

IL SITO PREISTORICO DELL'ARCO NATURALE DI CAPO ZAFFERANO (SICILIA) ASPETTI GEOMORFOLOGICI E RELAZIONE CON LE VARIAZIONI DEL LIVELLO MARINO OLOCENICO

F. Antonioli⁽¹⁾ - G. Belluomini⁽²⁾ - L. Ferranti⁽³⁾ - S. Improta⁽⁴⁾ - G. Reitano⁽⁵⁾

⁽¹⁾ENEA, CRE-Casaccia, Dip. to Ambiente, Roma

⁽²⁾Istituto di Geochimica applicata alla Stratigrafia Recente, CNR Roma

⁽³⁾Dipartimento di Scienze della Terra, Università di Napoli Federico II

⁽⁴⁾Dipartimento di Fisica, Università di Roma La Sapienza

⁽⁵⁾Geologo, Libero Professionista, Palermo

RIASSUNTO - Il sito preistorico dell'arco naturale di Capo Zafferano (Sicilia). Aspetti geomorfologici e relazione con le variazioni del livello marino olocenico. - Il Quaternario, 7(1), 1994, 109-118 - In una grotta, ubicata sulla costa settentrionale siciliana alla quota di circa 20 m s. l.m. è stato rinvenuto un deposito costituito da numerosi gusci interpretabili come resti di pasto di *Patella ferruginea* e *Trochus* insieme a industria litica risalente al Mesolitico. - La grotta in oggetto è situata in una zona impervia di Capo Zafferano ed è raggiungibile solo dal mare: infatti è circondata da ogni lato da pareti carbonatiche strapiombanti. L'uomo mesolitico che abitava la cavità quindi, era presumibilmente costretto a raggiungerla tramite un passaggio terrazzato, ora sommerso dal mare. Le indagini subacquee hanno rilevato la presenza di alcune spianate, la cui soglia è compresa tra 16 e 18 m sotto il livello del mare; più in alto le pareti sono ripide e impraticabili. Il mare quindi, per permettere l'accesso alla grotta/abitazione (si esclude ovviamente che gli abitatori della cavità si spostassero usando imbarcazioni) doveva stazionare non meno di 25 m sotto l'attuale livello. La datazione con il ¹⁴C (8960±130 anni B.P. corrispondente ad una età calibrata compresa tra 9350-9900 anni B.P.) effettuata sui gusci di *Patella ferruginea* ha confermato il dato archeologico. La datazione dei resti di pasto e la particolare morfologia sommersa della zona esaminata presso Capo Zafferano hanno permesso di stabilire che il livello del mare di circa 9500 anni B.P. fosse almeno 25 m più basso rispetto a quello attuale, tale ipotesi è in accordo con le curve di oscillazione del livello marino olocenico per il Tirreno.

ABSTRACT - The prehistoric site of Capo Zafferano (Sicily): geomorphology and Holocene sea level variations - Il Quaternario, 7(1), 1994, 109-118 - A deposit of mollusk shell remains (*Patella ferruginea* and *Trochus* sp.) associated with stone artefacts (weapons, scrapers, etc.) of Mesolithic age, has been identified in an underwater cave (-20 m s.l.) at Capo Zafferano, a carbonatic promontory with steep cliffs 10 km E of Palermo (NW Sicily). *Patella ferruginea* samples are radiocarbon dated to 8960±130 yr B.P. calibrated to 9350±9900 yr B.P. in agreement with archaeological dating. Underwater investigations indicate submerged terraces, at -16±-18 m below present sea-level, forming a continuous strip around the promontory and which provided access to the cave. Sea-level at 9500 yr B.P. at the site was about 25 m below the present level: this datum is in agreement with the Tyrrhenian Holocene sea-level curve.

Parole chiave: Olocene, livello del mare, Sicilia
Key words: Holocene, sea-level, Sicily

1. PREMESSA

Nell'ambito di una ricerca finalizzata alla ricostruzione degli eventi eustatici e paleoclimatici della Sicilia settentrionale, il rinvenimento e lo studio di un sito preistorico presso l'Arco Naturale di Capo Zafferano ha indotto ad approfondire le caratteristiche geomorfologiche di quest'area per ricostruire gli scenari morfologici esistenti al momento della frequentazione del sito. Lo studio pluridisciplinare, che integra osservazioni archeologiche con indagini geomorfologiche, stratigrafiche ed il rilevamento geologico subacqueo, costituisce un approccio nuovo sia per le ricerche sul Quaternario più recente che per la ricostruzione degli ambienti fisici nei quali operavano le comunità umane preistoriche. I risultati conseguiti suggeriscono come le variazioni del livello marino e quindi le modificazioni spazio-temporali delle fasce costiere abbiano avuto un profondo impatto sull'evoluzione geomorfologica e culturale dell'area.

2. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

2.1 Generalità

Capo Zafferano costituisce un promontorio di natura carbonatica ubicato sulla costa NW della Sicilia, circa 10 km ad E di Palermo. Questo promontorio spicca per le sue impervie falesie, alte fino a 200 m, costituite da Dolomie a *Rynchonella* del Norico.

Il settore occidentale del promontorio (Fig. 1), dove è ubicato il sito studiato, è caratterizzato da un primo sperone roccioso orientato N-S che separa la Cala dell'Osta ad W dalla caletta dell'Arco Naturale ad E; questa seconda insenatura è dunque chiusa sia ad W che ad E da pareti verticali, e risulta raggiungibile soltanto via mare. Verso l'interno si trova l'Arco Naturale (Fig 2); la parte superiore della volta di questo Arco, posta ad una altezza circa 35 m s.l.m. è raggiungibile via terra da Cala dell'Osta. Ancora più all'interno è situata una grotta

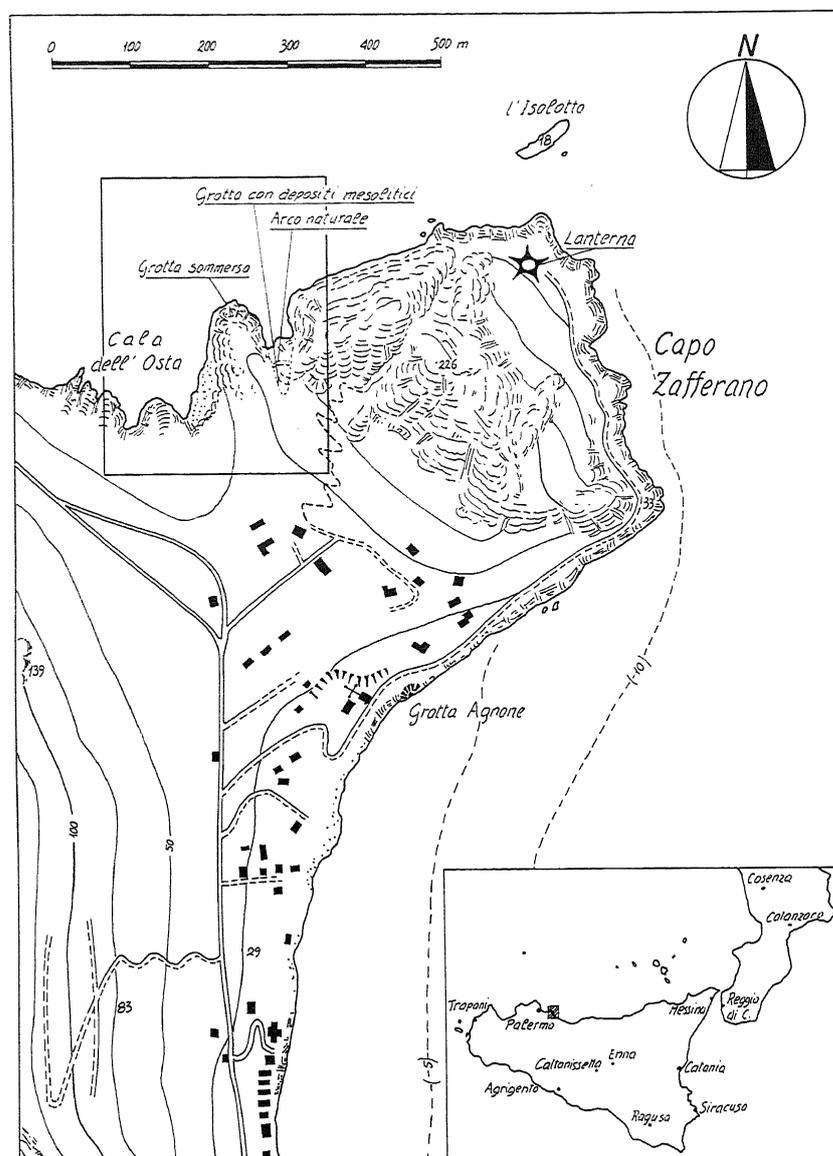


Fig. 1 - Ubicazione dell'area studiata. Nel riquadro il particolare descritto nella Figura 5.
Map of NW Sicily with location of study area. The inset shows the detail given in Figure 5.

(qui denominata Grotta dell'Arco), che si sviluppa nel promontorio per circa 20 m di lunghezza (Fig. 3). All'ingresso è presente una conoide di depositi costituiti da sabbie e breccie, poco cementate, che ne occlude in parte la luce. Al suo apice è ubicato il sito oggetto di indagine. E' da rilevare che la discesa ai piedi dell'Arco e l'accesso alla cavità non sono assolutamente effettuabili via terra, se non con l'ausilio di attrezzature alpinistiche.

Poichè la volta della grotta e dell'Arco, poste a circa 50 m di distanza, sono alla medesima altezza, e poichè entrambe presentano una analoga morfologia campaniforme, è da supporre che originariamente formassero una singola cavità (protogrotta) più estesa in lunghezza rispetto all'attuale. Questa successivamente arretrò per crolli connessi ad una o più ingressioni marine, lasciando come testimone l'Arco. Tali fenomeni ebbero luogo in un momento non precisabile, ma sicuramente antecede-

nte l'età dei depositi che mantellano le pareti ed il fondo della cala, e l'Arco stesso.

2.2 Elementi geomorfologici costieri

Forme e depositi quaternari presenti al Capo Zafferano sono stati rilevati e studiati in dettaglio (Antonoli *et al.*, in prep.). La sezione più spettacolare è esposta proprio in corrispondenza dell'Arco, dove si rinvennero numerose forme e depositi ubicati a varie altezze che testimoniano oscillazioni del livello marino occorse nel Pleistocene medio-superiore, costituiti da:

- solchi di battente, posti a 7, 12.5, 25, 30, 40 m s.l.m.
- lembi di depositi marini, costituiti da sedimenti organogeni, sabbie e puddinghe più o meno cementate e talora fossilifere, posti a 1+3, 3+7, 30+33, 35+40 m s.l.m.

Questi depositi rappresentano facies litorali, gene-

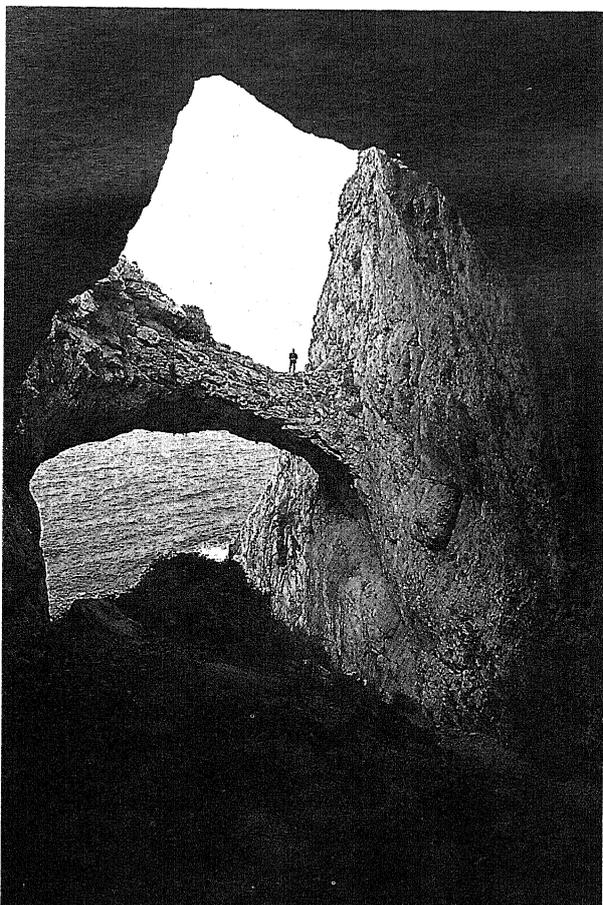


Fig. 2 - L'Arco Naturale di Capo Zafferano visto dalla grotta.
The Cape Zafferano Natural Arch viewed from the cave.



Fig. 3 - La Grotta vista dall'Arco Naturale di Capo Zafferano.
The cave viewed from the Cape Zafferano Natural Arch.

ralmente di spiaggia (*pocket beach*), e sovente sono associati a fori di organismi litofagi sulle paleofalesie circostanti.

Le datazioni effettuate su alcuni di questi depositi, hanno permesso di inquadrare forme e depositi nel contesto dell'evoluzione geomorfologica di quest'area. Ai fini del presente lavoro basterà osservare che, in base ai dati in nostro possesso ed alla letteratura esistente (Ruggieri, 1967), nell'area in esame si sono verificate numerose oscillazioni del livello marino negli ultimi 800 ka, ed in particolare a partire dal Siciliano (Ruggieri & Sprovieri, 1975). La formazione della "proto-grotta" e la sua successiva scissione nella coppia grotta attuale-Arco, è da ricondurre dunque quantomeno al Pleistocene inferiore. Sono state eseguite inoltre alcune analisi sull'isoleucina contenuta in gusci di molluschi rinvenuti a diverse quote nel sito indagato ed in zone immediatamente circostanti. Sedimenti organogeni carbonatici marini sono presenti alla base dell'Arco fino a quote di 6 m s.l.m. (Figg. 4, 5 e 11); gli organismi marini presenti in questo

deposito (coralli, gasteropodi e lamellibranchi) non sono databili. Sono stati utilizzati per l'attribuzione cronologica analoghi depositi marini affioranti in continuità stratigrafica ed ubicati alle stesse quote fra punta Aspra e Sarello, poche centinaia di metri ad occidente del sito in studio. L'analisi del rapporto di racemizzazione dell' Isoleucina su gusci di *Arca* (5 esemplari) ha fornito valori medi di 0,43 (0,53) che (considerando una temperatura media della Sicilia vicina a quella della Tunisia settentrionale) per analoghi valori già ricavati (Hearty, 1986) permettono di riferire il deposito allo stadio 5 e della curva isotopica dell'ossigeno (Williams *et al.*, 1988). Sono stati individuati depositi fossiliferi (*Arca*) alla quota di circa 33 m subito sotto l'Arco naturale (Fig. 8), in corrispondenza di fori di Litodomi. Il rapporto di racemizzazione dell'Isoleucina (3 gusci) ha fornito valori medi di 0,49 (0,64), si attribuisce quindi tale livello ad un intervallo pre-stadio 5, presumibilmente stadio 9 o 11 (Hearty & Dai Pra 1986).

E' stata eseguita una datazione Th/U su un campione di carbonato organogeno a *Ostree* proveniente da un

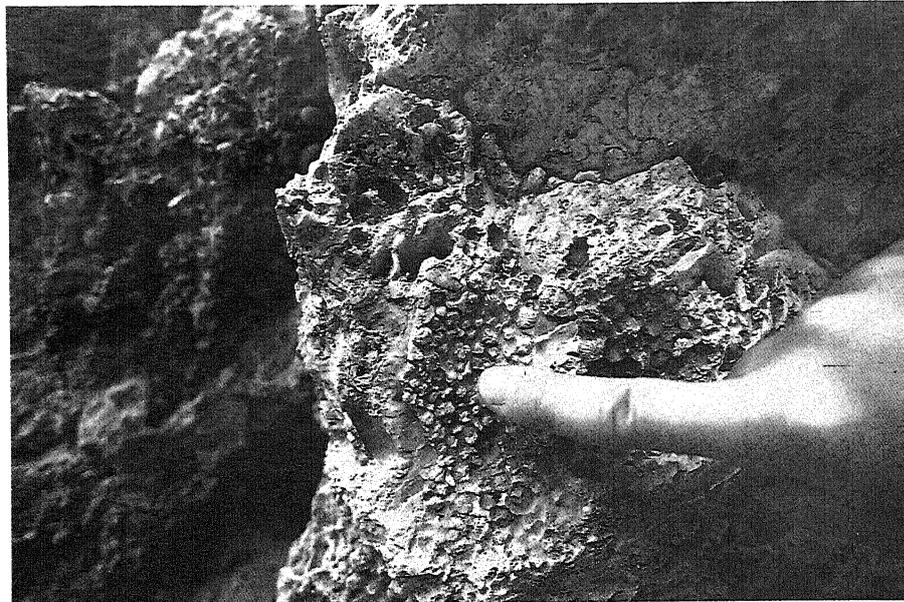


Fig. 4 - I depositi marini Eutyrrheniani posti alla quota di 3+7 m s.l.m. sotto l'Arco Naturale di Capo Zafferano.
Eutyrrhenian marine deposits at 3+7 m a. s. l. below the Capo Zafferano Natural Arch.

livello ubicato sull'Arco naturale ad una quota di circa 40 m, associato ad uno sviluppato solco e a fori di Litodomi (Fig.11). La datazione ha fornito valori superiori a 300 ka.

Sulla base delle analisi effettuate e della quota di rinvenimento dei diversi livelli fossiliferi è possibile ipotizzare un sollevamento dell'area di almeno qualche decina di metri nel corso del Pleistocene medio ed una sostanziale stabilità tettonica della zona a partire dallo stadio 5 della curva isotopica dell'ossigeno.

Nell'area sono presenti depositi continentali discordanti su quelli marini descritti. I primi sono costituiti da brecce di pendio e sabbie limose eoliche, talvolta cementate ed organizzate in coni o falde di pendio. Essi formano il prisma sedimentario che ingombra l'ingresso della grotta (Figg. 5 e 6). Per le loro caratteristiche giaciture e litostratigrafiche sono attribuibili al periodo würmiano, il cui picco regressivo coincide con lo stadio 2 della curva paleoclimatica dell'ossigeno. Con il mitigarsi delle condizioni freddo-aride caratteristiche di questo periodo, e con lo stabilizzarsi della conoide di sedimenti continentali, alcune comunità umane iniziarono la frequentazione del sito. Tale frequentazione fu alquanto intensa e continua, tanto da lasciare testimonianze costituite da utensili e resti di pasto. Questi ultimi sono costituiti da molluschi dei generi *Patella* (*P. ferruginea* LINN.) e *Trochus*, sparsi in sabbie limose rubefatte. Gli utensili rinvenuti sono rappresentati da punte, raschiatoi grezzi o microlitici, nuclei ritoccati e lame, tutti lavorati in selce, attribuibili al Mesolitico. Questo deposito raggiunge all'interno della cavità spessori superiori ai 4+5 m. Le osservazioni archeologiche sono da considerarsi superficiali e preliminari poichè sono state eseguite dagli autori, la Sovrintendenza di Palermo aprirà uno scavo per indagare con completezza il sito, di estremo interesse archeologico.

2.3 Elementi geomorfologici sommersi

Per ottenere ulteriori informazioni sull'evoluzione geomorfologica dell'area, è stato effettuato, mediante autorespiratori ad aria, il rilevamento geologico dei fondali antistanti il settore occidentale del Capo Zafferano. In particolare sono state rilevate in dettaglio delle sezioni trasversali alla caletta dell'Arco Naturale, unite a griglia da sezioni parallele alla costa fino ad ad una profondità massima di 35 m. Inoltre è stato effettuato un transetto più generale da Cala dell'Osta all'Isolotto, uno scoglio posto circa 100 m a N del Capo.

Nella carta di Figura 5 sono rappresentati i principali elementi geomorfologici rinvenuti. Essi sono rappresentati da: i) falesie sommerse; ii) lembi di superfici sub-orizzontali di erosione; iii) solchi sommersi; iv) grotte sommerse; v) depositi sommersi.

Le falesie sommerse costituiscono la prosecuzione diretta di quelle costiere, e rappresentano dunque delle paleofalesie relative a livelli del mare più bassi dell'attuale. La falesia costiera prosegue sotto il livello del mare senza alcuna discontinuità fino a -6 m. A questa profondità è presente un lembo di superficie di erosione sub-orizzontale, in roccia o talora ricoperta da depositi marini (calcareniti a coralli) di età imprecisabile (Figg. 7, 8 e 9). Tale lembo, largo al massimo 4+5 m, risulta molto discontinuo, ma affiora con buona frequenza areale, tale da farci supporre che rappresenti effettivamente una linea di riva sommersa. Per quanto concerne la sua attribuzione cronologica, poichè esso è inciso anche su blocchi ribassati dalle faglie bordiere del promontorio, orientate ENE-OSO, possiamo solo supporre che sia più recente delle ultime fasi tettoniche che hanno interessato l'area, di età siciliana (D'Angelo *et al.*, 1980). La falesia sommersa prosegue fino a -16 m di profondità, dove

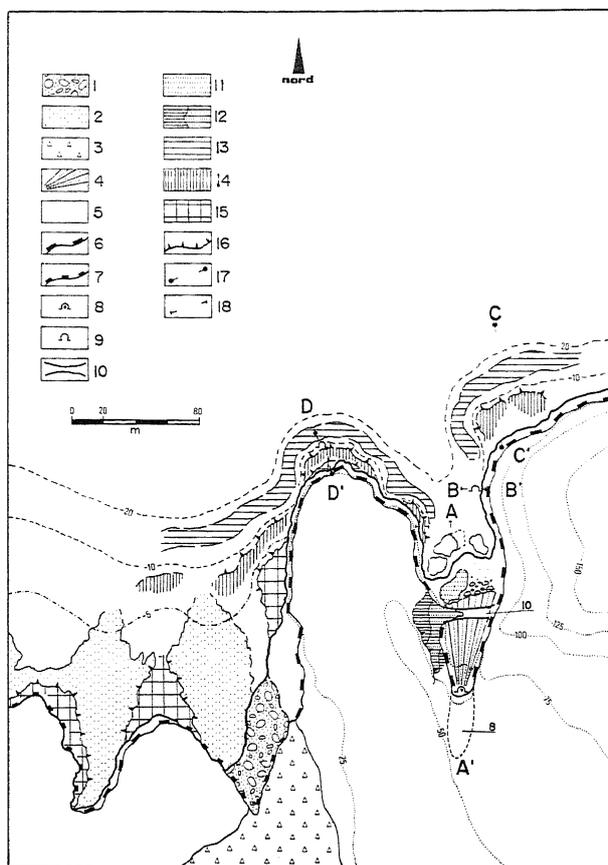


Fig. 5 - Carta geomorfologica di forme e depositi emersi e sommersi. Legenda: 1) Blocchi e/o ciottoli carbonatici; 2) Sabbie e/o ghiaie detritiche; 3) Livelli di breccie alternati a limi sabbiosi arrossati; 4) Conoide; 5) Dolomie (Trias superiore); 6) Orlo di falesia; 7) Falesia; 8) Grotta subaerea; 9) Grotta subacquea; 10) Arco Naturale; 11) Depositi marini; 12) Lembo di superficie di abrasione marina (37/38 m) con depositi marini; 13) Lembo di superficie di abrasione marina (-16+-18 m); 14) Lembo di superficie di abrasione marina (-6+-8 m); 15) Piattaforma di abrasione attuale; 16) Base di falesia sommersa; 17) Traccia delle sezioni geomorfologiche; 18) Traccia dei blocco-diagrammi.

Geomorphological map of Capo Zafferano showing the distribution of emerged and submerged coastal forms and deposits. Legend: 1) Carbonatic blocks and cobbles; 2) Sand and gravels; 3) Stratified pebbles alternated with reddish sand mud; 4) Fan and/or talus deposits; 5) Dolomite (upper Triassic); 6) Cliff edge; 7) Cliff; 8) Subaerial cave; 9) Submarine cave; 10) Natural arch; 11) Marine deposits; 12) Remnant of a marine abrasion surface (37+38 m) and associated marine deposits; 13) Remnant of a marine abrasion surface (-16+-18 m); 14) Remnant of a marine abrasion surface (-6+-8 m); 15) Recent marine abrasion surface; 16) Submerged cliff edge; 17) Location of the geomorphological section; 18) Location of block-diagrams.

si arresta in corrispondenza di un ripiano inclinato coperto di sabbie e ghiaie recenti e inciso su paleomorfologie molto mature quali blocchi isolati, torrioni, speroni costieri, attualmente sommersi. Il ripiano ha il bordo esterno a circa -18 m, successivamente sono presenti falsopiani fino a circa -30 m dove, nell'area occidentale del Capo, le falesie terminano definitivamente lasciando il posto ad una vasta piattaforma ricoperta da sabbie attuali, che prosegue verso il largo con bassissima inclinazione. Per la sua continuità laterale, la sua posizione al piede di

una paleofalesia ben individuata, la sua localizzazione all'interno di un paesaggio erosivo maturo, e per la variazione di pendenza rispetto alla più profonda piattaforma, l'elemento morfologico compreso tra -16 e -18 potrebbe rappresentare a nostro avviso una linea di riva sommersa. A causa della copertura di sabbie e ghiaie recenti, risulta difficile definire la profondità esatta di tale riva, che comunque resta compresa tra 16 e 20 m di profondità. Sull'attribuzione cronologica di questa linea di riva è difficile avanzare delle ipotesi, si esclude comunque che sia stata causata da una stasi durante la risalita olocenica del mare. E' interessante notare come, su entrambi gli speroni carbonatici che delimitano lateralmente la cala dell'Arco, siano presenti grotte sommerse con ingresso posto in questa fascia di profondità. La cavità più articolata, ubicata sul promontorio occidentale è denominata grotta Margherita (Fig. 9), ha un ingresso con base posta a -16 m; essa è costituita da un tratto suborizzontale di circa 15 m di sviluppo, prosegue poi all'interno con dei salti verso profondità minori; la volta del primo tratto è intercettata da pozzi che sboccano all'esterno a pochi metri di profondità. La cavità è di chiara origine carsica, come testimoniato dalla presenza di speleotemi a 9 m di profondità. La speleogenesi, impostata su linee di frattura e di faglia (l'orientazione della cavità, sviluppata lungo l'asse N 150°, è del tutto analoga ai principali andamenti strutturali del promontorio), ha avuto luogo in corrispondenza di un livello marino più basso, e probabilmente coincidente con quello che ha modellato il terrazzo a -16+-20 m; ciò è suggerito dal modo in cui l'ingresso si raccorda al terrazzo (Fig. 9). Sul promontorio orientale sono presenti altri sistemi carsici, di limitato sviluppo, intorno ai 10+-12 m di profondità. Questi possono essere correlati a un solco posto a -12 m (Fig. 7). La formazione di questa linea di riva sommersa ha avuto luogo quando il paesaggio costiero era già molto articolato, poichè il solco risulta inciso anche su grossi blocchi isolati, sul lato volto verso costa. E' possibile dunque che tale linea di riva sia più recente di quelle individuate a -6 e -16+-20 m di profondità.

Poichè la situazione morfologica descritta si segue con perfetta continuità dall'interno della cala dell'Arco fino ai settori limitrofi, ed in particolare fino a Cala dell'Osta (Fig. 10) e, dato che le pareti che circondano la cala dell'Arco non ne consentono attualmente l'accesso via terra, se ne deduce che l'accesso da Cala dell'Osta era possibile soltanto percorrendo il terrazzo posto a -16+-20 metri, con un livello del mare di almeno 25 m più basso di quello attuale, altrimenti le mareggiate avrebbero comunque impedito una fruizione costante del sito. Il lembo di superficie suborizzontale di erosione a -6 m non presenta infatti una continuità laterale sufficiente da permettere un suo utilizzo come corridoio di passaggio, mentre tale caratteristica è pienamente rispettata dal ripiano con bordo superiore posto a -16+-20 m.

Gli autori si sono posti il problema della possibilità di raggiungere il sito via mare, con imbarcazioni. La na-

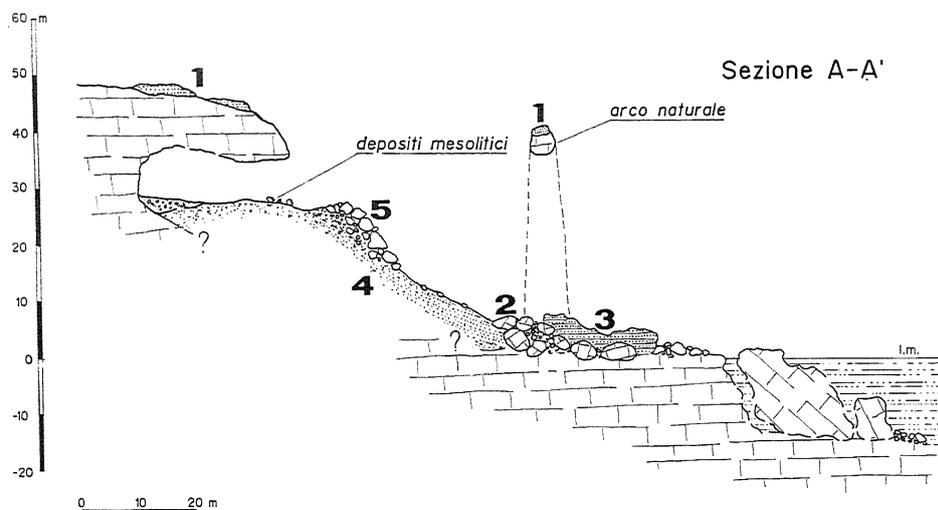


Fig. 6 - Sezione A-A' di Fig. 5. Legenda: 1) Depositi marini del Pleistocene medio; 2) Massi di crollo della proto-grotta; 3) Depositi marini Eutirreniani; 4) Depositi costituiti da sabbie e limi continentali contenenti industria mesolitica; 5) Massi di crollo recenti.

Section A-A' (see Fig. 5). Legend: 1) Marine deposits (middle Pleistocene); 2) Rockfall blocks in the paleo-cave; 3) Eutyrrhenian marine deposits; 4) Continental deposits (sand and mud) with Mesolithic tools; 5) recent rockfall deposits.

vigazione costiera nel Mesolitico, appare ancora poco sviluppata sulle coste italiane, infatti lo sviluppo degli spostamenti via mare si fa ricadere nel successivo Neolitico antico (Bass, 1974; Medas, 1993). Dato comunque l'enorme numero di gusci di resti di pasto e e l'alta densità di ritrovamenti litici si ritiene che la cavità fosse usata come abitazione e non solo saltuariamente per consumare molluschi. Non sembra verosimile che l'accesso alla cavità potesse avvenire tramite imbarcazioni, data la frequentazione iterativa e duratura della cavità, e l'inutilità di portarsi in un posto così scomodo nel caso si fosse trattato di una (o più) semplici soste nel corso di battute di pesca.

3. DATAZIONE CON IL ^{14}C DI GUSCI DI *PATELLA FERRUGINEA*

I dati geomorfologici esposti, accoppiati allo studio del sito preistorico, ed in particolare alle modalità di accesso, suggeriscono che durante la frequentazione umana del Mesolitico della Grotta dell'Arco, il livello del mare doveva essere almeno 25 m più basso di quello attuale. Per ottenere un ulteriore riscontro di tale dato, nonché restringere il possibile intervallo cronologico corrispondente alla quota effettiva raggiunta dalla linea costiera, sono state effettuate alcune analisi al radiocarbonio su gusci di *Patella ferruginea* provenienti dai resti di pasto mesolitici. I campioni analizzati, di dimensioni variabili dai 4 ai 6 cm di diametro, sono stati prelevati da differenti punti del sito preistorico, in modo da ottenere un riscontro cronologico il più omogeneo possibile. La frequentazione della cavità non doveva essere occasionale, come dimostra il ritrovamento di utensili associati ai resti di pasto (indizio di uno stanziamento più duraturo e della diversificazione delle attività), e la gran copia di

resti di pasto, anche se la sussistenza era basata essenzialmente sul consumo di organismi marini.

La datazione al ^{14}C è di 8960 ± 130 anni B.P. corrispondente ad una età calibrata compresa tra 9350 e 9900 anni B.P.

Tale risultato è in ottimo accordo con il dato archeologico, poiché il Mesolitico del Mediterraneo viene fatto corrispondere ad un intervallo cronologico mediamente compreso tra 8 e 12 ka B.P. Inoltre Graziosi (1962) riporta la datazione al radiocarbonio di una *Patella*, riferibile a resti di pasto, rinvenuta nella grotta di Cala del Genovese presso l'isola di Levanzo. La data ^{14}C è 9694 ± 110 e corrisponde ad una età calibrata compresa tra 10085 e 10850 anni B.P., leggermente più antica ma sufficientemente vicina a ciò che si è ottenuto per il sito di Capo Zafferano.

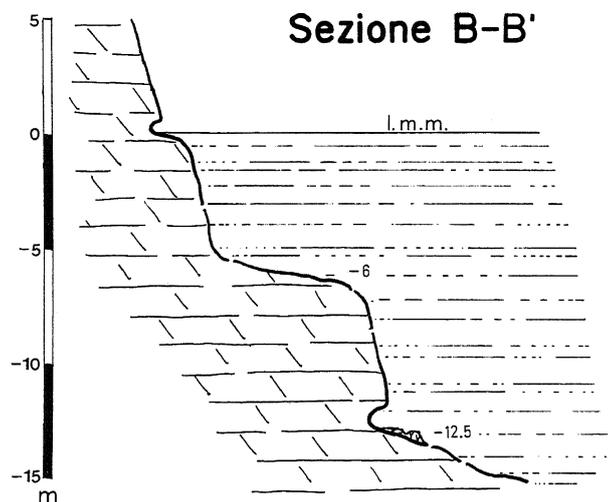


Fig. 7 - Sezione B-B' di Fig. 5
Section B-B' (see Fig. 5).

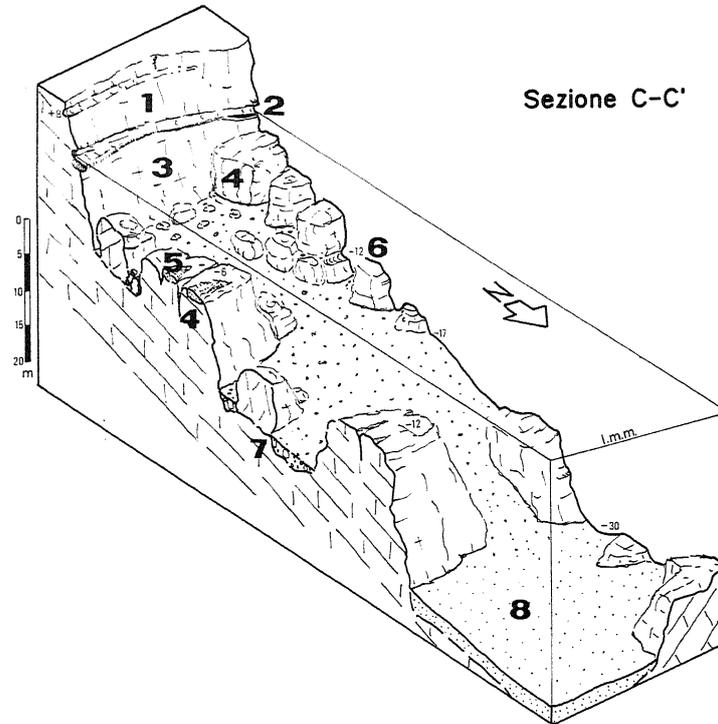


Fig. 8 - Sezione C-C' di Fig. 5. Legenda: 1) Falesia emersa con solco fossile ubicato a +8 m; 2) Solco attuale con piattaforma bio-costruita; 3) Falesia sommersa con base a -6 m; 4) Blocchi ribassati da faglie ad andamento ENE-OSO; 5) Lembi di superfici di abrasione marina a -6 m; 6) Solco sommerso a -12 m; 7) Lembo di superficie di abrasione marina compreso tra -16 e -18 m e ricoperto da sabbie e ghiaie attuali; 8) Piana sabbiosa estesa da -30 verso il largo.

Section C-C' (see Fig. 5). Legend: 1) Cliff with an ancient sea notch at +8 m a. s. l.; 2) Recent notch and trottoir; 3) Sumerged cliff with foot at -6 m below s.l.; 4) Blocks faulted by ENE-WSW normal fault; 5) Remnant of a marine abrasion surface at -6 m below s. l.; 6) Submerged sea notch (-12 m below s. l.); 7) Remnant of a marine abrasion surface between -16 e -18 m, covered by recent sand and gravel; 8) Sand platform extending from -30 m offshore.

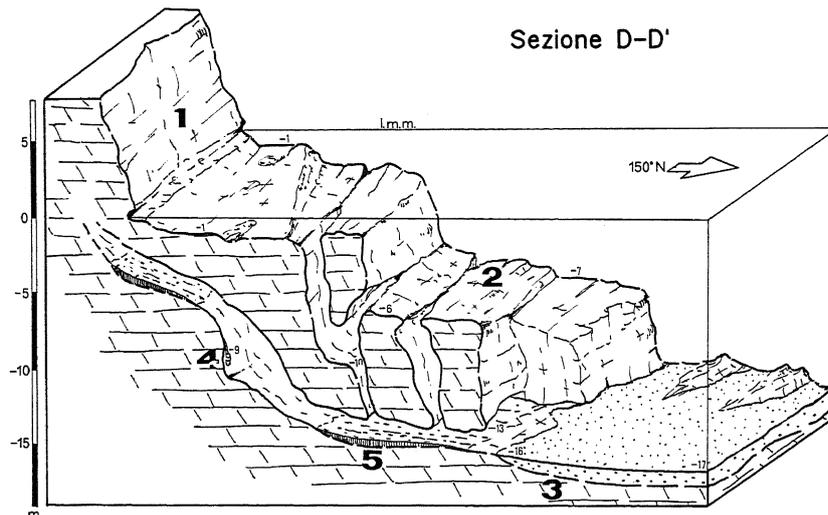


Fig. 9 - Sezione D-D' di Fig. 5. Legenda: 1) Falesia attiva con solco attuale e piattaforma di abrasione a -1 m; 2) Lembo di superficie di abrasione marina a -6; 3) Lembo di superficie di abrasione marina compreso tra -16 e -18 m e ricoperto da sabbie e ghiaie attuali; 4) La cavità sommersa "Margherita" e una stalattite a -9 m; 5) Depositi limosi sul fondo della cavità.

Section D-D' (see Fig. 5). Legend: 1) Cliff with recent sea notch and an abrasion notch at -1 m below s.l.; 2) Remnant of a marine abrasion surface at -6 m below s. l.; 3) Remnant of a marine abrasion surface between -16 and -18 m below s. l., covered by recent sand and gravel; 4) Submerged cave "Margherita" and stalactite at -9 m below s.l.; 5) Mud deposits on the cave floor.

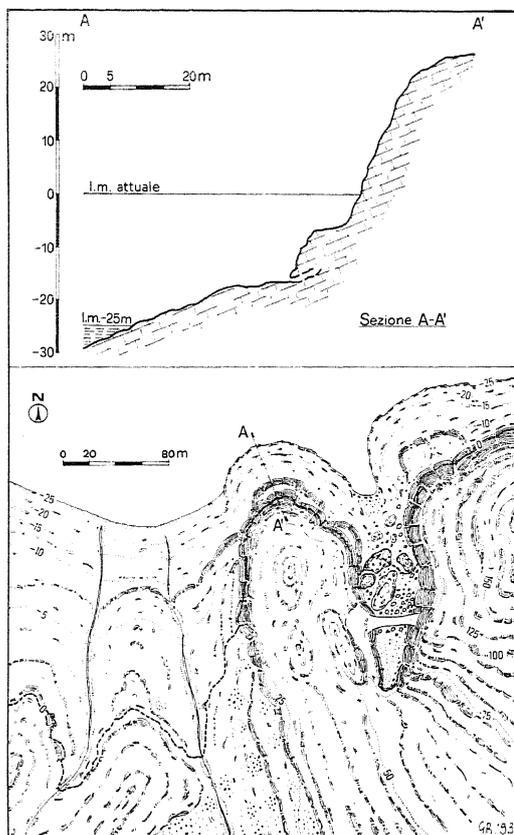


Fig. 10 - Ricostruzione paleoambientale del sito mesolitico con il livello del mare posto a -25 m rispetto all'attuale. Tratteggiata la linea di costa attuale.

Paleoenvironmental reconstruction of the prehistoric site showing the Mesolithic sea-level at -25 m below. s. l. Present coastline shown by a dashed line.

4. CORRELAZIONE CON LE OSCILLAZIONI DEL LIVELLO DEL MARE

Unendo i dati provenienti dal rilevamento geologico costiero e subacqueo, dalla datazione relativa dei reperti archeologici, e dalla datazione assoluta dei resti di pasto associati, si può concludere che nell'intervallo 9350÷9900 anni B.P. il livello del mare nell'area in esame era di almeno 25 m più basso dell'attuale. E' plausibile inoltre che tale livello non fosse molto più profondo di -25 m. In tal caso difatti sarebbe stato scomodo l'accesso alle fonti di sussistenza da parte dei preistorici e/o il loro consumo lontano da esse. Se dunque tale livello non era molto più profondo, la fisiografia della costa doveva essere alquanto simile dall'attuale, con falesie disposte a fascio attorno ad una stretta cala, e con un corridoio alla sua base, che ne consentisse l'accesso (Fig. 10). Scogli e faraglioni isolati, relitti di un più antico paesaggio costiero, emergevano da un mare nel complesso poco profondo, come testimonia l'estensione verso il largo del terrazzo con apice a -16÷-20, in corrispondenza del corridoio di passaggio (Fig. 5). Riguardo all'origine e alla morfologia di tale terrazzo di cui il corridoio poteva costituire la

sola porzione emersa, anch'esso rappresenta probabilmente un paesaggio molto più antico dell'intervallo cronologico in esame; difatti non sono testimoniate per il Tirreno, negli ultimi 20 ka, stasi del livello del mare sufficienti a creare un elemento morfologico di così grande estensione e rilevanza (Antonioli & Ferranti, 1992). Il terrazzo inoltre era connesso a sistemi carsici di discreto sviluppo, come la grotta sommersa Margherita (Fig. 9), di cui doveva rappresentare in precedenza il livello di base. Non vi sono elementi per affermare che anche la grotta Margherita fosse abitata durante il Mesolitico; indubbiamente, trovandosi sul percorso obbligato per la Cala dell'Arco, era anch'essa verosimilmente oggetto di frequentazione antropica; alcune ricerche sono state effettuate alla base della sala di ingresso: una coltre di limo ed argilla dello spessore di più di un metro ha reso purtroppo le indagini impraticabili.

La presenza di consistenti depositi di crollo (massi calcarei di dimensioni metriche) sia entro la fascia emersa della cala, che nella sua parte sommersa, potrebbe indurre a ipotizzare che le pareti circostanti abbiano subito un modellamento morfologico anche recente, e che

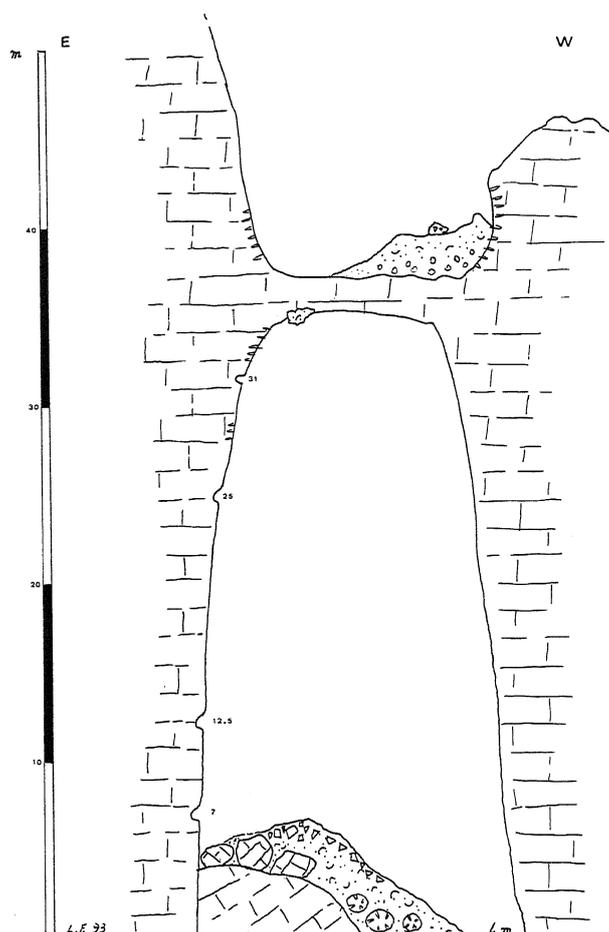


Fig. 11 - Particolare di forme e depositi associati all'Arco Naturale. *Detail of forms and deposits at the Natural Arch.*

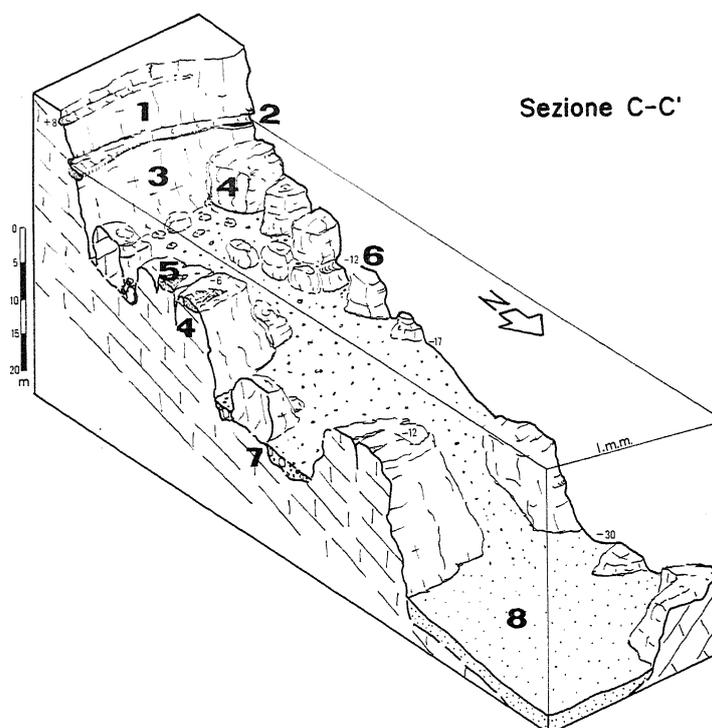


Fig. 8 - Sezione C-C' di Fig. 5. Legenda: 1) Falesia emersa con solco fossile ubicato a +8 m; 2) Solco attuale con piattaforma biocostruita; 3) Falesia sommersa con base a -6 m; 4) Blocchi ribassati da faglie ad andamento ENE-OSO; 5) Lembi di superfici di abrasione marina a -6 m; 6) Solco sommerso a -12 m; 7) Lembo di superficie di abrasione marina compreso tra -16 e -18 m e ricoperto da sabbie e ghiaie attuali; 8) Piana sabbiosa estesa da -30 verso il largo.

Section C-C' (see Fig. 5). Legend: 1) Cliff with an ancient sea notch at +8 m a. s. l.; 2) Recent notch and trottoir; 3) Sumerged cliff with foot at -6 m below s.l.; 4) Blocks faulted by ENE-WSW normal fault; 5) Remnant of a marine abrasion surface at -6 m below s. l.; 6) Submerged sea notch (-12 m below s. l.); 7) Remnant of a marine abrasion surface between -16 e -18 m, covered by recent sand and gravel; 8) Sand platform extending from -30 m offshore.

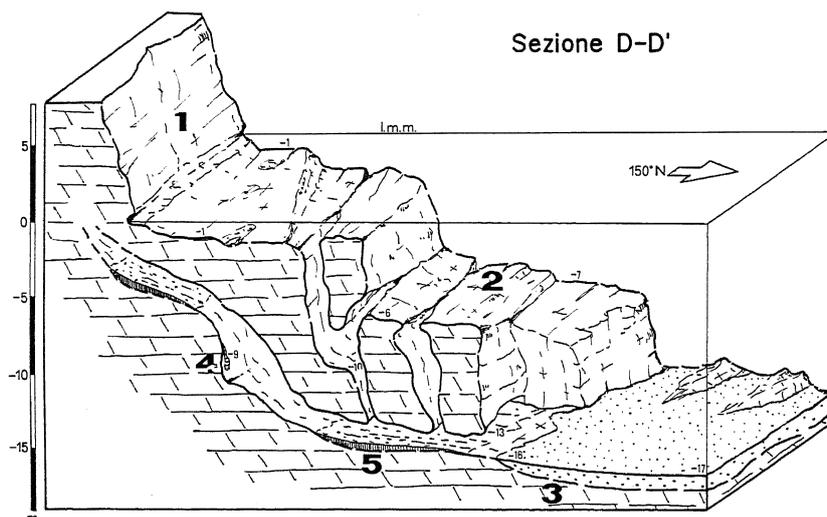


Fig. 9 - Sezione D-D' di Fig. 5. Legenda: 1) Falesia attiva con solco attuale e piattaforma di abrasione a -1 m; 2) Lembo di superficie di abrasione marina a -6; 3) Lembo di superficie di abrasione marina compreso tra -16 e -18 m e ricoperto da sabbie e ghiaie attuali; 4) La cavità sommersa "Margherita" e una stalattite a -9 m; 5) Depositi limosi sul fondo della cavità.

Section D-D' (see Fig. 5). Legend: 1) Cliff with recent sea notch and an abrasion notch at -1 m below s.l.; 2) Remnant of a marine abrasion surface at -6 m below s. l.; 3) Remnant of a marine abrasion surface between -16 and -18 m below s. l., covered by recent sand and gravel; 4) Submerged cave "Margherita" and stalactite at -9 m below s.l.; 5) Mud deposits on the cave floor.

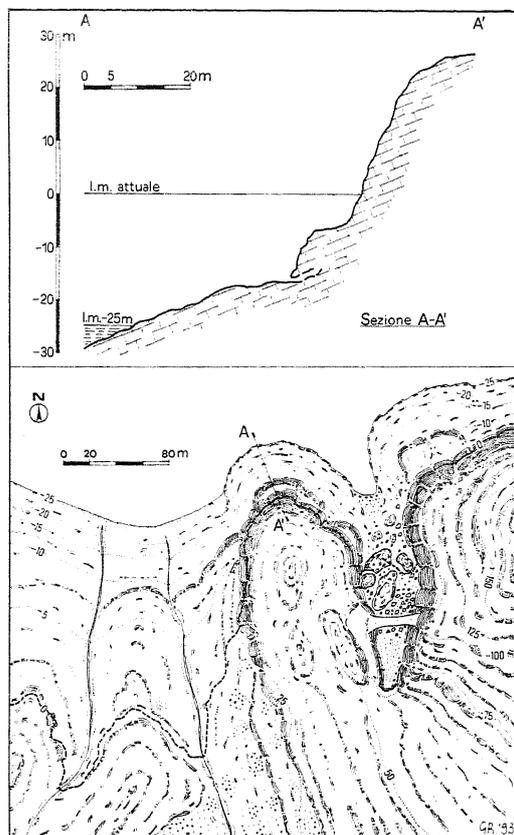


Fig. 10 - Ricostruzione paleogeografica del sito mesolitico con il livello del mare posto a -25 m rispetto all'attuale. Tratteggiata la linea di costa attuale.

Paleoenvironmental reconstruction of the prehistoric site showing the Mesolithic sea-level at -25 m below s. l. Present coastline shown by a dashed line.

4. CORRELAZIONE CON LE OSCILLAZIONI DEL LIVELLO DEL MARE

Unendo i dati provenienti dal rilevamento geologico costiero e subacqueo, dalla datazione relativa dei reperti archeologici, e dalla datazione assoluta dei resti di pasto associati, si può concludere che nell'intervallo 9350-9900 anni B.P. il livello del mare nell'area in esame era di almeno 25 m più basso dell'attuale. E' plausibile inoltre che tale livello non fosse molto più profondo di -25 m. In tal caso difatti sarebbe stato scomodo l'accesso alle fonti di sussistenza da parte dei preistorici e/o il loro consumo lontano da esse. Se dunque tale livello non era molto più profondo, la fisiografia della costa doveva essere alquanto simile dall'attuale, con falesie disposte a fascio attorno ad una stretta cala, e con un corridoio alla sua base, che ne consentisse l'accesso (Fig. 10). Scogli e faraglioni isolati, relitti di un più antico paesaggio costiero, emergevano da un mare nel complesso poco profondo, come testimonia l'estensione verso il largo del terrazzo con apice a -16÷-20, in corrispondenza del corridoio di passaggio (Fig. 5). Riguardo all'origine e alla morfologia di tale terrazzo di cui il corridoio poteva costituire la

sola porzione emersa, anch'esso rappresenta probabilmente un paesaggio molto più antico dell'intervallo cronologico in esame; difatti non sono testimoniate per il Tirreno, negli ultimi 20 ka, stasi del livello del mare sufficienti a creare un elemento morfologico di così grande estensione e rilevanza (Antonioli & Ferranti, 1992). Il terrazzo inoltre era connesso a sistemi carsici di discreto sviluppo, come la grotta sommersa Margherita (Fig. 9), di cui doveva rappresentare in precedenza il livello di base. Non vi sono elementi per affermare che anche la grotta Margherita fosse abitata durante il Mesolitico; indubbiamente, trovandosi sul percorso obbligato per la Cala dell'Arco, era anch'essa verosimilmente oggetto di frequentazione antropica; alcune ricerche sono state effettuate alla base della sala di ingresso: una coltre di limo ed argilla dello spessore di più di un metro ha reso purtroppo le indagini impraticabili.

La presenza di consistenti depositi di crollo (massi calcarei di dimensioni metriche) sia entro la fascia emersa della cala, che nella sua parte sommersa, potrebbe indurre a ipotizzare che le pareti circostanti abbiano subito un modellamento morfologico anche recente, e che

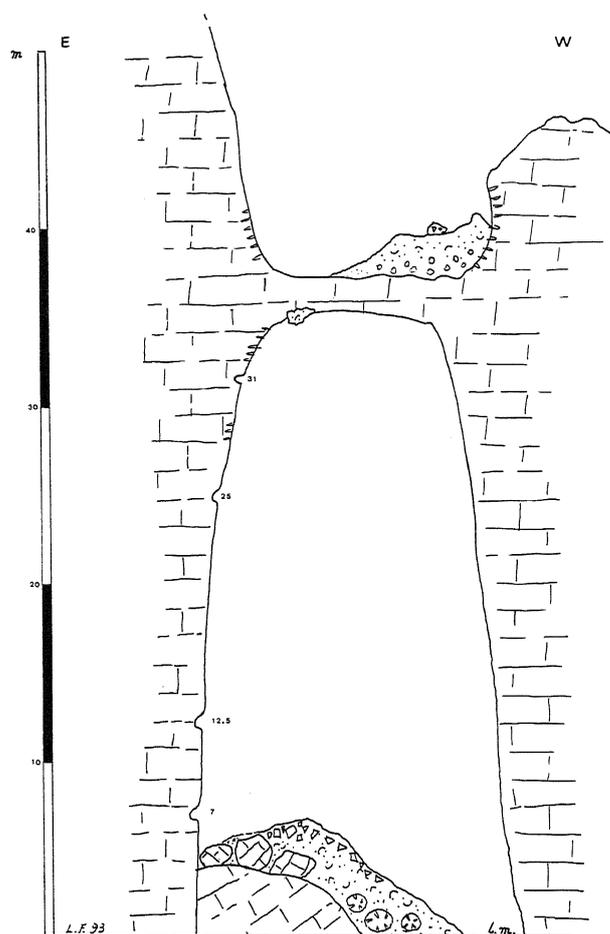


Fig. 11 - Particolare di forme e depositi associati all'Arco Naturale. *Detail of forms and deposits at the Natural Arch.*

quindi le modalità di accesso alla cala potessero risultare in parte differenti durante il Mesolitico. Due ordini di considerazioni portano ad escludere tale eventualità.

a) I depositi di crollo, ed in particolare quelli volumetricamente più significativi, rappresentano un elemento morfologico molto antico; difatti gli enormi blocchi di crollo sottostanti l'Arco sono ricoperti dai depositi marini (Fig. 6), accreditati attraverso le analisi di racemizzazione di Isoleucina allo stadio 5e della curva isotopica dell'ossigeno. Verosimilmente, tali crolli rappresentano l'effetto dell'evoluzione graviclastica del sistema Arco-grotta che, come precedentemente osservato, ebbe luogo prima della deposizione della maggior parte dei sedimenti marini dislocati a varie quote lungo la verticale dell'Arco (Fig. 11), attribuibili a stadi isotopici pre 5 (Pleistocene medio), ma precedenti l'ingressione marina più antica dei 40 m.

b) Le pareti immediatamente circostanti l'Arco e la grotta sono caratterizzate dalla presenza di solchi che si seguono con buona continuità laterale dai promontori esterni fino alla grotta stessa, in particolare per quanto riguarda il solco dei +30÷32 m. Ciò testimonia che l'evoluzione morfologica delle pareti era "fossilizzata" al momento della formazione di tali solchi. Nonostante risulti difficile un loro inquadramento cronologico, i solchi sono da considerare in buona parte coevi dei depositi ad essi altimetricamente correlabili, e dunque riferibili ad un periodo compreso tra l'Eutirreniano (quello più basso, ubicato a 7 m s.l.m.) ed il Pleistocene medio.

Da quanto esposto, si evince che la cala dell'Arco non ha subito modificazioni morfologiche evidenti nel corso del Pleistocene superiore - Olocene, in contrasto con una ben marcata variazione fisiografica dei fondali ad essa antistanti, in relazione alle oscillazioni del livello del mare. In effetti sulla conoide detritica ubicata all'uscita della Grotta si rinvengono alcuni massi calcarei, che testimoniano un evento franoso recente (successivo ai depositi contenenti i resti di pasto mesolitici).

In ogni caso i "consumatori" di Patelle e trochidi nonchè abitanti della grotta di Capo Zafferano hanno utilizzato il "passaggio" rinvenuto a -16 m sotto l'attuale livello del mare, per accedere alla grotta.

Il risultato emerso dalla nostra ricerca non risulta valido solo localmente, bensì assume anche un significato regionale. Difatti esso è in buon accordo con la più recente curva di oscillazione del livello del mare Tirreno centrale, riferita al Pleistocene superiore - Olocene, proposta da Alessio *et al.* (1992) che si riporta in Figura 12. Tale curva è stata ottenuta utilizzando dati provenienti da siti tirrenici la cui stabilità tettonica è dimostrata a partire dallo stadio 5 della curva isotopica, e quindi comparabile con il sito di Capo Zafferano.

L'ipotesi di un livello del mare alle quote proposte nel corso del Mesolitico, viene confermata sia da alcuni dati stratigrafici di Segre (comm. pers.) che riferisce di un livello del mare più basso di almeno 30 m circa 10.000 anni B.P., sia da Pirazzoli (1991).

Il deposito di resti di pasto costituito dai gusci di molluschi costituisce lo strato finale di un deposito limo-sabbioso potente alcuni metri che presumibilmente contiene reperti paleontologici più antichi e che potrebbe ricoprire depositi marini e continentali riferibili alle trasgressioni e regressioni evidenziate dai solchi di battente e dai fori di litodomi scolpiti ai bordi della grotta.

5. CONCLUSIONI

I principali risultati emersi dalla nostra ricerca possono essere così rappresentati:

- datazione relativa ed assoluta di un sito preistorico risalente al Mesolitico;
- studio delle caratteristiche geomorfologiche del sito;
- ricostruzione delle particolari modalità di accesso al sito al momento della sua frequentazione preistorica;
- rilevamento geologico subacqueo ed identificazione di linee di riva sommerse;
- identificazione di un livello del mare posto almeno 25 m sotto quello attuale verificatosi circa 10 ka in Sicilia, inquadrato nel contesto regionale del Tirreno.

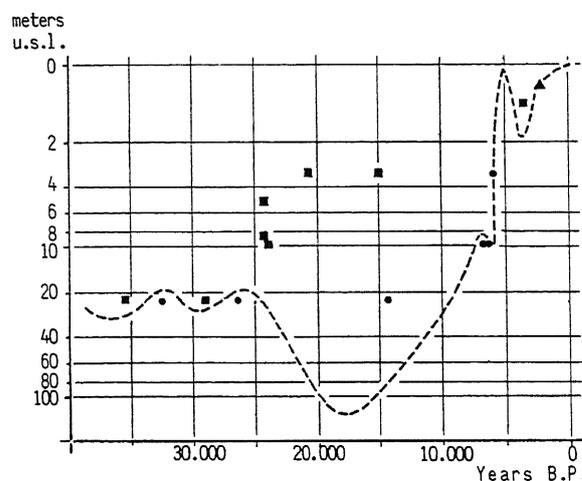


Fig. 12 - Curva indicativa delle oscillazioni del livello del mare per il Pleistocene superiore-Olocene, da Alessio *et al.* (1993).

Sea-level indicative curve of late Pleistocene-Holocene (from Alessio et al., 1993).

LAVORI CITATI

- Alessio L., Allegri M., Antonioli F., Belluomini G., Ferranti L., Improta S., Manfra L. & Proposito A., 1992 - *Risultati preliminari relativi alla datazione di speleotemi sommersi nelle fasce costiere del Tirreno centrale*. Il Giornale di Geologia, **54**, 2, 165-193.
- Antonioli F. & Ferranti L., 1992 - *Geomorfologia costiera e subacquea e considerazioni paleoclimatiche sul settore compreso tra S. Maria in Navarrese e Punta Goloritzè (Golfo di Orosei, Sardegna)*. Il Giornale di Geologia, **54**, 2, 65-90.

- Antonoli F., Dai Pra G., Ferranti L., Reitano G., Ruggieri G. (in prep.) - *Geomorfologia costiera e subacquea da Capo Gallo a Capo Zafferano (Palermo)*.
- Bass G.F., 1974 - *Navi e civiltà*. UTET, Milano.
- D'Angelo U., Ruggieri G., Unti M., Vernuccio S., 1980 - *Neotettonica dei Fogli 248 Trapani, 249 Palermo, 250 Bagheria, 258 Alcamo, 259 Termini Imerese, 266 Sciacca*. In: *Contributi alla Realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia*, Prog. Finalizzato Geodinamica, Pubbl. n.356, CNR Roma.
- Hearty P. J. & Dai Pra G., 1986 - *Aminostratigraphy of Quaternary marine deposits in Lazio region of Central Italy*. Zeitschrift Geomorph., Suppl. Bd., **62**, 131-140.
- Hearty P.J., Miller G.H., Stearns C.E., Szabo B.J., 1986 - *Aminostratigraphy of Quaternary shorelines in the Mediterranean basins*. Geol. Soc. of Amer. Bull. **97**, 850-858.
- Graziosi P., 1962 - *Levanzo, pitture ed incisioni*. 48, Sansoni editore.
- Medas S., 1993 - *La Navigazione nella preistoria. Archeologia della Navigazione*. Biblioteca Comunale di Riccione, STAS Ministero per i Beni Culturali ed Ambientali, 9-14.
- Pirazzoli P., 1991 - *World atlas of Holocene sea-level changes*. Elsevier Oceanography Series, **58**.
- Ruggieri G., 1967 - *Quadro sintetico del Quaternario marino fra Castellammare del Golfo e Altavilla (Palermo)*. Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., Catania, s.6, **10**, 345-355.
- Ruggieri G. & Sprovieri R., 1975 - *La definizione dello stratotipo del Piano Siciliano e le sue conseguenze*. Riv. Min. Siciliana, **26**, n. 151-153, pp 1-7.
- Williams D. F., Thunell R. C., Tappa E. & Raffi I., 1988 - *Chronology of the Pleistocene oxygen isotope record: 0-1,88 M.y. B.P.* Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol., **64**, 221-240, Amsterdam.
- Manoscritto ricevuto il 24. 11. 1993*
Inviato all'Autore per la revisione il 22. 3. 1994
Testo definitivo ricevuto il 14. 4. 1994