

MISURE DEL SOLCO TIRRENIANO (MIS 5.5) NELL'ISOLA DI CAPRI: VALUTAZIONE DI ATTIVITÀ TETTONICA DURANTE IL PLEISTOCENE SUPERIORE

Luigi Ferranti¹ & Fabrizio Antonioli²

¹Dipartimento di Scienze della Terra, Università Federico II, Largo San Marcellino 10, 80138 Napoli

²ENEA, Casaccia, Roma

RIASSUNTO: L. Ferranti & F. Antonioli, *Misure del solco tirreniano (MIS 5.5) nell'isola di Capri: valutazione di attività tettonica durante il Pleistocene superiore* (IT ISSN 0394-3356, 2007).

L'isola di Capri è ritenuta tettonicamente stabile nel Pleistocene superiore in base alla presenza lungo la fascia costiera del solco tidale dell'ultimo interglaciale (124 ka BP) ad un'altezza all'incirca coincidente con quella eustatica (6 ± 3 m sul livello del mare attuale). Misure di dettaglio della sua altezza, qui presentate, dimostrano una variabilità tra 5.2 e 8.0 m, con quote più elevate nel settore SE dell'isola, dal quale decrescono progressivamente verso N e verso W fino ad un minimo nel settore NW. Tale andamento è attribuito a piccole dislocazioni tettoniche lungo alcune faglie riportate nella cartografia ufficiale. La polarità della dislocazione risulta consistente con la distribuzione regionale della subsidenza nei Golfi di Napoli e Salerno (parte della fascia dei bacini peri-tirrenici), dove nel Quaternario è prevalsa un'estensione ad asse ~NW-SE. I tassi di dislocazione verticale mediati nel Pleistocene superiore per le faglie ipotizzate a Capri sono estremamente bassi (intorno a 0.01 mm/a, un ordine di grandezza in meno rispetto alle faglie sismogenetiche presenti in asse alla catena appenninica). Ciò suggerisce movimenti di tipo asismico o micro-sismico, controllati da discontinuità meccaniche a profondità crostali ereditate dalla precedente tettonica a thrust, oppure formati durante l'estensione che ha controllato l'apertura dei bacini peri-tirrenici.

ABSTRACT: L. Ferranti & F. Antonioli, *Subtle tectonic displacements and active structural blocks in the last 124 ka BP revealed by measurements of the MIS 5.5 tidal notch, Capri Island, Southern Italy* (IT ISSN 0394-3356, 2007).

Capri Island, located on the western side of Southern Italy, Central Mediterranean Sea, is considered tectonically stable during the Late Pleistocene based on the nearly eustatic (6 ± 3 m a.s.l.) elevation, along its rocky coastline, of the tidal notch attributed to the Last Interglacial and dated at 124 ka. In this study, we present detailed (cm-scale) measurements of the notch elevation, which ranges between 5.2 and 8.0 m a.s.l. The change in elevation of the notch is not random, but rather decreases progressively from a south-eastern high sector along the western and southern coasts to reach a minimum in the north-western sector. We argue these changes in elevations are caused by minor tectonic slips along previously mapped faults. The pattern of down-dropping of the tidal notch is consistent with the active subsidence occurring in the Gulf of Naples and Salerno, located north and south of Capri Island, respectively. Within these basins, which are part of a belt of basins flooring the continental shelf of the western, Tyrrhenian flank of Italy (peri-Tyrrhenian basins), the largest subsidence was controlled by a ~NW-SE extension during Pliocene-Quaternary. The NW-SE extension is also active today along with a ~NE-SW directed extension, that characterizes the main seismogenic belt of the Apennines Mountains further east, as documented by seismicity, bore-hole breakouts and active fault studies. The very-low vertical displacement rates (~0.01 mm/a) averaged over the Late Pleistocene of the faults inferred at Capri, which are an order of magnitude lower than the displacement rates of the main seismogenic faults of the Apennines, suggest aseismic or microseismic, slow motion. Fault slips may be controlled by deep mechanical surfaces which were either inherited by the pre-Late Tertiary thrust imbrication, or formed during Pliocene-Quaternary extensional development of the peri-Tyrrhenian basins.

Parole chiave: Solco tidale, MIS 5.5, variazioni in elevazione, faglie attive, Isola di Capri, Italia meridionale.

Keywords: Tidal notch, MIS 5.5, elevation changes, active faults, Capri Island, Southern Italy.

1. INTRODUZIONE

Il margine tirrenico campano è caratterizzato da una alternanza di piane e promontori, le prime in subsidenza e i secondi ritenuti sostanzialmente stabili a partire dal tardo Pleistocene medio-Pleistocene superiore (BRANACCIO *et al.*, 1991; MARIANI & PRATO, 1992; ROMANO, 1992; CINQUE *et al.*, 1993; FERRANTI *et al.*, 2006). La subsidenza delle piane costiere e della loro prosecuzione in mare viene attribuita principalmente all'attività di faglie normali a direzione NE-SW, con asse di dislocazione orientato NW-SE parallelo al margine (Fig.1; MARIANI & PRATO, 1992; FERRANTI *et al.*, 2006; MILIA *et al.*, 2003). Queste faglie sono inserite nel più generale contesto della tettonica distensiva che ha interessato il margine occidentale appenninico nel Pliocene-Quaternario, ribassandolo verso il Mar Tirreno a SW (FERRANTI & OLDOW, 2005; CAIAZZO *et al.*, 2006), ma che

localmente ha formato delle depressioni costiere o marine ortogonali al margine (bacini peri-tirrenici; MARIANI & PRATO, 1992; BRUNO *et al.*, 2000).

Le faglie orientate NE-SW che bordano le depressioni marginali sono state attive principalmente nel Pleistocene inferiore (CAIAZZO *et al.*, 2006) e medio (GARS & LIPPMAN, 1984; MILIA *et al.*, 2003); nondimeno, la loro attività nel Pleistocene superiore ed Olocene è documentabile sulla base di profili sismici (MARIANI & PRATO, 1992; BRUNO *et al.*, 2000). Attualmente, le principali faglie attive e sismogenetiche in Italia meridionale sono localizzate più ad E, lungo l'asse della catena appenninica, dove hanno direzione NW-SE e la dislocazione avviene lungo un asse di estensione regionale orientato ~NE-SW (Fig.1; VALENSISE & PANTOSTI, 2001; MASCHIO *et al.*, 2005; FERRANTI *et al.*, 2008). Lungo il margine, tuttavia, l'attuale deformazione avviene lungo assi orientati sia ~NE-SW che ~NNW-SSE, come indi-

cato da break-out in pozzo e localmente da studi di sismicità (Fig.1; AMATO & MONTONE, 1997; MILANO *et al.*, 2004), il che lascia presupporre la coeva attività dei due sistemi di faglie.

A differenza che nei bacini peri-tirrenici, l'attività delle faglie NE-SW non sarebbe stata risentita in maniera apprezzabile nei promontori. Difatti gli studi geomorfologici condotti nei promontori documentano movimenti verticali pliocenico-quadernari dell'ordine di centinaia di metri, ma sostanziale stabilità a partire dal tardo Pleistocene medio (BRANCACCIO *et al.*, 1991; ROMANO, 1992; BARATTOLO *et al.*, 1992; CAIAZZO *et al.*, 2006).

Il comportamento differenziale tra bacini e promontori nel Pleistocene superiore viene ben documentato a livello regionale dalla variabile altezza di elementi geomorfologici relitti dell'ultimo interglaciale, o tirreniano, il cui picco viene datato a 124 ka BP e corrisponde al MIS 5.5 della curva isotopica dell'ossigeno (WALBROECK *et al.*, 2002), con livello eustatico a 6 ± 3 m rispetto all'altezza del mare attuale nel Mediterraneo (FERRANTI *et al.*, 2006). Un profilo regionale dell'altezza del marker tirreniano, orientato parallelamente alla costa del margine campano, mostra una marcata subsidenza attraverso le piane del Volturno, del Golfo di Napoli e di Salerno, ed una quota prossima a quella eustatica negli alti morfo-strutturali interposti, il che riflette la struttura crostale ipotizzata per questo margine continentale (Fig.1).

In questo contesto, anche l'isola di Capri, prosecuzione della dorsale della Penisola Sorrentina a cavallo dei Golfi di Napoli e Salerno (Fig.1), viene considerata stabile dal punto di vista tettonico a partire dal tardo Pleistocene medio, come documentato dall'altezza quasi-eustatica del solco tidale attribuito all'ultimo interglaciale (BRANCACCIO *et al.*, 1991; ROMANO, 1992). Il solco affiora in diversi punti lungo la fascia costiera ad un'altezza complessivamente simile a quella raggiunta dal mare 124 ka BP, e 'sigilla' il perimetro e la topografia attuali dell'isola. Pertanto, a partire dall'ultimo interglaciale, Capri sarebbe stata immobile e senza movimenti differenziali tra le sue parti.

Il rilevamento di questo antico solco, dato il profilo accidentato delle coste capresi, è

stato effettuato sinora attraverso stime, condotte da distanze più o meno ravvicinate, e solo raramente attraverso una misura diretta e rigorosa. Recentemente, la comunità scientifica ha cominciato a porre attenzione anche ai movimenti minimi, che possono fornire indicazioni sulle deformazioni recenti (e.g. ANTONIOLI *et al.*, 2006b; FERRANTI *et al.*, 2007). Questi movimenti possono essere ricostruiti grazie ad oggetti geologici relativamente giovani, quale il solco in oggetto, e pertanto risulta di fondamentale importanza una misura precisa delle altezze.

Misure dettagliate del solco tirreniano da noi effettuate su tutto il perimetro costiero di Capri, per circa 18 km, hanno permesso di verificare con precisio-

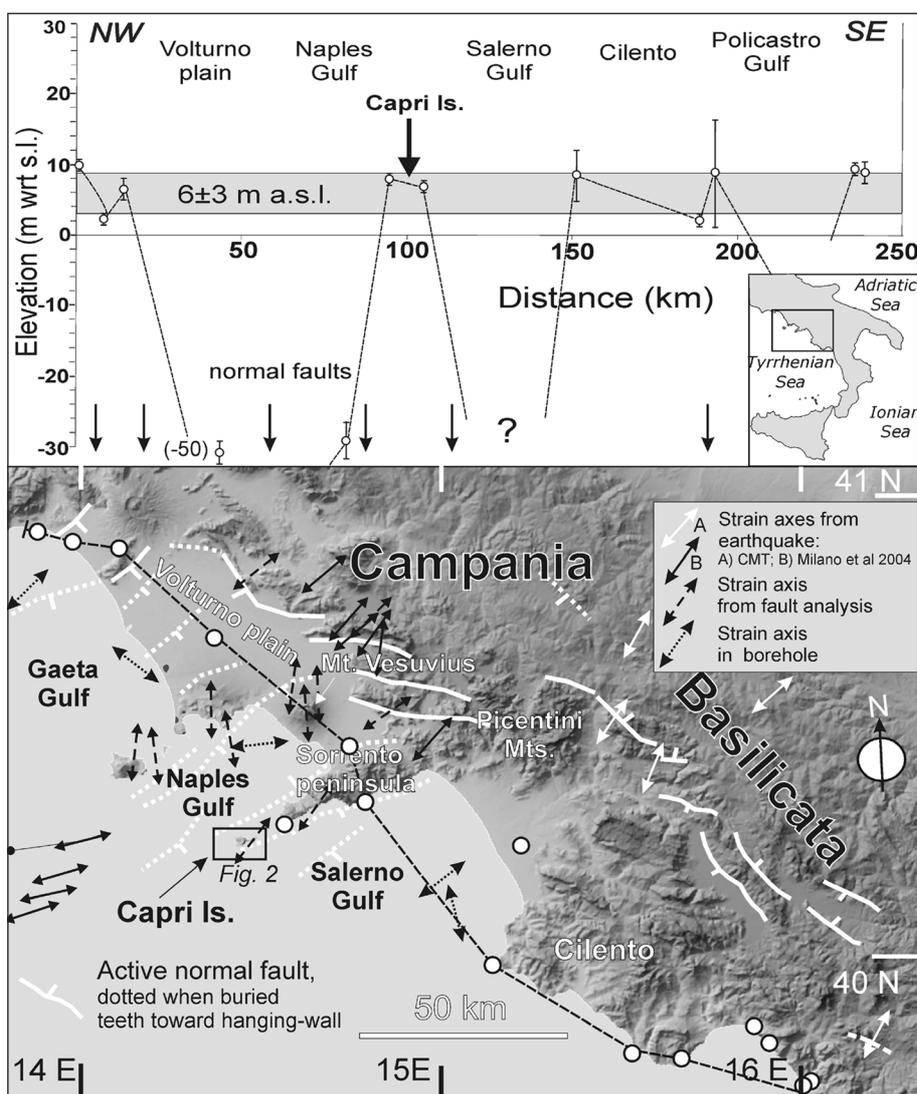


Fig. 1 - Carta tettonica del margine tirrenico campano (in basso) e profilo parallelo alla costa delle altezze s.l.m. del marker tirreniano (in alto, modificato da FERRANTI & alii, 2006). Assi di strain in pozzo da AMATO & MONTONE (1997); assi di strain da analisi cinematica delle faglie da MILANO & alii (2004); assi di strain sismici da: A) catalogo Harvard CMT (<http://www.seismology.harvard.edu/CMTsearch.html>), frecce bianche; B) MILANO & alii (2004), frecce nere. Faglie da FERRANTI & alii (2008), modificato; e MILIA & alii (2003).

Tectonic map of the Tyrrhenian Sea margin of Campania (below) and coast-parallel profile of the elevation (in m a.s.l.) of the Tyrrhenian marker (above; from FERRANTI & alii, 2006). Borehole break-out axes after AMATO & MONTONE (1997); strain axes from fault-kinematic analysis after MILANO & alii (2004); seismic strain axes after: A) Harvard CMT catalogue (<http://www.seismology.harvard.edu/CMTsearch.html>), white arrow; B) MILANO & alii (2004), black arrow. Faults after FERRANTI & alii (2008), modified, and MILIA & alii (2003).

ne la sua altezza e determinarne la benché minima variabilità laterale. Nel presente contributo si descrive la distribuzione e l'altezza del solco tirreniano lungo la fascia costiera dell'isola, che fornisce interessanti indicazioni su movimenti occorsi a Capri nel Pleistocene superiore. Il pattern di variazione in altezza, che presenta andamenti non casuali permette, alla luce dell'assetto geologico-strutturale dell'isola, di formulare ipotesi circa l'origine di questi movimenti, con esclusione di fenomeni relativamente superficiali e la possibile esistenza di strutture tettoniche ancora attive.

Inquadri in un contesto più generale, i nuovi dati permettono di inserire i movimenti riscontrati all'isola di Capri nel più vasto contesto cinematico del margine costiero della Campania, dove più ingenti movimenti tettonici e vulcano-tettonici sono testimoniati nella storia geologica recente e attuale, e di ipotizzare in via preliminare quali modelli deformativi possano spiegare i piccoli movimenti osservati.

2. ASSETTO GEOLOGICO-STRUTTURALE

L'isola di Capri è formata da carbonati mesozoici e cenozoici in facies di margine e scarpata di piattaforma, e di transizione a bacino (BARATTOLO & PUGLIESE, 1987; D'ARGENIO *et al.*, 2004), seguiti stratigraficamente da minori spessori di sedimenti terrigeni del Miocene medio (CASTELLUCCIO & NAPOLITANO, 1989), e da depositi marini e continentali quaternari (BARATTOLO *et al.*, 1992).

L'assetto strutturale dell'isola è caratterizzato dalla presenza di due scaglie tettoniche sovrapposte, secondo un movimento orizzontale all'incirca da S verso N, lungo un piano a basso angolo ben visibile ai piedi della scarpata che delimita a E il settore di Anacapri fino a Punta Sbruffo, e a Punta del Capo all'apice NE dell'isola (Fig. 2a). Mentre nella scaglia superiore affiorano calcari massicci, quella inferiore è costituita da litotipi argilloso-arenacei del Miocene, e, a Punta Sbruffo, da calcari a noduli di selce dell'Oligocene (Fig.

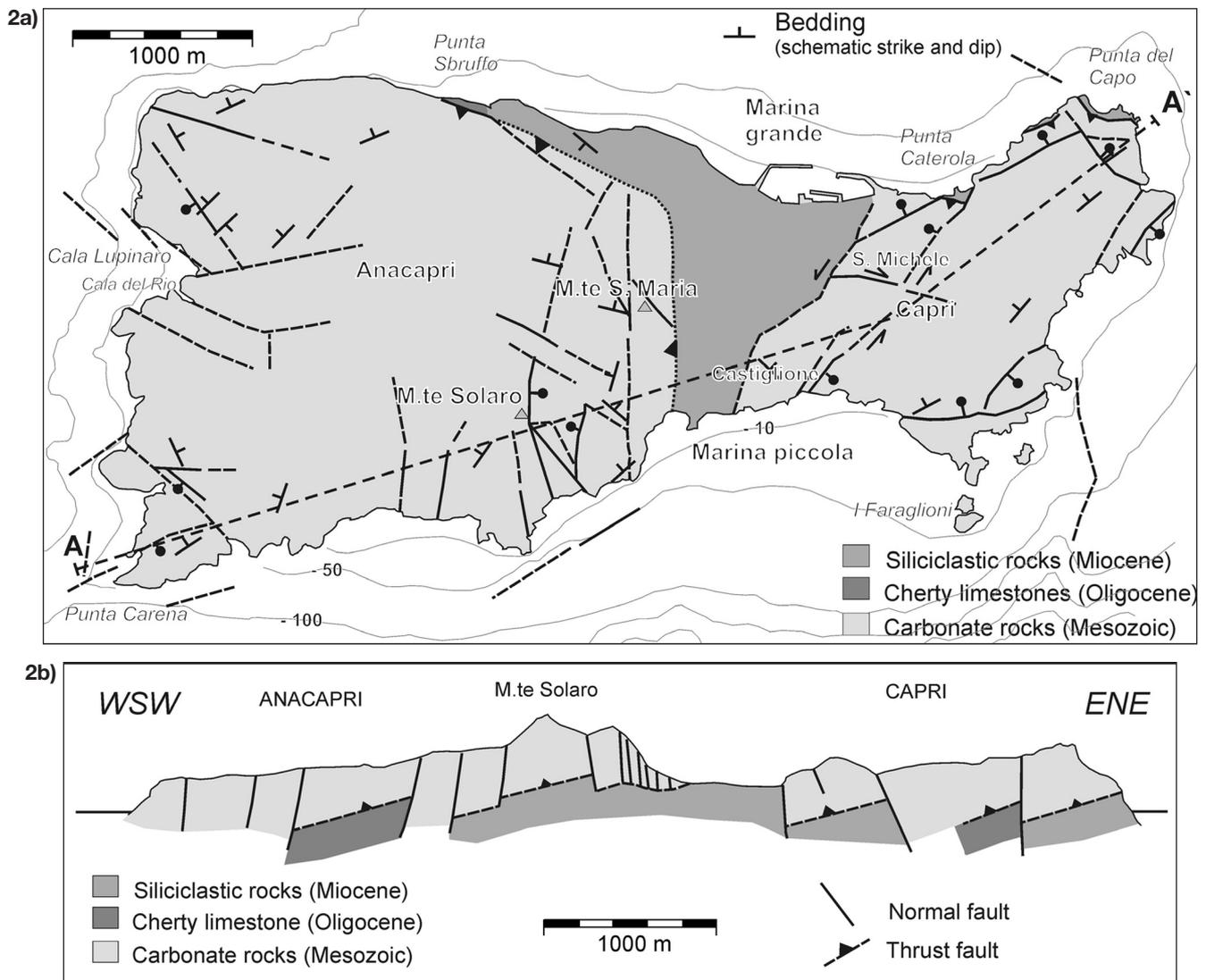


Fig. 2 - a) Carta geologica; e b) sezione geologica schematica dell'isola di Capri (ridisegnate e lievemente modificate da: BARATTOLO & alii, 1992; faglie, giaciture strati e isobate da D'ARGENIO & alii, 2004). Le linee continue indicano faglie certe, quelle tratteggiate faglie presunte.

Generalized a) geological map, and b) profile of Capri Island (modified after BARATTOLO & alii, 1992; faults [dashed where inferred], bedding and isobaths after D'ARGENIO & alii, 2004).

2a). Con tutta probabilità, come osservato nella contigua Penisola Sorrentina, i terreni oligo-miocenici restano a loro volta sopra altri carbonati, non presenti in affioramento. Questa struttura, formatasi durante le fasi di compressione del Miocene che hanno portato più in generale alla formazione della catena appenninica (PATACCA *et al.*, 1990), è stata ritagliata da faglie trascorrenti destre e sinistre, orientate circa E-W, le prime, e NE-SW, le seconde (Fig. 2a; CASTELLUCCIO & NAPOLITANO, 1989), collegate al sistema di faglie attualmente sommerse la cui attività ha determinato le attuali dimensioni dell'isola. In particolare, le faglie ad andamento NE-SW (antiappenninico) sembrano aver avuto un ruolo più importante rispetto a quelle E-W, e hanno condotto al ribassamento della parte orientale (blocco di Capri) rispetto a quella occidentale (blocco di Anacapri) di circa 500 m, come misurato dalla dislocazione della superficie di sovrascorrimento miocenico (Fig. 2b). Dunque, le faglie trascorrenti in questione posseggono anche una significativa componente di movimento verticale.

Queste faglie controllano anche l'andamento della linea di costa (Fig. 2a), che presenta numerosi tratti ad orientazione E-W (in particolare sui lati S e N dell'isola), NE-SW (lato orientale e settore occidentale della baia di Marina Piccola) e N-S (versante occidentale di Capri).

Numerosi lembi di terrazzi marini quaternari, attualmente sollevati, hanno permesso di scandire le diverse tappe della crescita del rilievo durante il Pleistocene inferiore e medio, con alternanza di fasi di spianamento (durante le quali si modellavano dei terrazzi e avveniva il sollevamento in blocco dell'isola) e fasi tettoniche che hanno sbloccato i terrazzi precedentemente formati, attualmente distribuiti tra i 300 e i 20 m s.l.m. (BARATTOLO *et al.*, 1992). In generale, il sollevamento di lungo termine (ultimi 2 Ma circa) di Capri è avvenuto in maniera coerente con il margine occidentale della

Campania ad un tasso medio di 0.26 mm/a (FERRANTI & OLDOW, 2005), e si è accompagnato all'azione di faglie normali che hanno ribassato i settori periferici.

Successivamente all'ultima fase tettonica che sagoma definitivamente il perimetro costiero di Capri, si ha la formazione di solchi e piccole piattaforme di abrasione, talora associate a puddinghe marine, poste sotto i 10 m di quota alla base delle falesie lungo l'intero perimetro dell'isola. In particolare, il solco di 124 ka BP, in base alla correlazione con un solco posto alla stessa quota in Penisola Sorrentina e datato con metodi radiometrici (BRANCACCIO *et al.*, 1978), è posto ad una altezza stimata di 8 m (BARATTOLO *et al.*, 1992). Misure dettagliate del solco tirreniano in prossimità delle grotte costiere sono riportate nella monografia di Kyrle (1946-47), dedicata allo studio delle grotte dell'isola di Capri. Mancano però nel pregevole lavoro di Kyrle misure effettuate lungo le falesie.

L'affioramento di un solco a quote più basse (+1.5 m s.l.m.) nel settore orientale di Capri è stato attribuito ad un episodio minore all'interno dell'ultimo interglaciale (CINQUE *et al.*, 1986).

Attualmente, Capri rimane fuori dal settore di grandi movimenti verticali di natura vulcano-tettonica che contraddistinguono il settore centro-settentrionale del Golfo di Napoli (SCANDONE *et al.*, 1991; MILIA *et al.*, 2003), e viene considerata tettonicamente stabile (BRANCACCIO *et al.*, 1991; ROMANO, 1992).

3. L'ALTEZZA DEL SOLCO TIRRENIANO

3.1 Metodologia

Nel giugno 2003 sono stati misurate in dettaglio le altezze del solco e della piattaforma di abrasione tirreniani lungo tutto il perimetro costiero dell'isola (Fig. 3). Il

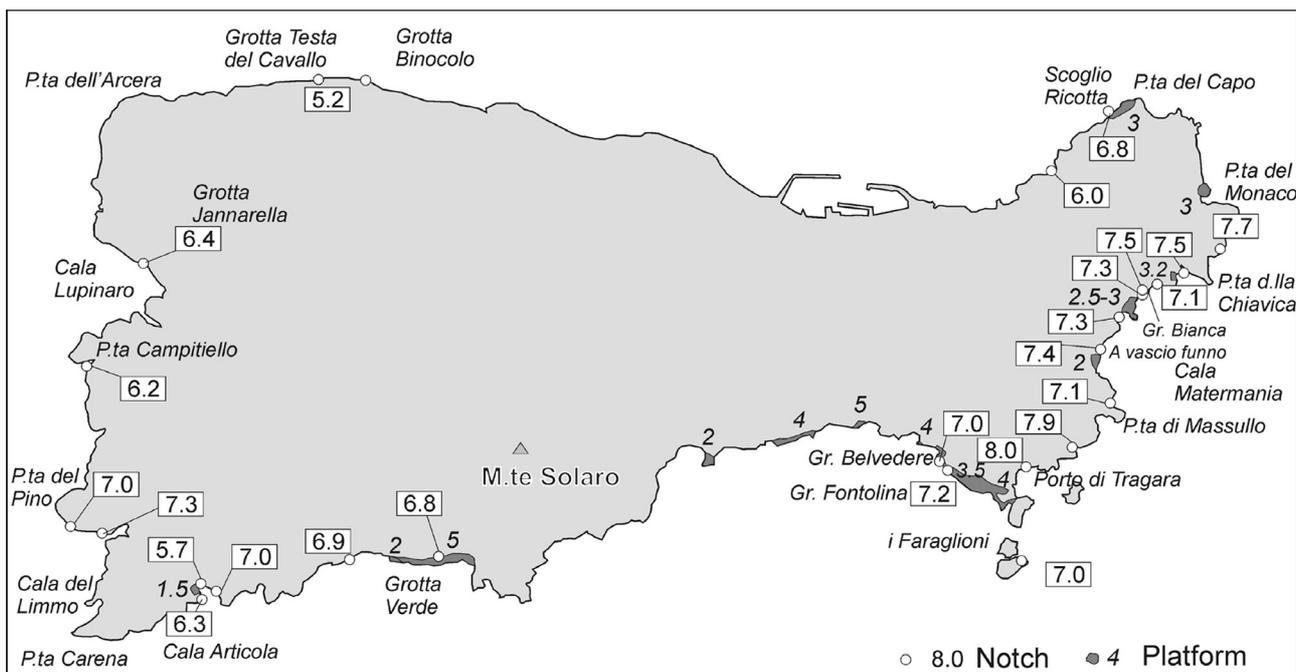


Fig. 3 - Carta dell'altezza (corretta per la marea) del solco e del margine interno della piattaforma tirreniani.

Map of the tide-corrected elevation of the Tyrrhenian notch and platform inner margin.

punto effettivo di misura è rappresentato dalla massima concavità, nel caso del solco, e dal margine interno (la linea di intersezione tra la piattaforma e la paleo-falesia retrostante) nel caso della piattaforma, in quanto questi elementi morfologici meglio approssimano il livello del mare contemporaneo alla loro formazione. In particolare il solco offre la massima accuratezza nella determinazione del paleo-livello del mare (± 5 cm) rispetto alla piattaforma abrasiva, per la quale una correzione difficilmente calcolabile (stimabile in 0.5-1 m), sempre positiva, è necessaria per risalire all'antico livello marino (FERRANTI *et al.*, 2006).

Le altezze sono state misurate usando una rotella metrica riferita al livello del mare osservato al momento della misura. A causa della ripidezza delle falesie costiere di Capri, le misure sono state effettuate con tecniche alpinistiche (e. g. Fig. 4c; 4e), il che spiega la mancanza di misure dirette finora esistenti in letteratura.

Un errore di misura di circa 10 cm è stato assunto, ripetendo le misure in maniera sequenziale nello stesso sito, per tener conto di un posizionamento impreciso della rotella e una cattiva identificazione del punto di concavità. Per i siti dove la misura è risultata più difficile, è stata adottata un'incertezza più conservativa variabile da 20 a 30 cm (Tab. 1). Per ogni misura è stata annotato il momento (approssimato all'ora), e le misure sono state corrette per le variazioni mareali, usando le altezze prossime all'orario di misura stipulate ogni ora dai mareografi di Napoli e Salerno (http://www.idromare.com/reti_rm_n_cenni.php). Poiché le misure sono state effettuate in un periodo di alta pressione stabile, la correzioni per le fluttuazioni di pressione barometrica determinate dai medesimi mareografi sono risultate < 1 cm.

Le nostre misure sono state integrate con le determinazioni effettuate da KYRLE (1946-47). Le grotte rappresentano un ambiente conservativo nei confronti dell'erosione, e dunque hanno un elevato potenziale di preservazione delle evidenze morfologiche quali il solco. Kyrle riporta spesso l'altezza di questo solco, approssimata al decimetro. Poiché l'incertezza nella misura non è nota, né è possibile effettuare correzioni mareali e barometriche alle misure di Kyrle, è stato adottato un errore cumulativo di ± 20 cm a tali misure,

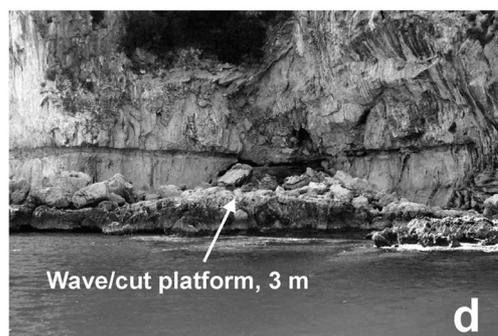
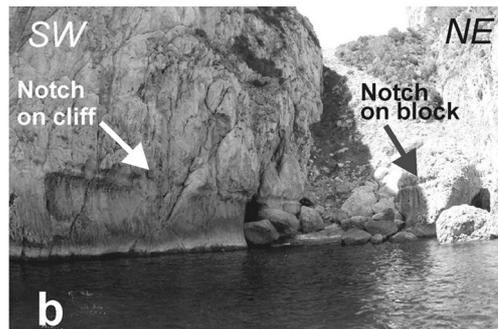


Fig. 4 - Alcuni esempi del solco Tirreniano a Capri: a) Scoglio Ricotta; b) Cala Articola, panoramica; c) Cala Articola, durante le operazioni di misura; d) Matermania, con la piattaforma associata; e) A 'vascio Funno.

Outcrops of the Tyrrhenian notch at Capri: a) Scoglio Ricotta; b) Cala Articola, general view; c) Cala Articola, detail of the measurements; d) Matermania, note the platform related to the notch; e) A 'vascio Funno.

che tiene conto dell'escursione massima di marea e di un errore di misura doppio rispetto al nostro, al quale va sommata l'incertezza propria dell'indicatore di paleo-livello marino (Tab. 1).

In molte località in Italia, inclusa anche l'isola di Capri, si osserva sotto il solco Tirreniano, la cui base è marcata da una piccola mensola orizzontale, una superficie concava con più ampio raggio di curvatura rispetto al solco soprastante, quasi fosse un solco slabbrato e profondamente addolcito, e mancante di mensola alla base. Tale morfologia di "doppio solco" è stata tipicamente attribuita all'abrasione prodotta dal mare nella fascia immediatamente sottostante il pelo d'acqua durante limitate oscillazioni del livello marino nel picco eustatico tirreniano. Recenti ricerche (ANTONIOLI & *alii*, 2006a), sono giunte alla conclusione che questa forma

può essersi sviluppata nelle prime fasi di uno stazionamento interglaciale, e che l'accresciuto carico d'acqua sulla piattaforma costiera ne abbia provocato la successiva subsidenza isostatica e l'allargamento e l'addolcimento della forma, venendosi poi a formare il solco di massimo stazionamento nella fascia costiera immediatamente sovrastante. Nel seguito, si farà riferimento al solco tidale di massimo stazionamento ovvero Tirreniano s.s. sensu ANTONIOLI *et al.*, (2006a), cioè il solco più alto misurato.

3.2 Risultati

La distribuzione delle altezze misurate del solco e dalla piattaforma lungo la costa caprese è mostrata in Fig. 3 e elencata in Tab. 1. Di seguito vengono descritte le situazioni più interessanti di affioramento effettuando il periplo in senso antiorario e partendo dall'estremità NE dell'isola. L'altezza riportata del solco viene riferita a quella della sua massima concavità, già scremata della

correzione mareale e, per brevità, senza l'errore stimato (stipulato in Tab. 1).

Lungo la costa settentrionale e occidentale di Capri, il solco Tirreniano non è ben preservato, probabilmente in ragione del fatto che questi settori risultano molto esposti agli agenti erosivi che hanno distrutto la maggior parte della morfologia in questione. Al contrario, il solco sui lati meridionale ed orientale dell'isola risulta molto meglio preservato. Benché affacciata verso N verso il Golfo di Napoli, più chiuso rispetto a quello di Salerno che la limita a S, Capri risulta esposta ai forti venti di maestrale e settentrione e ciò potrebbe offrire una spiegazione plausibile alla osservata preservazione differenziale tra lato S e N dell'isola.

Un altro motivo della differenza tra i due settori potrebbe risiedere in una originario sviluppo non uniforme del solco. Difatti solo nel settore meridionale dell'isola (incluse le coste SW e SE) il solco viene osservato nella sua compiutezza (forma ben sviluppata, mensola,

Tab. 1 - Altezza del solco Tirreniano nell'isola di Capri (in metri s.l.m.)

.....

Sito	Settore	Altezza misurata	Ora misura (aa/mm/gg/hh)	Correzione mareale	Incertezza dato	Altezza corretta	Ref. (*)
Scoglio Ricotta	N	7.10±0.10	03/6/21/15	-0.14	±0.05	6.96±0.15	1
Grotta Bove marino	N	6			±0.05	6±0.25	2
Grotta Binocolo	N	5.4±0.10	03/6/21/12	-0.17	±0.05	5.23±0.15	1
Grotta Jannarella	W	7.10±0.10	03/6/21/12	-0.17	±0.05	6.94±0.15	1
Punta del Pino	W	7.20±0.10	03/6/21/13	-0.16	±0.05	7.04±0.15	1
Cala del Limmo	W	7.50±0.10	03/6/21/13	-0.16	±0.05	7.34±0.15	1
Cala Articola (S)	S	6.45±0.05	03/6/21/13	-0.16	±0.05	6.29±0.10	1
Cala Articola (fondo)	S	5.90±0.05	03/6/21/13	-0.16	±0.05	5.74±0.10	1
Cala Articola (N)	S	7			±0.05	7±0.25	2
Grotta Verde	S	7.10±0.10	03/6/21/13	-0.16	±0.05	6.94±0.15	1
Grotticella d'Insurro	S	7.04±0.15	03/6/21/13	-0.16	±0.05	6.88±0.20	1
Grotta del Belvedere	S	7			±0.05	7±0.25	2
Grotta Fontolina	S	7.22±0.15	03/6/21/14	-0.15	±0.05	7.07±0.20	1
Fraglione di Fuori	S	8.10±0.15	03/6/21/14	-0.15	±0.05	7.95±0.20	1
Porto di Tragara	E	8.11±0.05	03/6/21/14	-0.15	±0.05	7.96±0.10	1
Cala del Fico	E	8.00±0.10	03/6/21/14	-0.15	±0.05	7.85±0.15	1
Punta Massullo	E	8.00±0.10	03/6/21/14	-0.15	±0.05	7.85±0.15	1
A 'vascio funno	E	7.52±0.05	03/6/21/14	-0.15	±0.05	7.37±0.10	1
Matermania	E	7.50±0.10	03/6/21/15	-0.14	±0.05	7.36±0.15	1
Grotta dei Preti	E	7.3			±0.05	7.3±0.25	2
Grotta Bianca	E	7.5			±0.05	7.5±0.25	2
Grotta del Moschino	E	8			±0.05	8±0.25	2
Grotta Sementelle	E	7.8			±0.05	7.8±0.25	2
Grotta dei Polpi	E	7.21±0.10	03/6/21/15	-0.14	±0.05	7.07±0.15	1
P.ta della Chiavica	E	7.61±0.05	03/6/21/15	-0.14	±0.05	7.47±0.10	1
Punta del Monaco	E	7.78±0.15	03/6/21/15	-0.14	±0.05	7.64±0.20	1

(*) 1=questo lavoro; 2=Kyrle (1946-47)

profonda concavità). A tal riguardo si fa notare che anche il solco attuale risulta sviluppato solo nei settori meridionali (in ragione forse della presenza di particolari condizioni idrologiche?). Poiché la modalità di distribuzione del solco attuale rispecchia quella del solco Tirreniano, e non ci sono ragioni per credere che tali condizioni siano cambiate tra il Tirreniano e l'Olocene (essendo due periodi interglaciali e con clima comparabile, e non essendo ovviamente variata la struttura geologica dell'isola), è plausibile ipotizzare che il solco Tirreniano sia stato maggiormente sviluppato, e dunque attualmente ben osservabile, nel settore meridionale.

3.2.1 Costa settentrionale

Nel settore orientale, a E di Marina Grande, il solco è ben visibile soltanto allo Scoglio Ricotta (Fig. 4a), dove esso è perfettamente preservato a 6.8 m con la sua mensola e dimensioni costanti, attorno a tutto lo scoglio sia sui quadranti esposti (N) che su quelli protetti (S), mentre risulta assente nella piccola cala a S dello scoglio e nella falesia circostante. In base a queste osservazioni, si può ritenere che le falesie alle spalle dello scoglio siano largamente evolute per crolli negli ultimi 124 ka, e che pertanto lo scoglio sia stato completamente isolato solo in tempi recenti. A ovest di questa località e fino a Marina Grande, il solco non affiora tranne un piccolo lembo molto eroso all'ingresso della Grotta del Bove Marino e posto a circa 6 m (KYRLE, 1946-47).

Nel settore occidentale di questa costa, un lembo del solco si rinviene in corrispondenza della Grotta del Binocolo. Il solco è sviluppato sopra l'ingresso della cavità alla altezza di 5.2 m (Fig. 3), e, lateralmente diviene molto labile, ma viene contraddistinto da una serie di buchi carsici allineati alla stessa quota. Lembi di questo solco, a quota paragonabile, sono presenti anche all'imbocco della limitrofa Grotta Testa del Cavallo (KYRLE, 1946-47).

3.2.2 Costa occidentale

Doppiata Punta dell'Arcera, e fino a Punta Capocchia, la situazione non muta, con la non preservazione del solco anche nel settore settentrionale del versante occidentale dell'isola. Il solco Tirreniano appare per la prima volta alla Grotta della Jannarella, posta in un luogo riparato sul lato N della Cala Lupinaio (Fig. 3). Qui il solco si osserva subito sotto il tetto della grotta ad una quota di circa 6.4 m, soprastante una fascia di fori di litofagi che occupa la restante fascia emersa. Piccoli lembi del solco, molto slabbrato, si rinvergono nella caletta a sud di Punta Campitiello ad una quota di circa 6 m. Subito a sud di Punta del Pino, e all'interno della contigua Cala del Limmo (Tombosiello), il solco Tirreniano, finalmente ben sviluppato ed associato ad una netta mensola, viene osservato ad una quota di 7.0÷7.3 m (Fig. 3).

3.2.3 Costa meridionale

Anche in questo settore dell'isola il solco è preservato in lembi dentro insenature o cavità, dove era stato verosimilmente protetto da una coltre di eolianiti, le quali si osservano in lembi in varie località. Un importante affioramento del solco Tirreniano è osservabile a Cala Articola, una stretta insenatura allungata NW-SE (Fig. 3). Sul fondo della cala, evidenze di antichi crolli

sono rappresentate da massi di dimensioni ragguardevoli. Il solco presente sul lato sud del maggiore di questi blocchi è stato misurato ad una altezza di 5.7 m (Fig. 4b). Alla base di questo blocco è presente una piattaforma di abrasione con marmitte fossili, che si spinge ad una altezza di 1.5 m. Anche sulla falesia che borda a SW la cala è stato misurato il solco (Fig. 4c), che qui raggiunge una altezza di 6.3 m.

Sull'altro lato della cala (NE), il solco si rinviene ad una quota stimata di circa 7 m. Su questo lato della cala è anche presente la Grotticella dell'Articola, una cavità di chiara origine marina costiera, il cui tetto orizzontale si colloca ad una quota di 7 m (cfr. KYRLE, 1946-47).

Ad est di Cala dell'Articola, il solco è presente in piccoli lembi ad una quota di circa 7 m presso la Grotta Verde e sopra l'ingresso della Grotta Marmolata (cfr. KYRLE, 1946-47), ed ancora presso la Grotticella d'Insurro, dove si associa ad una piattaforma di abrasione a 5 m (Fig. 3).

Nel settore centrale di questa costa il solco non risulta ben evidente, ma ritorna a E di Marina Piccola presso la Grotta del Belvedere, dove esso è ben sviluppato a circa 7 m e sovrasta una piattaforma a 4 m, ma immediatamente a sud lo stesso solco raggiunge i 7.2 m con la piattaforma a 3.5 m alla Grotta Fontolina (Fig. 3).

Nel settore dei Faraglioni, il solco si rinviene a circa 6-7 m nel passaggio tra i faraglioni di fuori e di mezzo, e sulla parete del faraglione di fuori è marcato da un allineamento di fori che si spingono fino a 7 m (Fig. 3). Nell'istmo del faraglione di Terra, il solco si associa ad una piattaforma abrasiva a 4 m.

3.2.4 Costa orientale

In questo settore il solco Tirreniano trova il suo massimo sviluppo e preservazione, grazie ad una situazione conservativa rispetto agli agenti erosivi.

Il solco si segue con continuità lungo le falesie che contornano il Porto di Tragara, e, nei pressi dell'omonima grotta, raggiunge un'altezza di circa 8 m. A una analoga quota si rinviene nelle calette immediatamente a N, a Punta Massullo, dove però l'altezza scende a 7.1 m (Fig. 3). Il solco si segue poi in maniera ininterrotta da questa punta in tutta la grande insenatura di Matermania (Fig. 4d) e fino a Punta della Chiavica a nord. Presso la grotta A 'vascio Funno il solco è stato misurato a 7.4 m (Fig. 4e), e a quota simile intaglia tutto il contorno del faraglione di Matermania, e si rinviene alle Grotta dei Preti e alla Grotta Bianca. Alla grotta del Moschino, Kyrle riporta la sommità del solco a 8.3 m, con concavità dunque attorno a 8 m, ma possibilmente la sua misura è affetta da errore di tipo strumentale o mareografico.

Presso Grotta delle Sementelle, il rilievo originario di KYRLE (1946-47) riporta il solco Tirreniano ad una altezza che va da 7.5 m (base) a 8.2 (sommità), con punto di flesso verosimilmente intorno a 7.8 m, in buon accordo con le nostre misura. Nella stessa sezione, la piattaforma sottostante il solco è scavata in depositi clastici ad una altezza di 2.5 m, e numerosi blocchi tra la Grotta Bianca e il faraglione di Matermania hanno la sommità spianata a circa 3 m (Fig. 4d).

Alla Grotta dei Polpi, dove la nostra misura pone il solco Tirreniano a 7.1 m, la misura di Kyrle attesta la

base del solco a 6.5 m (e dunque con concavità appena sotto i 7 m). Subito a nord, nella piccola insenatura allungata delimitata dal promontorio di Punta della Chiavica, il solco è stato misurato ad una altezza di 7.5 m (Fig. 3).

A nord di Punta della Chiavica il solco scompare, salvo un lembo a N di Punta del Monaco, per ritornare solo allo scoglio Ricotta doppiata Punta del Capo (Fig. 3).

4. DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

4.1 Variabilità laterale dell'altezza degli indicatori del paleolivello marino Tirreniano

Dalla descrizione del solco riportata precedentemente, benché la continuità laterale di questa forma non presenti lunghezze superiori alle centinaia di metri è chiara la sua variabile altezza alla scala metrica lungo le coste dell'isola.

Si potrebbe obiettare che questa variabilità sia dovuta ad una forte incertezza nella misura. Notiamo tuttavia che le nostre misure, benché non coincidenti con quelle di Kyrle (le uniche misure dirette del solco e di altri indicatori morfologici), sono abbastanza simili nei punti comuni, e dunque anche le misure di Kyrle fanno intravedere questa variabilità d'altezza. Una osservazione ancor più significativa riguarda l'andamento di queste variazioni di altezza. Piuttosto che essere distribuite in maniera casuale, esse mostrano degli andamenti ordinati e ricorrenti (Fig. 3; Tab. 1). Difatti, le altezze maggiori, anche superiori a 8 m sono raggiunte nel settore SE dell'isola, con alcuni picchi minori lungo la costa orientale, dove il solco si mantiene generalmente attorno ai 7.5 m. Da questo centro sud-orientale di altezze maggiori, il solco scende progressivamente verso N e verso W verso minori altezze: si mantiene sempre attorno a 7 m nella parte orientale della costa meridionale tra i Faraglioni e Marina Piccola, e continua poi a scendere fino a circa 6 m muovendo verso Punta Carena (Fig. 3). L'altezza del solco decresce progressivamente verso N muovendosi lungo la costa occidentale, ed analogamente decresce verso W lungo la costa settentrionale fino a raggiungere il suo valore minimo presso la Grotta Binocolo a 5.2 m.

In base a questa costanza nell'andamento dell'altezza del solco, si può supporre che la sua variabilità non sia casuale o legata ad imprecisione di misura, ma rifletta un processo deformativo vero e proprio che è stato attivo nell'isola di Capri dal Pleistocene superiore.

4.2 Movimenti costieri verticali: indicazione su possibili faglie attive

Una prima ipotesi per spiegare la variabilità d'altezza del solco Tirreniano prevede che essa sia il riflesso di lenti scivolamenti. Questa ipotesi si baserebbe sulla presenza di un esteso piano di contatto tra due corpi litologici estremamente differenti, e cioè la superficie di sovrascorrimento che porta i calcari mesozoici a scorrere sopra il complesso argilloso-arenaceo e calcareo-argilloso oligo-miocenico e verosimilmente sopra altri carbonati mesozoici non-affioranti (Fig. 2b). In principio, questa situazione risulta estremamente favorevo-

le ad uno scivolamento del corpo superiore, e del solco Tirreniano in esso scolpito, sopra tale superficie, a causa del marcato contrasto meccanico fra i due corpi e della presenza di sedimenti argillosi all'interfaccia.

Nella realtà, due osservazioni concorrono a far ritenere improbabile l'interpretazione descritta.

Anzitutto, tale superficie di contrasto tra due corpi a comportamento meccanico differente immerge generalmente verso ~SW (Fig. 2b), e quindi ci si dovrebbe aspettare uno scivolamento, e il conseguente abbassamento progressivo della quota del solco, muovendosi verso Punta Carena. L'altezza del solco si abbassa invece essenzialmente verso NW, con un andamento trasversale e non parallelo alla direzione di immersione della superficie di sovrascorrimento miocenico.

Inoltre, come risulta dalla Fig. 2b, la superficie in questione risulta estremamente articolata e smembrata da faglie ad alto angolo. Pertanto, sarebbe estremamente difficile per tale superficie trasmettere un movimento coerente attraverso tutto il volume roccioso dell'isola. E' certamente possibile che parte della variabilità d'altezza del solco possa essere giustificata da movimenti locali sopra lembi relativamente integri della superficie di discontinuità, ma sembra improbabile che tale meccanismo possa giustificare la variabilità generale osservata. Inoltre, negli affioramenti più continui il solco mantiene una quota costante (es. Fig. 4d), e dunque non esistono evidenze di basculamenti sostanziali che dovrebbero essere causati da scivolamenti gravitativi.

Un meccanismo più verosimile è rappresentato da movimenti lungo il reticolo di faglie che smembrano la superficie di sovrascorrimento (Fig. 2b). Si tratterebbe certo di movimenti lentissimi, data la bassa differenza d'altezza del solco in settori contigui; nondimeno tali movimenti sono apprezzabili quando siano effettuate misure precise del solco.

Grazie dunque al solco, è possibile identificare quali faglie, tra quelle riportate nella cartografia ufficiale (D'ARGENIO *et al.*, 2004; Fig. 2a) siano state attive negli ultimi 124 ka (Fig. 5). Per quanto concerne il settore orientale dell'isola, la faglia orientata ~E-W che corre tra il Porto di Tragara e P.ta Massullo, che isola a S il blocco di Monte Tuoro, sarebbe responsabile del ribassamento del solco verso N dal Porto di Tragara (circa 8 m) alla Cala di Matermania (sotto i 7.5 m). Una faglia sarebbe pure presente nell'insenatura del Porto di Tragara per giustificare l'abbassamento del solco da 8 m a Tragara a 7 m tra i Faraglioni e presso le Grotta Fontolina e del Belvedere (Figg. 3 e 5). Notiamo che quest'ultima faglia è la sola proposta in questo lavoro e non riportata nella cartografia citata. Tutte le faglie discusse potrebbero essere collegate al sistema principale di faglie, orientate NE-SW, che bordano a occidente il settore orientale dell'isola e delimitano i blocchi di S. Michele e del Castiglione (Fig. 2a). Quest'ultimo sistema bordiero non provocherebbe ribassamento del solco più ad W, tra i blocchi di Castiglione e del Monte Solaro; pertanto si può ipotizzare un movimento prevalente di tipo orizzontale, che, data l'orientazione locale di estensione (~NNW-SSE, cfr. Fig. 1), deve essere essenzialmente destro (in maniera consistente con le osservazioni strutturali di CASTELLUCCIO & NAPOLETANO, 1989 e BARATTOLO *et al.*, 1992).

A nord, sistemi di faglie ad orientazione NE-SW e

NW-SE tra Punta della Chiavica, Scoglio Ricotta e Punta Caterola potrebbero essere responsabili del ribassamento verso il Golfo di Napoli del blocco NE dell'isola (Fig. 5), dove il solco scende sotto i 7 m allo Scoglio Ricotta e alla Grotta del Bove marino (Fig. 3).

L'altezza piuttosto costante del solco sulla costa che borda a meridione il blocco del Monte Solaro (Fig. 3) indica che tale blocco è omogeneo. Ciò non vale invece per l'estremità SW dell'isola, dove il solco viene ribassato di circa 1 m alla Cala Articola, facendo ipotizzare l'attività di una faglia cartografata attraverso la cala (Fig. 5) e che borda la parete del Limmo. L'alto strutturale del Limmo potrebbe essere limitato a N da una faglia cartografata ad andamento E-W, che prosegue a mare sopra Punta del Pino (Fig. 5), e che ribasserebbe il solco di circa 1 m tra il settore SW e il settore di Cala Lupinara (Fig. 3). Nel settore NW dell'isola, l'abbassamento dell'altezza del solco osservata tra la Cala Lupinaia e la Grotta Binocolo (Fig. 3) suggerisce l'attività di faglie orientate da ~E-W a ~NW-SE che corrono tra Cala Lupinara e Punta Sbruffo (Fig. 5).

L'interpretazione suggerita sembra supportata, anche se con più larga incertezza, dalla variabilità in altezza della piattaforma probabilmente associata al solco Tirreniano (Fig. 3).

4.3 Blocchi strutturali nell'isola di Capri in base ai movimenti verticali

Le informazioni fornite dai *marker* del tirreniano riguardo la localizzazione delle discontinuità attive negli ultimi 124 ka, unita alla tracciature di queste discontinuità nelle carte geologiche a disposizione, consente di proporre, sebbene in via per ora generica e preliminare, la presenza di blocchi strutturali nell'isola a comportamento differenziale nel recente (Fig. 5). La distribuzione

della variabilità in altezza del solco tirreniano, con quote più elevate nel settore SE dell'isola e un minimo nel settore NW, suggerisce un ribassamento con polarità verso NW, e, nell'area di Punta Carena, anche un ribassamento verso SW (Fig. 5).

Questa polarità risulta consistente con la subsidenza che negli ultimi 2 milioni di anni ha interessato i Golfi di Napoli e Salerno, dove la crosta si estende in direzione ~NW-SE (MARIANI & PRATO, 1992; MILIA *et al.*, 2003), e che è stata responsabile nel Pleistocene superiore della dislocazione differenziale, a scala regionale, del *marker* tirreniano (sezione in Fig. 1). Le determinazioni della direzione di dislocazione su faglie attive, di assi tensili di terremoti estensionali e di rotture in pozzo mostra che anche attualmente due direzioni di estensione, ~NNW-SSE e ~NE-SW, interagiscono in quest'area. Pertanto si può ipotizzare che questa deformazione sia stata anche registrata a Capri dal solco tirreniano, ribassato verso NE, SW, ed essenzialmente verso NW (Fig. 5).

In particolare, le faglie che delimitano i blocchi NE e NW dell'isola potrebbero essere delle strutture sintetiche della faglia maestra orientata NE-SW e immergente a NW che viene ipotizzata (CINQUE *et al.*, 2000) bordare a NW l'alto della Penisola Sorrentina e delimitare a S il Golfo di Napoli (Fig. 1). Tale faglia, se inserita nel contesto regionale della dislocazione, rappresenta a sua volta un sistema minore rispetto alla grande faglia immergente a SE ubicata a W di Capri (faglia del Banco di Fuori, Fig. 1; MILIA *et al.*, 2003).

4.4 Meccanismi ed architettura delle deformazioni

I tassi di scorrimento, mediati dal Tirreniano ad oggi, delle faglie perimetrali dei blocchi strutturali ipotizzati a Capri, variabili tra 0.006 e 0.013 (Fig. 5), risultano

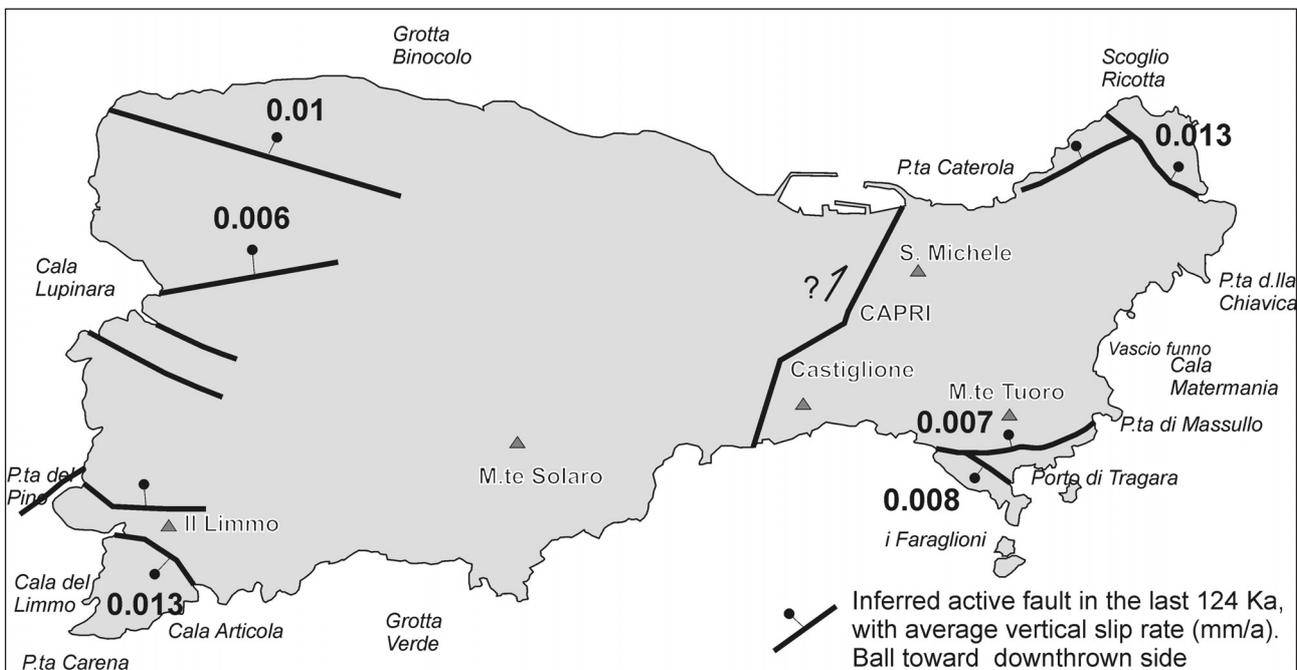


Fig. 5 - Carta delle faglie cartografate a Capri (fig. 2a) e ritenute attive in questo studio in base alla dislocazione del solco, e tassi di dislocazione verticale in mm/a.

Map of surveyed faults (see fig. 2a) which are here inferred to be active based on the change in elevation of the Tyrrhenian notch, and related vertical displacement rate (mm/a).

di almeno un ordine di grandezza inferiori rispetto a quelli delle principali faglie attive e sismogenetiche che caratterizzano l'asse della catena appenninica più ad E calcolati sul medesimo lasso temporale (Fig. 1; VALENSISE & PANTOSTI, 2001; MASCHIO *et al.*, 2005). Inoltre, l'area di Capri e più in generale della costa campana non è attualmente né storicamente sede della grande sismicità tipica della catena appenninica, ed assieme ai limitati rigetti evidenziati nell'isola permette di escludere faglie che agiscono generando grandi terremoti. E' più plausibile ipotizzare l'esistenza di movimenti lenti di tipo asismico o micro-sismico.

Questi movimenti avverrebbero su faglie che si raccordano in profondità, assieme alle faglie maestre situate a mare, a piani di scollamento a basso angolo. Queste superfici profonde sarebbero analoghe alla superficie di sovrascorrimento più superficiale che porta a Capri le rocce carbonatiche sopra quelle argillose-arenacee (Figg. 2a e 2b). A differenza di quest'ultima, la superficie profonda, invece di essere smembrata dalle faglie ad alto angolo (Fig. 2b) sarebbe integra e perfettamente raccordata ad esse.

Da dati provenienti da studi di superficie e di sottosuolo in settori limitrofi si può ipotizzare che i carbonati che formano il blocco inferiore di Capri (sotto i sedimenti terrigeni e calcareo-argillosi oligo-miocenici) poggino tettonicamente sopra le successioni calcareo-silico-marnose del bacino Lagonegrese. Questo contatto è esposto in superficie circa 70 km a NE di Capri, nei M. Picentini (Fig. 1; SCANDONE *et al.*, 1967; FERRANTI & OLDOW, 1999), e si approfondisce verso W. Nel Cilento, dunque parallelamente a Capri lungo la direzione orogena (NW-SE), tale sovrascorrimento viene ipotizzato a 5÷7 km di profondità (BERARDI *et al.*, 1996; MENARDI & REA, 1999). Dunque è possibile che le faglie in questione "scollino" sopra la superficie regionale di sovrascorrimento dei sedimenti di piattaforma e scarpata carbonatica sopra quelli del bacino lagonegrese, che in corrispondenza di Capri potrebbe trovarsi ad una profondità analoga a quanto ipotizzato in Cilento.

Un'ipotesi alternativa è che le faglie di Capri siano radicate alla superficie basale del sistema estensionale che attraversa il margine campano, ipotizzata ad una profondità di 10÷12 km, alla quale si raccordano le principali faglie orientate NE-SW che bordano i bacini peri-tirrenici (MILIA *et al.*, 2003).

BIBLIOGRAFIA

- AMATO A. & MONTONE P. (1997) - *Present-day stress field and active tectonics in southern peninsular Italy* - *Geophys. J.Int.*, **130**, pp. 519-534.
- ANTONIOLI F., KERSHAW S. & FERRANTI L. (2006b) - *A double MIS 5.5 marine notch?* - *Quat. Int.*, **145-146**, pp. 19-29.
- ANTONIOLI, F., FERRANTI, L., LAMBECK, K., KERSHAW, S., VERRUBBI, V. & DAI PRA, G. (2006a) - *Late Pleistocene to Holocene record of changing uplift rates in southern Calabria and northeastern Sicily (southern Italy, Central Mediterranean Sea)* - *Tectonophysics*, **422**, pp. 23-40
- BARATTOLO F. & PUGLIESE A. (1987) - *Il Mesozoico dell'Isola di Capri* - *Quaderni dell' Accademia Pontoniana*, **8**, pp. 1-172.
- BARATTOLO F., CINQUE A., D'ALESSANDRO E., GUIDA M., ROMANO P. & RUSSO ERMOLLI E. (1992) - *Geomorfologia ed evoluzione tettonica quaternaria dell'Isola di Capri* - *Studi Geologici Camerti*, Vol. Spec., pp. 221-229.
- BERARDI, F., DE ROSA G. & TOZZI M. (1996) - *Vincoli strutturali di superficie per una ricostruzione geometrica del massiccio dei Monti Alburni, (Appennino Meridionale)* - *Mem.e Soc. Geol. It.*, **51**, pp. 13-21.
- BRANCACCIO L., CAPALDI G., CINQUE A., PECE R. & SGROSSO I. (1978) - *^{230Th-238U} dating of coral deom Tyrrhenian beach in Sorrentine Peninsula (Southern Italy)* - *Quaternaria*, **20**, pp. 175-183.
- BRANCACCIO, L., CINQUE A., ROMANO P., ROSSKOPF C., RUSSO F., SANTANGELO N. & SANTO A. (1991) - *Geomorphology and neotectonic evolution of a sector of the Tyrrhenian flank of the Southern Apennines (Region of Naples, Italy)* - *Zeitschrift für Geomorphologie*, N.F., Suppl.-Bd., **82**, pp. 47-58.
- BRUNO PP, DI FIORE V, VENTURA G (2000) - *Seismic study of the '41st Parallel' Fault System offshore the Campanian-Latinal continental margin, Italy* - *Tectonophysics*, **324**, pp. 37-55
- CAIAZZO C., CINQUE A. & ASCIONE A. (2006) - *Late Tertiary-Quaternary tectonics of the Southern Apennines (Italy): New evidences from the Tyrrhenian slope* - *Tectonophysics*, **421**, pp. 23-51.
- CASTELLUCCIO C. & NAPOLITANO P. (1989) - *Nuovi dati sulla struttura dell'isola di Capri* - *Rend. Soc. Geol. It.*, **12**, pp. 25-28.
- CINQUE A., ESU D. & GLIOZZI E. (1986) - *Il riempimento della Grotta Vascio 'o funno a Capri. Primi risultati dello studio geomorfologico e paleontologico*. In: CINQUE A. (1986) - *Guida alle escursioni geomorfologiche (Penisola Sorrentina, Capri, Piana del Sele e Monti Picentini* - *Riunione annuale Gr. Naz. Geogr. Fis. Geomorf.*, Amalfi 1986. Pubbl. N. **33** del Dip. Scienze della Terra, Univ. di Napoli, pp. 101-116.
- CINQUE A., PATACCA E., SCANDONE P. & TOZZI M. (1993) - *Quaternary kinematic evolution of the Southern Apennines. Relationships between surface geological features and deep lithospheric structures* - *Ann. Geofis.*, **36(2)**, pp. 249-260.
- CINQUE, A., ASCIONE, A. & CAIAZZO, C. (2000) - *Distribuzione spaziotemporale e caratterizzazione della fagliazione quaternaria in Appennino Meridionale*. In: GALADINI, F., MELETTI, C., REBEZ, A. (Eds.) - *Ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996-1999)*. CNR-GNDT Spec. Publ. Roma, pp. 203-218.
- D'ARGENIO B., VIOLANTE C., SACCHI M., BUDILLON F., PAPPONE G., CASCIELLO E. & CESARANO M. (2004) - *Capri, Bocca Piccola and Punta Campanella. Marine and on-land geology compared*. In: "Mapping Geology in Italy", G. PASQUARÈ, C. VENTURINI & G. GROPELLI (Ed.), APAT Dipartimento Difesa del Suolo, Servizio Geologico d'Italia, SELCA, Firenze.
- FERRANTI L. & OLDOW J. S. (1999) - *History and tectonic implications of low-angle detachment faults and orogen-parallel extension, Picentini Mountains, Southern Apennines fold and thrust belt, Italy* - *Tectonics*, **18** (3), pp. 498-526.

- FERRANTI L. & OLDOW J. S. (2005) - *Latest Miocene to Quaternary horizontal and vertical displacement rates during simultaneous contraction and extension in the Southern Apennines orogen, Italy* - Terra Nova, **17**, pp. 209–214.
- FERRANTI L., ANTONIOLI F., MAUZ B., AMOROSI A., DAI PRÀ G., MASTRONUZZI G., MONACO C., ORRÙ P., PAPPALARDO M., RADTKE U., RENDA P., ROMANO P., SANSÒ P. & VERRUBBI V. (2006) - *Markers of the last interglacial sea-level high stand along the coast of Italy: Tectonic implications* - Quat. Int., **145-146**, pp. 30–54.
- FERRANTI L., OLDOW J. S., D'ARGENIO B., CATALANO R., LEWIS D., MARSELLA E., MASCHIO L., PAPPONE G., PEPE F. & SULLI A. (2008) - *Active deformation in Southern Italy, Sicily and southern Sardinia from GPS velocities of the Peri-Tyrrhenian Geodetic Array (PTGA)* - In stampa su: Boll. Soc. Geol. It..
- FERRANTI L., MONACO C., ANTONIOLI F., MASCHIO L., KERSHAW, S. & VERRUBBI, V. (2007) - *The contribution of regional uplift and coseismic slip to the vertical crustal motion in the Messina Straits, Southern Italy: evidence from raised late Holocene shorelines* - J. Geophys. Res., **112**, B06401, doi:10.1029/2006JB004473.
- GARS, G. & LIPPMAN M. (1984) - *Nouvelle données tectoniques dans l'Appennin campanien (Italie du Sud)* - C. R. Acad. Scie., Ser. II, **298** (11), pp. 495-500.
- KYRLE G. (1946-47) - *Le Grotte dell'isola di Capri*. L'Universo, Istituto Geografico Militare, Firenze, ripubblicato come supplemento al n. 2 de L'Universo, Firenze, 1998, 173 pp.
- MARIANI M. & PRATO R. (1992) - *I bacini Neogenici Costieri del margine Tirrenico: Approccio sismico-stratigrafico* - Mem. Soc. Geol. It., **41**, pp. 519-531.
- MASCHIO L., FERRANTI L. & BURRATO P. (2005) - *Active extension in Val d'Agri area, Southern Apennines, Italy: implications for the geometry of the seismogenic belt* - Geophys. J. Int., **162**, pp. 591–609, doi: 10.1111/j.1365-246X.2005.02597.x
- MENARDI-NOGUERA A. & REA G. (2000) - *Deep structure of the Campanian-Lucanian Arc (Southern Apennine, Italy)* - Tectonophysics, **324**, pp. 239-265.
- MILANO G., PETRAZZUOLI S. & VENTURA G. (2004) - *Effects of the hydrothermal circulation on the strain field of the Campanian Plain (southern Italy)* - Terra Nova, **16**, pp. 205-209.
- MILIA A., TORRENTE M.M., RUSSO M. & ZUPPETTA A. (2003) - *Tectonics and crustal structure of the Campania continental margin: relationships with volcanism* - Mineral. Petrol. **79**, pp. 33–47.
- PATACCA E., SARTORI R. & SCANDONE P. (1990) - *Tyrrhenian basin and Apenninic arcs: kinematic relations since late Tortonian times* - Mem. Soc. Geol. It., **45**, pp. 425–451.
- ROMANO P. (1992) - *La distribuzione dei depositi marini pleistocenici lungo le coste della Campania. Stato delle conoscenze e prospettive di ricerca* - Studi Geologici Camerti, vol. spec., pp. 265-269.
- SCANDONE, P., SGROSSO I., & VALLARIO A. (1967) - *La finestra tettonica nella serie calcareo-silico-marnosa presso Campagna (Monti Picentini, Salerno)* - Boll. Soc. Nat. Napoli, **76**, pp. 3-10.
- SCANDONE, R., BELLUCCI, F., LIRER, L. & ROLANDI, G. (1991) - *The structure of the Campanian Plain and the activity of the Neapolitan volcanoes (Italy)* - J. Volc. Geotherm. Res., **48**, pp. 1-31.
- VALENSISE G. & PANTOSTI D. (2001) - *The investigation of potential earthquake sources in peninsular Italy: a review* - J. Seism., **5**, pp. 287-306.
- WAELEBROECK C., LABEYRIE L., MICHEL E., DUPLESSY J.C., LAMBECK K., McMANUS J.F., BALBON E. & LABRACHERIE M. (2002) - *Sea-level and deep water temperature changes derived from benthic foraminifera isotopic records*. Quat. Scie. Rev., **21**, pp. 295-305.

Ms. ricevuto il 31 luglio 2007

Testo definitivo ricevuto il 9 ottobre 2007

Ms. received: July 31, 2007

Final text received: October 9, 2007

