

COMUNE di POLIGNANO A MARE
Provincia di Bari



Le Grotte di Polignano a Mare

Documentazione tecnico-scientifica per la candidatura UNESCO

dr. geol. **Antonio De Napoli**

dr. geol. **Riccardo Di Leva**

dr. **Maria Maiellaro**

dr. **Vito Pellegrini**

Polignano a Mare, giugno 2010

*Acchium sopra i pinteme i iantoiche peghegnanoise
facern stu pajoise ch auggiust fece ngandè.
Ce acquann sponde u saoghe tu u voide d'amminze mere
na fantasi te pere, nu gioelle, na raretè!*

Nicolin d'i turr

A picco sopra le rocce gli antichi polignanesi
fecero questo paese che veramente fa incantare.
Se quando spunta il sole tu lo vedi da mezzo al mare
una fantasia ti pare, un gioiello, una rarità!

Nicola D'Aprile

*A tutti i pescatori di Polignano a Mare,
gli unici custodi dei segreti degli scogli e delle grotte,
uomini che guardano l'acqua farsi pietra con gli occhi del sole
e che ancora riescono a udire il canto ammaliatore delle sirene*

Si ringrazia per la collaborazione:

la **Polizia Municipale** di Polignano a Mare

il **Circolo Hippocampus** – Sezione Legambiente di Polignano a Mare

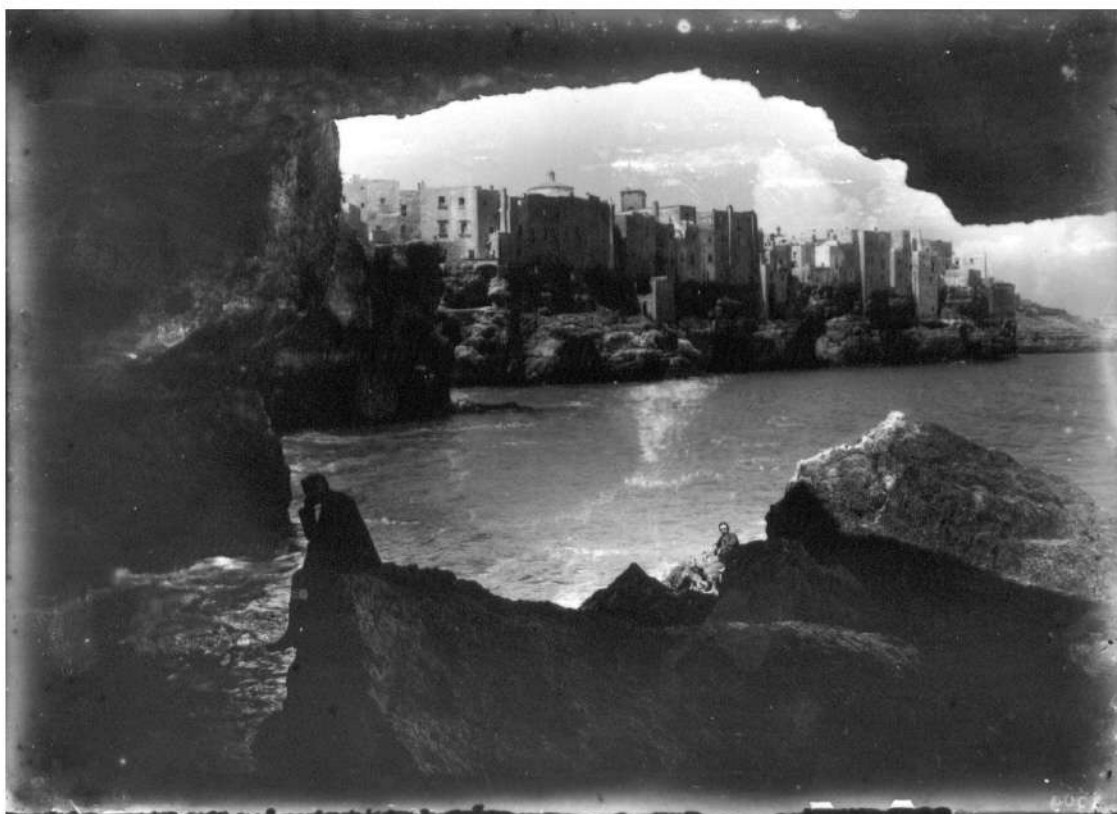
il Centro Culturale “**U Castarill**”

il 2° Circolo Didattico “**G. Rodari**” di Polignano a Mare

gli “**artisti polignanesi**” della fotografia

Premessa

“Scopresi sopra un’alta, precipitosa e sassosa rupe la città di Polignano, assai civile e ben piena di popolo. Sotto la quale veggonsi molte caverne, nelle quali con grande impeto entrando e poi pian piano uscendo l’onde marine ne riesce i dilettevoli rimbombi, che danno gran piacere a chi li sente, per il gran mormorio e sussurro che di continuo generano e creano” così scriveva lo storiografo e geografo domenicano Leandro Alberti (*Descrittione di tutta Italia nella quale si contiene il sito di essa, l’origine, et le signorie della città, e della castella* - Bologna, 1550), giunto in Puglia nel 1525 al seguito del generale del suo Ordine. E, sempre su Polignano, nel 1713, un anonimo scrittore illustrava come *“... dalla parte di ponente e dalla parte di tramontana si rende forte dalla natura medesima, essendovi rupidi scogli altissimi et insprugnabili per esserno precipitosi, con grotte sotto scavate dalla natura medesima dove entra il mare senza offenderlo”* (monografia inedita riportata da Giovanni Colagrande in *Condizioni economiche e sociali di Polignano nel 1713* – Bari 1980).



Antica cartolina con veduta di Polignano a Mare dalla Grotta Ardito

Ma altri illustri visitatori, in epoche successive, hanno elogiato la bellezza naturalistica di Polignano e delle sue grotte, come Antoine Laurent Castellan che descriveva *“graziosa cittadina,*

il cui nome greco indica che è costruita su un'altura. Le rocce che la sostengono sono forate in immense caverne in cui si introducono le acque del mare e dove si possono fare delle passeggiate in barca..." (Viaggiatori francesi in Puglia nell'Ottocento - Montpellier 1772 - Parigi 1838, G. Dottoli e F. Fiorino, Fasano 1985), o nel 1777 l'abate di Sylvanès Victor Delpuech de Comeiras che ebbe a dire **"una cittadina appollaiata, non diversamente da un nido d'uccello, sulla sommità d'una enorme roccia che si eleva a picco sul mare"** (Histoire générale des voyages – Parigi 1804), oppure Henry Swinburne che, visitando il Regno delle due Sicilie, afferma **"cavalcai ancora per un miglio per cenare a Polignano, una piccola città appollaiata come il nido d'uccello, su una rupe che si eleva perpendicolarmente fuori dall'acqua"** (Travels in the Two Sicilies in the Years 1777, 1778, 1779, 1780 – Londra 1783-1785), o ancora lo scrittore e giornalista Charles Yriarte che, al seguito di Garibaldi, nel 1860 e nel 1876 viaggiò in Puglia ed ebbe a dire **"Polignano, fabbricato sopra una roccia scavata dal mare ove le onde vengono a battere scavandola sempre più"** (Les bords de l'Adriatique et le Montenegro. Venise, l'Istrie, le Quarnero, la Dalmatie, le Montenegro et la rive italienne – Parigi 1878).



Veduta aerea dell'abitato di Polignano a Mare (Foto aerea I. Buga Milano)

Infine, sempre sulle grotte marine di Polignano a mare, in un articolo apparso su Bell'Italia n. 127 del 1996 dal titolo **"Un paese dell'anima"**, il giornalista e scrittore Lino Patruno affermava che **"basterebbe la Grotta Palazzese a fare la fortuna di qualsiasi altro posto che non fosse Polignano. E non da meno, ancorché abbastanza bistrattate, sono le tante altre grotte e caverne che qui come sul magico Gargano il vento e le acque hanno scavato nella**

complicità del millenni. Nessuna mano ne sarebbe stata capace e ciascuna è legata a una storia o a una leggenda. Così come la Grotta Chiangella, il cui nome fa derivare dal pianto (u chiange) delle mamme per il tragico destino delle figlie rapite dai soliti Saraceni o dai pirati. Così la Grotta delle Rondinelle, le quali se vi garriscono nei giorni di burrasca sono presagio di sventura.”

Tutti questi personaggi, in epoche diverse e in contesti socio-politici differenti, durante i loro viaggi hanno visitato la terra di Polignano (che solo il 5 agosto 1862, su iniziativa del sindaco, nonché notaio, Bartolomeo Nicola Giuliani, prende il nome di “Polignano a Mare”), notando immediatamente la caratteristica che l’ha da sempre differenziato da tutti gli altri comuni della Puglia: una città arroccata su di una alta scogliera a picco sul mare, sovrastante un insieme di grotte marine che, ognuna differente dall’altra, rappresentano uno degli scenari naturalistici più belli e facilmente godibili del nostro pianeta, la cui esistenza stessa, l’unicità che rappresenta e la responsabilità della sua conservazione non può essere appannaggio di pochi, ma patrimonio universale di tutti.



Veduta notturna del Bastione di Santo Stefano (Foto Di Leva)

Dopo un lungo periodo in cui, lentamente, la coscienza dell’incredibile patrimonio naturale e culturale è maturata all’interno della comunità polignanese, per un comune volere da più parti espresso sia a livello locale che provinciale e regionale, l’Amministrazione di Polignano a Mare, d’intesa con le Associazioni ambientali e culturali, con le categorie produttive e con la volontà espressa dall’intera popolazione cittadina, ha dato mandato per la realizzazione di un

lavoro che, anche consapevole di non poter essere esaustivo di tutti gli aspetti presenti nella comunità, descriva quei molteplici aspetti che, nell'insieme, possono identificare i caratteri di unicità delle grotte marine di Polignano a Mare.

Il presente lavoro, pertanto, viene redatto nell'ottica di quanto espresso principalmente dall'Art. 2 della **Convenzione sulla Protezione del Patrimonio Mondiale, culturale e naturale dell'Umanità** del 1972, che cita:

“Ai fini della presente Convenzione sono considerati **“patrimonio naturale”**:

- i monumenti naturali costituiti da formazioni fisiche e biologiche o da gruppi di tali formazioni di valore universale eccezionale dall'aspetto estetico o scientifico;
- le formazioni geologiche e fisiografiche e le zone strettamente delimitate costituenti l'habitat di specie animali e vegetali minacciate, di valore universale eccezionale dall'aspetto scientifico o conservativo;
- i siti naturali o le zone strettamente delimitate di valore universale eccezionale dall'aspetto scientifico, conservativo o estetico naturale.”



Una barca tirata a riva a San Vito con l'abbazia medievale sullo sfondo (Foto Cigliola)

Per essere inclusi nella lista del Patrimonio dell'Umanità, i siti devono avere valori di universalità, unicità e insostituibilità (nel caso andassero perduti) e, comunque, devono soddisfare almeno uno dei criteri fissati dal Comitato per il Patrimonio dell'Umanità per la selezione. Dal

2005 esiste un insieme di 10 criteri, di seguito riportati, dei quali, in grassetto, quelli che potranno essere considerati in riferimento al presente lavoro:

1. rappresentare un capolavoro del genio creativo umano;
2. testimoniare un cambiamento considerevole culturale in un dato periodo sia in campo archeologico sia architettonico sia della tecnologia, artistico o paesaggistico;
3. apportare una testimonianza unica o eccezionale su una tradizione culturale o della civiltà;
4. offrire un esempio eminente di un tipo di costruzione architettonica o del paesaggio o tecnologico illustrante uno dei periodi della storia umana;
5. **essere un esempio eminente dell'interazione umana con l'ambiente;**
6. essere direttamente associato a avvenimenti legati a idee, credenze o opere artistiche e letterarie aventi un significato universale eccezionale (possibilmente in associazione ad altri punti);
7. **rappresentare dei fenomeni naturali o atmosfere di una bellezza naturale e di una importanza estetica eccezionale;**
8. **essere uno degli esempi rappresentativi di grandi epoche storiche a testimonianza della vita o dei processi geologici;**
9. **essere uno degli esempi eminenti dei processi ecologici e biologici in corso nell'evoluzione dell'ecosistema;**
10. **contenere gli habitat naturali più rappresentativi e più importanti per la conservazione delle biodiversità, compresi gli spazi minacciati aventi un particolare valore universale eccezionale dal punto di vista della scienza e della conservazione.**

Infine va detto che, a completamento dei criteri sopra elencati, dal 1992 le **interazioni tra uomo e ambiente** sono riconosciute come paesaggi culturali.

Sulla base dei criteri n. 5, 7, 8, 9 e 10 sopra elencati si procede, pertanto, alla descrizione degli aspetti peculiari delle grotte marine di Polignano a Mare, al paesaggio entro cui sono inserite, alla natura delle rocce che le ospitano, alle azione degli agenti atmosferici che in continuazione le rimodellano, alle forme di vita animale e vegetale che le abitano, ai rapporti che da tempo immemore ha avuto l'uomo con esse.



Notturmo polignanese (Foto Di Leva)

Paesaggio naturale e urbano

Secondo l'interpretazione della Puglia centrale fornita nell'XI secolo dal geografo arabo Al-Idrisi, le città di Terra di Bari sono disposte lungo tre "file": una prima fila costiera (da Molfetta a Polignano) dove si concentrano le città con dotazioni portuali; una seconda fila sub-costiera delle cosiddette *agro-towns* (Salvemini, 1989), che va da Corato a Conversano; una terza fila pede-murgiana (da Toritto a Gioia del Colle) caratterizzata da economie e funzioni di transizione e da un ruolo mediano tra i porti e i grandi giacimenti di risorse primarie dell'interno. Di rilievo anche la corrispondenza che lega le *agro-towns* con le rispettive città costiere: a Corato e Ruvo corrisponde Bisceglie (terminale costiero meridionale dell'Area Vasta della BAT), a Terlizzi corrisponde Molfetta, a Bitonto la cittadina di Giovinazzo, a Noicattaro la frazione barese di Torre a Mare e l'abitato di Mola di Bari, a Conversano la stessa Mola di Bari e Polignano a Mare. Questa relazione si interrompe nella parte centrale di MTB, dove prevale un modello gravitazionale attorno alla città di Bari.



Disposizione delle città baresi lungo tre "file": costiera, sub-costiera (*agro-towns*) e pede-murgiana

Al di là delle relazioni che intercorrono in campo produttivo e commerciale tra paesi, province e capoluoghi, l'importanza paesaggistica di ogni singola cittadina e del proprio territorio rappresenta, comunque, un valore aggiunto per l'intera regione, tanto da determinare una crescita positiva laddove questa sinergia presenta il suo massimo. Infatti, è importante notare come tanti aspetti così comuni e, al tempo stesso, estremamente differenti, di questo angolo di Puglia, interagiscano tra di loro partendo da una stessa origine, sia essa naturalistica, storica e sociale, che in poche decine di chilometri quadrati permette di ammirare i segreti delle cavità abissali di Castellana Grotte, la splendida geometria medievale di Conversano e Locorotondo, il mondo fatato dei trulli di Alberobello, i centri storici in pietra di Rutigliano, Turi, Putignano, l'antica anima marinara del borgo di Monopoli e di Mola di Bari e, non ultime, le bellissime grotte marine sovrastate dalle case di Polignano a Mare.

Geograficamente, la costa di Polignano è situata lungo il versante adriatico compreso tra 41° 02' e 40° 58' di latitudine Nord, e tra 17° 08' e 17° 15' di longitudine Est, con uno sviluppo lineare che, per circa 16 chilometri, segue un'inclinazione di circa 120° rispetto all'asse Nord-Sud (Marano G., 1998). Essa si estende dal nucleo abitativo di Cozze (frazione di Mola di Bari) fino all'insenatura naturale di Cala Incina, lungo la quale si individua il confine con il territorio di Monopoli.



Veduta da satellite della costa polignanese: in alto la costa sud, in basso la costa nord

Il paesaggio naturale costiero di Polignano a Mare è contraddistinto da un Gradino Murgiano, una netta e ripida scarpata che si sviluppa parallelamente alla costa da Ostuni fino a Conversano, e che separa la Murgia costiera o Murgia bassa dalla Murgia dei trulli o Murgia alta. Il paesaggio costiero è caratterizzato da formazioni di una ricca macchia mediterranea a cui si alternano orti irrigui, oliveti e ficheti, talvolta protetti da una fitta trama di muri a secco frangivento, punteggiati da costruzioni rurali quali trulli, pagliari in pietra e masserie. Di estremo interesse è la stratificazione storica di questo litorale, con siti preistorici sottoposti a vincolo (L. 1089/1939) dalla Soprintendenza Archeologica della Puglia che si integrano al grande complesso monastico costiero di S. Vito, alle torri di avvistamento del XVI secolo e ad alcune antiche cave di calcarenite a cielo aperto e in grotta (Martinelli N., 2007).



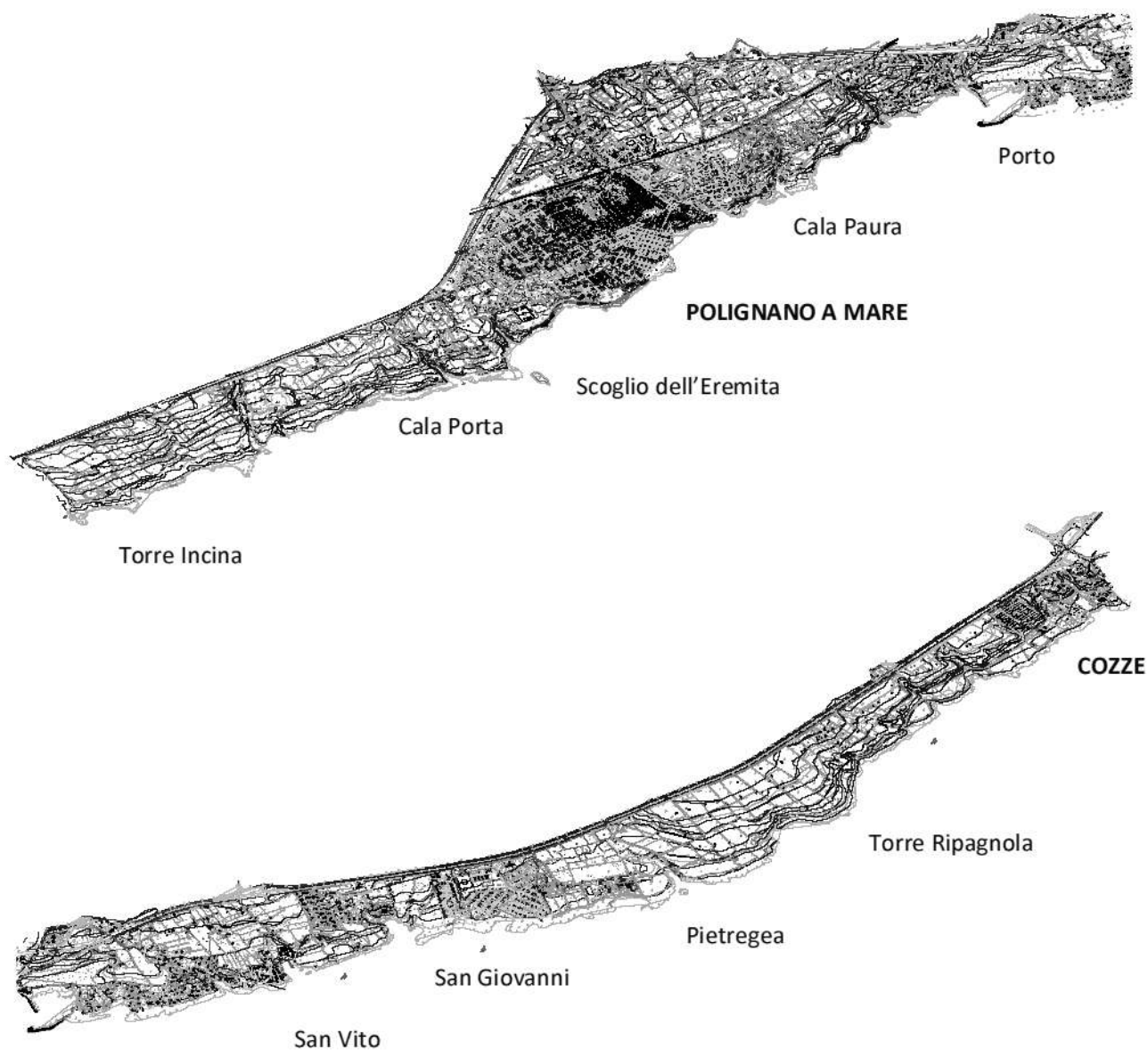
Tratto di paesaggio costiero nella zona di Torre Ripagnola (Foto Cigliola)



Questa fascia costiera pede-murgiana, insieme a vaste superfici collinari interne alla Murgia, pur non essendo prive di popolazione sparsa, di trulli e vigneti, è caratterizzata da colture, forme e tipologie insediative ben integrate con il paesaggio agrario, determinate peraltro da processi di antropizzazione di maggiore profondità storica (Selicato F., 1996).

Trulli e torri: insediamenti storico-abitativi lungo la costa (Foto Di Leva)

Come si vedrà in maggiore dettaglio nel capitolo della morfologia, l'aspetto geometrico presenta una costa molto irregolare ed eterogenea, risultato dall'azione combinata degli agenti meteomarini e del carsismo, suddivisa da Nord a Sud in costa bassa (prima dell'abitato di Polignano a Mare) e costa alta (in corrispondenza dell'abitato fino e oltre il confine con Monopoli).



Geometria della costa di Polignano a Mare: in alto il tratto sud, in basso quello nord (da Umanesimo della Pietra – Riflessioni, 2006))

La differente quota altimetrica raggiunta dalla costa polignanese si collega alle origini geologiche di questa regione sopra descritte. Questo lento rapportarsi del mare rispetto alla costa ha giustificato, nel tempo, la distribuzione dei primi nuclei abitativi all'interno di grotte e ambienti carsici in zone diverse lungo la costa, e il primo sfruttamento delle calette quali porti naturali (Di Leva et al., 2006).

La quasi totalità della costa è caratterizzata da una serie di rientranze e sporgenze con piccoli scogli a poca distanza dalla riva, mentre i tratti di costa più elevati e a maggiore pendenza, prevalentemente a Sud della baia di S. Vito, mostrano la presenza di grotte marine (una cinquantina sulle 70 circa presenti nel territorio di Polignano a Mare), localizzate a più livelli (Martino et al. 1998).

Tralasciando la zona nordoccidentale della costa polignanese, nella quale non sono presenti grotte marine di rilevante importanza, una dettagliata analisi del paesaggio ci permette di constatare come il tratto di costa alta, dalla zona del nuovo porto fino al vecchio porticciolo di Polignano è fortunatamente tuttora integro, fortemente caratterizzato da rocce a gradoni e, verso Sud-Est, da bellissime macchie di vegetazione spontanea e piante di fichi d'India. Il vecchio porticciolo di Polignano, con la sua bellissima caletta, con la zona di alaggio delle barche di pescatori e con la gradevole architettura minore che lo circonda in parte, nonostante le recenti costruzioni in direzione del centro città, resta uno dei più significativi e validi esempi di integrazione tra natura e architettura di tutta la costa adriatica.



Pescatori intenti a riparare le reti nel piccolo porticciolo di Cala Paura (Foto Cigliola)

Procedendo verso Sud-Est, poggiata sulle alte rocce ricche di insenature e di grotte, si sviluppa l'abitato di Polignano a Mare, dalla gradevolissima bianca architettura minore articolata su stradine rettilinee e parallele che hanno come sfondo il mare azzurrissimo. La zona a sud ha la caratteristica di una costa alta pressoché libera da costruzioni e costituente una specie di ampia piattaforma molto articolata. L'inficiamento della parte orientale è per fortuna attualmente minimo (zona Macello), e il progettato lungomare che unirà l'ampia terrazza di Largo Arditò alla baia antistante le Scoglio dell'Eremita dovrebbe esaltarne la bellezza.



Vedute dello Scoglio dell'Eremita e della cala a esso prospiciente (Foto Cigliola)

Dopo l'Isolotto dell'Eremita la costa si protende verso Sud Est, interrompendosi in corrispondenza della caletta dei pescatori di Cala Sala (o Portacola), delle piccole insenature rocciose in località Pozzovivo e Cazzorla, alquanto brulle e sassose, e proseguendo col magnifico tratto in corrispondenza della Masseria Camicia, che verso l'interno conserva elementi paesaggistici rilevanti dovuti alle alte pareti della vecchia cava di tufo. Infine, la zona si estende, in parte brulla e in parte coperta da uliveti e mandorleti, ma senza inficiamenti di sorta, fino all'insenatura di Torre Incina. In corrispondenza dell'omonima *lama* che giunge fino al mare, costituendo una cala molto bella e profonda utilizzata sia dai pescatori che da gruppi di bagnanti nel periodo estivo (Locicero et al., 1973).



Due immagini della cala dei pescatori di Portacola (Cala Sala), a sud dell'abitato (Foto Di Leva)

Dinamica costiera e clima meteo-marino

Il litorale pugliese può essere suddiviso in cinque distretti geomorfologici: la costa garganica, il litorale del Golfo di Manfredonia, la costa bassa barese (prevalentemente calcarenitica), la costa alta salentina del Basso Adriatico e l'arco jonico. Ciascun paraggio deve la propria origine a una molteplicità di fattori, variabili nel tempo e nello spazio, che lo hanno progressivamente modellato portandolo all'attuale configurazione. Alcuni di tali fattori (tettonica, movimenti glacioeustatici, variazioni climatiche) sono ritenuti primari, altri secondari (moto ondoso, tipo di vegetazione, azione antropica, ecc.). Le relazioni tra loro intercorrenti non sono quasi mai del tutto chiarite, sia per la difficoltà intrinseca che l'operazione comporta, sia per l'impossibilità di approfondire o (in molti casi) finanche condurre ricerche perché ritenute di secondario interesse. In ogni caso, il fattore clima sembra essere quanto meno il motore principale dei fenomeni di avanzamento e arretramento della linea di costa (PENNETTA, 2007).

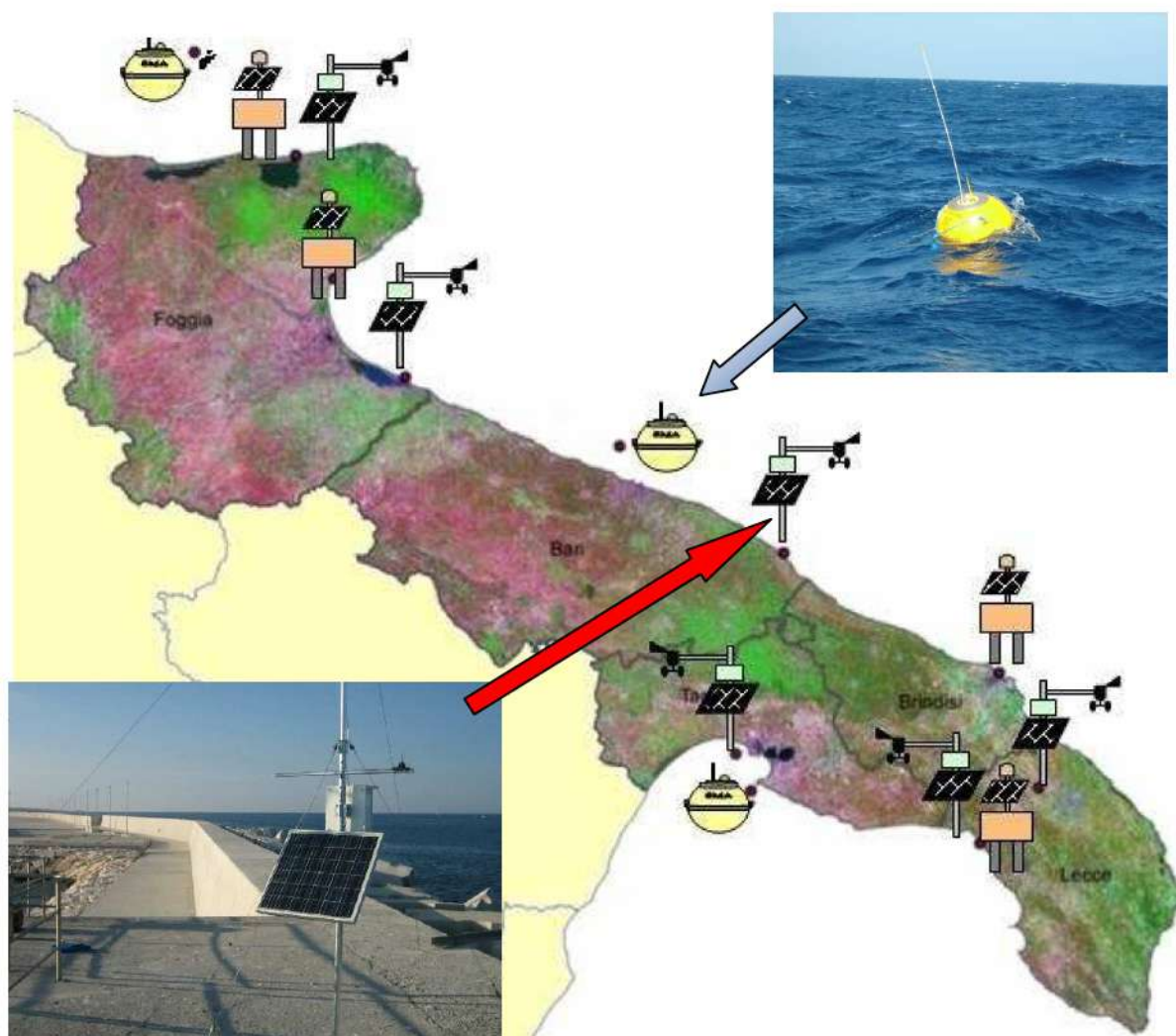
Attualmente, il Dipartimento d'Ingegneria delle Acque e di Chimica del Politecnico di Bari, di concerto col Dipartimento di Geologia e Geofisica dell'Università di Bari e con l'IRSA-CNR di Bari, sta effettuando un monitoraggio sistematico della situazione delle coste in Puglia (SIMOC), prendendo a campione 28 aree critiche del litorale pugliese, 9 delle quali nel tratto di costa a nord e a sud di Bari (per maggiori dettagli si può consultare il sito www.puglia-coste.it).



Da questo studio, non ancora giunto a conclusione, è emerso come sia normalmente accertato un processo di arretramento della linea di costa, fenomeno non riconducibili solo ai nostri giorni. Oltre che dai monitoraggi su menzionati, un importante contributo all'evoluzione delle coste proviene dai dati archeologici e da quelli storici, come l'osservazione a Polignano a Mare di numerose cave di pietra ricoperte dal mare, oppure dalle ricognizioni aeree, che riescono a mettere in evidenza particolari geomorfologici normalmente poco visibili a livello del suolo,

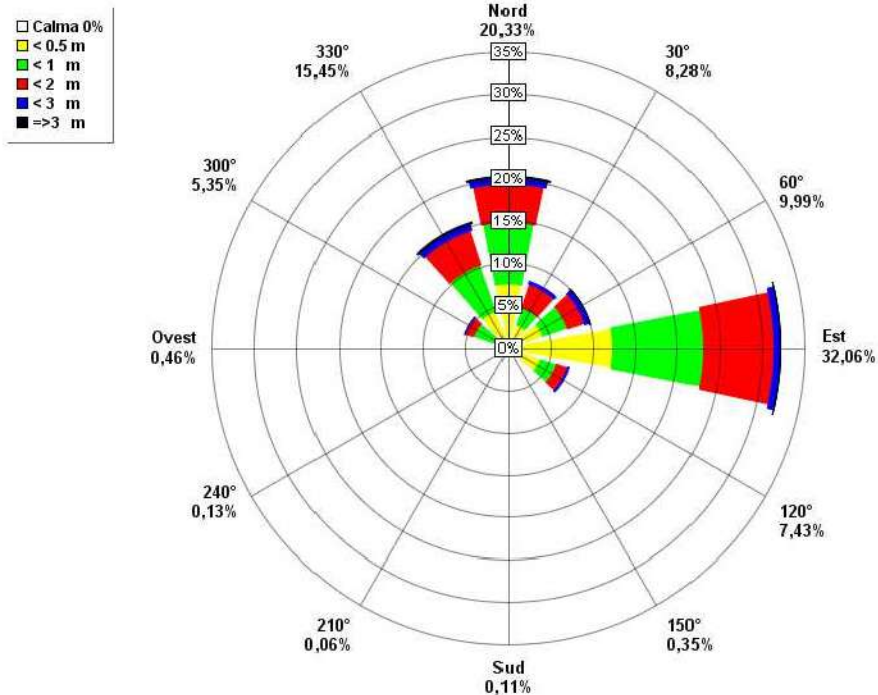
Cave di calcarenite (*tufo*) invase dal mare (in alto) e l'antica linea di costa sommersa in corrispondenza di San Vito (in basso)

come nel caso della frazione di S. Vito, costruita a suo tempo intorno a un monastero all'imboccatura di una *lama*, dove è visibile, in mare, la vecchia linea di costa interamente sommersa.

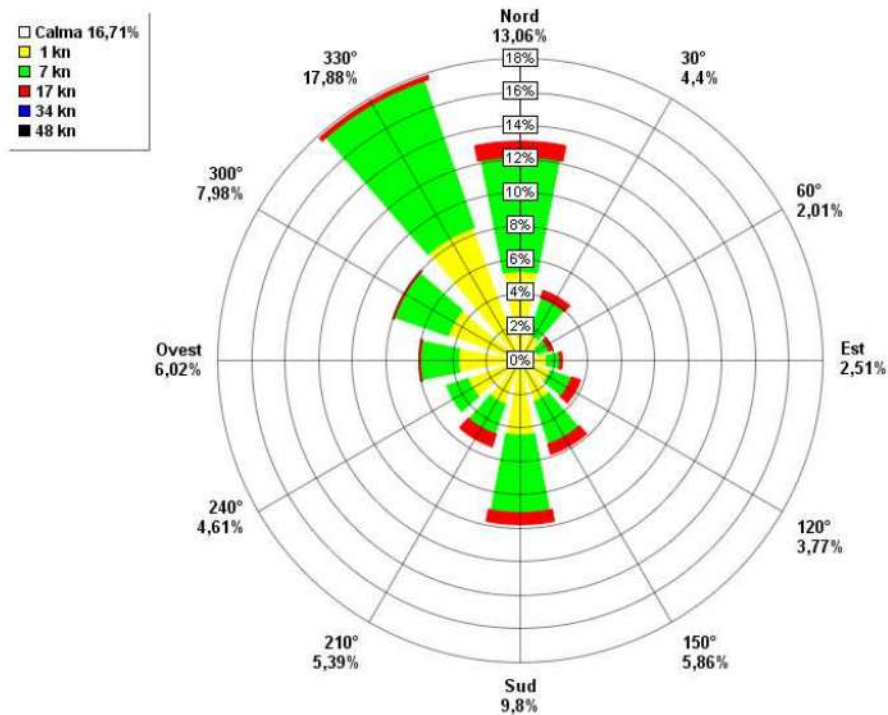


Sistema Informativo MONitoraggio Coste (SIMOC): rete di monitoraggio sulle coste pugliesi (POR Puglia 2006). In evidenza, in alto, la boa ondametrici al largo di Bari, la cui posizione geografica è GB fuso Est E: 2668235, N: 4566722, profondità 77 metri, data di attivazione 03/09/2008, frequenza dei dati 12 ore: essa permette di registrare la data e ora del rilevamento, altezza significativa spettrale dell'onda, periodo di picco, periodo medio, direzione di picco di provenienza, temperatura del mare. In basso la Stazione anemometrica di Monopoli (BA), la cui posizione geografica è GB fuso Est E: 2714328, N: 4536456, altezza dello strumento 10 metri s.l.m., data di attivazione 28/09/2006, frequenza dei dati 12 ore: essa permette di registrare la data e ora del rilevamento, la velocità del vento e la direzione di provenienza

Località: Bari - Dati dal 18/07/2008 al 07/02/2010

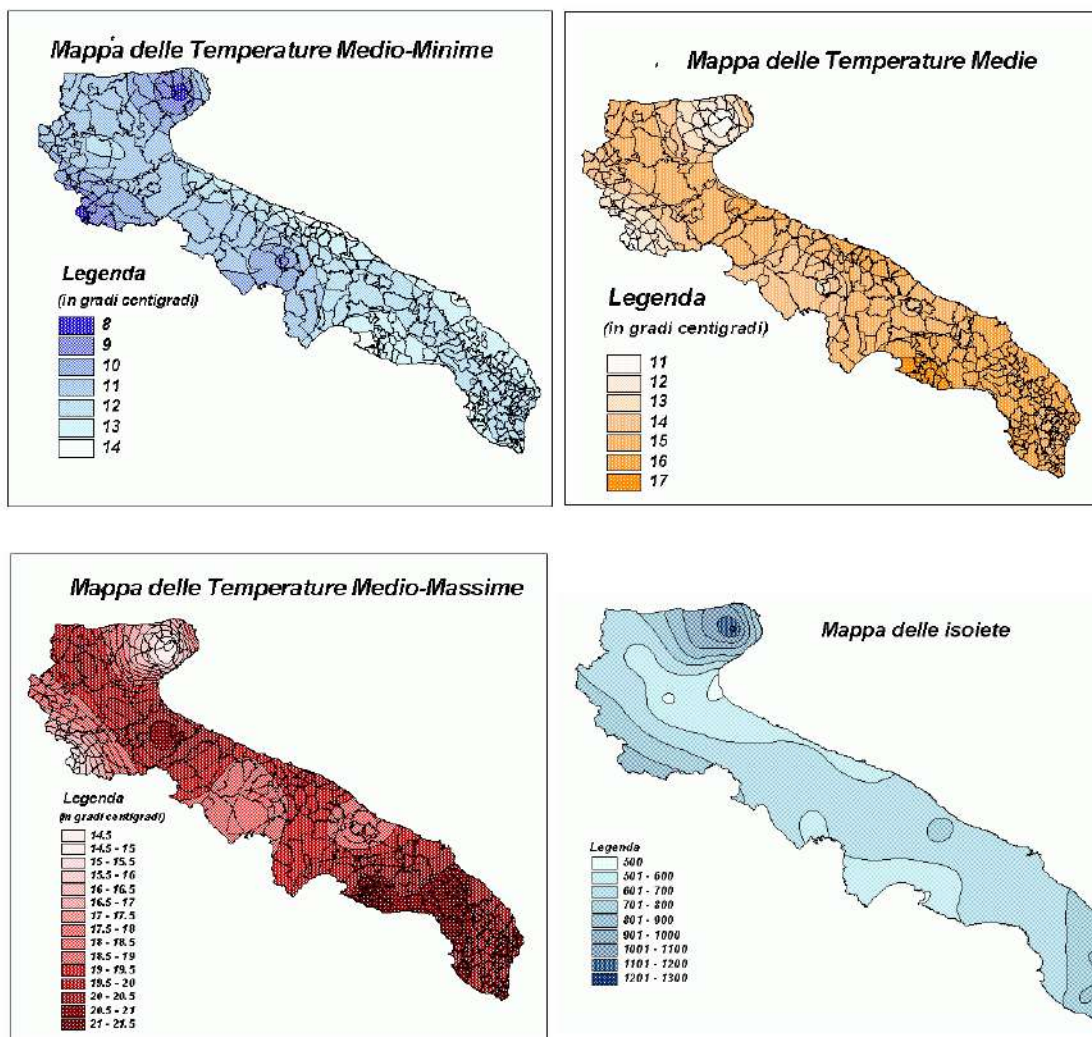


Località: Monopoli (BA) - Dati dal 18/07/2008 al 07/02/2010



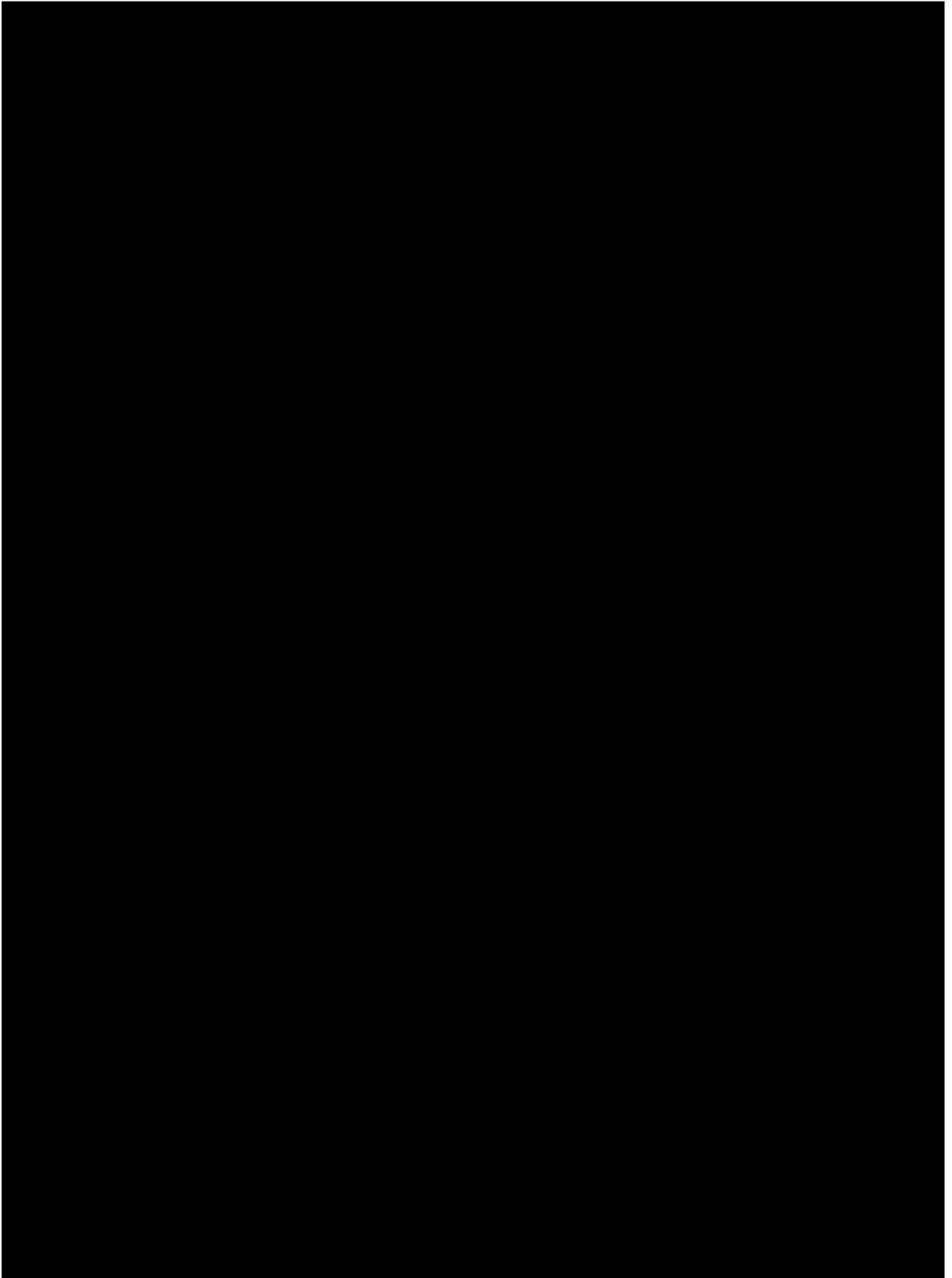
Dati ondametrici rilevati presso la boa di Bari e dati anemometrici rilevati presso la stazione di Monopoli (BA) nel periodo 18/7/2006 – 7/2/2010

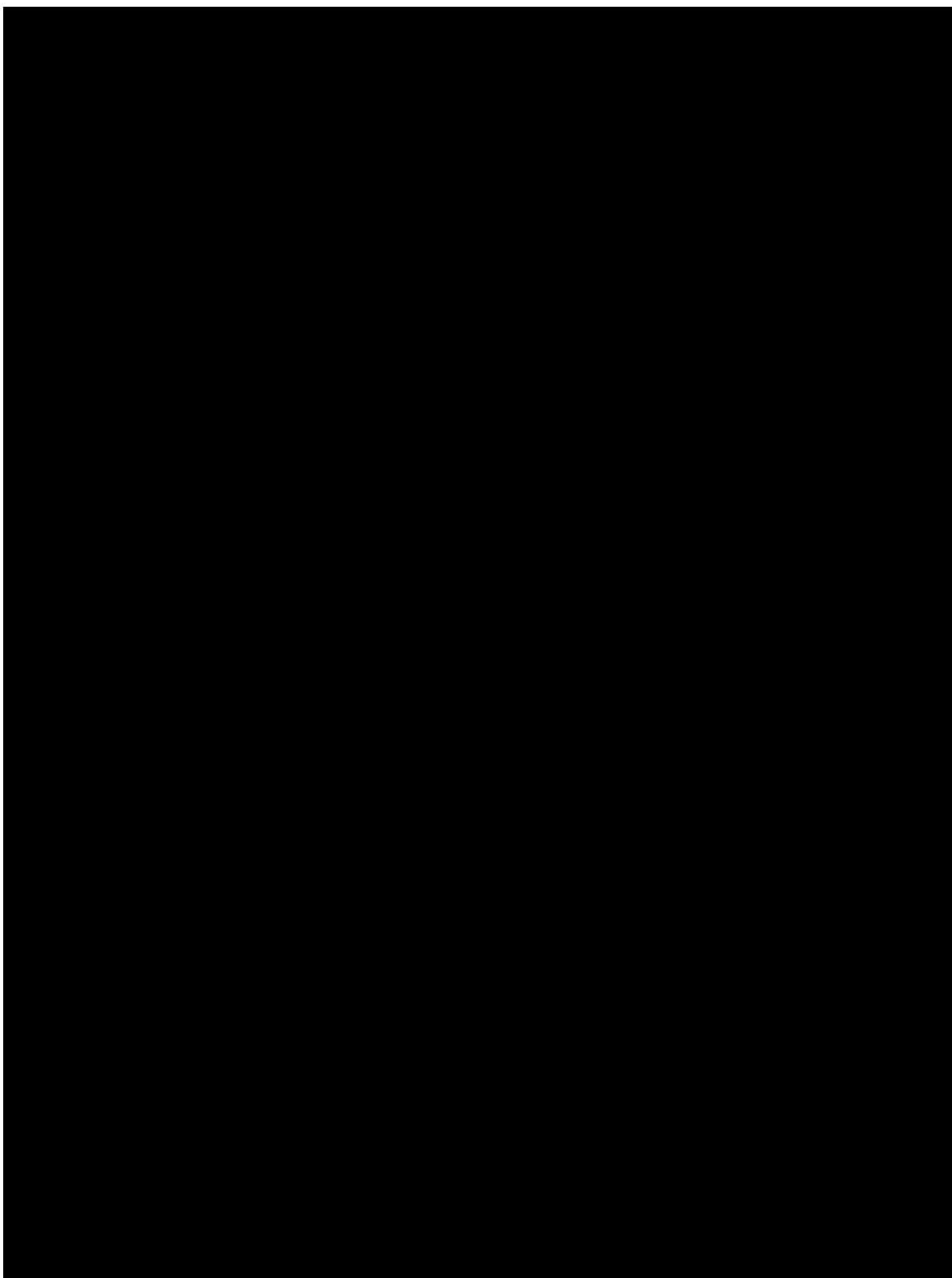
Da un punto di vista climatico generale, la posizione geografica del territorio racchiuso tra il sistema delle Murge alte e il mare Adriatico, fa sì che il clima risulti tipicamente mediterraneo con inverni miti ed estati calde. Le temperature medie invernali si attestano attorno agli 8 °C, mentre quelle dei mesi più caldi attorno ai 24 °C. Le fredde correnti di origine balcanica influenzano il clima della fascia costiera. Le precipitazioni piovose, superiori alla media regionale, si aggirano attorno ai 622 mm di pioggia annui, distribuiti prevalentemente nel periodo da ottobre a marzo.



La mappa delle temperature minime, medie, massime e delle isoiete (linee congiungenti punti in cui l'altezza delle precipitazioni atmosferiche, in uno stesso periodo, ha uguale valore) in Puglia

I dati relativi alle temperature medie e alle piogge totali mensili e annuali, registrati presso la stazione pluviometrica di Polignano a Mare, sono riportati nelle seguenti tabelle.





Per quanto concerne il discorso climatico dell'avanmare di Polignano a Mare, si riportano in linea generale, le seguenti osservazioni:

Venti - I venti dominanti sono quelli del 1° e 4° quadrante, con lo scirocco che si presenta abbastanza frequentemente. Secondo la scala Beaufort, il 50% dei venti, per intensità, ricadono nell'intervallo 0-2, il 40% nell'intervallo 3-4, l'8% nell'intervallo 5-6 e appena il 2% nell'intervallo 7-12.



Venti predominanti in Puglia registrati durante le quattro stagioni presso le stazioni meteorimarine di Vieste, Bari, Brindisi e Otranto

Moto ondoso - Lo stato del mare è generalmente compreso nell'intervallo 0-1 per il 27% dei casi, nell'intervallo 2-3 per il 63% dei casi, nell'intervallo 4-5 per il 9% dei casi e nell'intervallo 6-8 per il restante 1% dei casi. Per quest'ultimo intervallo, le mareggiate sono sempre causate da venti di N-O e venti di N-N-O, con una durata media di 48-78 ore. Da uno studio sul clima meteomarinico al largo e sotto costa di Polignano a Mare, eseguito nell'Aprile del 2008 dalla Engineering Tecno Project S.r.l. su incarico dell'Amministrazione Comunale, e basato sui dati

rilevati dalla boa ondometrica direzionale di Monopoli (posizionata a $40,975^\circ$ latitudine N e $17,37667^\circ$ longitudine E in corrispondenza della batimetrica 70 m), è emerso che le condizioni di moto ondoso prevalenti sono quelle provenienti dai settori NNO (22,89%), ESE (16,58%), N (13,44%) e E (10,50%).



Località della fascia costiera pugliese compresa tra San Vito (TA) e Polignano (BA) con evidenze morfologiche dovute all'impatto di onde eccezionali (Pignatelli C. et al, 2008) e campo di blocchi tra San Giovanni e Pietregea (Foto Di Leva)



La grande ondata di maestrale sul bastione di Santo Stefano (Foto Cigliola)

Sulla base dei dati provenienti sempre dalla stessa boa ondometrica, l'onda significativa H_s può arrivare, in rarissimi casi, all'altezza massima di 5,5 metri, ma che nel 50,84% dei casi non supera il mezzo metro, e nel 30,16% è compresa tra 0,5 e 1 metro. Applicando il metodo POT (Peak Over Threshold) proposto da Goda (1988) sulla base della distribuzione di Fisher-Tippet I (FT-I o Gumbel) e della distribuzione di Weibull, per onde provenienti da una stessa popolazione statistica di eventi di mareggiate rappresentate da ragionevoli altezze significative, l'ETP s.r.l. ha stimato l'altezza significativa H_s pari a 3,5 metri per tempi di ritorno di 1 anno, 4,8 metri per tempi di ritorno pari a 10 anni, mentre il periodo di picco T_p dell'onda risulta essere di circa 7,2 s. Tale situazione, descritta per un moto ondoso al largo, riportato sottocosta in corrispondenza della batimetria 10,0 metri ha prodotto una variazione significativa nelle altezze dell'onda, secondo lo schema riproposto nella sottostante tabella:

Periodo di ritorno (anni)	330° N	0° N	30° N	60° N	90° N	120° N
5	2,90	2,90	2,80	2,60	2,00	1,90
50	3,10	3,30	2,90	2,80	2,30	2,40

Pertanto, il clima ondoso sottocosta presenta mareggiate più frequenti da NNO e da N, mentre quelle più intense provengono da NNE e da ENE.



Mareggiata di levante (Foto Di Leva)



Ondate sul promontorio di Grottone (Foto Di Leva)

Correnti - Il litorale polignanese è influenzato da una corrente superficiale discendente e continua con una velocità dell'ordine di 1-1,5 nodi (caratteristica del versante occidentale dell'intero Adriatico). Immediatamente sottocosta, però, possono generarsi locali situazioni in controtendenza dovuti alle sorgenti di acqua dolce e all'effetto frenante della costa stessa.

Caratteristiche chimico-fisiche del mare - Idrologicamente, l'area marina è influenzata da fenomeni di rimescolamento tra acque ioniche e acque medio-adriatiche, la temperatura superficiale è compresa tra 11-12 °C in inverno e 26-28°C in estate, la salinità oscilla tra 36,5 e 37,5 grammi per litro, l'acidità delle acque, costante tutto l'anno, è pari a 8-8,1.



Riflessi di luce radente sul mare nelle prime ore della mattina (Foto Cigliola)

Il colore del mare è influenzato dalla tipologia dei fondali con la colonna d'acqua che passa dal verde brillante nelle aree costiere con lenti di sabbia al blu dei fondali più profondi con una forte presenza algale. La trasparenza delle acque è generalmente molto limpida, con visibilità che a volte supera i 20 metri. Ciò è dovuta alla bassa produzione di microalghe planctoniche nel tempo, essendo i sali di azoto e fosforo (i "concimi" del mare) molto contenuti e, di conseguenza, anche il fitoplancton, costituito principalmente da diatomee, presenta quantità ridotte. Infine, le fioriture abnormi di fitoplancton (forme di *blooms* algali), quasi del tutto assenti fino a una decina di anni fa (Marano G., 1998), ultimamente si manifestano abbastanza concentrate in determinati e brevissimi periodi estivi.



La trasparenza dell'acqua all'interno di una grotta sommersa (fotogrammi tratti dal documentario "Seguendo un filo")

Geologia



Ignazio Galizia (1901-1932), insegnante elementare, storiografo, ricercatore, appassionato di storia locale e pubblicista, tra le tante ricerche condotte su Polignano, così descriveva la sua terra:

*“Il territorio giurisdizionale della città di Polignano, può dirsi interamente piano, e se in esso vi sono talune piccole alture, queste non altrimenti si esprimono che col nome di **serre** e di **monti**.”*

La natura del terreno, a somiglianza dei territori finitimi, è generalmente sassosa; presenta tuttavia una tale diversità geologica da riconoscervi caratteri di speciale importanza. Il Colamonico in un suo studio del 1919 così scrive: Fra i centri della parte settentrionale, interesse fisico notevole presenta Polignano a mare, situata fra due vicini avvallamenti, diretti in senso normale alla linea di costa, da SSW verso NNE, all’Adriatico, che mantiene proprio in questo tratto una profondità notevole, forse la più considerevole di tutta la sezione barese, tanto che l’isobata di 15 metri corre a pochissima distanza dalla località abitata. Queste particolari condizioni di terreno hanno influito a ridurre notevolmente in Polignano e nei dintorni la potenza e l’estensione medesima del mantello tufaceo superficiale, non tanto però da impedire che gran parte del centro sorgesse, contrariamente a quello che può rilevarsi dalla carta geologica d’Italia sulla formazione pliocenica distinta dei sabbioni calcarei litoranei.

In ogni modo, la larga diffusione, nella città, come terreno di base, e nella campagna, come terreno affiorante, dei calcari compatti del cretaceo è a Polignano accompagnata da una così varia ricchezza di fenomeni carsici da potersi questo della Terra di Bari considerare come uno dei tratti più caratteristici di tutta la regione pugliese.

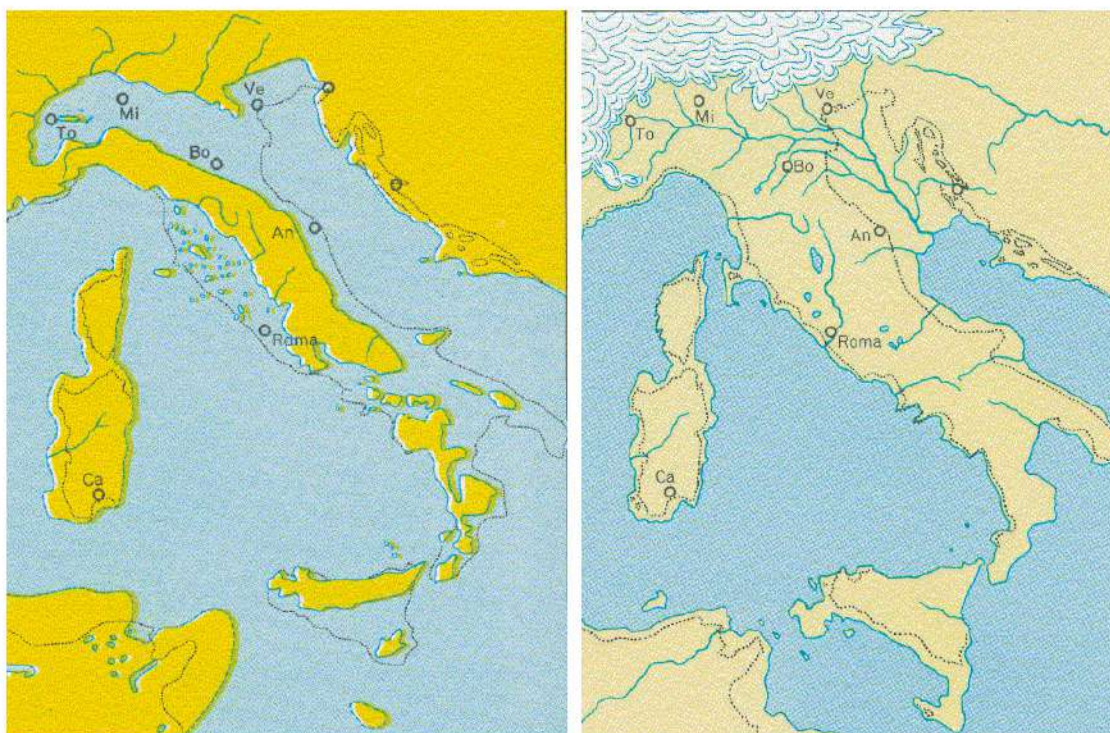
La scogliera, infatti, del centro urbano di Polignano è distinta (come già si disse) da una quasi ininterrotta successione di grotte e caverne bellissime, che si spingono dove più dove meno largamente fino a notevole distanza dal mare, al di sotto delle case e delle vie della città.

Il groviglio di queste cavità litoranee si complica verso l’interno con quello meno accessibile di meati più piccoli, attraverso i quali si svolge l’ultimo corso della circolazione carsica murgiana e si compie il miscuglio delle acque dolci dell’interno con quelle salate del mare; molti di questi meati sboccano al di sotto del livello stesso marino, determinando delle aree qualche volta anche molto ampie con acque solo leggermente salmastre. Pochi altri punti, infatti, della costa barese sono più ricchi di quello di Polignano di deflussi notevoli e assai evidenti di acque provenienti dalla lenta circolazione attraverso i calcari murgiani” (Galizia I., 1927).

Le attuali conoscenze, tramite l’interpretazione e lo studio dell’assetto paleogeografico della nostra regione, hanno reso possibile conoscere, nel tempo, come la Puglia abbia acquisito l’attuale aspetto, come si siano originate le rocce che la compongono, il perché di certi rapporti

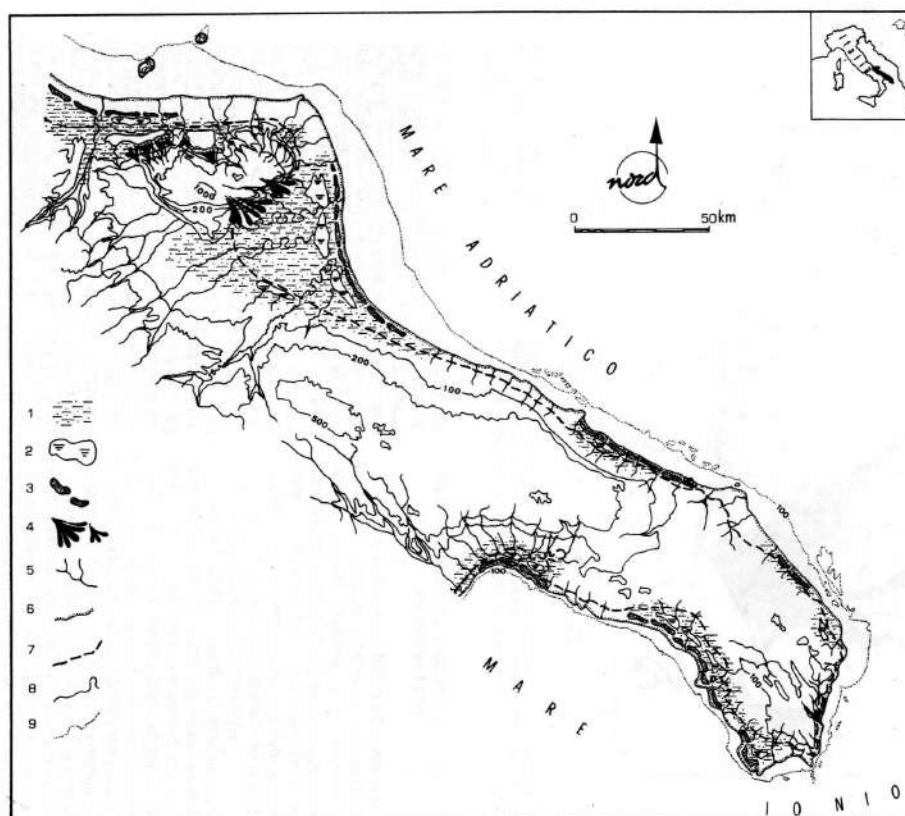
strutturali, l'evolversi e l'attestarsi della sua morfologia, lo sviluppo consequenziale delle sue forme di vita e, in definitiva, come possa essere suscettibile di cambiamenti.

A tale proposito va considerato come nell'era Mesozoica, compresa tra i 200 e i 60 milioni di anni fa, la nostra regione fosse l'esteso fondale di un mare poco profondo circondato da basse terre emerse, soprattutto isole, nel quale risultavano abbondanti anche gli ambienti lagunari, e nel cui interno si riversavano, ciclicamente, depositi più o meno fini portati dai corsi d'acqua. A questi apporti fluviali si sommava l'accumulo dei resti di organismi marini a guscio calcareo e, in misura minore, agivano le colonie di biocostruttori a formare estese scogliere. Il risultato ultimo era la deposizione di materiale fine, alternato a depositi grossolani, con formazione di rocce calcaree a luoghi dolomitiche o marnose, sia in strati che in banchi grigio-biancastri. Tutta la piattaforma apula era, inoltre, interessata da una subsidenza che ha permesso la formazione della potente successione di rocce carbonatiche, spesso all'incirca 3000 m. Il passaggio Secondario-Terziario (65 milioni di anni fa) ha segnato la fine della sedimentazione intrabacinale e l'inizio di una lunga fase di continentalità, a seguito del sollevamento regionale indotto dalla collisione tra la zolla europea e quella africana. Questa imponente emersione è testimoniata dalle numerose forme carsiche, epigee e ipogee, nonché dalle "terre rosse residuali" e dai livelli bauxitici. Successivamente, tra il Pliocene medio-superiore e il Pleistocene inferiore-medio, a seguito di un'ampia trasgressione marina sull'impalcatura calcarea delle Murge, si depositarono i termini sedimentari della Calcarene di Gravina.



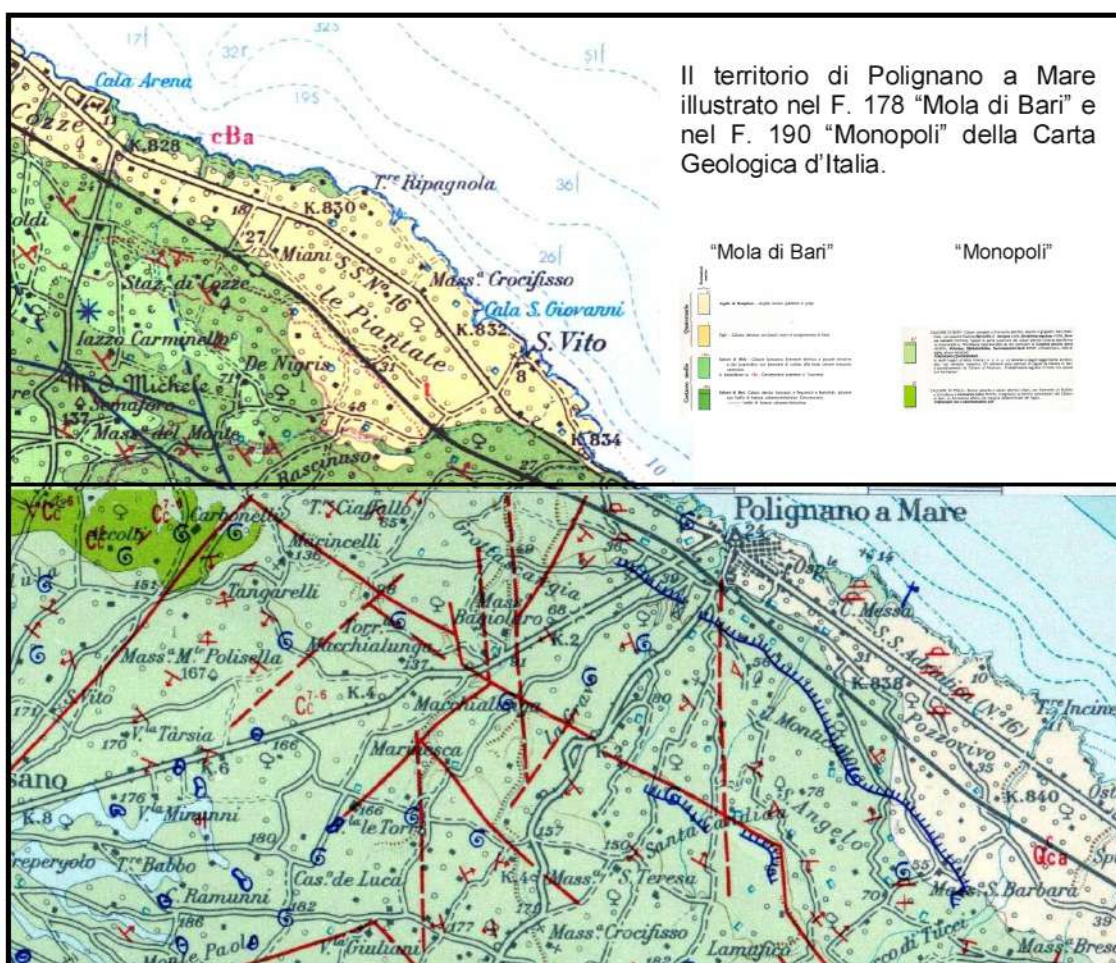
Le terre emerse della penisola italiana durante l'era terziaria (a sinistra) e quaternaria (a destra)

Nel tardo Pleistocene, invece, una inversione di tendenza provocò un generale ritiro del mare che, anche se interrotto da brevi fasi calde interglaciali, in tempi più recenti tra 25.000 e 18.000 anni fa (al termine dell'era Würmiana) ha fatto registrare il massimo della regressione, con il livello marino arretrato in corrispondenza dell'attuale isobata di -100 metri. A partire da 15.000 anni fa si è verificata, infine, l'ultima grande trasgressione marina (trasgressione versiliana) che ha portato il mare, nell'arco di 8-9.000 anni, a sommergere un vasto territorio, già interessato dalla presenza dell'uomo preistorico. Il mare, innalzandosi a una velocità stimata di 1 cm all'anno, in corrispondenza dell'*optimum climatico* olocenico di 6.000 anni fa, si attestava a un'altezza di circa 3 metri sull'attuale livello, limitandosi negli ultimi 5-6.000 ad oscillare attorno all'odierna posizione. Durante la prima parte dell'Olocene, quindi, nella recente evoluzione delle coste, il mare, favorito dalla debole inclinazione delle superfici che invadeva, ha sommerso e distrutto progressivamente le forme che aveva appena modellato, riproducendone altre simili, a quote topografiche maggiori. In tempi successivi all'*optimum climatico*, quando già la situazione era molto prossima a quella attuale, si sono verificati fondamentalmente due processi: un arretramento della linea di costa ad opera dell'aggressione meteomarina e un rapido ripascimento di sedimenti della costa nei pressi degli sbocchi al mare dei corsi d'acqua con bacino idrografico ampio, favoriti da una piovosità media annua superiore ai 700 mm (Pellegrini V., 2008).



Ricostruzione paleogeografica della Puglia all'inizio dell'Olocene: 1) piane costiere; 2) laghi e stagni costieri; 3) cordoni dunari; 4) conoidi detritiche; 5) principali solchi fluviali; 6) linea di riva all'inizio dell'Olocene; 7) linea di riva attuale; 8) isoipse; 9) isobate

Il modello litostratigrafico del litorale polignanese, che occupa la porzione sud-orientale del versante adriatico dell'Avampaese Apulo, è geologicamente rappresentato dalle Unità stratigrafiche del "Gruppo dei Calcari delle Murge" (il Calcare di Bari e il soprastante Calcare di Altamura) e dai Depositi marini e continentali di copertura terziaria e quaternaria. Le rocce mesozoiche affioranti nel territorio polignanese corrispondono alla porzione sommitale del Calcare di Bari, con spessori in affioramento non superiori al centinaio di metri, mentre la porzione inferiore del Calcare di Altamura affiora, esclusivamente, nella parte più interna ed elevata del territorio e, quindi, non interessa direttamente il tratto costiero.



Il **Calcare di Bari** (Barremiano – Cenomaniano), a differenza del sovrastante Calcare di Altamura, di età senoniano-maastrichtiana, che in leggera discordanza angolare presenta una serie di calcari compatti con intercalazioni lentiformi di calcareniti biancastre e di materiale terroso rossastro, si sviluppa sottoforma di potenti strati o banchi calcarei di colore biancastro, raramente grigio chiaro, giallastro o rosato, con abbondanti fossili, e si alterna in sequenze ben stratificate con calcari dolomitici.

Il tetto della successione è caratterizzato da una serie di strati sottili potente un centinaio di metri, con livelli a calcari detritici lastriformi che, localmente, prende il nome di “calcari a chiancarelle”, largamente utilizzato in passato come materiale ornamentale quale, per esempio, la copertura litica dei tetti dei trulli. In alcuni testi il Calcare di Bari viene sovrastato dalla formazione trasgressiva del Calcare di Mola, affiorante in alcune porzioni limitate per spessori non maggiori di una



Strati e banchi calcarei della sacoglieria (Foto Di Leva)

quindicina di metri, avente caratteristiche estremamente simili a quelle del Calcare di Bari e riconoscibile esclusivamente per il contenuto fossilifero. La deposizione del Calcare di Bari è avvenuta in un ambiente di piattaforma costiera e, in taluni casi, in facies lagunare protetta. Tra i macrofossili presenti si ritrovano Rudiste (*Apricardia cf. laevigata* d’Orbigny, *Biradiolites angulosus* d’Orbigny, *Durania martellii* (Parona), mentre la microfauna è rappresentata dai foraminiferi *Cuneolina pavonia parva* Henson, *Miliolidae*, *Nummuloculina heimi* Bonet, “*Rotaline*”, facies salmastre a *Ophthalmididae*, resti di alghe e Ostracodi.

Al di sopra del basamento carbonatico cretacico, in affioramenti limitati e rinvenuti soprattutto lungo la fascia costiera, si riconoscono depositi marini di copertura noti in letteratura col nome di **Calcareniti di Gravina** (Pliocene–Pleistocene), la cui deposizione è avvenuta lungo la piana adriatica e nel bacino della Fossa Bradanica. Questo Litotipo, che nelle carte geologiche



più datate dell’area costiera barese è riportato come *Tufi delle Murge*, mostra un contatto trasgressivo ed evidente discordanza angolare con i Calcari di Bari, raggiungendo uno spessore massimo di 15 metri che si riduce allontanandosi progressivamente dalla linea di riva.

Antica cava di tufo sulla falesia calcarenitica (Foto Di Leva)

La Calcarenite di Gravina presenta una struttura massiccia, con colorazione bianco-giallastra e nocciola chiaro, a stratificazione accennata e non ben visibile, con sovente presenza di terra rossa dovuta all'alterazione e al notevole accumulo residuale. Al contatto con le formazioni calcaree sottostanti ritroviamo, a luoghi, una fascia conglomeratica calcareo-dolomitica, con spessore variabile e aspetto fortemente alterato. Notevole in tutta le formazione la presenza di livelli fossiliferi a *Ostrea* sp. e *Pecten* sp., che raggiungono anche dimensioni notevoli.



Ostrea sp. (Foto Di Leva) e *Pecten* sp. (Foto Cigliola) nelle rocce calcarenitiche affioranti in prossimità della costa

Oltre a queste litologie, si riconoscono, a varie quote, i **depositi marini terrazzati** risalenti al Pleistocene superiore, prodotti da temporanei stazionamenti del mare al di sopra dell'attuale livello e indicanti, quindi, l'avanzamento e l'arretramento del mare, testimoniato dalla presenza di antiche linee di costa. In questi depositi, di ambiente costiero, si ritrovano conglomerati dall'aspetto caotico e fortemente alterato, insieme a sabbie con lenti di silt, nonché materiale calcarenitico. Presenti esclusivamente allo sbocco in mare delle incisioni torrentizie operate dallo scorrimento delle acque meteoriche (le *lame*), ovvero in ambienti riparati dall'azione del moto ondoso, si ritrovano i **depositi di spiaggia** di età olocenica, sabbiosi o ciottolosi, i primi formati da detriti calcarenitici scarsamente arrotondati e giallastri, con frammenti di gusci calcarei biancastri e di piccole dimensioni, mentre quelli ciottolosi sono costituiti da frammenti calcarei, grigio-biancastri di dimensioni variabili e quasi sempre inferiori ai 15 cm, fortemente arrotondati dall'azione del moto ondoso.



Deposit di spiaggia sabbiosi a sinistra e ciottolosi a destra (Foto Di Leva)

La differenza tra le tipologie dei due depositi presenti allo sbocco a mare delle *lame* è dovuta alla tipologia del substrato inciso dall'azione delle acque meteoriche che, rispettivamente, agiscono su di un substrato calcarenitico (per i depositi sabbiosi) o calcareo (per i depositi ciottolosi).



Spiaggia formata da depositi misti, sabbiosi e ciottolosi, allo sbocco della Lama di Torre Incina (Foto Di Leva)

Sul fondo delle *lame*, così come sui terrazzi lungo i fianchi delle stesse, si osserva la presenza di **depositi alluvionali** olocenici, spessi massimo 2 metri, costituiti da limi sabbioso-argillosi di colore marrone con piccoli ciottoli calcarei sparsi. Tali depositi derivano dal disfacimento del substrato carbonatico e da locali quanto occasionali eventi alluvionali.

Per completare le osservazioni sui depositi sin qui accennati, tutti di origine continentale, vanno segnalati anche i **depositi eluviali e colluviali**, i primi dei quali derivano dai depositi residuali costituiti da terre rosse sedimentati soprattutto sul fondo delle doline e delle piccole depressioni carsiche, mentre i secondi sono breccie calcaree giallastre, non cementate, formate prevalentemente da materiale calcarenitico di dimensioni centimetriche con frammenti di organismi marini, e i limitati **depositi eolici**, osservati esclusivamente nelle vicinanze del confine con la frazione di Cozze, dove danno origine ad alcune piccole dune costiere (Di Leva et al. 1996).



Depositi dunari colonizzati da piante di agave e da arbusti di ginepro coccolone nel tratto settentrionale della costa polignanese (Foto Cigliola)

Va precisato che, durante la stesura di questo lavoro, il riconoscimento delle unità litostratigrafiche sopra descritto non tiene conto degli studi più recenti in atto, eseguiti sulla fascia premurgiana del territorio di Bari, che tendono a una più precisa suddivisione delle unità litostratigrafiche rispetto a quelle su menzionate, riferite alla Letteratura classica geologica. Questo studio, ancora in fase di completamento, identifica le Unità della Piattaforma Carbonatica Apula (nel nostro caso, il Calcarea di Bari di età albiano superiore-cenomaniano inferiore), l'Unità della Fossa Bradanica (la Calcarenite di Gravina di età gelasiano(?)-calabrianiana), il Supersistema delle Murge (il Sintema pleistocenico medio-superiore di Carbonara, il Sintema pleistocenico superiore di San Pasquale e quello di San Girolamo), il Supersistema delle Lame delle Murge (il Sintema pleistocenico medio-superiore di Madonna delle Grotte e quello pleistocenico superiore di Costa di S. Giovanni) e, infine, i Depositi recenti e attuali di età pleistocenico superiore-olocenica (Pieri P. et al., 2009).

Poiché l'Avampese Apulo presenta, nel complesso, uno stile tettonico semplice, con le formazioni mesozoiche che formano, a grande scala, un'estesa struttura monoclinale interessata da numerose faglie e, subordinatamente, da blande pieghe, la tettonica murgiana, nel suo complesso, mostra aspetti dinamici alquanto semplici da considerare. Le strutture disgiuntive maggiori corrispondono a sistemi di faglie che scompongono in blocchi il substrato calcareo, originando una struttura a gradinata orientata da NO a SE, con le direttrici di tali strutture corrispondenti appunto ai sistemi di faglie. Oltre a questo sistema, allineato in senso NO-SE, lo

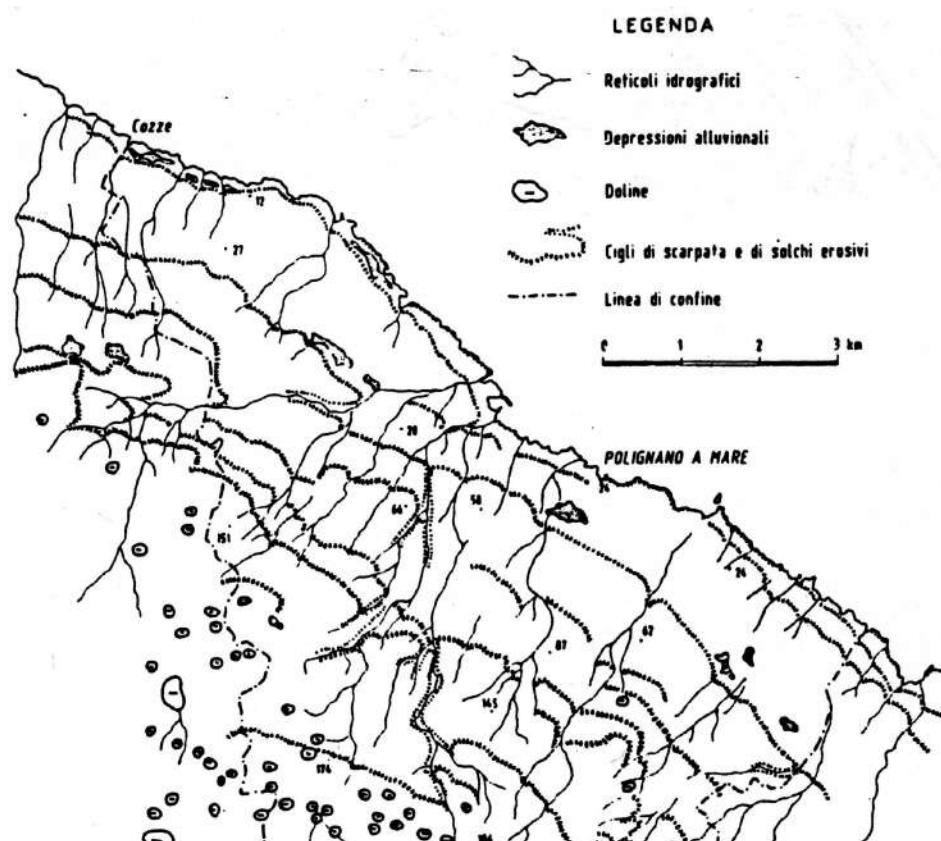
stile tettonico è caratterizzato anche da un altro sistema di faglie, quest'ultimo allineato, però, in senso E-O. Tali faglie delimitano sia le scarpate, che dal blocco più elevato dell'alta Murgia abbassano il substrato calcareo formando i vari terrazzi strutturali, sia le depressioni a nord della Murgia (valle dell'Ofanto) e a sud della stessa (Soglia Messapica). Infine, il substrato carbonatico mesozoico presenta deformazioni plicative ad ampio raggio di curvatura, con assi delle pieghe ad andamento simile alla direttrice appenninica, risultato appunto dell'orogenesi della stessa catena montuosa. In dettaglio, per quanto concerne l'assetto strutturale della zona costiera di Polignano a Mare, questa risulta essere prevalentemente dominata da una estesa anticlinale orientata in senso ONO-ESE, interessata da un sistema di faglie con prevalente orientazione NO-SE e, subordinatamente, E-O, che hanno in parte anche favorito l'instaurarsi, in epoche successive, di quelle scarpate morfologiche che, a più riprese, hanno determinato l'attuale linea di costa.



Veduta della cala di Lama Monachile: questa profonda incisione che interessa l'abitato cittadino è originata dalla probabile presenza di una faglia diretta (Foto Di Leva)

Morfologia e carsismo

Morfologicamente, l'evoluzione del litorale è dominato dall'arretramento delle falesie, che può essere schematizzato come un processo ciclico composto da una lunga fase di preparazione seguita da una fase "catastrofica", rappresentata dal distacco di una frana da crollo (Mastronuzzi et al., 1992). I tempi e le modalità con cui questo ciclo si compie dipendono da fattori meteomarini (energia del moto ondoso, frequenza e intensità delle mareggiate, morfologia del primo fondale, ecc.), dalle locali condizioni litostrutturali del corpo roccioso (caratteristiche fisico-meccaniche del corpo roccioso, gradi di fatturazione, giacitura degli strati e delle fratture, ecc.) nonché dalle caratteristiche morfologiche (altezza della falesia, profilo caratteristico, solchi e superfici strutturali, carsismo, ecc.).



Carta morfologica del territorio costiero di Polignano a Mare

In generale, l'aspetto geometrico della costa polignanese si mostra molto irregolare, suddivisa, da nord a sud, in tre segmenti: il primo segmento, compreso tra la frazione di Cozze e località Torre Ripagnola, è rappresentato da una costa bassa in direzione ONO-ESE con massima elevazione di 5 metri sul livello del mare.



Costa rocciosa bassa tra la frazione di Cozze e località Torre Ripagnola (Foto Di Leva)

Il secondo segmento, interessante il tratto fino alla località denominata di Santa Caterina nei pressi del progettato porto turistico, è formato anch'esso da costa bassa allungata in direzione NNO-SSE.



Tratto di costa rocciosa bassa a ridosso della frazione di S. Vito (Foto Di Leva)

Il terzo segmento, infine, interessa la restante costa che, procedendo da NO a SE, si innalza bruscamente fino a raggiungere la ventina di metri in corrispondenza dell'abitato di Polignano a Mare, mantenendo tale altezza fino (e oltre) il confine con Monopoli. È importante notare come, questo lento rapportarsi del mare rispetto alla costa ha giustificato, nel tempo, la distribuzione dei primi nuclei abitativi all'interno di grotte e ambienti carsici in zone diverse lungo la costa, e il primo sfruttamento delle calette quali porti naturali (Di Leva et al., 2009).



Tratto di costa rocciosa alta inclusa in località Chiar di Luna (Foto Di Leva)

La costa dell'area di studio, pertanto, costituisce una falesia con profilo irregolare, alternando una serie di morfotipi costieri che vanno dalla costa bassa rocciosa a quella alta a falesia, dalle piccole spiagge sabbiose a quelle ciottolose (pocket beach) alla foce dei profondi solchi erosivi denominati *lame*.

L'altezza media della costa aumenta gradualmente da NNO a SSE. I valori minimi si riscontrano in prossimità del prossimo Porto Turistico, mentre quelli massimi (fino a 24 m) si registrano in corrispondenza dell'abitato cittadino. Normalmente, la costa si presenta molto frastagliata, con pronunciate insenature e tratti di costa orientati secondo direzioni in genere coincidenti con quelle delle fratture tettoniche. Oltre alle cause dinamiche e alla collocazione geometrica del litorale, l'evoluzione della costa è fortemente condizionata anche dalla facilità con cui le rocce interagiscono con l'ambiente meteo marino. Per esempio, laddove la falesia si elevano a picco dal livello del mare, la lenta e costante creazione di un solco di battente, costituito da un intaglio orizzontale alto 1-1,5 m e profondo da alcuni decimetri a più di un metro, gioca un ruolo molto importante sull'innesco dei crolli che contribuiscono all'arretramento del litorale. Infatti, il solco di battente coincide con la porzione inferiore del piano vegetazionale

sopralitorale, per lo più privo di alghe macroscopiche, e con il piano mesolitorale, interposto tra il livello superiore delle alte maree normali e quello delle basse maree eccezionali.



Crolli nella falesia interessata alla base da un profondo solco di battente (Foto Di Leva)

Le pareti del solco di battente hanno struttura alveolare, con vuoti subsferici e subcilindrici in parte comunicanti. Tale struttura, analoga a quelle definite (in altre aree carsiche costiere) ad alveare e a “formaggio svizzero”, interessa la roccia per alcuni decimetri, sfumando progressivamente verso la roccia intatta. La genesi della struttura alveolare deve essere attribuita, in gran parte, a processi biologici operati dagli organismi sul substrato litico. In particolare, nella porzione superiore del solco, i processi di erosione della roccia sono ben evidenti a opera, soprattutto, di alcuni molluschi, quali patelle e chitoni, che producono nella roccia cavità subcilindriche di diametro e forma coincidenti con quello dei singoli individui. Più in generale, l’azione degli organismi sul substrato roccioso si esplica in maniera complessa, attraverso i principali meccanismi di secrezione di sostanze chimiche, disgregazione fisica e processi chimici causati dalla degradazione della materia organica. Rispetto a tale azione il moto ondoso, allontanando continuamente la materia organica in via di degradazione, ne riduce gli effetti demolitrici sulle rocce. L’azione del moto ondoso, in virtù della copertura vegetazionale, spesso non produce abrasione lungo il solco di battente, manifestandosi con la rimozione di frammenti

rocciosi isolati dal substrato litico. Anche se non da solo, il solco di battente costituisce, di frequente, l'elemento destabilizzante delle pareti rocciose. Il paesaggio in cui si innesta la falesia, nonché la sua parte retrostante, è tipicamente carsico, con forme di maggior rilievo costituite da grotte marine, sia intere che parzialmente (o totalmente) crollate, e forme carsiche minori quali vaschette di corrosione e, anche se limitati, pozzetti carsici, questi ultimi interpretati come il risultato dello sviluppo di condotte carsiche verticali o dell'approfondimento di vaschette di corrosione (Delle Rose et al., 2005).

In generale, l'aspetto della costa polignanese si rifà alla natura delle sue rocce e alla sua geometria (Di Leva et al., 2009). La **costa concava**, riconoscibile nell'intero tratto settentrionale dal Porto Turistico al confine con Cozze, e che rappresenta la fase terminale dell'erosione di una costa rocciosa, sia bassa che alta, mostra un analogo profilo di sezione; le forme principali, dipendenti dal tipo di roccia e dal grado di resistenza alle sollecitazioni meccaniche e chimiche, sono rappresentate da conche, vasche, coppelle, spuntoni, pinnacoli, alveoli, microcaverne e condotte, mentre rare appaiono le grotte marine.



Esempio di costa "concava" nel tratto di Torre Ripagnola (Foto Di Leva)

La **costa convessa** è rappresentato da una costa rocciosa generalmente alta, il cui profilo forma un arco che si protende verso il mare. Rappresenta la fase transitoria da falesia a costa rocciosa concava (o bassa) e, lungo il litorale polignanese, si rinviene in corrispondenza di Torre Ripagnola, a Nord dell'abitato tra Chiar di Luna e Grottone e in corrispondenza del tratto di Lungomare tra il Macello e Cala Porta o Portacola. Come la costa a falesia, anch'essa è soggetta a forte erosione. Al suo interno, laddove cavità carsiche vengono alla luce grazie all'azione del mare, in misura maggiore dove i corpi sedimentari appaiono ben stratificati con giacitura orizzontale e in corrispondenza delle fasce alterate e/o detritiche ricementate, si scoprono numerose grotte marine, dalle forme e dimensioni più disparate a seconda delle condizione fisico-chimico-meccaniche delle rocce, alla loro esposizione all'azione diretta o meno del vento, del moto ondoso e delle correnti, alla esistenza di forme carsiche sotterranee portate alla luce dall'erosione marina.



Esempio di costa "convessa" in corrispondenza del lungomare (Foto Di Leva)



Le tipiche falesie su cui si affacciano le case del Centro storico (Foto Di Leva e Cigliola)

La **falesia** vera e propria si sviluppa per circa un terzo del litorale polignanese, ed è rappresentata da costa alta a parete sub-verticale, con altezze comprese tra 3 metri e 24 metri in corrispondenza del bastione di S. Stefano in pieno Centro storico. In essa si aprono incisioni strette e lunghe, corrispondenti allo sbocco in mare delle *lame*, nonché insenature più ampie dovute al suo arretramento sotto l'incalzare dell'erosione marina. Anche alla base delle falesie sono riconoscibili le grotte marine, per le quali vale lo stesso discorso fatto in precedenza.

Infine, se si escludono le dune e i depositi di spiaggia fossili oloceniche, presenti in due distinti tratti costieri poco a Sud di Cozze e nei pressi di Torre Ripagnola, le spiagge si rinvengono, come detto in precedenza, limitate sia come numero che come dimensioni, all'interno di ambienti protetti, favorevoli alla sedimentazione, in cale più o meno ampie formatesi per progressivi crolli della scogliera e, in particolare, delle grotte marine, ovvero in profonde insenature generatesi all'interno per progressivo allargamento delle fratture trasversali presenti nell'ammasso roccioso o, anche, per incisione operata dall'acqua convogliata dalle *lame*.

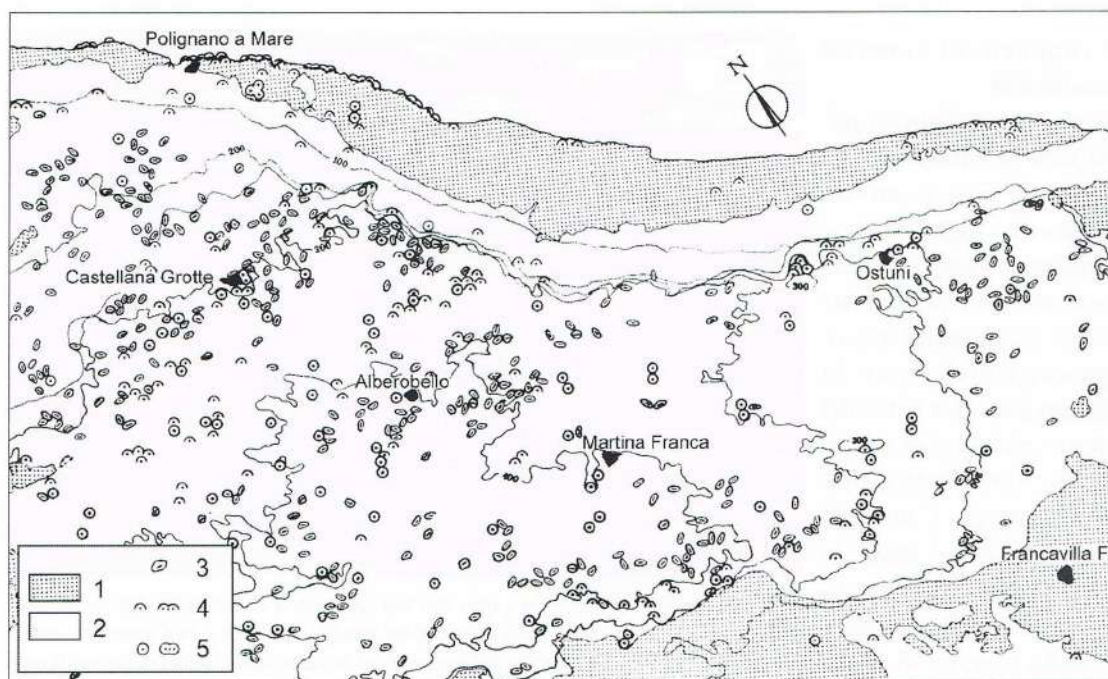
Generalmente, tali processi danno luogo alla formazione di spiagge a ciottoli, tipo quelle di Ponte dei Lapilli, Cala Paura, Lama Monachine e Cala Porto. Fanno eccezione le spiagge che si formano per accumulo di detriti trasportati in mare allo sbocco delle lame: qui, a seconda del tipo di roccia erosa e, quindi, strettamente dipendenti dal tipo di trasporto sedimentario operato, le spiagge che si formano possono essere di ciottoli e/o di sabbia.

Tra queste si annoverano Cala Fetente, S. Giovanni, San Vito, Porto Contessa, Porto Cavallo, Pozzovivo, Cala Incina. Poiché si formano principalmente a opera del disfacimento del litorale e non per accumulo di materiali sedimentari alloctoni, queste spiagge non svolgono un ruolo protettivo contro l'erosione delle coste (Di Leva et al., 2009).



Due esempi di "pocket beach": spiaggia di ciottoli a Cala paura e spiaggia di sabbia a Cala Fetente (Foto Di Leva)

A causa dei diversi caratteri morfologici, litologici e strutturali del territorio, quali acclività del substrato, granulometria, porosità e natura dei sedimenti che costituiscono le rocce, presenza di discontinuità e loro giacitura, nonché la presenza di terreni di copertura, il fenomeno carsico non si manifesta ovunque con la stessa intensità. In linea generale il carsismo, in alcune aree in un avanzato stadio evolutivo, assume una certa complessità dovuta al numero e alla varietà delle forme superficiali e sotterranee presenti.



Carta delle principali forme carsiche nelle Murge sud-orientali: 1) depositi marini quaternari; 2) substrato cretaceo; 3) doline; 4) cavità carsiche a prevalente sviluppo orizzontale; 5) cavità carsiche a prevalente sviluppo verticale (da Grassi 1974, modificato).

Tralasciando il discorso sulle innumerevoli forme e microforme, più o meno superficiali, dovute al carsismo marino, quali il solco di battente di cui si è già parlato prima, le vaschette (cavità circolari dai fianchi ripidi e dal fondo arrotondato, dal diametro e profondità compresi tra qualche decimetro e qualche metro, situate in prossimità del livello del mare), le coppelle (piccole cavità emisferiche su degli stretti ripiani poco al di sopra del livello del mare), gli spuntoni e le guglie alveolari (quest'ultime legate alla dissoluzione della roccia per azione del mare e del vento) che occupano solitamente la parte superiore e l'orlo della falesia (Favale F.F., 1994 e Marino M., Ungaro N., 1998), verranno considerate con maggiore dettaglio le grotte marine.

Le grotte marine di Polignano a Mare si presentano, in sostanza, con una morfologia che, nonostante l'evoluzione nel tempo, non è mutata nelle ultime fasi del Quaternario, Ciononostante, il fenomeno carsico ha avuto origine ben prima di tale periodo, lasciando tracce del suo operare

nelle breccie di dissoluzione ben visibili nella parte terrestre di alcune grotte e, prima ancora, nei densi intrecci di canalicoli drenanti, la cui presenza è diffusa sia all'interno che al di sotto delle breccie su menzionate. I movimenti tettonici, uniti alle fasi di trasgressione marina, hanno variato il carico piezometrico all'interno dell'acquifero, portando all'instaurarsi di quei fenomeni dissolutivi che hanno originato le breccie stesse (Rudnicki J., 1973).



Veduta del centro storico e delle grotte marine (Foto Di Leva)

Con l'attenuarsi della subsidenza e della trasgressione marina, in concomitanza della totale emersione dell'area di Polignano a Mare, si sono instaurati i meccanismi del carsismo costiero tuttora in atto.

In breve, con il termine para-carsismo si intende un carsismo ridotto e attenuato, tipico delle coperture calcaree terziarie e quaternarie, generalmente di scarsa potenza e di limitata estensione e, localmente, coincide con l'interfaccia calcari-calcareniti. L'evoluzione delle forme paracarsiche è prevalentemente in orizzontale, mentre la modesta estensione dovuta sia ai tempi relativamente brevi in cui si sono sviluppati tali fenomeni, sia alle oscillazioni glacio-eustatiche che, nei periodi di sommersione, hanno indubbiamente condotto a una fase di stasi dell'evoluzione fenomenologica para-carsica. Il fenomeno para-carsico, così come quello carsico, è principalmente condizionato dalla circolazione idrica sotterranea e dalla sua connessione con quella superficiale; a differenza del secondo, però, esso deve avvalersi di particolari condizioni che ne determinano la sua localizzazione proprio nell'interfaccia calcari-calcareniti (lenti di depositi a granulometria fine, scarsa presenza di fessure, impermeabilizzazioni da *terre rosse* o sali). Notevolmente importanti, infatti, sono gli effetti della capillarità che trovano, nei caratteri tessiturali della roccia calcarenitica, un ambiente favorevole, tanto che il flusso capillare verso l'alto è certamente uno dei meccanismi più attivi del trasporto di sali dalla zona di falda a quella della frangia capillare e dell'umidità discontinua (7,5 metri di risalita al di sopra del livello statico

della falda per pori di dimensione 0,004 millimetri). Nel complesso calcarenitico il movimento di filtrazione si instaura in virtù dell'anisotropia delle caratteristiche di permeabilità, che sono indotte da lenti continue di materiali a rilevante frazione fina o da una più ridotta permeabilità per occlusione dei pori a opera della deposizione di sali (Greco A., Spilotro G., 1982).



Stalattiti nella Grotta dei Giunchi: un esempio di manifestazione del fenomeno carsico (Foto Giannoccaro)

Le condizioni iniziali sono: 1) formazione di una falda sospesa; 2) movimenti di filtrazione della falda secondo modelli tridimensionali condizionati dalle incisioni superficiali che determinano le direzioni principali di deflusso; 3) l'orientamento della ramificazione del sistema paracarsico ipogeo.

Gli effetti del paracarsismo sono rappresentati dall'alterazione e dalla soluzione chimica del cemento dei termini calcarenitici e, successivamente, dall'erosione meccanica, il tutto condizionato dalle condizioni di drenaggio di bordo superficiale (*lame*, linee di costa) e dalla modesta distanza dalla superficie topografica (possibilità di intasamenti locali delle vie paracarsiche con materiali argillosi o sabbiosi superficiali).

L'evoluzione del paracarsismo si esplica attraverso il lesionamento, lo sfaldamento e il crollo delle bancate calcarenitiche, l'emersione a giorno delle cavità e, in corrispondenza delle linee di costa, l'azione demolitrice ed erosiva del mare, con formazione di grotte marine.

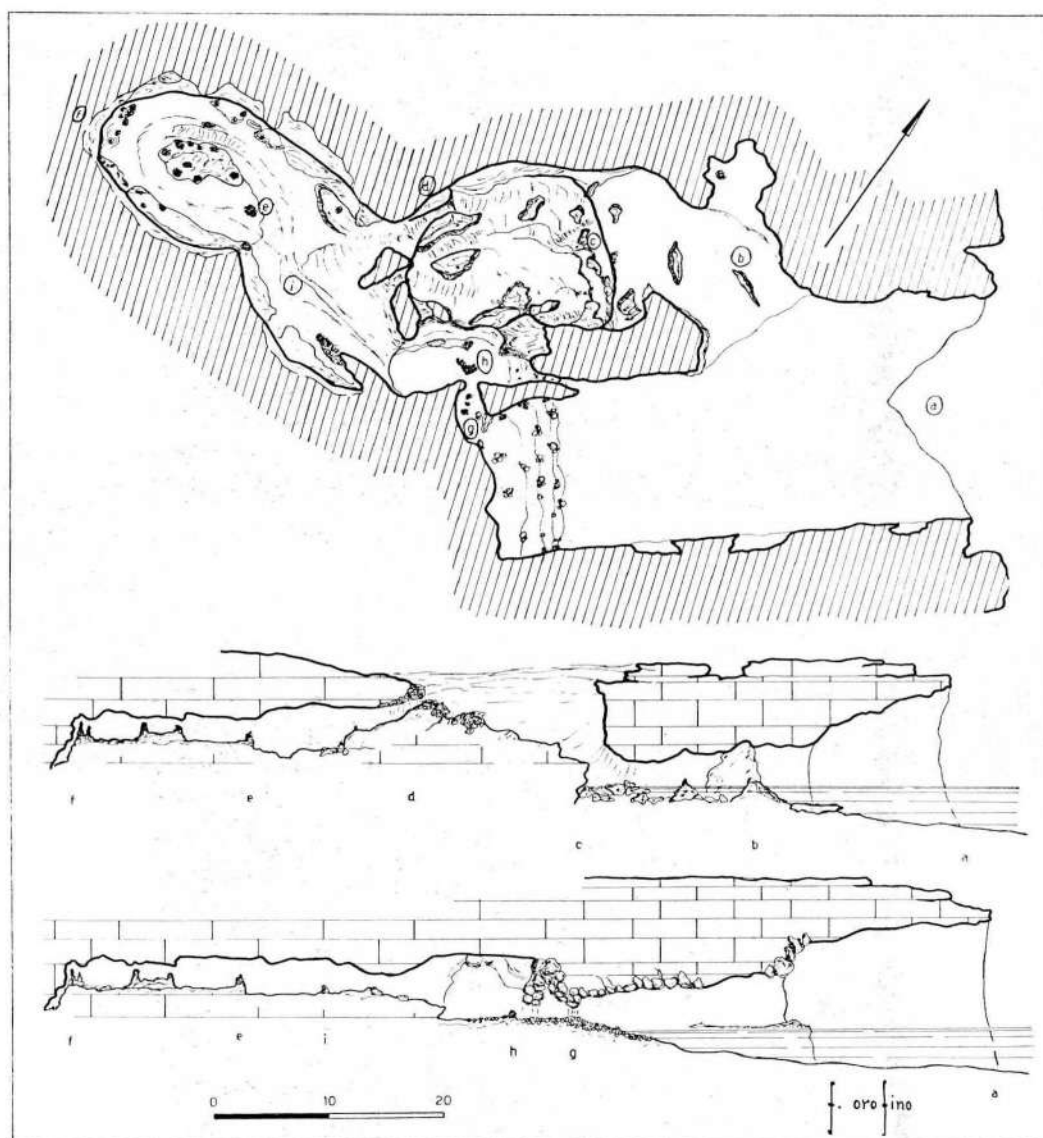
Per la precisione, le grotte marine possono avere una duplice origine che, tuttavia, non si escludono necessariamente a vicenda: l'erosione carsica e quella marina. Nel primo caso, le grotte costiere, emerse o sommerse, possono rappresentare ciò che rimane dello sbocco a mare di antichi corsi d'acqua sotterranei. La porzione di CO₂, che si trova normalmente disciolta nell'acqua piovana le conferisce acidità sufficiente a sciogliere il calcare delle rocce. La quantità di CO₂ disciolta nell'acqua dipende dalla temperatura e dalla pressione. L'acqua, infiltrandosi nel sottosuolo, se spinta da altra acqua che le si stratifica sopra, è spesso "sotto pressione", quindi contiene più CO₂ disciolta e, in questo modo, risultando più acida a causa della conversione

parziale della CO_2 in H_2CO_3 , ed è anche più corrosiva. L'acqua che si infila così nel sottosuolo, attraverso le fessure e le crepe presenti nelle rocce calcaree, provoca la dissoluzione di carbonato di calcio (CaCO_2), che è il costituente principale di tali rocce. Questo fenomeno erosivo provoca il lento ma continuo allargamento delle cavità attraversate dall'acqua durante il loro scorrimento verso il livello di falda o verso il mare. Inoltre, quando questa acqua, sotto pressione, giunge in una cavità sotterranea più ampia, la pressione diminuisce di colpo, la CO_2 si libera "frizzando" e l'acqua rilascia anche il calcare che aveva dissolto altrove. In queste situazioni, il calcare ridepositato forma le incrostazioni, le stalattiti, le stalagmiti e il travertino, tipici arredamenti di tutte le grotte. Nel caso in cui la roccia non sia facilmente interessata dal fenomeno carsico, ovvero non sia esclusivamente di tipo sedimentario, le grotte sottomarine si originano prevalentemente per erosione marina. L'attività del mare è, dunque, in grado di esercitare nel corso del tempo la demolizione di porzioni di roccia formando così cavità più o meno ampie, in parte o totalmente invase dalle acque. Ovviamente il mare può esercitare la sua azione erosiva anche su cavità di origine carsica, determinandone l'ampliamento o, al contrario, l'occlusione a seguito del crollo di porzioni di roccia sovrastanti.



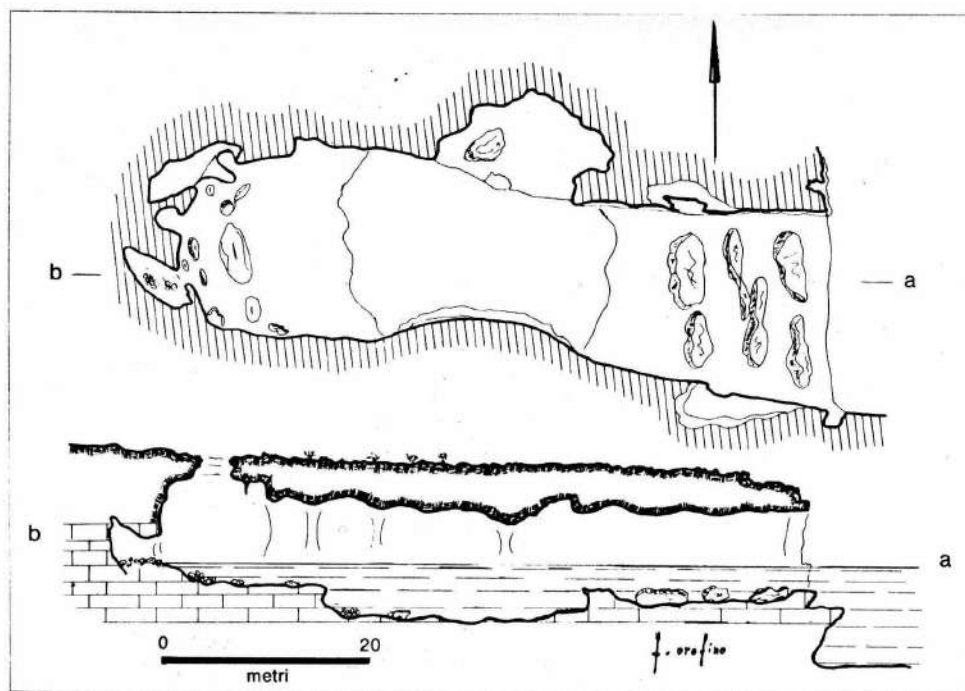
Canale carsico sotterraneo venuto a giorno per effetto dell'azione erosiva del mare (Foto Di Leva)

Se si osservano le piante di alcune grotte marine presenti lungo la costa di Polignano a Mare, si può notare come spesso la grotta presenti uno sviluppo legato principalmente alle vie drenanti delle acque sotterranee, mentre l'erosione diretta del mare è risultata efficace soltanto in corrispondenza delle zone di maggiore debolezza, operando un rimodellamento che, col tempo, tende a trasformare totalmente la grotta fino a decretarne un totale disfacimento. È il caso, per esempio, della Grotta delle Rondinelle, dove lo sviluppo della cavità ha seguito un andamento perpendicolare alla costa.



Rilievo topografico della Grotta delle Rondinelle (disegni di Orofino F.)

Di contro, invece, alcune grotte presentano uno sviluppo condizionato maggiormente dalle molte fratture causate da rilascio tensionale, con un processo di sviluppo per linee parallele alla costa invece che perpendicolari, come nel caso della Grotta dei Colombi, dove lo sviluppo parallelo ha creato sottili setti rocciosi tra cavità e mare con conseguente innesco di una rapida evoluzione carsica con crollo dei setti, formazione di “sottoroccia” allungati e, successivamente, di insenature profonde con fondale ingombro di massi detritici più o meno erosi dal moto ondoso.



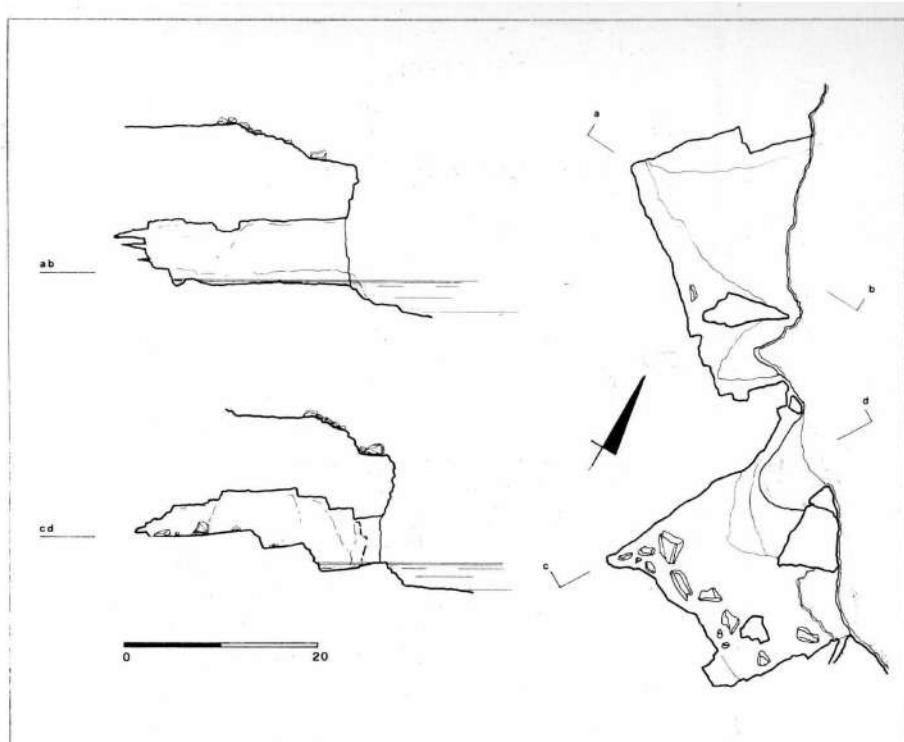
123. Rilievo topografico della Grotta dei Colombi.

Rilievo topografico della Grotta dei Colombi (disegni di Orofino F.)

Infine, anche se subordinatamente, vanno menzionate le cavità che si generano per corrosione chimica, operante attraverso le acque di infiltrazione meteorica e di condensazione. Quelle innescate dal primo processo tendono a formarsi in corrispondenza del livello del mare, o appena al di sotto di esso, con l'effetto corrosione amplificato dal miscelamento con le acque salate dalla elevata forza ionica; queste originano solitamente cupole più profonde e arcuate impostate lungo le fratture della volta, con al centro l'arrivo di un piccolo canale carsico di alimentazione.

Per le cavità da condensazione, invece, tale meccanismo si osserva maggiormente in corrispondenza di cavità interamente occluse dal mare, laddove è presente solo un piccolo spazio entro cui si formano le bolle d'aria che ne favoriscono, con la condensazione, l'effetto erodente, dando origine a cupole piatte e ampie.

I meccanismi di evoluzione speleogenetica sopra descritti hanno agito, in più cicli, man mano che il fenomeno carsico interessava i diversi livelli durante l'emersione della falesia per effetto delle oscillazioni eustatiche del livello del mare, spesso sovrapponendosi come evidenziato dalle molte cavità a più piani nelle Grotte Pietro e Paolo n. 1 e n. 2.



Rilievo topografico delle Grotte di Pietro e Paolo n.1 e 2 (Favale F. F., 1994)

Idrogeologia

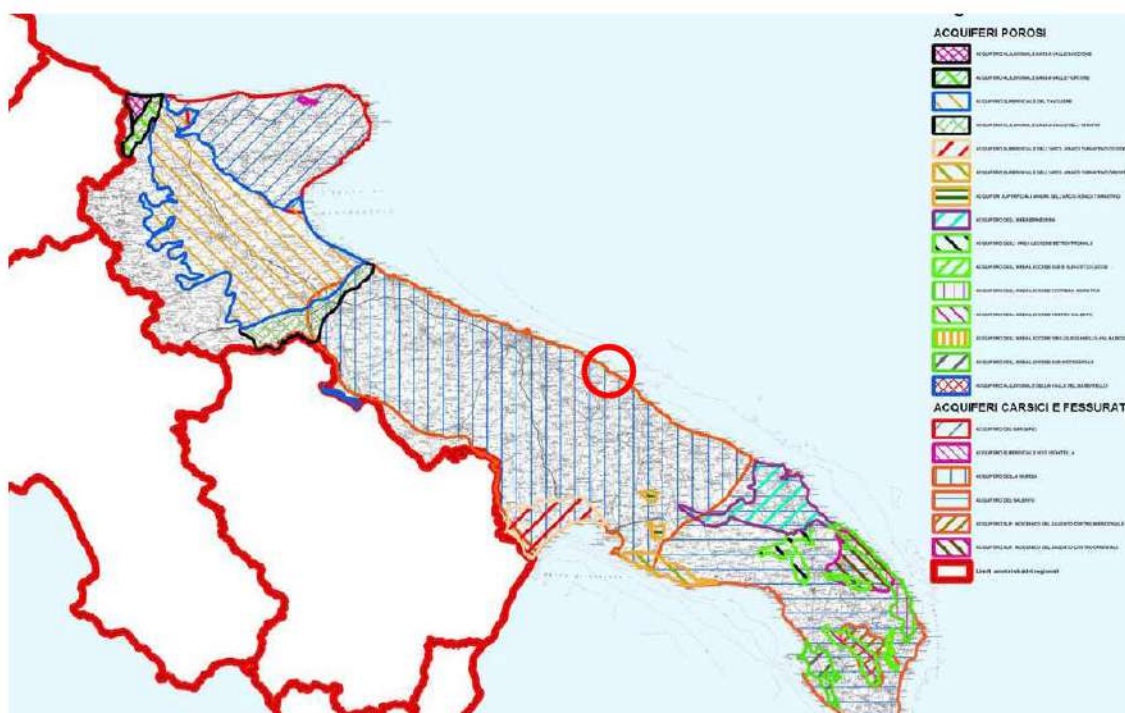
L'osservazione idrogeologica, in generale, si basa sullo studio dell'andamento delle acque meteoriche superficiali e di quelle sotterranee. La storia geologica della regione, le vicende tettoniche e paleografiche, i fattori morfoevolutivi delle forme carsiche di superficie, non hanno consentito lo sviluppo di una idrografia superficiale. Essa, di fatto, è legata esclusivamente alle depressioni lineari (impluvi) e ai solchi erosivi dalle dimensioni più accentuate (*lame*), che raccolgono le acque di origine meteorica in occasione di eventi pluviometrici intensi (il clima mediterraneo è, difatti, caratterizzato da eventi piovosi abbondanti ma circoscritti a brevi lassi di tempo).



Alluvione del 30 agosto 1928 a Polignano a Mare

Non tutte le acque che scorrono nelle *lame* finiscono in mare: spesso si perdono nel sottosuolo, principalmente per l'elevata permeabilità delle rocce affioranti e per il contributo dato dalle discontinuità tettoniche, mentre i suoli di copertura, pur mostrando talvolta spessori considerevoli, non riescono a trattenere a lungo l'acqua di pioggia.

La Murgia barese presenta un acquifero all'interno di ammassi rocciosi carbonatici, permeabile per fessurazione e/o carsismo. Le aree di affioramento risultano fortemente condizionate dal fenomeno carsico, che riveste una fondamentale importanza nell'alimentazione della falda e nella sua idrodinamica. La circolazione idrica sotterranea è abbondante e continuamente ravvenata dalle acque di precipitazione meteorica.



Campi di esistenza degli acquiferi in Puglia – dal Documento di Sintesi del Piano di Tutela delle Acque della regione Puglia (2005)

Le strutture singenetiche e tettoniche, con le elaborazioni carsiche e le discontinuità presenti all'interno dell'ammasso roccioso (alternanza di rocce da elevata a nulla permeabilità), fanno sì che la circolazione idrica sia sovente in pressione, anche al di sotto del livello del mare, frazionata con carichi prossimi a quelli teorici. La distribuzione dei caratteri di permeabilità, pertanto, risulta essere in stretta dipendenza dalle facies calcareo-dolomitiche, dalla morfologia precarsica, dagli elementi tettonici, dai terreni di copertura e dalla variazione del livello di base carsico. Tali caratteristiche, complessivamente, hanno condizionato il complesso ambiente idrogeologico della falda carsica profonda. L'eterogeneità della fenomenologia carsica ha favorito l'instaurarsi di complesse vie di drenaggio sotterraneo, la cui circolazione presenta ancora oggi aspetti non del tutto privi di incertezze.

L'acquifero murgiano è interessato da aree manifestanti macrocarsismo alternate ad aree in cui prevale il microcarsismo o, persino, zone in cui, indipendentemente dalle quote, risulta assente. La presenza sovente di livelli impermeabili a tetto dell'acquifero (rocce compatte, livelli di terra rossa, ecc.) fa sì che la permeabilità risulti alquanto bassa se paragonata a quella dell'acquifero salentino, con le acque costrette a circolare in pressione anche a notevole profondità sotto il livello del mare, con carichi idraulici alti e variabili lungo la verticale dell'acquifero. Di conseguenza, anche le cadenti piezometriche con le quali la falda defluisce verso mare sono alte (da 1 a 2 per mille ma, in alcuni casi, possono spingersi fino 8). L'irregolare distribuzione verticale della permeabilità fa sì che la parte più alta della falda sia frazionata in più

livelli idrici sovrapposti, spesso modesti e separati da orizzonti rocciosi impermeabili, con carichi idraulici e mobilità sensibilmente diversi.

Nella fascia costiera del territorio polignanese, come si evince dalla carta piezometrica, la falda profonda si rinviene praticamente in corrispondenza del livello medio marino, talvolta anche qualche metro al di sotto dello stesso, in stretta correlazione con alcune risorgive in mare di acque dolci o salmastre.








— isopiezica (m s.l.m.)

EMERGENZE CENSITE DA S.I.M. DI BARI

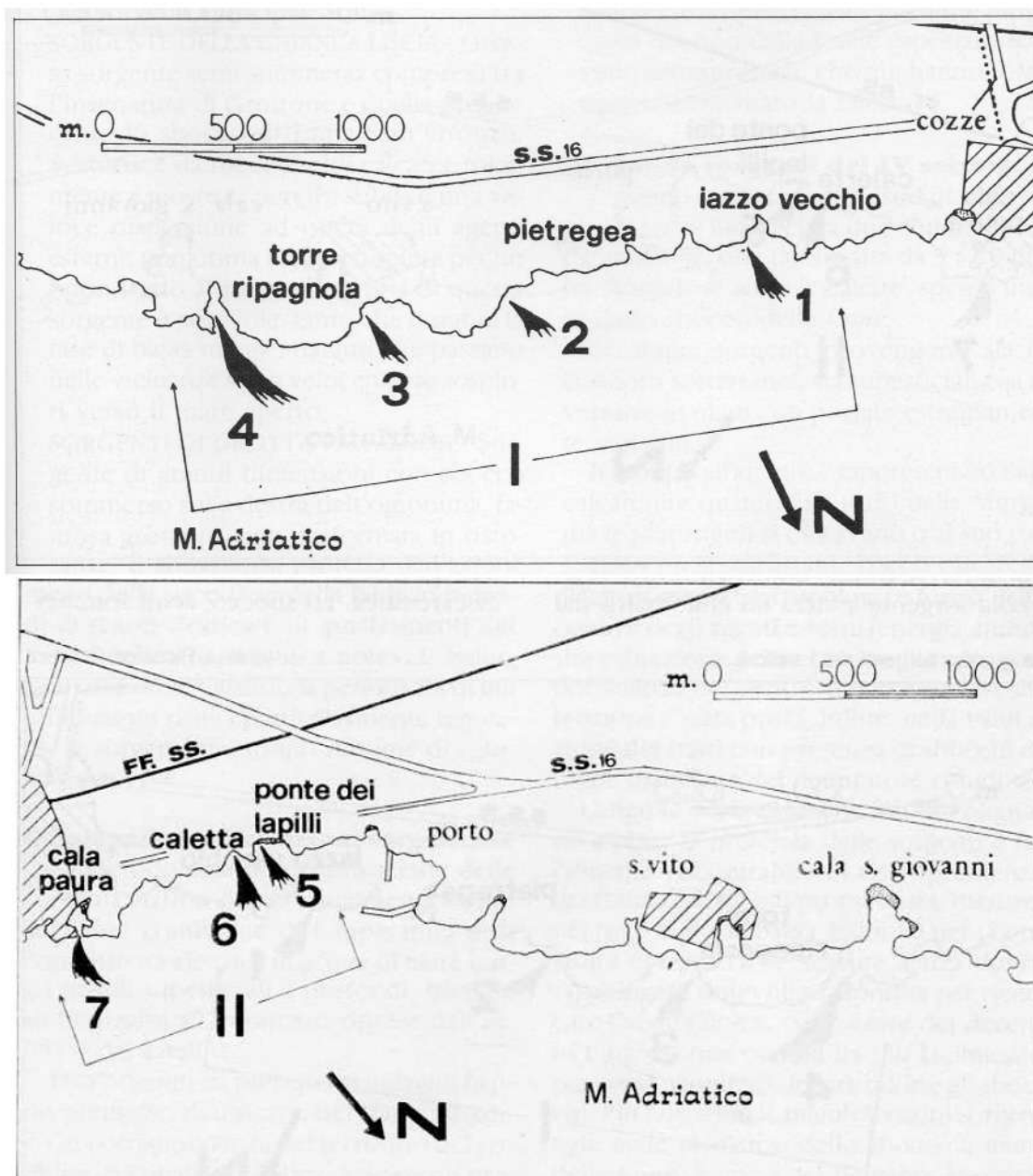
-  Portata < 10 l/s
-  Portata > 10 l/s

EMERGENZE CENSITE DA INFRAROSSO TERMICO

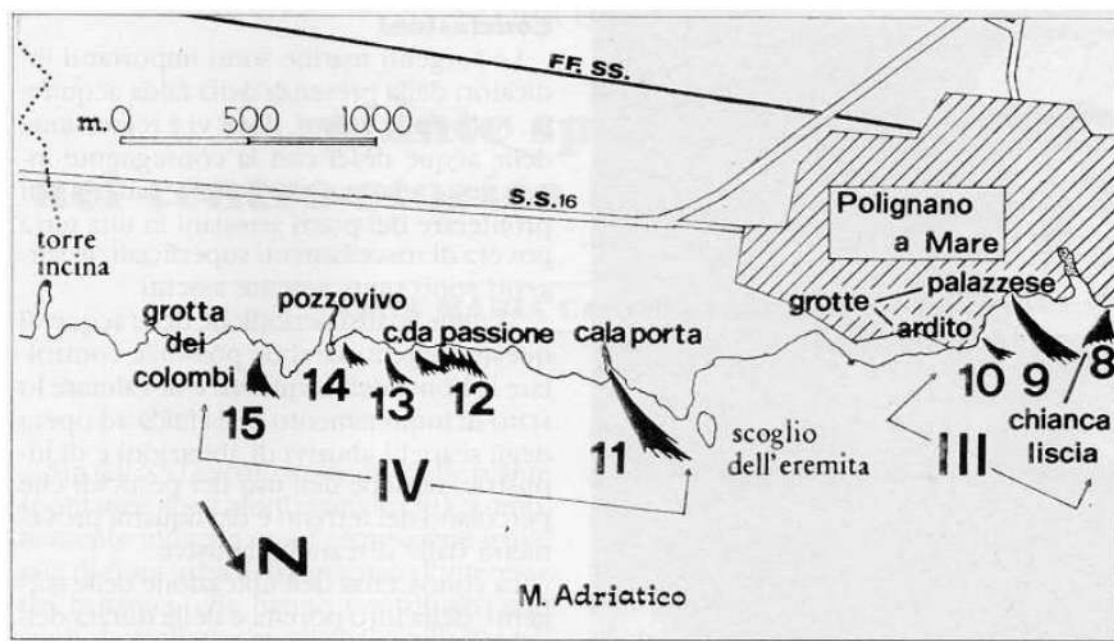
-  Gruppo di efflussi a mare probabilmente coincidenti con sorgenti
-  Concentrazione di più efflussi di limitato contrasto termico
-  Singolo efflusso a mare probabilmente coincidente con una sorgente
-  Singolo efflusso a mare di limitate dimensioni e modesta anomalia termica
-  Singolo efflusso a mare di rilevanti dimensioni ed elevata anomalia termica

Distribuzione media dei carichi piezometrici degli acquiferi carsici della Murgia e del Salento – Tav. 6.2, Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (2005)

Tali sorgenti marine rappresentano scaturigini lungocosta, talvolta anche in mare aperto, in coincidenza con sbocchi di cavità di condotti carsici sia orizzontali che verticali (sifoni, canali, pozzi, questi ultimi noti localmente col termine di “capivento”). Fenomeni legati al paracarsismo di interfaccia (aspetto meno imponente del carsismo, condizionato dalla circolazione idrica superficiale e sotterranea ed impiantatosi al passaggio calcare-calcarenite), e ad aspetti gravitativi, facilitano tali venute a giorno. Teoricamente, il loro numero dovrebbe risultare elevato, visto che ogni cavità comunicante potrebbe contribuire al deflusso delle acque di falda, ma nella realtà solo quelle che presentano valori di portata e pressione notevoli concludono il loro cammino in mare.



Le sorgenti del I e del II settore nel tratto settentrionale della costa polignanese (da Umanesimo della Pietra Verde, 1994)



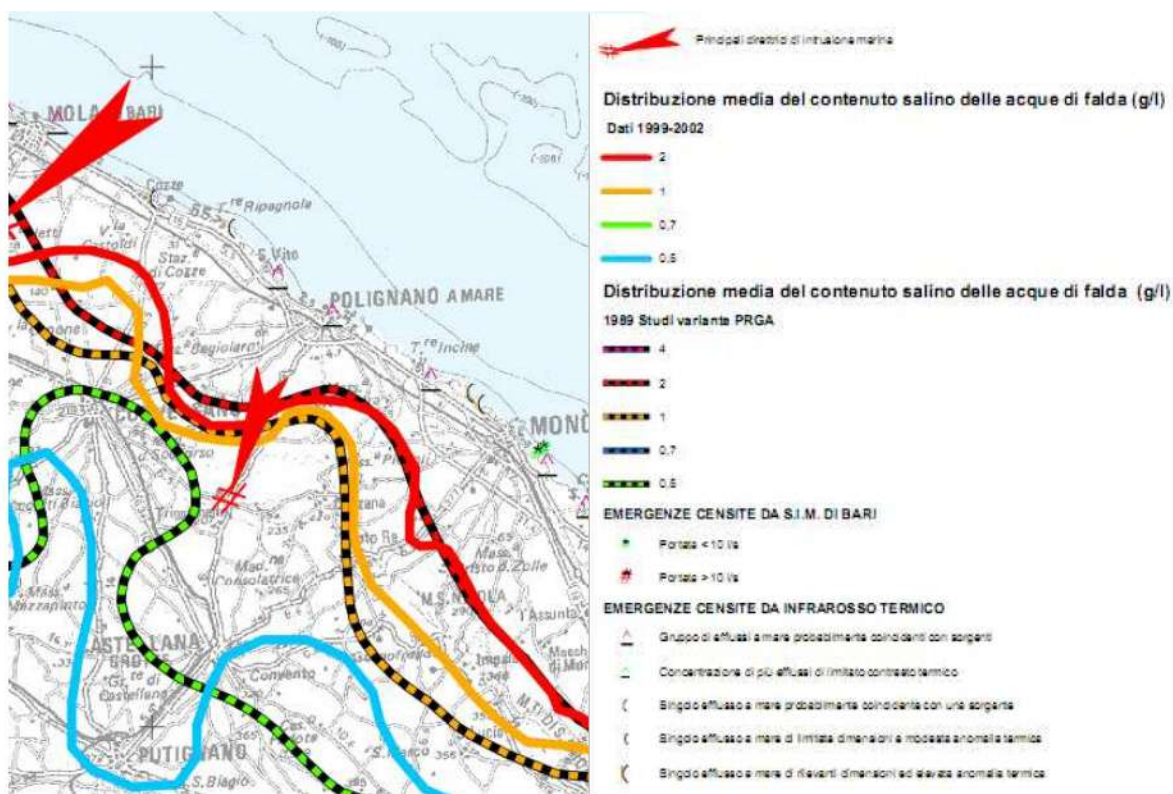
Le sorgenti del III e IV settore nel tratto meridionale della costa polignanese (da Umanesimo della Pietra Verde, 1994)

Generalmente, infatti, le sorgenti di acqua dolce tendono a subire, periodicamente, infiltrazioni di acqua salata quando il livello piezometrico viene superato dal livello del mare, in concomitanza di abbassamenti della superficie della falda in periodi più o meno lunghi di scarsa ricarica della falda, e di innalzamenti del livello del mare dovuti a notevoli escursioni di marea. Quando la periodicità di tali infiltrazioni risulta particolarmente regolare, le sorgenti prendono il nome di *estavelle* marine (Di Leva R., 1994).

Le variazioni climatiche degli ultimi decenni nelle aree mediterranee, lo sviluppo delle aree antropizzate e, di conseguenza, l'intensificarsi dell'agricoltura, ha comportato un aumento del fabbisogno di acqua, con conseguente proliferare di pozzi di emungimento irriguo nelle aree costiere. Come conseguenza si è registrato, negli ultimi anni, una forte ingressione di acqua di mare all'interno della falda, che ne è risultata contaminata in maniera alquanto preoccupante. Ultimamente, insieme al monitoraggio dei pozzi, il Piano di Tutela degli Acquiferi della Puglia si occupa di regolamentare e controllare il rilascio di nuove autorizzazione al prelievo di acque di falda, vincolando le fasce maggiormente soggette alla ingressione marina e distinguendole in una prima fascia costiera con aree soggette a contaminazione salina (contenuto salino pari o superiore ai 2 g/l), una seconda fascia costiera e pedemontana con aree assoggettate a tutela qualitativa (contenuto salino tra 1 e 2 g/l).

Con l'istituzione dell'Autorità di Bacino per la Puglia (L.R. del 9 dicembre 2002) la Regione si è dotata di un Ente preposto esplicitamente alla tutela del territorio dal punto di vista idrogeomorfologico, predisponendo carte tematiche sulla pericolosità idraulica e morfologica,

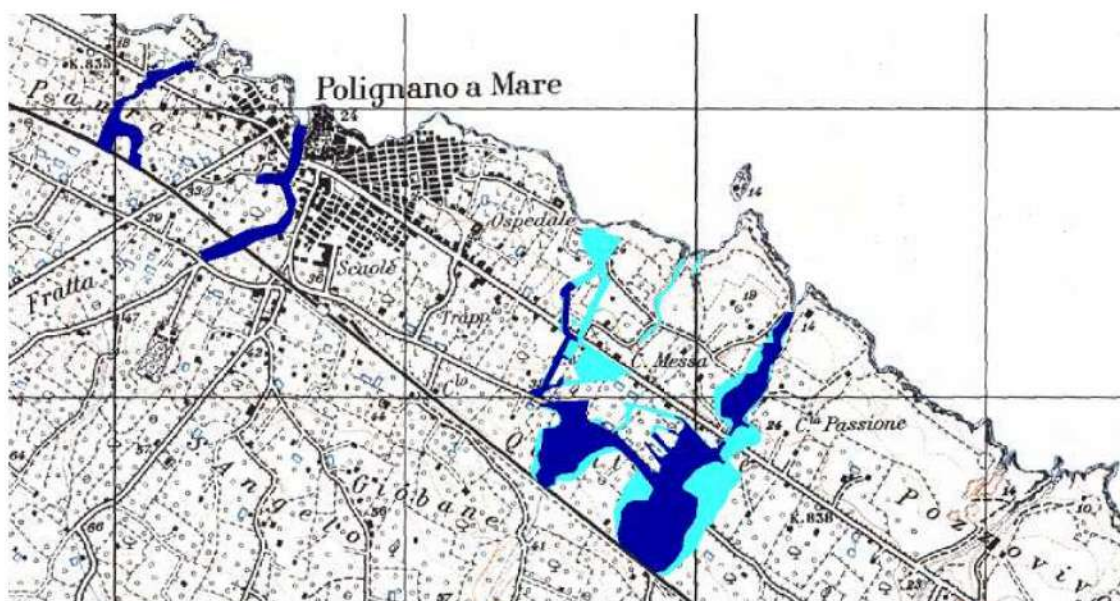
nonché carte relative al rischio per cose e persone, il tutto tramite l'adozione del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), adottato il 15/12/2004, approvato il 30/11/2005 e soggetto a periodici aggiornamenti.



Distribuzione del contenuto salino delle acque circolanti negli acquiferi carsici della Murgia e del Salento – Tav. 9.1.1, Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (2005)



Per consultare la cartografia, aggiornata periodicamente con l'inserimento di nuove aree perimetrate all'interno della regione Puglia, si può consultare il sito www.adb.puglia.it.


Per quanto riguarda il territorio costiero di Polignano a Mare, il PAI riporta, alla data del 18 maggio 2010, una situazione abbastanza complessa, indicando alcune zone a pericolosità idraulica elevata (AP) coincidenti con alcune *lame* cittadine, e l'area che dalla punta dello Scoglio dell'Eremita (anch'essa segnata da incisioni torrentizie) si protende verso l'entroterra, a pericolosità idraulica da medio a elevata (MP e AP). La situazione morfologica costiera appare anch'essa abbastanza critica, con l'intero tratto litorale dell'abitato cittadino e buona parte del tratto meridionale verso Monopoli a Pericolosità Geomorfologica elevata (PG3). Nella carta del rischio vengono indicate le zone interessate dalla presenza umana, cioè sia l'abitato che alcune delle aree su indicate (salvo il tratto verso Monopoli, di fatto disabitato), come Area a Rischio medio R3 (parte interna) ed elevato R4 (parte esterna). I tre aspetti su descritti sono illustrati nelle seguenti carte del PAI aggiornate a maggio 2010.



PAI aggiornato

Peric. Idraulica



-  bassa (BP)
-  alta (AP)


-  media (MP)



PAI aggiornato

Peric. Geomorf.

-  media e moderata (PG1)
-  elevata (PG3)

-  elevata (PG2)



PAI aggiornato

Rischio

R1

R3

R2

R4



Lama Monachile invasa da acqua e fango durante l'evento alluvionale del 26 Settembre 2006 (Foto Di Leva)