



LINEI, Maggio 2021

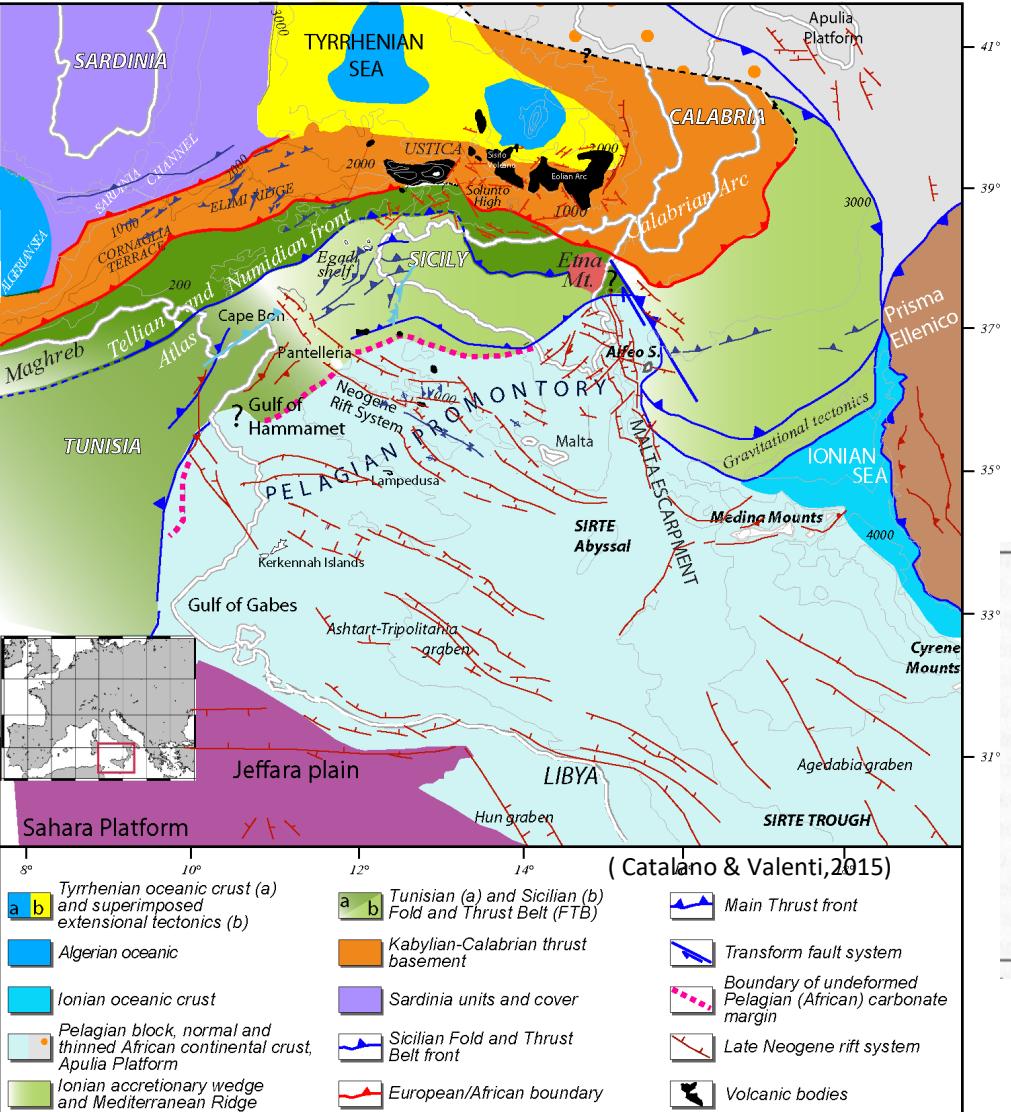
Raimondo Catalano

La geologia della Sicilia e la ricostruzione  
della evoluzione geodinamica del Margine  
Africano negli ultimi 300 milioni di anni.

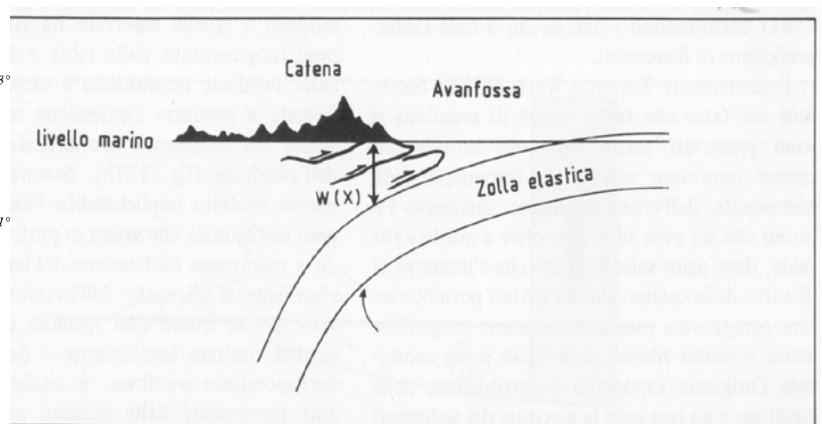
*L'esigenza primaria di una ricerca geologica regionale è la ricostruzione degli eventi tettono-sedimentari per identificare l'evoluzione geodinamica della regione.*

*La regione è il Mediterraneo centrale (Carta strutturale); gli eventi tettono-sedimentari si sono svolti durante l'intervallo temporale che*

*va dal*



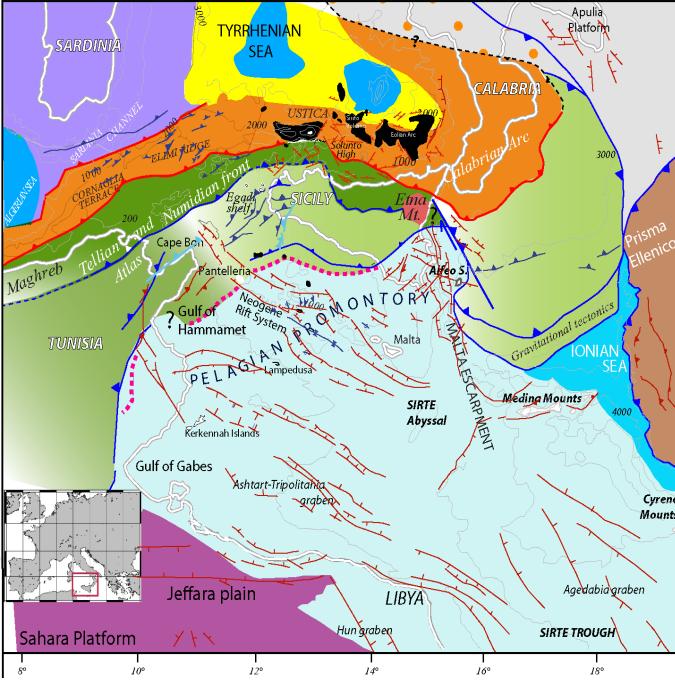
*Permiano all'Attuale (300 Ma). Il riconoscimento degli eventi relativi alla formazione dell'Orogeno della Sicilia è fondamentale per ricostruire l'evoluzione permiano-mesozoica di quella parte dell'antico Margine continentale Africano che oggi giace nel Mediterraneo centrale come una pila di unità alloctone embriate verso Sud Est. Unità tettoniche costituite da rocce sedimentarie distaccate dal loro originario supposto basamento cristallino Africano (Crosta continentale). La loro retrodeformazione consente la ricostruzione della disposizione ed estensione originarie (palinspastica) dei corpi sedimentari pre-deformazione.*



Schema esemplificativo di una zona di subduzione continentale con formazione delle aree di catena (embrici) ed di avanfossa,



Carta strutturale della Sicilia (Catalano, 2013)



-Mediterraneo centrale un sistema orogenico collisionale(v.schema)

sviluppatosi negli ultimi 35 Ma. Legato a

- subduzione di crosta continentale ed oceanica
- convergenza tra Europa ed Africa
- rotazione del blocco sardo-corso(v. schema) e apertura del Tirreno.

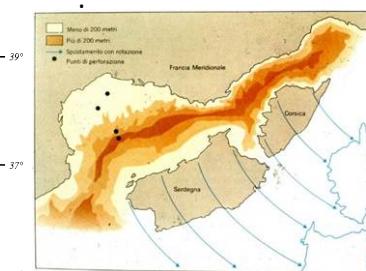
Catena:

Elemento Europeo (**Unità Sarde e AlKaPeCa**)

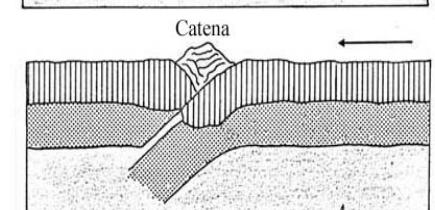
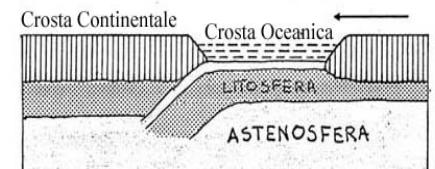
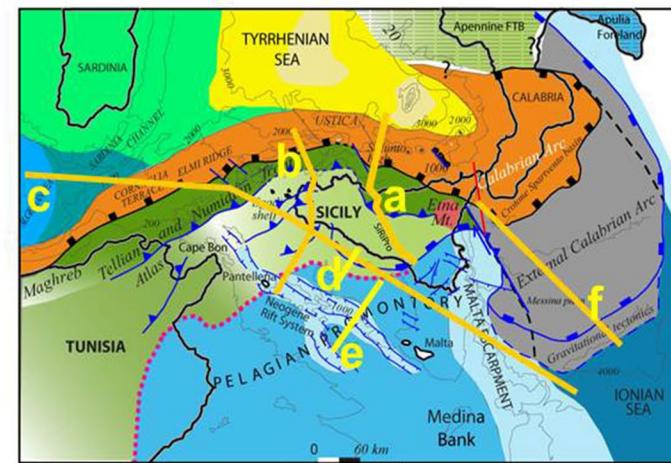
Elemento Tetideo (**Unità Tellian-Sicilidi-Numidian flysch**)

Elemento Africano (**segmento Siciliano, segmento nord Tunisino e Atlascico, Cuneo accrescione ionico**).

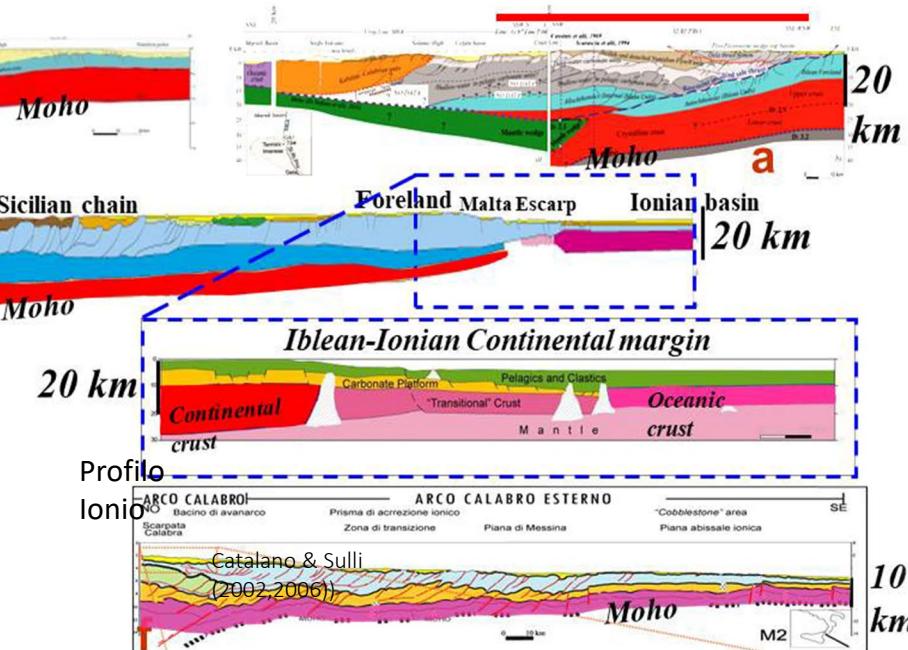
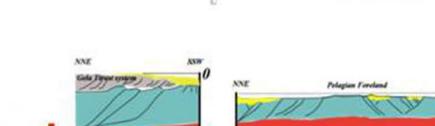
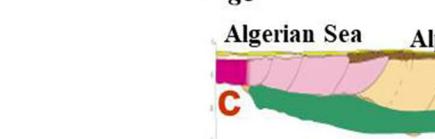
**Avampaese:** Ionio a crosta oceanica e Promontorio Pelagiano a crosta continentale decisamente attaccata all'Africa stabile



Separazione e rotazione di Sardegna e Corsica (parte) ed inizio formazione Oceano ligure-provenzale (AA.VV.)



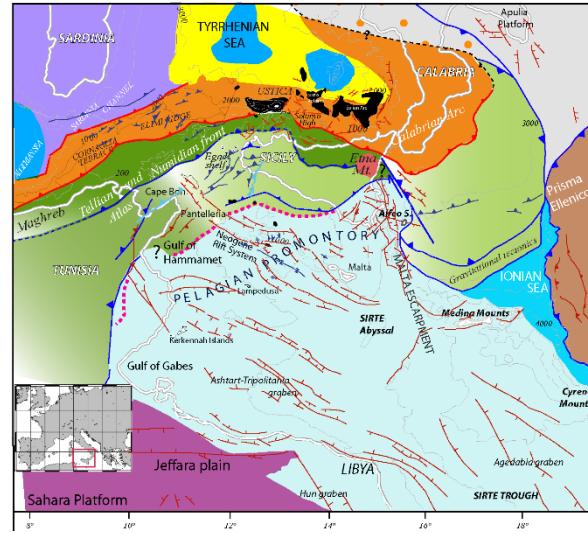
Collisione di due blocchi continentali con formazione di catene montuose.



**Assetto strutturale del Mediterraneo Centrale sulla base di sezioni geologiche crostali.** Lo studio del Mediterraneo Centrale trova sostegno nell'insieme dei dati raccolti nelle varie sezioni geologiche crostali costruite sulla base di profili sismici a grande penetrazione, acquisiti in terra e mare (Crop). Le tracce sono riportate nella carta strutturale. (Catalano et al. 2000, 2013).

## ***La Sicilia è un segmento dell'Orogeno del Mediterraneo***

R. Catalano. *La geologia della Sicilia e...*



- Mediterraneo centrale un sistema collisionale (35 Ma)
- subduzione di crosta continentale ed oceanica africana
- La convergenza tra Europa ed Africa
- la rotazione del blocco sardo- corso e l'apertura del

## **Tirreno Elemento Europeo" (unità sarde e AlKaPeKa)**

### Elemento Tetideo (unità *Tellian-*)

### Elemento Africano (segmento S)

*tunisino e Atlasico,  
Cuneo Calabro esterno (ionico).*

Avampaese: *Ionio* a *crosta*

### *Pelagiano a crosta continentale*

Perugiani a cresta continentale decisamente attaccata all'Africa stabile

## an Applied Statistic

## Dati esseri

## DUTI ESSER

## ricostruzione

## Struttura

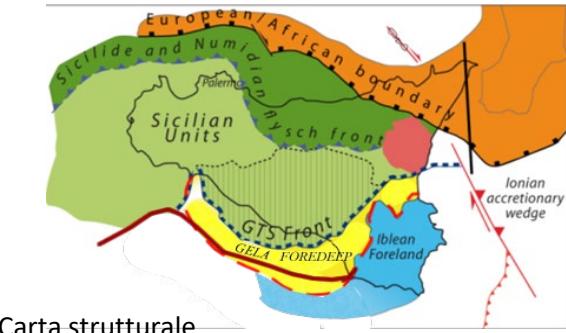
## Assetto

## - Assetto tellurico dei corpi geologici

## corpi geologici - Stratigrafia e caratteri

- Stratigrafia e caratteri deposizionali delle

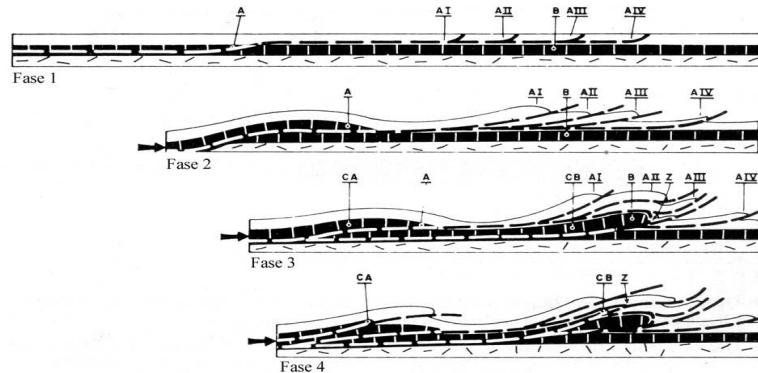
## deposizioni delle successioni rocciose coinvolte



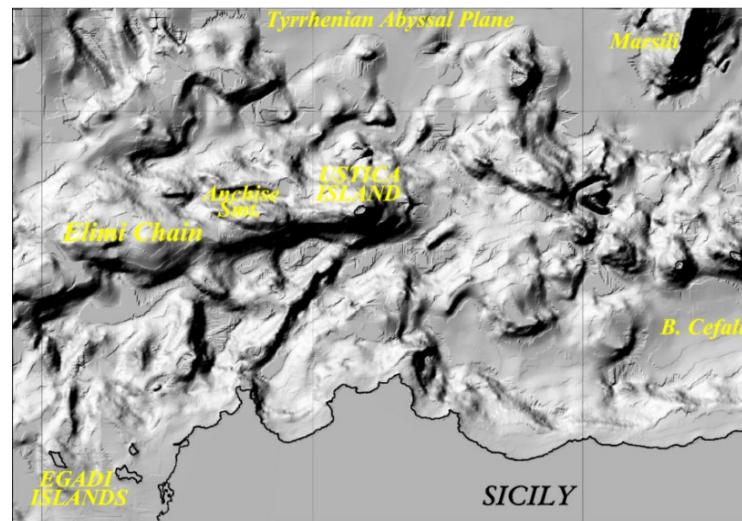
## Carta strutturale

- Avampaese ibleo-Pelagiano** immersente a Nw
  - Avanfossa** (Gela Foredeep)
  - Catena** (unità tettoniche):
    - elemento "Europeo" (Peloritani, unità cristalline)
    - elemento **Tetideo** (Sicilidi-Numidian flysch)
    - elemento **Africano** (Unità carbonatiche)

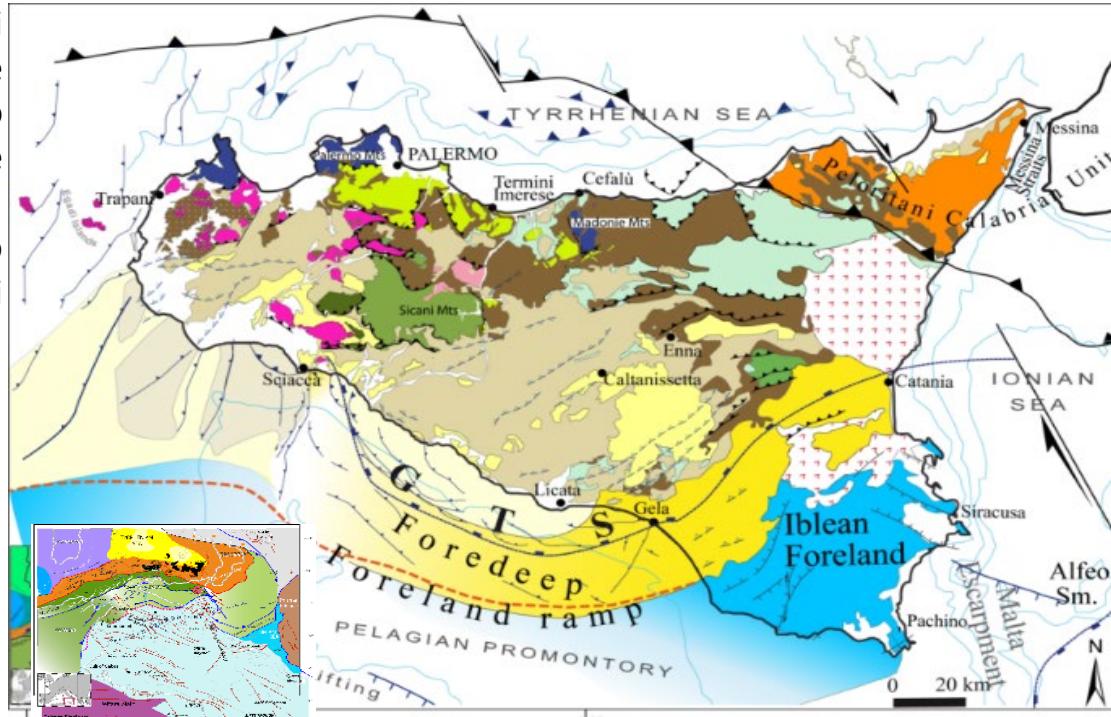
Le rocce affioranti in Sicilia e sommerse nei mari adiacenti(vedi carta fondali), deformate e distaccate dal loro originario basamento crostale, sono incorporate in unità tettoniche ( v. carta strutturale e geologica della Sicilia) che si sovrappongono da N verso S, una sull'altra a formare la catena secondo modelli di progressione della deformazione illustrati nello schema sottostante.



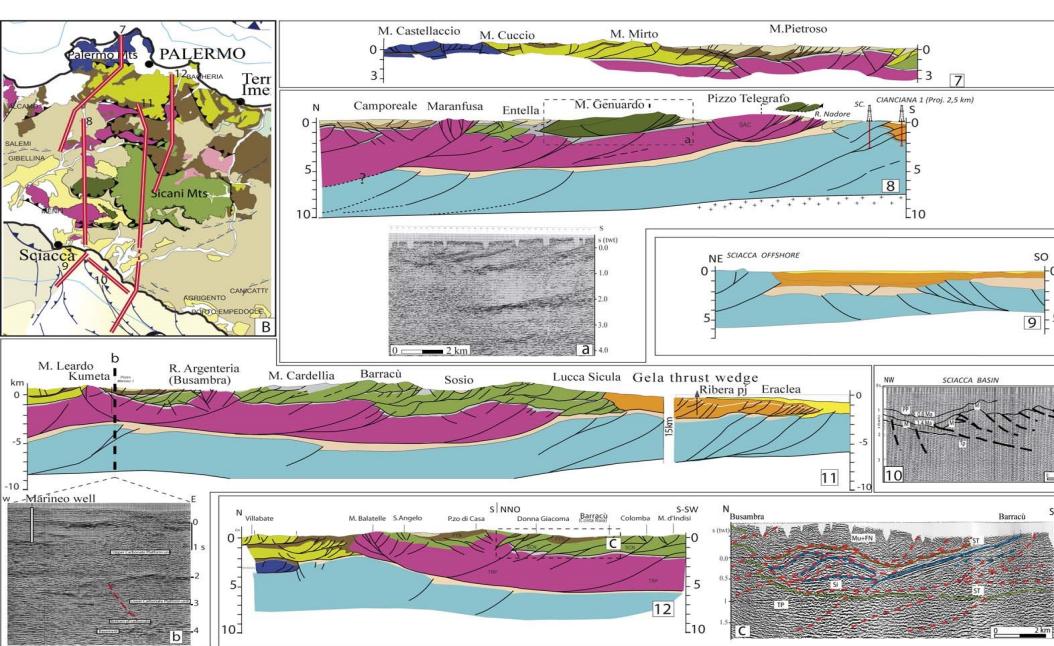
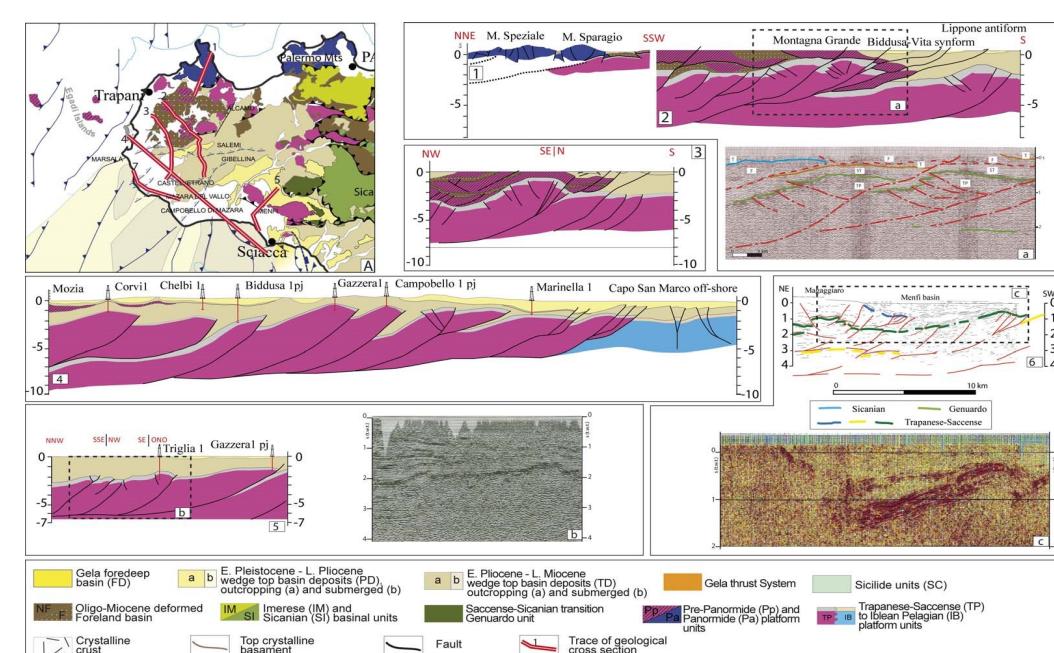
### Fasi orogeniche principali nella formazione di una catena.



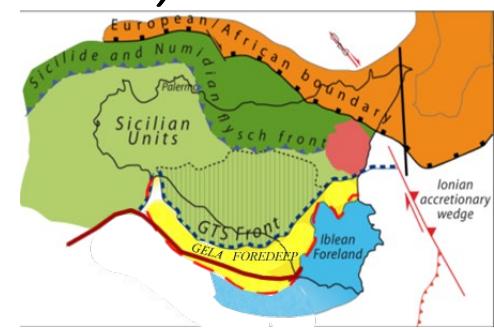
## Continuazione della catena siciliana nei fondali del Mar Tirreno (settore centro occidentale)



Carta geologica semplificata (Catalano et al. 2013)



## a) Assetto tettonico dei corpi geologici in Sicilia



### -Avampaese ibleo-Pelagiano

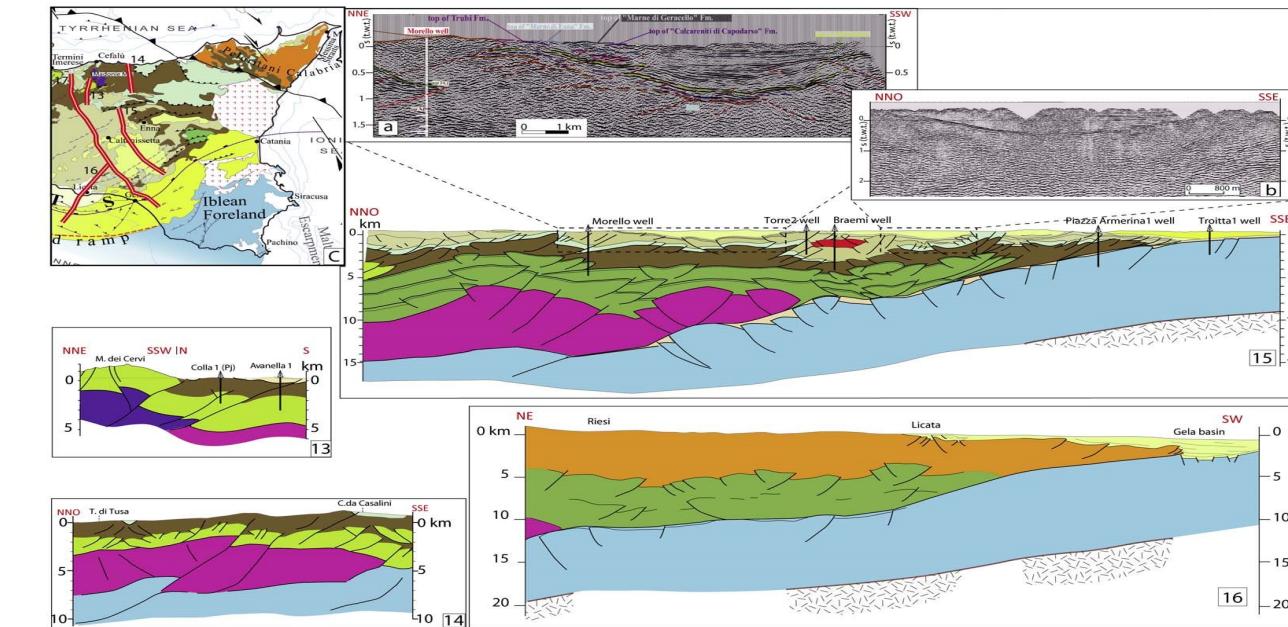
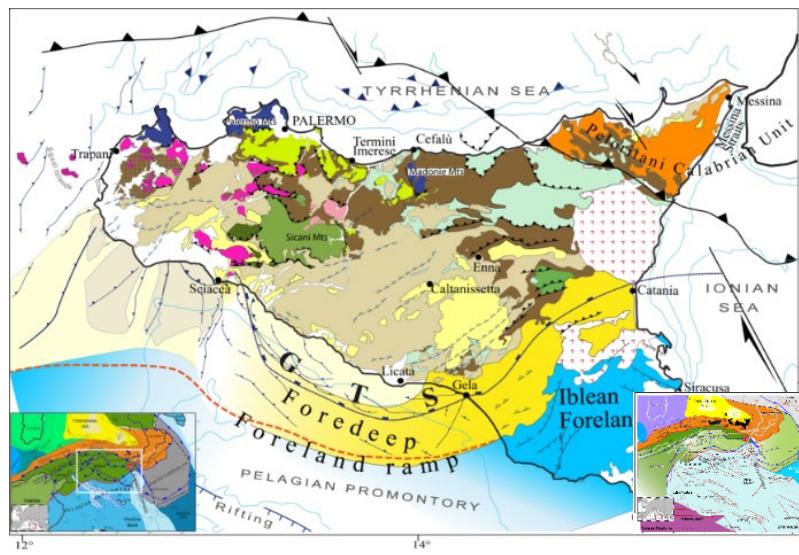
### -Avanfossa (Gela Foedep)

### -Catena(unità tettoniche):

-elemento "Europeo"(Peloritani,unità cristalline)

-elemento Tetideo

elemento Africano



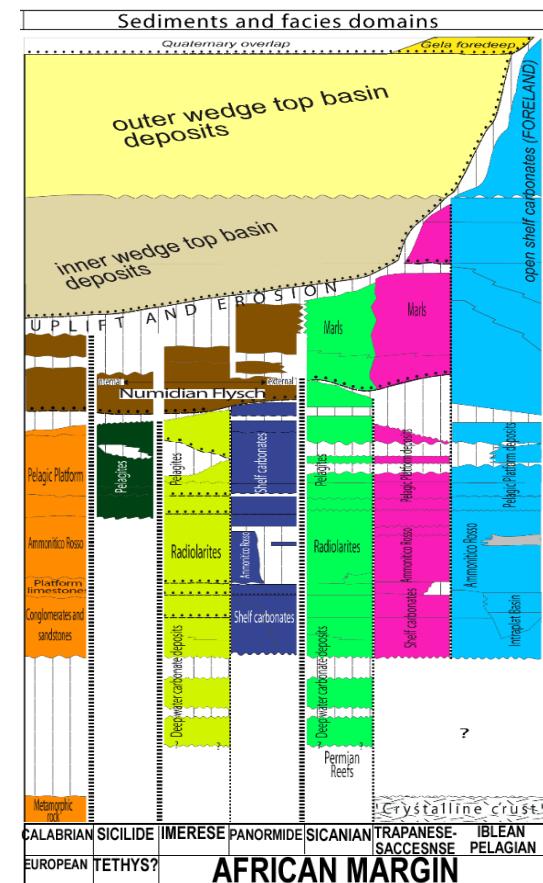
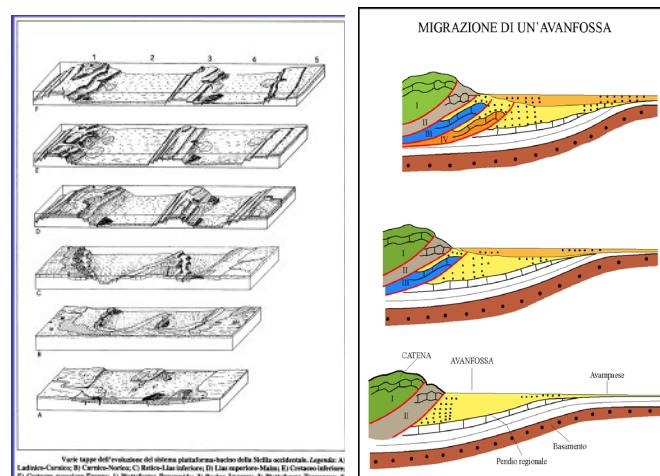
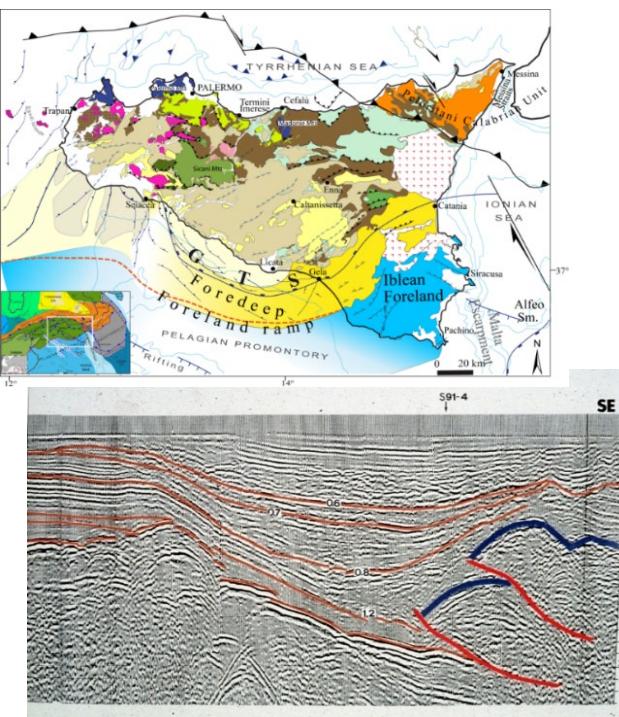
## b) Stratigrafia e caratteri deposizionali dei differenti domini paleogeografici pre-orogenesi

Primariamente sono state ricostruite le successioni di rocce (da ora unità) appartenenti ai tre Elementi strutturali «**Europeo**», **Tetideo** e **Africano** del Sistema catena – avampaese siciliano.

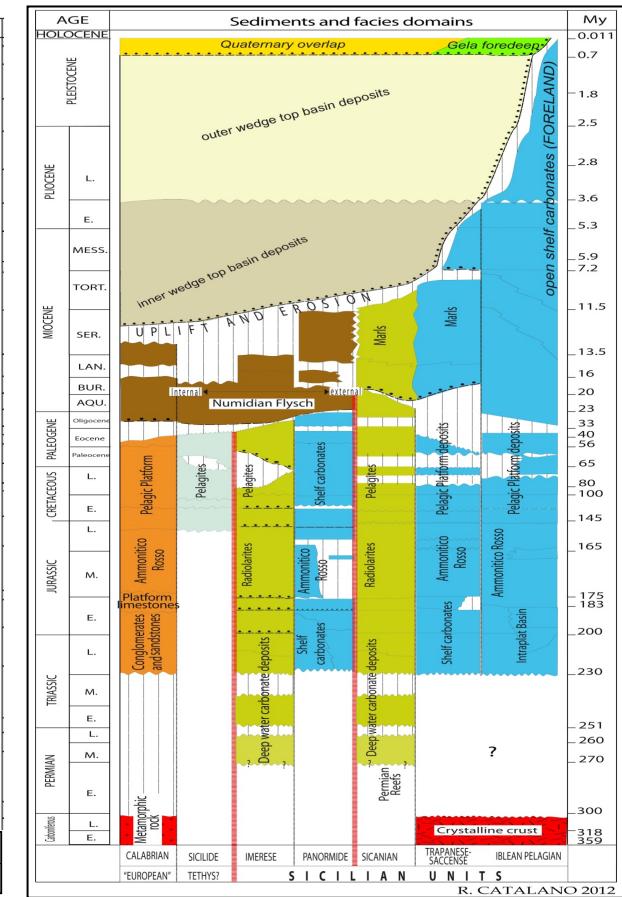
Dell'elemento **Africano** si sono ricostruite le successioni sulla base dello studio stratigrafico e definite le caratteristiche deposizionali (*analisi delle facies*) in base alle quali sono stati differenziati i diversi **domini paleogeografici** dove le successioni rocciose si sono formate prima della deformazione tettonica (v. Tabella 1 che riporta i tipi di depositi ed i relativi domini paleogeografici.)

In Sicilia la gran parte delle rocce pre-23 Ma sono carbonatiche. **L'analisi di facies** individua ambienti deposizionali di mare basso (**Dominio di piattaforma carbonatica**) e di mare profondo (**Dominio di bacino**) (v. schema e Tab 2).

Negli ultimi 23 Ma si sono depositate rocce clastiche (argille ed arenarie) a parte il ciclo Evaporitico del Messiniano. Erosione di rocce precedentemente emerse e deposizione dei materiali nelle **avanfosse** durante la fase orogenica in Sicilia.

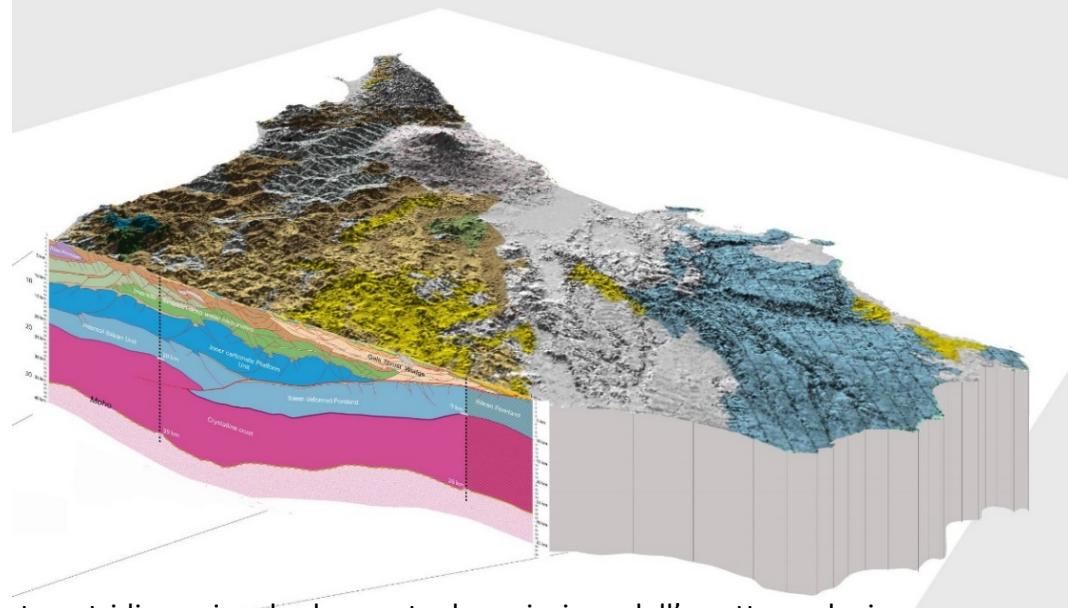


TAB 1

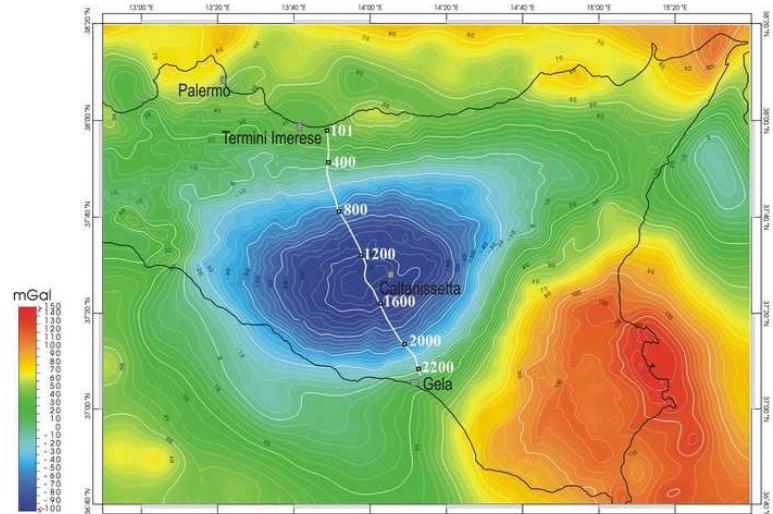


TAB 2

Stratigrafia e caratteri deposizionali delle successioni carbonatiche meso-cenozoiche depositatesi negli originari domini prima dell'innesto dell'orogenesi (Miocene, 23 Ma). Seguono verso l'alto i depositi miocene-pleistocenici di avanfossa, progressivamente coinvolti nella deformazione (Catalano & D'Argenio, 1982; Catalano et al., 1996).

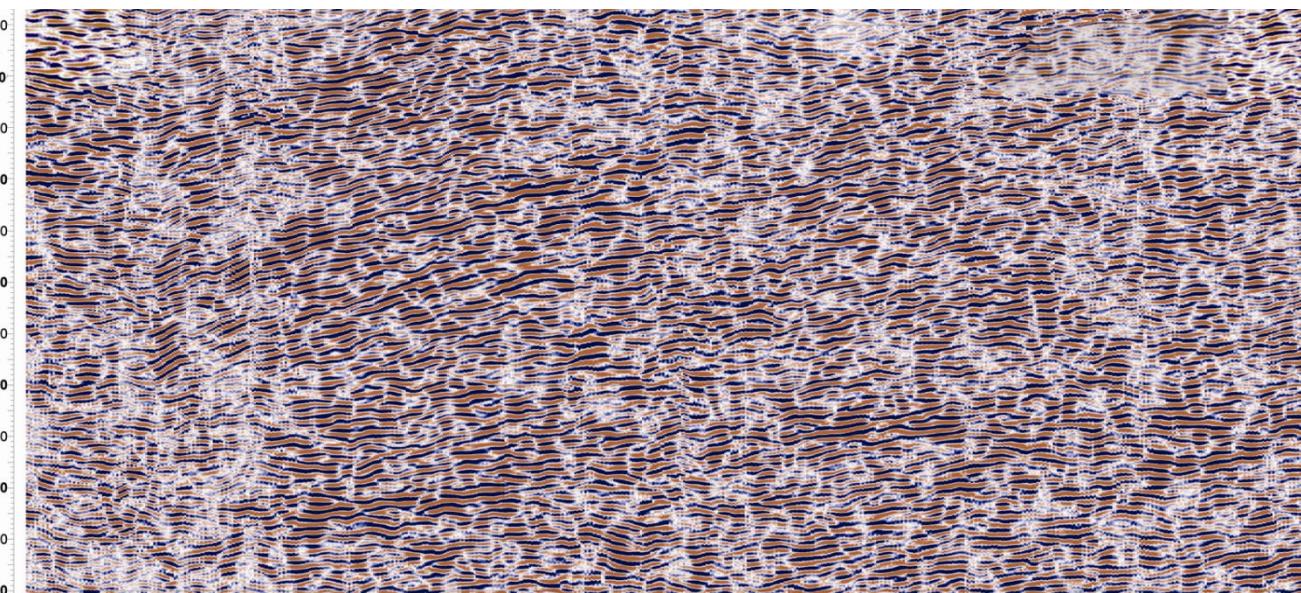


Cartoon tridimensionale che mostra la proiezione dell'assetto geologico crostale lungo lo spaccato corrispondente in superficie alla traccia del Siripro (dalla costa sud tirrenica all'avampaese Ibleo)

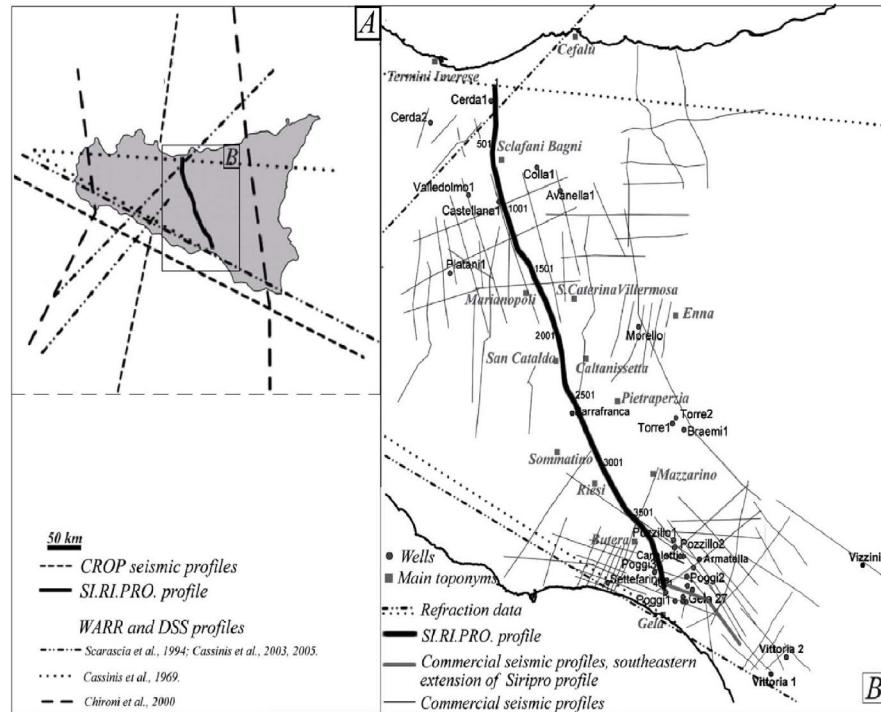


Carta delle anomalie di Bouguer della Sicilia revisionata in base ai dati acquisiti durante il Progetto Siripro (Ferri et al., 2008; Accaino et al., 2011)

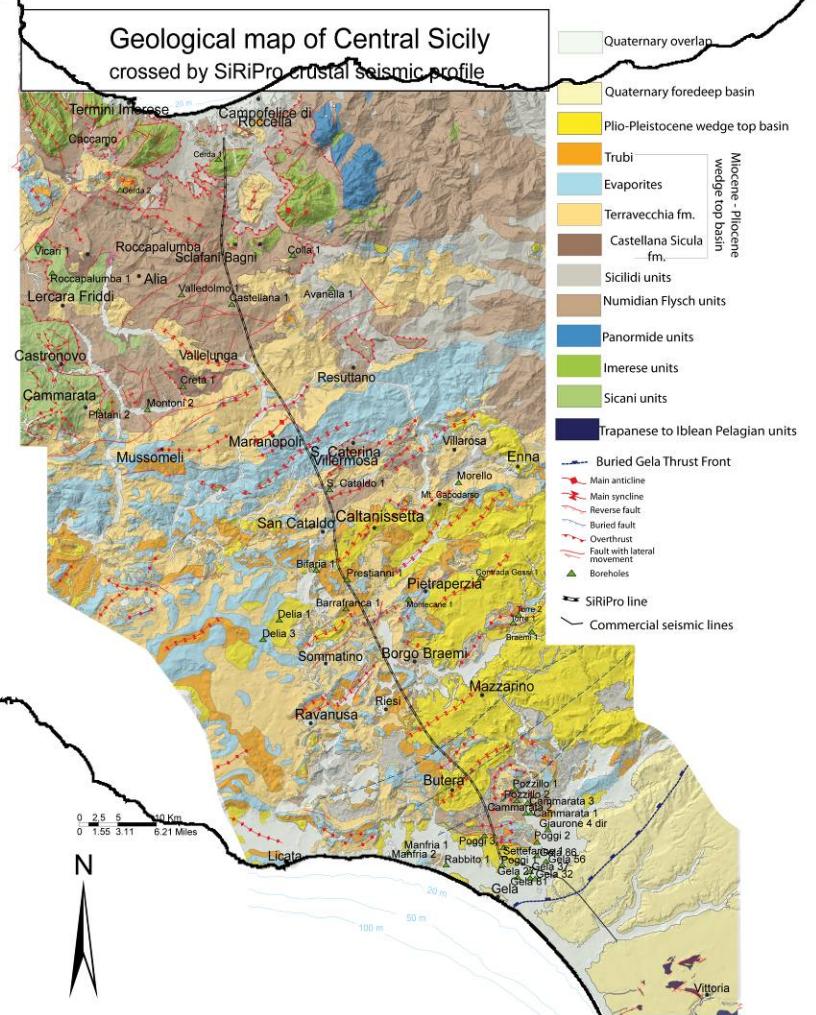
I dati prima mostrati, basati anche su studi di altri Ricercatori, offrono una buona informazione sui caratteri epidermici della crosta siciliana ma rimane l'incertezza sulla loro continuità in profondità e soprattutto l'attendibilità per supportare i modelli geodinamici (collisione, subduzione etc.) molto spesso costruiti su dati puntiformi geofisici. Informazioni sull'assetto crostale profondo (la sua struttura e spessore) o certezze sulla profondità della Moho sono essenziali nel caso si vogliano validare possibili modelli geodinamici. Recuperare i dati profondi della Penisola italiana era infatti l'obiettivo dell'irripetibile Progetto Crop (Crosta Profonda) del CNR. Per questi ed altri motivi nel 2007 abbiamo acquisito in Sicilia un profilo sismico crostale nel quadro del Progetto multidisciplinare SI.RI.PRO (Sismica a Riflessione PROFonda) finanziato dal MIUR e che vedeva la compartecipazione di diversi Istituzioni quali OGS di Trieste e IGG di Pisa oltre che il DGG di Palermo.

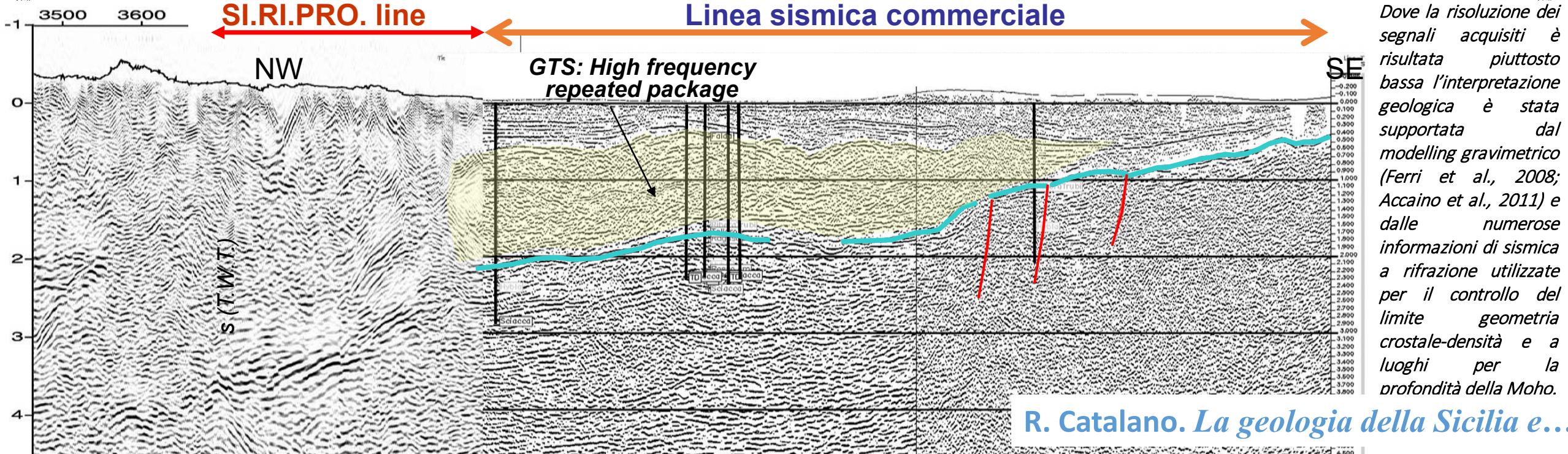
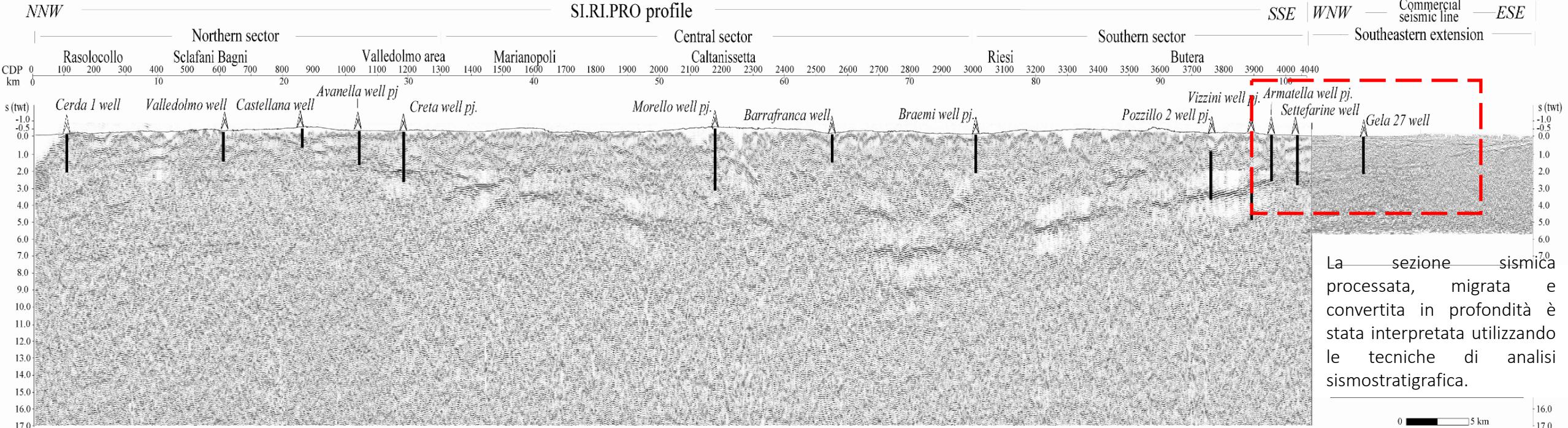


*Particolare del settore N del Profilo Siripro migrato che mostra una buona riflettività tra 2.5 e 8 s(twt)*



La carta geologica della Sicilia centrale mostra la traccia del Profilo sismico a grande penetrazione, acquisito nel 2007 insieme a dati di gravimetria e magnetotellurica e all'esecuzione di ulteriori dettagliati rilievi di superficie dell'area attraversata dal transetto. Il profilo sismico lungo 118 Km, registrato fino alla profondità di 19 sec (twt) ha consentito per la prima volta di collegare i più profondi domini crostali alle strutture superficiali in parte note (Accaino *et al.*, 2011; Catalano *et al.*, 2013; Valenti *et al.* 2015). Nelle figure A e B sono riportate le tracce dei profili sismici commerciali e a grande penetrazione marini (Crop) cui si accompagnano i dati di sismica a rifrazione precedentemente pubblicati da vari Ricercatori..





## PROCEDURE

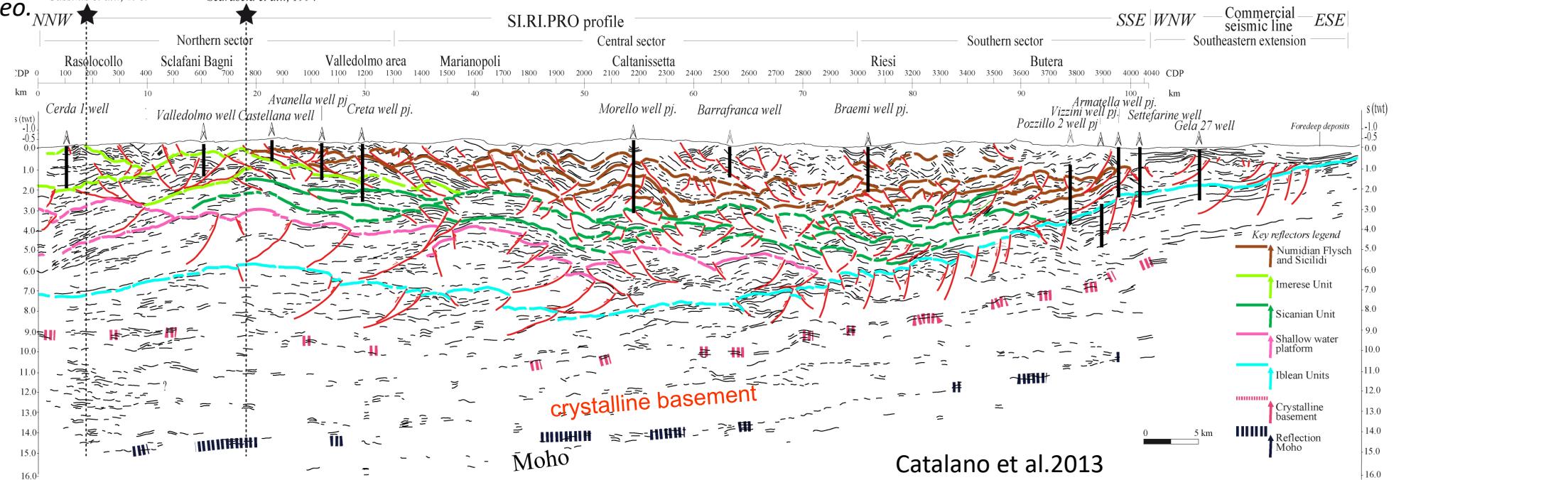
**LINE DRAWING.** L'interpretazione è stata iniziata con il **disegno** dei segnali (orizzonti sismici) riflettenti reali ed importanti, calibrati da vincoli geologici (pozzi profondi) e geofisici (sismica a riflessione, rifrazione, gravimetria). Alla **Interpretazione** in scala dei tempi (s.twt) dopo **migrazione** o **conversione** manuale è seguita quella alla scala in metri (velocità sismica delle rocce attraversate). Al Profilo acquisito è stata collegata una linea commerciale utilizzata per correlare il tetto dell'avampaese **Ibleo**.

Cassinis et alii, 1969

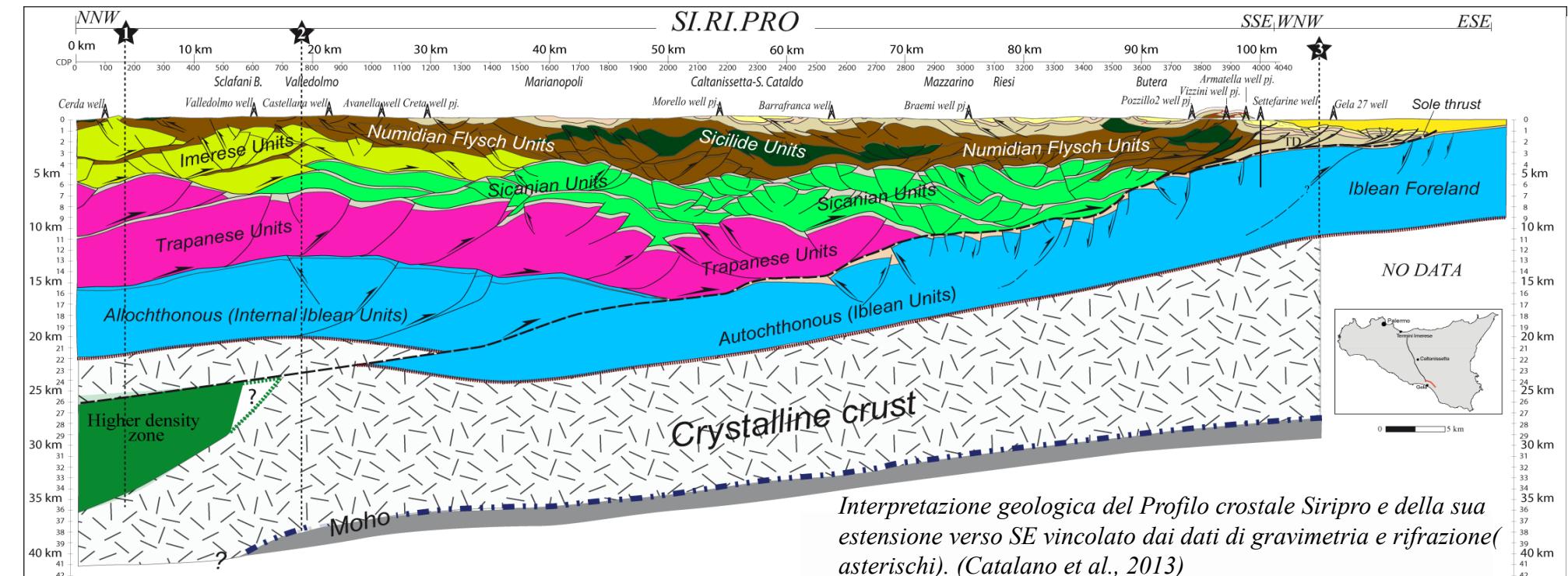
Scarascia et alii, 1994

## Proprietà fisiche delle rocce

Strato	Velocità Vp (km/s)	Densità (g/cm <sup>3</sup> )	Modulo di Poisson	Contenuto di argilla
Copertura neogenico-quaternaria	3	0,1-0,4	1,66	X
Compleks Lercara	3,5	0,1-0,32	1,85	X
Falda di Gela	2,5	0,05-0,32	1,47	X
Flysch Numidico+Argille Varicolori	3,5	0,05-0,4	1,85	X
Carbonati mare profondo	4	0,12-0,32	2,03	
Carbonati piattaforma	5-6	0,1-0,32	2,41	
Crosta superiore	7	0,1-0,33	3,17	
Crosta inferiore	7,5	0,1-0,35	3,36	
Mantello litosferico	8	0,1-0,35	3,55	



Proiezione della interpretazione nella sezione geologica. Sono state interpretate le principali strutture sepolte fino alla discontinuità crosta-mantello e le geometrie profonde del sistema catena-avampaese dell'edificio tettonico siciliano.

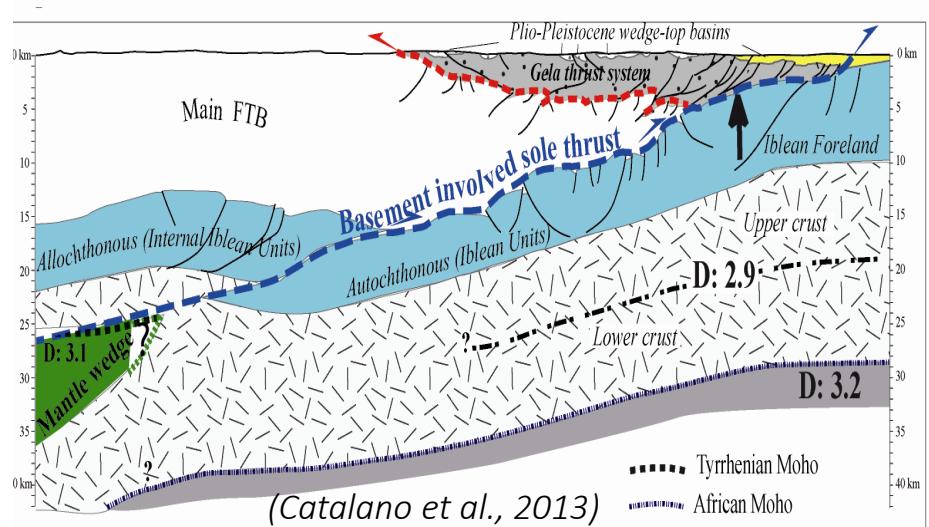


UN MODELLO INTEGRATO controllato dai dati gravimetrici e di sismica a rifrazione.

2 ) La catena (FTB) mostra dall'alto: Falde di FN e Sicilidi (Elemento Tetideo) che sovrascorrono pile di unità tettoniche( derivanti dalla deformazione del Margine Africano) in cui si distinguono unità carbonatiche di bacino(giallo-verde) sovrapposte su un cuneo embriaciato di unità di piattaforma carbonatica(Trapanesi(magenta) ed Iblee(celeste)che poggiano, tettonicamente, verso SE, sull'avampaese Ibleo (celeste).Coinvolgimento tettonico del basamento cristallino. L'intero cuneo tettonico è limitato in basso da un grande piano di sovrascorrimento(**sole thrust**) che si ipotizza possa ricoinvolgere, spostandolo, tutto l'orogeno già deformato. Il corpo a densità maggiore situato a nord è ipotizzato (vedi **modeling gravimetrico**) come un sottile cuneo litosferico corrispondente alla parte sommitale del mantello Tirrenico (v.Doglioni, 1991).

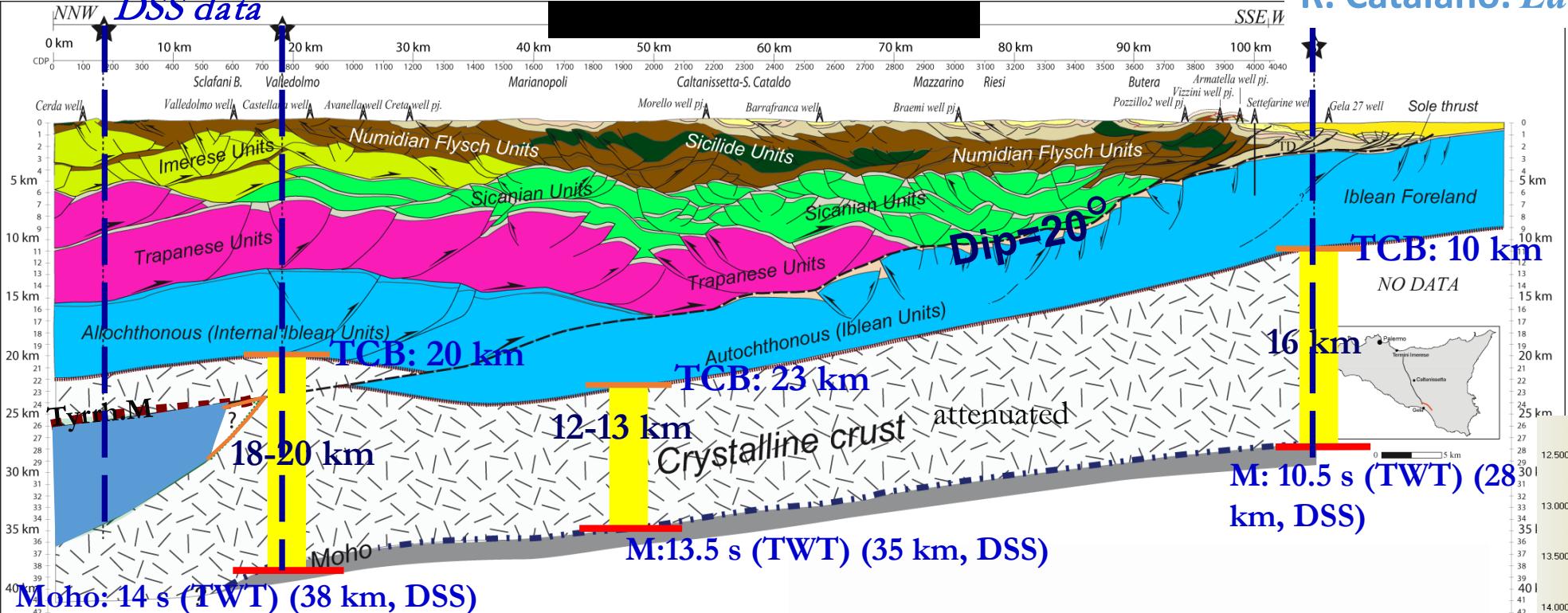
3) *Ordinata progressione della cinematica di deformazione: dalle più alte unità (più interne paleogeograficamente) alle più profonde (più esterne, vicine all'avampaese). La superficie di sovrascorrimento basale rimane nella progressione degli eventi.*

- 1) I dati più significativi riguardano:
- il sistema di catena e le sue implicazioni crustali nel settore nord della Sicilia,
  - La grande e profonda, più di quanto atteso, depressione di Caltanissetta,
  - la straordinaria inclinazione del settore crostale Avampaese Ibleo (Monoclinale regionale),
  - Il corpo cuneiforme crostale a densità maggiore della crosta circostante nel settore Nord (v.**modeling gravimetrico**)
  - Il basamento cristallino (top) e la variabilità dello spessore crostale
  - La superficie di separazione crosta/mantello (Moho)

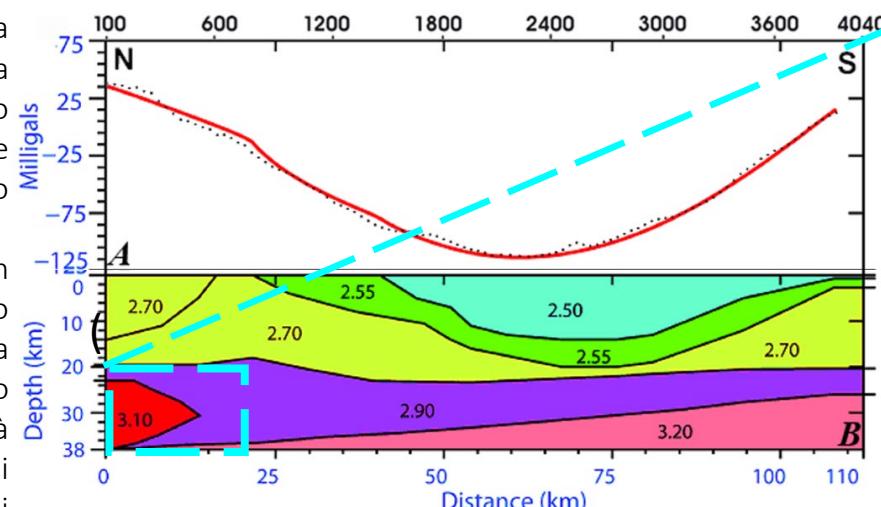


# CALTANISSETTA area

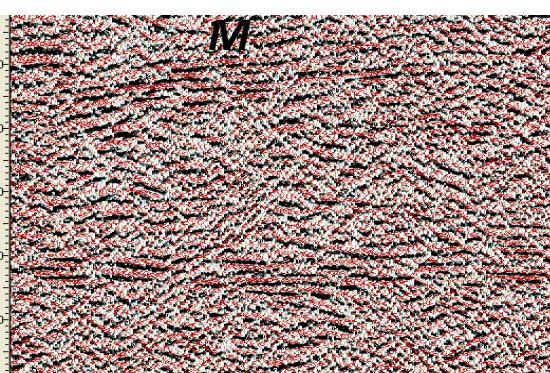
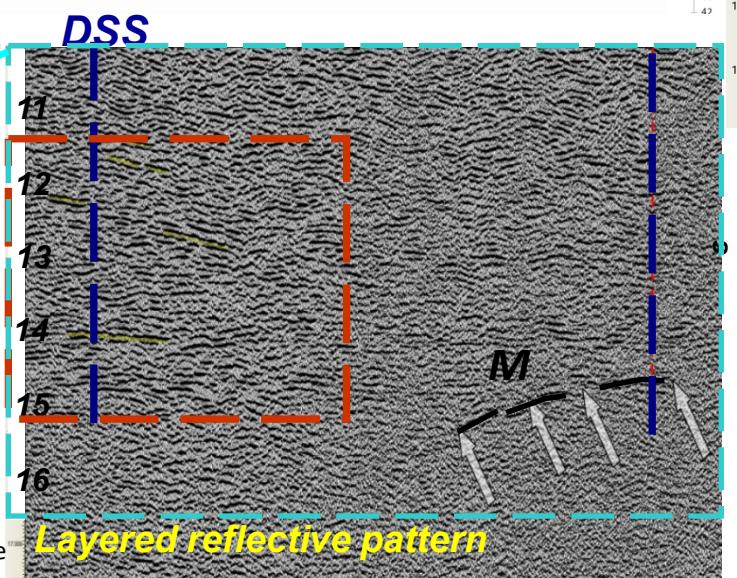
R. Catalano. La geologia della Sicilia e...



1) Il corpo anomalo a maggiore densità nella crosta (sottile cuneo mantellico, come calcolato dal modello gravimetrico), corrisponde al pattern riflettivo stratificato che si rinviene nella parte nord del Profilo a 27 km di profondità in accordo con i dati di rifrazione (DSS di Cassinis et al. 1969)



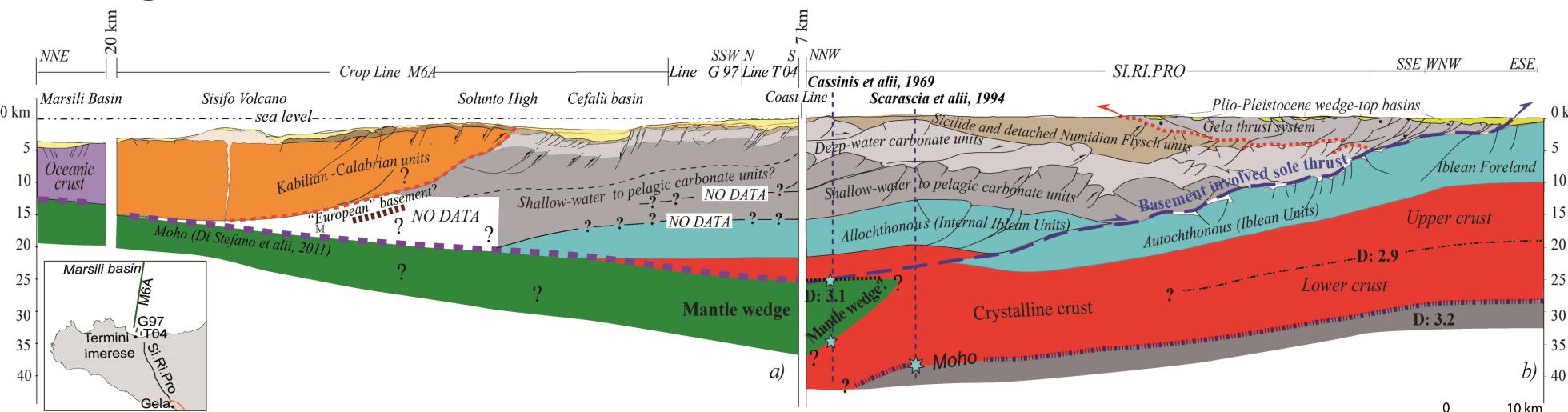
Profilo delle anomalie gravimetriche lungo il profilo Siripro e distribuzione delle densità modellate (in  $\text{g cm}^{-3}$ ) nella crosta e nel mantello superiore (Ferri et al., 2008; Catalano et al., 2013).



Esempi di riflettività corrispondenti a strutture Moho e Sub-Moho

# Linking the crustal kinematic evolution to subduction tectonics.

R. Catalano. *La geologia della Sicilia e...*



4) La profondità della Moho Tirrenica nel punto di giunzione coincide con il top del cuneo a più alta densità che si configurerbbe come la terminazione laterale del mantello Tirrenico

-Se l'ipotesi dovesse essere validata, la messa in posto del mantello Tirrenico risulterebbe progressivamente più recente della formazione del cuneo tettonico siciliano ricostruito nel Profilo Siripro.

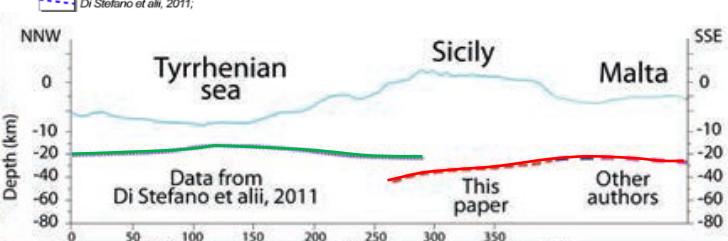
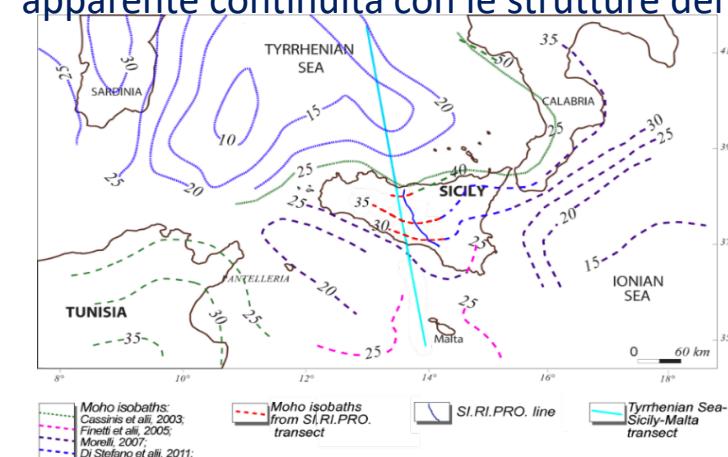
-La Moho Tirrenica è profonda almeno 27 km mentre la Moho Africana pre-subduzione è riconosciuta a circa 40 Km di profondità (nel Siripro e in letteratura).

-La prima si sovrappone alla seconda di almeno 10 Km. -Si ipotizza così che seguendo l'evoluzione geodinamica del sistema Tirreno-Sicilia, lo slab Africano dovrebbe ora cominciare a inclinarsi al disotto della regione costiera della Sicilia. (vedi anche schema subduzione Ionio, Catalano et al.; 2001)

Il cuneo orogenico sarebbe conseguenza del roll-back (arretramento) dello slab di crosta africana e della adiacente crosta ionica tenuamente collegata

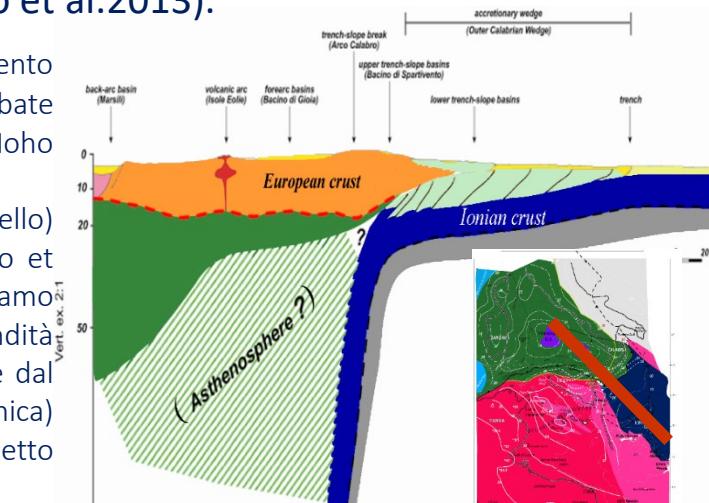
1) Per connettere l'evoluzione cinematica crostale dell'Orogeno siciliano alla tettonica di subduzione abbiamo collegato al Profilo Siripro una sezione geologica crostale NNE interpretazione di una linea sismica acquisita nel Tirreno Meridionale (CROP mare).

2) Il risultante transetto Tirreno Meridionale-Sicilia (v. traccia) mostra da N: a) la continuazione in mare dell'Elemento «Europeo»(Peloritani), b) una pila di unità tettoniche sedimentarie in apparente continuità con le strutture del SIRIPRO (Catalano et al.2013).



3) Facendo riferimento alla carta delle isobate della Moho Tirrenica(superficie superiore del mantello) riportata in Distefano et al., 2012 abbiamo riportato la profondità della stessa a partire dal Marsili (crosta oceanica) lungo il transetto marino.

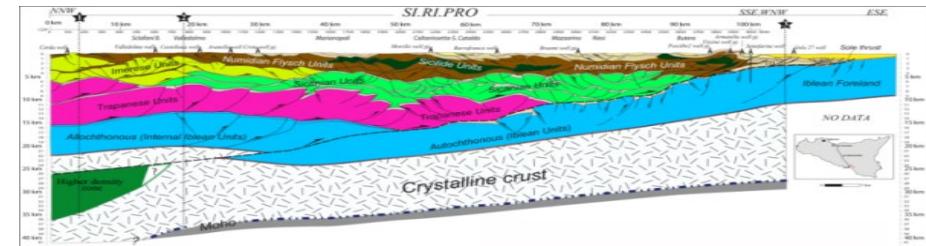
(Catalano et al. 2013)



Modello interpretativo della subduzione della crosta Ionica (ritenuta oceanica, Catalano et al. 2001).costruito grazie all'interpretazione di profili sismici (v. profilo geologico f attraverso lo Ionio, traccia in rosso sulla carta indice)

# Ricostruzioni palinspastiche delle Unità Siciliane

R. Catalano. *La geologia della Sicilia e...*



2) I risultati del Profilo SIRIPRO rendono più chiare le correlazioni tra strutture affioranti e sepolte e, quindi, più accettabili le ricostruzioni palinspastiche dei corpi sedimentari costituenti un settore del Margine Africano (Pelagiano) prima della deformazione e del trasporto tettonico (processi avvenuti negli ultimi 23 Ma).

Oligocene

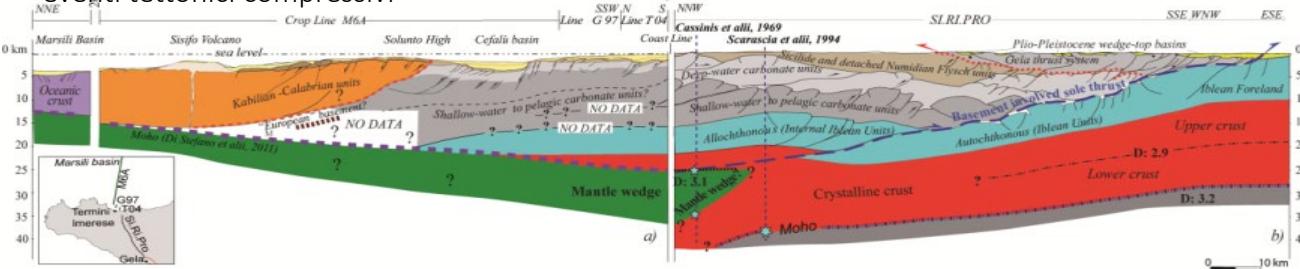
Undetermined value

Sezione bilanciata

~ 230 km

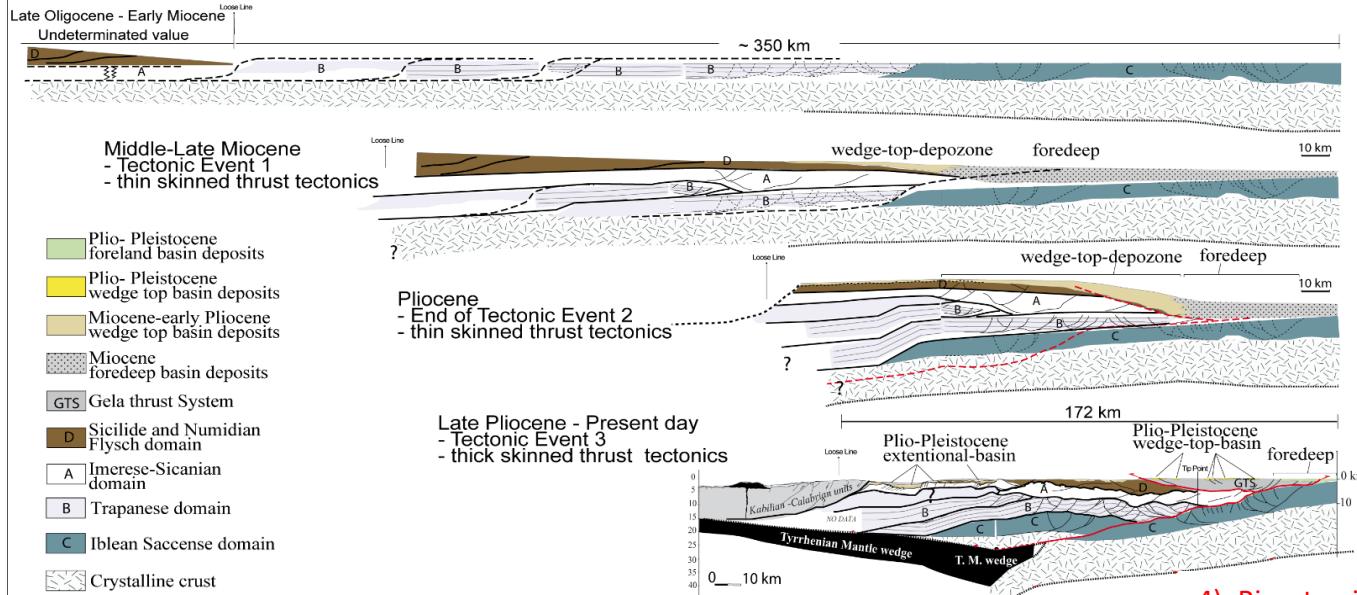
10 km

1) La stratigrafia che data l'avanzamento delle unità tettoniche conferma i principali eventi tettonici compressivi

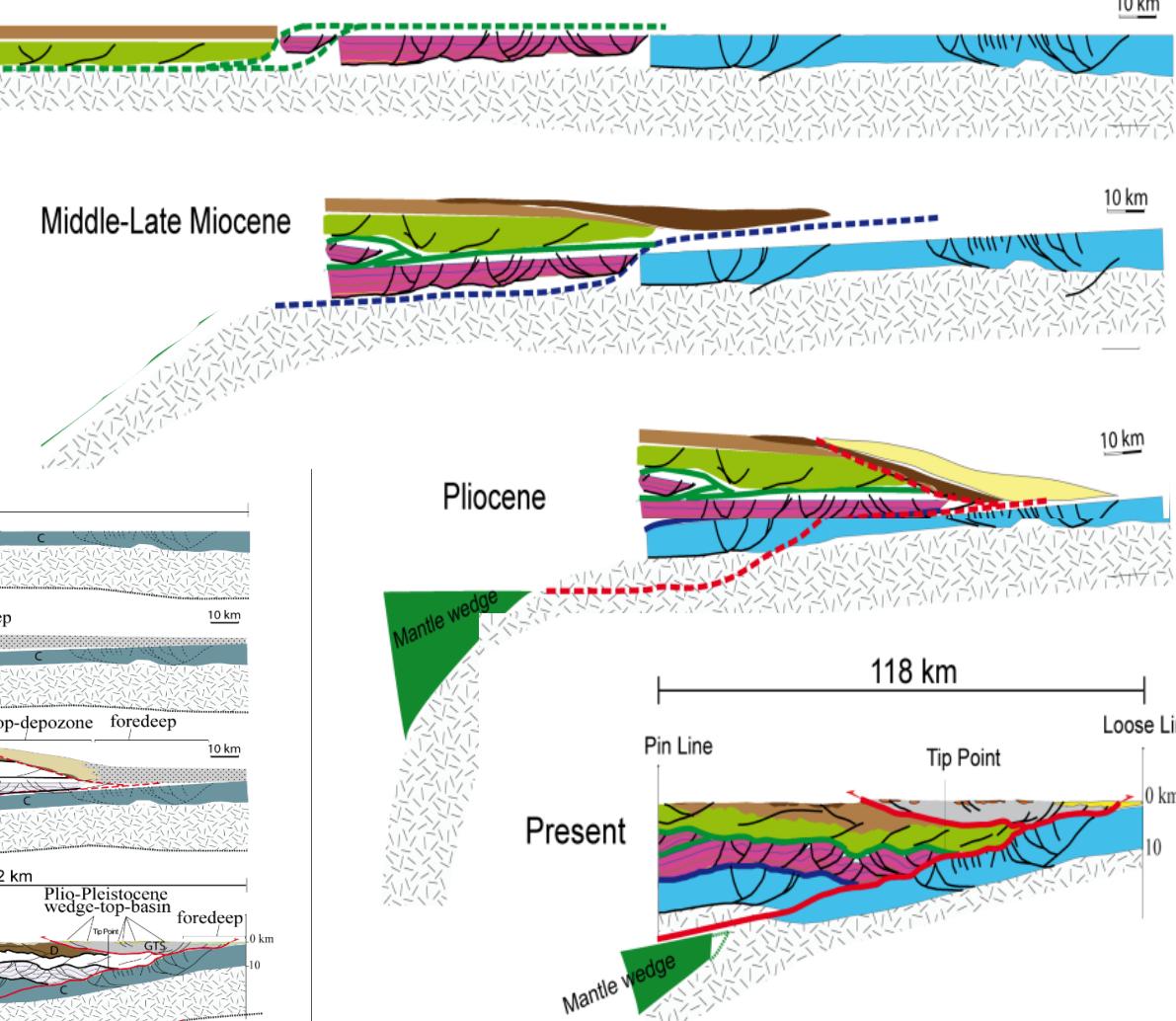


## EVENTI TETTONICI E RACCORCIAMENTI CALCOLATI PER LA SEZIONE TIRRENO -IBLEI

3) Lo sviluppo del sistema Tirreno meridionale-Sicilia-Avampaese pelagiano consente la ricostruzione palinspastica dei corpi originari del margine continentale Africano



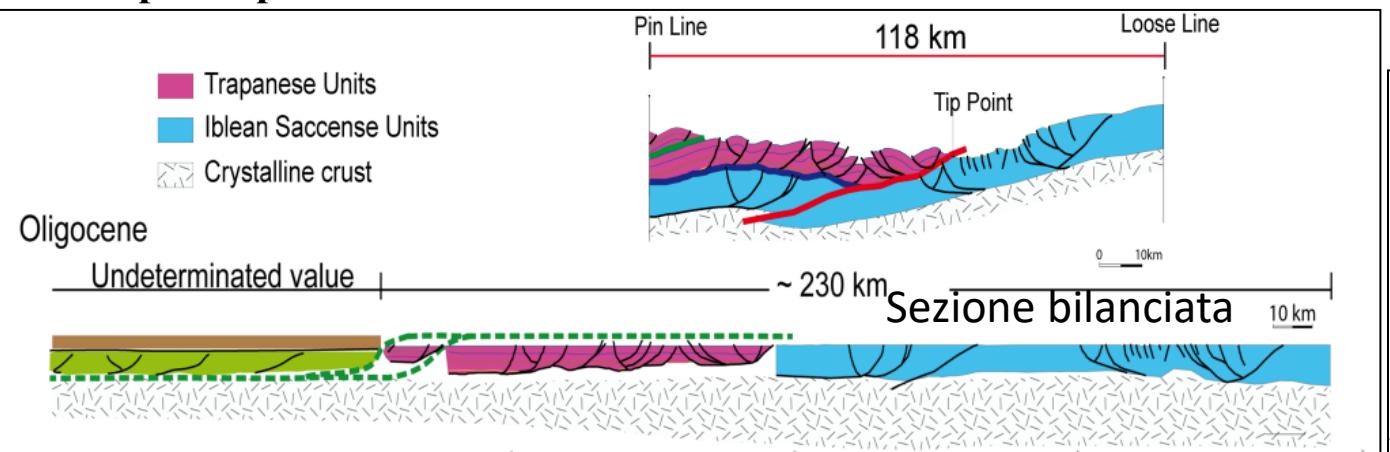
Gasparo Morticelli et al. 2015



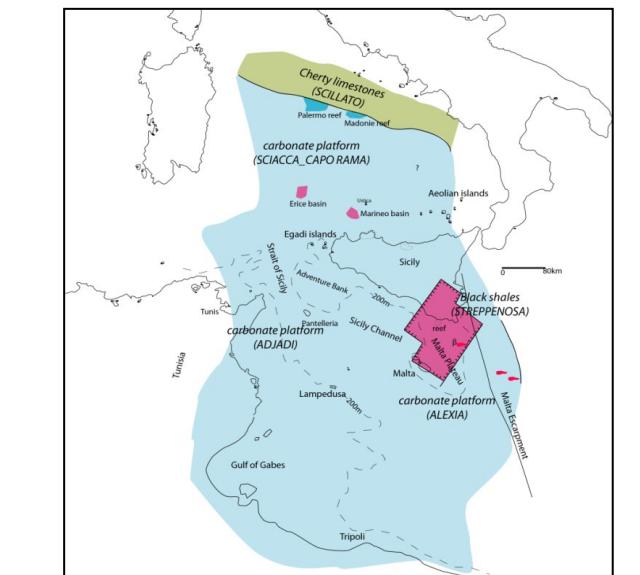
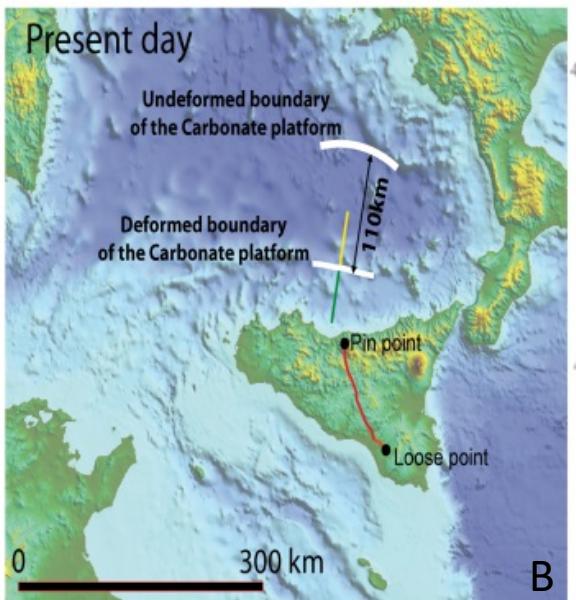
4) Ricostruzione palinspastica del raccorciamento minimo calcolato per la catena siciliana (considerando solo le successioni di piattaforma carbonatica riconosciute lungo il Siripro)

# Ipotesi preliminare di retrodeformazione dell'assetto attuale

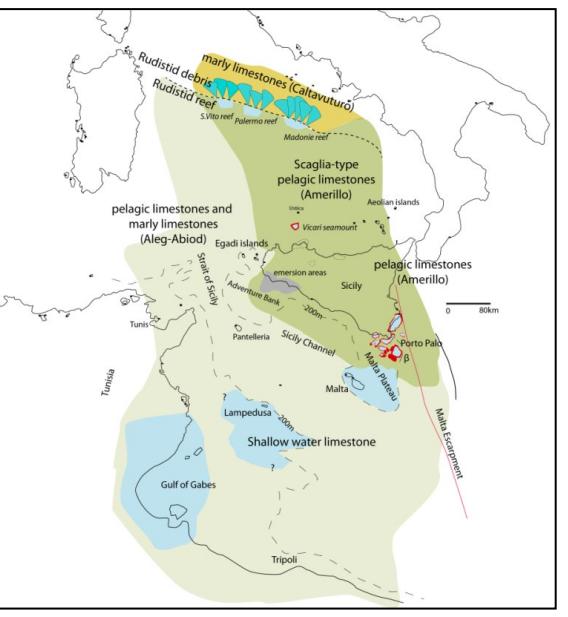
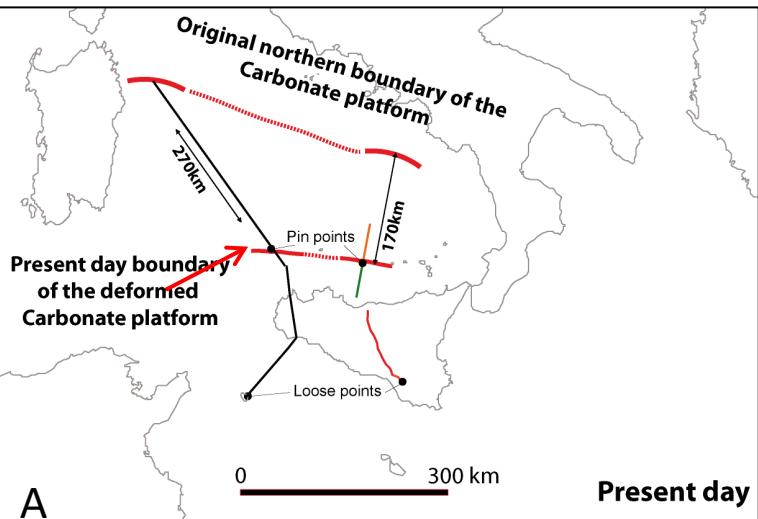
R. Catalano. *La geologia della Sicilia e...*



1) La retrodeformazione del minimo raccorciamento calcolato per le unità di piattaforma carbonatica consente la ricostruzione palinspastica dei corpi sedimentari originari (figurata dalla sezione bilanciata, in basso) ed indica come gli stessi possono essere ricollocati nello spazio oggi occupato dal Tirreno meridionale (v. carte A,B)



RETRODEFORMATION OF THE U. TRIASSIC-LIASSIC CARBONATE PLT AND INTRAPLAT. (Streppenosa) BASIN DEPOSITS



LATE CRETACEOUS

2) Il ricollocazione dopo la retrodeformazione delle unità tettoniche siciliane, porta ad una plausibile stima degli spazi occupati dalla originaria estensione del Margine Africano nella fase pre-orogenica.

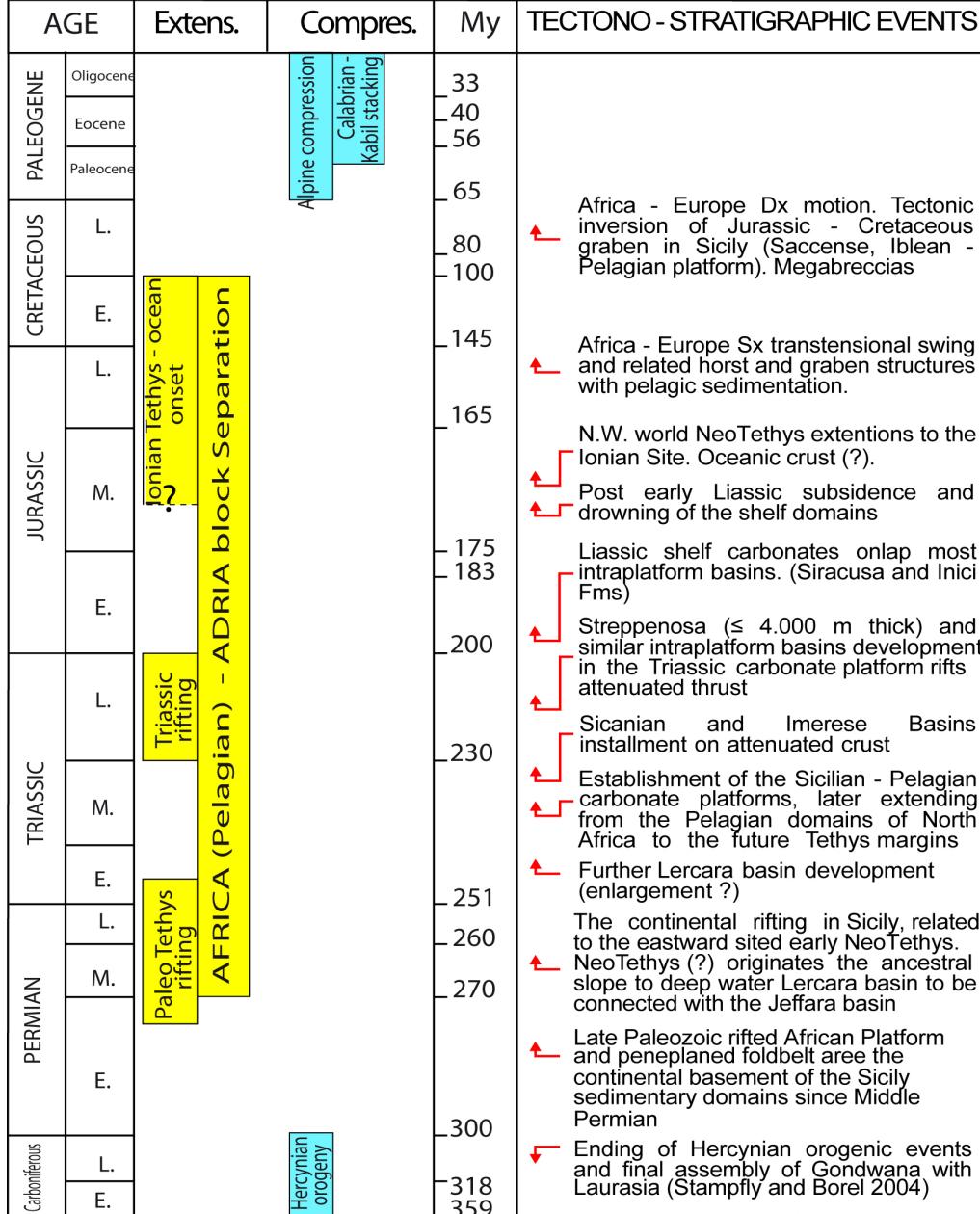
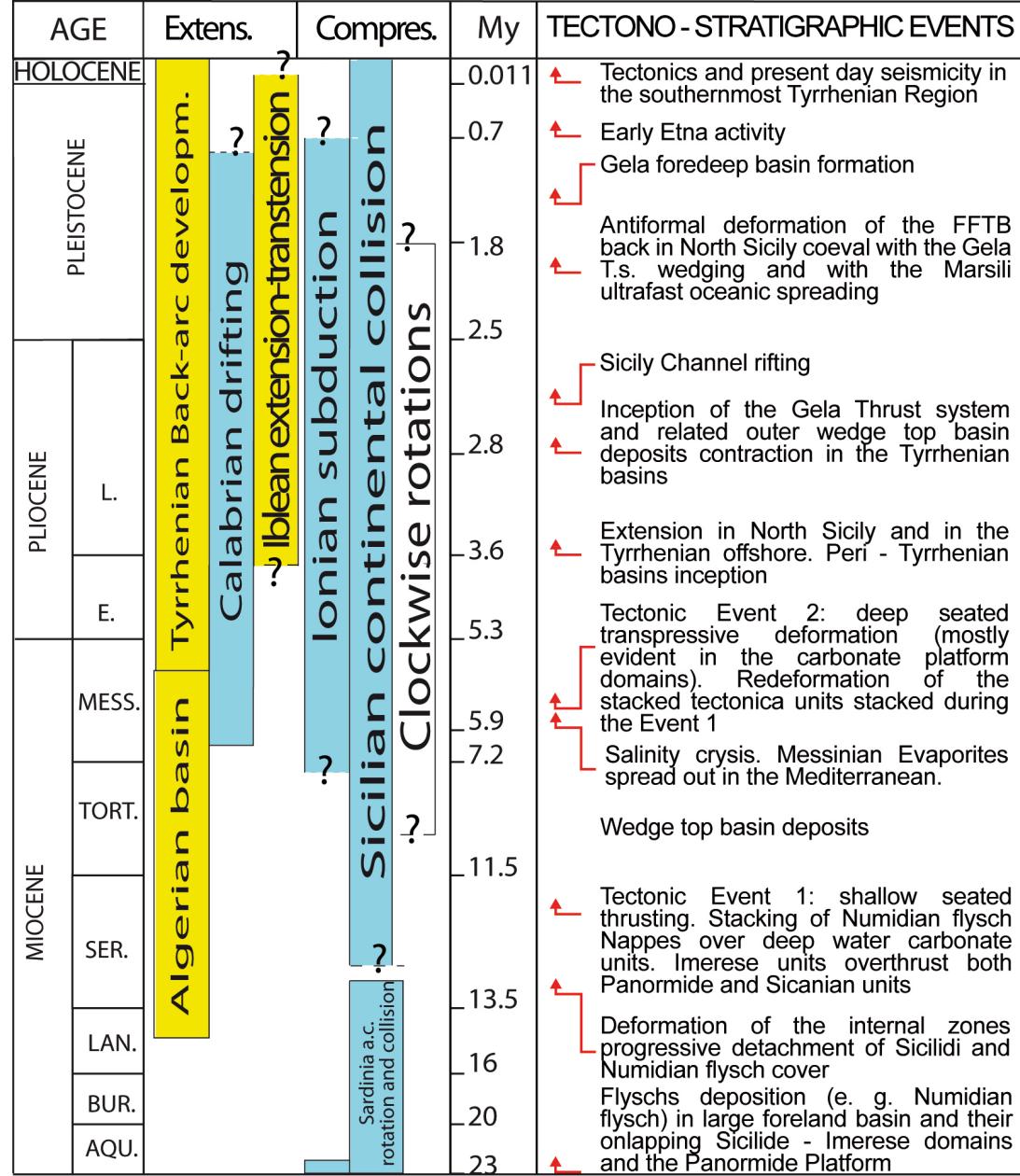
3) NELLA RICOSTRUZIONE BIDIMENSIONALE RELATIVA ALLA ESTENSIONE DEI DEPOSITI TRIASSICI E CRETACICI PRE-DEFORMAZIONE, IL RACCORCIAMENTO CALCOLATO INDICA VALORI SIGNIFICATIVI

Il risultato della ricostruzione e del ricollocazione delle unità siciliane mostra l'esistenza di un notevole overlap con le strutture retrodeformate, pubblicate per l'Appennino Meridionale.

- L'interpretazione del Profilo sismico crostale Siripro, acquisito nella Sicilia Centrale, ha mostrato l'assetto strutturale superficiale e profondo dell'Orogeno siciliano. I risultati appaiono in accordo con altri transetti strutturali eseguiti nell'area del Mediterraneo Centrale
- Un transetto geologico composito Tirreno Meridionale-Sicilia ricostruisce i rapporti tra il mantello Tirrenico ed il sovrastante cuneo strutturale
- Seguendo l'evoluzione geodinamica del sistema Tirreno-Sicilia, la crosta continentale Africana dovrebbe ora cominciare a inclinarsi al di sotto della regione costiera della Sicilia in accordo con l'ipotesi di un arretramento dello slab di crosta africana e della adiacente crosta oceanica ionica (tenuamente collegate nell'area dello Stretto di Messina), all'origine dell'Orogeno del Mediterraneo Centrale.*
- La retrodeformazione delle unità tettoniche siciliane, risultante dallo sviluppo del settore di catena Tirreno meridionale-Sicilia-Avampaese pelagiano, consente la ricostruzione palinspastica dei corpi originari dell' antico margine continentale Africano
- Il ricollocamento dopo la retrodeformazione delle unità siciliane, porta ad una possibile stima semiquantitativa degli spazi occupati dal sistema nella fase pre-orogenica ed indica come gli stessi possono essere ricollocati nello spazio oggi occupato dal Tirreno meridionale.
- Quando comparata con analoghe ricostruzioni e retrodeformazioni del sistema Appenninico che ha una polarità orogenica opposta , la nostra ricostruzione indica una estesa sovrapposizione (overlap) tra i due sistemi.

Un grazie particolare ad Attilio Sulli, Vera Valenti, Maurizio Gasparo, Cinzia Albanese, infaticabili colleghi e collaboratori.

Fondamentali le lunghe e preziose discussioni con Albert Bally, Bruno D'Argenio, Carlo Doglioni, e Giorgio Dal Piaz



R. CATALANO 2012

Per rendere più fruibile la complessa storia della Regione studiata, viene qui mostrata una sinopsi della cronologia dei più significativi eventi tettono-stratigrafici in Sicilia e nel Mediterraneo Centrale con lo scopo di illustrare alcuni importanti episodi a scala regionale (v.eventi di rifting e di deformazione) che hanno comunque fortemente influenzato l'evoluzione tettonica della Sicilia.

## BIBLIOGRAFIA

- Argand, E. (1924), "La Tectonique de l'Asie", Extrait du Compte-rendu du XIII<sup>e</sup> Congrès géologique international 1922 (Liège), 1(5), pp. 171-372.
- Carminati E., Doglioni C., ET AL. 2012. *Evolution of the Western Mediterranean*. In: ROBERTS, D.G. & BALLY, A.W. (eds) *Regional Geology and Tectonics: Phanerozoic Rift Systems and Sedimentary Basins*, 1C. Elsevier, Amsterdam, 437-472.
- Catalano R. & D'Aargenio, B. (1978). An essay of palinspastic restoration across western Sicily. *Geologica Romana*, 17, 145-159.
- Catalano R., D'Argenio B., Valenti V., Basilone L., Gasparo Morticelli M. & Albanese C. (2014). Neo Tethys (or Palaeotethys arm ?) Permian-Mesozoic carbonates in the Pelagian continental margin (Central Mediterranean). *AAPG 2014, Naple*
- Catalano R., Franchino A., Merlini S. & Sulli A. (2000a). A crustal section from North Algeria to the Ionian ocean (C. Mediterranean). *Memorie della Società Geologica Italiana*, 55, 71-85.
- Catalano R., Franchino A., Merlini S. & Sulli A. (2000b). Central Western Sicily structural setting interpreted from seismic reflection profiles. *Mem. della Società Geologica Italiana*, 55, 5-16.
- Catalano R., Doglioni C. & Merlini S. (2001). On the Mesozoic Ionian basin. *Geophysical Journal International*, 144, 49-64.
- Catalano R., Valenti V., Albanese C., Accaino F., Sulli A., Gasparo Morticelli M., Zanolla C., Giustiniani M. (2013). Sicily's fold-thrust belt and slab roll-back: the SI.RI.PRO. seismic crustal transect. *J. Geolog. Society Lon.*, doi: 10.1144/jgs2012-099
- Dewey J. F., Helman M. L., Turco E., Hutton D. H. W. & Knott S. D. (1989). Kinematics of the western Mediterranean. *Alpine Tectonics*, 45, 265-283.
- Di Stefano, R., Kissling E., Chiarabba C., Amato A. & Giardini D., 2009. Shallow subduction beneath Italy: three-dimensional images of the Adriatic–European–Tyrrhenian lithosphere system based on highquality P wave arrival times. *Journal of Geophysical Research*, 114, B05305, doi:10.1029/2008JB005641.
- Finetti I. (ed.) 2005. *CROP Project: Deep seismic exploration of the Central Mediterranean and Italy. Atlases in Geoscience*, 1, Elsevier, Amsterdam, 794pp.
- Gabtni H., Jallouli C., Mickus K.L., Zouari H., Turki M.M. (2009). Deep structure and crustal configuration of the Jeffara basin (Southern Tunisia) based on regional gravity, seismic reflection and borehole data: How to explain a gravity maximum within a large sedimentary basin? *J. Geodynam.*, 47, 142-152.
- Handy, M., R., Schmid, S., M., Bousquet, R., Kissling, E., Bernoulli, D. (2010). Reconciling plate-tectonic reconstructions of Alpine Tethys with the geological-geophysical record of spreading and subduction in the Alps. *Earth Science Review*, 102, 121-158.
- Lonergan, L. & White, N. (1997). Origin of the Betic-Rif mountain belt. *Tectonics*, 16(3), 504-522.
- Mauffret, A., Frizon de Lamotte, D., Lallemand, S., Gorini, C. & Maillard, A. (2004). E-W opening of the Algerian Basin (Western Mediterranean), *Terra Nova*, 16, 257-264.
- Sartori, R. (2003). The Tyrrhenian back-arc basin and subduction of the Ionian lithosphere. *Episodes* 26 (3): 217-221.
- Schettino, A., Turco, E. (2006). Plate kinematics of the western Mediterranean region during the Oligocene and early Miocene. *Geoph. J. Intern.*, 166, 1398-1423, <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-246X.2006.02997.x>
- Stampfli G.M. & Borel, G.D. (2002). A plate tectonic model for the Paleozoic and Mesozoic constrained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons. *Earth and Planetary Science Letters*, 196, 17-33.
- Stampfli G.M., Hochard C. (2009). Plate tectonics of the Alpine realm. *Geol. Soc. Lon., Special Publications* 327, pp. 89-111.
- Vai G.B. (2001). Structure and stratigraphy-an overview. In: Vai G.B. & Martini I.P. (Eds), *Anatomy of an Orogen. The Apennines and Adjacent Mediterranean Basins*. Kluwer, Dordrecht, 15-32.
- Valenti V. (2010). Shallow structures at the outer Calabrian accretionary wedge (NW Ionian Sea): new insights from recently migrated reflection data. *Terra Nova*, 22(6), 453-462; doi: 10.1111/j.1365-3121.2010.00964.x.
- Valenti V., Catalano R., Pingsheng W. & Shujiang W. (2014). "Layered Lower Crust and Mantle reflectivity as imaged by a reprocessed crustal seismic profile from Sicily in central Mediterranean". *Bull. Geol. Soc. France* , 186).
- Vitale S & Ciarcia S., 2013. Tectono-stratigraphic and kinematic evolution of the southern Apennines/Calabria- Peloritani Terrane system (Italy). *Tectonophysics* 583 (2013) 164-182