

1. Introduzione

Il progetto di costruzione di una Banca Dati Geognostica sull'intero territorio regionale di pianura è nato con l'obiettivo prioritario di disporre di informazioni geologiche di sottosuolo ai fini della preparazione delle nuove Carte Geologiche di pianura in scala 1:50.000, che la Regione Emilia-Romagna ha realizzato su incarico del Servizio Geologico Nazionale (Progetto CARG).

Una grande mole di dati di tipo geologico-tecnico era già presente in numerosi e frammentari archivi di proprietà pubblica e privata, raccolti a supporto di indagini conoscitive di varia natura: la prima fase del lavoro è consistita dunque nella raccolta dei dati già esistenti su tutto il territorio regionale di pianura, in parallelo è stata elaborata la struttura di Banca Dati idonea all'archiviazione dei dati raccolti.

La raccolta dei dati già esistenti ed il loro caricamento negli archivi numerici sono stati effettuati da geologi incaricati direttamente dalla Regione Emilia-Romagna oppure dalle singole Province, alcune delle quali hanno partecipato attivamente al progetto tramite convenzioni di collaborazione, in alcuni casi anche alcuni professionisti hanno reso accessibile parte dei dati in loro possesso. La Banca Dati Geognostica viene costantemente aggiornata; oltre all'acquisizione di nuove prove geognostiche effettuate in seguito alle principali opere infrastrutturali sul territorio regionale, il Servizio Geologico Sismico e dei Suoli esegue direttamente sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche in tutti i territori attualmente in studio, finalizzate alla realizzazione della Carta Geologica di pianura.

La Banca Dati Geognostica copre l'intero territorio regionale di pianura e in maniera più frammentaria il territorio collinare e montuoso nei Comuni dove sono stati effettuati gli studi di microzonazione sismica. La distribuzione dei dati già disponibili nel territorio regionale di pianura è riportata nella Fig. 1.

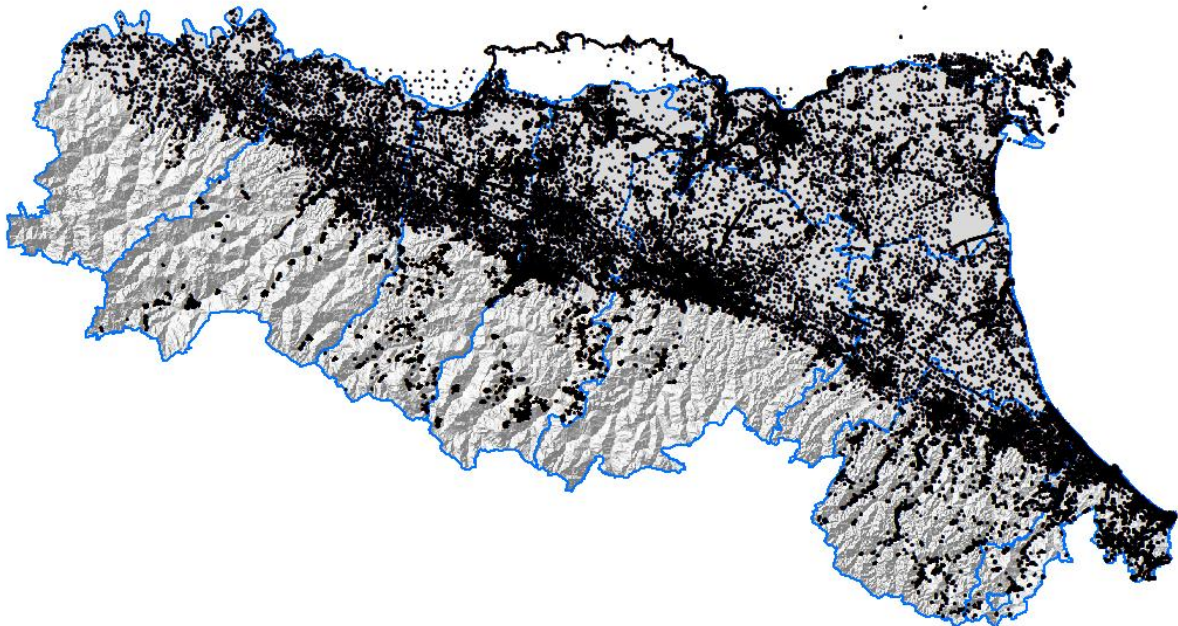


Fig 1. - Distribuzione delle prove geognostiche presenti nella Banca Dati Geognostica

2. Attendibilità e validazione

Non è in genere possibile definire a priori l'attendibilità di ciascun dato recuperato, in considerazione del fatto che non necessariamente uno scarso dettaglio descrittivo del "log" di sottosuolo comporta una bassa attendibilità della definizione stratigrafica: dunque, solo il modello stratigrafico di sottosuolo ed uno studio geologico integrato sono in grado di consentire una reale ed affidabile opera di validazione della Banca Dati nel suo complesso.

Nonostante si siano dovute adottare accortezze nell'uso dei dati, le cartografie di superficie e di sottosuolo sinora realizzate hanno fatto ampio uso dei dati stessi che, pur con qualche inevitabile carenza, hanno dimostrato di possedere una notevole coerenza interna.

Inoltre, è importante sottolineare che le prove recentemente effettuate dalla Regione EmiliaRomagna confermano il quadro geologico complessivo derivante dallo studio dei dati recuperati da altri archivi. Assumendo come altamente attendibili le descrizioni litologiche effettuate dai geologi del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli sui sondaggi a carotaggio continuo realizzati direttamente dalla Regione Emilia-Romagna, e disponendo ormai di una ampia casistica dei diversi contesti geografici e sedimentologici della pianura emiliano-romagnola, si possono fare alcune considerazioni generali, in merito alla terminologia utilizzata nelle descrizioni dei pozzi e sondaggi recuperati da altri archivi:

- i depositi grossolani mostrano una sostanziale omogeneità terminologica tra tutti i tipi di prove; - per i depositi fini esistono invece evidenti differenze tra i pozzi per acqua ed i sondaggi e, in generale, la distinzione tra le diverse litologie è spesso ardua.

I termini "argilla" e "terra" sono genericamente utilizzati nei pozzi per acqua per la maggior parte dei sedimenti a granulometria fine; nei sondaggi a carotaggio continuo e a distruzione il termine "argilla" è utilizzato con proprietà, ma la frazione limosa non è quasi mai distinta.

E' necessario tenere presente che l'obiettivo primario per lo scavo di un pozzo per acqua è l'individuazione degli intervalli acquiferi (e quindi a litologia grossolana), e che la distinzione in cantiere tra limo ed argilla non è spesso agevole per tecnici non geologi.

La conclusione è che le prove recuperate da altri archivi (che costituiscono circa il 95% del totale) consentono ricostruzioni stratigrafiche di sottosuolo più omogenee e dettagliate per i corpi grossolani, mentre lasciano margini di incertezza anche piuttosto ampi nel riconoscimento e correlazione dei corpi a litologia più fine.

I pozzi per acqua sono spesso non impiegabili per lo studio geologico di dettaglio dei primi metri di sottosuolo, mentre possono essere utilmente utilizzati per il riconoscimento e la correlazione in sezione dei principali corpi sedimentari di origine marina.

Per quanto riguarda le prove penetrometriche recuperate da altri archivi, è da considerare che le curve di resistenza nei primi metri di sottosuolo sono di difficile lettura, e quindi sono scarsamente utilizzabili per il riconoscimento di corpi subaffioranti o molto superficiali.

In generale, le prove penetrometriche consentono di riconoscere i principali contrasti tessiturali nei terreni attraversati e di individuarne il differente stato fisico rispetto al consolidamento. Queste informazioni sono spesso utili per riconoscere i diversi ambienti deposizionali.

3. Contenuto informativo della Banca Dati Geognostica

I dati archiviati nella Banca Dati Geognostica sono distinti in:

- prove penetrometriche statiche e dinamiche
- prove dilatometriche
- sondaggi a distruzione
- trivellate manuali
- perforazioni per la ricerca di idrocarburi
- perforazioni “offshore”
- sondaggi a carotaggio continuo
- pozzi per acqua
- affioramenti significativi (affioramenti naturali, pareti di cava, scavi per fondazioni, ecc.)
- sondaggi elettrici verticali
- indagini sismiche

A gennaio 2018 sono disponibili nella Banca Dati 85.498 prove, ripartite nel dettaglio nella tabella seguente

Tipo prova geognostica	Prove reperite da archivi esistenti	Prove realizzate dal Servizio
carotaggio continuo	8938	514
sondaggio a distruzione	4411	
pozzo per acqua	14862	
perforazione "offshore"	100	
perforazione per ricerca idrocarburi	404	
trivellata manuale	906	
affioramento naturale o scavo	694	63
prova CPT con punta elettrica con piezocono	1217	2663
prova CPT con punta elettrica	694	281
prova CPT con punta meccanica	27499	32
prova dinamica SCPT	1539	
prova dinamica non SCPT	12182	
prova dilatometrica	17	
sondaggio elettrico verticale	816	
misure di microtremore a stazione singola (HVSR)	5011	
prova CPT con cono sismico (SCPT)	53	
prova DOWN HOLE	100	
prova CROSS HOLE	26	
prova MASW	910	
prova ReMi	710	
Array sismico	89	

prova sismica a rifrazione	360	
profilo di resistività elettrica (ERT)	59	
prova CPTU con cono sismico (SCPTU)	345	
prova SASW	1	
altro	2	
TOTALE	81945	3553

Nelle figure successive sono riportate le distribuzioni sul territorio delle principali tipologie di dati.

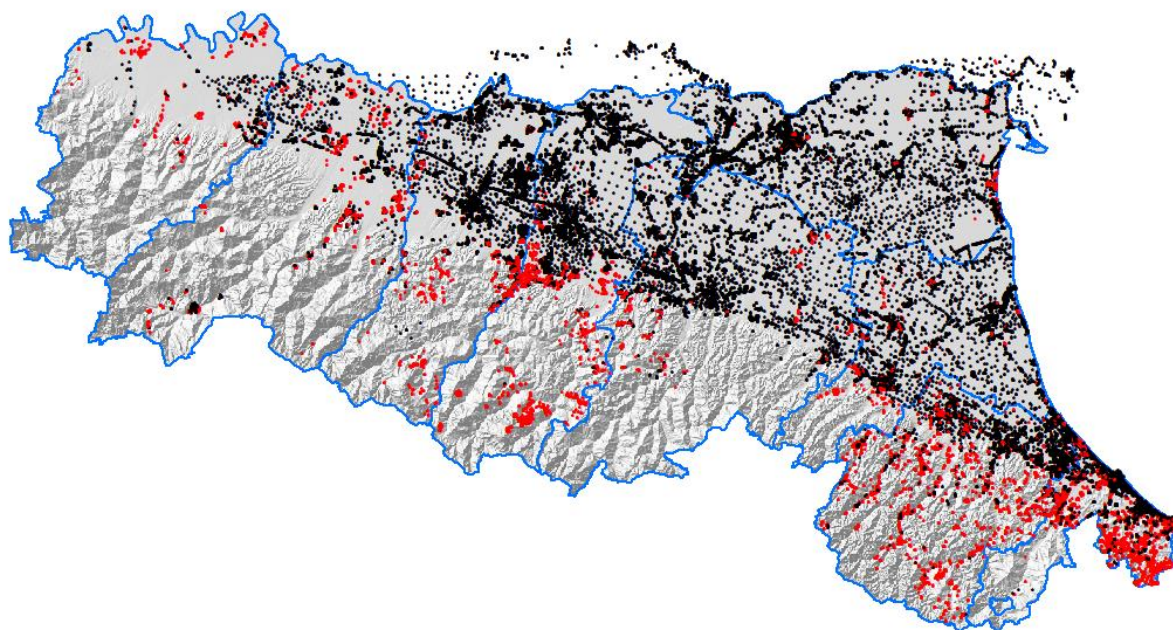


Fig 2. - Distribuzione delle prove penetrometriche reperite da archivi esistenti (in nero le prove statiche, in rosso le prove dinamiche)

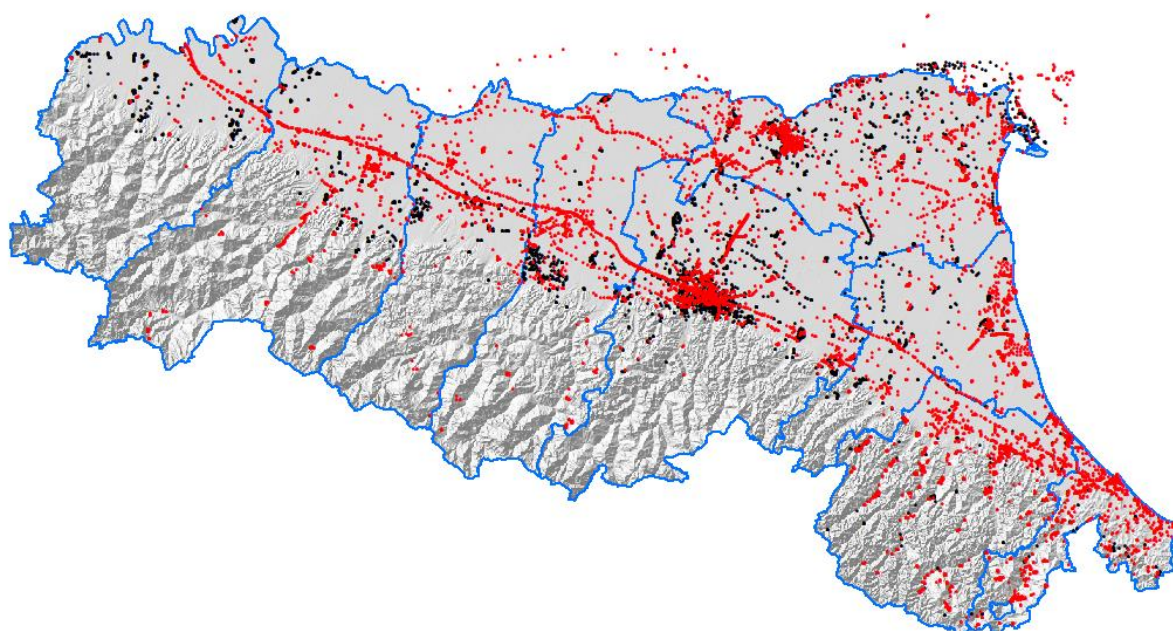


Fig 3. - Distribuzione dei sondaggi a carotaggio continuo (in rosso) e a distruzione (in nero) reperiti da archivi esistenti

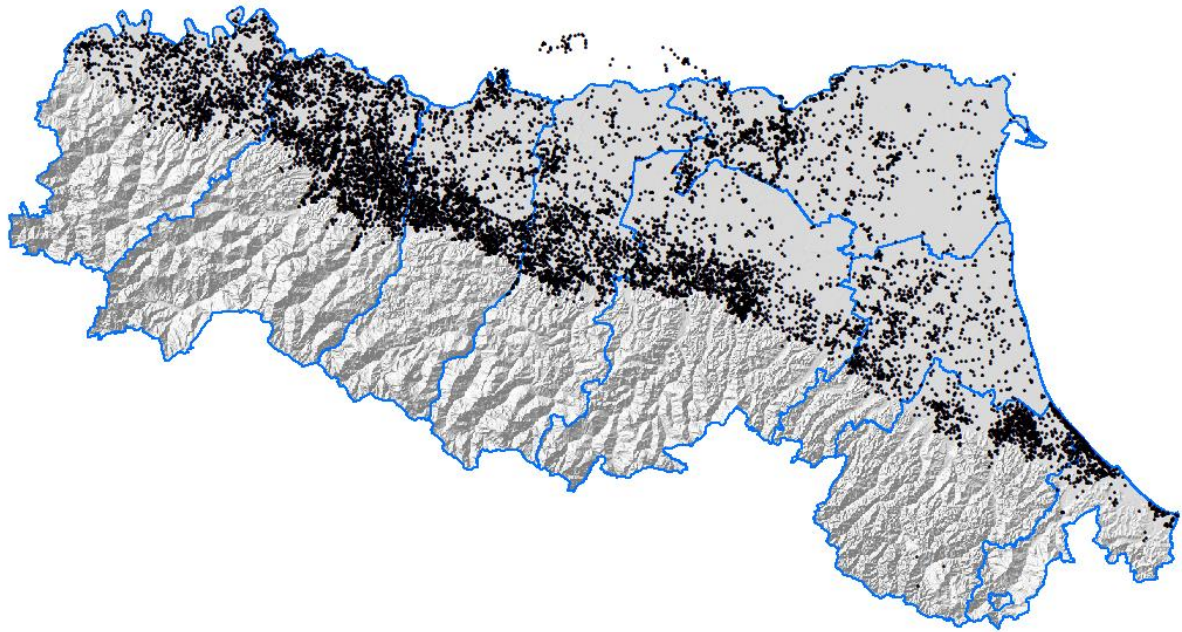


Fig 4. - Distribuzione dei pozzi per acqua (in nero) e dei sondaggi “offshore” (in rosso)

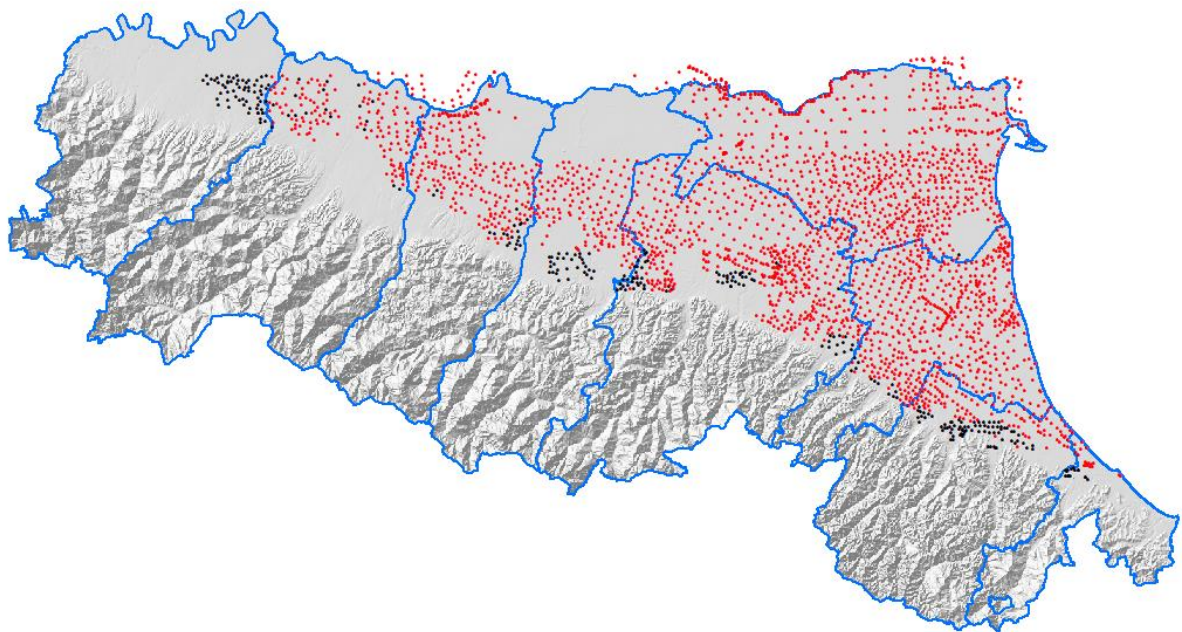


Fig 5. - Distribuzione delle prove penetrometriche realizzate dal Servizio (in nero le prove con punta elettrica o meccanica, in rosso quelle con punta elettrica e piezocono)

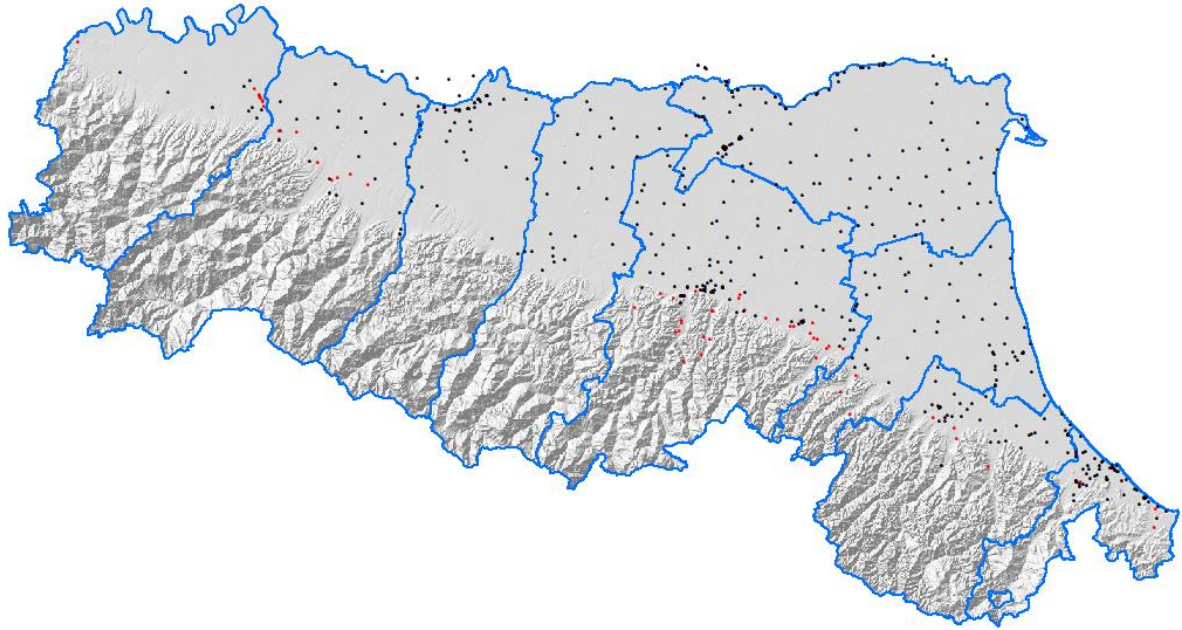


Fig 6. - Distribuzione dei sondaggi a carotaggio continuo (in nero) realizzati da parte del Servizio e degli affioramenti e scavi (in rosso) descritti direttamente da personale del Servizio

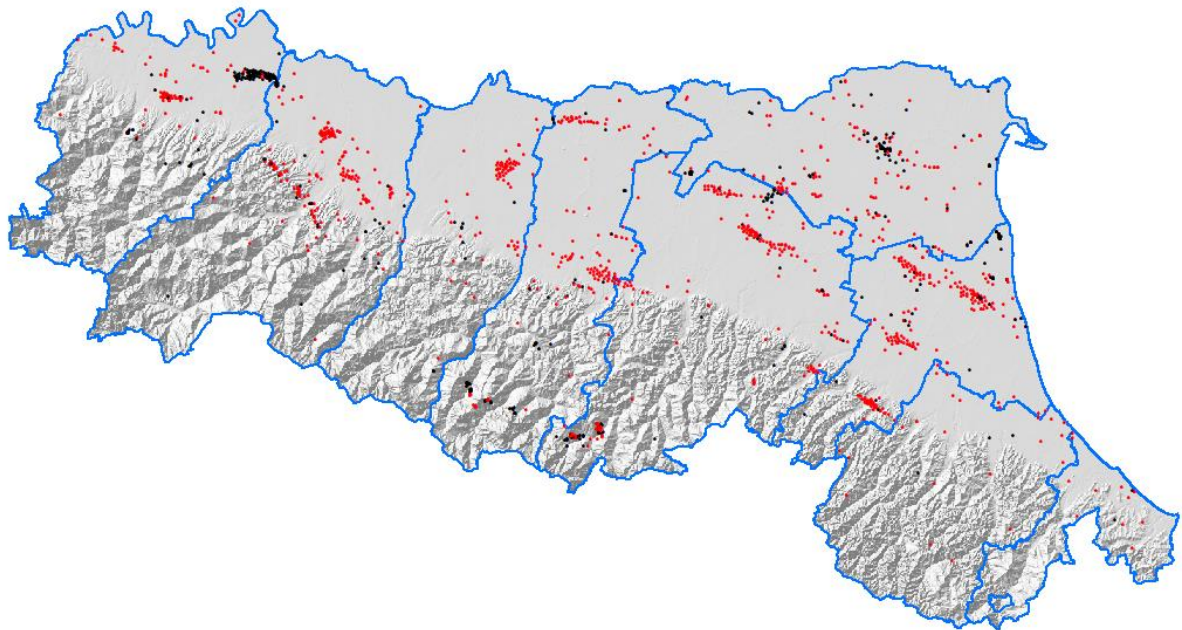


Fig 7. – Distribuzione dei pozzi per ricerca di idrocarburi, in rosso quelli per i quali è disponibile il documento descrittivo del carotaggio.

In parallelo alla realizzazione di questa Banca Dati e nell'ambito della collaborazione con UNMIG, sono state acquisite le localizzazioni ed i log litologici di tutti i pozzi per ricerca di idrocarburi ricadenti nel territorio regionale. Questi dati costituiscono un archivio separato ad integrazione e supporto della Banca Dati Geognostica. La distribuzione nel territorio regionale dei pozzi per idrocarburi è riportata nella Figura 7.

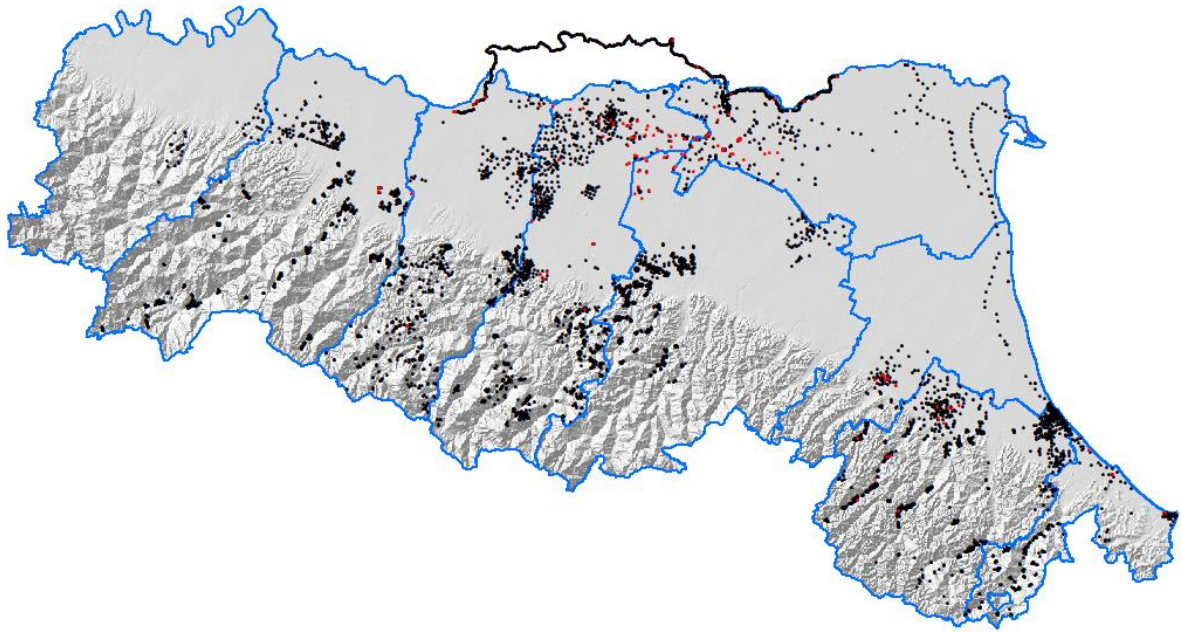


Fig 8. - Distribuzione delle prove sismiche puntuali, misure di microtremore ed array sismici (in nero) e prove Cross Hole e Down Hole (in rosso)

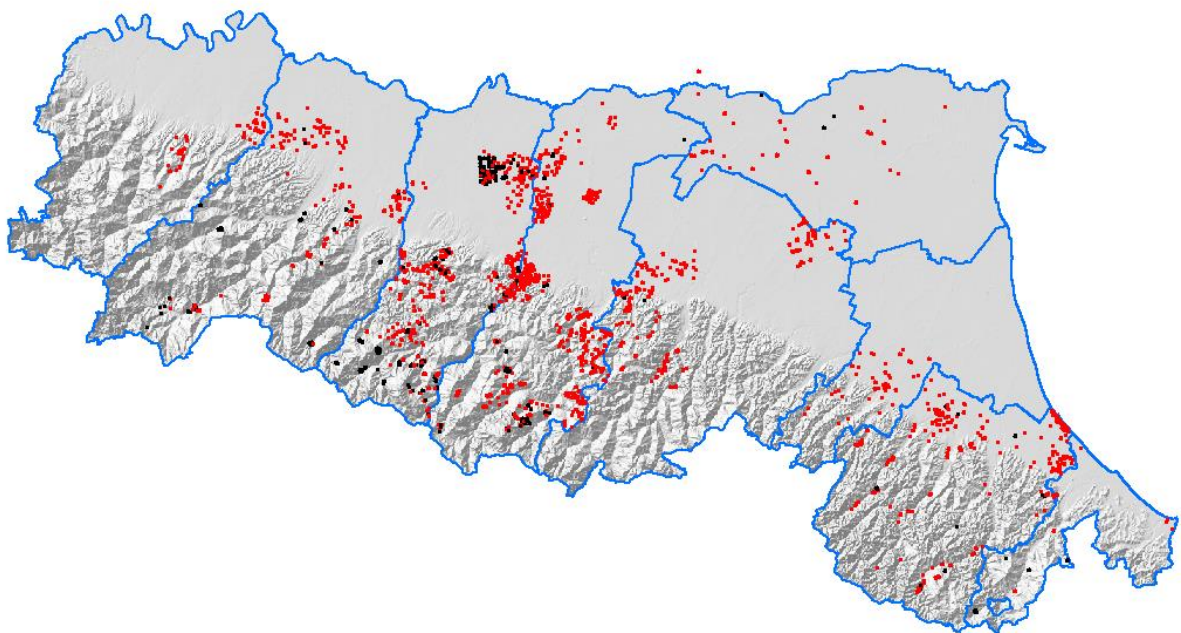


Fig 9. - Distribuzione delle prove sismiche lineari, prove MASW e REMI (in rosso) e profili sismici a rifrazione e profili di resistività elettrica (in nero)

4. Organizzazione degli archivi

Tutte le informazioni registrate dalle prove presenti nella Banca Dati Geognostica sono organizzate in diverse tabelle legate tra loro tramite relazioni logiche.

Due sono le condizioni necessarie affinché una prova sia inserita nel database:

- la possibilità di ubicazione con buona precisione su Carta Tecnica Regionale;
- per tutti i pozzi o sondaggi: la presenza di una descrizione litologica originale;
- per tutte le prove penetrometriche: la presenza di diagrafie originali.

In parallelo all'archivio numerico sono organizzati un archivio cartaceo, costituito dalle fotocopie dei documenti originali recuperati o disponibili per ciascuna prova (diagrafie per le prove penetrometriche, descrizione litologica per pozzi e sondaggi, prove di laboratorio eventualmente disponibili, stralcio della cartografia utilizzata per la localizzazione), ed un archivio digitalizzato contenente le scansioni dell'archivio cartaceo.

Come scelta generale, si è stabilito di inserire nel database il maggior numero possibile di indicazioni desumibili dal dato cartaceo, senza procedere ad interpretazioni in fase di caricamento. Tutte le informazioni originali sono state tradotte in codici, secondo glossari dei termini riportati nelle tabelle successive.

Tutte le prove sono digitalizzate nel sistema di coordinate regionale UTM RER, la collocazione spaziale è gestita dagli archivi GEG_F_PROVE_PUN e GEG_F_PROVE_LIN, in formato SDE Feature Class di ArcGis, che costituisce il G.I.S. utilizzato per l'intero Sistema Informativo Territoriale del Servizio Geologico Sismico e dei Suoli.

Gli archivi GEG_F_PROVE_PUN e GEG_F_PROVE_LIN contengono le informazioni di tipo spaziale relative alle singole prove puntuali e lineari caricate nel database, tutte le informazioni di tipo alfanumerico sono invece contenute in altre tabelle, che risiedono in un database relazionale in formato Oracle; Le tabelle in cui è stato strutturato il database sono:

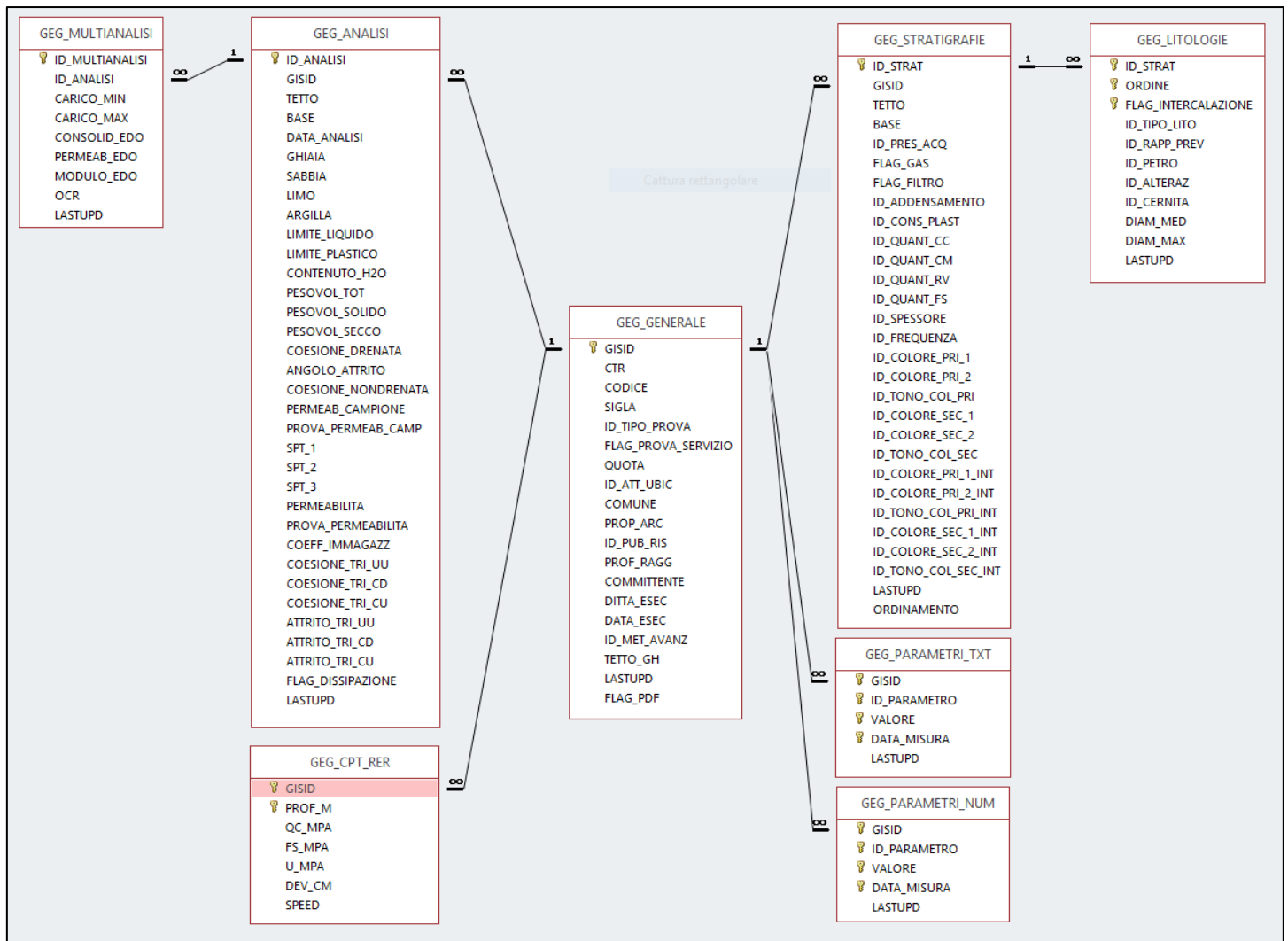
GEG_GENERALE contiene le informazioni di carattere generale associate a tutte le prove caricate (localizzazione geografica, tipo di prova, proprietà del dato, caratteristiche della prova, ecc...), per quelle prove che contengono anche la descrizione di un log stratigrafico, le relative informazioni sono state caricate in due ulteriori tabelle: GEG_STRATIGRAFIE per la descrizione dei singoli "strati" che compongono il log stratigrafico (spessore, colore, presenza di intercalazioni e/o inclusi, caratteristiche geotecniche, ecc...) e GEG_LITOLOGIE per la caratterizzazione litologica di ogni singolo strato che costituisce il log stratigrafico.

Le tabelle GEG_PARAMETRI_NUM e GEG_PARAMETRI_TXT contengono i parametri geotecnici e geofisici legati alla prova nel suo complesso (profondità della falda, velocità delle onde sismiche, ecc...), mentre le tabelle GEG_ANALISI e GEG_MULTIANALISI contengono i parametri geotecnici derivanti da analisi su campioni o da prove in sito e associati a determinati intervalli della prova geognostica.

La tabella GEG_CPT infine contiene tutti i valori numerici dei principali parametri geotecnici registrati durante l'esecuzione di una prova penetrometrica.

Nel database sono poi presenti numerose librerie che traducono in forma descrittiva i codici presenti nei campi delle tre tabelle precedentemente descritte.

Nella seguente figura è illustrato lo schema di relazioni tra le tabelle che compongono la Banca Dati Geognostica, nel documento [GEG.pdf](#) è illustrata la descrizione dei campi e il glossario dei termini.



5. Fornitura dei dati

I dati della Banca Dati Geognostica possono essere richiesti al Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli da parte di Enti pubblici o da professionisti da loro incaricati, per studi di carattere geologico legati ai vari strumenti di pianificazione territoriale comunale e sovracomunale. La fornitura prevede l'estrazione, da parte del personale del Servizio, dei dati dalla Banca Dati Geognostica sulla base del territorio di studio, eventualmente considerando anche un'area esterna alla stessa. Il materiale fornito si compone di uno shapefile con l'ubicazione delle prove geognostiche ricadenti nell'area, di un database in formato Access con le informazioni relative alle prove geognostiche e di un documento in formato Adobe Acrobat come guida all'utilizzo della maschera di visualizzazione dei dati contenuti nel database.

Lo shapefile permette, utilizzando software GIS del tipo di ArcView o ArcGis, di visualizzare l'ubicazione delle prove e contiene come uniche informazioni legate alla prova la sigla attribuita nel database e l'identificativo univoco definito nel GIS centrale.

La maschera di visualizzazione, aperta con il software Microsoft Access, mostra in un'unica schermata le varie informazioni di carattere generale, stratigrafico, litologico e geotecnico delle singole prove, raggruppate in determinate aree all'interno della maschera principale.

La Maschera di Visualizzazione

La maschera raggruppa le informazioni in tre aree:

La prima area comprende le informazioni di carattere generale sulla localizzazione dell'indagine, sulle modalità esecutive della prova, sulla provenienza, attendibilità e riservatezza del dato.

La seconda area viene visualizzata solo per le indagini per cui è stata caricata una stratigrafia, mentre non compare per indagini quali le prove penetrometriche, sondaggi elettrici, prove dilatometriche e indagini sismiche. Le informazioni in quest'area si riferiscono ai singoli "strati" in cui il tecnico che ha seguito la prova ha suddiviso il terreno attraversato dall'indagine geognostica, questi strati hanno quindi caratteristiche omogenee all'interno del singolo strato, caratteristiche che vengono descritte nei vari campi di questa area della maschera e nella successiva.

TETTO	1,5	COLORE DELLO STRATO			RESTI VEGETALI	COLORE DELLE INTERCALAZIONI		
BASE	3,5	PRINCIPALE			RESTI FOSSILI	PRINCIPALE		
		SECONDARIO			CEMENTAZIONE	SECONDARIO		
		PRESENZA ACQUA			CONCREZ. CALC.	INTERCALAZIONI		
		PRESENZA FILTRI	<input type="checkbox"/>	PRESENZA GAS	<input type="checkbox"/>	SPESSORE		
		CONSISTENZA PLASTICA				FREQUENZA		

I due tasti con le frecce blu permettono di spostarsi all'interno della stratigrafia del terreno attraversato dall'indagine geognostica, visualizzando le caratteristiche del singolo strato.

La terza area della maschera contiene le informazioni litologiche dello strato attualmente visualizzato ed è suddivisa in due sottoaree: LITOLOGIA DELLO STRATO e LITOLOGIA DELLE INTERCALAZIONI.

La litologia di uno strato può essere composta da un insieme di tipi litologici elementari. In LITOLOGIA DELLO STRATO vengono elencati tutti i tipi litologici elementari che costituiscono la litologia dello strato, seguendo l'ordine di abbondanza relativa. Nel caso in cui lo strato contenga delle intercalazioni litologiche, queste vengono descritte con le stesse modalità in LITOLOGIA DELLE INTERCALAZIONI.

LITOLOGIA DELLO STRATO

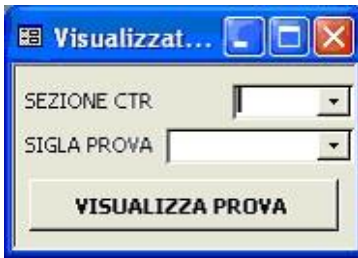
LITOLOGIA 1	ORDINE DELLA LITOLOGIA	1
ghiaia		
RAPPORTO CON PRECEDENTE LITOLOGIA		
- SE GHIAIA		
PETROG.	calcarei e arenarie	ALTERAZ.
DIAM. MED	10 MAX 20	CERNITA
LITOLOGIA 2	ORDINE DELLA LITOLOGIA	2
sabbia		
RAPPORTO CON PRECEDENTE LITOLOGIA		
sabbia matrice" di materiale ghiaioso (o "rivestito da scarsa")		
- SE GHIAIA		
PETROG.		ALTERAZ.
DIAM. MED	MAX	CERNITA
LITOLOGIA 3	ORDINE DELLA LITOLOGIA	3

Se la litologia ha la granulometria delle ghiaie o superiore, possono essere inserite informazioni aggiuntive sugli elementi che compongono il sedimento.

Utilizzo del Pulsante di Ricerca



La maschera è dotata di un pulsante che permette la ricerca di una specifica indagine geognostica all'interno di un set di prove, impostando la sezione CTR in cui ricade la prova. Attivando il pulsante compare la seguente maschera di ricerca.



La sezione può essere digitata all'interno del campo SEZIONE CTR oppure selezionata dal menù a tendina cliccando sul tasto alla destra del campo stesso. Selezionata la sezione CTR posso digitare nel campo SIGLA PROVA la sigla della prova da visualizzare oppure selezionarla dal menù a tendina cliccando sul tasto alla destra del campo stesso.

Cliccando sul pulsante VISUALIZZA PROVA nella maschera principale vengono visualizzate le informazioni relative alla prova selezionata.

6. Applicazioni GIS

La Banca Dati Geognostica, come già precedentemente indicato, è nata con l'obiettivo principale di fungere da supporto per la realizzazione di cartografie geologiche di sottosuolo e per meglio caratterizzare la cartografia delle unità geologiche affioranti.

Una delle applicazioni più importanti della Banca Dati Geognostica per tali obiettivi è rappresentata dalla possibilità di visualizzare le litologie descritte nelle prove geognostiche tramite colonne stratigrafiche. Il Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli ha sviluppato in ambiente GIS una suite di strumenti che permette di creare, a partire dalla distribuzione spaziale delle prove geognostiche, una sezione geologica con l'interpretazione litologica del sottosuolo in corrispondenza delle prove. L'operatore ha la possibilità in pianta di decidere il tracciato della sezione geologica e di selezionare le prove geognostiche i cui dati litologici verranno proiettati sulla sezione, potrà decidere le scale di rappresentazione verticali e orizzontali oltre ad altri parametri legati al tipo di rappresentazione grafica dei dati.

Una volta scelto il tracciato della sezione geologica, selezionate le prove geognostiche e determinati i parametri legati alla rappresentazione grafica dei dati, il software passa dalla visualizzazione in pianta delle ubicazioni delle prove ad una rappresentazione in cui sulla verticale vengono rappresentate le profondità.

La nuova schermata mostra per ogni prova geognostica le informazioni legate al tipo di prova: per i sondaggi viene costruita una colonnina stratigrafica con i vari intervalli litologici incontrati durante la sua esecuzione, per le prove penetrometriche realizzate dal Servizio viene rappresentato il grafico della resistenza alla punta, per le prove penetrometriche provenienti da altri archivi viene rappresentata la sola profondità raggiunta dalla prova. Per tutte le prove viene evidenziato graficamente il tetto del primo intervallo ghiaioso eventualmente incontrato, altre informazioni secondarie vengono segnalate graficamente, come per esempio la presenza di fossili, litologie intercalate, ecc...

La sezione geologica è completata dal profilo altimetrico (intersezione in pianta del tracciato della sezione geologica con la superficie topografica), da scalimetri verticali ed orizzontali e da eventuali intersezioni della sezione geologica con modelli digitali (DEM) scelti dall'operatore, che rappresentano l'andamento nel sottosuolo di superfici di interesse stratigrafico.


L'operatore potrà interpretare la sezione geologica realizzata con modalità automatiche, costruendo sulla stessa linee di correlazione tra le varie colonne stratigrafiche, queste linee potranno essere trasformate in features tridimensionali e potranno concorrere insieme ad altre a costruire dei modelli digitali per la rappresentazione nello spazio di superfici di interesse stratigrafico.

7. Risorse on-line

Le opportunità di distribuzione e di visualizzazione delle informazioni rese possibili dal web sono state ampiamente sfruttate dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli. A partire dalla fine del 2006 sono stati creati diversi servizi web che hanno dato la possibilità di aprire ad Internet i numerosi dati in possesso del nostro Servizio, dopo un lungo ma opportuno lavoro di revisione e riorganizzazione delle varie banche dati che ha portato a fare confluire tutti i nostri dati in un sistema informativo centralizzato. Il Web-Gis "[Cartografia geologica e dei suoli](#)", in linea da ottobre 2006, permette la consultazione delle varie cartografie geologiche e pedologiche realizzate negli anni dal Servizio, tra i vari tematismi visualizzati è compreso anche quello delle "Prove geognostiche". Questo sito permette attraverso facili strumenti di navigazione di individuare l'ubicazione nel territorio regionale, appoggiandosi alle basi topografiche scelte dall'utente, le prove contenute nella Banca Dati Geognostica. Per il momento è possibile interrogare direttamente dal web solamente le informazioni di carattere generale legate ad ogni prova, mentre non è ancora possibile visualizzare le informazioni di tipo stratigrafico-litologico. Tuttavia, sempre nello stesso sito, per le prove geognostiche direttamente commissionate dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli è possibile visualizzare e scaricare in formato PDF alcuni documenti che illustrano le caratteristiche della prova. Per i sondaggi a carotaggio continuo sono disponibili i masterlog creati dai collaboratori del Servizio che hanno seguito il sondaggio in cantiere, per le prove penetrometriche sono disponibili i diagrammi della distribuzione con la profondità dei principali parametri geotecnica registrati durante la prova.

Questi documenti sono raggiungibili attraverso una funzione presente nell'area degli strumenti.



Attivando l'icona  si apre una maschera di ricerca documenti dove, impostando criteri di selezione per area geografica (per Provincia, per Comune, per foglio al 50.000, per sezione al 10.000) e selezionando come tipologia di documento "Stratigrafie sondaggi" e "Grafici CPT", vengono proposti i documenti trovati.

Accesso alla documentazione - Windows Internet Explorer

Documentazioni

Imposta le condizioni per accedere ai documenti

Area d'interesse

Tutta la Regione

Foglio al 50.000

Sezione al 10.000

Provincia

Comune

Tipo documento

<input checked="" type="checkbox"/> Legenda (1)	<input type="checkbox"/> Sezioni geologiche (0)
<input type="checkbox"/> Schema strutturale (0)	<input checked="" type="checkbox"/> Inquadramento regionale (1)
<input type="checkbox"/> Schema cronostatigrafico (0)	<input type="checkbox"/> Note illustrative (0)
<input checked="" type="checkbox"/> Stratigrafie sondaggi (1)	<input checked="" type="checkbox"/> Unità cartografiche (2)
<input checked="" type="checkbox"/> Grafici CPT (5)	<input type="checkbox"/> Carta geologica in scala 1:10.000 (0)