

# Il sistema informativo territoriale dei fenomeni di *sinkhole* italiani

## *Territorial information system of the italian sinkhole phenomena*

---

VENTURA R. (\*), VITALE V. (\*\*)

### 1. - IL SISTEMA INFORMATIVO TERRITORIALE DEI FENOMENI DA *SINKHOLE* ITALIANI

La procedura utilizzata per la realizzazione della base dati dei *sinkholes* segue le attuali metodologie di progettazione: analisi e specifiche dei requisiti, progettazione concettuale, progettazione logica, progettazione fisica. Inoltre sono stati predisposti degli appositi ambienti di consultazione dei dati che sfruttano tecnologie Web-Gis.

#### 1.1. - ANALISI DEI REQUISITI

Attraverso l'interazione tra i tecnici geologi incaricati della raccolta dei dati di campagna, sono stati identificati sia i dati, sia le operazioni che si prevedono di eseguire su di essi.

I dati raccolti in campagna sono stati organizzati, da parte dei rilevatori, in *shapefiles* di punti e tabelle in formato *spreadsheet* (file Excel).

Come lavoro preliminare, si è dovuto agire su queste informazioni, omogeneizzando le proiezioni e creando un unico *shapefile*, mentre le tabelle costituite da un elevato numero di attributi, talora ridondanti e con formati differenti sono state ripulite.

#### 1.2. - PROGETTAZIONE CONCETTUALE

In questa fase sono stati tradotti i requisiti del sistema informatico in una descrizione formale,

concentrandosi, soprattutto, sugli aspetti relativi al significato dei dati ed alle loro interrelazioni.

È stato necessario raggruppare le informazioni provenienti dalle tabelle per tipologie di dato, cioè simili per contenuto (ad esempio 'caratteristiche geologiche', 'caratteristiche geotecniche', ecc.) individuando una serie di entità, ossia di oggetti concreti o astratti, rilevanti per il sistema informativo. Le proprietà caratteristiche di ciascuna entità vengono descritte mediante l'uso di attributi. Una volta raggruppati i dati in entità omogenee, sono state individuate le loro dipendenze (relazioni).

Inoltre poiché manca una chiave univoca di collegamento tra gli elementi puntuali dello *shapefile* e le informazioni contenute nelle tabelle Excel, è stato inserito un codice ID\_SINK (costituito da 6 cifre: 3 per il codice provincia di appartenenza e 3 per un progressivo) ed un codice ID\_AREA (costituito da 8 cifre: 2 per il codice regione di appartenenza, 3 per il codice provincia di appartenenza e 3 per un progressivo) che individua l'area a rischio a cui il *sinkhole* appartiene.

#### 1.3. - PROGETTAZIONE DEL MODELLO LOGICO

Tale fase ha portato alla traduzione dello schema concettuale nelle strutture proprie di un database relazionale, definendo le entità trattate e le loro caratteristiche quali *data-types*, relazioni e vincoli. Lo schema logico ottenuto per mezzo di *software* di tipo *case tool* operanti su standard UML

---

(\*) ISPRA - Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geologico d'Italia - Servizio Cartografico, coordinamento base dati e tavoli europei.

(\*\*) ISPRA - Dipartimento Difesa del Suolo - Servizio Geologico d'Italia - Servizio Geologia Applicata e Idrogeologia.

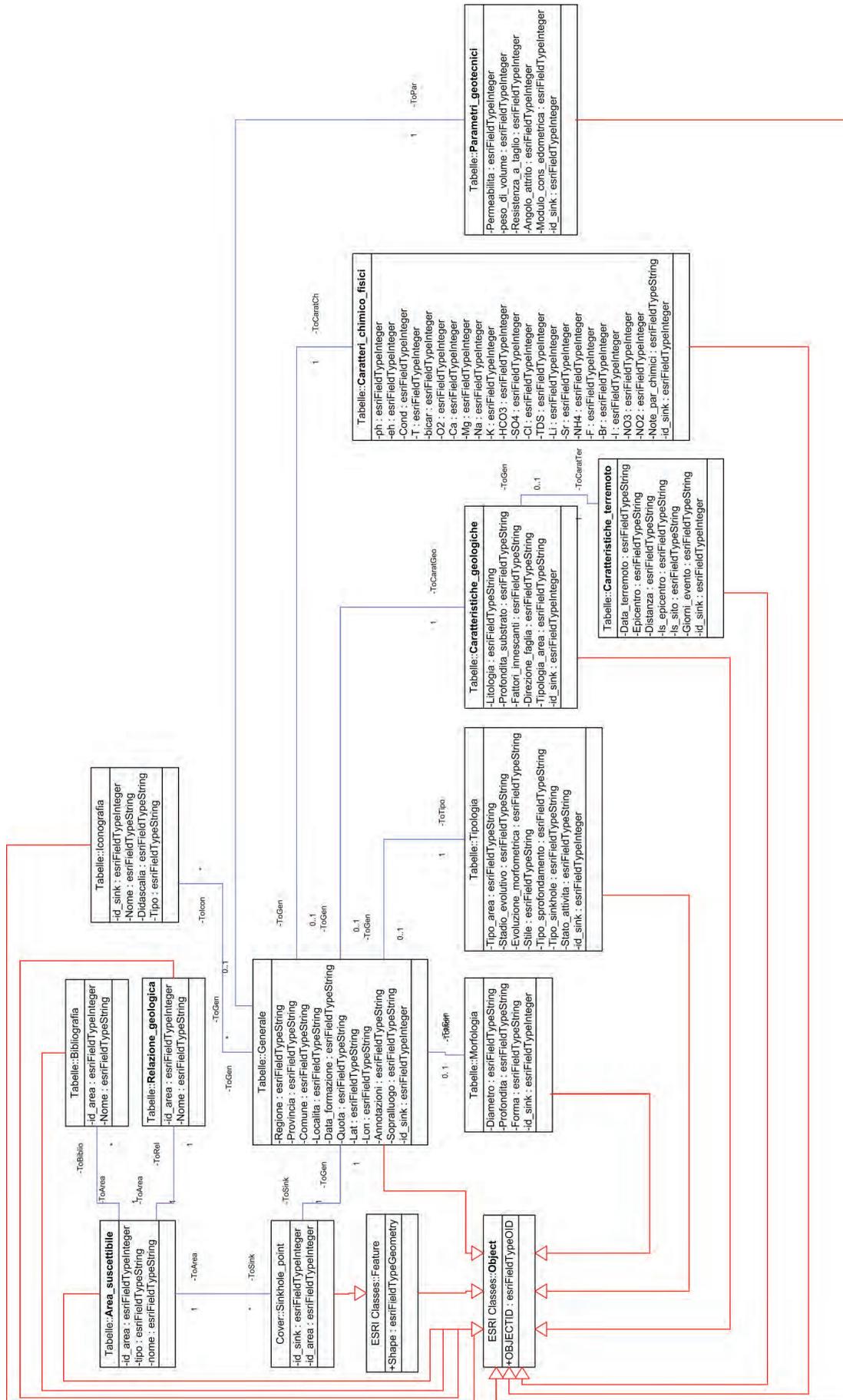


Fig. 1 - Modello logico.  
- Logic model.

(*Unified Modelling Language*) è visibile in figura 1.

Dallo schema si evince che l'unica entità che ha una rappresentazione geometrica è la classe "*Sinkhole point*" (geometria di tipo puntuale). Le altre classi sono costituite dalle seguenti tabelle con i relativi attributi:

- GENERALE (Attributi: Regione, Provincia, Comune, Località, Data, Quota, Latitudine, Longitudine, Annotazioni, Sopralluogo, id\_sink)

- MORFOLOGIA (Attributi: Diametro, Profondità, Forma, id\_sink)

- TIPOLOGIA (Attributi: Tipo\_area, Stadio\_evolutivo, Evoluzione\_morfometrica, Stile, Tipo\_sprofondamento, Tipo\_sinkhole, Stato\_attività, id\_sink)

- CARATTERISTICHE GEOLOGICHE (Attributi: Litologia, Profondità\_substrato, Fattori\_innescanti, Direzione\_faglia, Tipologia\_area, id\_sink)

- CARATTERISTICHE TERREMOTO (Attributi: Data\_terremoto, Epicentro, Distanza, Is all'epicentro, Is al sito, Giorni dall'evento sismico)

- CARATTERI CHIMICO-FISICI (Attributi: ph, eh, Cond, T, Bicar, O2, Ca, Mg, Na, K, HCO3, SO4, Cl, TDS, Li, Sr, NH4, F, Br, I, NO3, NO2, Note, id\_sink)

- PARAMETRI GEOTECNICI (Attributi: Permeabilità, Peso di volume, Resistenza al taglio, Angolo d'attrito, Modulo di consolidazione edometrica)

- AREA\_SUSCETTIBILE (Attributi: Tipo, Nome, id\_area)

- BIBLIOGRAFIA (Attributi: Nome, id\_area)

- RELAZIONE GEOLOGICA (Attributi: Nome, id\_area)

- ICONOGRAFIA (Attributi: id\_sink, Nome, Didascalia, Tipo)

#### 1.4. - PROGETTAZIONE DEL MODELLO FISICO

Il modello fisico, figura 2, è stato realizzato importando il modello logico in *ArcCatalog* (ESRI) attraverso l'utilizzo del tool di esportazione ESRI XMI *export* operante secondo lo *standard* XMI (*XML Metadata Interchange*); tale operazione ha consentito la creazione di un *Personal Geodatabase* che in seguito è stato popolato con i dati sia di tipo geometrico che tabellare.

#### 1.5. - VISUALIZZAZIONE DEI DATI IN AMBIENTE WEB

Al fine di condividere i dati con gli utenti interni dell'Istituto e con quelli esterni è stato realizzato un servizio in ambiente Web che prevede sia l'interrogazione dei dati alfanumerici del *geodatabase* attraverso *query* per regione e provincia, sia una sezione di cartografia Web implementata utilizzando *ArcIMS* (ESRI) (fig. 3).

Per quanto riguarda la sezione relativa alla consultazione dei dati alfanumerici l'utente individua regione e provincia di interesse e il servizio restituisce l'elenco dei *sinkholes* che soddisfano la *query* (fig. 4). Si può quindi accedere alle informazioni relative al *sinkhole*, alla sua ubicazione geografica utilizzando come strumento di visualizzazione *Google Maps* e agli allegati iconografici e documentali (fig. 5).

Relativamente al servizio Web-cartografico questo è stato implementato utilizzando, come data server per la gestione dei dati geografici, *ArcSDE* (ESRI) che mette a disposizione gli strumenti per la creazione, la manutenzione e la progettazione della banca dati in ambiente multiutente, mentre come DBMS si è fatto uso di *SQLServer*.

Il servizio consente l'ubicazione dello strato informativo *sinkhole* su basi cartografiche scelte dall'utente stesso (ortofoto, CTR, DEM ecc.) oltre alla visualizzazione degli attributi degli elementi iconografici e di testo associati al singolo elemento (fig. 6).

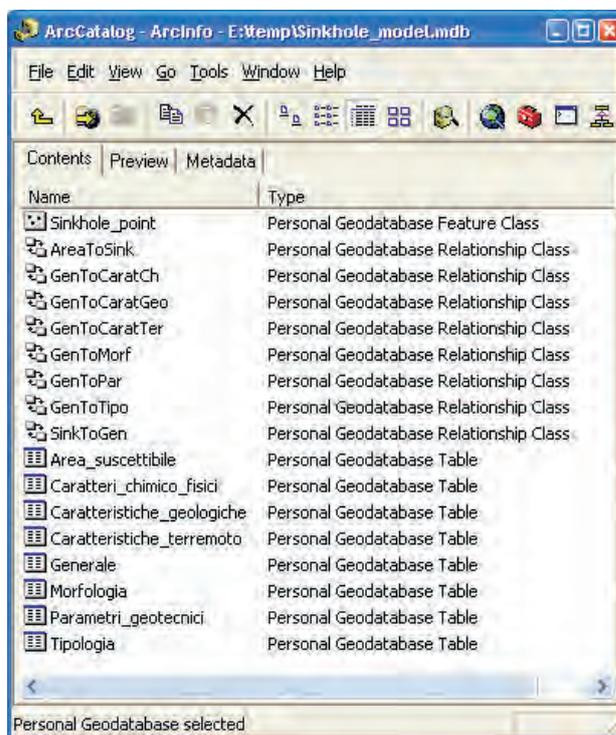


Fig. 2 - Modello fisico.  
- *Physic model*.

**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Contatti | Mappa | Ricerca

**PROGETTO SINKHOLE**

**DOCUMENTAZIONE**

- ▶ Pagina principale
- ▶ Generalità
- ▶ Classificazione
- ▶ Cause predisponenti
- ▶ Evoluzione sinkhole
- ▶ Deep peeping sinkhole
- ▶ Apetti terminologici
- ▶ Gruppo di lavoro
- ▶ Staff del progetto
- ▶ Bibliografia

**RICERCA SINKHOLE**

- ▶ Ricerca nel database
- ▶ Cartografia Gis

**DATABASE NAZIONALE SINKHOLE**  
*Progetto Sinkhole*

Da alcuni anni vengono condotti dal Servizio Geologico d'Italia Dipartimento Difesa del Suolo, studi e ricerche sui fenomeni naturali di sprofondamento (sinkhole senso stretto) che hanno interessato tutto il territorio nazionale. I lavori hanno previsto una approfondita ricerca bibliografica ed una prima raccolta di dati finalizzati al censimento dei fenomeni di sinkhole e sopralluoghi con rilevamenti in sito che hanno portato alla ricostruzione delle morfologie delle cavità nonché del contesto geologico-strutturale, geomorfologico ed idrogeologico al loro contorno. Allo stato attuale delle conoscenze rimane aperto il dibattito circa la definizione dei meccanismi genetici che determinano tali fenomeni, e quindi è stata avviata dal Servizio Geologico una definizione di linee guida che ne permettano una più corretta classificazione.

**Primo piano**

**FOTO 1** **Titolo notizia linkato all'articolo**  
abstract dell'articolo

**FOTO 2** **Titolo notizia linkato all'articolo**  
abstract dell'articolo

**EVENTI E NEWS**

- ▶ Convegno Sinkhole 20-21 maggio 2004, Roma

**DOCUMENTAZIONE**

- ▶ Atti convegno Sinkhole Roma, 20-21 maggio 2004
- ▶ Tesi di stage svolte presso l'ISPRA
- ▶ Pubblicazioni Relative al tema dei Sinkhole

**LINK UTILI**

- ▶ Carta geologica d'Italia 1:50.000 Progetto CARG
- ▶ Carta geologica d'Italia 1:100.000 Cartografia e note illustrative
- ▶ Portale del Servizio Geologico Cartografia geologica e geotematica

Designed by R. Ventura & V.Vitale  
Copyright © 2008 ISPRA

Fig. 3 - Home page del sito.- Sinkhole site home page.

**ISPRA**  
Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Contatti | Mappa | Ricerca

**PROGETTO SINKHOLE**

**DOCUMENTAZIONE**

- ▶ Pagina principale
- ▶ Generalità
- ▶ Classificazione
- ▶ Cause predisponenti
- ▶ Evoluzione sinkhole
- ▶ Deep peeping sinkhole
- ▶ Apetti terminologici
- ▶ Gruppo di lavoro
- ▶ Staff del progetto
- ▶ Bibliografia

**RICERCA SINKHOLE**

- ▶ Ricerca nel database
- ▶ Cartografia Gis

**Ricerca sinkhole nel database**

La ricerca permette di filtrare gli eventi per regione e per provincia

Filtro per Regione: Liguria  Filtro per Provincia: Nessuna

Page n.1 - 10/11

id_sink	Provincia	Località	Lat	Lon	Annotazioni
9001	Savona	Ceriale	44° 5'56"	8° 13'56"	Fuoriuscita da aperture nel terreno di acqua mista a fango o sabbia quasi sempre con formazione di vulcanelli; le fontane di sabbia risultano descritte da testimoni oculari
9002	Savona	Vado Ligure	44° 16'56"	8° 25'56"	Fuoriuscita da aperture nel terreno di acqua mista a fango o sabbia quasi sempre con formazione di vulcanelli; le fontane di sabbia risultano descritte da testimoni oculari+avvallamenti e sprofondamenti del terreno in aree di limitate dimensioni
10001	Genova	lago degli abeti (Riondo)	44° 29'44"	9° 24'44"	sprofondamento narrato nelle cronistorie forse dolina di crollo su coperture moreniche
10002	Genova	Lago degli abeti gianvei	44° 29'43"	9° 24'46"	sprofondamento narrato nelle cronistorie forse dolina di crollo su coperture moreniche
10003	Genova	lago delle agoraie 1	44° 29'29"	9° 25'10"	sprofondamento narrato nelle cronistorie forse dolina di crollo su coperture moreniche
10004	Genova	lago delle agoraie 2	44° 29'29"	9° 25'4"	sprofondamento narrato nelle cronistorie forse dolina di crollo su coperture moreniche
10005	Genova	lago delle agoraie 3	44° 29'26"	9° 24'58"	sprofondamento narrato nelle cronistorie forse dolina di crollo su coperture moreniche
10006	Genova	lago delle agoraie 4	44° 29'22"	9° 25'2"	sprofondamento narrato nelle cronistorie forse dolina di crollo su coperture moreniche
10007	Genova	lago delle lame	44° 30'11"	9° 24'32"	sprofondamento narrato nelle cronistorie forse dolina di crollo su coperture moreniche
11001	La Spezia	Sprugola	44° 6'32"	9° 48'40"	ricolmata segnalato Protezione Civile

Designed by R. Ventura & V.Vitale  
Copyright © 2008 ISPRA

Fig. 4 - Esempio di interrogazione del database. - Data base query example.



ISPRA

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale

Contatti | Mappa | Ricerca

---

**MENU PRINCIPALE**

- Pagina principale
- Caratteristiche principali
- Analisi e interpretazione
- Relazione tecnica
- Galleria fotografica
- Bibliografia

**CARTOGRAFIA**

- Cartografia Gis

**LINK UTILI**

- Carta geologica d'Italia 1:50.000
- Carta geologica d'Italia 1:100.000
- Portale del Servizio Geologico

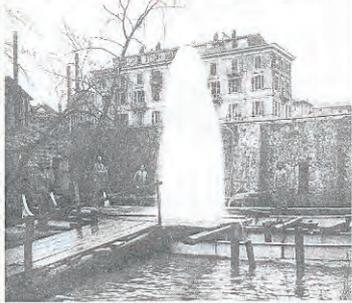
Home / Scheda sinkhole

### SCHEDA SINKHOLE

<b>UBICAZIONE Sinkhole n.: 11001</b>	
<b>AREA_SUSCETTIBILE</b>	<b>LA SPEZIA</b>
<b>REGIONE</b>	<b>LIGURIA</b>
<b>PROVINCIA</b>	<b>LA SPEZIA</b>
<b>COMUNE</b>	<b>LA SPEZIA</b>
<b>LOCALITA</b>	<b>SPRUGOLA</b>
<b>LAT</b>	<b>44°6'32"</b>
<b>LONG</b>	<b>9°48'40"</b>



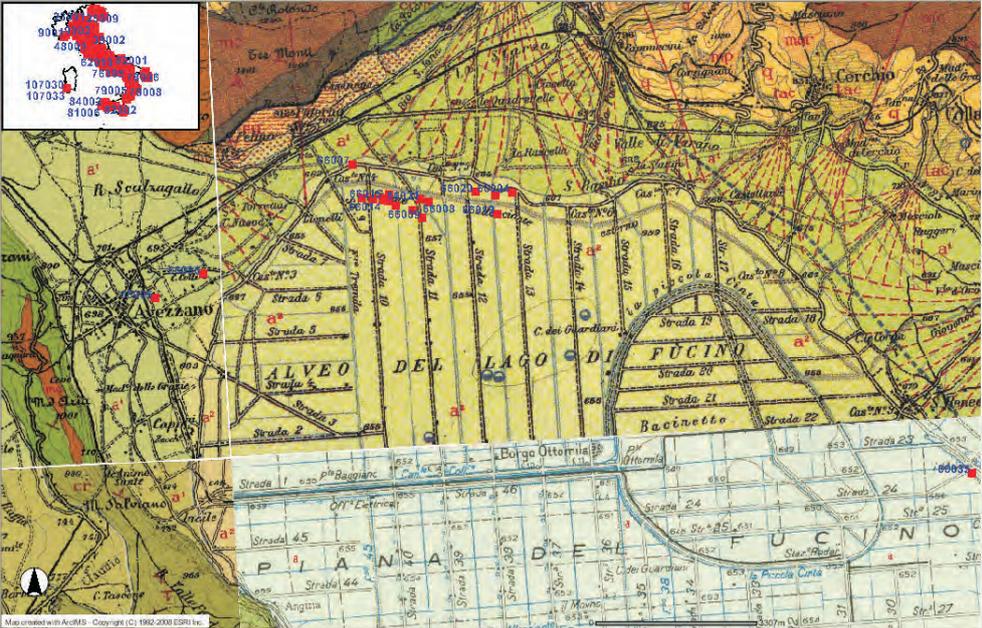
<b>CARATTERISTICHE PRINCIPALI</b>	
<b>ID_SINK</b>	<b>11001</b>
<b>DATA_FORMAZIONE</b>	<b>NOTA GIA DAL 1600</b>
<b>FORMA</b>	
<b>DIAMETRO</b>	<b>120-40</b>
<b>PROFONDITA</b>	
<b>TIPO_SINKHOLE</b>	<b>TIPO 8</b>
<b>TIPO_SPROFONDAMENTO</b>	<b>PIPING SINKHOLE?</b>
<b>STADIO_EVOLUTIVO</b>	<b>ESTINTO</b>
<b>EVOLUZIONE_MORFOMETRICA</b>	<b>ESTINTO</b>
<b>STATO_ATTIVITA</b>	<b>RICOLMATO ARTIFICIALMENTE</b>



Nome sito

Fig. 5 - Scheda relativa al singolo fenomeno.  
- Single sinkhole web form.

ArcIMS Viewer



**Layers**

Visible Active

- SINKHOLE
- REGIONI
- PROVINCE
- COMUNI
- HILLSHADE
- CARTA GEOLOGICA 100K
- CARTA TOPOGRAFICA 250K

Refresh Map

Rec	SINKHOLE.GEO.SINKHOLE_POINT.ID_SINK	SINKHOLE.GEO.SINKHOLE_POINT.ID_AREA	#SHAPE#	SINKHOLE.GEO.SINKHOLE_POINT.OBJECTID	SHAPE.area	SHAPE.len	GENERALE.REGIONE	GENERALE
1	89007	13069007	[point]	898	0	0	Abruzzo	L'Aquila

Fig. 6 - Servizio Web-Gis dei sinkholes italiani.  
- Italian sinkholes Web-service.

**BIBLIOGRAFIA**

ESPOSITO D. (1957-8) *Microsoft ASP.NET 2.0 Programmazione avanzata*, Mondadori Informatica, Milano.

ESRI (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE) (2004) - ArcGis 9 - Geodatabase Workbook, Redlands (CA),

USA.

ESRI (ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE) (2004) - ArcIMS 9 - Customizing the HTML viewer, Redlands (CA), USA.

ZEILER M.(1999) *Modelling our world - the ESRI guide to geodatabase design*, ESRI Press, Redlands (CA), USA.