

# IL SOTTOSUOLO LA REALIZZAZIONE DI MODELLI GEOLOGICI 3D

**CHIARA D'AMBROGI**  
Servizio Geologico d'Italia - ISPRA



ISPRA  
Istituto Superiore per la Protezione  
e la Ricerca Ambientale



Linee guida e buone pratiche  
per la realizzazione  
di modelli geologici 3D

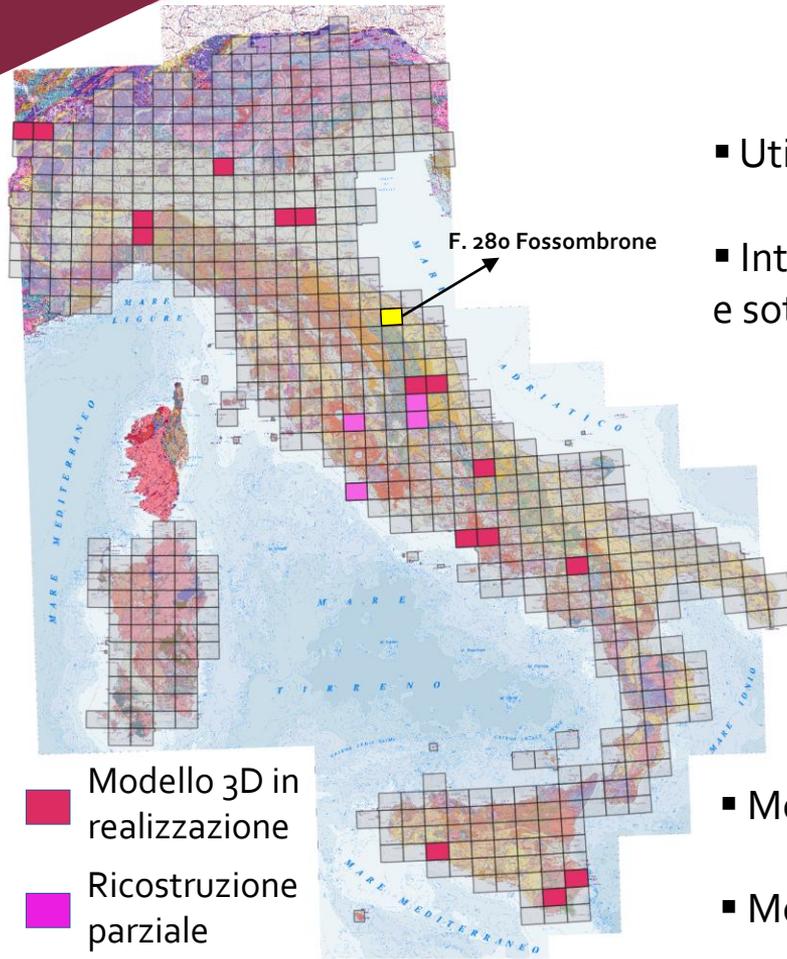
REALIZZARE UN FOGLIO GEOLOGICO: LINEE GUIDA E BUONE PRATICHE

# PERCHÉ REALIZZARE UN MODELLO 3D DELL'AREA DI UN FOGLIO GEOLOGICO?

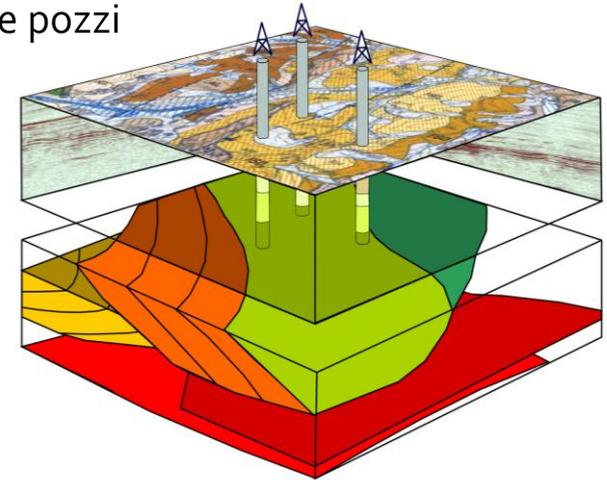
- comprendere e visualizzare le strutture geologiche nella loro forma più completa
- verificare ipotesi e migliorare la congruenza geometrica del foglio
- integrare dati diversi (di superficie e sottosuolo, geologici e geofisici) e massimizzarne il loro contenuto informativo
- fornire agli utilizzatori uno strumento molto potente per numerose applicazioni

# I MODELLI GEOLOGICI 3D NEL PROGETTO CARG

- Utilizzo di dati provenienti dal rilevamento geologico
- Integrazione di dati di superficie, da rilevamento geologico, e sottosuolo, sismica e pozzi



- Modello 3D in realizzazione
- Ricostruzione parziale



- Modelli geologici profondi (profondità > 1000 metri)
- Modelli geologici superficiali (profondità max 500-1000 metri)

# LA COSTRUZIONE DI UN MODELLO GEOLOGICO 3D DI UN FOGLIO

- Utilizzo prevalente di dati da rilevamento geologico

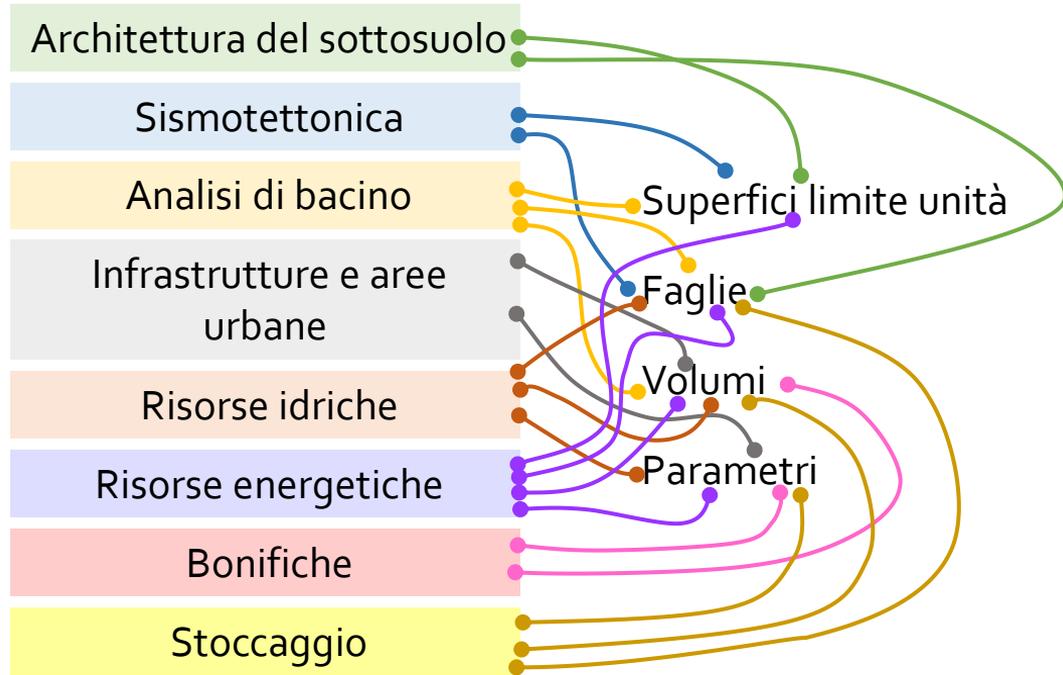
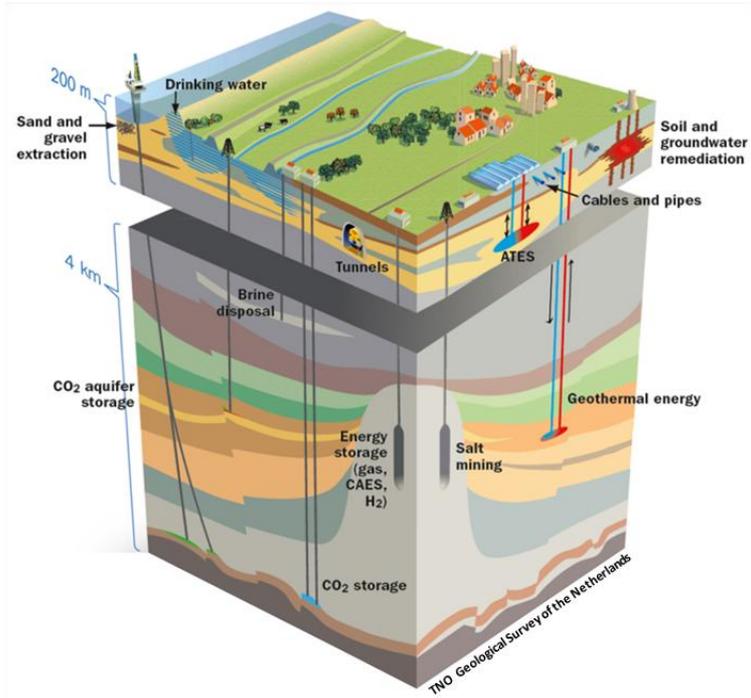


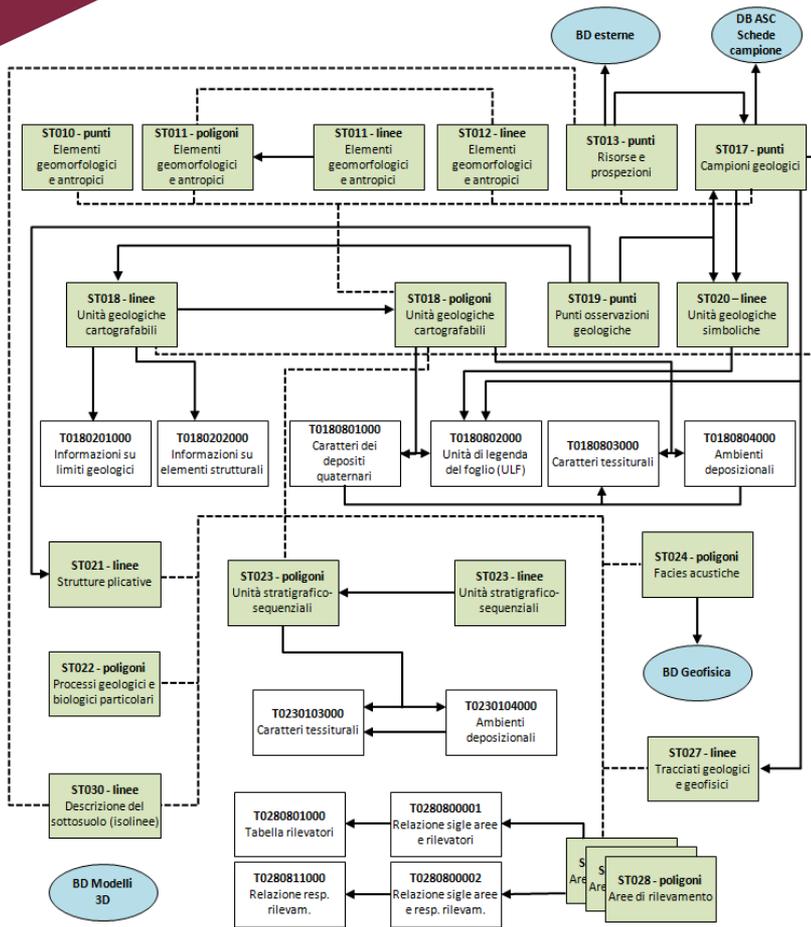
- Utilizzo prevalente di dati di sottosuolo (sismica e pozzi)

- ≡ Raccolta e analisi dei dati per il modello 3D procede parallelamente alla raccolta dei dati per il foglio  
Legenda comune tra foglio di superficie e modello 3D, stesse unità - a meno di specifiche esigenze
- ≠ Flusso di lavoro per la costruzione di un modello 3D

# LA COSTRUZIONE DI UN MODELLO GEOLOGICO 3D DI UN FOGLIO

Definire l'obiettivo e i corpi geologici che si vogliono modellare

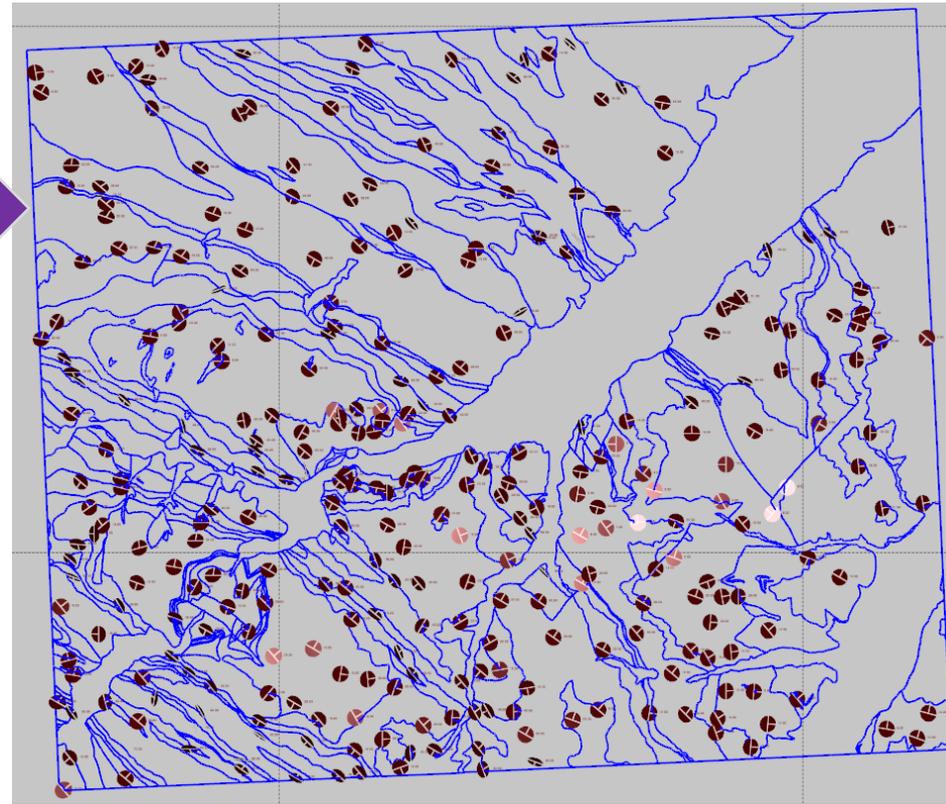
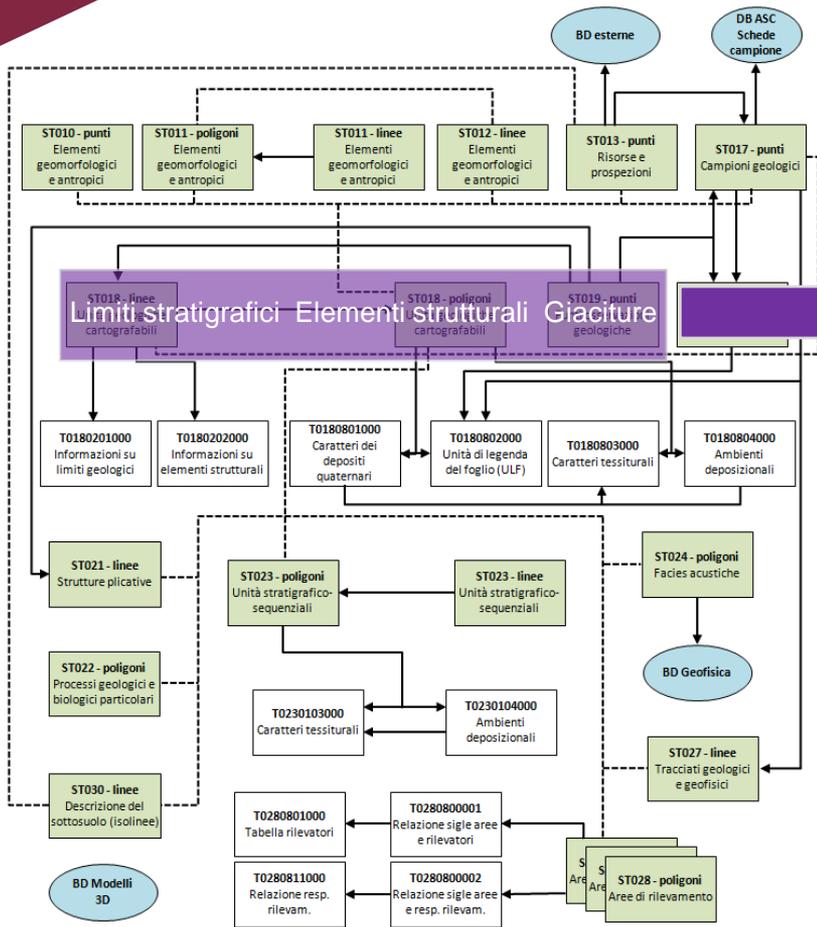




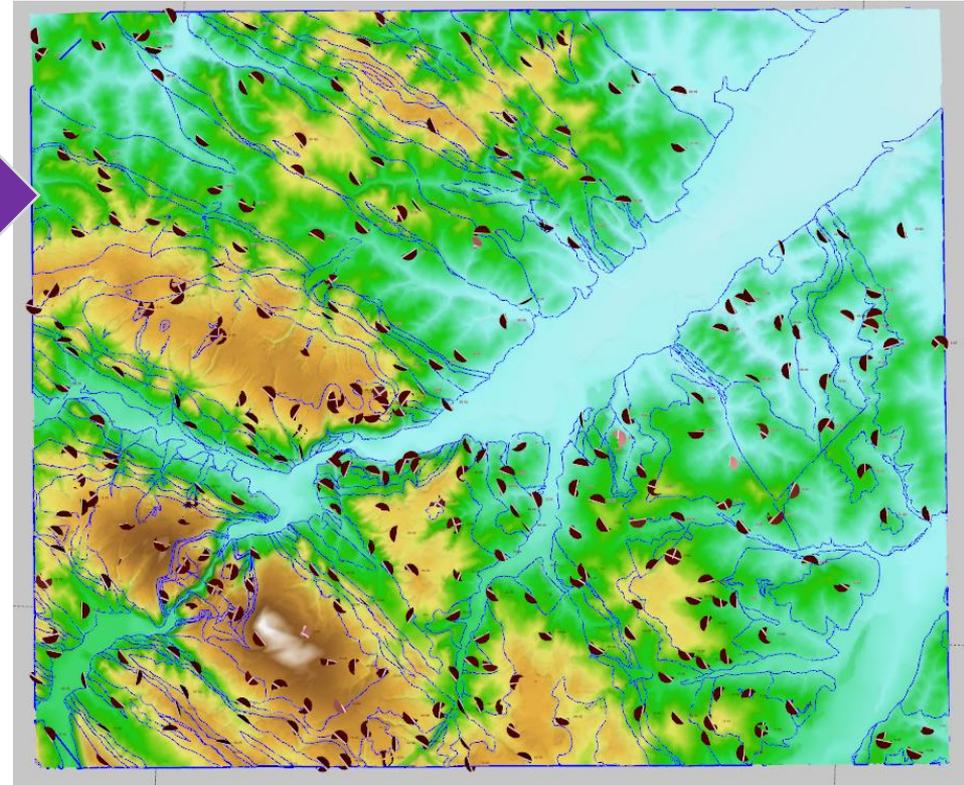
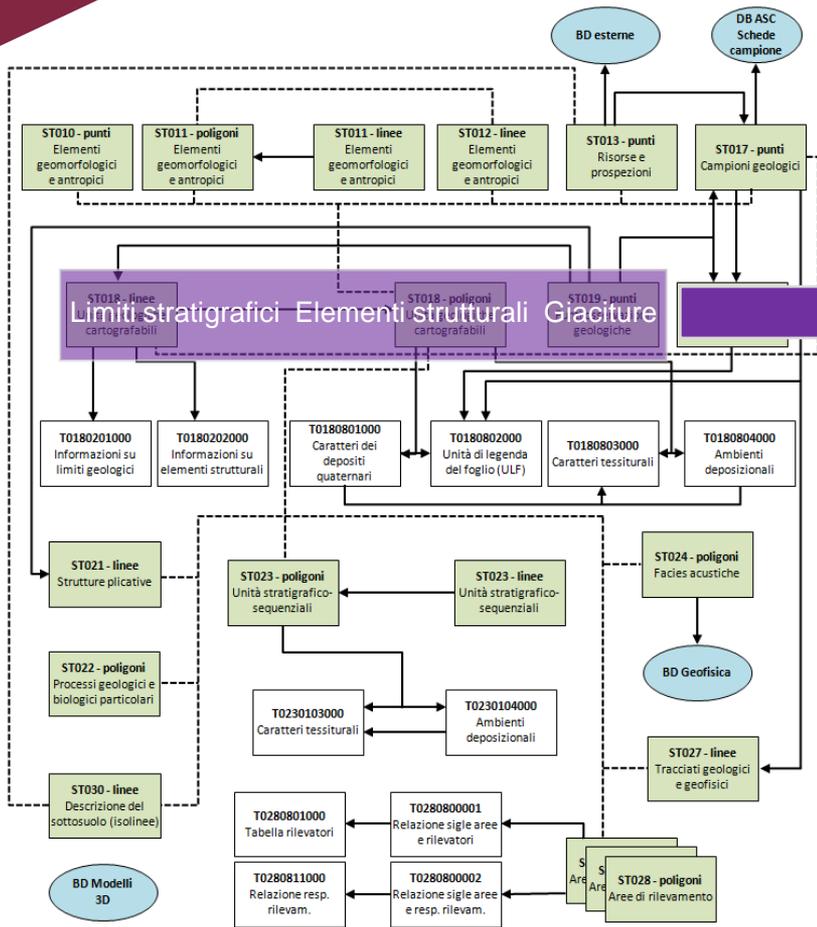
- Utilizzo prevalente di dati da rilevamento geologico

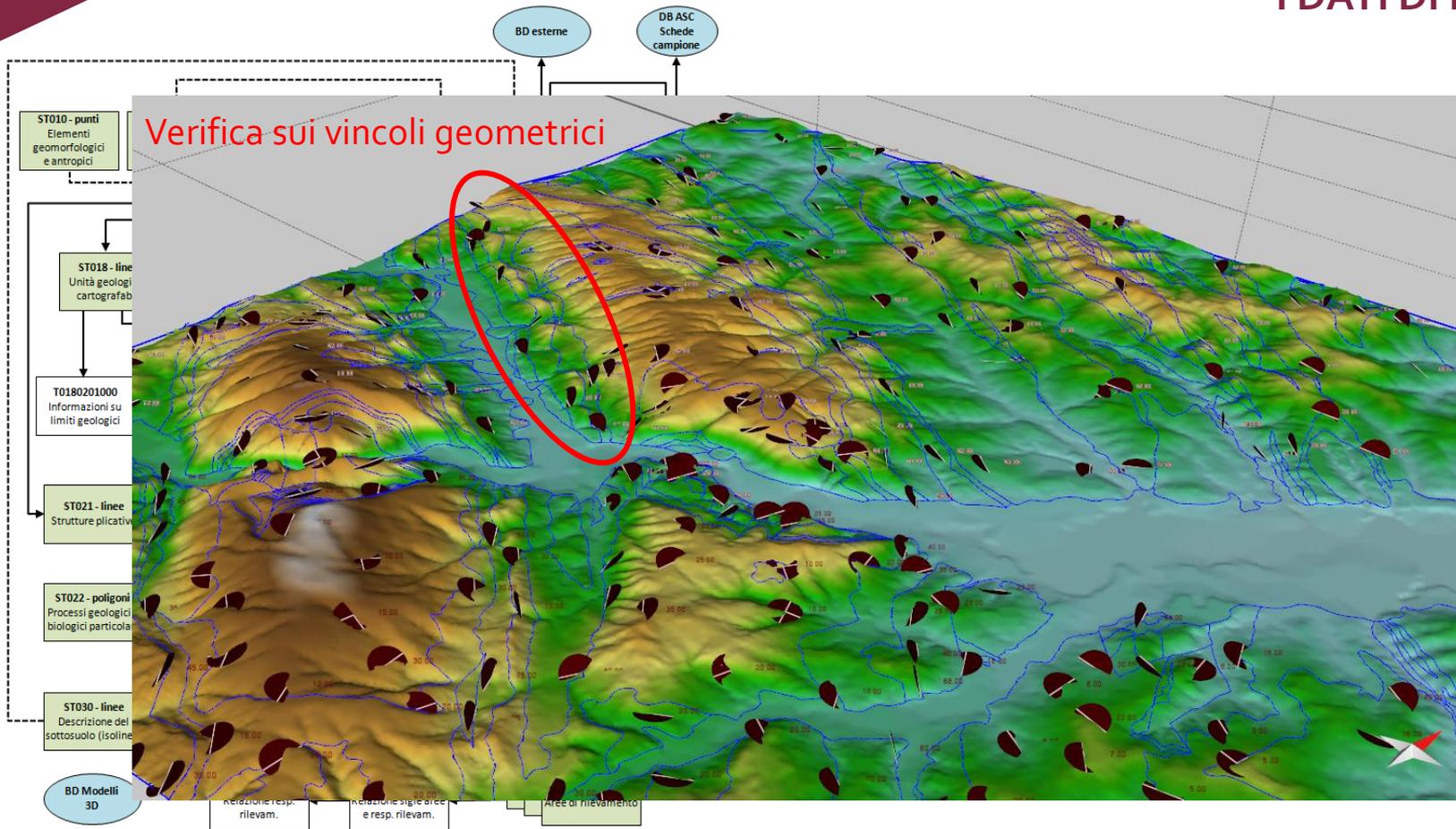


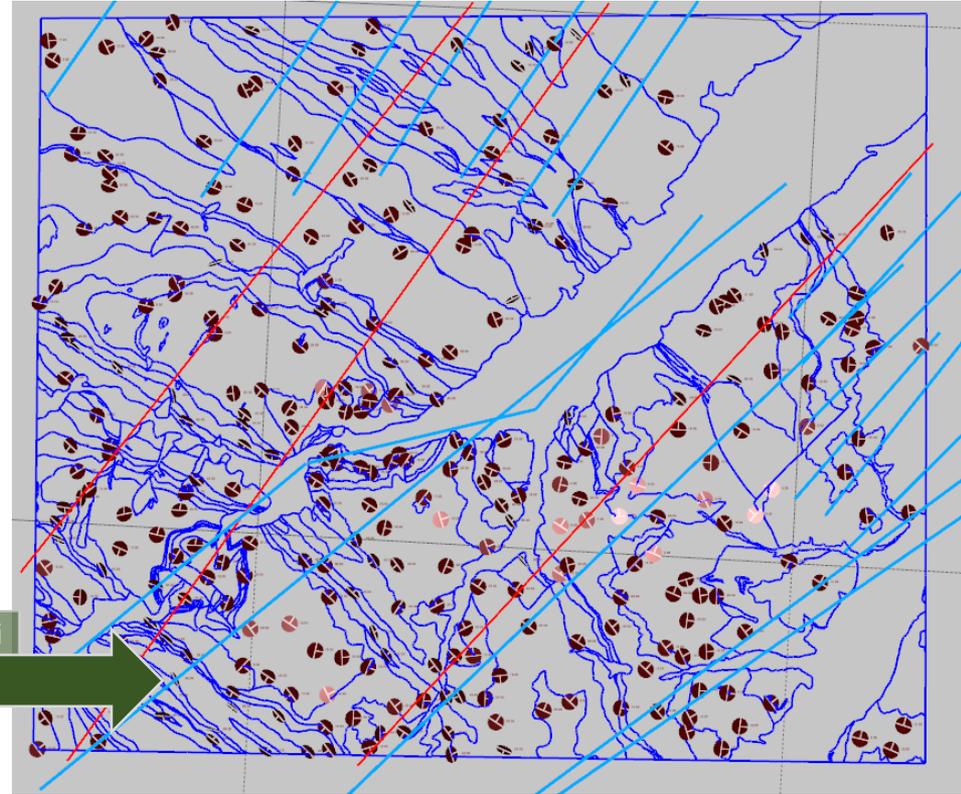
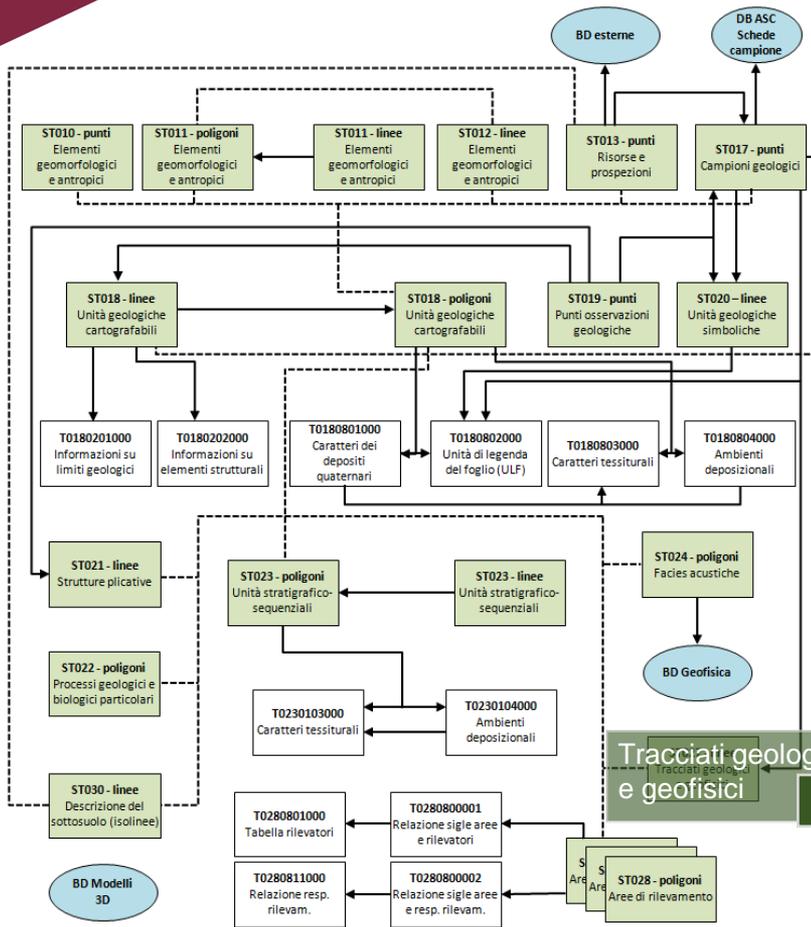
- Definire modello concettuale (con foglio di superficie)
- Definire gli oggetti da modellare (quale obiettivo?)



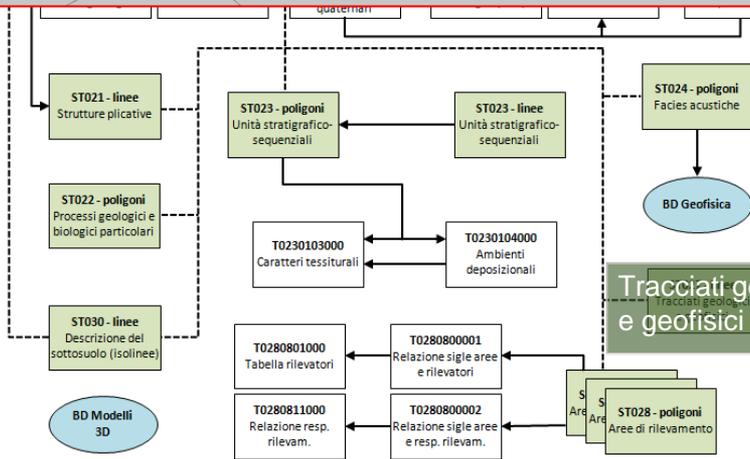
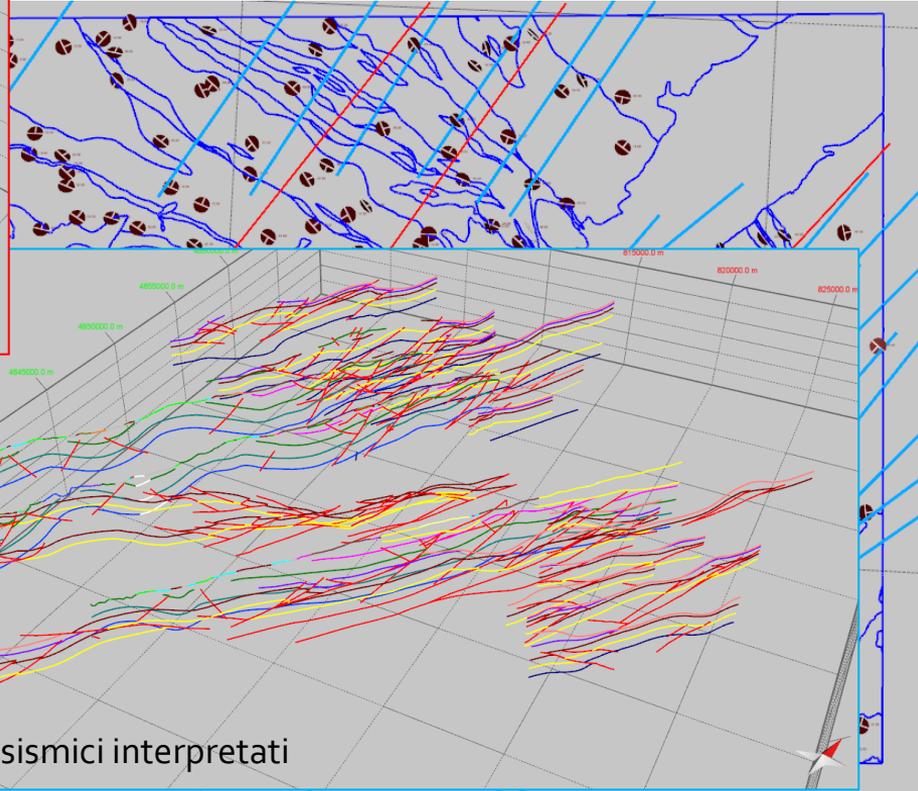
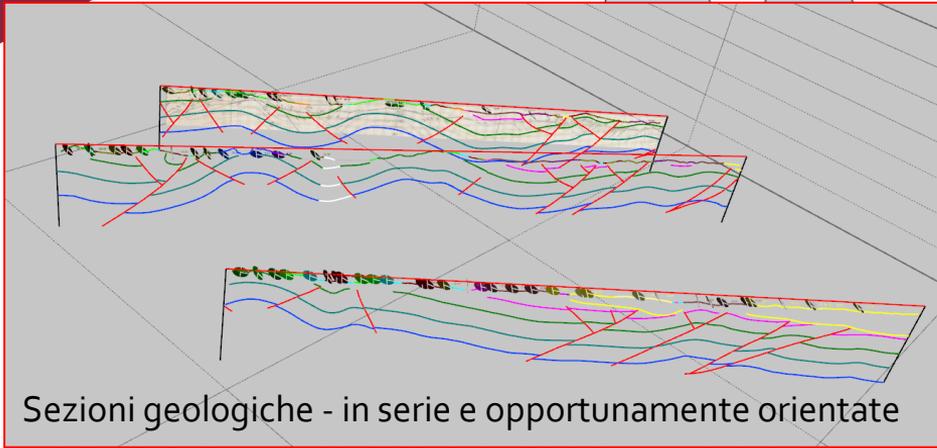
REALIZZARE UN FOGLIO GEOLOGICO: LINEE GUIDA E BUONE PRATICHE

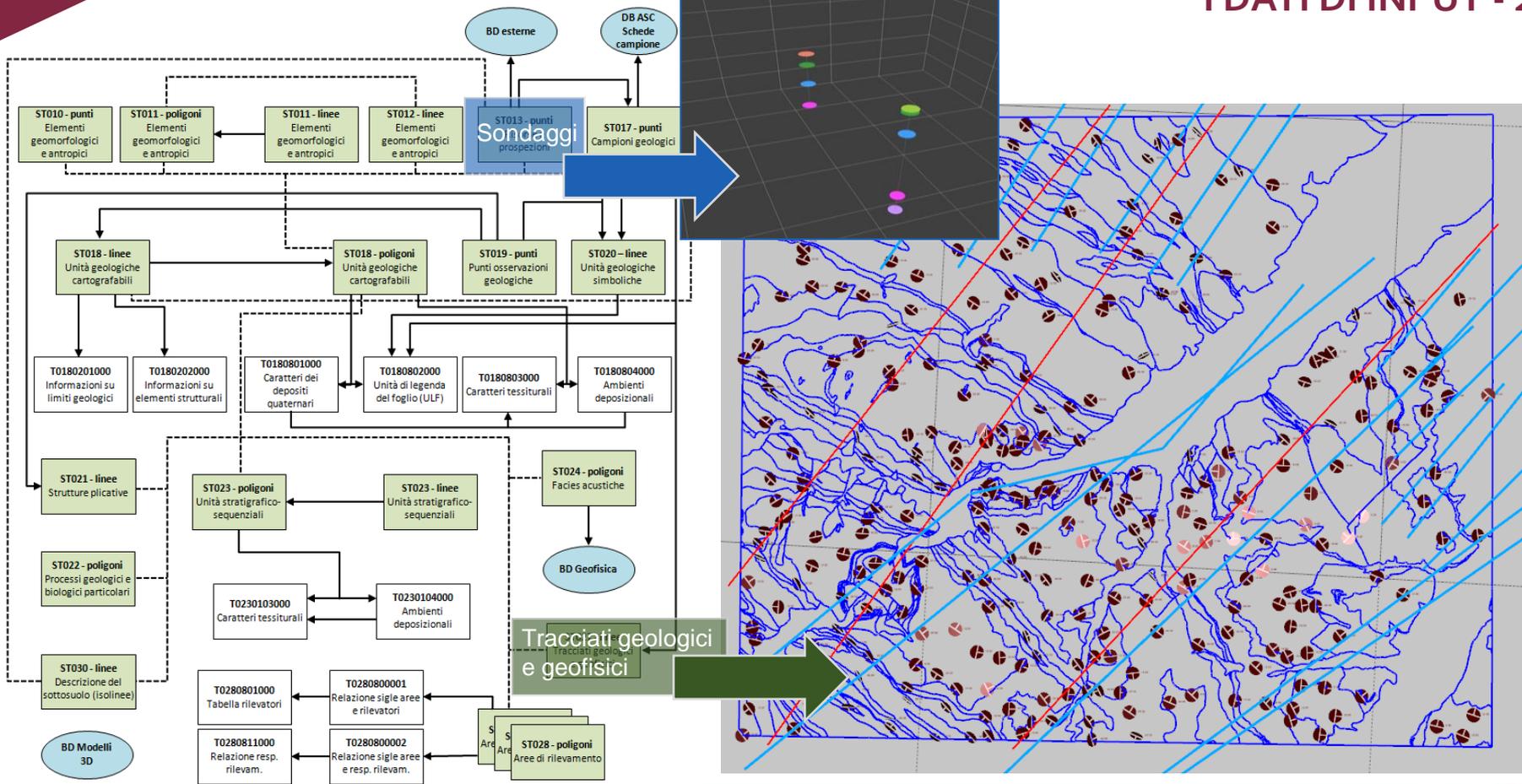




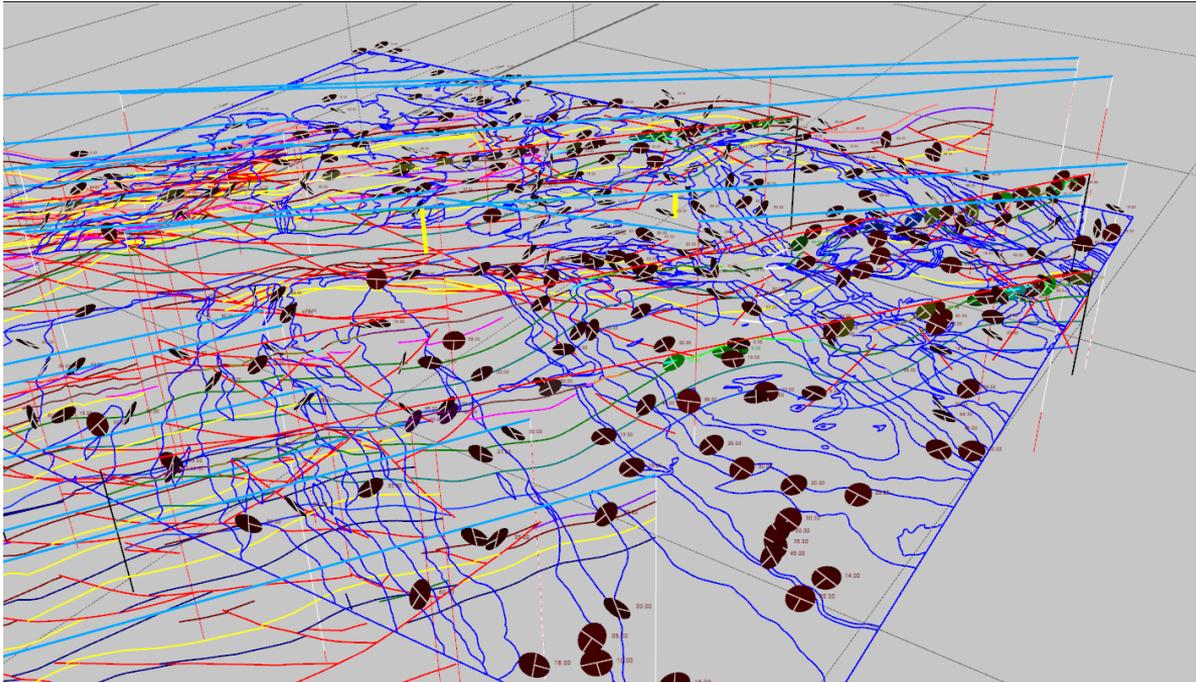


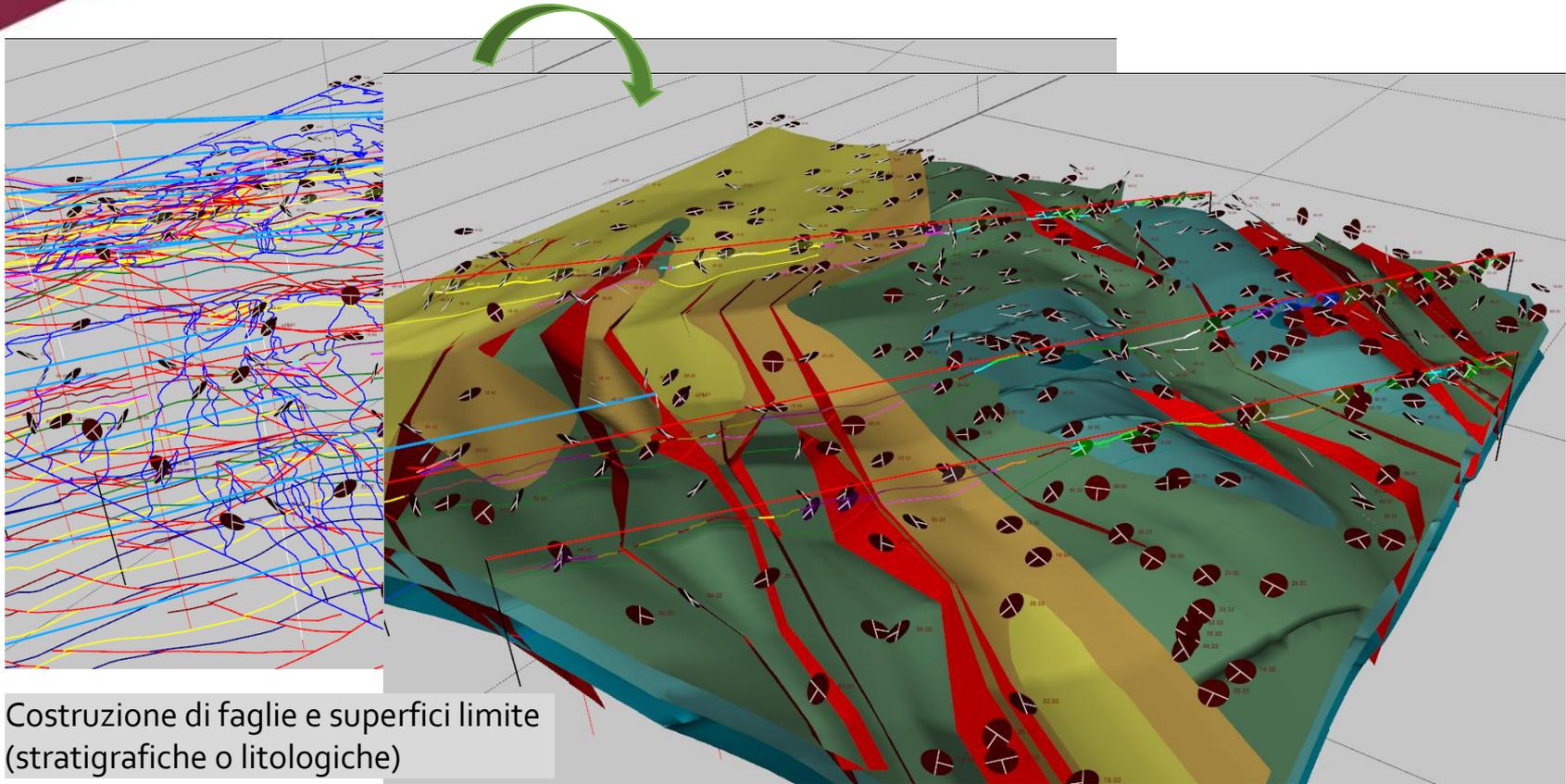
DB ASC



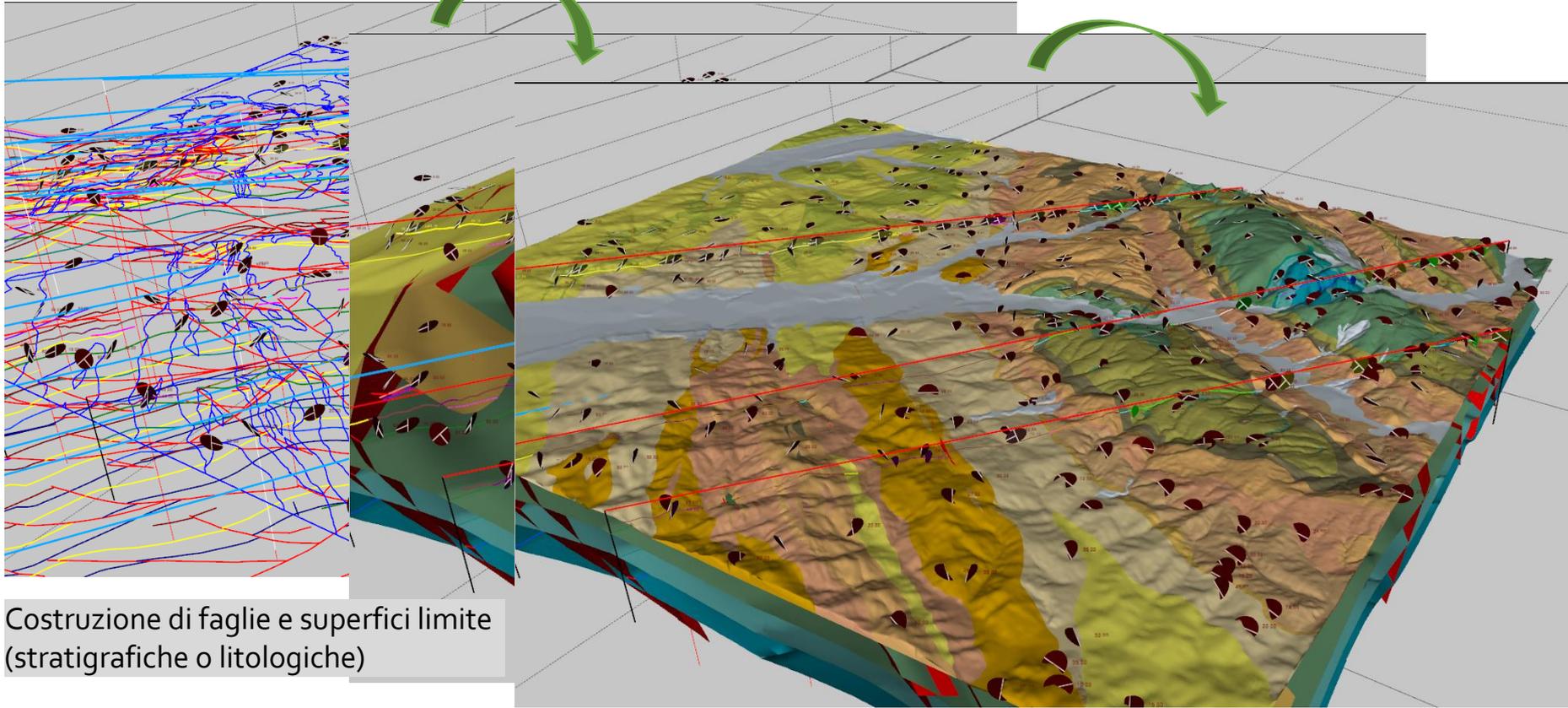


REALIZZARE UN FOGLIO GEOLOGICO: LINEE GUIDA E BUONE PRATICHE

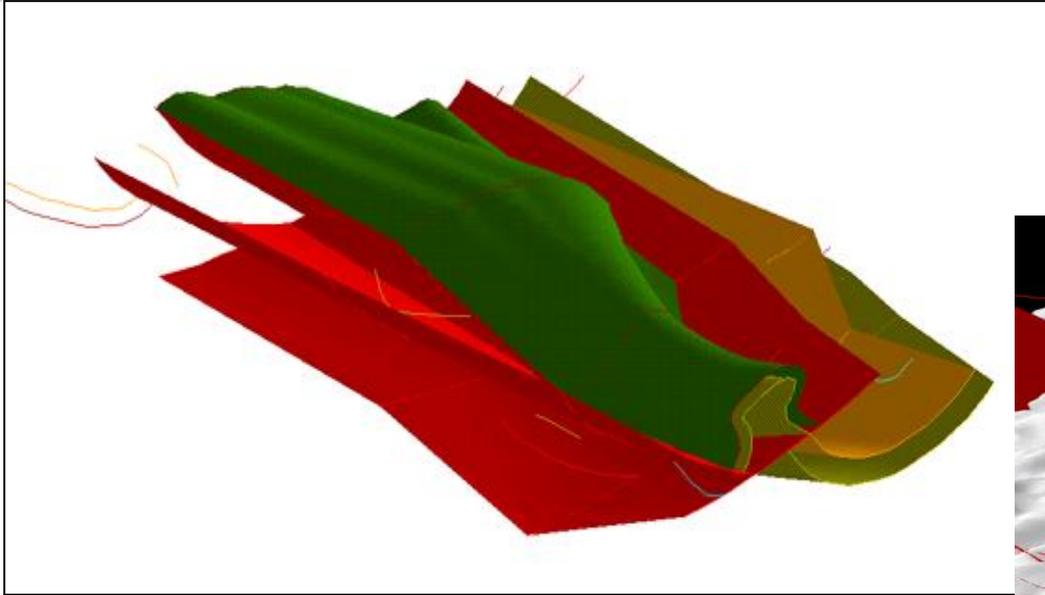




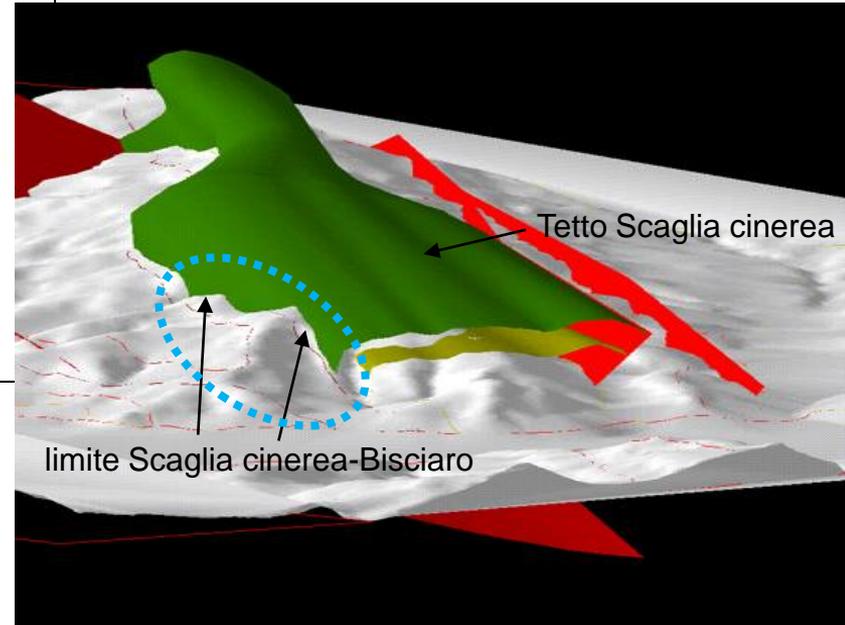
Costruzione di faglie e superfici limite  
(stratigrafiche o litologiche)



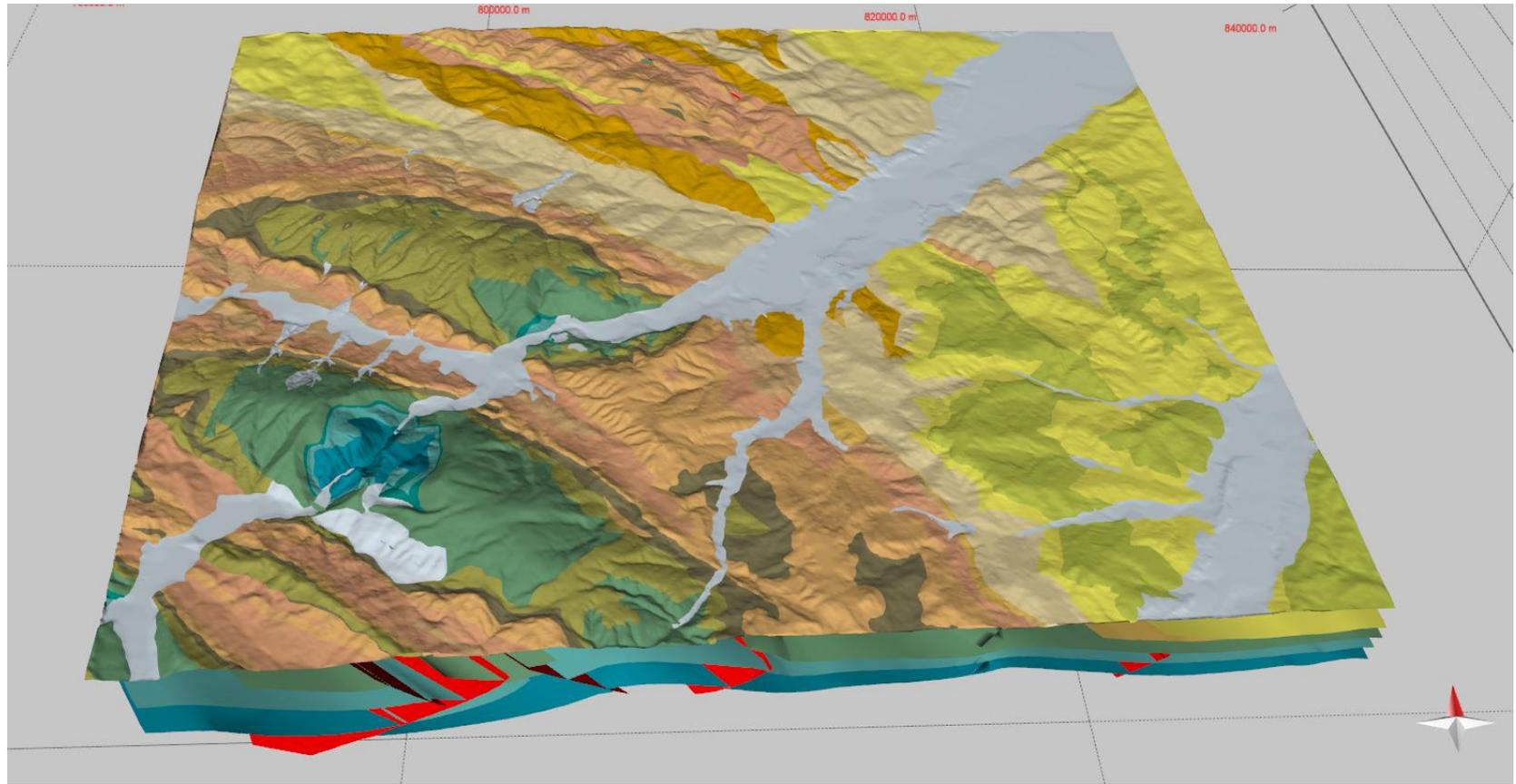
Costruzione di faglie e superfici limite  
(stratigrafiche o litologiche)



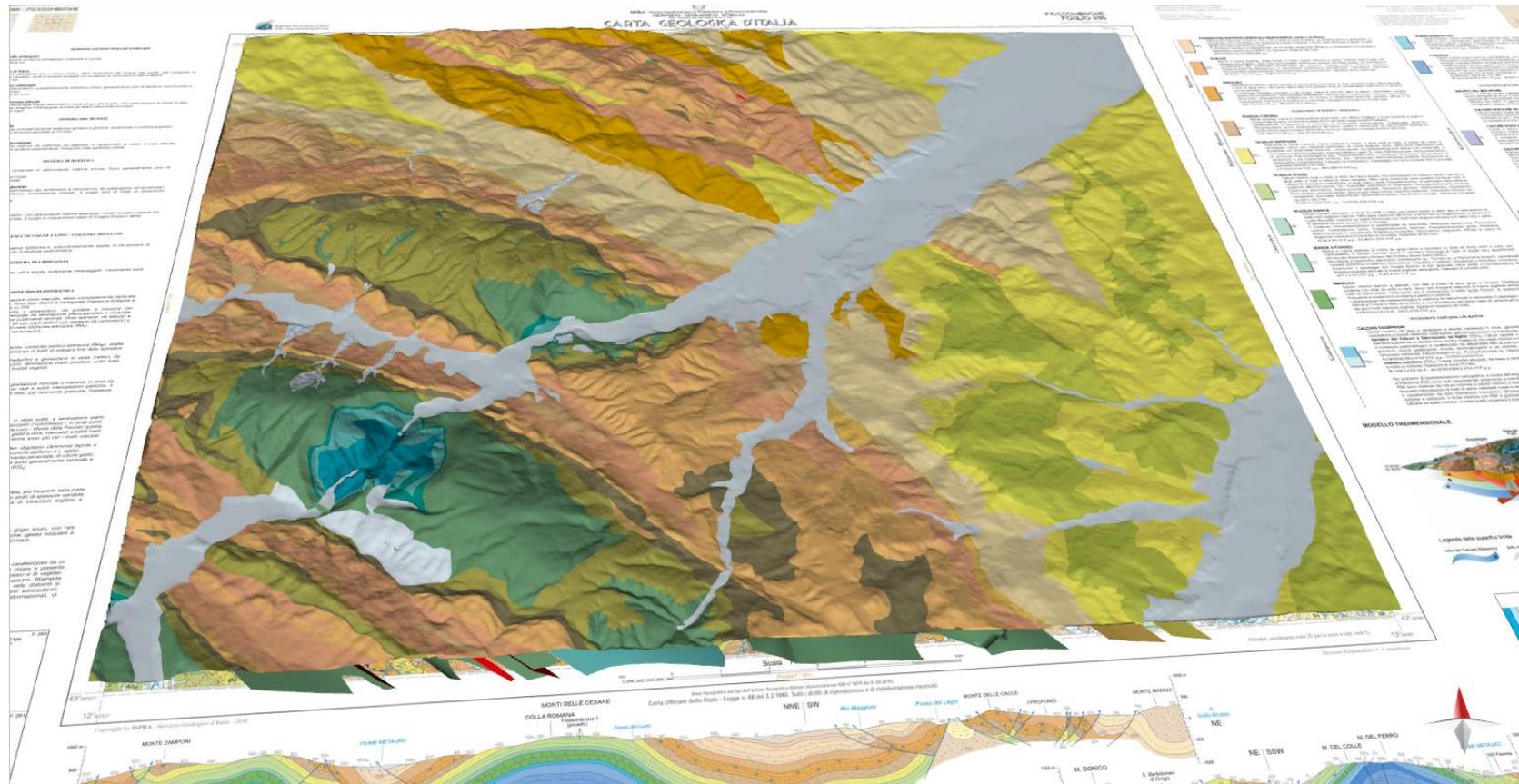
Far procedere la costruzione del modello parallelamente al rilevamento consente di verificare la congruenza geometrica delle strutture e dei limiti cartografati, identificare aree in cui è necessario tornare, modificare ipotesi



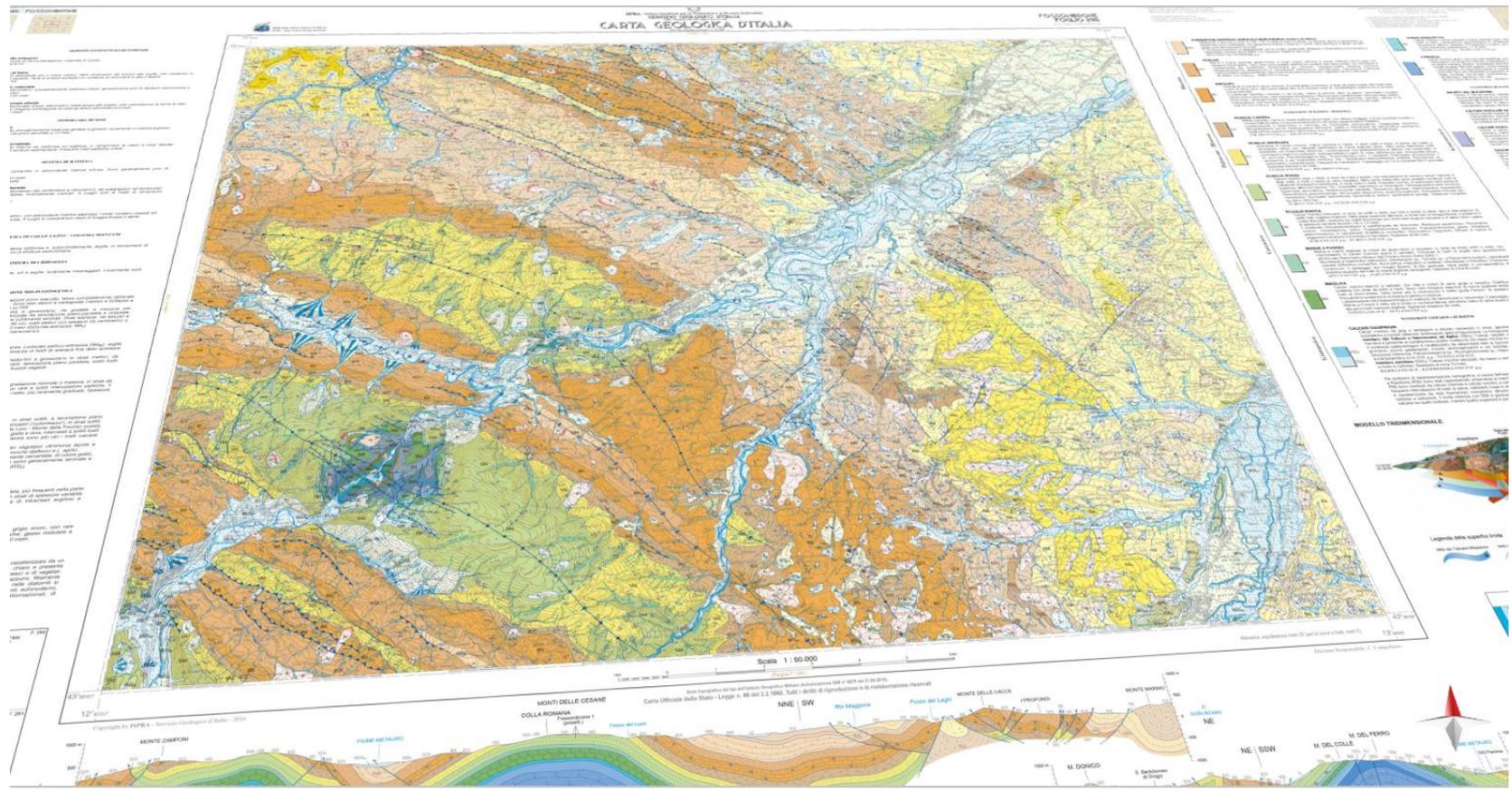
# IL MODELLO GEOLOGICO 3D - FOGLIO N. 280 FOSSOMBRONE



# IL MODELLO GEOLOGICO 3D - FOGLIO N. 280 FOSSOMBRONE



# IL MODELLO GEOLOGICO 3D - FOGLIO N. 280 FOSSOMBRONE

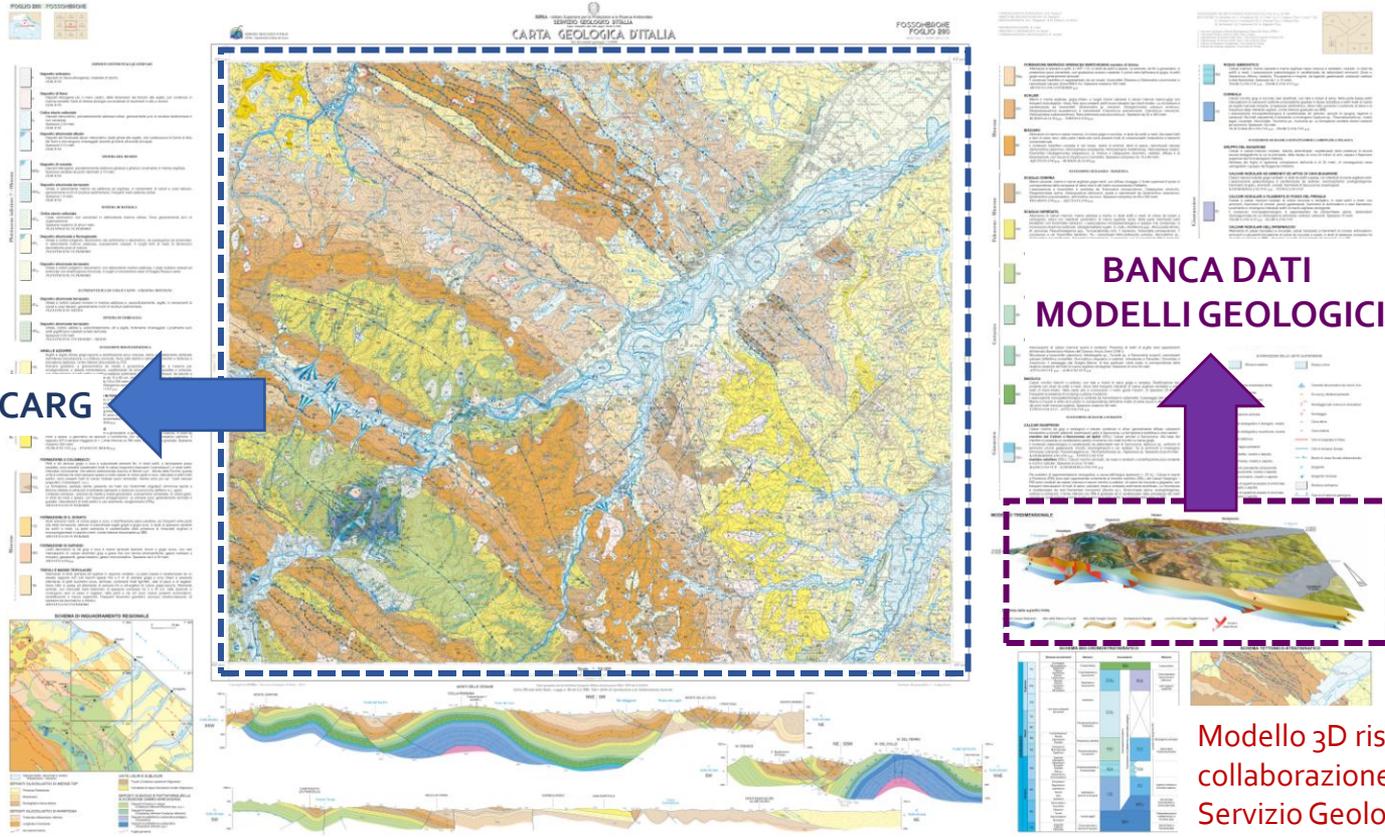


REALIZZARE UN FOGLIO GEOLOGICO: LINEE GUIDA E BUONE PRATICHE

90° Congresso della Società Geologica Italiana "Geology without Borders"



# IL MODELLO GEOLOGICO 3D - FOGLIO N. 280 FOSSOMBRONE



BANCA DATI CARG

BANCA DATI  
MODELLI GEOLOGICI

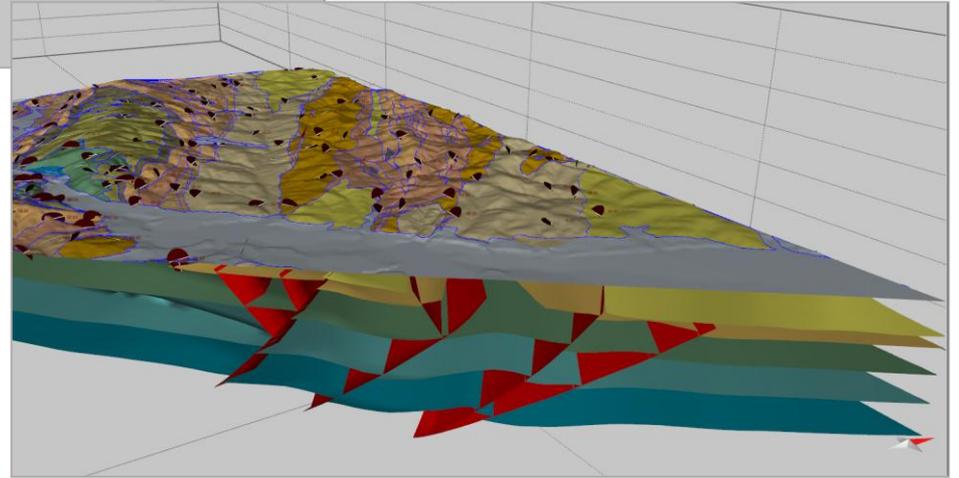
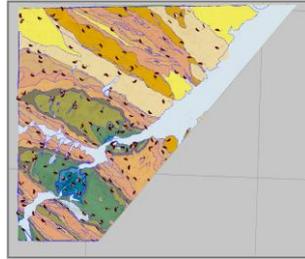
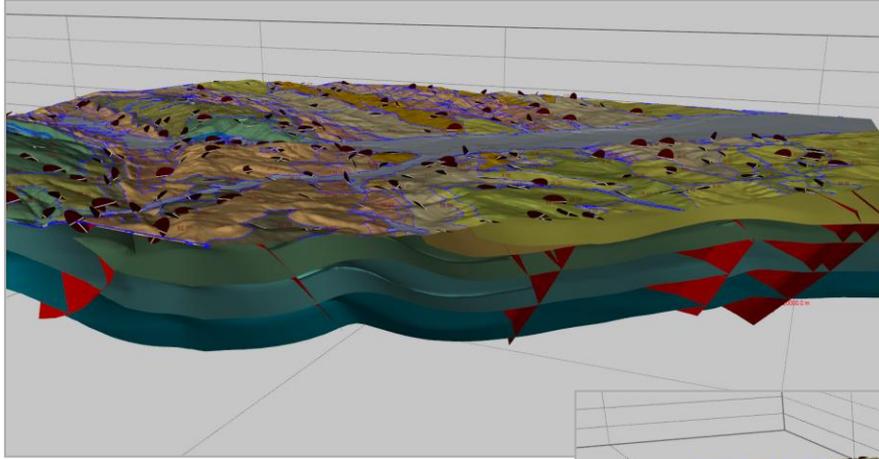
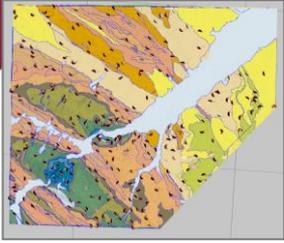
Modello 3D risultato della  
collaborazione tra  
Servizio Geologico d'Italia e  
Università di Urbino



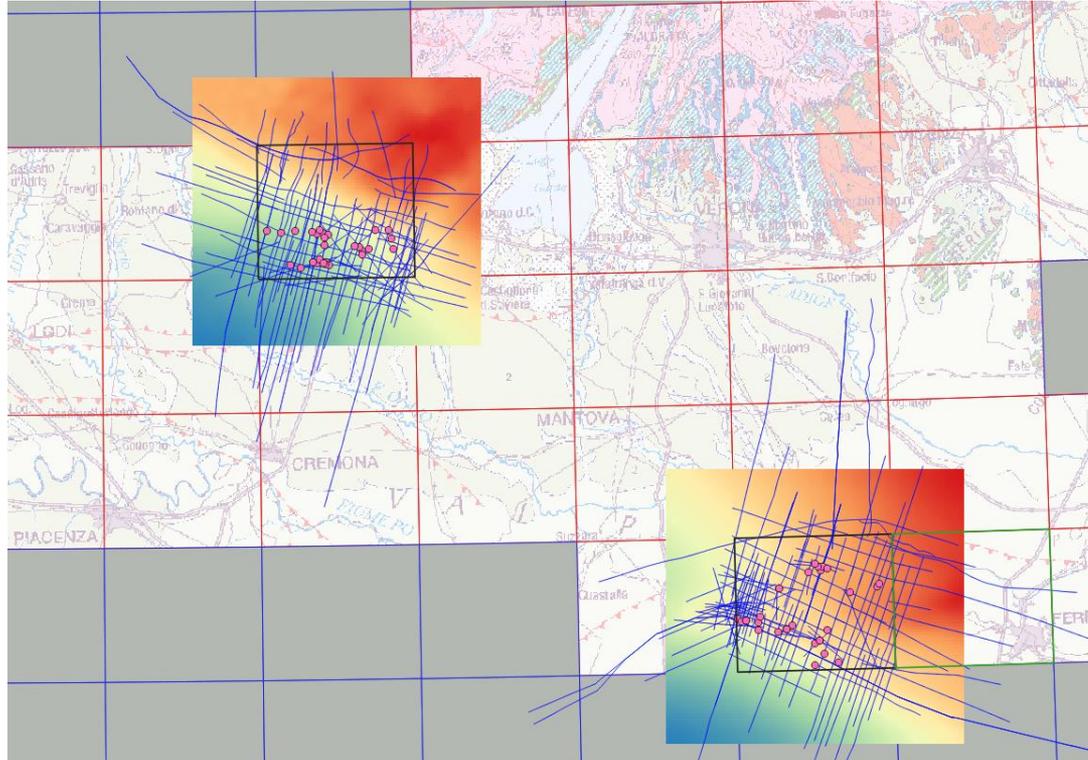
REALIZZARE UN FOGLIO GEOLOGICO: LINEE GUIDA E BUONE PRATICHE

90° Congresso della Società Geologica Italiana "Geology without Borders"

# LE POTENZIALITÀ DI INTERROGAZIONE E ANALISI







- Dati di superficie

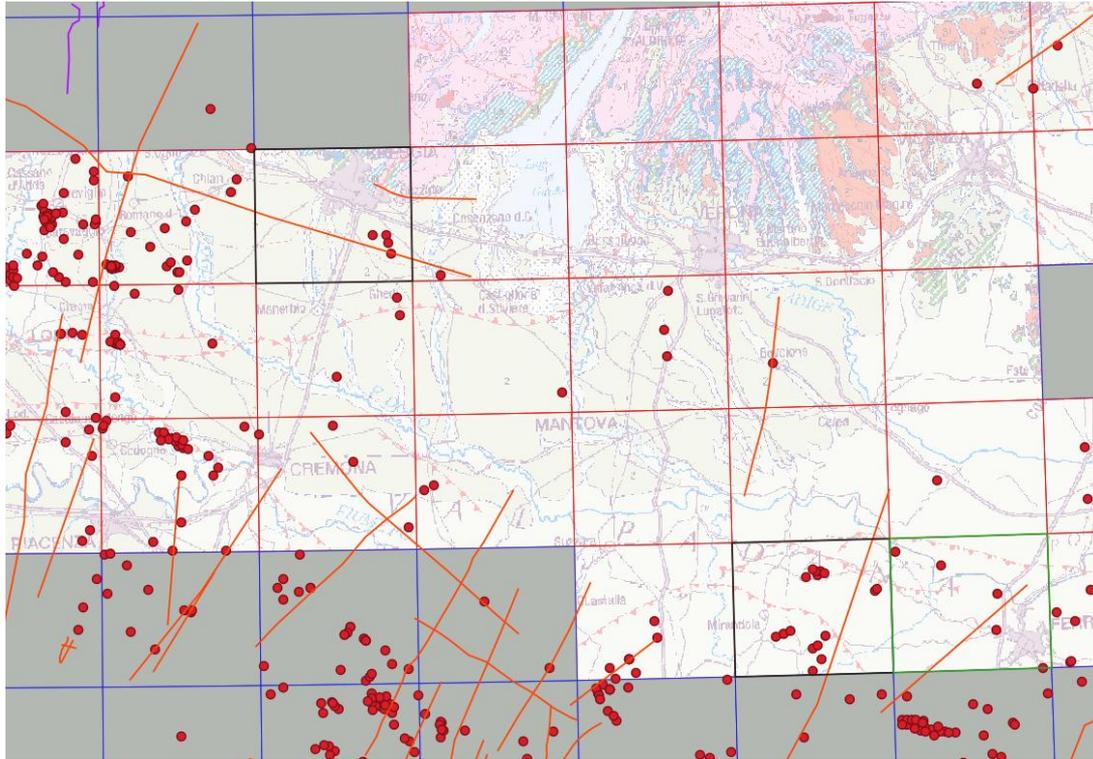
- Dati ENI 

Linee sismiche 

Dati di pozzo 

Tabelle Tempi/Profondità

Dati gravimetrici



- **Dati di superficie**

- **Dati ENI** 

Linee sismiche 

Dati di pozzo 

Tabelle Tempi/Profondità

Dati gravimetrici

- **Banche dati pubbliche**

Prove geognostiche

Sondaggi L. 464/84

Sondaggi profondi 

Sismica CROP e Videpi 

.....

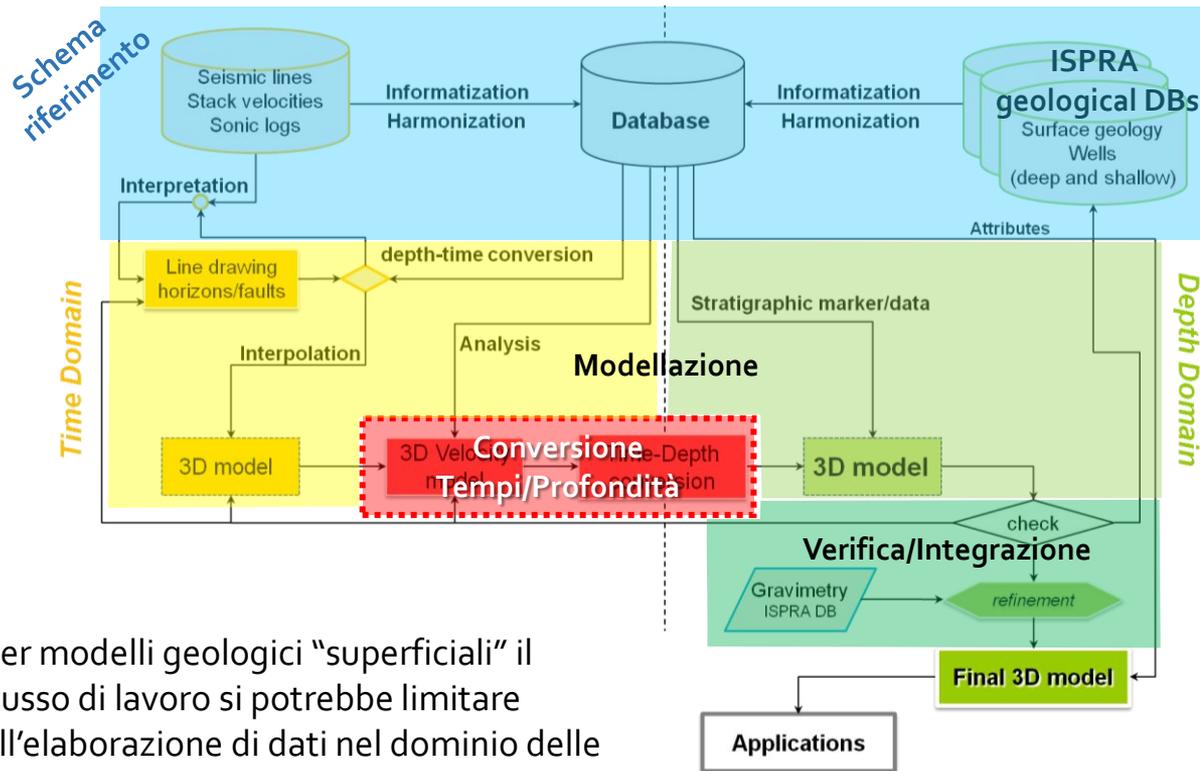


ISPRA



Società Geologica Italiana

REALIZZARE UN FOGLIO GEOLOGICO: LINEE GUIDA E BUONE PRATICHE



Per modelli geologici “superficiali” il flusso di lavoro si potrebbe limitare all’elaborazione di dati nel dominio delle profondità

- Definire modello concettuale (con foglio di superficie)
- Definire gli oggetti da modellare (quale obiettivo?)
- Integrazione dati in tempi e in profondità
- Integrazione e verifica con altri dati

Rapporti ISPRA, 234/2015

## Modello concettuale guida l'interpretazione dei dati

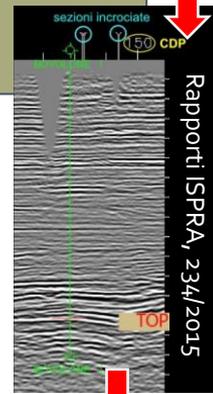
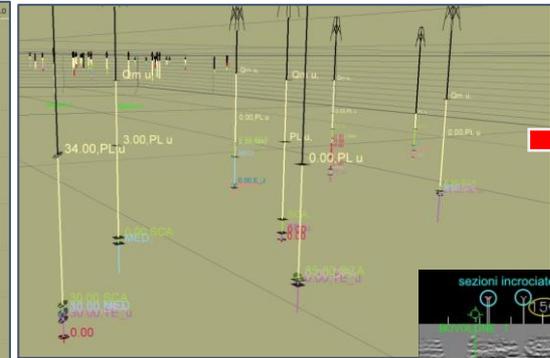
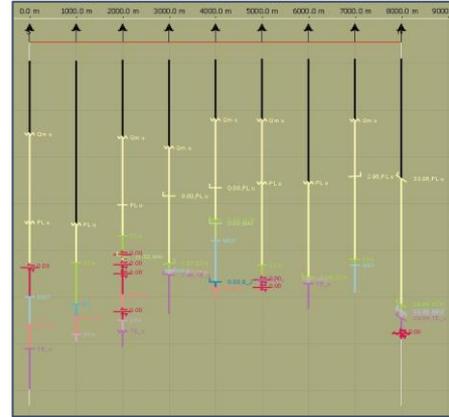
### Unità e superfici limite

Myr	UNIT NAME	HORIZON NAME
0.45	PLCc	QC3
0.63	PLCb	QC2
0.87	PLCa	QC1
1.07	PLMd	QM3
1.24	PLMc	QM2
1.50	PLMb	QM1
	PLMa	GEL
	PL	Porto Corsini Porto Garibaldi Argille Santerno
	MESb	Sergiano Fusignano
	MESa	Gessoso-solfifera Marna di Gallare
	MIO	Marna di Gallare
	EO-OL	Marna di Gallare Scaglia cinerea
	K-PAL	Scaglia marna del Cerro bracco di Cavone Marna ai fucoidi
	J-K	Maolica Calcarei argillosi Rosso ammonitico Calcarei posidonica Oolite S. Vigilio
	TR-J	Medolo Corna Calcarei grigi Dolomia Principale
	P-TR	

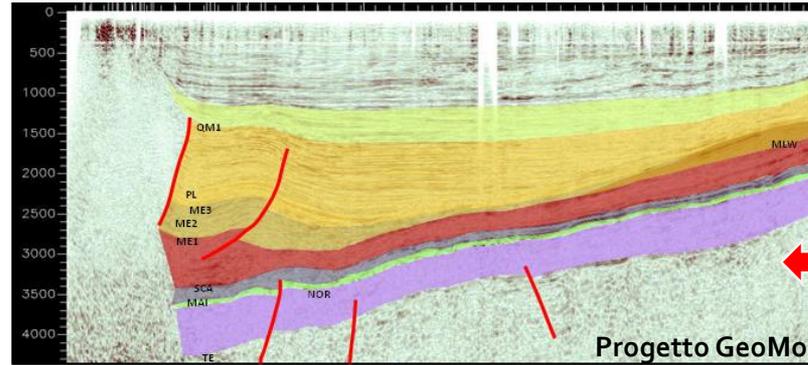
Rapporti ISPRA, 234/2015

profondità

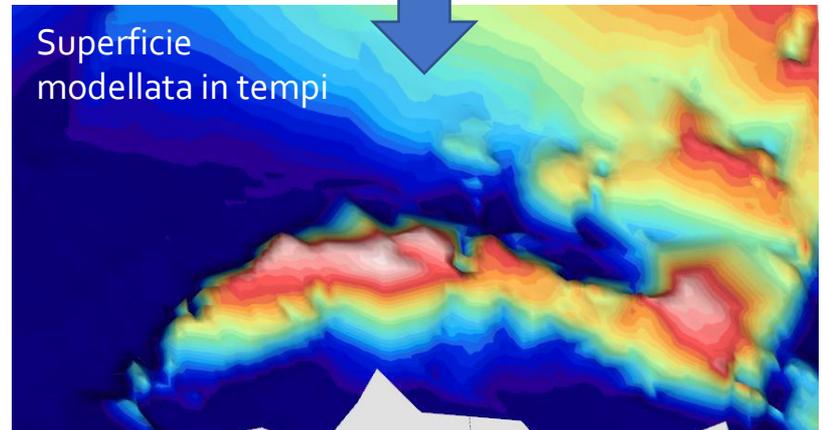
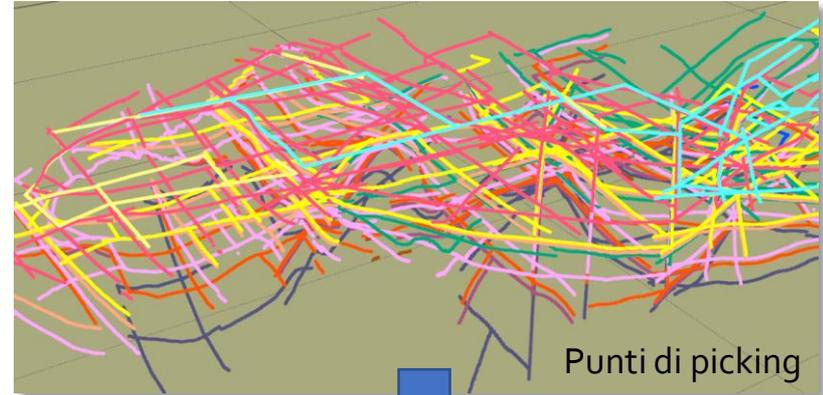
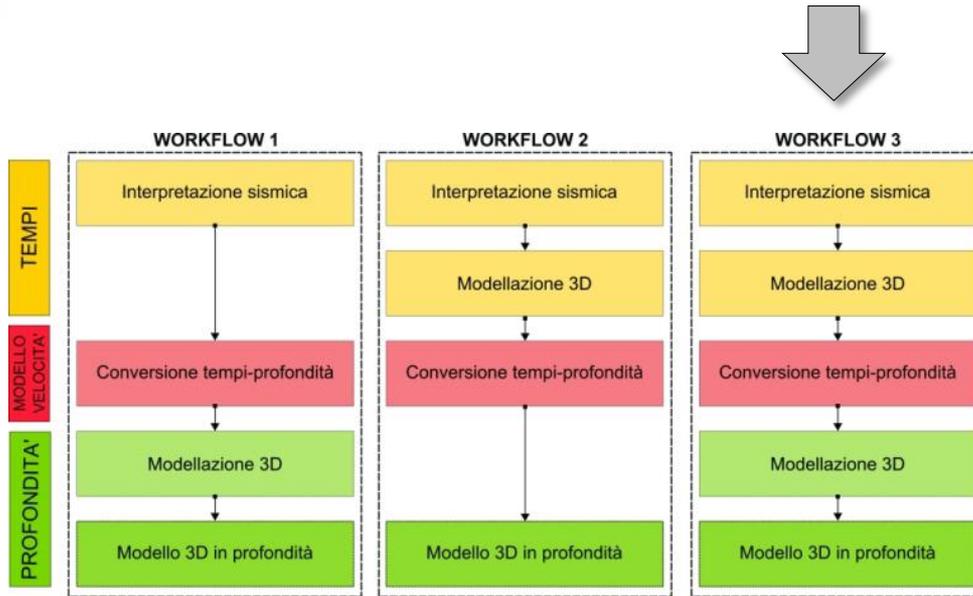
tempi



Rapporti ISPRA, 234/2015



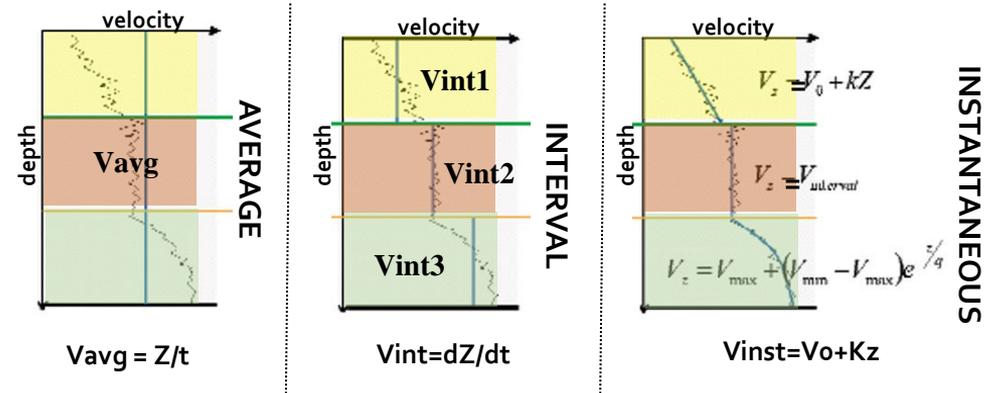
Progetto GeoMol



L'integrazione dei dati in Tempi con i dati in Profondità richiede la conversione Tempi/Profondità

Occorre definire un modello di velocità in funzione di:

- assetto geologico
- estensione dell'area da modellare
- finalità del modello
- disponibilità dei dati

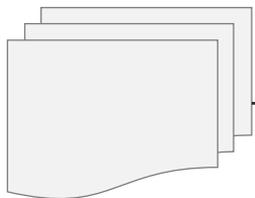


Etris et al. 2002

Schema strat riferimento

Q	Calabrian-Holocene	Layer 1	Velocity layer-cake
PL	Pliocene-Pleistocene pp	Layer 2	
EO-MIO	Eocene-Miocene	Layer 3	
K-PAL	Upper Cretaceous-Paleocene	Layer 4	
TR-K	Upper Triassic-Lower Cretaceous		
P-TR	Permian-Carnian		

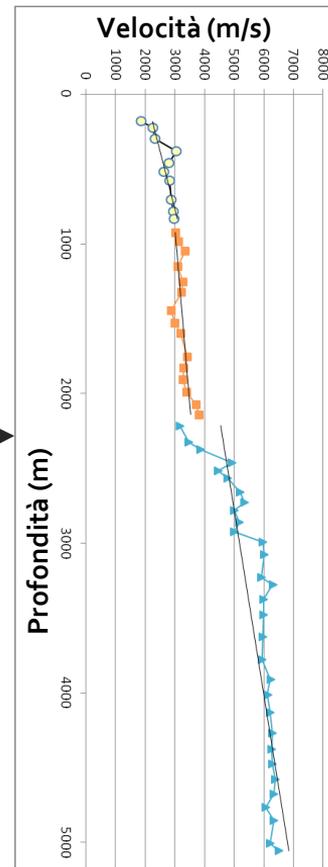
Dati letteratura  
Stacking velocity  
Tabelle Time-Depth



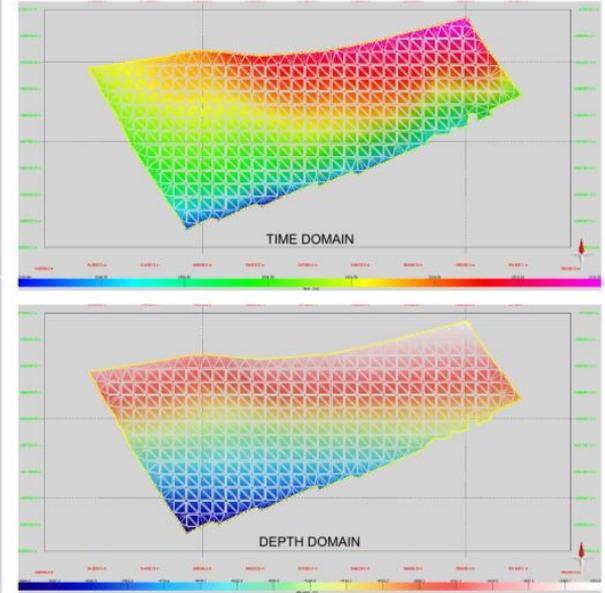
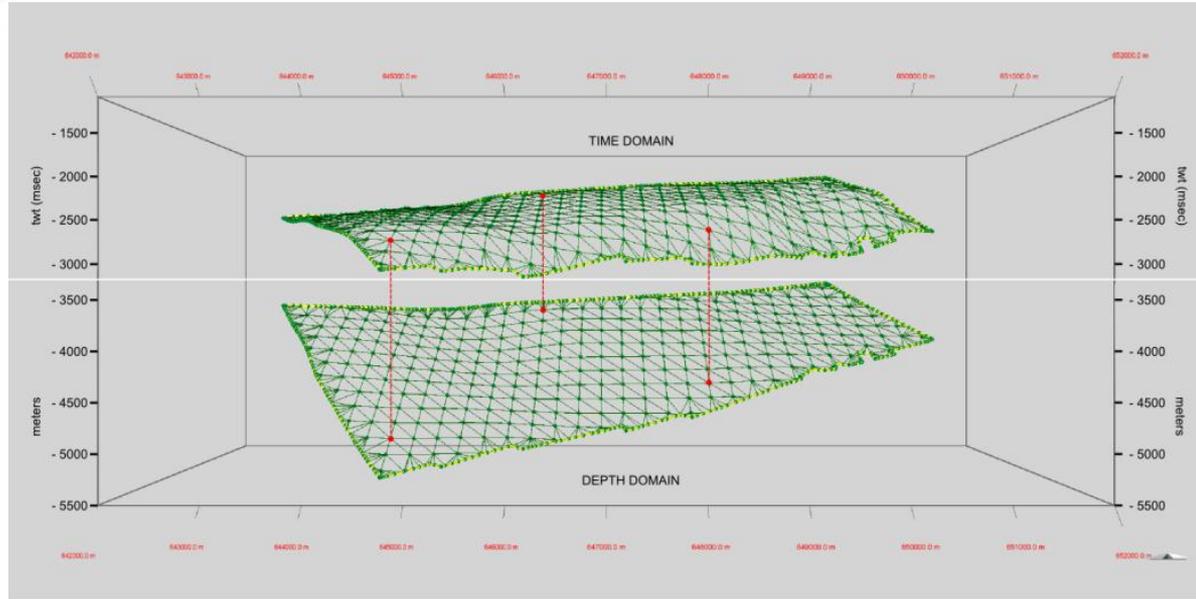
From	To	Formazione	Code	Age_top	Age_bottom
0	130	Alluvioni	HOL	Holocene	Holocene
130	857	Argille del Santerno	PL	Zanclean	Zanclean
857	2093	Gessoso Solifera	ME	Messinian	Messinian
2093	2210	Marne di Gallare	GAL	Lower Miocene	Lower Miocene
2210	2860	Scaglia	SCA	Rupelian	Turonian
2860	2897	Marne del Cerro	Ku	Upper Cretaceous	Upper Cretaceous
2897	3070	Brecce di Cavone	KI	Albian	Aptian
3070	3145	Rosso Ammonitico	Ju	Malm	Malm
3145	3495	Calcarei a Posidonia alpina	Jm	Dogger	Upper Lias
3495	4775	Calcarei di Noriglio	Jl	Middle Lias	Lower Lias

Dati pozzi

Depth	twt	v
181	194	1865
226	233	2273
300	297	2334
381	350	3047
460	406	2817
517	449	2644
576	491	2824
703	579	2874
784	634	2945
834	668	2978
926	728	3040
987	767	3137
1050	805	3350
1151	870	3102
1255	933	3271
1326	977	3238
1447	1061	2891
1532	1118	2997
1598	1159	3208
1758	1255	3422
1827	1297	3301
1906	1345	3282
1989	1394	3393
2076	1441	3726
2143	1476	3822
2217	1522	3166
2324	1584	3476
2376	1611	3871
2461	1645	4935
2518	1671	4460
2567	1691	4779
2660	1727	5210
2726	1752	5367
2783	1774	5015
2862	1805	5177
2926	1830	5016
2993	1853	5983
3076	1880	6024
3226	1931	5934



# LA CONVERSIONE TEMPI-PROFONDITÀ E LA MODELLAZIONE IN RPFONDITÀ

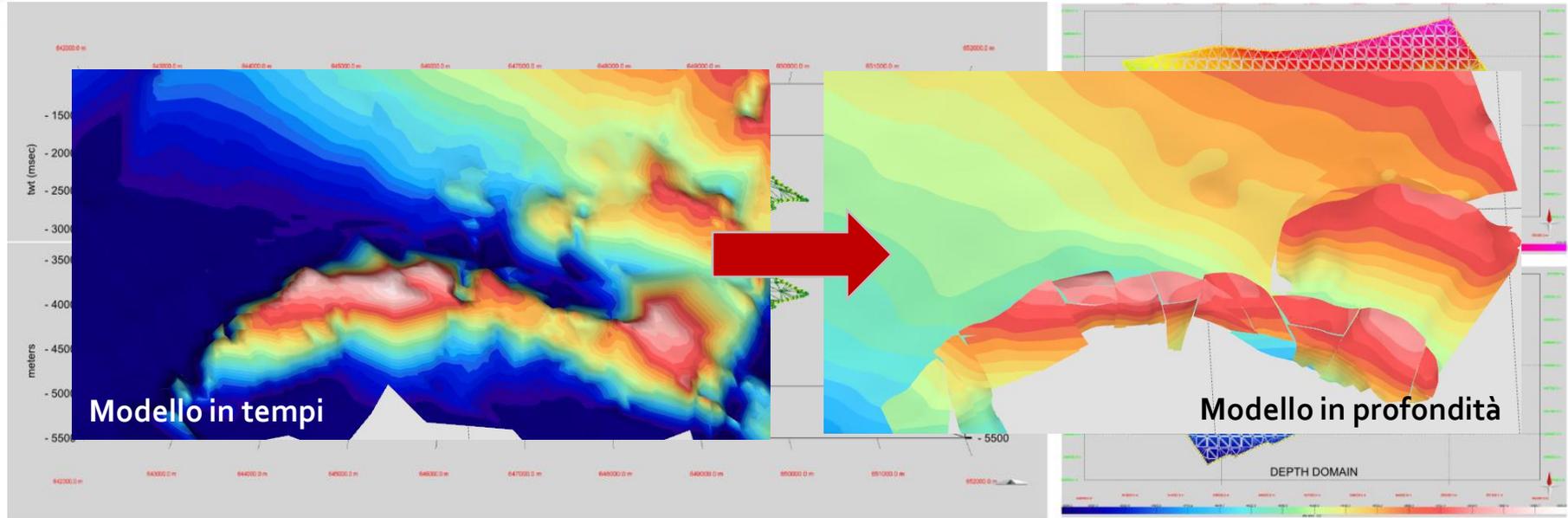


- Raffinamento sulla base di vincoli non usati nella conversione (marker di pozzo)
- Raffinamento sulla base di anomalie geometriche nelle superfici
- Raffinamento sulla base del confronto con dati indipendenti



**MODELLO 3D  
FINALE**

# LA CONVERSIONE TEMPI-PROFONDITÀ E LA MODELLAZIONE IN PROFONDITÀ



Raffinamento sulla base di vincoli non usati nella conversione (marker di pozzo)

Raffinamento sulla base di anomalie geometriche nelle superfici

Raffinamento sulla base del confronto con dati indipendenti



**MODELLO 3D  
FINALE**

Creazione di una banca dati dei modelli geologici 3D  Definizione di uno STANDARD

## MODELLI GEOLOGICI 3D

- Superfici [limite tra unità]
- Faglie
- Volumi + attributi



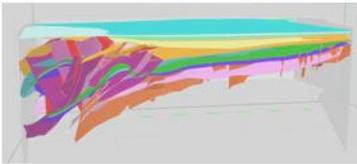
Banca dati in grado di gestire:

- geometrie complesse
- attributi relativi a unità, litologia, età con collegamenti a BD CARG e parametri (permeabilità, porosità, fratturazione, velocità, temperatura) e collegamenti a BD specialistiche
- faglie e loro attributi
- modelli multiscala

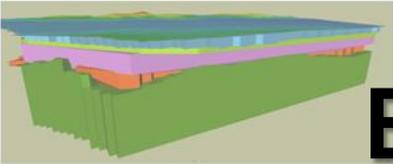
**LAVORI IN CORSO**

Banca dati in grado di rispondere a necessità di utenti esterni (interrogazioni e produzioni di elaborazioni dedicate) e Open data

Banca dati che possa essere visualizzata – visualizzatore 3D



Video del Workshop sulla Modellazione geologica 3D – 17 Marzo 2021  
CANALE YouTube ISPRA <https://www.youtube.com/watch?v=TIDI71ZeiPM>



# Buona modellazione

