

# **Delimitazione dei Corpi idrici Sotterranei, ambito dell'Appennino emiliano-romagnolo**

(Maria Teresa De Nardo, Stefano Segadelli e Daniele Bonaposta, Servizio Geologico Sismico e dei Suoli, Regione Emilia-Romagna)

## **1. Premessa ed elaborazioni propedeutiche.**

Per l'applicazione delle Direttive Europee in materia di acque (e di acque sotterranee in particolare) è fondamentale premessa l'individuazione dei Corpi Idrici Sotterranei (CIS). Chi scrive ha sviluppato una cartografia dei CIS nell'area dell'Appennino emiliano-romagnolo, elaborata secondo i criteri stabiliti nell'Allegato 1, parte A del decreto legislativo n. 30 del 16-3-2009.

Come risultato, sono stati cartograficamente individuati quarantotto CIS<sup>1</sup> e sono in corso ulteriori elaborazioni per cui, attraverso lo studio di parametri chimico-fisici da analisi "di routine" (es. conducibilità) delle acque sorgive, si fornirà un contributo utilizzabile per implementare la prevista schedatura dei medesimi (vedi oltre). Il risultato atteso è quello di contribuire a formare un quadro di prima approssimazione, descrittivo dello stato "naturale" delle acque sotterranee che in ciascuno di essi si rinvencono e utilizzabile anche ai fini della programmazione del monitoraggio.

I criteri indicati nella normativa di riferimento sono stati applicati utilizzando le conoscenze disponibili presso il Servizio Geologico regionale, derivanti dalle analisi territoriali condotte da chi scrive per il Piano di Tutela delle Acque (PTA, 2005) e per l'adeguamento a quest'ultimo dei Piani di Coordinamento (PTC) delle Province di Piacenza, Reggio Emilia, Modena, Bologna, Ravenna.

Per il PTA, è stata studiata la distribuzione delle sorgenti in ambito regionale, confrontandola con la geologia; si è pervenuti ad una prima delimitazione cartografica delle unità geologiche sede dei principali acquiferi sfruttati, informalmente indicate con il termine intuitivo, di "rocce-magazzino" (figura 1).

---

<sup>1</sup> Alla data di stesura di questo testo non erano ancora state elaborate le cartografie propedeutiche all'individuazione dei CIS nei sette Comuni della Valmarecchia, passati dalle Marche all'Emilia-Romagna nel 2009. Con questi, i CIS sono cinquanta.

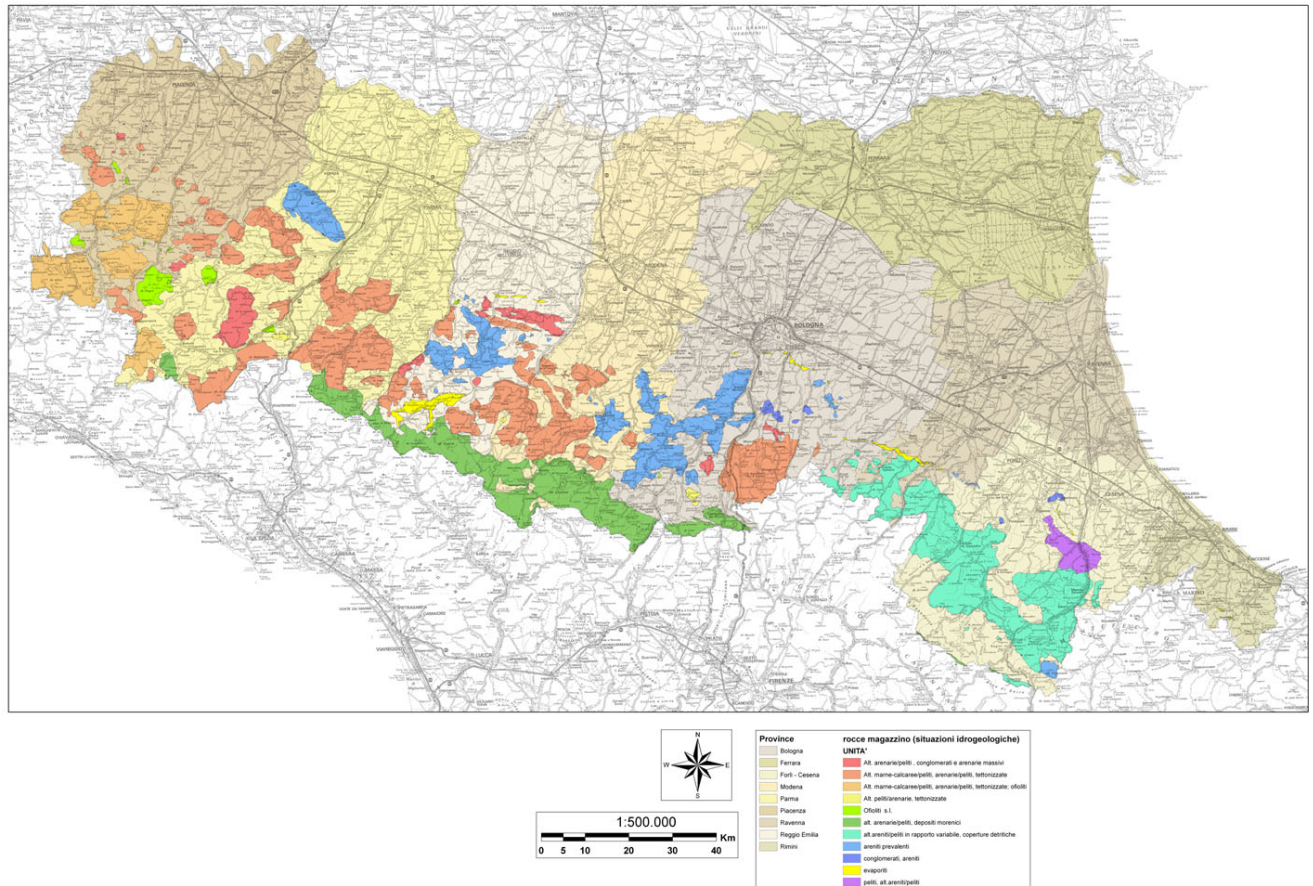


Figura 1 – carta delle “roccie-magazzino” per il Piano di Tutela delle Acque (tratta da: Viel et alii, 2003, “Schema Direttore della Pericolosità Geo-ambientale”)

Le “roccie-magazzino” raggruppano i complessi idrogeologici maggiormente permeabili che, data la scala d’analisi, corrispondono ai soli ammassi rocciosi, trascurando le coperture detritiche di versante.

Sono classificabili secondo un criterio geologico, approssimando la composizione di ciascun poligono a quella delle unità arealmente prevalenti, procedendo ad accorpamenti che non vogliono essere solo legati ad affinità litologiche, ma anche alla possibilità di rinvenire, entro ciascuna classe, situazioni idrogeologiche simili, espressione di caratteristiche stratigrafico-strutturali accomunanti e in grado di condizionare la filtrazione nel sottosuolo.

Nell’ambito delle “roccie-magazzino”, a scala regionale, la classe arealmente più diffusa (per un’estensione complessiva di 1410 kmq circa) è quella che comprende i flysch liguri e subliguri, in virtù anche della loro ubiquità entro le province emiliane; è seguita con notevole distacco dalla Formazione Marnoso-arenacea (825,52 Km<sup>2</sup>), dalle unità oligo-mioceniche del Dominio Toscano (658,15 Km<sup>2</sup>), dal Gruppo di Bismantova (581,13 Km<sup>2</sup>) e dall’associazione flysch liguri, subliguri-ofioli (436,42 Km<sup>2</sup>). Le rimanenti classi, sono arealmente assai meno diffuse e recano caratteristiche veramente peculiari, come quelle rappresentate dagli estesi corpi ofiolitici (tipici dell’Appennino piacentino e parmense) e dalle evaporiti presenti nell’Alto Appennino reggiano (Gessi di Sasssalbo, di età triassica) e presso il margine appenninico (Formazione Gessoso-solfifera, di età messiniana).

Per il Quadro Conoscitivo dei Piani di Coordinamento (PTC) delle Province di Piacenza, Reggio Emilia, Modena, Bologna e Ravenna<sup>2</sup> la cartografia del PTA nelle aree montane è stata approfondita e dettagliata, implementando il censimento delle sorgenti captate e confrontandolo con la banca dati della Carta Geologica a scala 1:10.000. In ambito provinciale, sono state delimitate le zone di protezione delle acque sotterranee, differenziate in ammassi rocciosi permeabili per fatturazione e nelle sovrastanti coperture detritiche di versante che, localmente, possono trovarsi in connessione con il substrato per quanto riguarda la circolazione idrica nel sottosuolo. In queste elaborazioni, sono evidenziate come “ambiti di tutela naturalistico-ambientale” le zone di ricarica nelle unità evaporitiche, sede di sorgenti dal chimismo peculiare e non idoneo al consumo umano. Sono rappresentate come “aree di approfondimento” quelle unità geologiche litologicamente idonee ad ospitare acquiferi ma recanti un numero di segnalazioni di sorgenti anormalmente basso, da implementare attraverso la pianificazione di ambito comunale o sovracomunale. In figura 2 è schematizzata la sintesi delle cartografie elaborate per ciascuna delle Province indicate.

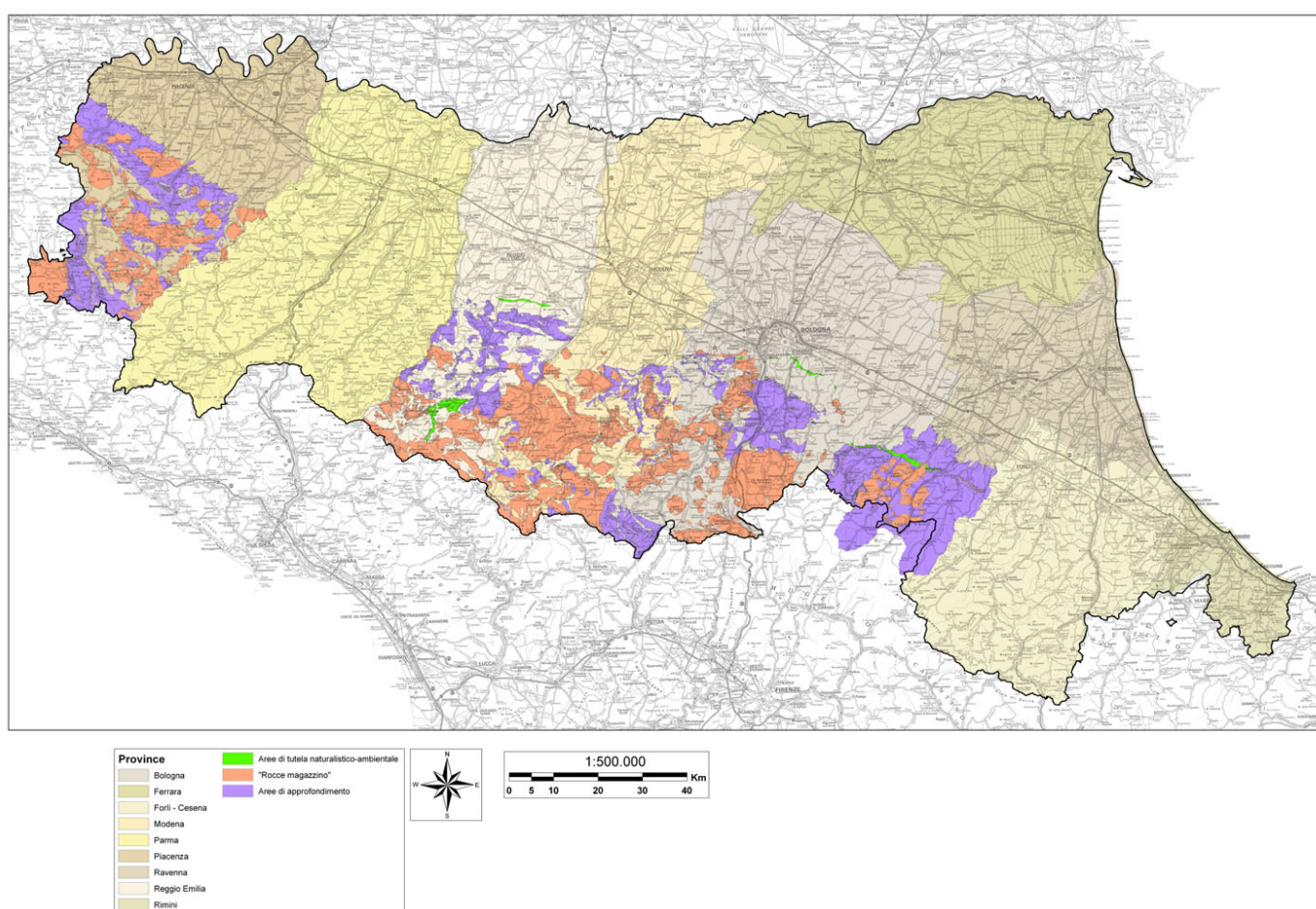


Figura 2 – sintesi delle carte delle zone di protezione delle sorgenti, Piani Territoriali di Coordinamento delle Province di Piacenza, Reggio Emilia, Modena, Bologna e Ravenna. In rosso sono rappresentate le aree di ricarica delle sorgenti, nucleo delle zone di protezione la cui individuazione è prescritta dal PTA, in violetto sono cartografate le “aree di approfondimento” e in verde gli “ambiti di tutela naturalistico-ambientale” (nel testo).

<sup>2</sup> Tra queste Province e il Servizio Geologico regionale sono stati stabiliti rapporti di collaborazione per lo svolgimento delle analisi territoriali descritte nel testo.

La cartografia di figura 2, fondata sulla delimitazione a scala di dettaglio dei complessi idrogeologici maggiormente permeabili, costituisce il punto di partenza per la delimitazione dei CIS. Prima di procedere, è stato necessario completare le informazioni nelle Province mancanti, e precisamente:

- Si è completata l'individuazione delle zone di protezione delle sorgenti nell'Appennino parmense, attraverso dati inediti
- Per l'Appennino forlivese, si è adeguata la cartografia del PTA ai contenuti della Carta Geologica a scala 1:10.000 e ai nuovi dati sulle sorgenti, in attesa di procedere alla delimitazione delle zone di protezione delle sorgenti (su richiesta pervenuta dalla Provincia)
- per l'Appennino riminese, in mancanza di conoscenze più approfondite nell'ambito provinciale, si sono individuate le unità geologiche idonee ad ospitare acquiferi di importanza esclusivamente locale, per affinità con quanto si osserva in aree limitrofe<sup>3</sup>.

In queste Province, in presenza di aree non o non ancora analizzate per gli strumenti di pianificazione provinciali, tra i CIS individuati figurano quelli definiti "potenziali", ad evidenziare un grado di incertezza altrimenti non riscontrabile nel resto della zonizzazione ottenuta per l'ambito regionale (vedi oltre).

## **2. Delimitazione e grado di approssimazione raggiunto.**

Colmati i "vuoti" nelle cartografie provinciali pregresse, è stata ottenuta una prima cartografia di dettaglio, dove venivano individuati numerosi poligoni, corrispondenti ad altrettante unità geologiche cartografabili e sede di acquiferi tra i quali, in base ai risultati del censimento delle sorgenti svolto in ambito provinciale, sono certamente compresi quelli da cui è possibile prelevare in media più di 10 metri cubi/giorno (circa 0.1 l/s).

Avendo ben presente l'indicazione della normativa di riferimento "di trovare un punto di equilibrio tra l'esigenza di descrivere adeguatamente lo stato delle acque sotterranee e la necessità di evitare una suddivisione degli acquiferi in un numero di corpi idrici impossibile da gestire" (allegato 1, parte A), ai fini della delimitazione dei CIS è stato necessario praticare opportuni accorpamenti dei poligoni, applicando i seguenti criteri:

- individuazione, tra i confini geologici, di quelli aventi il significato di limiti di permeabilità principali o di "primo ordine"; se presi come riferimento essi permettono di ottenere raggruppamenti di complessi idrogeologici (maggiormente permeabili) aventi importanza regionale. Quando è stato possibile applicare questo criterio in modo abbastanza "integrale", si aveva come riferimento anche l'individuazione di unità di bilancio di ordine superiore; in altri contesti (come si preciserà meglio in seguito) tale concetto non è stato compiutamente applicabile, in relazione allo stato delle conoscenze disponibili.
- presenza, entro una stessa unità stratigrafico-strutturale, di formazioni con oggettive similitudini litologiche e/o appartenenti a strutture deformative contigue o dotate di apprezzabile continuità nello spazio, tali da condizionare la filtrazione nel sottosuolo e la distribuzione delle sorgenti
- presenza di "placche" isolate, date da formazioni diverse ma comunque affini dal punto di vista litologico, accomunate dal fatto di avere estensione comparabile e trovarsi ai margini delle "rocce-magazzino" principali.

---

<sup>3</sup> Vedi nota 1. Allo stato attuale anche le conoscenze sull'Appennino riminese sono state notevolmente arricchite, grazie alla collaborazione con la Provincia, per la variante al PTC relativa anche al territorio della Valmarecchia di recente acquisizione.



- unità geologiche litologicamente “particolari” quali i corpi ofiolitici e le evaporiti<sup>4</sup>, caratterizzate da un chimismo delle acque sorgive veramente peculiare. In particolare, i CIS in evaporiti (dove i dati sulla conducibilità delle acque sorgive sono più abbondanti) sono stati opportunamente differenziati, essendo oltretutto sede di sorgenti non idonee all’utilizzo per l’approvvigionamento idropotabile, a differenza di quanto accade invece nel caso dei CIS in ofioliti.

Allo stato attuale delle conoscenze e applicando i criteri sopra elencati, sono stati individuati quarantotto CIS (in figura 3 è schematizzata la cartografia ottenuta), riferimento per la successiva caratterizzazione e la progettazione delle reti di monitoraggio nell’ambito collinare e montano delle Regione. Allo stato attuale delle conoscenze, è stato possibile raggiungere una prima approssimazione sulla delimitazione areale di queste unità. Un ulteriore motivo di studio dovrà essere, in una fase di successivo approfondimento, la “terza dimensione” delle suddivisioni proposte, qualora si disponesse dei dati necessari alla locale caratterizzazione degli acquiferi (almeno, dei principali), ad integrazione delle informazioni ricavabili es. dalle sole sezioni geologiche interpretative e dalle strutture documentate nella cartografia geologica di dettaglio.

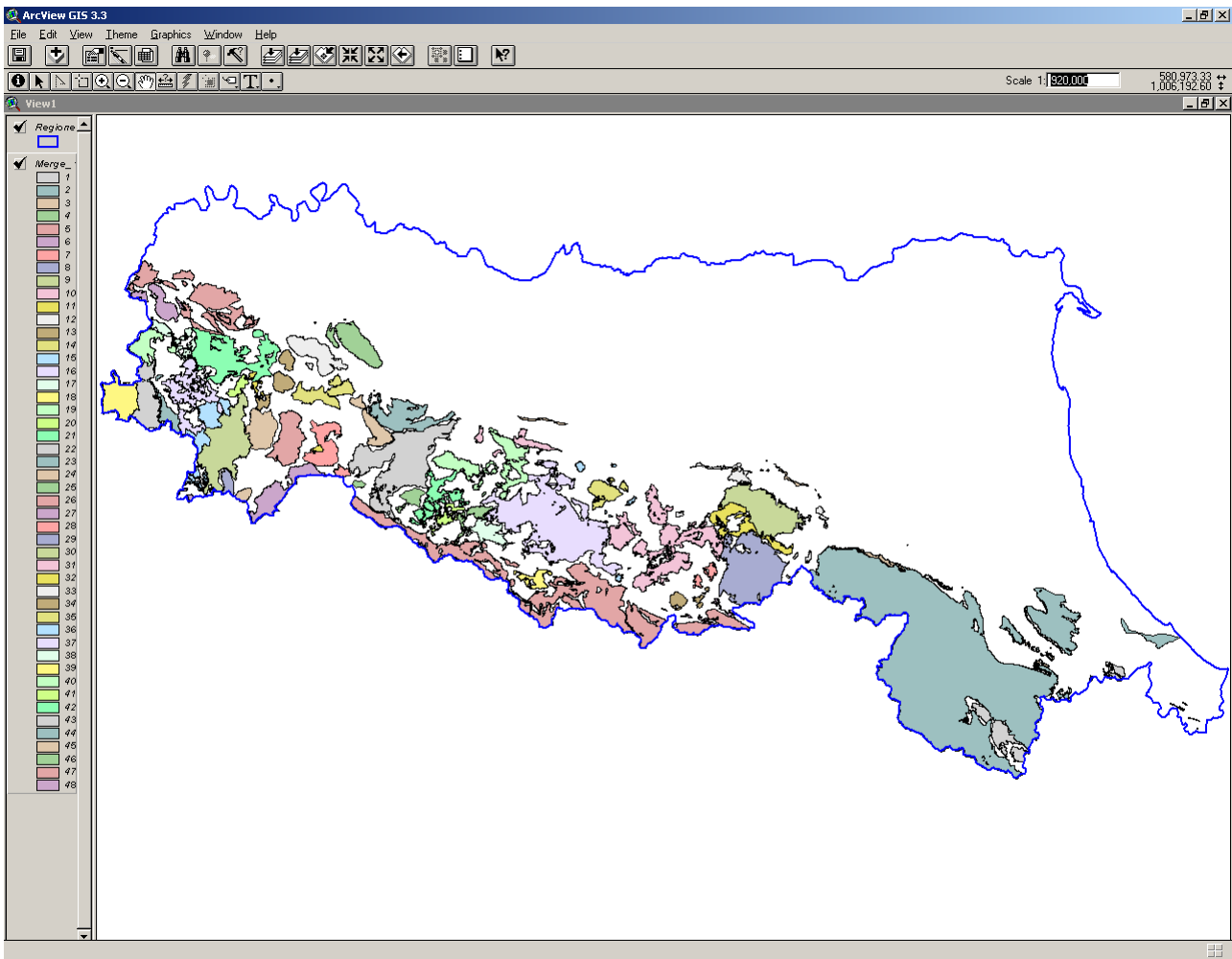


Figura 3 – spiegazione nel testo

<sup>4</sup> Le elaborazioni in corso sul parametro “conducibilità” delle acque sorgive permettono di attribuire a quelle derivanti dai corpi ofiolitici conducibilità comprese tra 100 e 150 microSiemens/cm (ove documentabile), mentre quelle in evaporiti possono presentare valori compresi tra 12.000 e 17.000 microSiemens/cm

Questa cartografia, basata su dati che hanno un dettaglio compatibile con quelli della Banca dati geologica a scala 1:10.000, è stata ideata anche nella prospettiva di una rappresentazione nell'ambito regionale compatibile, ad esempio, con una scala di restituzione 1:250.000. A tale scopo non sono state rappresentate in questa approssimazione le coperture detritiche di versante associate agli ammassi rocciosi che compongono i CIS, analogamente a quanto fatto per le cartografie predisposte per il PTA; rispetto a queste ultime, comunque, i poligoni corrispondenti ai soli ammassi rocciosi sono cartografati con un dettaglio compatibile con la scala 1:10.000, "ereditata" dalle elaborazioni predisposte per la pianificazione di ambito provinciale.

I dati sulle coperture detritiche di versante sono comunque recuperabili dalle cartografie propedeutiche allestite per i PTC provinciali, dove sono rappresentate, quando associate ad ammassi rocciosi sede di acquiferi. Ciò sarà possibile qualora si renda localmente necessaria una conoscenza maggiormente approfondita, ad esempio per l'individuazione di siti idonei od ospitare stazioni della costruenda rete di monitoraggio.

In altri termini, la disponibilità delle cartografie sulle zone di protezione delle sorgenti in ambito provinciale, opportunamente completate per la delimitazione dei CIS, permette di disporre di due livelli informativi:

- il primo, relativo all'ambito regionale (figura 3), dato dalle sole unità sede di acquiferi (dotati di flusso significativo) in ammassi rocciosi, delimitate con riferimento alla Banca Dati geologica 1:10.000, funzionale alla restituzione di cartografie a scala 1:250.000
- il secondo, relativo all'ambito provinciale o sovracomunale, che completa il primo livello con le coperture detritiche quaternarie, utilizzabile per le analisi di maggiore dettaglio, successive alla delimitazione dei CIS in ambito montano.

Si ricorda che, nelle cartografie dei PTC provinciali erano anche state delimitate alcune "aree di approfondimento" ad indicare due casistiche:

1. gli ambiti potenzialmente sede di sorgenti libere non documentabili allo stato attuale delle conoscenze, come è l'esempio di parte della Formazione Marnoso-arenacea nel settore romagnolo della catena
2. l'esistenza di unità geologiche tendenzialmente "poco idonee" per caratteristiche litologiche ad ospitare acquiferi, ma sede di segnalazioni di sorgenti captate da acquedotto, come è il caso della Formazione di Scabiazza nell'Appennino parmense.

In tutti e due i casi, nella sintesi richiesta dalla delimitazione di CIS è stato anche necessario procedere ad un'opportuna "rimeditazione" sul mantenimento o meno di queste informazioni; le aree in questione, opportunamente modificate (vedi oltre) sono state trasformate in altrettanti "CIS potenziali" cartografabili, per indicarne il maggior grado di incertezza rispetto agli altri poligoni.

In questa approssimazione, per uniformarsi alla cartografia elaborata dalla confinante Regione Toscana e ai fini della formazione del Piano di Gestione del Distretto dell'Appennino Settentrionale, la Formazione Marnoso-arenacea (FMA) è stata assimilata a "CIS potenziale" nella sua intera estensione, comprendendo sia le aree sede di sorgenti utilizzate da acquedotto che quelle indicate come "di approfondimento" nei rispettivi PTC. E' possibile comunque fornire un'indicazione ulteriore nell'ambito di FMA, delimitando la porzione di quel CIS (area in rosso, figura 4) che è sicuramente sede di sorgenti utilizzate per il consumo umano che soddisfano i requisiti del Decreto; quest'area sarà il primo riferimento da considerare nella localizzazione delle stazioni di misura della rete di monitoraggio in progetto.

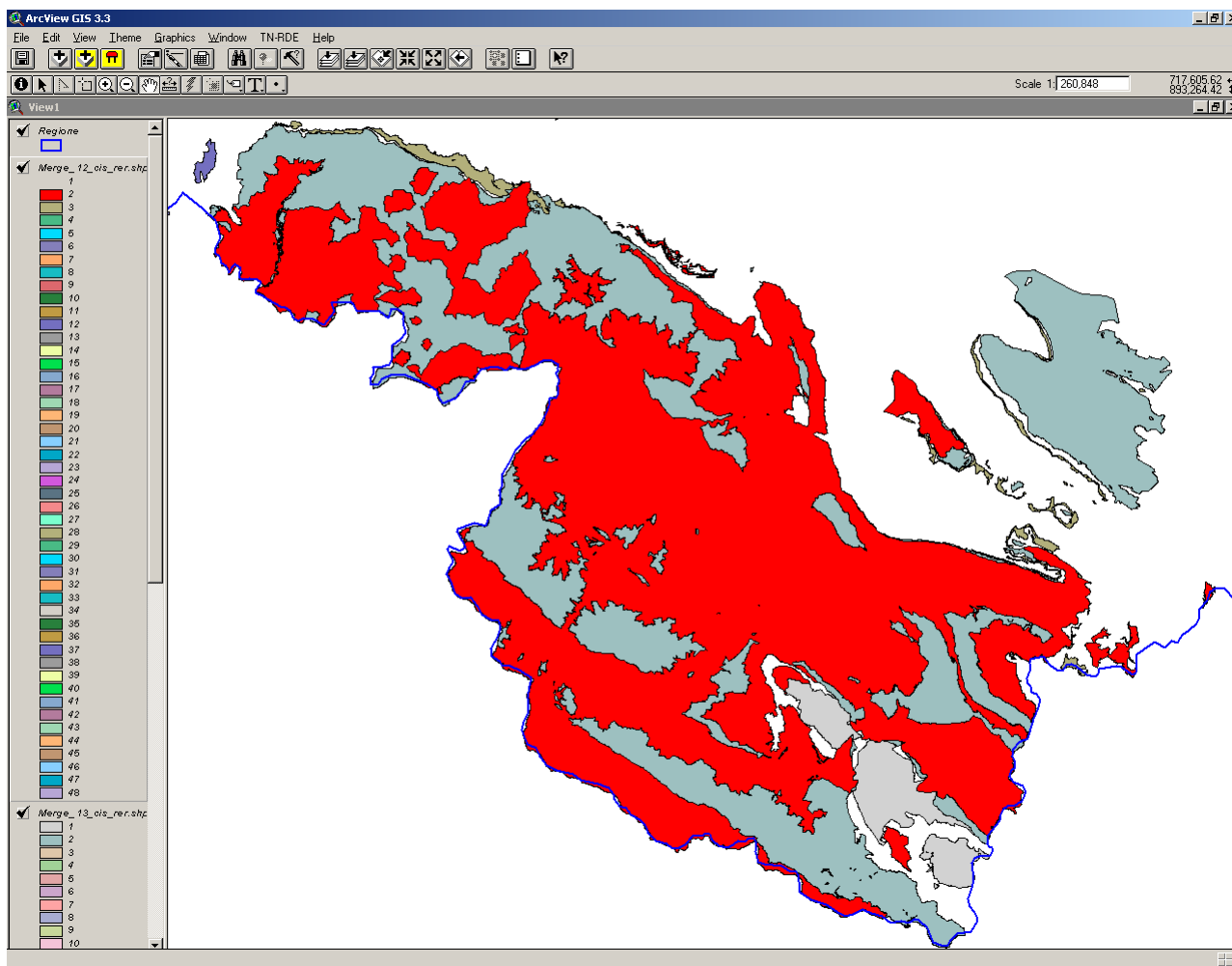


Figura 4 – spiegazione nel testo

Un'ulteriore approssimazione che si è resa necessaria ai fini della formazione di cartografie utilizzabili per il Piano di Gestione del Distretto dell'Appennino Settentrionale è stata quella di assimilare il confine regionale meridionale (nella sua completezza) allo spartiacque morfologico<sup>5</sup> e, a sua volta, di attribuire a quest'ultimo anche il significato di spartiacque sotterraneo. Poichè si conoscono i limiti concettuali di queste approssimazioni, l'area del crinale tosco-emiliano sarà prioritaria in una fase di successivo approfondimento; allo stesso modo lo svolgimento degli approfondimenti prescritti in sede di PTC provinciali (in adeguamento al PTA) potrebbe anche comportare di conseguenza variazioni all'estensione di questi particolari CIS, permettendo il successivo aggiornamento anche dei contenuti dei Piani di Gestione di Distretto Idrografico.

### 3. Ulteriori classificazioni dei CIS

In questo capitolo vengono descritte le ulteriori classificazioni proposte per i quarantotto CIS cartografati (con riferimento alla tabella dello shape consegnato) come completamento delle informazioni disponibili e indicazione per gli approfondimenti successivi.

<sup>5</sup> Questo è vero con l'esclusione del settore romagnolo.

Applicando la **classificazione nelle sette tipologie di complessi idrogeologici** della tabella 1 dell'Allegato 1, parte A del decreto legislativo n. 30 del 16-3-2009, risulta che i complessi idrogeologici che compongono i CIS cartografati nell'Appennino emiliano-romagnolo ricadono tutti nella categoria "LOC", risultando sede di "Acquiferi locali".

Solo per tentare di ovviare all'inevitabile "appiattimento" che deriva dall'applicazione di tale classificazione nell'area di studio, ci si è ricordati di una sua rielaborazione trasmessa nel 2007 da APAT (ora ISPRA), dove le categorie principali (complessi idrogeologici) sono suddivise in "subcomplessi" e quindi in "tipologie di acquiferi", facilmente allo scopo di uniformare sintesi cartografiche di ambito nazionale<sup>6</sup>. Lo schema a suo tempo fatto pervenire a chi scrive è sotto riportato; rispetto alla versione originale la colonna di destra è stata aggiunta in questa sede e illustra alcuni esempi riferiti ai complessi idrogeologici corrispondenti alle unità geologiche arealmente prevalenti in singoli CIS dell'area di studio.

---

<sup>6</sup> Non siamo a conoscenza degli esiti delle applicazioni di questa classificazione, avendola utilizzata su invito di APAT-ISPRA semplicemente per inserirvi i risultati della cartografia delle "rocce-magazzino" del PTA. Viene qui utilizzata allo scopo di ottenere un maggiore dettaglio, a causa del particolare esito derivante nell'area di studio dall'applicazione della tabella 1 del Decreto.



Complessi idrogeologici	Sub-complessi	Tipologia di acquifero	Esempi, riferiti all'Appennino emiliano-romagnolo
LOC Formazioni con acquiferi di interesse locale	LOC 1 depositi prevalentemente calcareo-marnoso-argillosi e evaporitici	LOC 1.1 acquifero freatico in rocce fratturate o carsificate	Evaporiti (Gessi di Sassalbo, Formazione Gessoso-solfifera)
		LOC 1.2 acquifero multifalda confinata con orizzonti impermeabili di estesa continuità spaziale; in superficie può essere presente un acquifero freatico connesso con la rete idrografica	Flysch ad Elmintoidi e di età terziaria, Dominio Ligure; unità torbiditiche di età oligocenica e miocenica, Dominio Tosco-Umbro-Marchigiano (es. Arenarie di M. Cervarola)
	LOC 2 granitico-metamorfico	LOC 2.1 acquifero a circolazione discontinua	
	LOC 3 rocce di litologia mista	LOC 3.1 acquifero a circolazione discontinua	Unità di età miocenica della Successione epiligure (Formazione di Bismantova Auctt.); unità del "Pliocene Intrapenninico" Auctt.  Corpi ofiolitici s.l.
		LOC 3.2 acquifero freatico a doppia porosità	
		LOC 3.3 monostrato freatico	

LOC sono complessi idrogeologici dati da rocce sedimentarie prevalentemente terrigene, meno permeabili es. rispetto alle unità carbonatiche interessate da fenomeni carsici. Gli acquiferi ivi ospitati possono quindi comprendere solo volumi ridotti di rocce fratturate, con limitate interconnessioni.

Secondo le suddivisioni proposte da APAT-ISPRA nel 2007, nell'Appennino emiliano-romagnolo si rinvencono i sub-complessi LOC1 e LOC3, oltre alle tipologie LOC1.1, LOC1.2, LOC 3.1. LOC2. L'esito finale è rappresentato in figura 5.

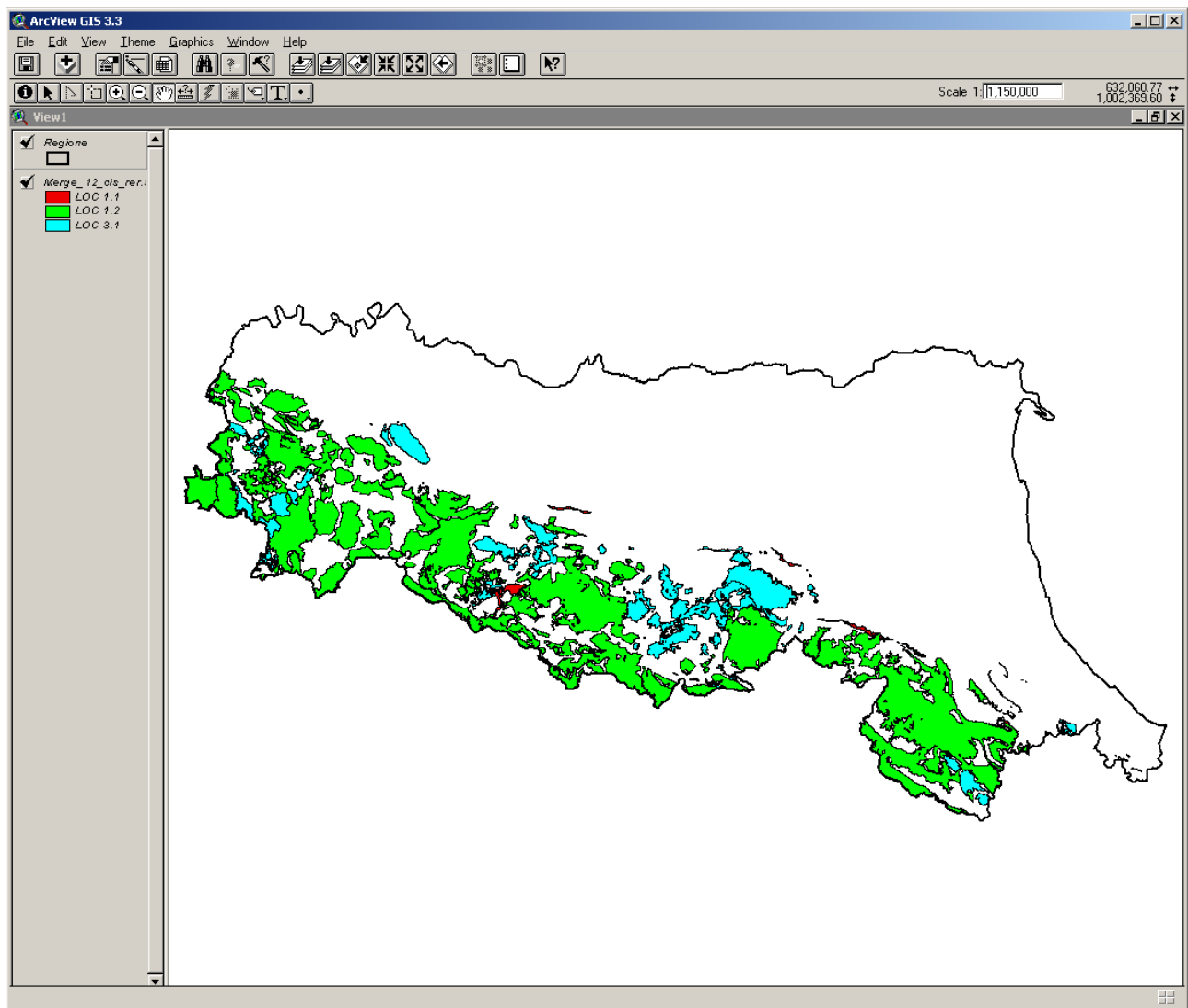


Figura 5 – spiegazione nel testo

Per agevolare la formazione dei Piani di Gestione, su esempio di quanto fatto dall' Autorità di Bacino del Fiume Po per il corrispondente Distretto Idrografico, ARPA procederà alla compilazione delle **schede descrittive per ciascun CIS individuato**, come metodo per sintetizzare informazioni disponibili ed obiettivi. A tale scopo, ai quarantotto CIS cartografati è stata attribuita anche una denominazione, basata su riferimenti geografici (cime di rilievi, toponimi scelti tra quelli di capoluogo comunale o di località-tipo di formazioni) utili a differenziarli. Nella figura 6 è schematizzato il risultato che si ottiene.

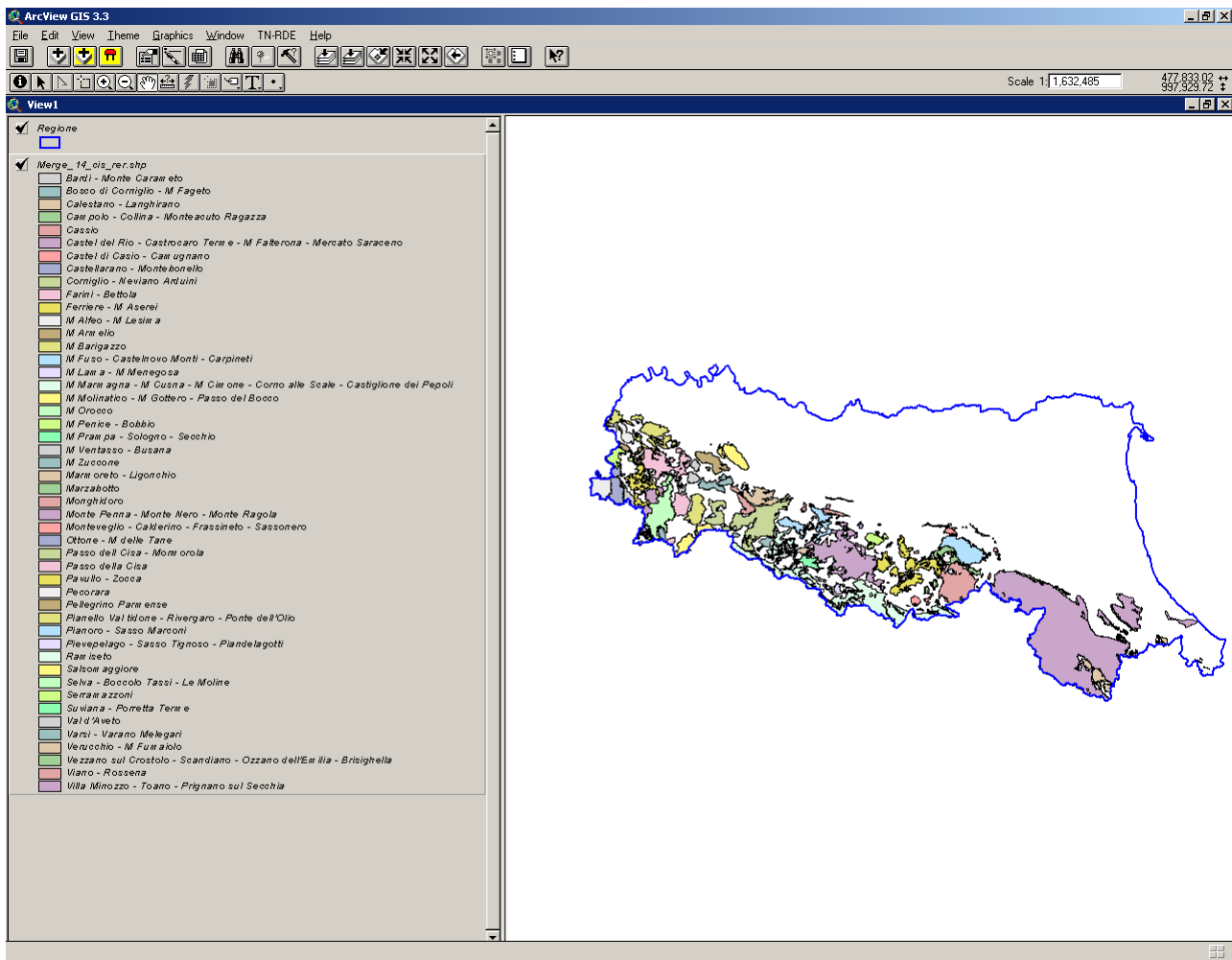


Figura 6 – spiegazione nel testo

#### 4. Indicazioni per la rete di monitoraggio e sintesi sugli approfondimenti successivi

Per chiarire ancor meglio il grado di approssimazione ottenuto, è stata sviluppata un'ulteriore classificazione dei CIS in due categorie (vedi tabella dello shape consegnato):

1. “unitari”, delimitati da confini geologici che hanno il significato di limiti di permeabilità principali (di importanza regionale) e assimilabili, già in questa approssimazione a Unità di Bilancio di ordine superiore.
2. “potenzialmente suddivisibili” a indicare che, sulla base dei dati disponibili in un nuovo ciclo di pianificazione, tali CIS potranno essere oggetto di ulteriori suddivisioni anche propedeutiche all'individuazione di Unità di Bilancio, senza che allo stato attuale delle conoscenze si possano dare più specifiche indicazioni.

Attraverso successivi approfondimenti ed avvalendosi anche dei dati ottenuti con il prescritto monitoraggio, sarà possibile procedere ad ulteriori suddivisioni, funzionali a delimitare aree idonee al calcolo di un bilancio idrologico, dando la priorità ai CIS appartenenti alla seconda categoria.

Conseguentemente, nella prospettiva di un'implementazione della rete di monitoraggio nel lungo termine, sono anche fornite indicazioni sul numero minimo di stazioni di monitoraggio programmabili, funzionali alla valutazione dello stato qualitativo dei CIS e al raggiungimento di un livello di conoscenza indispensabile alla risoluzione dei temi di approfondimento sopra citati.

A conclusione, vengono sintetizzati i temi di approfondimento, per lo più emersi dalle analisi territoriali descritte, riservati ai successivi cicli di pianificazione e per i quali il Servizio Geologico è in grado di fornire il proprio contributo conoscitivo:

- Analisi dei CIS “potenzialmente suddivisibili”, alla luce dei dati ottenuti con il prescritto monitoraggio
- Contributo all’implementazione della rete di monitoraggio nel lungo termine, sulla base di dati geologici di dettaglio, nonché da prime valutazioni sulla distribuzione del parametro chimico “conducibilità” nei CIS cartografati in prima approssimazione.
- Confronto tra le Regioni Toscana ed Emilia-Romagna per quanto riguarda il programma di monitoraggio, per la risoluzione delle approssimazioni rese necessarie nell’area del crinale. Un contributo in tal senso può anche derivare dagli approfondimenti prescritti dai PTC provinciali (come adeguati al PTA).
- Analisi relative ai CIS nella Formazione Marnoso-arenacea, a partire dal settore di primo riferimento per la localizzazione delle stazioni di misura della rete di monitoraggio in progetto
- Analisi della “terza dimensione” dei CIS cartografati (opportunamente selezionati) qualora si disponesse dei dati necessari alla locale caratterizzazione dei principali acquiferi
- Completamento del quadro conoscitivo con una sintesi sulle segnalazioni relative ad acque sotterranee dal chimismo peculiare (principalmente, le acque classificate come termali), essendo per le loro caratteristiche non sempre riconducibili a CIS cartografabili come pure svincolate dalla rete di monitoraggio.