARCHEOLOGICO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_IMM"
```

```
ADD
```

```
FOREIGN KEY ("AMBITO_PAESAGGIO NOME_AMBITO")
```

```
REFERENCES "AMBITO_PAESAGGIO";
```

```
ALTER TABLE "AMB_CONTIENE_IMM"
```

```
ADD
```

```
FOREIGN KEY ("IMMOBILI_INTERESSE_PUBBLICO ID")
```

```
REFERENCES "IMMOBILI_INTERESSE_PUBBLICO";
```

```
ALTER TABLE "ACQUE_PUBBLICHE_150m"
```

```
ADD
```

```
FOREIGN KEY ("GRAFO_IDRICO_TUTELATO ID")
```

```
REFERENCES "GRAFO_IDRICO_TUTELATO";
```

```
ALTER TABLE "TERRITORI_FORESTE_BOSCHI"
```

```
ADD
```

```
FOREIGN KEY ("DESCR_UCS ID")
```

```
REFERENCES "DESCR_UCS";
```

```
ALTER TABLE "GRAFO_IDRICO_TUTELATO"
```

```
ADD
```

```
FOREIGN KEY ("ACQUE_PUBBLICHE_150m ID")
REFERENCES "ACQUE_PUBBLICHE_150m";
```

END

Con l'inserimento dei vincoli, la struttura relazionale della base di dati assume le caratteristiche mostrate in Figura 28 dove per ogni tabella sono definite le *columns*, i *datatype* e i *constraints*.

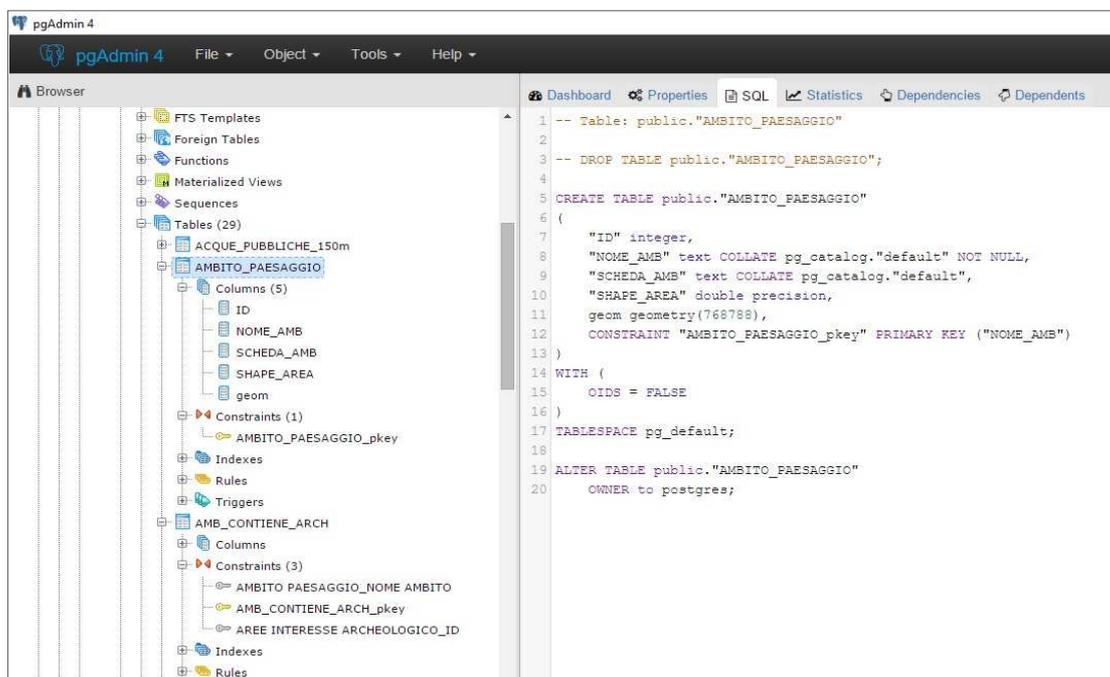


Figura 28 - Database VIA\_GIS in PostgreSQL: inserimento dei *constraints* alle tabelle: definizione delle *primary key* e delle *foreign key*.

### 6.1.3 Applicazione dell'estensione spaziale alle tabelle con PostGIS

In seguito all'esecuzione dei due script riportati nel paragrafo precedente, la struttura della base di dati VIA\_GIS in PostgreSQL appare come nella Figura 28. Si tratta di una struttura relazionale nella quale sono state definite, per ognuna delle tabelle, i campi e i loro *datatype*, le *primary key* e le *foreign key*. Le tabelle sono adesso strutturate in modo da poter immagazzinare esclusivamente dati di natura alfanumerica, privi cioè di alcuna connotazione spaziale.

Al fine di poter immagazzinare invece dati di natura spaziale, si è resa necessaria l'attivazione dell'estensione spaziale PostGIS, la quale aggiunge il supporto geografico a

PostgreSQL. Per poter attivare l'estensione spaziale, è stata selezionata la funzione *Create* → *Extension* all'interno della sezione *Extensions* del database (Figura 29).

L'attivazione dell'estensione spaziale PostGIS ha determinato la creazione automatica di due ulteriori tabelle denominate *spatial\_ref\_sys* e *geometry\_column* (Figura 30).

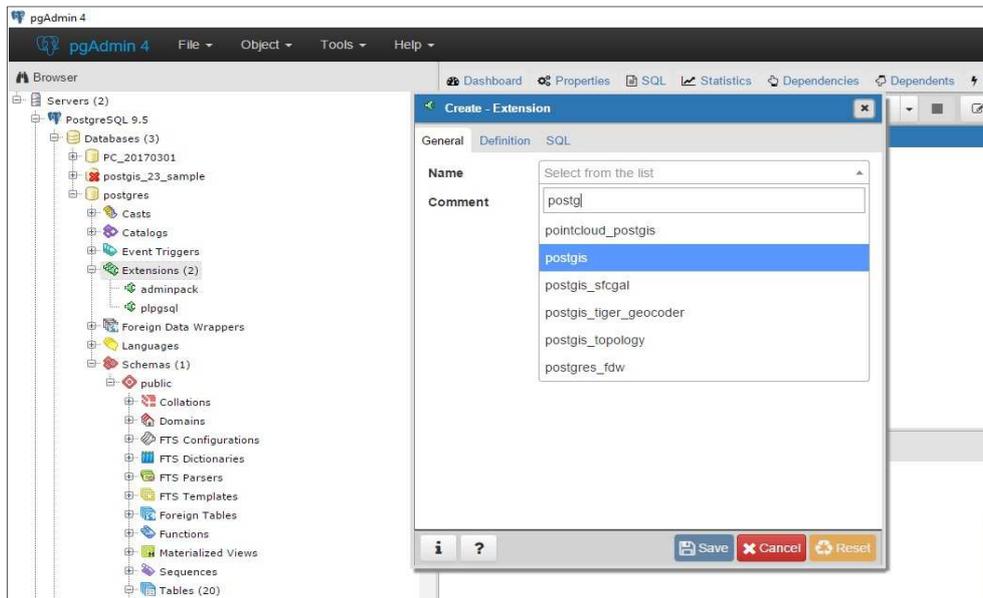


Figura 29 - Attivazione dell'estensione spaziale PostGIS dal menu *Extensions*.

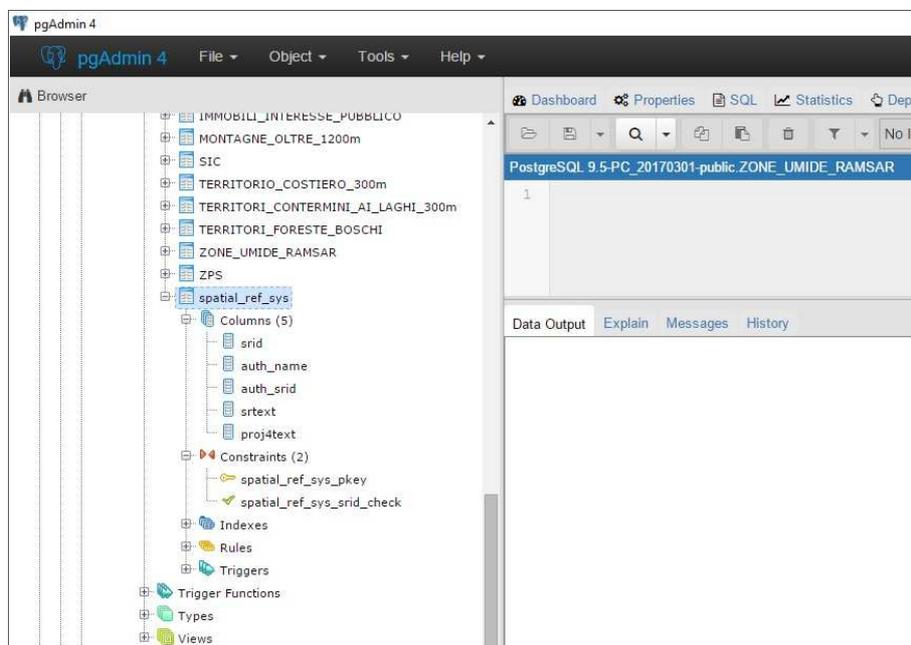


Figura 30 - Attivazione dell'estensione spaziale PostGIS: aggiunta delle tabelle che descrivono la geometria e il sistema di riferimento.

Le tabelle in PostgreSQL, in seguito all'attivazione dell'estensione PostGIS, sono in grado di immagazzinare il valore di un ulteriore attributo, automaticamente inserito, che definisce la geometria del dato (*geometry*).

Le geometrie che possono essere immagazzinate nelle tabelle sono le seguenti:

- *polygon, multipolygon*

- *linestring, multilinestring*

- *point, multipoint*

La definizione delle geometrie di ciascuna tabella è stata effettuata successivamente, in seguito alla connessione della base di dati in QGIS.

## **6.2 Implementazione della base di dati VIA\_GIS in Quantum GIS**

Nel presente lavoro, Quantum GIS (QGIS) è stato utilizzato quale editor GIS per tutte le operazioni di implementazione della base di dati creata in PostgreSQL/PostGIS.

QGIS permette il caricamento di varie tipologie di layer vettoriali (ESRI Shapefile, DXF, ...) e l'interfacciamento con vari formati di database, quali il formato Spatialite e PostgreSQL/PostGIS.

In QGIS è quindi possibile leggere il contenuto di un database elaborato in PostgreSQL/PostGIS ed eseguire delle modifiche, ovvero editare il dato, eseguire operazioni di analisi spaziale e query di interrogazione.

A questo scopo, è stata effettuata la connessione al database selezionando il tasto "Aggiungi vettore PostGIS" ed inserendo i parametri della connessione alla base di dati in PostgreSQL, analoghi a quelli utilizzati per la connessione al server, e il nome del database al quale collegarsi (Figura 31).

### *Informazioni connessione*

Nome: POSTGRES

Host: localhost

Porta: 5432

Database: VIA\_GIS

Una volta stabilita la connessione alla base di dati, e selezionato il tasto "Connetti", è visibile nella finestra di caricamento lo schema "*public*" che contiene le tabelle relazionate create in PostgreSQL. Selezionando l'opzione "Mostra anche le tabelle senza

la geometria” si rendono visibili tutte le tabelle (Figura 32). In questa fase, tuttavia, la base di dati non contiene alcuna tabella con geometria definita, dal momento che l’attributo “*geometry*” non è stato definito per nessuna tabella ma ci siamo limitati all’attivazione dell’estensione spaziale.

Una volta caricate tutte le tabelle della base di dati, si è proceduto all’implementazione del database attraverso il caricamento dei dati all’interno delle tabelle, a partire da strati informativi nativi ottenuti da servizi di consultazione e visualizzazione sul web.

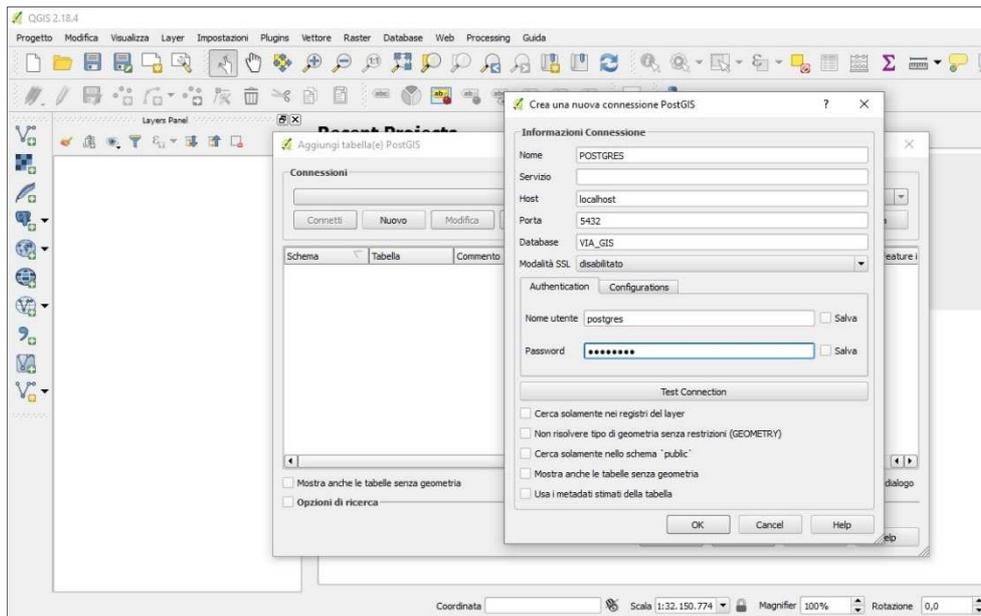


Figura 31 - Connessione al database VIA\_GIS in QGIS.

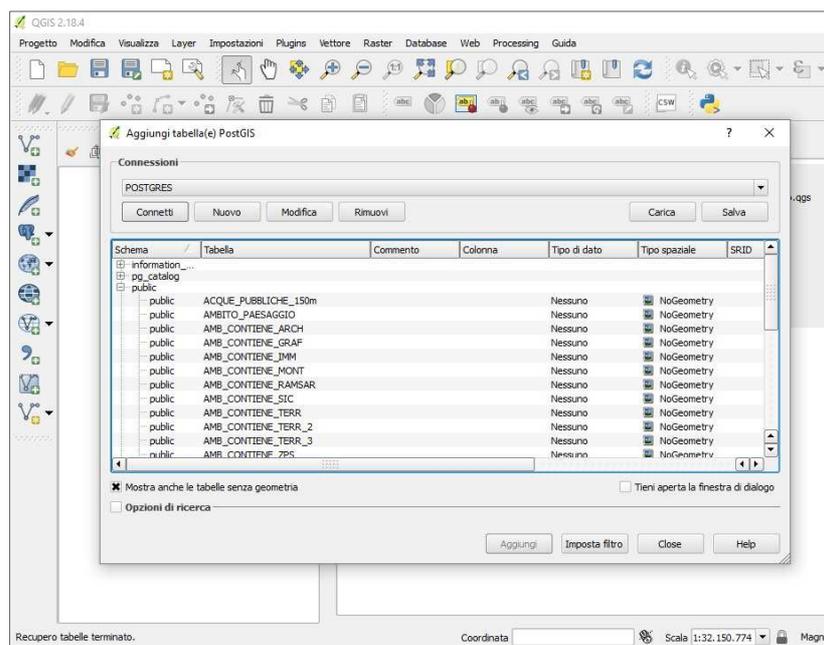


Figura 32 - Caricamento delle tabelle di PostGIS del database VIA\_GIS in QGIS.

Propedeuticamente a queste operazioni, è stata effettuata l'attribuzione della geometria e del sistema di riferimento a ciascuna delle tabelle utilizzando il plugin di QGIS che permette la gestione di database denominato DB Manager.

### 6.2.1 Attribuzione della colonna "geometry" con il plugin DB Manager

DB Manager è un plugin di QGIS che permette di gestire un database utilizzando l'interfaccia di QGIS, e di effettuare operazioni di modifica della struttura delle tabelle di un database.

DB Manager è in grado di gestire i seguenti formati di basi di dati:

- GeoPackage
- Oracle Spatial
- PostGIS
- SpatiaLite

All'interno del database di PostGIS sono visibili tutte le tabelle, comprese quelle che definiscono le relazioni (Figura 33). Avendo attivato precedentemente l'estensione spaziale, per tali tabelle possono essere definite la geometria e il sistema di riferimento.

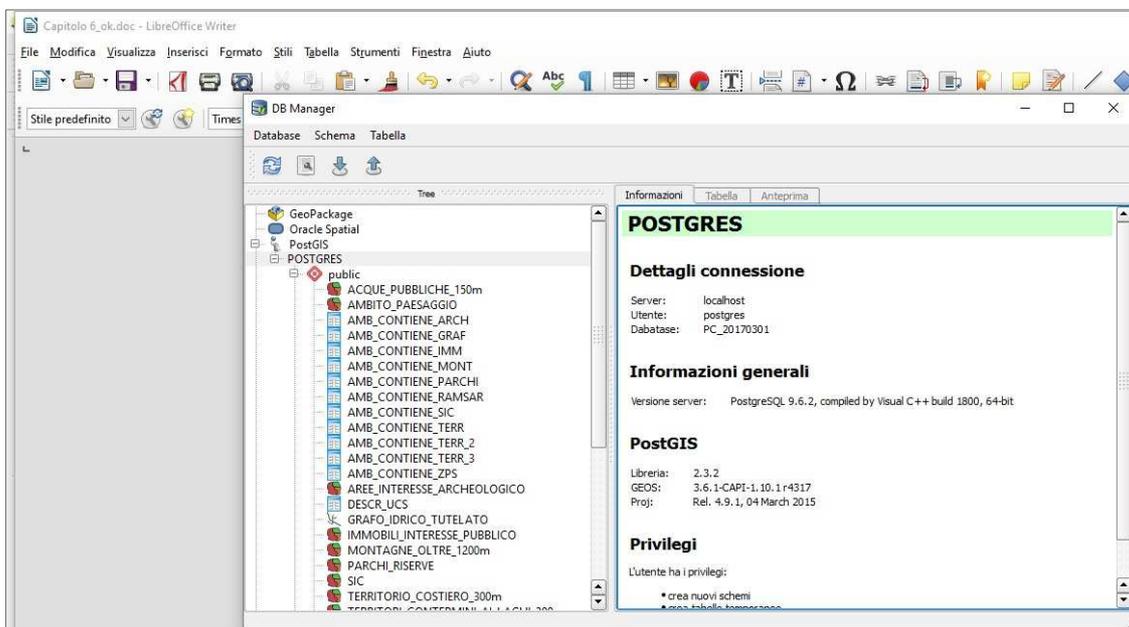


Figura 33 - Interfaccia di visualizzazione del database di PostGIS in DB Manager.

Selezionando la tabella di interesse nell'elenco a sinistra e scegliendo "Modifica tabella", è stata definita la geometria del dato, aggiungendo una nuova colonna ("colonna delle geometrie"), e il sistema di riferimento del dato.

Nella definizione della geometria, si è tenuto conto del tipo di dato che la tabella avrebbe dovuto immagazzinare, inserendo differenzialmente una geometria poligonale, lineare o puntuale. Per quanto riguarda il sistema di riferimento del dato, considerata l'estensione territoriale e l'ubicazione dell'area di interesse, è stato scelto il sistema di riferimento cartografico *Monte Mario Italy 1*, con codice SRID 3003 (Figura 34).

Una volta definite le proprietà spaziali dei dati, le tabelle sono state aggiunte alla visualizzazione di QGIS.

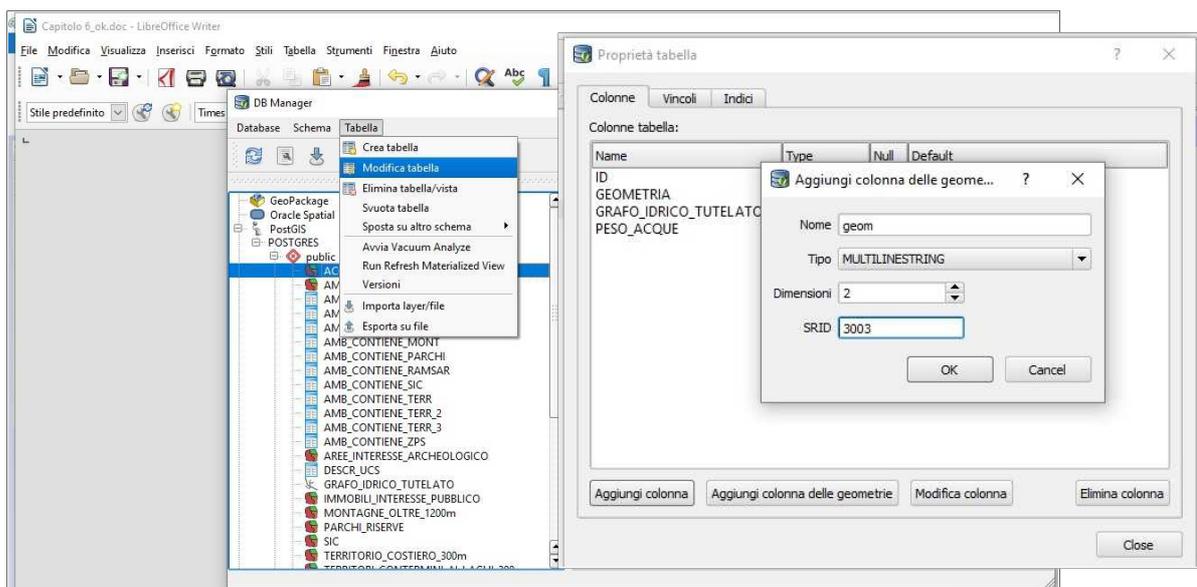


Figura 34 - Definizione della geometria del dato e del sistema di riferimento. Attribuzione della geometria *multilinestring* alla tabella descrittiva del “Grafo\_idrico\_tutelato” e del sistema di riferimento Monte Mario Italy 1 (SRID: 3003).

### 6.2.2 Operazioni di importazione dei dati all'interno del database “VIA\_GIS”

La fase di caricamento dei dati a partire da strati informativi nativi all'interno delle tabelle spaziali create in PostgreSQL/PostGIS è stata gestita parallelamente in PgAdmin e QGIS. La base di dati in questa fase della progettazione consiste di strati informativi tra loro relazionati, ciascuno dei quali possiede una propria geometria di un sistema di riferimento. Le tabelle sono quindi pronte per immagazzinare il dato ed essere modificate.

Di seguito sono riportate le informazioni descrittive degli strati informativi e delle tabelle che relazionano gli strati informativi della base di dati VIA\_GIS.

→ Strato informativo: *AMBITO\_PAESAGGIO*

Geometria: *Polygon*

Descrive gli ambiti di paesaggio estratti dal Piano ad indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT) della Toscana.

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico intero, non nullo
NOME_AMB (text)	Nome dell'ambito di paesaggio
SCHEDA_AMB (text)	Identificativo della scheda descrittiva dell'ambito di paesaggio

→ Strato informativo: *ACQUE\_PUBBLICHE\_150m*

Geometria: *Polygon*

Descrive le sponde o piedi degli argini dei fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, per una fascia di 150 metri ciascuna

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico intero, non nullo
GRAFO_IDRICO_TUTELATO_ID (integer)	Identificativo dell'elemento del grafo idrico tutelato corrispondente al tratto di acqua pubblica tutelata.

→ Strato informativo: *AREE\_INTERESSE\_ARCHEOLOGICO*

Geometria: *Polygon*

Descrive le zone caratterizzate da peculiarità di interesse archeologico.

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico intero, non nullo
DESCRIZIONE (text)	Descrizione dell'area di interesse archeologico
COMUNE (text)	Indicazione del Comune di riferimento
CODICE (text)	Codice identificativo dell'area di interesse archeologico, combinazione della sigla della provincia e di un identificativo numerico

→ Strato informativo: *GRAFO\_IDRICO\_TUTELATO*

Geometria: *Line*

Descrive i fiumi, torrenti, corsi d'acqua iscritti negli elenchi previsti dal testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775.

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico intero, non nullo
RIF_NORM (text)	Riferimento alla normativa di tutela dell'elemento tutelato del grafo idrico.
NOME (text)	Denominazione del tratto del grafo idrico
ACQUE_PUBBLICHE_150m_ID (integer)	Identificativo dell'elemento poligonale dell'acqua tutelata corrispondente al tratto del grafo idrico tutelato.
RECETTORE (text)	Denominazione del tratto di grafo idrico recettore

→ Strato informativo: *IMMOBILI\_INTERESSE\_PUBBLICO*

Geometria: *Polygon*

Descrive le aree e gli immobili tutelati per il loro interesse pubblico secondo le disposizioni del D. Lgs. 42/2004, art.142.

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico intero, non nullo
BENE_NUM (integer)	Codice identificativo del bene
ID_BENE (Integer)	Identificativo univoco dell'immobile riportato nel PIT
VIN_COD (integer)	Codice identificativo del provvedimento di vincolo
ID (Integer)	Identificativo univoco, numerico intero, non nullo
VAL_MIBAC (integer)	Stato della validazione del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali (MIBAC)
DATA_VAL (Integer)	Data del provvedimento di vincolo

→ Strato informativo: *MONTAGNE\_OLTRE1200m*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione delle montagne che eccedono oltre i 1200 m.

ID (Integer)	Identificativo univoco, numerico intero, non nullo
--------------	--

→ Strato informativo: *AREE\_NATURALI\_PROTETTE*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione delle aree naturali protette di interesse locale (ANPIL)

ID (integer)	Identificativo numerico progressivo
NOME (text)	Denominazione dell'area naturale protetta
MIN_COD (text)	Codice identificativo definito dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM) (Codice EUAP)
CODICE (text)	Identificativo univoco, non nullo

→ Strato informativo: *PARCHI\_RISERVE*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione dei parchi nazionali, regionali, provinciali e sotto la tutela comunale e delle riserve naturali.

ID (integer)	Identificativo numerico progressivo
NOME (text)	Denominazione del parco o della riserva naturale
MIN_COD (text)	Codice identificativo definito dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare (MATTM)
CODICE_PARCO (text)	Identificativo univoco, non nullo
PROVINCIA (text)	Denominazione della Provincia

→ Strato informativo: *SIC*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione dei Siti di Importanza Comunitaria di Rete Natura 2000.

ID (integer)	Identificativo numerico progressivo
CODICE_SIC (integer)	Codice identificativo univoco, numerico non nullo

NOME (text)	Denominazione del sito
TIPO_SITO (text)	Tipologia di sito
PROVINCIA (text)	Denominazione della Provincia

→ Strato informativo: *ZPS*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione delle Zone di Protezione Speciale di Rete Natura 2000.

ID (integer)	Identificativo numerico progressivo
CODICE_ZPS (integer)	Codice identificativo univoco, numerico non nullo
NOME (text)	Denominazione della zona
TIPO_SITO (text)	Tipologia di sito
PROVINCIA (text)	Denominazione della Provincia

→ Strato informativo: *TERRITORI\_FORESTE\_BOSCHI*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione dei territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227.

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico non nullo
CLASSE (integer)	Classe di uso del suolo
UCS2007 (text)	Classificazione dell'uso e copertura del suolo al 2007
UCS2010 (text)	Classificazione dell'uso e copertura del suolo al 2010
PROVINCIA (text)	Denominazione della Provincia

→ Strato informativo: *ZONE\_UMIDE\_RAMSAR*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione delle zone umide riconosciute ai sensi della Convenzione di Ramsar.

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico non nullo
--------------	--

NOME (text)	Denominazione della zona umida
DATA (date)	Data del provvedimento di tutela
COD_RAM SAR (integer)	Codice identificativo dell'area tutelata

→ Strato informativo: *TERRITORIO\_COSTIERO\_300m*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione dei territori costieri compresi nella fascia di profondità di 300 m, a partire dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sul mare.

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico non nullo
NOME (text)	Denominazione dell'area costiera

→ Strato informativo: *TERRITORI\_CONTERMINI\_LAGHI*

Geometria: *Polygon*

Descrive la distribuzione dei territori contermini ai laghi compresi nella fascia di profondità di 300 m, a partire dalla linea di battigia, anche per i terreni elevati sui laghi.

ID (integer)	Identificativo univoco, numerico non nullo
NOME_LAGO (text)	Denominazione del lago

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_ARCH*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Aree\_interesse\_archeologico”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
ID (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Aree_interesse_archeologico”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_GRAF*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Grafo\_idrico\_tutelato”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
ID (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Grafo_idrico_tutelato”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_IMM*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Immobili\_interesse\_pubblico”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
ID (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Immobili_interesse_pubblico”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_MONT*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Montagne\_oltre\_1200m”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
ID (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Montagne_oltre_1200m”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_PARCHI*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Parchi\_Riserve”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
CODICE_PARCO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Parchi_Riserve”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_RAMSAR*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Zone\_Umide\_Ramsar”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
ID (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Zone_Umide_Ramsar”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_SIC*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “SIC”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
CODICE_SIC (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “SIC”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_TERR*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Territori\_foreste\_boschi”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
ID (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Territori_foreste_boschi”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_TERR\_2*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Territori\_contermini\_laghi\_300m”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
ID (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Territori_contermini_laghi_300m”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_TERR\_3*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Territorio\_costiero\_300m”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
ID (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Territorio_costiero_300m”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_ZPS*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “ZPS”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
CODICE_ZPS (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “ZPS”

→ Tabella: *AMB\_CONTIENE\_AREE\_NAT*

Descrive la relazione che intercorre tra lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio” e “Aree\_naturali\_protette”

NOME_AMBITO (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Ambito_Paesaggio”
CODICE (text)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Aree_naturali_protette”

→ Tabella: *DESCR\_UCS*

Descrive la corrispondenza tra lo strato informativo “Territori\_foreste\_boschi” e i codici descrittivi delle classi di uso e copertura del suolo.

ID (integer)	Identificativo numerico progressivo
UCS (integer)	Codice della classe di uso e copertura del suolo
DESCR (text)	Descrizione della classe di uso e copertura del suolo
ID_FOR (integer)	<i>Primary Key</i> dello strato informativo “Territori_foreste_boschi”

Gli strati informativi sono stati implementati attingendo da dati in formato *shapefile* liberamente distribuiti da portali ufficiali della Regione Toscana per la distribuzione degli

*open data* geografici. Tali portali consentono la visualizzazione di dati geografici afferenti a varie aree disciplinari e, parzialmente, il loro download in formato ESRI Shapefile.

La Regione Toscana ha infatti reso disponibile una mole consistente di dati geografici attraverso il Geoportale GEOscopio, che rappresenta uno strumento webgis con cui è possibile visualizzare e interrogare i dati geografici della Regione.

Tutte le cartografie presenti sui vari portali di GEOscopio fanno riferimento a servizi WMS<sup>35</sup> e possono quindi essere consultate ed interrogate tramite strumenti GIS, collegandosi ai servizi WMS e WFS. In alternativa, è possibile eseguire il download di alcuni dati direttamente dal Geoportale.

Come descritto nel Manuale di utilizzo del sistema WebGIS Geoscopio, i portali disponibili sono i seguenti:

- Cartoteca e scarico Open Data geografici
- Fototeca
- Castore: Catasti Storici Regionali
- Uso e Copertura del Suolo
- Aree protette e siti Natura 2000
- Ortofoto
- Grotte e Carsismo
- Pedologia e capacità e limitazioni di uso dei suoli
- Infrastrutture, servizi e presidi
- Aree non idonee all'installazione per impianti fotovoltaici a terra (L.R.11/2011)
- Sentieristica CAI-2005
- Inquinamenti fisici
- Vincolo idrogeologico
- Zone di produzione Vitivinicola e aree DOP e IGP
- Database Geologico regionale
- Siti Unesco
- Territori classificati montani ai fini regionali
- Uso del suolo nella Toscana dell'Ottocento
- Zone soggette a vincoli naturali o ad altri vincoli specifici ai sensi degli artt. 31 e 32 del Reg. UE 1305/2013

---

<sup>35</sup> <http://www.regione.toscana.it/-/geoscopio-wms>

- Cartografia del PIT con valenza di Piano Paesaggistico
- Parco agricolo della Piana - PIT
- Censimenti ISTAT
- Direttiva Alluvioni
- Catasto e urbanizzazione
- Piano Faunistico Venatorio
- Beni Culturali e del Paesaggio
- Datazione Sedimi Edilizi

Ai fini del presente lavoro e dell'implementazione della base di dati per la caratterizzazione della sensibilità ambientale di un territorio, come precedentemente specificato, si è reso necessario considerare i dati geografici afferenti al PIT – Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico e i dati descrittivi delle aree naturali protette, così come indicato nella normativa regionale sulla valutazione di impatto ambientale.

I dati di interesse sono stati consultati e reperiti dal portale Cartoteca, disponibile al link <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html> (Figura 35), dal portale del Piano Paesaggistico (Figura 36) al seguente link <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.html> e dal Geoportale delle aree protette e dei siti di interesse regionale, nazionale e comunitario della Toscana <http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/arprot.html> (Figura 37).

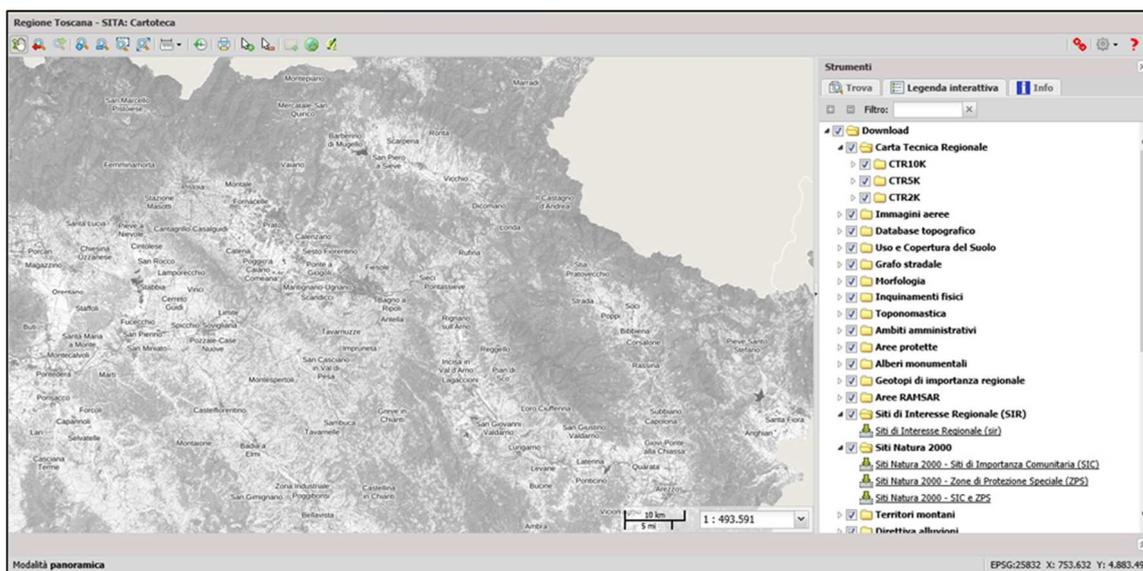


Figura 35 - Interfaccia del Geoportale Cartoteca  
<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/cartoteca.html>.

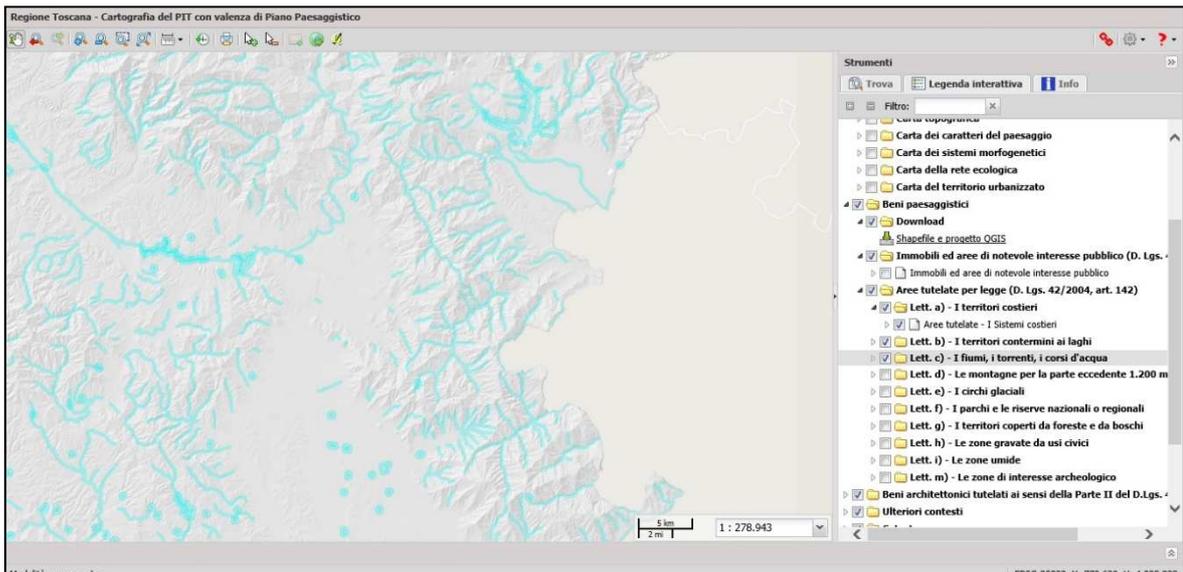


Figura 36 - Interfaccia del Geoportale descrittivo della Cartografia del PIT  
<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pianopaesaggistico.html>.

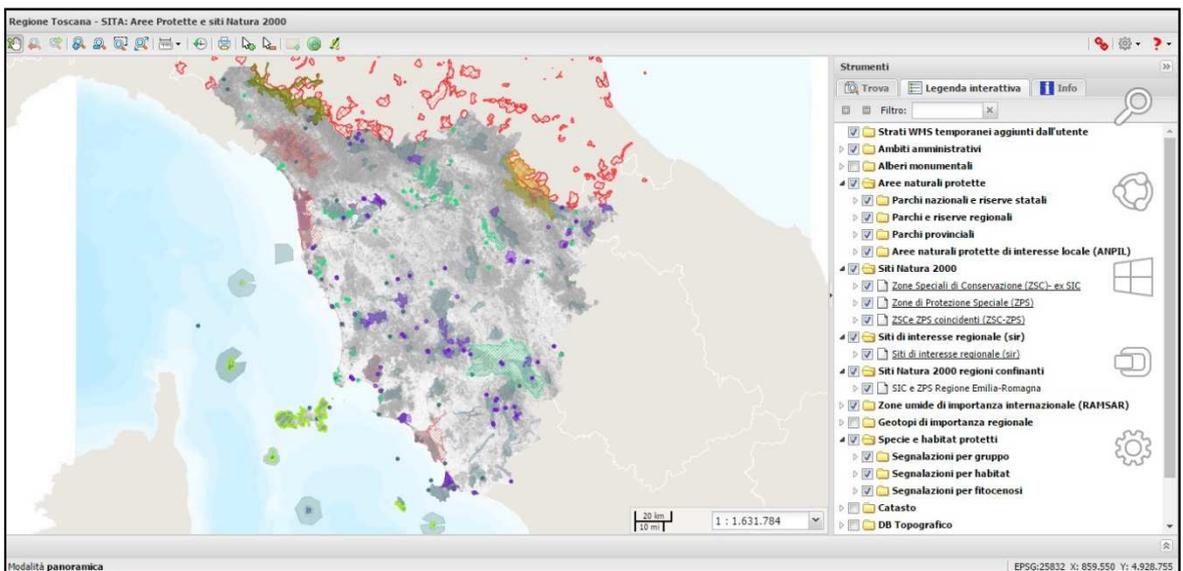


Figura 37 - Interfaccia del Geoportale delle aree protette e dei siti di interesse regionale, nazionale e comunitario della Toscana  
<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/arprot.html>.

I dati utili ai fini dell'implementazione della base di dati, secondo la sua struttura dati e i requisiti richiesti, sono i seguenti:

- Aree tutelate per legge secondo il D. Lgs. 42/2004, art. 142
  - Territori costieri
  - Territori contermini ai laghi
  - Montagne per la parte eccedente 1200 m
  - Parchi e riserve nazionali e regionali

- Territori coperti da foreste e boschi
- Zone umide di importanza internazionale (RAMSAR)
- Zone di interesse archeologico
- Immobili ed aree di notevole interesse pubblico secondo il D. Lgs. 42/2004, art. 136
- Aree naturali protette e Siti Natura 2000
  - Siti di Importanza Comunitaria (SIC)
  - Zone di Protezione Speciale (ZPS)
  - Parchi nazionale e riserve statali
  - Parchi e riserve regionali
  - Parchi provinciali
  - Aree naturali protette di interesse locale (ANPIL)
- Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)

Questi dati sono stati reperiti in formato ESRI Shapefile attraverso il download dai Geoportali precedentemente descritti. Per ciascuno di essi, laddove presente, è stata inoltre reperita la struttura dati e la licenza d'uso.

La prima operazione ha riguardato l'importazione degli elementi descrittivi degli ambiti di paesaggio all'interno dello strato informativo della base di dati VIA\_GIS denominato "Ambito\_Paesaggio". Come fonte, è stato utilizzato il medesimo dato contenuto all'interno del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT), in formato shapefile, denominato "amb\_pae\_regione\_amb\_pae". All'interno della tabella "Ambito\_Paesaggio", l'importazione degli ambiti di paesaggio di tutta la regione è stata eseguita attraverso una copia/incolla dei record dallo strato fonte alla tabella "Ambito\_Paesaggio". Prima di procedere all'importazione dei dati, laddove necessario, sono stati modificati e/o aggiunti, nello shapefile sorgente, opportuni campi e datatype al fine di automatizzare il più possibile l'operazione di trasferimento dei record da una tabella all'altra.

La tabella "Ambito\_Paesaggio" quindi contiene tutti gli ambiti di paesaggio definiti dal PIT della Regione Toscana, per un totale di 20 record, di seguito elencati:

- Ambito 1. Lunigiana
- Ambito 2. Versilia e costa apuana
- Ambito 3. Garfagnana, Valle del Serchio e Val di Lima
- Ambito 4. Lucchesia

- Ambito 5. Val di Nievole e Val d'Arno inferiore
- Ambito 6. Firenze-Prato-Pistoia
- Ambito 7. Mugello
- Ambito 8. Piana Livorno-Pisa-Pontedera
- Ambito 9. Val d'Elsa
- Ambito 10. Chianti
- Ambito 11. Val d'Arno superiore
- Ambito 12. Casentino e Val Tiberina
- Ambito 13. Val di Cecina
- Ambito 14. Colline di Siena
- Ambito 15. Piana di Arezzo e Val di Chiana
- Ambito 16. Colline Metallifere e Elba
- Ambito 17. Val d'Orcia e Val d'Asso
- Ambito 18. Maremma grossetana
- Ambito 19. Amiata

Tutte le successive operazioni di implementazione della base di dati sono state limitate al solo ambito di paesaggio del Valdarno Superiore, nel quale è ubicata l'ex area mineraria di Santa Barbara per la quale è stato analizzato lo Studio di Impatto Ambientale nel Capitolo 4. Di conseguenza, per tutti gli altri strati informativi è stata dapprima eseguita un'operazione di ritaglio degli elementi di interesse sull'ambito di paesaggio selezionato, e successivamente si è proceduto all'importazione dei dati all'interno delle tabelle interessate. Durante queste operazioni si sono rese necessarie alcune procedure di semplificazione e automatizzazione della procedura di copia/incolla dei record, quali l'aggiunta, nello strato informativo sorgente, di campi con la stessa denominazione e datatype di quelli della corrispondente tabella della base di dati.

### **6.3 Criticità riscontrate durante il popolamento della base di dati**

Nella fase di caricamento dei dati all'interno delle tabelle spaziali create in PostgreSQL/PostGIS sono state riscontrate alcune criticità, dovute principalmente alla differente struttura delle tabelle che in alcuni casi ha comportato la violazione dei vincoli imposti precedentemente nella fase di progettazione della base di dati.

### **6.3.1 Criticità dovute alla presenza di campi con diversa denominazione**

Nello specifico, una prima criticità è stata riscontrata durante il caricamento manuale dei dati dallo strato informativo descrittivo degli ambiti di paesaggio “amb\_pae\_regione\_amb\_pae” nella tabella denominata “Ambito\_Paesaggio” all’interno della base di dati “VIA\_GIS”. In questa fase si è reso necessario, inizialmente, omologare la denominazione dei campi della tabella “amb\_pae\_regione\_amb\_pae” alla denominazione imposta in PostgreSQL nello strato informativo “Ambito\_Paesaggio”, al fine di automatizzare il più possibile la fase di importazione dei dati.

Nello strato informativo nativo sono stati perciò creati i campi “Scheda” e “Nome”, analoghi a quelli presenti nella tabella “Ambito\_Paesaggio”, nei quali i valori sono stati calcolati attraverso la funzione di QGIS che permette la compilazione automatica dei campi (funzione “Calcolatore di campi”).

Questo tipo di criticità, descritta per lo strato informativo “Ambito\_Paesaggio”, è stata riscontrata nell’implementazione di ognuna delle tabelle della base di dati descritte al Paragrafo 6.2.2.

### **6.3.2 Criticità dovute alla violazione dei vincoli di chiave primaria**

In seguito è stata evidenziata un’altra complessità dovuta alla presenza di feature *multipart* all’interno dello strato informativo “amb\_pae\_regione\_amb\_pae”, in corrispondenza degli ambiti di paesaggio che includono più di un territorio sotto la stessa denominazione: ne è un esempio l’ambito “Bassa Maremma e ripiani tufacei” che comprende sia il vasto territorio continentale sia la parte insulare. Prima di procedere al caricamento dei dati nella tabella “Ambito\_Paesaggio”, si è reso perciò necessario esplodere tutte le geometrie *multipart* al fine di ottenere uno strato informativo di sole geometrie *singlepart*. In QGIS è stato utilizzato il tool “Da parti multiple a parti singole” contenuto all’interno del set degli *Strumenti Geometria Vettore*.

È stato quindi ottenuto uno strato informativo con molte più geometrie rispetto allo strato nativo che includeva 20 geometrie poligonali descrittive di altrettanti ambiti di paesaggio. Osservando però la struttura della tabella in seguito all’esplosione delle geometrie *multipart*, si è notato che il campo “Nome\_Ambito” non era più univoco, dal momento che uno stesso nome può identificare più di una geometria. Ciò avrebbe comportato una violazione del vincolo di *primary key* imposto nella tabella “Ambito\_Paesaggio”, nella

quale il campo “Nome” è stato imposto come chiave primaria, e quindi come identificativo univoco e non nullo.

Di conseguenza si è proceduto ad una ulteriore operazione di “pulizia” dello strato informativo nativo, al fine di ottenere geometrie identificate da un identificativo “Nome” che non fosse ripetuto. È stato osservato che le molteplici geometrie che si sono generate in seguito all’operazione di “esplosione” da *multipart* a *singlepart* erano per lo più rappresentate da poligoni di area estremamente piccola localizzati nell’intorno dei territori insulari (es. piccoli scogli nei pressi della costa). Ai fini della presente lavoro, territori di tale estensione sono stati giudicati pressoché superflui. Si è proceduto quindi all’eliminazione di essi, allo scopo di mantenere solo gli ambiti di paesaggio con estensione significativa caratterizzati quindi da un nome univoco.

### 6.3.3 Criticità dovute alla presenza di differenti Data Type in PostgreSQL e QGIS

In questa fase sono state inoltre riscontrate criticità nel momento del caricamento dei dati dallo strato nativo alla tabella creata in PostgreSQL, a causa della presenza di differenti data type dei campi. In particolare questo è stato riscontrato nel caricamento di un dato da una tabella contenente un campo “Nome” di tipo testuale da formato shapefile a formato *character* di PostgreSQL. Nella fase di caricamento del dato, infatti, le geometrie venivano correttamente importate all’interno della tabella ma con una incompletezza a livello di attributi, come mostrato in Figura 38.

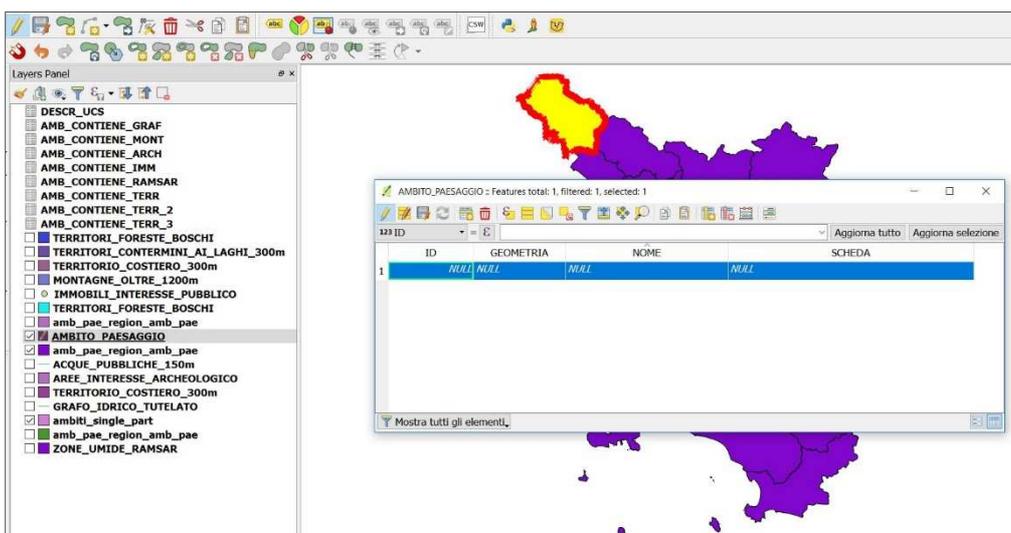


Figura 38 - Importazione incompleta degli attributi dei record nello strato informativo "Ambito\_Paesaggio".

Per risolvere questa criticità ed importare correttamente il dato, si è proceduto con un ulteriore passaggio all'interno di PostgreSQL, importando cioè lo strato informativo nativo all'interno del database di PostgreSQL e modificando il data type dei campi di interesse. A questo scopo è stato utilizzato il *tool* di PostGIS denominato “PostGIS 2.0 Shapefile and DBF Loader Exporter” (Figura 39). Questo *tool* di PostGIS consente di importare all'interno di un database di PostGIS strati informativi in formato shapefile, eseguendo dapprima una connessione al database di interesse.

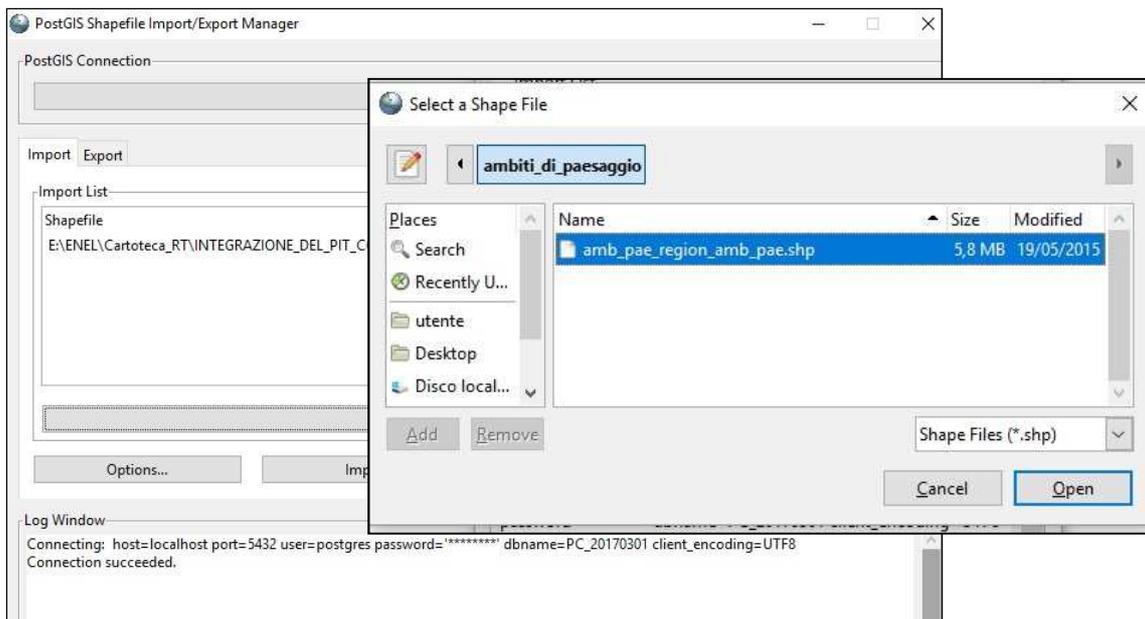


Figura 39 - PostGIS 2.0 Shapefile and DBF Loader Exporter: importazione di uno shapefile all'interno della base di dati in PostGIS.

In PgAdmin si è quindi proceduto a modificare il *datatype* delle colonne testuali, definendo il data type “character” anziché “text”, diversamente da come era stato definito inizialmente fino dalla progettazione concettuale della base di dati in Open Model Sphere (Figura 40).

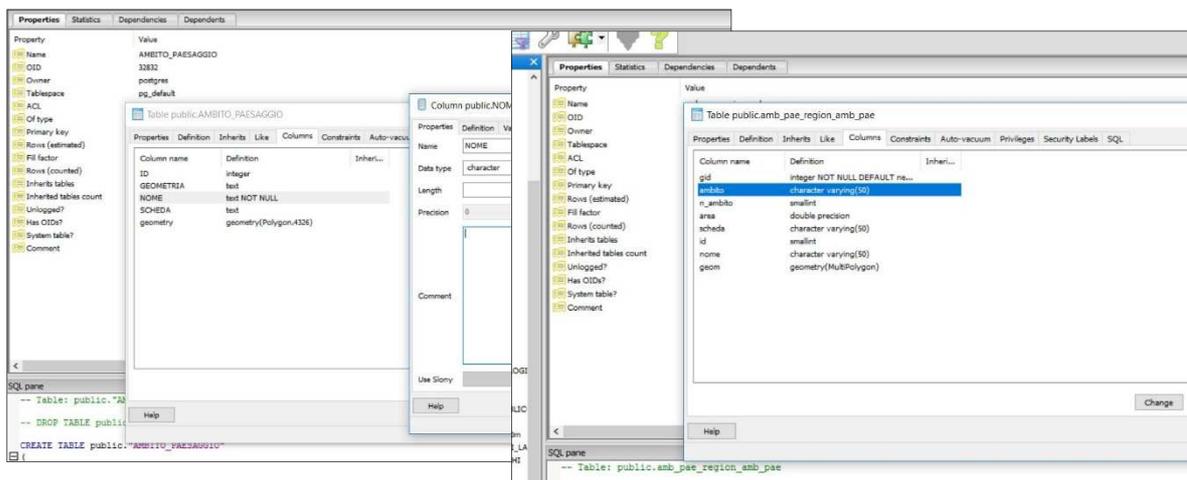


Figura 40 - PgAdmin: modifica del datatype di alcune colonne testuali con l'inserimento di un datatype di tipo "character".

Queste operazioni sono state eseguite, dove necessario, per l'implementazione di altre tabelle.

In Tabella 3 sono indicate le corrispondenze tra strati informativi di input e le tabelle spaziali della base di dati nella quali sono stati immagazzinati i dati.

Dato sorgente	Fonte	Tabella di destinazione
amb_pae_region_amb_pae.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	Ambito_Paesaggio
FTC_graf_idr.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	Grafo_idrico_tutelato
vt_pae_lett_c.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	Acque_Pubbliche_150m
vt_pae_lett_b.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	Territori_contermini_laghi
vt_pae_lett_m.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale	Aree_interesse_archeologico

	con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	
ap_amp_region_ap_amp.shp ap_pn_region_ap_pn.shp ap_pp_region_ap_pp.shp ap_pr_region_ap_pr.shp ap_rnp_region_ap_rnp.shp ap_rns_region_ap_rns.shp	Geoportale delle aree protette e dei siti di interesse regionale, nazionale e comunitario della Toscana	Parchi_Riserve
SIC.shp	Geoportale delle aree protette e dei siti di interesse regionale, nazionale e comunitario della Toscana	SIC
ZPS.shp	Geoportale delle aree protette e dei siti di interesse regionale, nazionale e comunitario della Toscana	ZPS
vt_pae1a_polygon.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	Immobili_interesse_pubblico
vt_pae_lett_g.shp	Geoportale PIT	Territori_foreste_boschi
vt_pae_lett_d.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	Montagne_oltre1200m
vt_pae_lett_a.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	Territorio_costiero_300m
vt_pae_lett_i.shp	Geoportale del Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT)	Zone_umide_Ramsar

ap_anpil_region_ap_anpil.shp	Geoportale delle aree protette e dei siti di interesse regionale, nazionale e comunitario della Toscana	Aree_naturali_protette
------------------------------	---	------------------------

Tabella 3 - Sintesi delle operazioni di implementazione delle tabelle della base di dati VIA\_GIS a partire da strati informativi in formato ESRI Shapefile.

## **CAPITOLO 7**

### **ELABORAZIONI SULLA BASE DI DATI VIA\_GIS**

#### **7.1 Logica della metodologia per l'elaborazione di una carta di sensibilità ambientale**

La base di dati VIA\_GIS progettata in PostgreSQL/PostGIS ed implementata in QGIS ha una struttura relazionale che immagazzina dati spaziali descrittivi delle componenti ambientali che nell'insieme concorrono a determinare la sensibilità ambientale di un territorio.

La sensibilità ambientale, così come definita nella L.R. 10/2010 della Toscana, è correlata alla capacità di carico dell'ambiente che, secondo la base di dati elaborata, dipende dalla presenza e dalla distribuzione delle seguenti peculiarità, ciascuna delle quali rappresentativa di specifici tematismi estraibili dalla base di dati:

- a) Acque pubbliche fino a 150 m dalla sponda (“Acque\_pubbliche\_150m”)
- b) Grafo idrico tutelato (“Grafo\_idrico\_tutelato”)
- c) Aree di interesse archeologico (“Aree\_interesse\_archeologico”)
- d) Immobili di interesse pubblico (“Immobili\_interesse\_pubblico”)
- e) Le montagne che eccedono oltre i 1200 m (“Montagne\_oltre1200m”)
- f) I parchi nazionali, regionali, provinciali, comunali e le riserve naturali (“Parchi\_riserve”)
- g) I Siti di Importanza Comunitaria (“SIC”)
- h) Le Zone di Protezione Speciale (“ZPS”)
- i) I territori contermini ai laghi per una fascia di 300 m (“Territori\_contermini\_laghi\_300m”)
- j) I territori, le foreste, i boschi (“Territori\_foreste\_boschi”)

- k) Le zone umide Ramsar (“Zone\_umide\_Ramsar”)
- l) La fascia di territorio costiero entro i 300 m (“Territorio\_costiero\_300m”)

La base di dati si propone di individuare le attitudini di un determinato ambito territoriale, definito dall’ambito di paesaggio del Valdarno Superiore, attraverso una metodologia che si basa sulla sovrapposizione dei tematismi sopra descritti allo scopo di derivare e far emergere il dato rappresentativo della sensibilità ambientale.

La metodologia utilizzata rappresenta un’evoluzione del metodo messo a punto da Mc Harg nel 1969 (McHarg, 1969), definito metodo per *overlay tematici*, che aveva lo scopo di effettuare una valutazione preliminare dei piani e dei progetti mediante la sovrapposizione di carte tematiche di analisi. La logica del metodo per *overlay tematici* utilizzato nel presente lavoro contribuirà a determinare la distribuzione spaziale di zone a differente grado di sensibilità ambientale, classificando il territorio sulla base di un tematismo che può essere derivato, attraverso opportune elaborazioni, da quelli contenuti nella base di dati progettata.

### **7.1.1 Elaborazione di carte tematiche**

Ognuno dei tematismi raccolti nella base di dati VIA\_GIS descrive una peculiarità ambientale dell’ambito di paesaggio del Valdarno Superiore.

Una prima analisi delle componenti ha previsto l’allestimento, in QGIS, di una carta tematica per ciascuno dei tematismi (Figura 41, Figura 42, Figura 43), al fine di ottenere un primo inquadramento ambientale dell’ambito territoriale del Valdarno Superiore.

Come base topografica, è stata utilizzata la carta topografica della Regione Toscana scala 1: 50.000, reperibile dal servizio WMS della Regione con la seguente url: [http://www502.regione.toscana.it/wmsraster/com.rt.wms.RTmap/wms?map=wmstopogr&map\\_resolution=91&language=ita&](http://www502.regione.toscana.it/wmsraster/com.rt.wms.RTmap/wms?map=wmstopogr&map_resolution=91&language=ita&).

A ciascun tematismo è stata applicata una simbologia idonea alla rappresentazione in funzione dell’estensione e della distribuzione degli elementi di ciascun strato informativo. Le immagini seguenti visualizzano i singoli tematismi della base di dati. Da una prima analisi del territorio è visibile una prima distribuzione delle aree che presentano peculiarità e, in numerose zone, sono presenti sovrapposizioni di due o più tematismi.

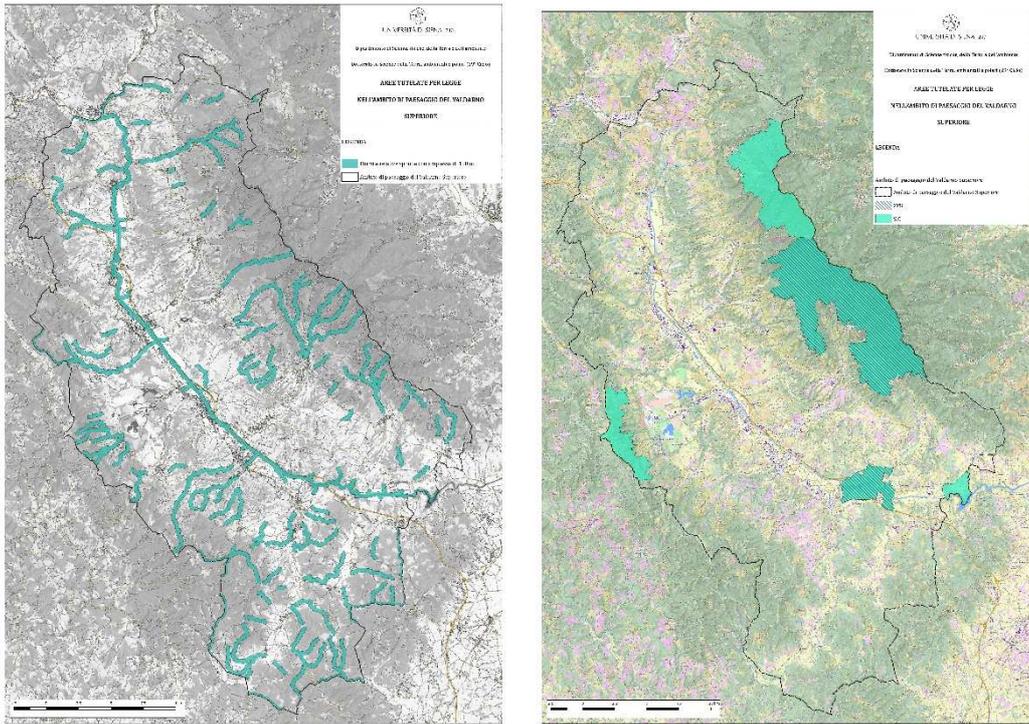


Figura 41 - Rappresentazione cartografica dei tematismi del grafo idrico tutelato, fiumi e relative sponde con ampiezza di 150 metri, aree contermini ai laghi e aree SIC e ZPS.

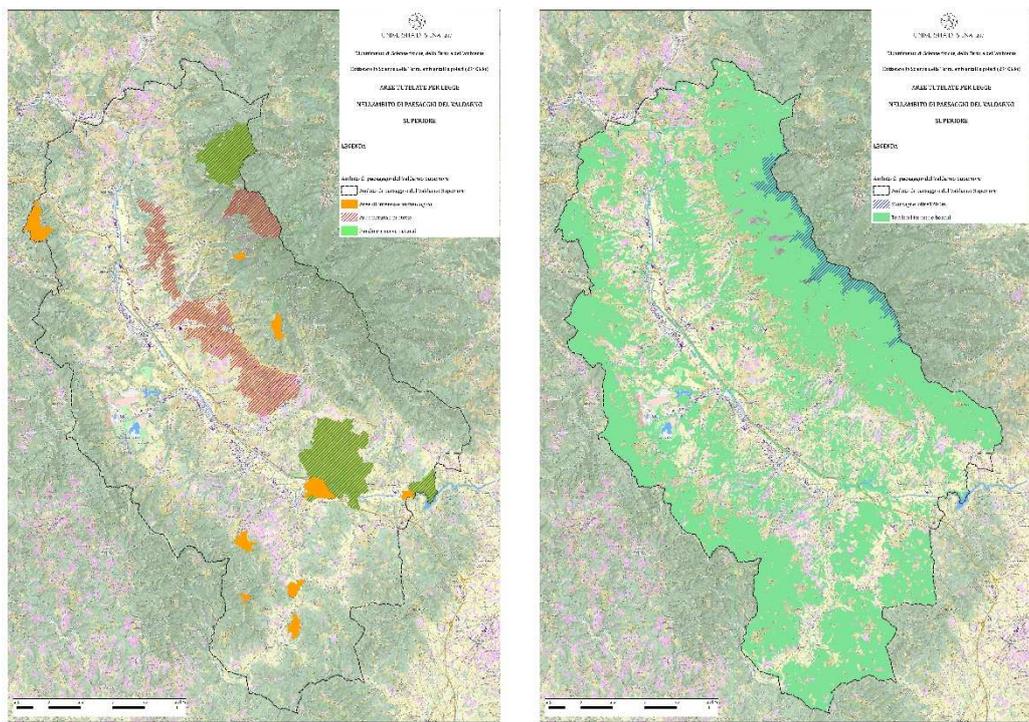


Figura 42 - Rappresentazione cartografica dei tematismi di aree di interesse archeologico, aree naturali protette, parchi e riserve naturali e territori, foreste e boschi e montagne oltre i 1200 metri.

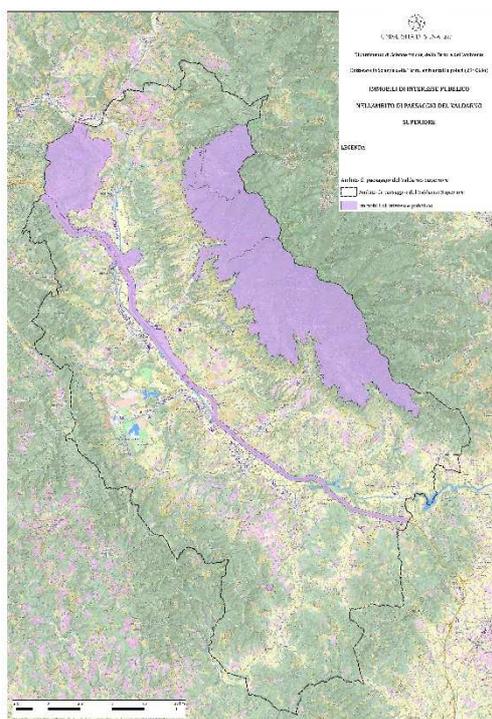


Figura 43 - Rappresentazione cartografica del tematismo degli immobili di interesse pubblico.

## 7.2 Classificazione dell'ambito territoriale sulla base della sua Sensibilità Ambientale

L'insieme delle normative che disciplinano la Valutazione di Impatto Ambientale nel panorama legislativo nazionale fornisce una descrizione della sensibilità ambientale e delle componenti da cui essa dipende, ma non definisce alcun metodo per la sua determinazione. I riferimenti normativi infatti non scendono nel dettaglio della determinazione di questa peculiarità, ma ne confermano l'importanza e il ruolo che essa deve avere nel momento della valutazione della localizzazione di un'opera o di un progetto, in fase di Valutazione di Impatto Ambientale.

Al fine di parametrizzare la sensibilità ambientale, si è scelto di elaborare un metodo per il suo calcolo che si basa sull'assegnazione di "pesi" alle componenti che concorrono alla sua definizione, ovvero a ciascuno dei tematismi contenuti nella base di dati progettata nel presente lavoro.

Il peso assegnato alle componenti ambientali rappresenta un valore numerico che misura la rilevanza del tematismo all'interno di quell'ambito territoriale, e dà quindi un'informazione circa la sua importanza nel processo di determinazione della sensibilità ambientale.

Come riferimento bibliografico nell'elaborazione di questa metodologia si è tenuto sempre conto dei riferimenti normativi che regolano il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale in Italia, nei quali non viene specificata una scala di valori per le componenti ambientali che definiscono la sensibilità ambientale. Attenendosi quindi alla normativa vigente, si è scelto di attribuire la medesima rilevanza a tutti i tematismi.

### 7.2.1 Assegnazione di un peso ai tematismi della base di dati

Le elaborazioni sono state condotte operando in PgAdmin (PostgreSQL/PostGIS) e in QGIS.

Per procedere all'assegnazione di un peso a ciascun tematismo ambientale si è proceduto all'attribuzione, in PgAdmin, di un attributo aggiuntivo nella tabella di ciascuno strato informativo, denominato "PESO\_>nome della tabella" (Figura 44). Questo attributo individua il valore numerico rappresentativo del peso che ciascuna componente ambientale ha nel processo di calcolo della sensibilità ambientale dell'area di interesse. L'attributo "PESO\_>nome della tabella" ha datatype *numeric*, lunghezza pari a 5 e precisione pari a 3.

L'attributo "PESO\_>nome della tabella" è stato aggiunto a tutti gli strati informativi spaziali della base di dati.

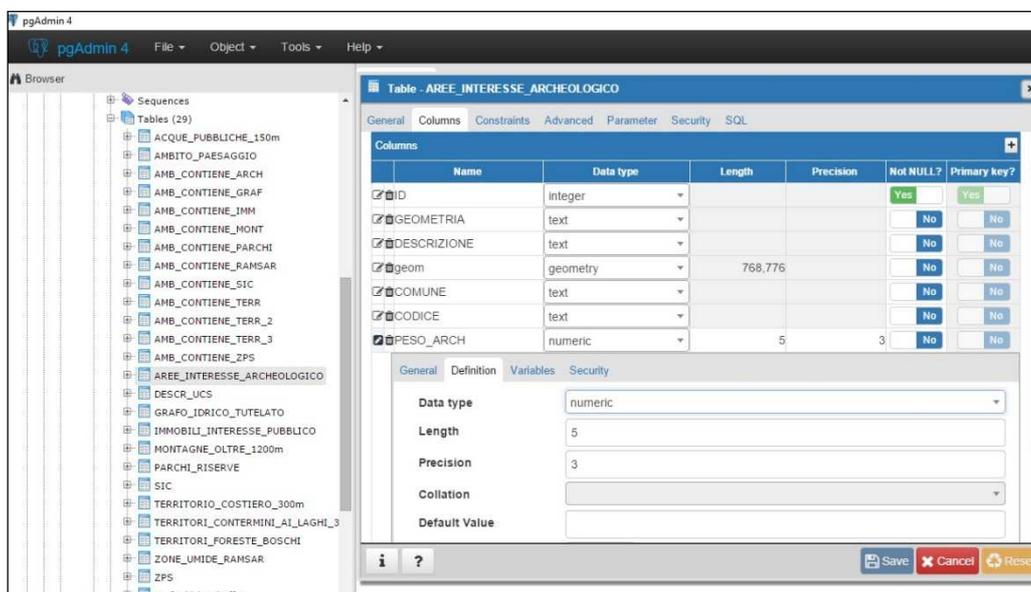


Figura 44 - PgAdmin: aggiunta dell'attributo "PESO\_ARCH" nella tabella "Aree\_interesse\_archeologico".

Una volta eseguita la connessione alla base di dati in QGIS, è stato assegnato valore 1.5 all'attributo "PESO" di ciascuna tabella. In questo modo, tutte le componenti ambientali

assumono la stessa rilevanza nella determinazione della sensibilità ambientale dell'ambito territoriale di interesse (Figura 45).

ID	DESCRIZIONE	COMUNE	CODICE	PESO_ARCH
1	8 Zona comprendente l'insediamento d'altura di età etrusca sito in località Torre d...	BUCINE	AR08	1.500
2	13 Zona comprendente l'insediamento di altura di età etrusca e romana di Poggio ...	PIAN DI SCOIÒ - REGGELLO	AR13	1.500
3	20 Zona comprendente viabilità antica di epoca etrusca e siti archeologici di età pr...	RIGNANO SULL'ARNO - BAGNO A RIPOLI	FI09	1.500
4	6 Zona comprendente l'insediamento di altura di età etrusca in località Monte di R...	BUCINE	AR06	1.500
5	7 Zona comprendente un edificio residenziale posto lungo un percorso viario di et...	BUCINE	AR07	1.500
6	9 Zona comprendente un insediamento d'altura etrusco di età arcaica in località P...	BUCINE	AR09	1.500
7	10 Zona comprendente l'insediamento di altura di età etrusca e romana di Monte ...	LORO CIUFFENNA - CASTELFRANCO DI ...	AR10	1.500
8	12 Zona comprendente insediamenti preistorici, infrastrutture e aree culturali	TERRANUOVA BRACCIOLINI - MONTEVA...	AR12	1.500
9	19 Zona comprendente il sito individuato in loc. Le Pievi	LATERINA - CIVITELLA IN VAL DI CHIANA	AR19	1.500

Figura 45 - QGIS: attribuzione del valore arbitrario all'attributo "PESO\_ARCH" dello strato informativo "Aree\_interesse\_archeologico".

### 7.2.2 Esecuzione delle operazioni di overlay vettoriale

Secondo la metodologia scelta per la classificazione dell'area di interesse sulla base della sua sensibilità ambientale, è necessario procedere attraverso un'operazione di sovrapposizione degli strati informativi al fine di individuare le aree prodotte dall'interazione di due o più strati informativi.

L'operazione di analisi spaziale scelta per eseguire l'analisi di *overlay* è l'*union*, l'operatore che consente di creare un nuovo strato informativo a partire dalla sovrapposizione di un layer di input e un layer di *overlay*. Nell'operazione di *union*, diversamente dall'operazione di *intersect*, tutti gli elementi presenti nei due strati di input sono esportati nello strato di output e, gli elementi generati dalla sovrapposizione di due strati informativi contengono gli attributi tabellati di entrambi i layer di origine.

L'operazione di *union* in QGIS si può eseguire utilizzando due strumenti di *geoprocessing*: lo strumento *Unione* contenuto tra i geocalgoritmi di QGIS e lo strumento *Polygon Union* contenuto nei *Vector Polygon Tools* di SAGA<sup>36</sup>.

<sup>36</sup> SAGA, come GRASS, è un'applicazione esterna di QGIS che contiene plugin aggiuntivi utili soprattutto alle operazioni di *geoprocessing*.

Si è scelto di operare con lo strumento di geoprocessing *Polygon Union* di SAGA, dal momento che lo strumento *Unione* di QGIS presentava difficoltà nell'esecuzione del processo, dovuti all'utilizzo come layer di input di tabelle di PostGIS.

Lo strumento *Polygon Union* di SAGA restituisce l'unione geometrica di due layer di input e, nel caso di sovrapposizioni, gli elementi dello strato di output conservano gli attributi tabellari di entrambi gli strati di input (Figura 46).

L'algoritmo di SAGA opera su due strati di input, perciò è stato necessario eseguire operazioni di unione procedendo a cascata, unendo cioè due strati informativi e procedendo ogni volta con l'unione di un layer con lo strato di output precedente (Figura 47).

Selezionando l'opzione "*Split Parts*", è stata evitata la creazione di geometrie *multipart*. Prima di eseguire le operazioni di *union*, è stato eseguito un controllo della validità delle geometrie utilizzando il *tool Check Geometry*, allo scopo di individuare errori di geometrie quali sovrapposizioni all'interno dello stesso strato informativo, *self-intersection* nelle geometrie poligonali, etc.

L'operazione di *union* lavora solo con geometrie poligonali perciò si è reso necessario, per lo strato informativo rappresentativo del grafo idrico tutelato, derivare un layer a geometria poligonale costruito dal buffer dello strato a geometria lineare.

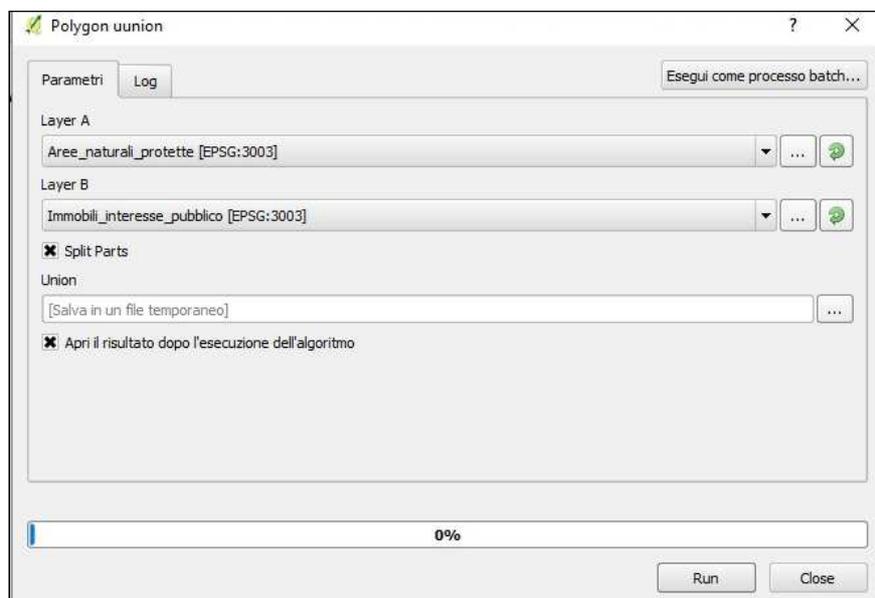


Figura 46 - QGIS, strumento *Union*: esempio di operazione di unione degli strati informativi "Aree\_naturali\_protette" e "Immobili\_interesse\_pubblico"

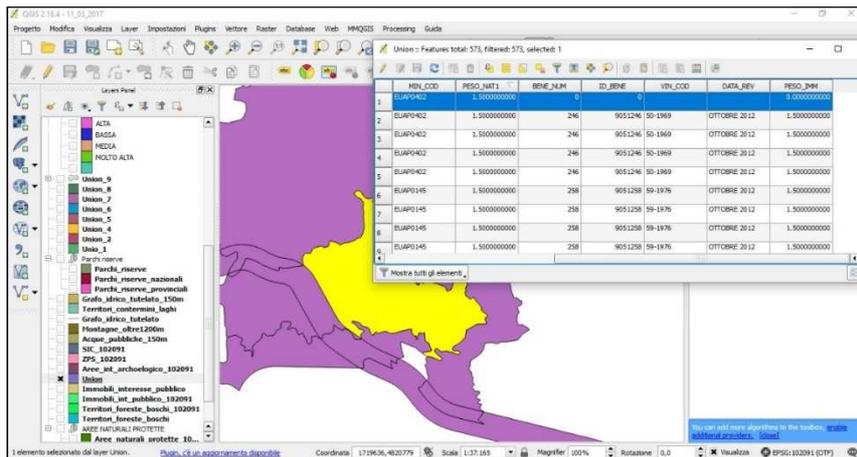


Figura 47 - QGIS: strato informativo di output risultante dall'unione degli strati informativi "Aree\_naturali\_protette" e "Immobili\_interesse\_publico".

Come distanza di buffer, considerata l'ampiezza dell'area di rispetto attorno alle acque pubbliche di 150 m, è stata considerato valido il valore arbitrario di 150 m ed è stato quindi costruito uno strato informativo a geometria poligonale denominato "Grafo\_idrico\_150m". Il layer è stato ottenuto utilizzando l'operazione di *geoprocessing* "Buffer a distanza fissa" e salvato come un nuovo vettore di PostGIS all'interno della base di dati.

Le operazioni di *union*, al termine delle sovrapposizioni, hanno restituito uno strato informativo vettoriale di PostGIS comprensivo delle aree di sovrapposizione che conservano gli attributi tabellari di tutti gli strati di input (Figura 48).

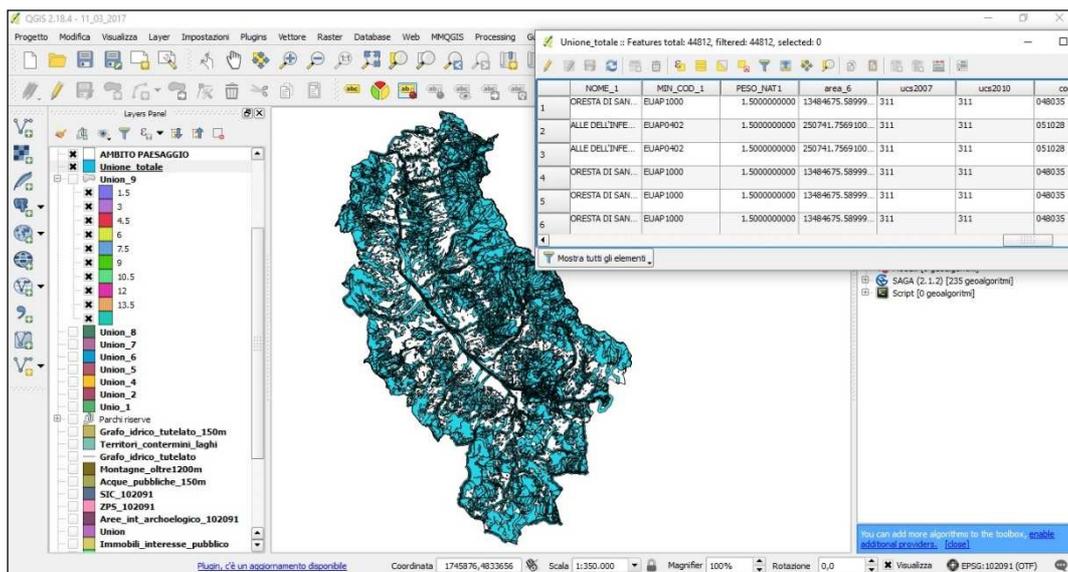


Figura 48 - QGIS: output risultante dalle operazioni di unione a cascata per tutti gli strati informativi della base di dati VIA\_GIS.

In seguito alle operazioni di *union*, lo strato informativo di output, per ciascuna area di sovrapposizione, riporta in tabella tutte gli attributi descrittivi del peso di ciascuna componente ambientale che è presente in quella determinata area di sovrapposizione. Per ogni area di sovrapposizione, quindi, la rilevanza che essa ha nella determinazione della sensibilità ambientale dipende dalla somma delle rilevanze che possiede ciascuna componente ambientale o, in altri termini, dalla somma o dal prodotto dei pesi di ciascuna componente ambientale in quell'area.

Come visibile in Figura 41, Figura 42, Figura 43, gli strati informativi immagazzinati nella base di dati VIA\_GIS non determinano una copertura totale del territorio corrispondente all'ambito di paesaggio del Valdarno Superiore. Alcune aree risultano infatti prive di tematismi. Allo scopo di ottenere una copertura omogenea e completa dell'ambito territoriale di interesse, si è proceduto ad estrarre, in un layer di output, la porzione di territorio che non risulta interessata dalla copertura di nessun tematismo. Si è proceduto utilizzando l'operazione di analisi spaziale di *differenza*, la quale consente di estrarre, dall'intersezione di due layer di input, la porzione che non risulta comune a nessuno dei vettori di input senza alterarne la struttura degli attributi.

L'operazione di differenza è stata eseguita tra lo strato informativo "Ambito\_paesaggio" e il layer di output derivante dalle precedenti operazioni di *union* (Figura 49).

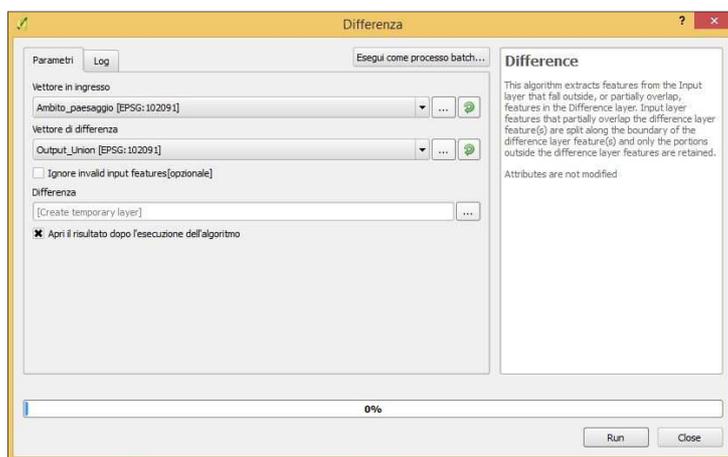


Figura 49 - Operazione di differenza tra gli strati informativi "Ambito\_paesaggio" e il layer "Output\_Union".

Il layer di output "Output\_differenza" dell'operazione di differenza corrisponde alla porzione di territorio non interessata dalla copertura di nessuno dei tematismi della base di dati VIA\_GIS. Di conseguenza, tale area possiede un'incidenza irrilevante nel procedimento di valutazione della sensibilità ambientale del territorio di interesse. Per

questo motivo, si è proceduto ad aggiungere alla tabella di output un attributo denominato “PESO\_ambito”, al quale è stato assegnato valore arbitrario pari a 1.

Successivamente si è proceduto all’unione degli strati informativi “Output\_Union” e “Output\_differenza” al fine di ottenere un vettore di PostGIS a geometria poligonale che copre, senza alcuna soluzione di continuità, l’intero territorio di interesse.

Come visibile in Figura 50, lo strato informativo “Union\_totale” presenta una complessità di geometrie poligonali, molte delle quali con estensione minima. Anche la tabella dello strato risulta complessa dal momento che è costituita dall’unione degli attributi di tutte le tabelle che hanno partecipato alle operazioni di union.

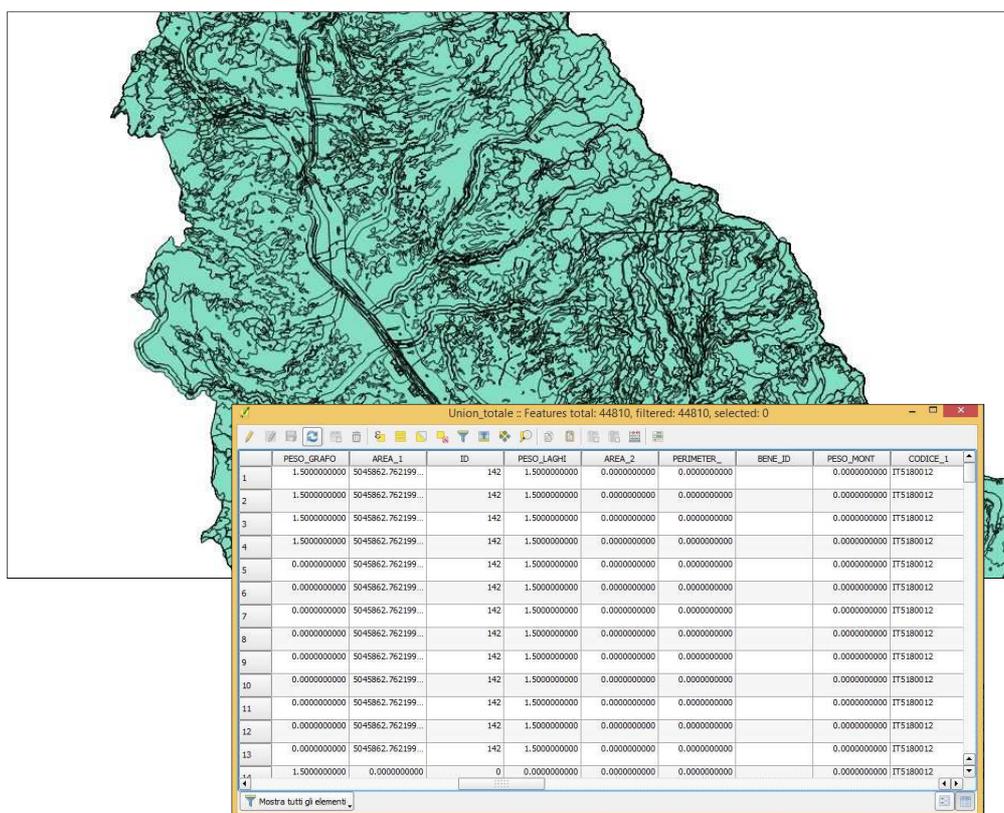


Figura 50 - Vettore di PostGIS di output denominato "Union\_totale" con copertura priva di soluzione di continuità per il territorio di interesse.

Si è proceduto quindi ad aggiungere, in PgAdmin, un attributo denominato “PESO\_TOT” alla tabella spaziale “Union\_Totale”, in cui calcolare il valore risultante del peso per quelle aree in cui si ha sovrapposizione di due o più tematismi.

L’attributo “PESO\_TOT” ha datatype *numeric*, lunghezza pari a 5 e precisione pari a 3. Successivamente, in QGIS, si è proceduto al calcolo del “PESO\_TOT”.

### Calcolo del "PESO\_TOT" come prodotto dei pesi

Nella tabella dello strato informativo "Union\_Totale" l'attributo "PESO\_TOT" è stato calcolato come prodotto dei pesi di ciascuna componente ambientale. A questo scopo si è proceduto al calcolo, per la colonna "PESO\_TOT" della seguente espressione, inserita nella finestra dello strumento "Calcolatore di campi":

"PESO\_TOT" = "PESO\_EUAP" \* "PESO\_GRAFO" \* "PESO\_LAGHI" \* "PESO\_MONT" \* "PESO\_SIC" \* "PESO\_ZPS" \* "PESO\_ARCH" \* "PESO\_IMM" \* "PESO\_NAT1" \* "PESO\_FOR" \* "PESO\_AMBITO"

Precedentemente, i pesi delle componenti uguali a zero sono stati modificati inserendo il valore 1, allo scopo di garantire un prodotto dei pesi non nullo.

L'espressione ha restituito come valore nel campo "PESO\_TOT" il prodotto dei pesi di ciascuna componente.

Il calcolo restituisce dieci categorie di pesi (Figura 51).

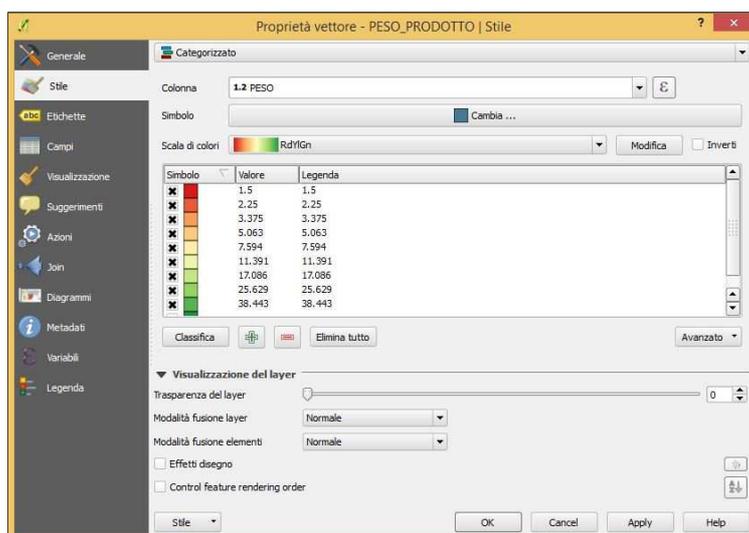


Figura 51 - Classificazione del vettore "Union\_totale" secondo l'attributo "PESO\_TOT" ottenuto per prodotto dei pesi dei singoli tematismi.

### 7.2.3 Derivazione dell'indicatore di sensibilità ambientale

Prima di procedere alle operazioni di derivazione del grado di sensibilità ambientale, è stata eseguita un'operazione di dissolvenza sullo strato informativo poligonale "Union\_totale" al fine di unire le geometrie adiacenti che hanno lo stesso valore di "PESO\_TOT". L'attributo di dissolvenza quindi è "PESO\_TOT" (Figura 52).

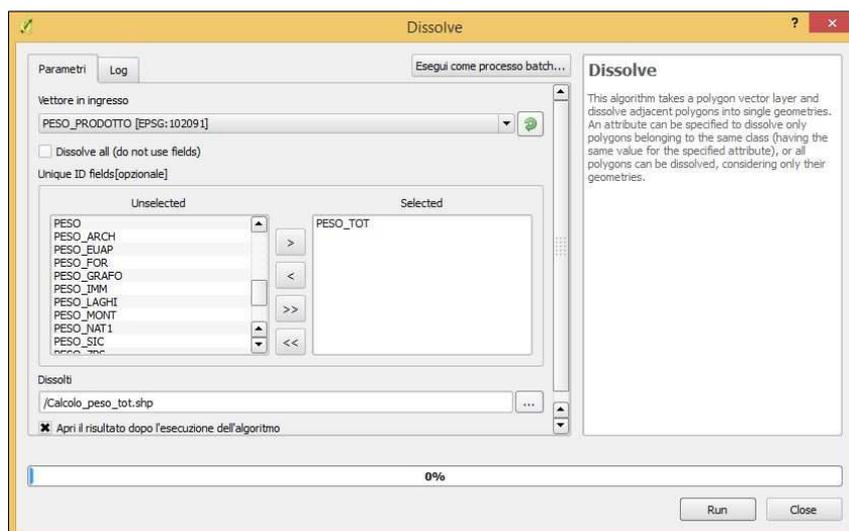


Figura 52 - Operazione di dissolvenza sullo strato informativo "Union\_totale" sulla base dell'attributo "PESO\_TOT".

Al fine di elaborare una classificazione dell'ambito territoriale sulla base della sua sensibilità ambientale correlata alla distribuzione dei pesi delle varie componenti ambientali, è stata elaborata una scala di sensibilità in base alla quale eseguire la classificazione.

Sulla base di alcuni riferimenti bibliografici consultati<sup>37</sup>, è stato scelto di classificare il territorio sulla base di cinque classi di sensibilità ambientale:

- Sensibilità ambientale molto bassa (classe 1)
- Sensibilità ambientale bassa (classe 2)
- Sensibilità ambientale media (classe 3)
- Sensibilità ambientale elevata (classe 4)
- Sensibilità ambientale molto elevata (classe 5)

Le classi di sensibilità corrispondono ad altrettante classi di pesi, individuate da cinque intervalli del valore assunto dall'attributo "PESO\_TOT".

È stata quindi eseguita una categorizzazione dello strato informativo "Calcolo\_peso\_tot" sulla base dell'attributo "PESO\_TOT" utilizzando una classificazione graduata.

La tipologia graduata permette di suddividere i dati di un dato attributo in un certo numero di *classi* e quindi scegliere uno stile differente per ciascuna classe.

<sup>37</sup> "Gli indicatori di sensibilità ambientale - Working paper 02/08", Osservatorio Città Sostenibili Dipartimento Interateneo Territorio Politecnico e Università di Torino.

QGIS presenta cinque differenti opzioni riguardo la modalità utilizzata per la classificazione: intervallo uguale, quantile, *natural breaks*, deviazione standard e *pretty breaks*. Le cinque modalità di classificazione utilizzano algoritmi statistici diversi per suddividere i dati in classi distinte.

La scelta del metodo di classificazione si è basata sul principio di precauzione, per il quale si opera valutando la differenza tra i vari scenari proposti e scegliendo o meno quello più cautelativo.

✓ Intervallo uguale

Questo metodo suddivide i valori dell'attributo "PESO\_TOT" in N classi di ampiezza uguale, secondo la formula  $(\text{valore massimo} - \text{valore minimo}) / N$ . In questo caso l'attributo "PESO\_TOT" varia da 1 a 38.443 e si vogliono ottenere cinque classi: il metodo individua quindi cinque classi da 1 a 38.433, mantenendo per ciascuna classe la stessa misura di 7.488 unità (Figura 53).

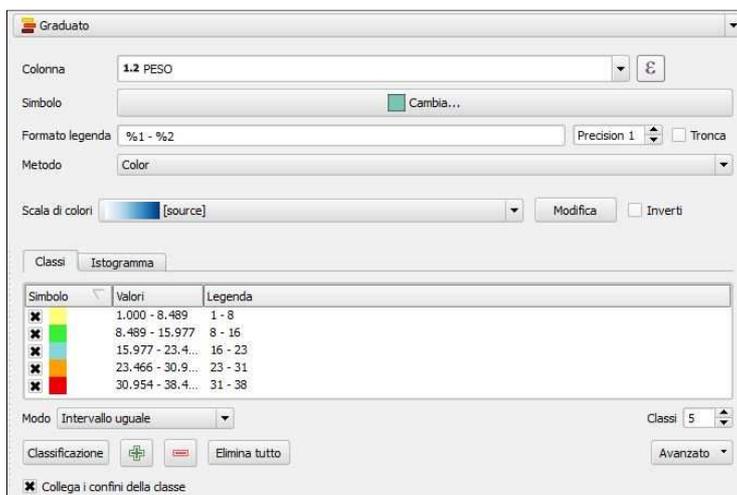


Figura 53 - Classificazione del vettore "Calcolo\_peso\_tot" secondo l'attributo "PESO\_TOT" con metodo graduato ad intervalli uguali.

✓ Quantile (conteggio uguale)

Questo metodo definisce delle classi di intervallo tali per cui il numero dei valori in ciascuna di esse sia lo stesso. I valori dell'attributo "PESO\_TOT" sono suddivisi in N classi di ampiezza pari ai quantili della distribuzione, ogni classe contiene il medesimo numero di valori e le ampiezze degli intervalli possono essere differenti. L'attributo "PESO\_TOT" possiede 10 valori che devono essere suddivisi in 5 classi, il metodo quindi stabilisce intervalli di valori pari a 2 ciascuno.

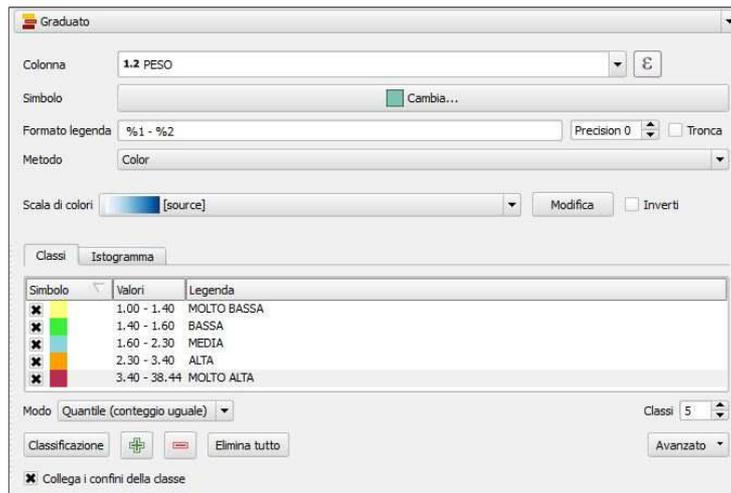


Figura 54 - Classificazione del vettore "Calcolo\_peso\_tot" secondo l'attributo "PESO\_TOT" con metodo graduato per quantile (conteggio uguale).

### ✓ Natural Breaks

Questo algoritmo individua dei raggruppamenti naturali dei dati per creare le classi di intervallo. Le classi risultanti hanno una varianza massima tra le singole classi e una minima varianza all'interno di ciascuna classe.

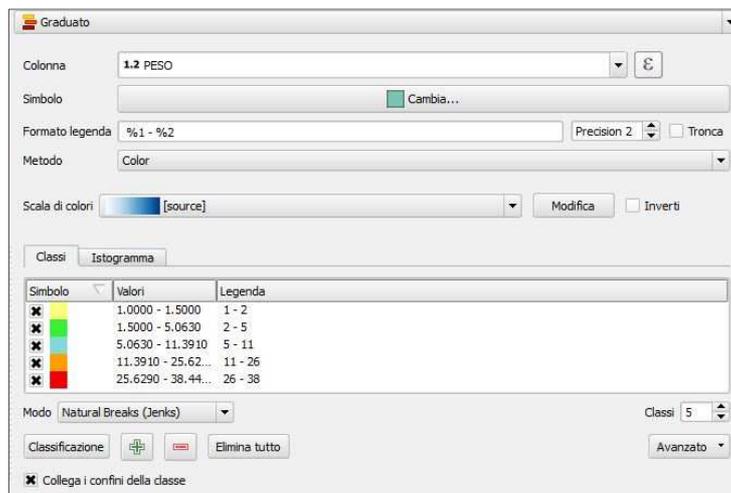


Figura 55 - Classificazione del vettore "Calcolo\_peso\_tot" secondo l'attributo "PESO\_TOT" con metodo graduato per Natural Breaks.

### ✓ Deviazione Standard

Questo metodo calcola la media dei dati e crea le classi sulla base della deviazione standard dalla media. I valori dell'attributo sono suddivisi in N classi di ampiezza pari alla deviazione standard dalla media.

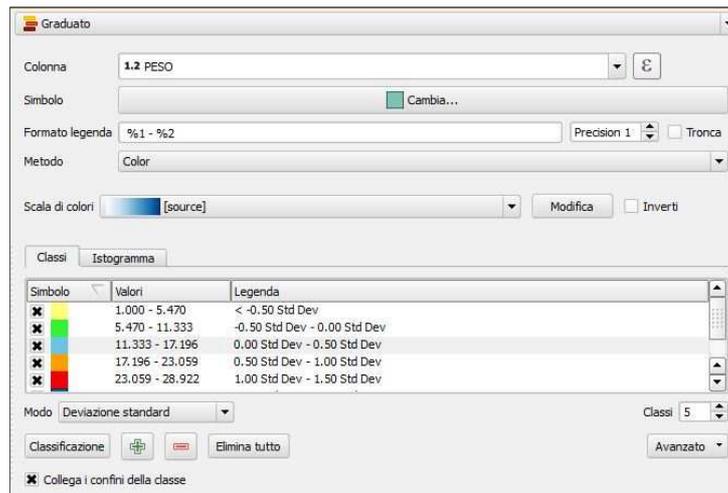


Figura 56 - Classificazione del vettore "Calcolo\_peso\_tot" secondo l'attributo "PESO\_TOT" con metodo graduato per Deviazione Standard.

### ✓ Pretty Breaks

Questo metodo è basato su un pacchetto statistico chiamato *R's pretty algorithm* che suddivide i valori dell'attributo in N classi di ampiezza identica e arrotondata a multipli o potenze di 10.

La scelta del metodo di classificazione si è basata sul principio di precauzione, per il quale si opera valutando la differenza tra i vari scenari proposti e scegliendo o meno quello più cautelativo.

## 7.2.4 Analisi dello scenario di sensibilità ambientale

La distribuzione delle aree nelle classificazioni proposte nel paragrafo precedente determina cinque differenti scenari di sensibilità ambientale del territorio di interesse. Si è proceduto a valutare la distribuzione delle aree a differente grado di sensibilità ambientale tenendo conto delle zone che presentano sovrapposizione di più di due tematismi e considerando l'estensione e l'ubicazione delle aree a grado di sensibilità superiore alla media. Il calcolo delle percentuali delle aree è stato eseguito definendo il rapporto percentuale tra l'area occupata dalle geometrie caratterizzate da determinati valori dell'attributo "PESO\_TOT" e l'area totale dell'ambito territoriale in esame.

### *Classificazione per intervallo uguale*

Secondo questo metodo, il territorio di interesse risulta classificato per la quasi totalità in aree che ricadono nella prima classe, corrispondente, secondo la scala di valori, ad aree a sensibilità ambientale molto bassa. Si tratta di uno scenario poco realistico oltre che

riduttivo dal punto di vista cautelativo, dal momento che tutta la fascia che si colloca ad est del fiume Arno, nei pressi del limite orientale dell'area di interesse, presenta sovrapposizione di molti tematismi e quindi è sicuramente caratterizzata da un grado di sensibilità ambientale maggiore.

Secondo questa classificazione, solo una limitata porzione di territorio risulta a grado di sensibilità da alta a molto alta. Questa area è localizzata nei pressi delle località di Levane e Montalto, in corrispondenza dell'area EUAP0402 della Valle dell'Inferno e Bandella. In questa zona si sovrappongono molti tematismi, ma evidentemente la classificazione secondo intervalli uguali non mette in evidenza tali aree di sovrapposizione per le quali il prodotto dei pesi di ciascun tematismo restituisce comunque un valore di PESO\_TOT superiore alla media ( $PESO\_TOT_{medio} = 11.333$ ).

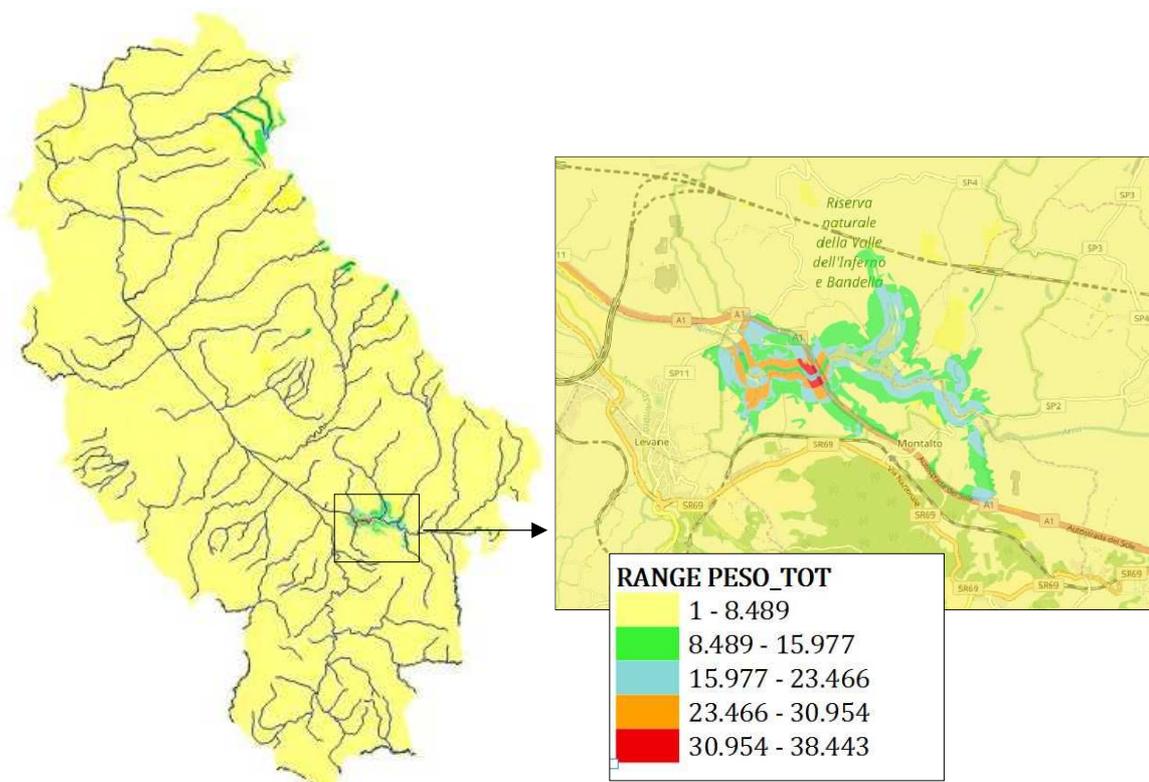


Figura 57 - Classificazione del territorio secondo l'attributo PESO\_TOT: classificazione secondo intervalli uguali.

#### *Classificazione per quantile (conteggio uguale)*

Secondo questo metodo di classificazione, il territorio risulta distribuito in maniera più omogenea nelle cinque classi di intervalli di PESO\_TOT. Come visibile in Figura 58, le aree in corrispondenza delle quali si ha sovrapposizione di molti tematismi hanno un valore di PESO\_TOT prossimo o superiore al valore di  $PESO\_TOT_{medio}$ , e per tale motivo sono state classificate negli intervalli 3, 4 e 5 di PESO\_TOT, corrispondenti a

sensibilità ambientale da media a molto alta. Le aree a sensibilità elevata corrispondono a quelle porzioni di territori in cui sono ubicati i Siti di Importanza Comunitaria (SIC) dei Pascoli e cespuglieti del Pratomagno, con sovrapposizione dei parchi e riserve provinciali di Ponte a Buriano e Vallombrosa.

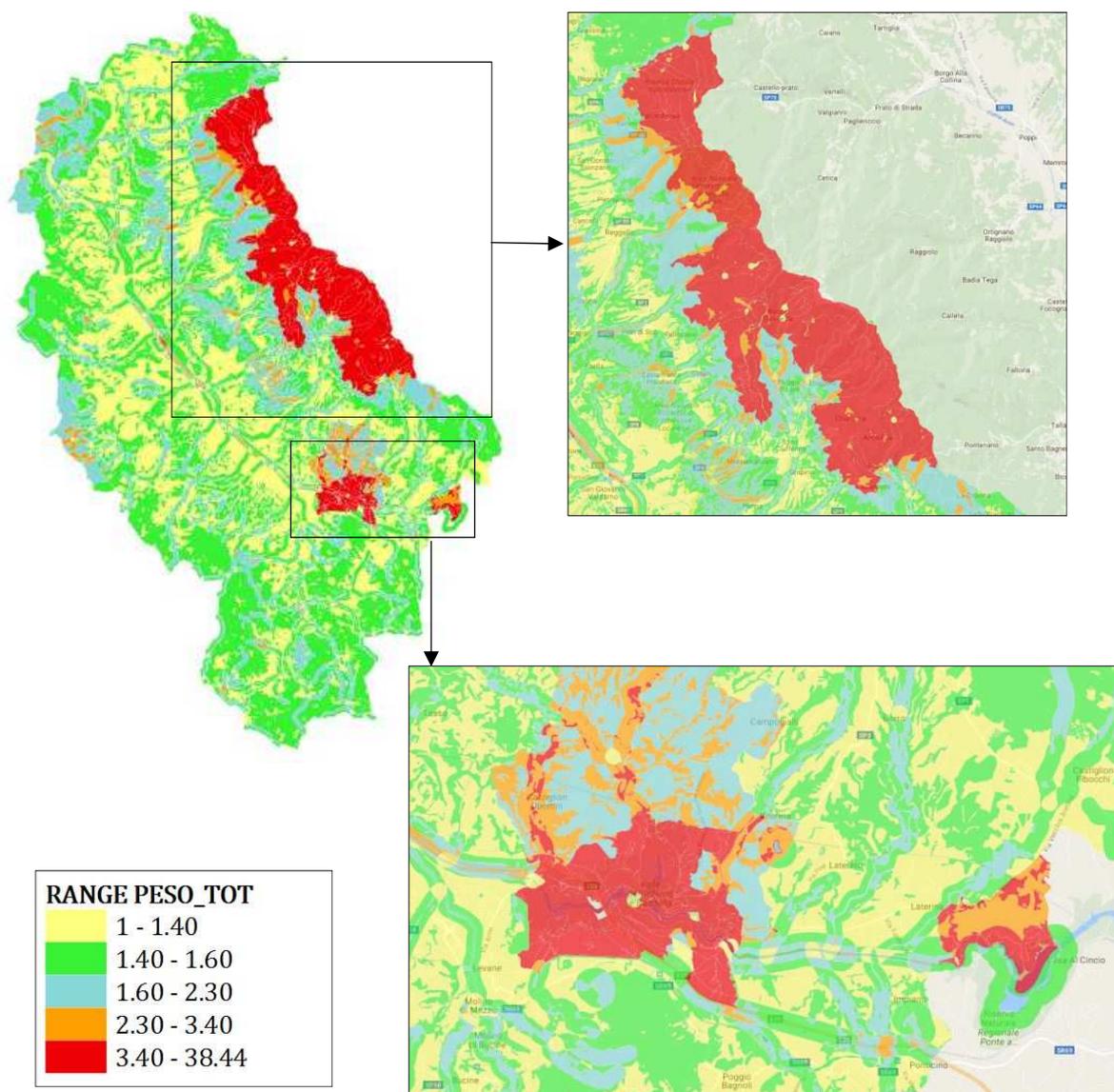


Figura 58 - Classificazione del territorio secondo l'attributo PESO\_TOT: classificazione secondo quantile (conteggio uguale).

#### *Classificazione per natural breaks*

Secondo questo metodo di rappresentazione, il territorio di interesse risulta classificato per la quasi totalità in aree che ricadono nella prima e nella seconda classe, corrispondenti, secondo la scala di valori, ad aree a sensibilità ambientale molto bassa e bassa. Si tratta di uno scenario molto simile a quello derivato dalla classificazione per intervallo uguale,

ovvero scarsamente realistico dal momento che, nonostante le numerose sovrapposizioni di tematismi, soprattutto lungo la fascia orientale dell'ambito territoriale, solo due piccole porzioni di territorio risultano a sensibilità ambientale alta o molto alta. Queste aree sono localizzate nei pressi delle località di Levane e Montalto, in corrispondenza dell'area EUAP0402 della Valle dell'Inferno e Bandella, e in una piccola porzione dell'ingombro dell'area EUAP0145 corrispondente alla riserva provinciale di Vallombrosa.

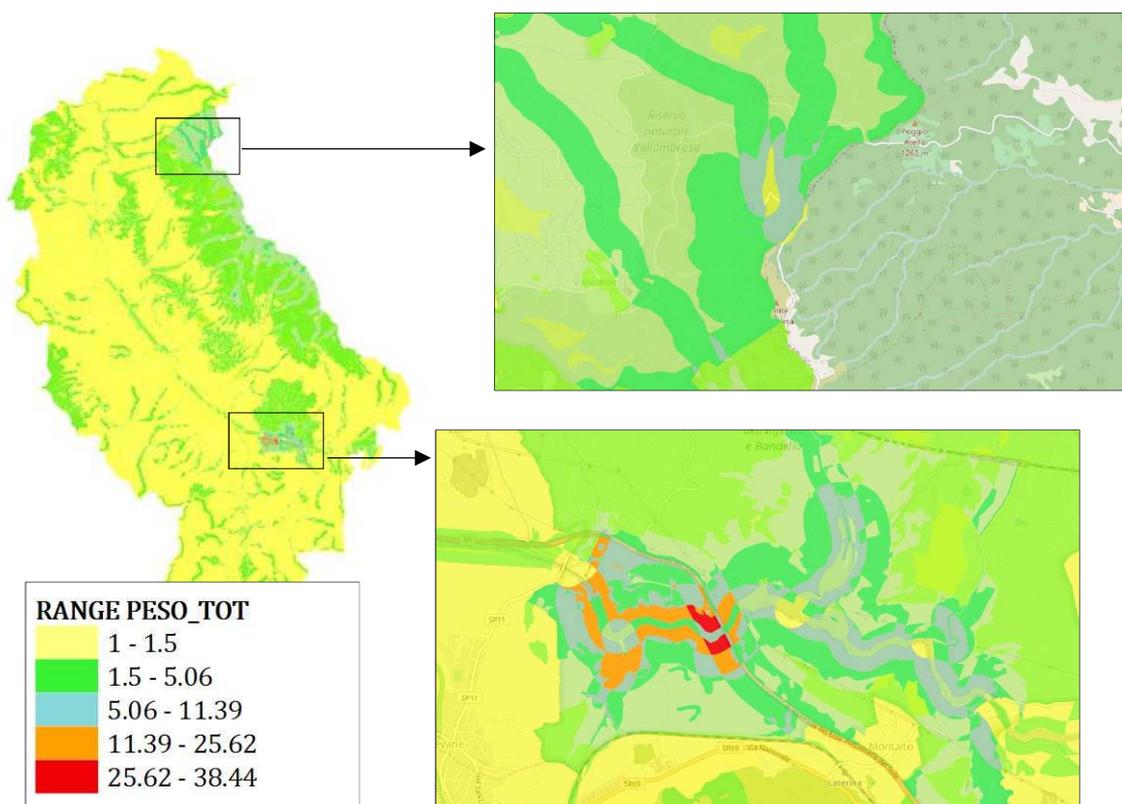


Figura 59 - Classificazione del territorio secondo l'attributo PESO\_TOT: classificazione secondo *natural breaks*.

#### *Classificazione per deviazione standard*

Secondo questo metodo di rappresentazione, il territorio di interesse risulta classificato per la quasi totalità in aree che ricadono nella prima e nella seconda classe, corrispondenti ad aree a sensibilità ambientale molto bassa e bassa. Si tratta di uno scenario molto simile a quello derivato dalla classificazione per intervallo uguale e per *natural breaks*, ovvero scarsamente realistico. Lo scenario presentato da questo tipo di classificazione è il meno cautelativo tra i cinque proposti, dal momento che anche in corrispondenza di aree in cui si sovrappongono molti tematismi la sensibilità ambientale risulta sempre bassa o molto bassa.

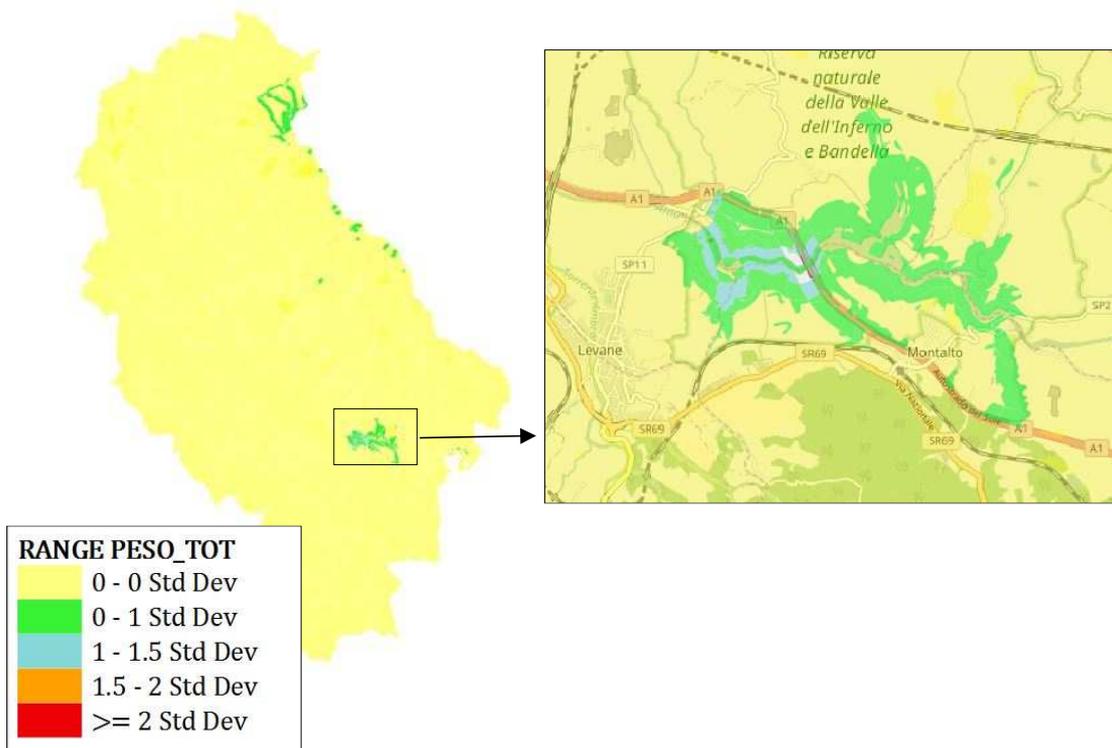


Figura 60 - Classificazione del territorio secondo l'attributo PESO\_TOT: classificazione secondo deviazione standard.

#### *Classificazione per Pretty breaks*

Secondo questo tipo di rappresentazione, il territorio di interesse risulta classificato per la quasi totalità in aree che ricadono nella seconda classe, corrispondente ad aree a sensibilità ambientale bassa. Si tratta di uno scenario che non permette di discriminare sufficientemente le aree che presentano sovrapposizione di più tematismi. In questo tipo di classificazione non è visibile alcuna differenza nella classificazione delle aree sulle quali non ricade alcun tematismo e quelle in cui si ha sovrapposizione di due o più componenti ambientali. Solo due limitate aree in corrispondenza dell'area EUAP0402 della Valle dell'Inferno e Bandella e della riserva provinciale di Vallombrosa sono localizzate aree di piccola estensione classificate con grado di sensibilità ambientale media.

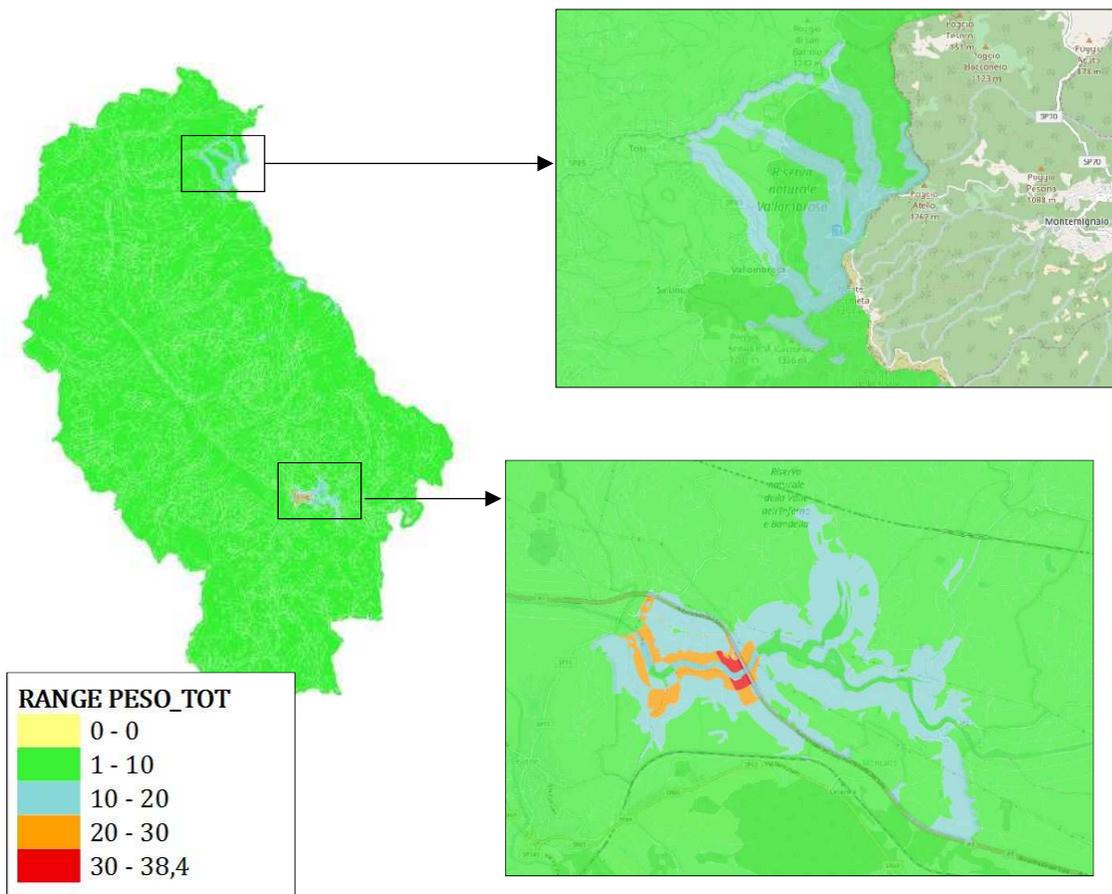


Figura 61 - Classificazione del territorio secondo l'attributo PESO\_TOT: classificazione secondo Pretty Breaks.

### 7.2.5 La Carta della Sensibilità Ambientale dell'ambito di paesaggio del Valdarno Superiore

In seguito all'analisi dei diversi scenari di sensibilità ambientale ricavati dalle analisi precedentemente descritte, si è proceduto alla selezione del metodo di classificazione del territorio di interesse secondo l'attributo "PESO\_TOT" che tiene maggiormente conto della presenza di aree interessate da intensa sovrapposizione di tematismi. Il metodo scelto è stato quello secondo quantile (conteggio uguale), il quale restituisce una distribuzione delle aree nei vari intervalli di sensibilità maggiormente omogenea rispetto agli altri e si presenta inoltre come lo scenario sicuramente più realistico e più cautelativo. Nella classificazione del territorio secondo il suo valore di "PESO\_TOT", ogni elemento è stato assegnato ad un intervallo di "PESO\_TOT" e quindi di sensibilità ambientale, su una scala gerarchica organizzata in cinque livelli di sensibilità: molto bassa, bassa, media, alta, molto alta.

Tenendo conto del valore della Sensibilità Ambientale quale misura del grado di idoneità di un territorio a recepire trasformazioni su di esso, la Carta della Sensibilità Ambientale presenta quindi la seguente distinzione:

- Aree a Sensibilità Ambientale molto bassa, che non presentano impedimenti alla trasformazione del territorio
- Aree a Sensibilità Ambientale bassa, che presentano pochi impedimenti alla trasformazione del territorio
- Aree a Sensibilità Ambientale media, che mostrano fattori limitatamente idonei alla localizzazione di un progetto
- Aree a Sensibilità Ambientale alta, che presentano fattori scarsamente idonei alla realizzazione di un progetto, per il quale devono quindi essere maggiormente valutate le condizioni progettuali
- Aree a Sensibilità Ambientale molto alta, che presentano fattori ambientali non idonei alla trasformazione del territorio

È stata successivamente eseguita un'analisi della distribuzione delle aree a differente grado di Sensibilità Ambientale, al fine di calcolare l'occupazione delle aree a cinque diversi gradi di Sensibilità Ambientale nel territorio di interesse. Si è proceduto quindi al calcolo dell'area occupata da ciascuna classe, rapportata all'area totale dell'ambito di paesaggio del Valdarno Superiore.

Lo strato informativo di output risultante da tutte le elaborazioni è stato salvato all'interno della base di dati VIA\_GIS come un vettore di PostGIS, denominato "Sensibilità\_ambientale\_Valdarno\_Sup".

È stata quindi calcolata l'area totale occupata dall'ambito di paesaggio del Valdarno Superiore (Figura 62) e le estensioni delle singole aree a differente grado di sensibilità ambientale.

Le percentuali di occupazione delle singole aree a differente grado di sensibilità ambientale sono le seguenti:

- Aree a Sensibilità Ambientale molto bassa: 28.90%
- Aree a Sensibilità Ambientale bassa: 40.90 %
- Aree a Sensibilità Ambientale media: 17.00 %
- Aree a Sensibilità Ambientale alta: 3.20 %
- Aree a Sensibilità Ambientale molto alta: 10.00%

La Carta della Sensibilità Ambientale dell'ambito di paesaggio del Valdarno Superiore (Figura 63, Allegato 1) è stata prodotta alla scala 1: 50.000 utilizzando come base

cartografica la carta topografica della Regione Toscana alla scala 1: 50.000, estratta solo in visualizzazione dal servizio WMS della Regione Toscana disponibile al seguente link <http://www.regione.toscana.it/-/geoscopio-wms>.

	PESO_TOT	Area	Area_Ambit	S_Amb	statistic
1	3.37500	31191863.36000	945484212.70000	ALTA	3.29900
2	1.50000	386338774.30000	945484212.70000	BASSA	40.86100
3	2.25000	160319373.30000	945484212.70000	MEDIA	16.95600
4	5.06300	49109043.20000	945484212.70000	MOLTO ALTA	5.19400
5	7.59400	33812880.59000	945484212.70000	MOLTO ALTA	3.57600
6	11.39100	9039347.79900	945484212.70000	MOLTO ALTA	0.95600
7	17.08600	2021567.50700	945484212.70000	MOLTO ALTA	0.21400
8	25.62900	419982.97410	945484212.70000	MOLTO ALTA	0.04400
9	38.44300	53757.82714	945484212.70000	MOLTO ALTA	0.00600
10	1.00000	273177621.70000	945484212.70000	MOLTO BASSA	28.89300

Figura 62 - Calcolo della distribuzione percentuale delle aree a differente grado di sensibilità ambientale.

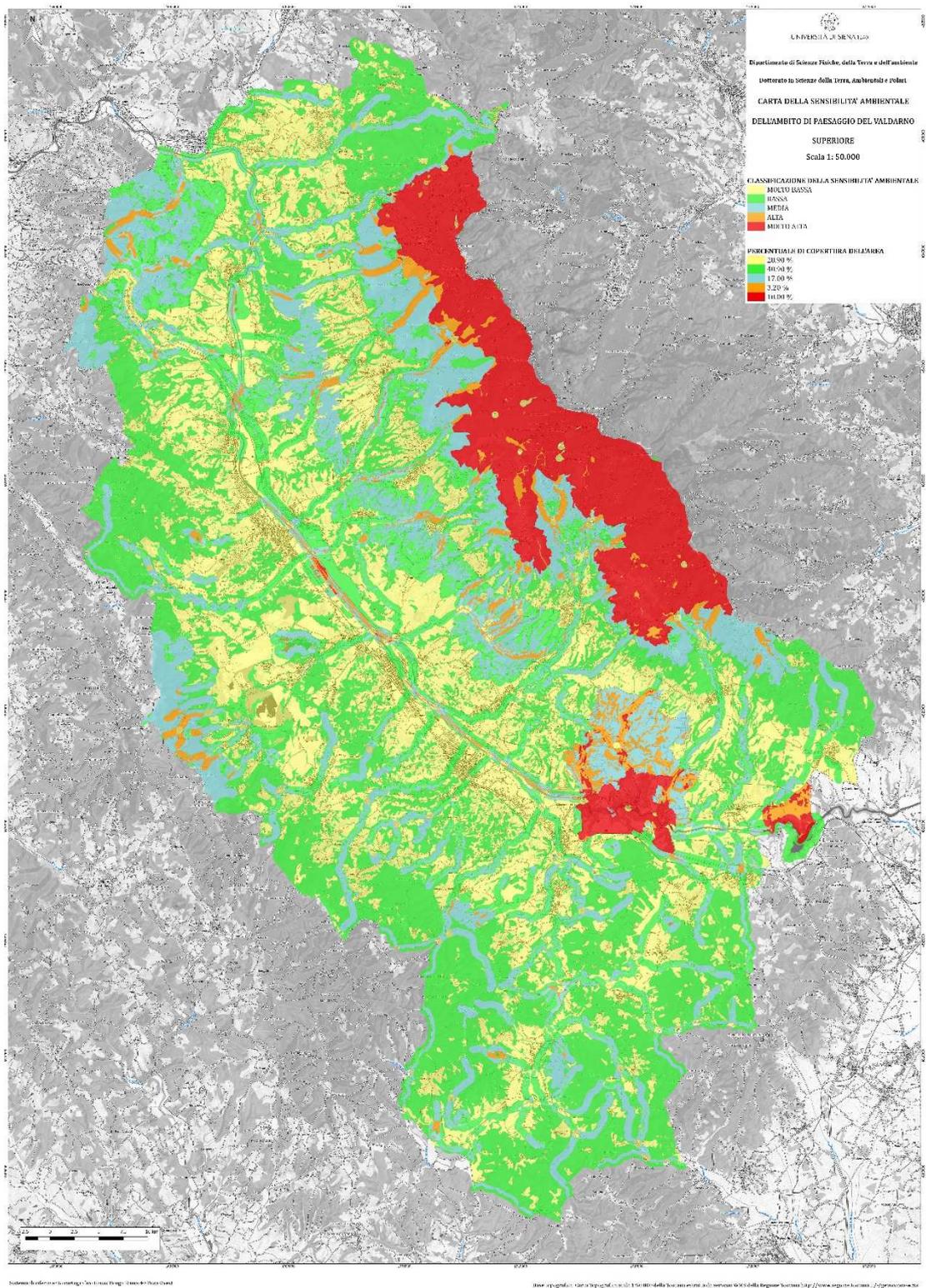


Figura 63 - Carta della Sensibilità Ambientale dell'ambito di paesaggio del Valdarno Superiore – scala 1: 50.000 (Allegato 1).

### **7.3 La sensibilità ambientale dell'area di studio dell'ex area mineraria di Santa Barbara**

Il progetto di ripristino dell'ex area mineraria di S. Barbara analizzato nel presente lavoro è stato oggetto di uno Studio di Impatto Ambientale che ha analizzato lo stato delle varie componenti ambientali in previsione della realizzazione del progetto e in assenza di esso. Nello studio di impatto ambientale non viene fatto alcun riferimento alla sensibilità ambientale, tuttavia le componenti ambientali che sono state inserite all'interno della base di dati VIA\_GIS e con le quali è stata derivata la Carta della Sensibilità Ambientale sono state analizzate singolarmente nello Studio di Impatto Ambientale. Di conseguenza si è proceduto ad analizzare il risultato ottenuto nell'elaborazione della Carta della Sensibilità Ambientale con quanto riportato nello Studio di Impatto Ambientale, relativamente a quelle componenti che descrivono gli aspetti paesaggistici e che sono legate all'ambito dei beni culturali.

L'analisi dei fattori legati all'ambito del paesaggio e al valore naturalistico descritta nello Studio di Impatto Ambientale del progetto di ripristino non evidenzia alcuna potenziale interferenza con le componenti paesaggistiche presenti nell'area di interesse. L'area di interesse, infatti, secondo quanto elaborato, è situata interamente in aree a sensibilità ambientale bassa e molto bassa, interessate dalla presenza di limitate sovrapposizioni di tematismi.

La maggior parte dell'estensione territoriale dell'area oggetto di interesse risulta classificata a sensibilità ambientale bassa e molto bassa. Tuttavia, in determinate aree, si riscontra la presenza di aree a sensibilità ambientale media e alta: questa sono localizzate in corrispondenza dell'area contermina al Lago di San Cipriano, fino a 300 metri di distanza dalla sponda, e in corrispondenza dell'area interessata dal SIC dei Monti del Chianti, dove si ha sovrapposizione con molti poligoni appartenenti al tematismo delle foreste e boschi sottoposti a tutela e, parzialmente, al grafo idrico tutelato (Figura 64, Allegato 2).

È stata elaborata una Carta della Sensibilità Ambientale dell'ambito di paesaggio dell'ex area mineraria di S. Barbara (AR) (Figura 64, Allegato 2), prodotta alla scala 1: 25.000 utilizzando come base cartografica la carta topografica della Regione Toscana alla scala 1: 50.000, estratta solo in visualizzazione dal servizio WMS della Regione Toscana disponibile al seguente link <http://www.regione.toscana.it/-/geoscopio-wms>.

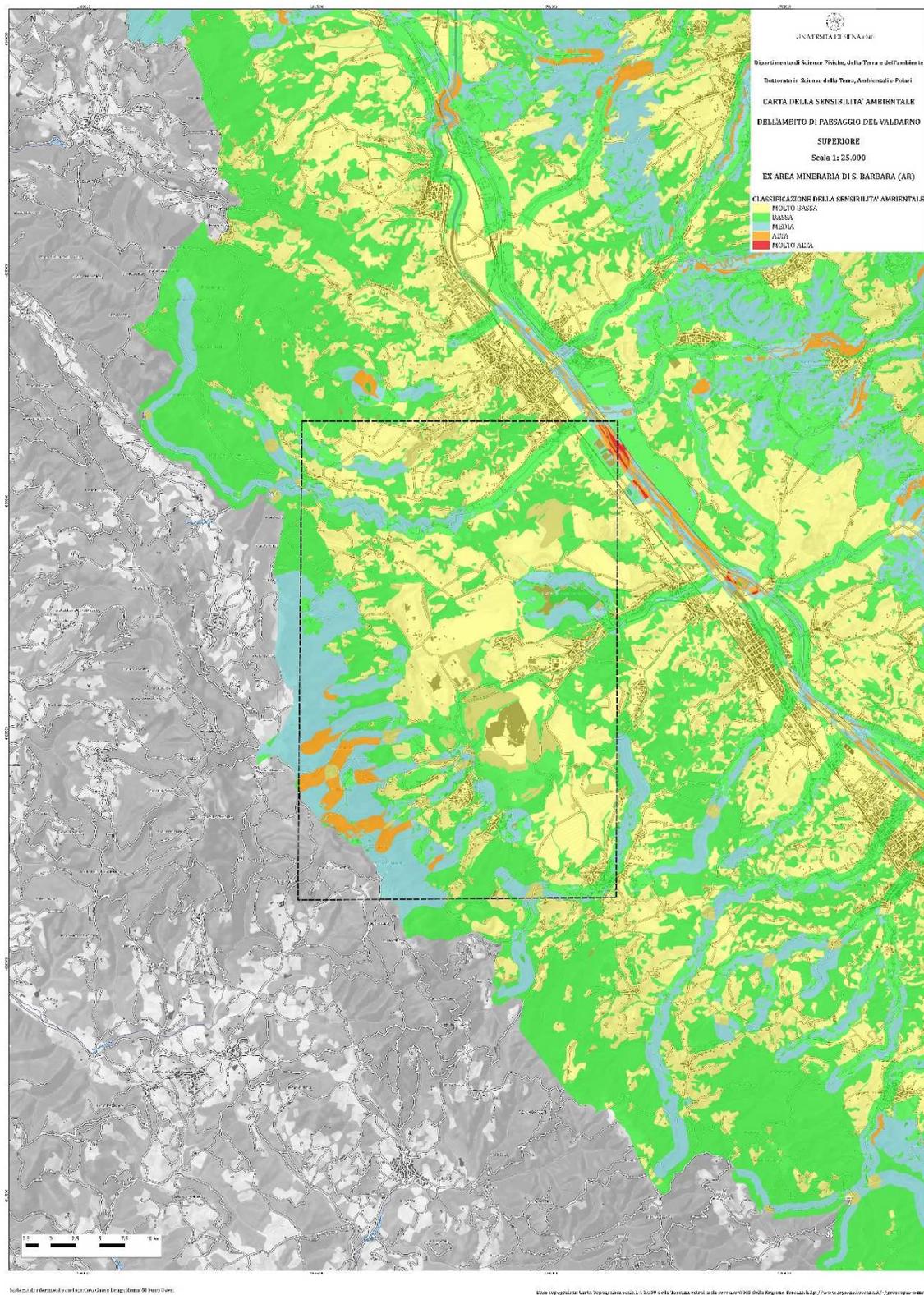


Figura 64 - Carta della Sensibilità Ambientale dell'ex area mineraria di S. Barbara (AR) – scala 1: 25.000 (Allegato 2).

#### 7.4 Vincolistica e sensibilità ambientale

Nello SIA analizzato nel Capitolo 4 relativo al progetto di ripristino ambientale dell'ex area mineraria, all'interno del Quadro di Riferimento Ambientale, viene descritta la presenza di siti puntuali di interesse storico-artistico e archeologico. Tali componenti, tuttavia, non sono prese in considerazione dalla normativa di riferimento per la definizione della sensibilità ambientale. In essa si descrive infatti l'influenza delle sole aree di interesse archeologico, come parte dei beni paesaggistici, come definito nell'Art. 142 del D. Lgs. n. 42/2004. Si deduce l'importanza di tale peculiarità del territorio e quindi della sua tutela, correlata alla rilevante presenza antropica, dal punto di vista storico-artistico, sul territorio.

I dati ufficiali disponibili sui portali cartografici della Regione Toscana descrivono la presenza nel territorio di siti e aree di sottoposti a vincolo archeologico e vincolo architettonico.

I siti puntuali di carattere storico-artistico e archeologico sono disponibili come *open data* ufficiali solo per la visualizzazione. Non è infatti al momento possibile ottenere tali dati in un formato vettoriale: la loro consultazione è limitata alla sola visualizzazione con servizi di *webgis* dal portale Vincoli in Rete del Ministero dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (MIBACT)<sup>38</sup> e con i servizi WMS del Portale Geoscopio della Regione Toscana<sup>39</sup>.

È stata quindi considerata la possibilità di integrare la definizione della sensibilità ambientale con la presenza delle aree sottoposte a vincolo, dal momento che i riferimenti normativi considerano solo la presenza di aree di interesse archeologico. A questo scopo, si è proceduto ad integrare la procedura di calcolo del grado di sensibilità ambientale con i dati spaziali rappresentative della vincolistica.

Operando esclusivamente per l'ambito di interesse corrispondente all'ex area mineraria di S. Barbara, si è proceduto ad integrare la base di dati VIA\_GIS con tematismi aggiuntivi descrittivi delle aree sottoposte a vincolistica e dell'ubicazione di siti di importanza storico-artistica, di seguito indicati:

- *Beni paesaggistici tutelati ai sensi dell'art. 136 del D. Lgs. 42/2004 con procedimento non ancora concluso*

---

<sup>38</sup> <http://vincoliinretegeo.beniculturali.it/vir/vir/vir.html>

<sup>39</sup> [http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/servizi/wms/BENI\\_CULTURALI\\_E\\_DEL\\_PAESAGGIO.html](http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/servizi/wms/BENI_CULTURALI_E_DEL_PAESAGGIO.html)

Tali dati sono rappresentati dai Decreti di vincolo e dai verbali delle commissioni provinciali per la tutela delle bellezze naturali che consentono di identificare le aree vincolate. I dati cartografici includono le informazioni provenienti dalla Banca Dati SITAP (Sistema Informativo Territoriale Ambientale e Paesaggistico) come riferimento geografico su scala nazionale per la tutela dei beni paesaggistici realizzata dal MIBAC.

- *Beni architettonici tutelati ai sensi della parte II del D. Lgs. 42/2004*

Tali dati descrivono i provvedimenti di tutela per quanto concerne i beni architettonici. La banca dati è in aggiornamento continuo.

- *Beni archeologici tutelati ai sensi della parte II del D. Lgs. 42/2004*

Tali dati descrivono i provvedimenti di tutela per quanto concerne i beni archeologici. La banca dati è in aggiornamento continuo.

Tali dati sono stati ricavati dal servizio WMS denominato Geoscopio\_wms BENI\_CULTURALI\_E\_DEL\_PAESAGGIO<sup>40</sup>, il quale descrive il censimento e la georeferenziazione dei Beni culturali e paesaggistici, condotte per conto della Regione Toscana dal Consorzio LaMMA in collaborazione con le Soprintendenze territoriali e la Direzione Regionale per i Beni Culturali e Paesaggistici della Toscana. Il dato cartografico riporta l'ubicazione dei beni tutelati ai sensi delle leggi 1089/1939 "Tutela delle cose di interesse artistico e storico" e della legge 1497/1939 "Protezione delle bellezze naturali", successivamente abrogate e sostituite prima dal D. Lgs. 490/1999 "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali" e, successivamente, dal D. Lgs. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio".

#### ***7.4.1 Digitalizzazione dei dati cartografici descrittivi della vincolistica***

I dati ufficiali descrittivi della vincolistica sono disponibili esclusivamente per la libera consultazione e visualizzazione sul Portale *webgis* SITA – Beni culturali e del paesaggio. Per utilizzare tali dati ed integrare la procedura di calcolo della sensibilità ambientale dell'area, si è proceduto alla digitalizzazione di tali dati all'interno di uno strato informativo, al fine di ottenere un ulteriore tematismo in maniera analoga agli altri strati informativi della base di dati VIA\_GIS.

---

<sup>40</sup>[http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/servizi/wms/BENI\\_CULTURALI\\_E\\_DEL\\_PAESAGGIO.htm](http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/servizi/wms/BENI_CULTURALI_E_DEL_PAESAGGIO.htm)

La digitalizzazione dei siti e delle aree è stata possibile grazie all'utilizzo del servizio WMS dei Beni Culturali e del Paesaggio disponibile al seguente link <http://www.regione.toscana.it/-/geoscopio-wms>.

In QGIS si è proceduto all'importazione del servizio WMS desiderato e alla visualizzazione dei dati cartografici di interesse (Figura 65). In PgAdmin, quindi, all'interno della base di dati è stata creata una nuova tabella di PostGIS denominata "Vincolistica" con la struttura dati seguente, nella quale sono stati successivamente digitalizzati gli elementi visualizzati dal servizio WMS.

La tabella "Vincolistica" è stata caricata in visualizzazione in QGIS e si è proceduto all'attribuzione della geometria *Polygon* allo strato informativo, operando attraverso il plugin DB Manager.

→ Strato informativo: *VINCOLISTICA*

Geometria: *Polygon*

ID_BENE (integer)	Identificativo del bene secondo la norma di riferimento
TIPO_VINCOLO (text)	Tipologia del vincolo: architettonico o archeologico
TIPOLOGIA (text)	Tipologia del bene
NOME (text)	Denominazione del bene
AREA_RISPETTO (text)	Indicazione della presenza di un'area di rispetto secondo la normativa

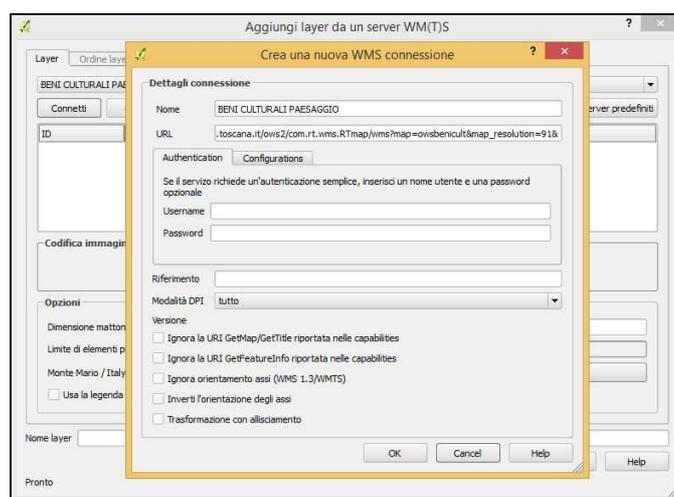


Figura 65 - QGIS: creazione della connessione al servizio WMS di Geoscopio per la visualizzazione dei dati cartografici descrittivi della vincolistica.

Nello strato informativo “Vincolistica” sono stati quindi digitalizzati gli elementi poligonali descrittivi delle aree e dei beni sottoposti a vincolo architettonico/archeologico e, per ciascun elemento, sono state inserite le informazioni derivate dal pannello descrittivo visualizzato nel portale SITA.

#### **7.4.2 Digitalizzazione dei siti di interesse archeologico**

L’Art. 142 del D. Lgs, 42/2004 definisce, tra le aree tutelate per legge e che quindi concorrono a definire la sensibilità ambientale di un territorio, le aree di interesse archeologico. Tali aree sono cartografate e sono state inserite all’interno della base di dati VIA\_GIS. L’insieme di tutte le evidenze archeologiche di estensione limitata, tuttavia, non sono state prese in considerazione nel procedimento di valutazione della sensibilità ambientale. Si tratta di quelle presenze archeologiche che non risultano cartografate negli *open data* forniti dai servizi webgis ufficiali, ma reperibili grazie alla consultazione bibliografica della storia del territorio di interesse.

Si è proceduto a raccogliere, quindi, limitatamente all’area di studio interessata dal progetto di ripristino ambientale di S. Barbara, tutti i dati bibliografici che testimoniano la presenza di siti o rinvenimenti di interesse archeologico nell’area di interesse, e all’ubicazione di essi all’interno di uno strato informativo. La procedura di valutazione è consistita nell’acquisizione e nell’analisi dei dati bibliografici, della cartografia e della toponomastica con lo scopo di individuare le peculiarità storico-topografiche dell’area di interesse.

Le fonti bibliografiche analizzate sono state alcune pubblicazioni di natura storico – archeologica relative al Valdarno Superiore, nell’area dei comuni di Figline e Incisa Valdarno, San Giovanni Valdarno, Cavriglia.

È stata eseguita un’analisi della cartografia attuale al fine di individuare le caratteristiche geomorfologiche e toponomastiche del territorio di interesse.

La cartografia analizzata è stata la seguente:

- Carta Tecnica Regionale della Regione Toscana in scala 1:10.000, sezioni 276130, 276140, 276150, 287020, 287030, 287040, 287050, 287060, 286070, 287080.
- Cartografia allegata al Piano Strutturale del Comune di San Giovanni Valdarno (Arezzo), Statuto dei Luoghi 7.1 a, 7.1 b Carta dei Vincoli, scala 1:10000 (2002).

- Cartografia allegata al Piano Strutturale del Comune di San Giovanni Valdarno (Arezzo), Statuto dei Luoghi 7.2 a, 7.2 b, Carta delle invarianti, scala 1:10000 (2002).

In seguito all'analisi bibliografica, è stato eseguito un censimento delle presenze archeologiche localizzate nell'area di interesse.

In PgAdmin, è stata quindi definita una nuova tabella di PostGIS denominata "Siti\_interesse\_archeo" finalizzata ad immagazzinare l'ubicazione degli elementi puntuali rappresentativi delle evidenze archeologiche desunte dall'analisi bibliografica. Si è proceduto alla definizione della struttura dati della tabella "Siti\_interesse\_archeo", indicando gli attributi ritenuti identificativi del sito archeologico.

→ Strato informativo: *SITI\_INTERESSE\_ARCHEO*

Geometria: *Point*

ID_SITO (integer)	Identificativo univoco del sito
LOCALITA' (text)	Indicazione della località in cui è ubicato il sito
COMUNE (text)	Indicazione del Comune di riferimento
PROVINCIA (text)	Indicazione della Provincia di riferimento
DATI_CART (text)	Indicazione della cartografia IGM o della Carta Tecnica Regionale nella quale rientra la segnalazione
TIPOLOGIA (text)	Indicazione sintetica della tipologia di sito (rinvenimento, necropoli, ...)
DESCR (text)	Descrizione libera del sito
BIBLIO (text)	Indicazione delle fonti bibliografiche che documentano il sito
CRONOLOGIA (text)	Indicazione del periodo relativa al sito

In QGIS, attraverso il plugin DB Manager, è stata attribuita geometria puntuale allo strato informativo "Siti\_interesse\_archeo".

I dati desunti da bibliografia sono stati quindi inseriti all'interno dello strato informativo (Figura 66). L'ubicazione puntuale dei siti è stata ricavata dal confronto con la cartografia riportata nelle fonti bibliografiche.

ID_SITO	LOCALITA'	COMUNE	PROVINCIA	DATI_CART	DESCR	BIBLIO	CRONOLOGIA	TIPOLOGIA
1	Scampata	Figline e Incisa V...	Firenze	CTR 276140	invenimento di to...	BullInst 1843, 35...	Etrusca	Necropoli
2	La Rotta	Figline e Incisa V...	Firenze	CTR 276140	insediamento etr...	Fedeli, 2006	Etrusca	Insediamento
3	Ripalta	Figline e Incisa V...	Firenze	CTR 276140	individuazione di ...	CA, F. 114, 42, n...	Ellenistica	Insediamento
4	La Casaccia	Figline e Incisa V...	Firenze	CTR 287020	manufatti litici e f...	Tracchi 1978, 78,...	Etrusca	Rinvenimento
5	La Casaccia	Figline e Incisa V...	Firenze	CTR 287020	manufatti litici e f...	Tracchi 1978, 78,...	Romana	Rinvenimento
6	Gaville	Figline e Incisa V...	Firenze	CTR 287020	area archeologica caratterizzata da...	Tracchi 1978, 78,...	Romana	Rinvenimento
7	Ponte agli Stolti	Figline e Incisa V...	Firenze	CTR 276140	individuazione di ...	SE VIII, 1934, 33...	Romana	Ponte
8	San Pancrazio	Cavriglia	Arezzo	CTR 287060	resti di una piccol...	Tracchi 1978, 73 ...	Romana	Necropoli
9	Monastero	Cavriglia	Arezzo	CTR 287060	nsediamento di e... pavimenti in cocc...	SE XII, 1938, 26...	Romana	Insediamento

Figura 66 - Tabella dello strato informativo "Siti\_interesse\_archeo" con l'inserimento delle evidenze archeologiche desunte da bibliografia.

#### 7.4.3 Metodologia per il calcolo della sensibilità ambientale integrata con la vincolistica e i siti di interesse archeologico

Per procedere alla definizione, nell'area di interesse, della sensibilità ambientale integrata con i dati descrittivi della vincolistica e dei siti di interesse archeologico, si è proceduto ad estrarre dalla base di dati VIA\_GIS esclusivamente i dati spaziali che ricadono all'interno dell'area. È stata quindi eseguita un'operazione di ritaglio dello strato informativo "Sensibilità\_ambientale\_Valdarno\_Sup", nel quale risultavano già calcolati i valori degli attributi "PESO\_TOT" e "S\_AMB", definendo come poligono di ritaglio l'area di interesse.

Per procedere in maniera più speditiva, il dato cartografico ritagliato è stato gestito in formato ESRI Shapefile.

Si è proceduto quindi ad aggiungere un attributo denominato "PESO\_VINC" nella tabella degli attributi dello strato informativo "Vincolistica". All'attributo, analogamente a quanto fatto per tutti gli strati informativi della base di dati VIA\_GIS, è stato attribuito valore uguale a 1.5 (Figura 67).

Per quanto riguarda invece la tabella "Siti\_interesse\_Archeo" a geometria puntuale, si è proceduto alla creazione di un corrispondente strato informativo a geometria poligonale risultante dall'operazione di buffer eseguita sul layer di input a geometria puntuale. Ciò si è reso necessario per poter procedere alla successiva operazione di *union*, che lavora solo con layer a geometria poligonale.

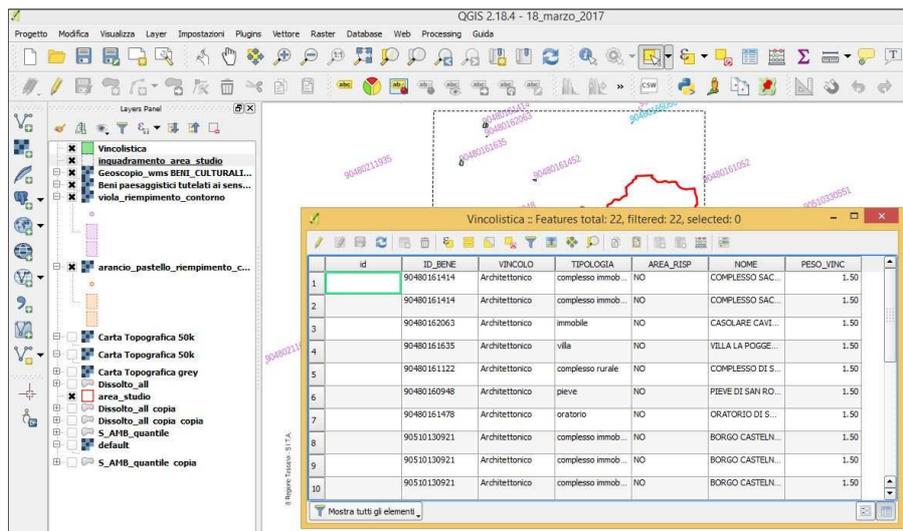


Figura 67 - Strato informativo "Vincolistica": digitalizzazione degli elementi poligonali e assegnazione dell'attributo "PESO\_VINC".

Come distanza di buffer è stata scelta una misura di 100 metri, desunta dalla consultazione di studi di valutazione del rischio archeologico relativo<sup>41</sup>, nel quale la minima distanza per definire un'area di rispetto nell'intorno di un sito di interesse archeologico è generalmente non inferiore ai 100 m. Il buffer è stato eseguito attraverso lo strumento *Buffer a distanza fissa*, ottenendo un layer di output denominato "Siti\_interesse\_archeo\_100m".

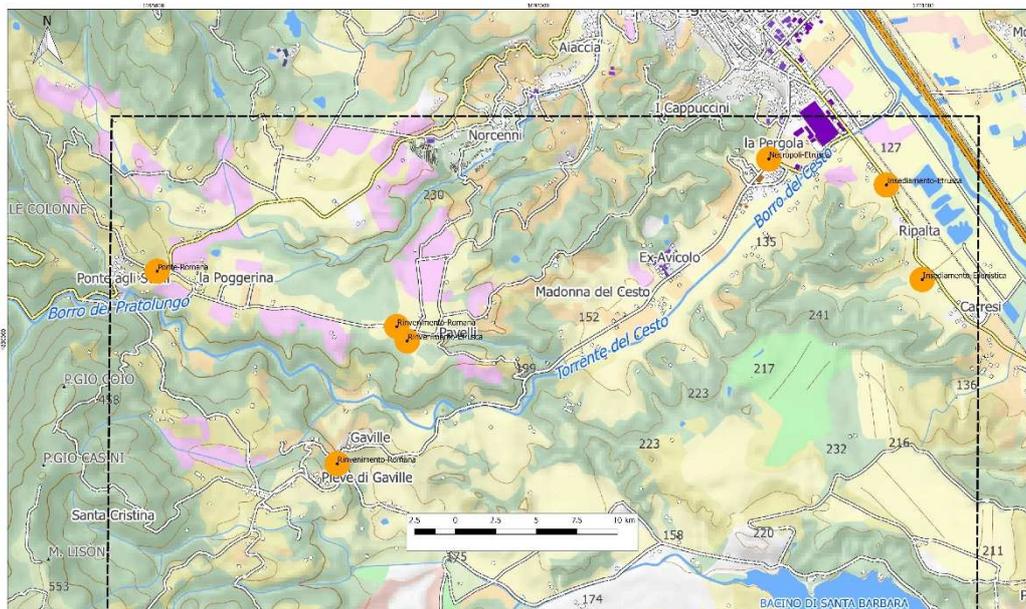


Figura 68 - Ubicazione dei siti di interesse archeologico con indicazione dell'ampiezza dell'area di buffer (100 metri) all'interno dell'area di interesse.

<sup>41</sup> Fonte: Studio archeologico dell'area mineraria di S. Barbara elaborato da CGT Spinoff (2015).

Allo strato informativo di output è stato aggiunto quindi l'attributo "PESO\_SITI", al quale è stato assegnato valore 1.5, analogamente alle aree di interesse archeologico e a tutti gli altri strati informativi della base di dati.

Il procedimento di calcolo eseguito per stimare la variazione della sensibilità ambientale con l'integrazione delle componenti legate alla vincolistica e ai siti di interesse archeologico ha comportato le stesse operazioni di analisi spaziale descritte precedentemente.

Una volta assegnato il valore di peso alle due nuove componenti, è stata eseguita un'operazione di *union* tra le gli strati informativi "Vincolistica" e "Siti\_interesse\_archeologico" con il vettore denominato "Sensibilità\_ambientale\_Valdarno\_Sup" precedentemente ritagliato sull'ambito territoriale di interesse. L'operazione di *union* è stata eseguita tra i vettori "Sensibilità\_ambientale\_Valdarno\_Sup" e "Vincolistica"; il layer di output è stato quindi unito con lo strato "Siti\_interesse\_archeo\_100m".

Nello strato informativo risultante dalle operazioni di *union*, denominato "Sensibilità\_ambientale\_integrata" è stato quindi calcolato il valore di PESO\_TOT aggiornato con i valori aggiuntivi determinati dai due tematismi che sono stati integrati. Il valore di PESO\_TOT è stato calcolato, in maniera analoga a quanto fatto precedentemente, come il prodotto dei pesi attribuiti alle singole componenti.

Successivamente è stata applicata una rappresentazione graduata con classificazione rispetto all'attributo "PESO\_TOT" per quantile (conteggio uguale), ottenendo come output la classificazione dell'area in esame sulla base del suo grado di sensibilità ambientale, integrata con le componenti legate alla presenza di aree sottoposte a vincolo architettonico e archeologico e siti di interesse archeologico.

In corrispondenza di tali aree è stata osservata una variazione apprezzabile del grado di sensibilità ambientale, localizzata soprattutto nelle aree di buffer con ampiezza di 100 metri realizzate attorno ai siti di importanza archeologica. Tuttavia, poiché le evidenze archeologiche sono ubicate in zone che presentano un grado di sensibilità ambientale molto basso o basso, l'integrazione con queste componenti ha determinato in generale l'aumento di una sola unità nella scala di valori di sensibilità ambientale, come mostrato nella Carta della Sensibilità Ambientale dell'ex area mineraria di S. Barbara (Figura 69), modificata con le ultime elaborazioni.

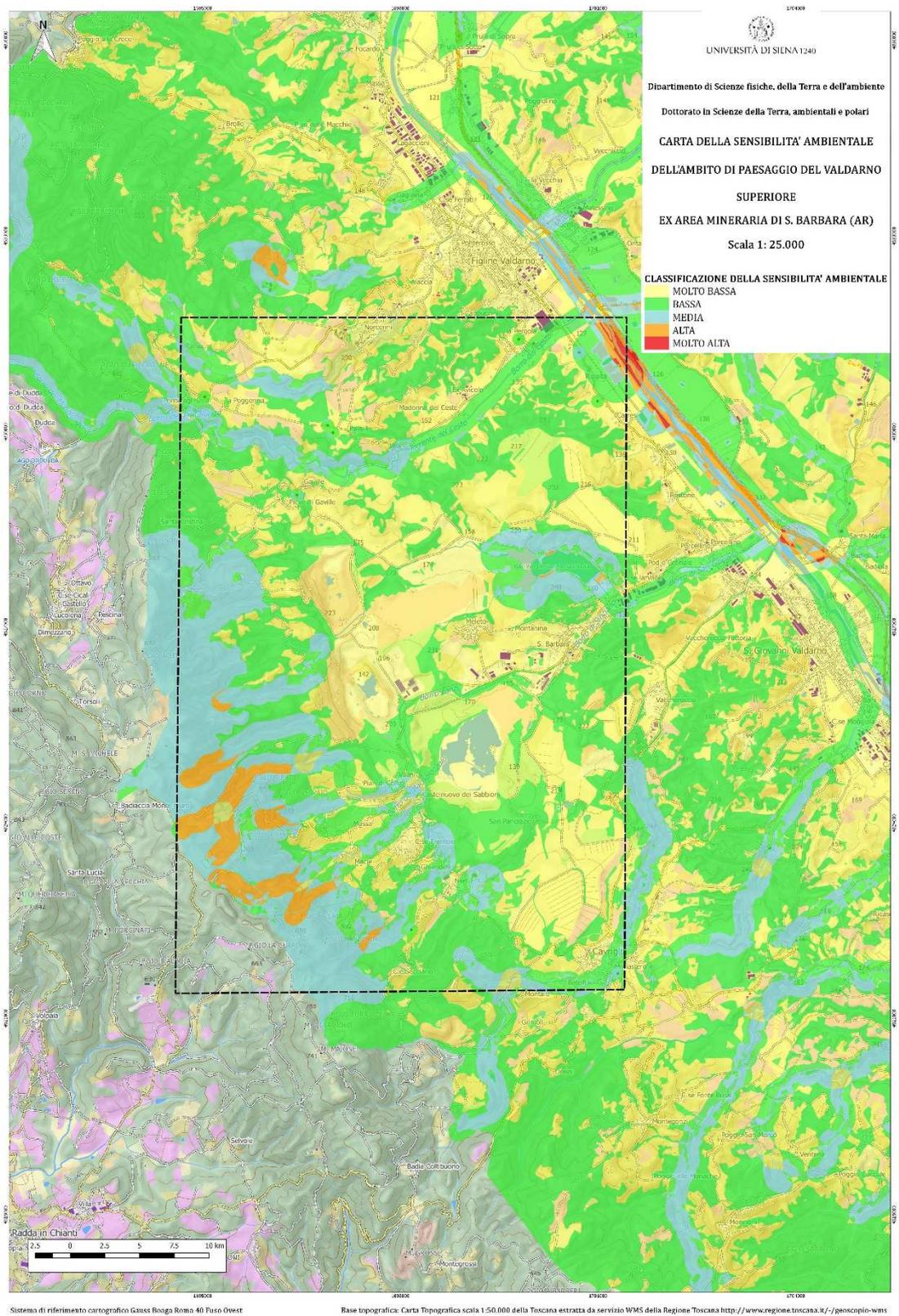


Figura 69 - Carta della Sensibilità Ambientale dell'ex area mineraria di S. Barbara (AR) – scala 1: 25.000 integrata con le componenti ambientali rappresentative della vincolistica e dei siti di interesse archeologico.

In seguito a questa integrazione, si conclude che in aree a grado di sensibilità generalmente basso la presenza di siti di interesse archeologico non ha determinato una sostanziale variazione del grado di sensibilità ambientale.

Tuttavia, tale integrazione potrebbe risultare utile per una possibile applicazione della base di dati nelle procedure di valutazione del rischio archeologico assoluto e relativo all'area di interesse.

La valutazione del rischio archeologico di un determinato ambito territoriale ha l'obiettivo di valutare l'impatto archeologico degli interventi in progetto all'interno di un'area di intervento. Per questo tipo di valutazione, quindi, risulta necessario determinare la presenza di aree critiche e rilevare le problematiche relative all'interferenza tra eventuali presenze archeologiche e l'intervento previsto nell'area.

## CAPITOLO 8

### RISULTATI E CONCLUSIONI

Il presente lavoro di tesi ha sperimentato l'applicazione dei Sistemi Informativi Geografici (GIS) all'ambito di studio della Valutazione di Impatto Ambientale di opere e progetti, attraverso l'elaborazione di una base di dati di supporto ad alcune fasi di cui si compone il procedimento. La Valutazione di Impatto Ambientale è un complesso procedimento di analisi del territorio che si basa sullo studio multidisciplinare di un determinato ambito di interesse, al fine di caratterizzarlo dal punto di vista ambientale sia in previsione della realizzazione di un progetto, sia in sua assenza.

L'utilizzo dei Sistemi Informativi Geografici consente di descrivere a 360 gradi tutti gli aspetti ambientali di un determinato ambito territoriale, grazie alla possibilità di analizzarlo per singoli tematismi.

Il presente lavoro ha messo innanzitutto in evidenza l'utilità della metodologia GIS all'elaborazione dello Studio di Impatto Ambientale, poiché il suo utilizzo consente di visualizzare in maniera distinta i singoli tematismi di interesse e contemporaneamente di ottenere, attraverso elaborazioni di analisi spaziale, un tematismo di sintesi.

Il procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale, nella sua complessità di fasi, unisce in un'unica procedura di studio una grande mole di informazioni di un territorio, relative alle sue caratteristiche ambientali, rappresentati nella forma di dati geografici. L'utilità di un Sistema Informativo Geografico consiste quindi nella possibilità di eseguire delle analisi di sovrapposizione (*overlay tematici*) considerando i tematismi di interesse.

Nel presente lavoro si è dapprima eseguita una consistente analisi bibliografica sul quadro normativo che disciplina la tutela dell'ambiente e del paesaggio, le quali rappresentano gli ambiti interessati dalla Valutazione dell'Impatto Ambientale di un progetto. Ambiente e paesaggio comprendono a loro volta una serie di componenti e fattori ambientali che

devono essere singolarmente caratterizzati. L'attenzione si è concentrata sull'ambito paesaggistico, considerando quindi tutte quelle componenti ambientali oggetto della materia della tutela e protezione paesaggistica.

All'interno della disciplina della tutela paesaggistica viene definita l'importanza, in fase di progettazione di un intervento e di valutazione dei potenziali effetti di esso sul territorio, di valutare un insieme di caratteristiche del territorio che determinano la cosiddetta sensibilità ambientale.

La sensibilità ambientale, tuttavia, risulta definita e descritta soltanto a livello normativo e per essa non è stata ancora definita una procedura standard di valutazione. Il presente lavoro quindi si sviluppa a partire dalla necessità di sperimentare un metodo per la determinazione della sensibilità ambientale di un ambito territoriale con l'applicazione dei Sistemi Informativi Geografici.

La base di dati VIA\_GIS è stata progettata quale strumento di supporto ad alcune fasi della Valutazione di Impatto Ambientale. Essa immagazzina una grande mole di dati, riferiti all'ambito della tutela paesaggistica, disponibili come *open data* nei servizi di consultazione ufficiali (webgis e servizi WMS) ma reperibili, da tali fonti, solo come singoli strati informativi. Inoltre, nel reperimento dei dati cartografici dai singoli servizi di consultazione, frequentemente si ottiene un dato che contiene informazioni in forma di attributi che non sono utili ai fini della valutazione o dello Studio di Impatto Ambientale. All'interno della base di dati VIA\_GIS i dati cartografici sono quindi stati immagazzinati in nuovi strati informativi strutturati in modo tale da conservare, durante l'input dei dati, soltanto quelle informazioni che realmente sono utili alle valutazioni. Ciò è stato possibile in seguito ad una attenta analisi bibliografica dei riferimenti normativi che regolano i procedimenti di valutazione, oltre che dalla consultazione di un reale progetto sottoposto a Valutazione di Impatto Ambientale e allo Studio di Impatto Ambientale elaborato per esso.

Una parte consistente del lavoro di tesi è consistita quindi nell'analisi della normativa vigente in materia di tutela dell'ambiente e del paesaggio, propedeutica e necessaria alla successiva fase di progettazione della base di dati. Si è trattato di individuare tutte le componenti e i fattori che entrano in gioco in un procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale al fine di strutturarli in fasi e determinare il fine applicativo di una banca dati su cui basare un sistema informativo geografico che fosse realmente di supporto al procedimento.

La base di dati VIA\_GIS è stata strutturata interamente con l'impiego di strumenti *open source* per la progettazione concettuale, logica e fisica della base di dati.

Nello specifico, per la progettazione concettuale e logica è stato utilizzato il *tool* Open Model Sphere.

La progettazione fisica delle strutture di memorizzazione della base di dati e la sua implementazione sono state eseguite con l'impiego del DMBS PostgreSQL con estensione spaziale PostGIS.

L'implementazione, la visualizzazione e tutte le elaborazioni di analisi spaziale che hanno contribuito a definire la sensibilità ambientale sono state invece condotte in Quantum GIS.

Nella fase di progettazione concettuale l'attenzione si è concentrata sull'ambito della tutela paesaggistica, al fine di elaborare uno schema concettuale e conseguentemente derivare una base di dati che analizzasse in dettaglio l'ambito disciplinare della tutela delle componenti paesaggistiche nel corso di un procedimento di valutazione di impatto ambientale.

Si è scelto di elaborare lo schema concettuale secondo una logica di progettazione *top-down* (Atzeni et al., 2000), definendo cioè prima i pochi concetti fondamentali come le entità principali. Successivamente si è proceduto con un progressivo affinamento dei concetti individuati, aumentandone il dettaglio attraverso la definizione degli attributi e delle relazioni e l'inserimento di ulteriori entità.

La base di dati è stata progettata con una struttura dati di tipo relazionale, nella quale il costrutto di base per la descrizione dei dati è rappresentato dalla relazione, ovvero una tabella. La scelta del modello relazionale è risultata vantaggiosa poiché tale modello garantisce l'indipendenza delle strutture fisiche di memorizzazione dei dati, che possono cambiare dinamicamente, e permette di rappresentare solo ciò che è rilevante dal punto di vista dell'applicazione. La possibilità di intervenire in maniera dinamica sulla struttura dei dati è risultata utile per il tipo di applicazione che si voleva definire, dal momento che le componenti ambientali che incidono sul procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale sono molteplici e possono variare in dipendenza del tipo di progetto o delle caratteristiche dell'area di interesse.

I software e i *tool* utilizzati per la creazione della base di dati sono risultati pienamente utili e in grado di supportare tutti i livelli della progettazione, ed hanno permesso la creazione di una base di dati gestibile in maniera agevole in Quantum GIS. Le tabelle

spaziali della base di dati relazionale possono essere editate con l'impiego di software GIS che permettono l'interfacciamento con database creati in PostGIS. Inoltre, la base di dati VIA\_GIS può essere costantemente monitorata ed eventualmente modificata con l'inserimento di nuove tabelle spaziali o relazioni, in modo da poter aggiornare i dati immagazzinati al suo interno. Con l'impiego di un editor GIS, inoltre, è possibile esportare porzioni di dati estratti dalla base di dati, che possono risultare utili per ulteriori elaborazioni, evitando di modificare il contenuto informativo della base di dati.

La base di dati VIA\_GIS, quindi, si pone come strumento di supporto ad alcune fasi del procedimento di Valutazione di Impatto Ambientale, e si pone inoltre come base di partenza per l'implementazione di ulteriori ambiti che sono caratterizzati nel Quadro di Riferimento Ambientale all'interno dello Studio di Impatto Ambientale. La struttura relazionale della base di dati, infatti, approfondisce solo l'ambito della tutela paesaggistica e della caratterizzazione delle componenti naturalistiche, ma può risultare utile anche per la caratterizzazione degli altri ambiti disciplinari come, ad esempio l'ambito del suolo e sottosuolo.

La base di dati VIA\_GIS quale strumento di supporto alle valutazioni è risultata utile per la sperimentazione di un metodo qualitativo e semi-quantitativo di definizione della sensibilità ambientale, un tematismo di sintesi derivato dall'analisi degli altri tematismi immagazzinati nella base di dati.

La sensibilità ambientale è considerata una proprietà legata alla localizzazione del progetto che concorre, assieme alla relazione con piani e programmi, alle caratteristiche del progetto e dell'impatto, alla possibile esclusione del progetto dalla procedura di Valutazione di Impatto Ambientale, e quindi all'esclusione dall'iter della procedura in seguito alla verifica di assoggettabilità.

Questa proprietà è definita nei riferimenti normativi soltanto a livello qualitativo, espressa come l'insieme di una serie di componenti ambientali, sia antropiche che naturalistiche. La sensibilità ambientale di un determinato territorio determina l'attitudine dell'ambito territoriale di interesse a subire una trasformazione, in termini di localizzazione di un progetto o di un'opera. Per quanto riguarda il criterio che segue la localizzazione di un intervento sul territorio, quindi, deve essere considerata la sensibilità ambientale delle aree che possono risentire dell'impatto di quell'intervento.

Le elaborazioni condotte sulla base di dati VIA\_GIS hanno permesso di classificare il territorio di interesse sulla base del grado di sensibilità ambientale, dedotto da un'analisi

basata su *overlay* tematici e dall'attribuzione di un peso a ciascun tematismo, corrispondente a una singola componente ambientale.

L'utilizzo dei Sistemi Informativi Geografici ha rappresentato un contributo importante per la costruzione di carte tematiche e per le analisi di sovrapposizione, permettendo di attribuire differenti valori di sensibilità alle zone interessate, attraverso i quali è stato possibile valutare l'attitudine di un determinato territorio alla sua trasformazione e alla localizzazione di un progetto.

Secondo il metodo utilizzato per la stima di questa caratteristica, è stato attribuito lo stesso peso alle componenti ambientali, ovvero ai tematismi immagazzinati nella base di dati. Questa scelta è stata intrapresa poiché è stato scelto di attenersi, in questo lavoro, alle indicazioni presenti in normativa, dove infatti non si fa alcun riferimento alla maggior rilevanza di una componente rispetto alle altre. A tutti i tematismi, quindi, è stata assegnata la medesima rilevanza nella procedura di caratterizzazione della sensibilità ambientale.

La scala di valori di sensibilità ambientale è stata definita in seguito alla consultazione di fonti bibliografiche che hanno trattato le metodologie di calcolo della sensibilità ambientale legata agli aspetti ecosistemici <sup>42</sup>.

Le analisi dei diversi scenari di sensibilità ambientale ottenuti dalle elaborazioni di analisi spaziale sono servite ad interpretare in maniera critica i risultati ottenuti con i diversi metodi di classificazione proposti dal software GIS impiegato (Quantum GIS) ed individuare quindi lo scenario di sensibilità maggiormente realistico e allo stesso tempo non eccessivamente cautelativo. A conferma di questo, è stato confrontata il risultato ottenuto con il metodo di classificazione scelto con l'effettiva stima della sensibilità ambientale dell'ambito territoriale per il quale è stato analizzato lo Studio di Impatto Ambientale descritto nel Capitolo 4.

Il risultato ottenuto, rappresentato dalla Carta di Sensibilità Ambientale dell'ambito di paesaggio del Valdarno Superiore (Allegato 1), è stato inoltre confrontato con lo scenario risultante dall'integrazione, nel metodo di classificazione impiegato, di altre due componenti ambientali: la vincolistica e la presenza di siti di interesse archeologico.

Questa due componenti, esprimibili anch'esse in forma di tematismi, non erano state originariamente inserite all'interno della base di dati poiché non considerate nella

---

<sup>42</sup> Osservatorio Città Sostenibili Dipartimento Interateneo Territorio Politecnico e Università di Torino (2008) - "Gli indicatori di sensibilità ambientale - Working paper 02/08".

definizione normativa della sensibilità ambientale. Questi aspetti, tuttavia, sono stati ritenuti rilevanti nel procedimento di valutazione della sensibilità ambientale di un territorio, al pari delle aree tutelate per legge (secondo l'Art. 142 del D. Lgs. 42/2004) come le aree di interesse archeologico. In fase di elaborazione, quindi, è stata valutata l'influenza di queste componenti nella procedura di valutazione della sensibilità ambientale. Questa elaborazione è stata eseguita esclusivamente per la porzione di territorio corrispondente all'area di interesse, ed ha evidenziato piccole variazioni nella stima della sensibilità ambientale.

La base di dati VIA\_GIS elaborata nel presente lavoro di tesi e la Carta di Sensibilità Ambientale, prima applicazione della base di dati, non si pongono quali strumenti di valutazione o strumenti sostitutivi della procedura di Studio di Impatto Ambientale sulle componenti paesaggistiche e naturalistiche. Lo Studio di Impatto Ambientale, infatti, come ampiamente descritto nel Capitolo 2 e analizzato per un caso realmente sottoposto a VIA nel Capitolo 4, rappresenta un complesso studio multidisciplinare nel quale convergono pareri specialistici provenienti da vari ambiti scientifici. La base di dati si propone, invece, come uno strumento sperimentale di supporto alle decisioni sia per la fase di localizzazione del progetto (utilizzabile quindi dal committente del progetto) sia per la fase di elaborazione dello Studio di Impatto Ambientale (utilizzabile quindi dall'autorità competente). La Carta della Sensibilità Ambientale derivata dalle elaborazioni eseguite sulla base di dati VIA\_GIS rappresenta quindi uno strumento cartografico di sintesi per la descrizione dello scenario paesaggistico di un determinato ambito territoriale, che tiene in considerazione sia del peso delle componenti paesaggistiche sia delle peculiarità legate alle radici storico-culturali del territorio.

## **Bibliografia**

- I Programma d'azione in materia di politica ambientale adottato dal Consiglio delle Comunità Europee (1973).
- II Programma d'azione in materia di politica ambientale adottato dal Consiglio delle Comunità Europee (1977).
- IV Programma d'azione in materia di politica ambientale adottato dal Consiglio delle Comunità Europee (1993).
- V Programma d'Azione per l'Ambiente del 1993 "Per uno sviluppo durevole e sostenibile" per il periodo 1993-2000.
- Atto unico europeo (AUE), 17 febbraio 1986.
- Atzeni et alii, (2009) – "Basi di dati - Modelli e linguaggi di interrogazione", McGraw-Hill Education.
- Atzeni et alii (2013) – "Basi di dati. Modelli e linguaggi di interrogazione", McGraw-Hill Education.
- Campeol G, Pizzinato C. (2007) – "Metodologia per la valutazione dell'impatto archeologico", *Archeologia e Calcolatori* 18, 2007, 273-292
- Carpentieri P. (2004) – "I beni paesaggistici nel nuovo codice dei beni culturali e del paesaggio", nella *Rivista della Scuola Superiore dell'Economia e delle Finanze*, n. 8/9 del 2004, I, 81 ss.
- Carta Europea delle Autonomie Locali (Strasburgo, 1985).
- Carta Tecnica Regionale della Regione Toscana in scala 1:10.000: sezioni 276130, 276140, 276150, 287020, 287030, 287040, 287050, 287060, 286070, 287080.
- Cartografia allegata al Piano Strutturale del Comune di San Giovanni Valdarno (Arezzo), Statuto dei Luoghi 7.1 a, 7.1 b Carta dei Vincoli, scala 1:10000 (2002).

- Cartografia allegata al Piano Strutturale del Comune di San Giovanni Valdarno (Arezzo), Statuto dei Luoghi 7.2 a, 7.2 b, Carta delle invarianti, scala 1:10000 (2002).
- Cerofolini A. (2005), - “Tutela del paesaggio: breve analisi della normativa vigente”, Silvae, Anno I n° 2.
- Compendio di Diritto dell’Ambiente (2008), IV Edizione, Edizioni SIMONE.
- Convenzione sulla tutela del patrimonio mondiale, culturale e naturale (Parigi, 1972)
- Convenzione relativa alla conservazione della vita selvatica e dell’ambiente naturale in Europa (Berna, 1979).
- Convenzione–quadro europea sulla cooperazione transfrontaliera delle collettività o autorità territoriali (Convenzione di Madrid, 1980).
- Convenzione per la salvaguardia del patrimonio architettonico d’Europa (Convenzione di Granada, 1985).
- Convenzione sulla diversità biologica (Rio de Janeiro, 1992).
- Convenzione europea per la tutela del patrimonio archeologico (Convenzione di La Valletta, 1992).
- Convenzione relativa all’accesso all’informazione, alla partecipazione del pubblico al processo decisionale e all’accesso alla giustizia in materia ambientale (Åarhus, 1998).
- Convenzione Europea del Paesaggio, 20 ottobre 2000 (traduzione del testo ufficiale).
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377.
- Decreto del Presidente della Repubblica del 27 aprile 1992 “Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale”.
- Direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati.

- Direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche (Direttiva Habitat).
- Direttiva 2001/42/CE concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente (Direttiva VAS).
- Direttiva 2007/2/EC (Direttiva INSPIRE).
- Direttiva 2009/147/CEE concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
- D.C.P.M. del 27 dicembre 1988 “Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità”.
- D. LGS. 657/1974 “Istituzione del Ministero per i beni culturali e per l'ambiente”.
- D. LGS. 312/1985 “Disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale. Integrazioni dell'art. 82 del d.P.R. 24 luglio 1977, n. 616”.
- D. LGS. 112/1998 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59".
- D. LGS. 490/1999 “Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'art. 1 della legge 8 ottobre 1997, n. 352”.
- D. LGS. 42/2004 – “Codice dei beni culturali e del paesaggio”.
- D. LGS. 152/2006 – “Norme in materia ambientale”.
- D. LGS. 181/2006 “Disposizioni urgenti in materia di riordino delle attribuzioni della Presidenza del Consiglio dei Ministri e dei Ministeri”.
- D. LGS. 4/2008, Titolo III, Art. 25 Valutazione dello studio di impatto ambientale e degli esiti di consultazione, Art. 26 Decisione.
- D.P.R. 357/1997 - Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
- Fiduccia A., Fonti L., Masiello D., Palazzesi F. (2009) – “Tecnologie GIS-SIT per la valutazione di compatibilità e di impatto ambientale delle grandi infrastrutture:

un'applicazione alla *Gronda Merce* di Roma - Cintura Sud", Atti 13<sup>a</sup> Conferenza Nazionale ASITA - Bari 1-4 dicembre 2009.

- Graci G., Pileri P., Sedazzari M. (2008) – “GIS e ambiente”, Dario Flaccovio Editore.
- L. 778/1922 per la “Tutela delle bellezze naturali e degli immobili di particolare interesse storico artistico”.
- L. n. 1497/1939 concernente la protezione delle bellezze naturali.
- L. 1089/1939 in materia di "Tutela delle cose d'interesse artistico e storico".
- L. 310/1964 “Costituzione di una commissione d'indagine per la tutela e la valorizzazione del patrimonio storico, artistico, archeologico, artistico e del paesaggio”.
- L. 5/1975 “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 14 dicembre 1974, n. 657, concernente la istituzione del Ministero per i beni culturali e ambientali”.
- L. 349/1986 “Istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale”.
- L.R. 79/1998 “Norme per l'applicazione della valutazione di impatto ambientale”.
- L.R. 56/2000 - Norme per la conservazione e la tutela degli habitat naturali e seminaturali, della flora e della fauna selvatiche.
- L.R. 10/2010 - Norme in materia di valutazione ambientale strategica (VAS), di valutazione di impatto ambientale (VIA) e di valutazione di incidenza.
- L.R. 17/2016 di modifica della L.R. 10/2010 in materia di VAS, VIA ed autorizzazioni ambientali.
- Kamfonas M., (1992) - “Recursive Hierarchies: The Relational Taboo” - The Relation Journal, October/November 1992.
- McHarg I. (1969) – “Design with Nature”, Ohn Wiley & Sons Inc.
- National Environmental Policy Act of 1969 (NEPA).

- Osservatorio Città Sostenibili Dipartimento Interateneo Territorio Politecnico e Università di Torino (2008) - “Gli indicatori di sensibilità ambientale - Working paper 02/08”.
- Piano di indirizzo territoriale con valenza di Piano Paesaggistico (PIT) della Regione Toscana (2015).
- Progetto di ripristino ambientale dell'ex area mineraria di S. Barbara all'interno dello Studio di Impatto Ambientale elaborato da Enel Produzione S.p.A. (2004).
- QUADERNI della Valutazione di Impatto Ambientale (1) - Legge Regionale n. 79/98 sulla valutazione di impatto ambientale: norme tecniche di attuazione.
- QUADERNI della Valutazione di Impatto Ambientale (2) - Legge Regionale n. 79/98 sulla valutazione di impatto ambientale: linee guida.
- QUADERNI della Valutazione di Impatto Ambientale (4) - Valutazione di Impatto Ambientale: un approccio generale.
- Relazione generale del piano di classifica degli immobili - Comprensorio di bonifica n° 23: Valdarno (2006).
- Studio di Impatto Ambientale per il progetto di ripristino ambientale dell'ex area mineraria di S. Barbara elaborato da Enel Produzione S.p.A. (2004).
- Trattato che istituisce la Comunità Economica Europea (TCEE), 25 marzo 1957.

### **Sitografia**

<http://www.datiopen.it/it/opendata/>

<http://www.regione.toscana.it/-/geoscopio>

<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/arprot.html>

<http://www.minambiente.it/>

[www.vincoliinrete.beniculturali.it](http://www.vincoliinrete.beniculturali.it)

[www.sitap.beniculturali.it/](http://www.sitap.beniculturali.it/)

<http://www.modelsphere.com/org/>

<https://www.postgresql.org/>, <https://www.postgresql.org/download/>

<https://pgadmin.org/>, <https://pgadmin.org/download/>

<http://vincoliinretegeo.beniculturali.it/vir/vir/vir.html>