



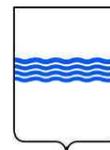
MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL  
TERRITORIO E DEL MARE



*Il Commissario Straordinario Delegato*

D.P.C.M. 21 gennaio 2011

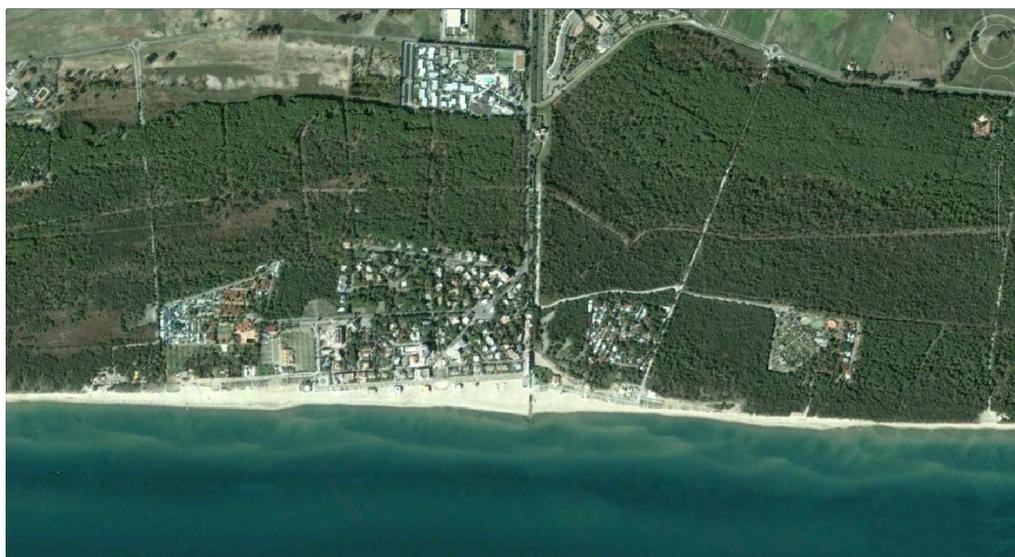
PIANO STRAORDINARIO EX L. 191/2009, ART. 2, COMMA 240  
Accordo di Programma MATTM - REGIONE BASILICATA  
sottoscritto il 14 dic. 2010



REGIONE BASILICATA

REGIONE BASILICATA  
DIPARTIMENTO INFRASTRUTTURE, OO.PP. E MOBILITA'  
Ufficio Difesa del Suolo di Matera

**PROGETTO PRELIMINARE**



CUP **J83B1000079001**

Intervento di mitigazione del fenomeno di erosione costiera del metapontino  
codice intervento: MT085A/10

**GRUPPO DI PROGETTAZIONE**

Ing. Cosimo Damiano Grieco Funzionario Regione Basilicata  
Arch. Francesco Chiarella Funzionario Regione Basilicata  
Ing. Clara Giordano Funzionario Regione Basilicata  
Geol. Claudio Berardi Funzionario Regione Basilicata

COORDINATORE SICUREZZA:  
Ing. Cosimo Damiano Grieco Funzionario Regione Basilicata

COMPUTI  
Geom. Vincenzo Nicoletti Funzionario Regione Basilicata

**VALUTAZIONE DI INCIDENZA AMBIENTALE E SCREENING**

Dott. Achille Palma Dirigente Agrobios  
Dott.ssa Teresa Trabace Funzionario Agrobios  
Dott.ssa Francesca Antonucci Funzionario Regione Basilicata  
Dott.ssa Michela Casamassima Funzionario Agrobios

**DIREZIONE LAVORI**

**RELAZIONE PAESAGGISTICA**

Dott.ssa Francesca Antonucci Funzionario Regione Basilicata

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO**

Ing. Antonio Losinno Funzionario Regione Basilicata

ELABORATO:

**RELAZIONE DI SCREENING**

Tav. N.

**D5**

Prot.:	Data: luglio 2011	Scala:	File:	Aggiornamenti:
--------	----------------------	--------	-------	----------------

## INDICE

INDICE DELLE FIGURE .....	5
INDICE DELLE TABELLE.....	7
PREMESSA.....	8
1. INTRODUZIONE .....	9
2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	12
2.1. Normativa Comunitaria.....	12
2.2. Normativa Nazionale .....	13
2.3. Normativa Regionale .....	15
3. INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO.....	17
3.1. Inquadramento geografico del sito.....	17
3.2. Inquadramento paesaggistico – urbanistico.....	19
3.3. Inquadramento storico – archeologico.....	21
3.4. Inquadramento geologico dell'area.....	25
3.5. Aspetti morfologici ed evoluzione dell'area costiera metapontina.....	27
3.6. Sistemi naturali e vegetazione.....	30
3.7. Caratteri climatologici ed idrogeologici locali.....	31
3.8. Caratteri idrogeochimici dell'acquifero costiero .....	34
3.9. Caratterizzazione meteomarina del paraggio .....	36
3.10. Morfologia e strutture sedimentarie del sistema spiaggia-duna lungo il litorale ionico .....	43
3.11. Variazioni morfologiche delle foci fluviali .....	47
4. STUDI E INTERVENTI PREGRESSI REALIZZATI NELL'AREA .....	53
4.1. Rilievi batimetrici della spiaggia sommersa .....	53
4.2. Costruzione del modello D.T.M. ....	54
4.3. Caratterizzazione tessiturale dei sedimenti di spiaggia emersa e sommersa.....	57
4.4. Monitoraggio d'erosione costiera e caratterizzazione quali-quantitativa dei sedimenti a mare 2005-2006 .....	62
4.4.1. Rilievo batimetrico con sistema multi-beam.....	63
4.4.2. Rilievi con sistemi side scan sonar.....	65
4.4.3. Rilievi con sistemi sub bottom profiler e sparker.....	65
4.4.4. Campionamenti del fondo alle quote di -10, -20, -30, -50, -100 m di profondità e indagini granulometriche .....	67
4.5. Interventi già realizzati.....	69
4.5.1. Dewatering e ripascimento artificiale.....	69

5. INTERVENTI PROPOSTI.....	74
5.1. Barriere soffolte .....	74
5.1.1. I stralcio funzionale .....	77
5.1.2. Il stralcio funzionale.....	78
5.2. Ripascimento.....	78
6. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE DELL' AREA D'INTERVENTO .....	80
6.1. Aria.....	80
6.2. Suolo .....	80
6.3. Idrogeologia .....	85
6.4. Bacino del Fiume Bradano.....	89
6.5. Bacino del Fiume Basento .....	90
6.6. Componenti biotiche ed ecosistemi naturali .....	91
6.7. Paesaggio .....	92
6.8. SITI NATURA 2000: Inquadramento Generale .....	94
6.8.1. SIC "Costa Jonica Foce Bradano .....	94
6.8.1.1. Habitat e Stato di Conservazione.....	97
6.8.1.2. Vegetazione e Flora e Stato di Conservazione .....	110
6.8.1.3. Fauna e Stato di Conservazione.....	111
6.8.1.4. Stato di Rischio e di Degrado degli Habitat .....	114
7. INFLUENZA DEL PROGETTO SULL'ECOSISTEMA TERRESTRE .....	118
7.1. Aria.....	118
7.1.1. Emissioni in atmosfera da flusso veicolare dei mezzi di cantiere .....	118
7.1.2. Mitigazioni .....	118
7.2. Rumore e vibrazioni.....	119
7.2.1. Mitigazioni .....	119
7.3. Acqua .....	120
7.4. SIC Costa Jonica Foce Bradano .....	120
7.5. Suolo .....	121
7.6. Produzione di Rifiuti.....	121
7.6.1. Mitigazioni .....	121
7.7. Paesaggio .....	121
7.7.1. Impatto delle barriere soffolte .....	121
7.7.2. Impatto di opere temporanee .....	121
7.8. Uso delle Risorse Naturali .....	122

7.9.	Stato di qualità ambientale per i corpi idrici del I ordine (periodo 2003 – 2005).....	122
7.10.	Viabilità e trasporti.....	128
7.11.	Salute e sicurezza pubblica.....	128
7.12.	Rischio di Incidenti riferiti a sostanze e tecnologie utilizzate.....	128
7.13.	Complementarietà con altri Piani/Progetti .....	128
8.	INFLUENZA DEL PROGETTO SULL’ECOSISTEMA MARINO.....	129
8.1.	Ambiente marino – costiero.....	129
8.2.	Classificazione della qualità ambientale delle acque marino - costiere.....	130
8.3.	Caratteristiche biologiche del sito di intervento .....	134
8.3.1.	Plancton.....	134
9.	STUDIO FINALIZZATO ALLA VALUTAZIONE AMBIENTALE DELLE OPERE DI DIFESA DELLA COSTA E DEGLI ABITATI COSTIERI E DI RIPASCIMENTO DEGLI ARENILI.....	143
9.1.	Programma d’indagine delle caratteristiche chimiche, chimico-fisiche, sedimentologiche e biologiche.....	143
9.1.1.	Saggi biologici.....	144
9.1.1.1.	Biota - molluschi.....	144
9.1.1.2.	Benthos - Sabbie Fini Ben Calibrate .....	144
9.2.	Aree di indagine .....	145
9.3.	Articolazione del Programma di Monitoraggio .....	146
10.	ALTERNATIVE PROGETTUALI .....	148
11.	CONCLUSIONI.....	150
12.	BIBLIOGRAFIA .....	155

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Inquadramento geografico dell'area d'intervento con l'indicazione dei limiti dell'area SIC .....	18
Figura 2: Piano Paesistico di area vasta del metapontino .....	19
Figura 3: aree protette e urbanizzate della fascia costiera lucana .....	20
Figura 4: schema geologico dell'area della piana metapontina: .....	25
Figura 5: a) deposito sabbioso poco cementato tipico di dune di spiaggia; b)forme di trasporto caratterizzate da sottili laminazioni tabulari, a volte incrociate, tipiche di depositi di spiaggia.....	27
Figura 6: Carta geomorfologica del tratto costiero tra le foci del Bradano e del Cavone .....	27
Figura 7: Tratto terminale del Bradano, antico alveo in foce, su carta topografica al 50.000; b) ortofoto del 2006 che evidenzia l'evoluzione costiera in corrispondenza della foce del Fiume Bradano .....	28
Figura 8: a) Tratto terminale del Fiume Basento, antico alveo in foce, su carta topografica al 50.000; b) ortofoto del 2006 che evidenzia l'evoluzione costiera in corrispondenza della foce del Fiume Basento.....	29
Figura 9: Circolazione superficiale nel Golfo di Taranto .....	32
Figura 10: Carta delle profondità della falda, espresse in metri, riferite al piano campagna. ....	33
Figura 11: Diagramma di Piper.....	35
Figura 12: Schema geologico e tipologie di acque sotterranee:.....	35
Figura 13: Settore di traversia in cui è compreso il litorale ionico lucano. Esso è ampio 80° delimitato dalle direttrici tangenti Capo Santa Maria di Leuca (98°N) e Capo Spulico (178°N). ....	38
Figura 14: Caposaldo di Metaponto Lido. ....	39
Figura 15: Carta con ubicazione delle bennate e dei transetti T1, T2 e T3 di Metaponto. ....	42
Figura 16: Carta batimetrica .....	43
Figura 17: Variazioni morfologiche foce del Bradano .....	48
Figura 18: Variazioni morfologiche foce del Basento .....	49
Figura 19: Variazioni morfologiche foce del Cavone.....	50
Figura 20: Variazioni morfologiche foce del Agri.....	51
Figura 21: Variazioni morfologiche foce del Sinni .....	52
Figura 22: Sistema acquisizione dei dati di profondità e navigazione.....	53
Figura 23: Area colpita dal segnale dell'ecoscandaglio con variazioni di profondità del fondale. ....	53
Figura 24: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Basento: .....	55
Figura 25: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Basento: destra foce; ....	55
Figura 26: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Basento: sinistra foce; ..	55
Figura 27: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Bradano: .....	56
Figura 28: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Bradano: destra foce;....	56
Figura 29: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Bradano: sinistra foce;..	56
Figura 30: Diagramma delle variazioni complessive della linea di costa tra il 1955 e il 2003 attraverso il processamento di immagini telerilevate multitemporali.....	60
Figura 31: Diagramma della tendenza nel tempo del valore dell'erosione netta e del rapporto tra le aree in erosione e quelle in protendimento per l'intero tratto lucano della costa ionica .....	61
Figura 32: Tipica configurazione di lavoro del sistema side scan sonar .....	65
Figura 33: Esempio di registrazione SBP .....	65
Figura 34: Esempio di registrazione Sparker.....	66
Figura 35: Curva granulometrica transetto T2.....	68
Figura 36: Curva granulometrica transetto T3 .....	69
Figura 37: Metaponto Lido: area di intervento. ....	70
Figura 38: documentazione fotografica – febbraio 2009 .....	71
Figura 39: Variazioni linee di costa periodo aprile 05-febbraio 09 .....	72
Figura 40: Documentazione fotografica 2010 .....	72

Figura 41 – Sistema di barriere soffolte a protezione della costa .....	75
Figura 42 – Cartografia di progetto.....	76
Figura 43 – Tavola - Carta della vulnerabilità intrinseca dei complessi idrogeologici .....	87
Figura 44 – Carta dei Corpi idrici sotterranei alla scala 1:250.000 .....	88
Figura 45: Bacino del Fiume Bradano (tratta da pubblicazione AdB della Basilicata).....	89
Figura 46: Bacino del Fiume Basento (tratta da pubblicazione AdB della Basilicata).....	90
Figura 47: Ortofoto dell'area d'intervento.....	91
Figura 48: Tratto di Costa entro cui ricade l'intervento con la perimetrazione dell'area SIC Foce Bradano cod. IT9220090.....	97
Figura 49: Rischio di degrado per i Siti di Importanza Comunitaria della costa jonica della .....	115
Figura 50: Livello di vulnerabilità degli habitat .....	116
Figura 51: Stato di qualità ambientale dei corsi d'acqua significativi del primo ordine .....	127
Figura 52: Ubicazione delle stazioni di monitoraggio delle acque marino - costiere.....	130
Figura 53: Andamento temporale dell'indice trofico medio annuale per le stazioni analizzate.....	131
Figura 54 – "Programma di controllo nazionale dell'ambiente marino costiero" – siti d'indagine	134
Figura 55 – Grafico delle concentrazioni di microalghe potenzialmente tossiche - Basento .....	137
Figura 56 – Grafico delle concentrazioni di microalghe potenzialmente tossiche - Sinni .....	138
Figura 57 – Stazioni di prelievo sulla costa jonica .....	139
Figura 58 – Dinamica di <i>Coolia monotis</i> nel mese di agosto 2010 .....	140
Figura 59 – Dinamica di <i>Coolia monotis</i> nel mese di settembre 2010 .....	141
Figura 60 – Cartografia di progetto – transetti A, B e C.....	145
Figura 61 – Transetto di controllo D.....	145

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Riepilogo Normativa Comunitaria.....	13
Tabella 2: Riepilogo Normativa Nazionale .....	15
Tabella 3: Riepilogo Normativa Regionale .....	16
Tabella 4: SIC e ZPS del litorale jonico .....	20
Tabella 5: Valori massimi e minimi dei parametri fisici e chimici dedotti da analisi su 209 campioni di acqua prelevati in piezometri di monitoraggio. ....	34
Tabella 6: Fetch efficaci.....	37
Tabella 7: Punto ubicazione transetti in funzione delle batimetrie – in azzurro i transetti relativi alla località Metaponto.....	41
Tabella 8: Variazioni della linea di costa nelle aree indagate dal 2000 al 2001:.....	57
Tabella 9: Variazioni volumetriche delle spiagge nelle aree indagate dal 2000 al 2001.....	57
Tabella 10: Variazioni superficiali delle foci dei fiumi dal 1955 al 2003 .....	60
Tabella 11: Variazioni lineari delle foci dei fiumi dei periodi 1955-1987, 1987-1997 e 1997-2003. ....	60
Tabella 12: Ubicazione transetti antistanti Metaponto .....	67
Tabella 13: Indagini granulometriche .....	68
Tabella 14: Caratteristiche del Bacino del Bradano.....	90
Tabella 15: Caratteristiche del Bacino del Basento .....	91
Tabella 16: Sistema naturalistico ambientale per l'Unità di Paesaggio "Pianura Costiera".....	93
Tabella 17: Habitat presenti e loro caratteristiche .....	98
Tabella 18: Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato 1 della direttiva 79/409/CEE.....	111
Tabella 19: Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato 1 della direttiva 79/409/CEE.....	112
Tabella 20: ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della direttiva 79/409/CEE.....	112
Tabella 21: INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II della direttiva 79/409/CEE .....	112
Tabella 22: Habitat (Dir. 92/43 CEE) e rischi di degrado per il Sic Costa Jonica Foce Bradano ...	116
Tabella 23: Contributo energetico acustico dei macchinari.....	119
Tabella 24: Stato ecologico e stato di qualità ambientale dei corsi d'acqua significativi del I° ordine .....	126
Tabella 25: Punti di campionamento delle acque marino - costiere. ....	129
Tabella 26: Stato ambientale delle acque marino - costiere.....	131
Tabella 27: Caratteristiche qualitative delle acque. ....	132
Tabella 28: Parametri qualitativi delle acque.....	132
Tabella 29: Classificazione delle acque marino - costiere 2001-2009.....	133
Tabella 30: Microalghe bentoniche riscontrate nel substrato sedimento e nella colonna d'acqua – Transetto Basento.....	137
Tabella 31: Microalghe bentoniche riscontrate nel substrato sedimento e nella colonna d'acqua – Transetto Sinni .....	138
Tabella 32: Siti di indagine costa ionica .....	139
Tabella 33: Presenza di <i>Coolia monotis</i> lungo il litorale ionico.....	140
Tabella 34: Valori Indici del transetto del Basento.....	142
Tabella 35: Calendario d'indagine .....	143
Tabella 36: Programma di Monitoraggio.....	147
Tabella 37: Sintesi degli impatti in fase di Cantiere e in fase di esercizio .....	152
Tabella 38: Sintesi degli impatti sulle componenti biotiche .....	153

## PREMESSA

Gran parte della costa jonica metapontina, e più in generale dell'intero litorale jonico lucano, è stato oggetto di un progressivo processo di antropizzazione, caratterizzato da interventi che hanno portato a una profonda e definitiva trasformazione dell'assetto e del profilo naturale del litorale, con, in alcuni casi lo smantellamento dei cordoni dunali esistenti, che hanno lasciato spazio a infrastrutture, insediamenti residenziali e turistici. Solo alcuni tratti di spiaggia, lungo il litorale regionale, hanno potuto mantenere connotati paranaturali, pur condizionati da dinamiche evolutive che risentono fortemente dei processi antropici che incidono sugli altri tratti di costa e sulle aree retrostanti.

Questo fenomeno se da un lato ha aumentato il valore economico e sociale di questa fascia di territorio, dall'altro ha comportato anche un notevole aumento della vulnerabilità del litorale (perdita di capacità di autodifesa dal rischio idrogeologico) determinando, così e inevitabilmente, una situazione di grave incremento del livello di rischio associato a eventi naturali calamitosi (mareggiate, ingressioni marine, erosione, ecc.).

Il grado di vulnerabilità del sistema costiero si è ulteriormente aggravato a causa di processi "naturali" (anche se, comunque, sempre indotti dalle attività antropiche) quali la progressiva diminuzione dell'apporto di sabbia da parte dei fiumi, che hanno alterato notevolmente il processo di "ricarica" naturale delle spiagge.

Proprio a causa della perdita delle spiagge per erosione negli ultimi decenni si è riscontrato un aumento della frequenza di eventi dannosi, anche non estremi, in occasione di mareggiate; ultime, in ordine di tempo ma non di importanza, le serie di eventi degli inverni 2008/2009 e 2009/2010 che hanno prodotto una profonda modifica del profilo della spiaggia. In queste occasioni si è verificata una forte erosione della parte alta della spiaggia, che non può più essere recuperata se non con immissioni esterne di sabbia (ripascimenti).

Anni di esperienze hanno dimostrato come sia inadeguato pretendere soluzioni definitive, nel tentativo di creare una situazione statica, stabile nel tempo; la linea di costa, infatti, è improntata, per sua natura, a un equilibrio di tipo dinamico ed evolutivo, legata a processi in cui sono in gioco forze enormi, elementi incontenibili e dinamiche complesse. D'altra parte, imporre una risposta rigida ai perpetui processi di erosione, trasporto e sedimentazione equivale, spesso, a turbare un equilibrio che, seppur precario e dinamico, consente di poter gestire il livello di rischio entro limiti accettabili (anche se talvolta gravosi dal punto di vista economico).

Da tempo la Regione Basilicata ha operato la scelta di adottare sistemi di difesa della costa basati su soluzioni "morbide", tese a ripristinare (seppure artificialmente) il naturale meccanismo di ripascimento a consolidamento della linea di spiaggia, in particolare lungo il tratto di Metaponto Lido ove il fenomeno erosivo mostra maggiormente la sua incisività e quindi il livello di rischio associato si presenta elevato.

Il progetto valutato nella seguente relazione di screening propone un intervento di tipo più strutturale con l'impiego di barriere soffolte da posizionare a circa 200 m dalla costa prospiciente Metaponto.

# 1. INTRODUZIONE

La Valutazione d'Impatto Ambientale è una procedura tecnico-amministrativa di verifica della compatibilità ambientale di un progetto, introdotta a livello europeo con la Direttiva CEE 337/85 e integrata con la Direttiva 11/97CE. Essa è finalizzata all'individuazione, descrizione e quantificazione degli effetti che un determinato progetto, opera o azione, potrebbe avere sull'ambiente, inteso come insieme delle risorse naturali di un territorio e delle attività antropiche in esso presenti.

La V.I.A. è uno strumento di supporto decisionale tecnico-politico finalizzato a: migliorare la trasparenza delle decisioni pubbliche consentendo di definire un bilancio beneficio-danno, inteso non solo sotto il profilo ecologico - ambientale, ma anche sotto quello economico-sociale, finalizzato alla gestione ottimale delle risorse.

La procedura di VIA viene strutturata sul principio dell'azione preventiva, in base al quale la migliore politica ambientale consiste nel prevenire gli effetti negativi legati alla realizzazione dei progetti anziché combatterne successivamente gli effetti. La struttura della procedura viene concepita per dare informazioni sulle conseguenze ambientali di un'azione, prima che la decisione venga adottata, per cui si definisce nella sua evoluzione come uno strumento che cerca di introdurre a monte della progettazione un nuovo approccio che possa influenzare il processo decisionale negli ambienti imprenditoriali e politici, nonché come una procedura che possa guidare il processo stesso in maniera partecipata con la popolazione dei territori interessati

L'obiettivo è quindi quello di valutare gli effetti di un progetto sull'ambiente per proteggere la salute umana, contribuire alla qualità della vita, provvedere al mantenimento della varietà della specie e conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema.

L'art. 3 della direttiva infatti recita: "la valutazione dell'impatto ambientale individua, descrive e valuta, in modo appropriato per ciascun caso particolare gli effetti diretti ed indiretti di un progetto sui seguenti fattori: l'uomo, la fauna e la flora; il suolo, l'acqua, l'aria, il clima e il paesaggio; i beni materiali ed il patrimonio culturale; l'interazione tra i fattori sopra citati."

Per impatto ambientale si intende l'insieme degli effetti diretti, indiretti, secondari, cumulativi, sinergici, a breve, medio e lungo termine, permanenti e temporanei, a piccola e grande distanza, positivi e negativi indotti da un insieme o da singoli interventi sull'ambiente.

Tale direttiva contiene un elenco delle tipologie di opere da sottoporre alla procedura, diviso in due allegati: l'allegato I, relativo ai progetti che devono essere obbligatoriamente soggetti a V.I.A. da parte di tutti gli Stati membri e l'allegato II, relativo ai progetti che devono essere sottoposti a V.I.A. nel caso in cui gli Stati membri lo ritengano necessario.

La normativa italiana sulla VIA è particolarmente complessa ed articolata anche a scala regionale. La complessità della normativa è legata anche alla predisposizione di frequenti modifiche al Codice dell'ambiente, che prevedono spesso revisioni di parti significative dell'articolato sulla VIA.

La valutazione d'impatto ambientale comprende, secondo le disposizioni normative italiane: a) lo svolgimento di una verifica di assoggettabilità (screening); b) la definizione dei contenuti dello studio di impatto ambientale (scoping); c) la presentazione e la pubblicazione del progetto; d) lo svolgimento di consultazioni; e) la valutazione dello studio ambientale e degli esiti delle consultazioni; f) la decisione; g) l'informazione sulla decisione; h) il monitoraggio ambientale.

Solo dopo 10 anni dalla emanazione della direttiva dell'85/337/CEE, la legislazione italiana, a completamento del quadro legislativo nazionale e in coerenza con il dettato delle direttive comunitarie, ha trasposto nell'ordinamento nazionale la dovuta applicazione della VIA ai progetti elencati in allegato II della direttiva stessa, nonché alle altre opere assoggettate a procedure di valutazione di impatto ambientale in base ai singoli ordinamenti regionali, con l'emanazione del DPR del 12 aprile 1996, poi integrato e corretto con il DPCM del 3 settembre 1999 e dal DPCM 1 settembre 2000, "Atto di indirizzo e coordinamento" che stabilisce condizioni, criteri e norme tecniche per l'applicazione della procedura di VIA da parte delle Regioni e delle Province autonome di Trento e di Bolzano.

Non rientrano nell'ambito di applicazione di tale normativa gli interventi disposti in via d'urgenza, sia per la salvaguardia dell'incolumità delle persone da un pericolo imminente, sia in seguito a calamità per le quali sia stato dichiarato lo stato di emergenza.

L'"Atto di Indirizzo e Coordinamento" all'art. 1 suddivide le opere di cui all'allegato II della direttiva comunitaria in due allegati: al terzo comma dispone che l'allegato A contiene l'elenco dei progetti assoggettati a procedura obbligatoriamente; al quarto comma indica che nell'allegato B sono indicati i progetti ricadenti, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette come definite dalla legge 6 dicembre 1991, n. 394, e l'elenco dei progetti che se non ricadenti in aree naturali protette sono sottoposti a verifica di esclusione secondo le caratteristiche e l'ubicazione del progetto.

Pertanto in base alla normativa nazionale e regionale la fase di screening è necessaria per le opere non soggette a valutazione obbligatoria (opere di cui all'Allegato B non ricadenti, anche parzialmente, in aree naturali protette e interventi di ampliamento di opere esistenti rientranti in quelle comprese negli allegati A e B, qualora gli aumenti delle superfici o dei volumi, siano inferiori alla misura del 30%) per verificare se il progetto debba essere o meno sottoposto alla procedura di VIA; la verifica viene effettuata valutando se il progetto è stato redatto in conformità agli elementi indicati nell'allegato D del D.P.R. 12/4/96.1

Il proponente per attivare la fase di screening, dovrà predisporre una documentazione costituita da:

- elaborati di progetto con livello tecnico di approfondimento sufficiente ad indicare i parametri dimensionali e strutturali dell'opera, completi di cartografia tematica di descrizione del sito e dell'area Circostante;
- relazione sui rapporti dell'opera con la normativa ambientale vigente, i piani e i programmi, nonché l'elenco degli atti autorizzativi necessari per la realizzazione del progetto e soluzioni alternative prese in considerazione;
- relazione sui possibili effetti ambientali, derivanti dalla realizzazione del progetto proposto, da redigersi sulla base di un'analisi delle componenti ambientali potenzialmente interessate, e descrizione delle misure previste per evitare, ridurre e se possibile, compensare gli effetti negativi del progetto sull'ambiente.

L'opera in progetto prevede la realizzazione di barriere soffolte localizzate nello specchio di mare adiacente Metaponto, e la realizzazione di un ripascimento eseguito con il materiale proveniente dagli scavi a mare se ritenuto idoneo in seguito a caratterizzazione chimica e chimico-fisica, oltre che biologica.

La tipologia di opera prevista nel progetto rientra nell'allegato IV, elenco B, lettera n, delle norme in materia ambientale previste nel D.Lgs. 152/2006, secondo le quali sono soggetti a verifica di assoggettabilità anche le "opere costiere destinate a combattere l'erosione e lavori marittimi volti a modificare la costa, mediante la costruzione di dighe, moli e altri lavori di difesa del mare".

La medesima procedura di screening è prevista ai sensi e di quanto indicato nell'Allegato B della Legge Regionale 14 dicembre 1998, n. 47, punto 7 lettera n e degli artt. 4 e 13 della medesima norma regionale, secondo cui il progetto in esame deve essere sottoposto alla fase di verifica, a seguito della quale la Regione deciderà se dare corso alla fase di valutazione.

La presente relazione ha pertanto l'obiettivo di valutare se gli impatti prodotti dalla realizzazione dell'opera in progetto sono tali da richiedere, per una corretta valutazione e quindi decisione, la redazione dell'intero Studio d'Impatto ambientale, oppure se date le caratteristiche dell'opera le informazioni contenute nel presente studio sono sufficienti per valutarne positivamente la compatibilità ambientale.

La presente relazione ed è stata redatta in conformità a quanto previsto nella normativa nazionale e regionale e secondo le indicazioni riportate nelle "Linee guida per la Valutazione di Impatto Ambientale" della Collana di studi e ricerche scientifiche sull'ambiente, n. 6 del 1999, a cura del Dipartimento Ambiente e Territorio della Regione Basilicata.

Inoltre, poiché per la messa in opera delle barriere è necessario utilizzare come viabilità di cantiere la fascia tagliafuoco realizzata all'interno del SIC IT9220090 Costa jonica Foce Bradano, e poiché l'intero intervento potrebbe avere incidenze ambientali sul SIC, per il progetto è stato redatto anche uno studio d'incidenza ambientale.

## 2. QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Di seguito è riportato il quadro normativo di riferimento relativo alla Valutazione d'Impatto Ambientale in cui è inserito il procedimento di screening.

### 2.1. Normativa Comunitaria

La procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.), è stata introdotta in Europa con la Direttiva CEE 337/85 con l'obiettivo di valutare gli effetti di un progetto sull'ambiente per proteggere la salute umana, contribuire alla qualità della vita, provvedere al mantenimento della varietà della specie e conservare la capacità di riproduzione dell'ecosistema, rivoluziona il modo di rapportarsi della Pubblica Amministrazione nei riguardi di un'opera o iniziativa di rilevante impatto sul territorio.

In seguito la Comunità Europea ha adottato prima la Direttiva CE 96/61 concernente la prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento (IPPC) e poi la Direttiva CE 97/11 che aggiorna e integra quella del 1985 sulla base dell'esperienza condotta dagli Stati membri, e inoltre formula una proposta di direttiva sulla valutazione degli effetti sull'ambiente di determinati piani e programmi.

Con LA Direttiva CE 97/11 vengono introdotti i concetti relativi a 2 fasi importanti nella procedura di VIA:

- Screening (o verifica): è la fase di selezione, mediante la quale bisogna decidere se il progetto presente nell'Allegato II della Direttiva 85/337/CEE, va sottoposto a VIA;
- Scoping: fase di specificazione a monte della relazione del SIA, non obbligatoria, relazione in cui si definiscono nei dettagli i contenuti del SIA.

Inoltre, vengono sostituiti gli allegati I e II della Dir. 85/337 con 4 nuovi allegati I-IV di cui l'I e il II sono relativi alle categorie progettuali, il III ai criteri di selezione e il IV ai contenuti.

<b>NORMATIVA COMUNITARIA</b>	
Direttiva 85/337/CEE	Direttiva del Consiglio 85/337/CEE del 27 giugno 1985 concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati
Direttiva 96/61/CE	Direttiva 96/61/CE del Consiglio del 24 settembre 1996 sulla prevenzione e la riduzione integrate dell'inquinamento
Direttiva 97/11/CE	Direttiva 97/11/CE del Consiglio del 3 marzo 1997 che modifica la direttiva 85/337/CEE concernente la valutazione dell'impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati
Direttiva 2001/42/CE	Direttiva 2001/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 giugno 2001, concernente la valutazione degli effetti di determinati piani e programmi sull'ambiente
Direttiva 79/409 CEE	Direttiva n. 79/409/CEE "Uccelli" del Consiglio del 2 aprile 1979 concernente la conservazione degli uccelli selvatici.
Direttiva 91/244 CEE	Modifiche ed integrazioni alla direttiva 79/409 CEE
Direttiva 92/43 CEE	Direttiva 92/43/CEE "Habitat" del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e delle specie della flora e della fauna selvatiche

Direttiva 97/62 CEE	Modifiche ed integrazioni alla direttiva 92/43 CEE
Direttiva 2000/60/CE	Direttiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2000 che istituisce un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque.
Decisione 2455/2001/CE	Decisione n. 2455/2001/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 20 novembre 2001, relativa all'istituzione di un elenco di sostanze prioritarie in materia di acque e che modifica la direttiva 2000/60/CE.

**Tabella 1: Riepilogo Normativa Comunitaria**

## **2.2. Normativa Nazionale**

La VIA è stata recepita in Italia con la Legge n. 349 dell'8 luglio 1986 e s.m.i., legge che Istituisce il Ministero dell'Ambiente e le norme in materia di danno ambientale. Il testo prevedeva la competenza statale, presso il Ministero dell'Ambiente, della gestione della procedura di VIA e della pronuncia di compatibilità ambientale, inoltre disciplinava sinteticamente la procedura stessa.

Il D.P.C.M. n. 377 del 10 agosto 1988 e s.m.i. regolamentava le pronunce di compatibilità ambientale di cui alla Legge 349, individuando come oggetto della valutazione i progetti di massima delle opere sottoposte a VIA a livello nazionale e recependo le indicazioni della Dir 85/337/CEE sulla stesura dello Studio di Impatto Ambientale. Il D.P.C.M. 27 dicembre 1988 e s.m.i., fu emanato secondo le disposizioni dell'art. 3 del D.P.C.M. n. 377/88, e contiene le Norme Tecniche per la redazione degli Studi di Impatto Ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità.

Le Norme Tecniche del 1988, ancora oggi vigenti, definiscono, per tutte le categorie di opere, i contenuti degli Studi di Impatto Ambientale e la loro articolazione, la documentazione relativa, l'attività istruttoria ed i criteri di formulazione del giudizio di compatibilità. Lo Studio di Impatto Ambientale dell'opera va quindi redatto conformemente alle prescrizioni relative ai quadri di riferimento programmatico, progettuale ed ambientale ed in funzione della conseguente attività istruttoria.

Presentato a valle dei primi anni di applicazione della VIA, il D.P.R. 12 aprile 1996 costituiva l'atto di indirizzo e coordinamento alle Regioni, relativamente ai criteri per l'applicazione della procedura di VIA per i progetti inclusi nell'allegato II della Direttiva 85/337/CEE. Il D.P.R. nasceva quindi dalla necessità di dare completa attuazione alla Direttiva europea e ne ribadiva gli obiettivi originari, presentando nell'Allegato A le opere da sottoporre a VIA regionale, nell'Allegato B le opere da sottoporre a VIA per progetti che ricadevano, anche parzialmente, all'interno di aree naturali protette. Dal recepimento del D.P.R. seguì un complesso di circa 130 dispositivi legislativi regionali.

Il quadro normativo in Italia, relativo alle procedure di VIA, è stato ampliato a seguito dell'emanazione della "Legge Obiettivo" (L.443/2001) ed il relativo decreto di attuazione (D. Lgs n. 190/2002 – "Attuazione della legge n. 443/2001 per la realizzazione delle infrastrutture e degli insediamenti produttivi strategici e di interesse nazionale"). Il D.Lgs. individua una procedura di VIA speciale, con una apposita Commissione dedicata, che regola la progettazione, l'approvazione dei progetti e la realizzazione delle infrastrutture strategiche, descritte nell'elenco della delibera CIPE del 21 dicembre 2001. Nell'ambito della VIA speciale, venne stabilito che si dovesse assoggettare alla procedura il progetto preliminare dell'opera.

In seguito alla delega conferita al Governo dalla Legge n. 308 del 2004 per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale, viene emanato il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, pubblicato nella G.U. 14 aprile 2006, che intraprendeva la riorganizzazione della legislazione italiana in materia ambientale e cercava di superare tutte le dissonanze con le direttive europee pertinenti. Il testo è così suddiviso:

- Parte I - Disposizioni comuni e principi generali
- Parte II - procedure per la valutazione ambientale strategica (VAS), per la valutazione d'impatto ambientale (VIA) e per l'autorizzazione ambientale integrata (IPPC);
- Parte III - difesa del suolo, lotta alla desertificazione, tutela delle acque dall'inquinamento e gestione delle risorse idriche;
- Parte IV - gestione dei rifiuti e bonifiche;
- Parte V- tutela dell'aria e riduzione delle emissioni in atmosfera;
- Parte VI - danno ambientale.

Il D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152, viene modificato dal D.Lgs. 16 gennaio 2008, n.4 (S.O. n. 24 alla G.U. 29 gennaio 2008 n. 24). Il D. Lgs n.4/2008 ha integrato la Parte I, II, III e IV del T.U.A., dando completa attuazione al recepimento di alcune Direttive Europee e introducendo i principi fondamentali di: sviluppo sostenibile; prevenzione e precauzione; "chi inquina paga"; sussidiarietà; libero accesso alle informazioni ambientali.

Ulteriori modifiche al Testo Unico Ambientale (D.Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.), vengono apportate dal D.Lgs. 29 giugno 2010, n. 128, in vigore dal 26 agosto 2010, nelle Parti I e II (Via, Vas, Ippc).

NORMATIVA NAZIONALE	
Legge 8 luglio 1986 n. 349 art. 6	Relativa all'istituzione del Ministero dell'Ambiente e alla pronuncia di compatibilità ambientale
D.P.C.M. 10 agosto 1988 n. 377	Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, recante istituzione del Ministero dell'ambiente e norme in materia di danno ambientale
D.P.C.M. 27 dicembre 1988	Norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale e la formulazione del giudizio di compatibilità di cui all'art. 6 della legge 8 luglio 1986, n. 349, adottate ai sensi dell'art. 3 del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988, n. 377
Circ. Min. del 30/03/1990	Assoggettabilità alla procedura dell'impatto ambientale dei progetti riguardanti i porti di seconda categoria, classi II, III e IV, ed, in particolare, i "Porti turistici".
D.P.R. del 27/04/92	Regolamentazione delle pronunce di compatibilità ambientale e norme tecniche per la redazione degli studi di impatto ambientale
L. 640 del 03/11/1994	
D.P.R. 12 aprile 1996	Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della l. 22 febbraio 1994, n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale
Circolare del Ministero dell'Ambiente 7 ottobre 1996	Procedure di valutazione di impatto ambientale
Circolare del Ministero dell'Ambiente 8 ottobre 1996	Principi e criteri di massima della valutazione di impatto ambientale
D.P.R. 11 febbraio 1998	Disposizioni integrative al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 10 agosto 1988 n. 377, in materia di disciplina delle pronunce di compatibilità ambientale, di cui alla l. 8 luglio 1986 n. 349 art. 6
art. 71 D.Lgs 31 marzo 1998 n. 112	Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della l. 15 marzo 1997 n. 59.
D.P.R. 2 settembre 1999 n. 348	Regolamento recante norme tecniche concernenti gli studi di impatto ambientale per talune categorie di opere

D.P.C.M. 3 settembre 1999	Atto di indirizzo e coordinamento che modifica ed integra il precedente atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge 22 febbraio 1994 n. 146, concernente disposizioni in materia di valutazione dell'impatto ambientale
D.P.C.M. 1 settembre 2000	Modificazioni ed integrazioni del D.P.C.M. 3 settembre 1999, per l'attuazione dell'art. 40, primo comma, della L. 22 febbraio 1994, n. 146, in materia di valutazione dell'impatto ambientale
D.Lgs. 152/2006	Norme in materia ambientale
D.Lgs. 16 gennaio 2008, n. 4	Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.
D.Lgs. 29 giugno 2010, n. 128	Modifi che ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69.
R.D. 3267/1923,	Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.
R.D.L. 1126/1926	Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani. Approvazione del Regolamento per l'applicazione del R.D.L. 30 dicembre 1923, n.3267, concernente il riordinamento e la riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani.
D.M. 29/03/1972	Costituzione della "Riserva forestale di protezione Metaponto" in comune di Bernalda
D.P.R. 448/1976	Convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici
L. 394/1991	Legge quadro sulle aree naturali protette
L. 157/1992	Norme per la protezione della fauna selvatica
D.P.R. 357/1997	Regolamento recante attuazione alla direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatica.
D.P.R. 425/2000	Regolamento recante norme di attuazione della direttiva 97/49 CE che modifica l'allegato I della direttiva 79/409/CE.
D.M. Ambiente 3.4.2000	Elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della Direttiva n.79/409/CEE e dei siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della Direttiva n.92/43/CEE.
D.M. n.224 del 3/09/2002	"Linee guida per la gestione dei siti Natura 2000" La Gestione dei Siti della Rete Natura 2000 Guida all'interpretazione dell'articolo 6 della Direttiva Habitat 92/43/CEE, 2000" Allegato II "Considerazioni sui piani di gestione".
D.P.R. 120/2003	Regolamento recante modifiche al D.P.R. 357/97, concernente l'attuazione della direttiva 92/43 CE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche.
D.M. del 25/03/2005	Elenco dei Siti di importanza comunitaria (SIC) per la regione biogeografica continentale, ai sensi della direttiva 92/43/CEE.
D.Lgs 4/2008	Ulteriori disposizioni correttive e integrative del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale.

**Tabella 2: Riepilogo Normativa Nazionale**

### **2.3. Normativa Regionale**

La Regione Basilicata, in conformità con la direttiva CEE 85/377, ha emanato, anticipando la successiva legislazione nazionale, la Legge Regionale 47/94 "Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale e norme per la tutela dell'ambiente".

La stessa è stata modificata ed aggiornata successivamente con la Legge Regionale 3/96 "Modifiche ed integrazioni alla L.R. 19.12.1994 n. 47 Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale e norme per la tutela dell'ambiente".

Con L'entrata in vigore della L.R. 47/98 "Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale e norme per la tutela dell'ambiente", abrogante la L.R. 47/94 e la L.R. 3/96, la Regione Basilicata recepisce completamente la direttiva Europea 97/11 e dà attuazione alle indicazioni espresse nel D.P.R. 12/4/1996 disciplinando la procedura per l'impatto ambientale dei progetti pubblici e privati riguardanti la realizzazione di impianti, opere ed interventi che possano avere rilevante incidenza sull'ambiente.

Essa si configura come legge quadro regionale, in quanto, in coerenza con la normativa nazionale e comunitaria, vuole rappresentare uno strumento strategico per perseguire importanti obiettivi, quali ad esempio:

- l'affermazione della valutazione d'impatto ambientale come metodo e come elemento informatore di scelte strategiche e di decisioni puntuali a garanzia dell'ambiente e della salute;
- la semplificazione delle procedure;
- definizione di un unico processo decisionale di valutazione ed autorizzazione;
- coinvolgimento del sistema delle autonomie locali;
- la partecipazione attiva dei cittadini nel processo decisionale;
- la trasparenza delle procedure.

<b>NORMATIVA REGIONALE</b>	
L.R. 47/94	Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale e norme per la tutela dell'ambiente
L.R. 3/96	Modifiche ed integrazioni alla L.R. 19.12.1994 n. 47 Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale e norme per la tutela dell'ambiente
L.R. 47/98	Disciplina della Valutazione di Impatto Ambientale e norme per la tutela dell'ambiente"
L.R. 42/98	Norme in materia forestale (R.D. 3267/1923, R.D.L. 1126/1926)
L.R. n. 1089/1939	Vincolo archeologico
L.R. n. 28/94	Individuazione, classificazione, istituzione tutela e gestione delle aree naturali protette in Basilicata.
L.R. n.2/95	Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio
L.R. n. 47 del 14.12.1998	Disciplina della valutazione di impatto ambientale e norme per la tutela dell'ambiente
L.R. n. 3 del 12.02.1990	Piano Territoriale Paesistico di area vasta del Metapontino
L.R. n. 6 del 02.03.2004	Variante al Piano Territoriale Paesistico di Area Vasta del Metapontino per localizzazione porti turistici
L.R. n. 39/2009	Disciplina delle funzioni in materia di difesa della costa della Regione Basilicata

**Tabella 3: Riepilogo Normativa Regionale**

### **3. INQUADRAMENTO DELL'AREA D'INTERVENTO**

#### **3.1. Inquadramento geografico del sito**

L'area di progetto è ubicata nella provincia di Matera, insiste sull'area compresa tra la foce del Bradano e il canale di scolo delle acque basse di Metaponto.

Il sito di progetto ricade nella seguente cartografia IGM:

- Carta d'Italia, scala 1:25.000 Fogli 201 II SE "Foce del Bradano" e 201 II SO "Metaponto".
- Carta d'Italia, scala 1:50.000 Foglio 508 "Policoro".

Il sito oggetto dell'intervento è il Lido di Metaponto, un'area costiera ubicata nel territorio comunale di Bernalda, costituita da spiagge e lidi e edificata per scopi turistici, raggiungibile percorrendo una strada provinciale che collega Metaponto Lido e Metaponto Borgo alla S.S. "106 Jonica" e alla S.S. "407 Basentana".

L'area risulta caratterizzata dalla presenza di piccole case e villini, abitati prevalentemente nella stagione estiva, e da hotel e campeggi privati localizzati anche in aree oggetto negli anni passati di rimboschimenti.

La vocazione turistica dell'area è evidenziata anche nel PRG del Comune di Bernalda che la inquadra come Nucleo Turistico.

Inoltre, il lido di Metaponto è compreso tra 2 Siti di Interesse Comunitario localizzati in corrispondenza delle foci dei Fiumi Bradano e Basento.

Le spiagge lucane, in accordo con quanto è stato evidenziato in più aree geografiche del pianeta, hanno registrato a partire dagli anni '50 una spiccata tendenza all'arretramento, come già messo in luce da diversi Autori negli ultimi 40 anni. I valori massimi sono stati registrati nelle aree alla foce del Sinni (15 m/anno dal 1970 al 1986; Cocco & De Pippo, 1988) e di Metaponto (fino a 33 m nel periodo 1977/1979; Cocco & De Pippo, 1988).

La causa di tale tendenza è sicuramente da correlare a modifiche indotte dall'attività umana alla naturale evoluzione ambientale. Il problema dell'arretramento del litorale ionico lucano e la possibilità di insediare delle attività produttive nel medesimo tratto ha indotto la Regione Basilicata a iniziare un'azione di intervento e monitoraggio di questo tratto costiero. Uno degli studi è rappresentato dal progetto, dal titolo "Arretramento della costa jonica lucana e ipotesi di intervento per la salvaguardia e la difesa del litorale in relazione agli indirizzi di sviluppo socio-economico della Regione", è stata coinvolta l'Università del Sannio insieme all'Università Parthenope di Napoli per la raccolta sistematica di dati sedimentologici e topografici nel tratto di litorale che va dalla foce del F. Sinni a quella del F. Bradano al fine di definirne la dinamica morfologica e sedimentaria. Nell'ambito di questa azione di monitoraggio della fascia costiera lucana sono state quindi realizzate osservazioni ed analisi della spiaggia emersa e sommersa compresa tra la foce del fiume Sinni e quella del fiume Bradano, volte soprattutto allo studio dei caratteri geomorfologici e tessiturali e delle tendenze evolutive della zona in studio. I risultati di tali analisi hanno dato un quadro dell'evoluzione negli ultimi anni del tratto di litorale indagato, che può essere utilizzato come base per previsioni sul comportamento futuro.

In figura è riportato uno stralcio della carta d'Italia 1:50.000 corrispondente all'area di intervento dove è perimetrata l'area pSIC IT9220090 denominata Foce Bradano.

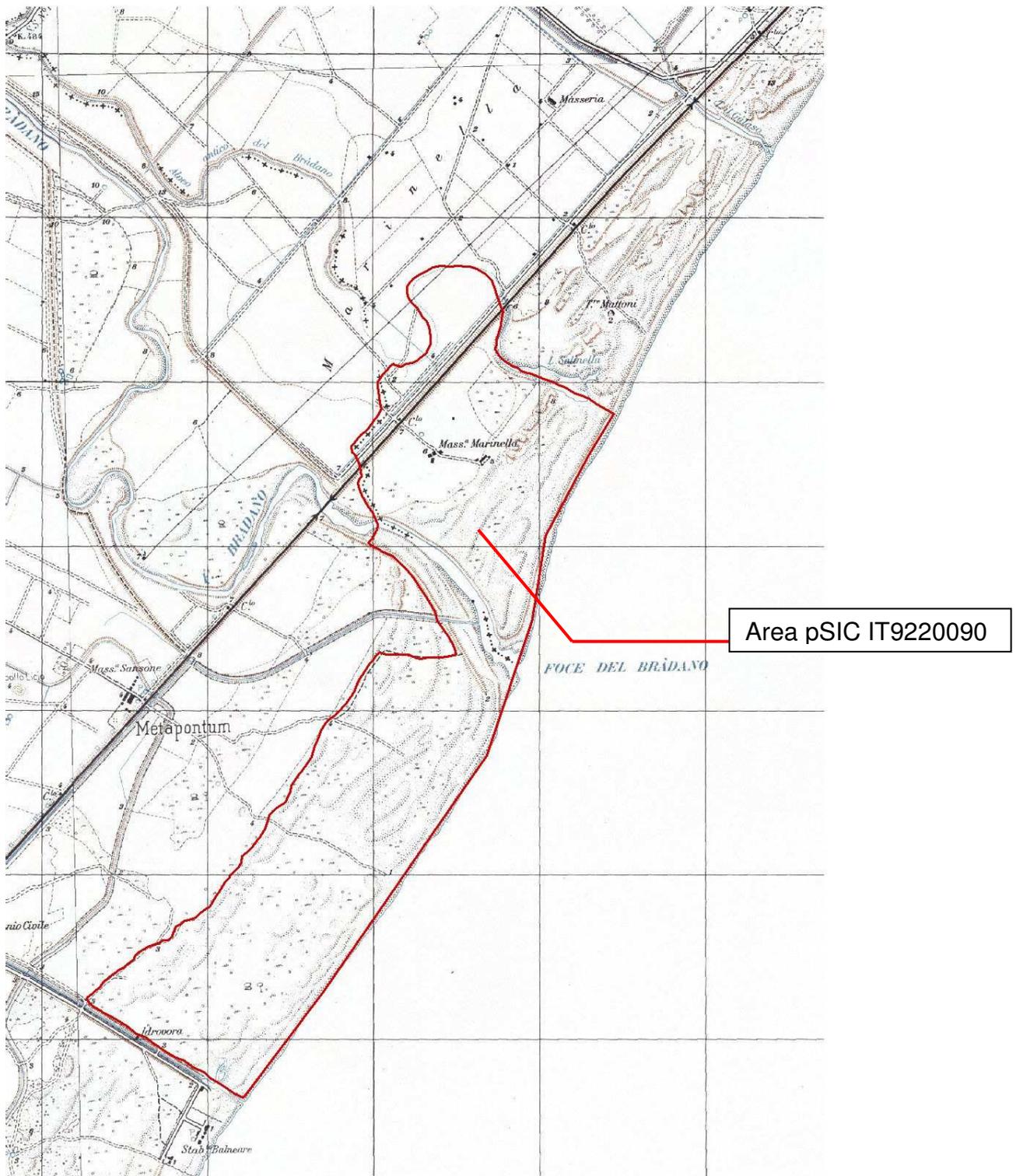


Figura 1: Inquadramento geografico dell'area d'intervento con l'indicazione dei limiti dell'area SIC

## 3.2. Inquadramento paesaggistico – urbanistico.

L'area del metapontino, dove si trova il sito oggetto di intervento, per la ricchezza in risorse paesaggistiche, naturali, storiche, culturali, architettoniche e archeologiche, risulta vincolata in molte zone e inoltre è inquadrata nel Piano Paesistico di area vasta, istituito con Legge Regionale nel 1990 (Figura 2.)

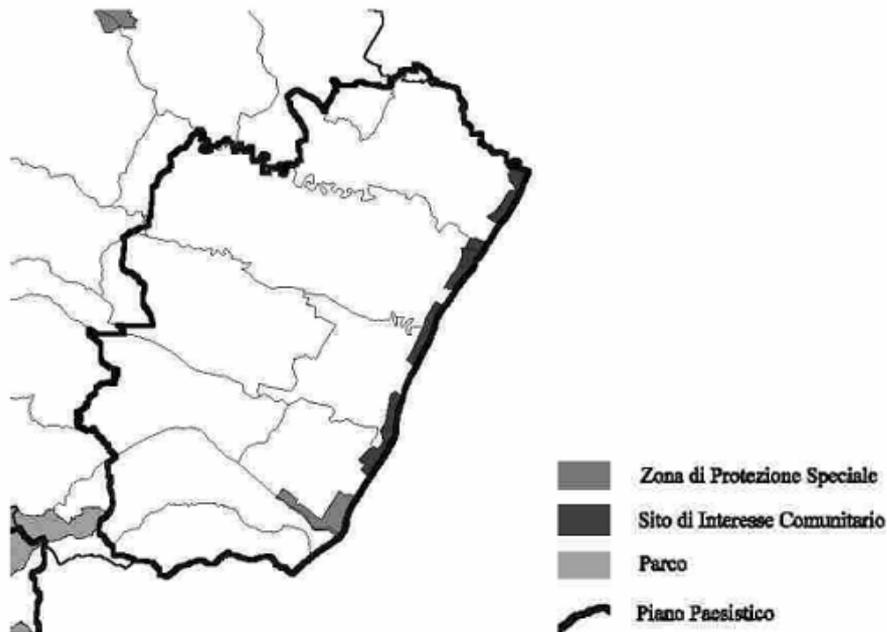


Figura 2: Piano Paesistico di area vasta del metapontino

Il Piano Paesistico del Metapontino, modificato con L.R. 6 del 02-03-2004 "Variante al Piano Territoriale Paesistico di Area Vasta del Metapontino per localizzazione porti turistici" regola lo sviluppo socio-economico di un'area che da sola supera per estensione quella inclusa nei Piani Paesistici del Sirino e di Maratea messi insieme.

La consapevolezza della fitta rete di interrelazioni esistenti fra l'area costiera e l'entroterra e la relativa omogeneità paesaggistica dell'area jonica, hanno consigliato una pianificazione unitaria dell'ambito territoriale.

Tale Piano Paesistico è stato adottato nel tentativo di contenere la dinamica insediativa che è stata innescata dal diffondersi di un turismo di massa legato al classico fenomeno dell'abusivismo da seconde case. Comunque, nell'area metapontina tale fenomeno è risultato contenuto e raramente ha assunto proporzioni tali da compromettere l'equilibrio paesaggistico dell'area, ritenuto meno fragile di quello della costa tirrenica.

L'area più colpita da questa forma di abusivismo edilizio è quella ad est, eletta come luogo di vacanza da un turismo di tipo pendolare che muove dall'entroterra lucana e pugliese. Risultano invece più modesti i flussi turistici provenienti dalle altre regioni.

La riduzione dell'equilibrio naturalistico della costa jonica dipende da fattori che si sottraggono alla pianificazione paesistica intesa in senso stretto, difatti all'approvazione del piano, nel '90, il danno era già compiuto.

Dal dopoguerra, infatti, e maggiormente negli anni '70, i fiumi lucani si sono trovati nelle condizioni di non avere più nulla da recapitare a mare per la presenza di briglie, fossi, rimboschimenti, asportazione dagli alvei di ghiaia e sabbia da parte dell'industria edilizia.

Tutto ciò ha innescato una dinamica erosiva che ha portato fino alla salinizzazione delle falde acquifere sotterranee.

La presenza dei cordoni dunali ha inoltre ostacolato il deflusso delle acque superficiali interne, portando alla formazione di aree acquitrinose e paludose, tra cui Pantano Stornara, Santa Pelagina, Pantano di Policoro, il Lago di Salinella (quest'ultimo formatosi in corrispondenza di un alveo abbandonato del fiume Bradano). Le aree paludose e acquitrinose presenti tra i corsi dei fiumi Sinni e Bradano sono state oggetto di interventi di bonifica dal 1931, al fine di recuperare territori da destinare all'agricoltura; allo stato attuale una rete di canali e alcuni sistemi di idrovore drenano le acque di deflusso superficiale dalle aree di retroduna verso il mare.

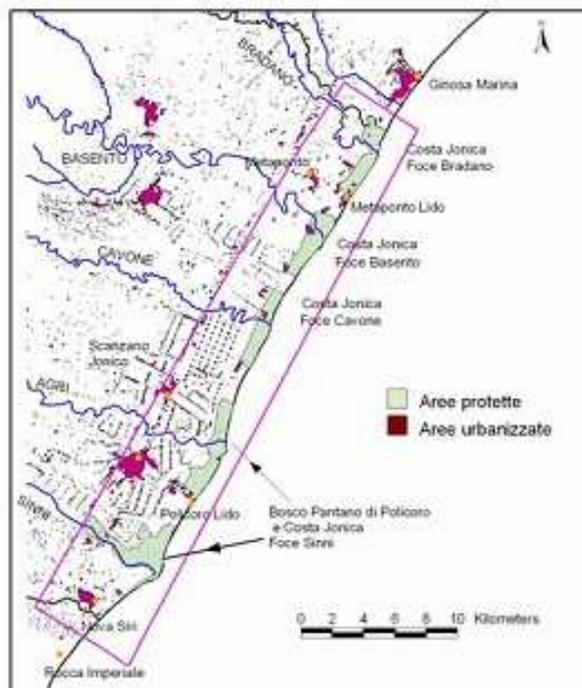


Figura 3: aree protette e urbanizzate della fascia costiera lucana.

Tali aree rivestono un rilevante interesse ambientale e al loro interno sono stati individuati i seguenti siti di interesse comunitario:

Codice SITO	Tipo	NOME SITO	Comune	Superficie Ha	Codice Habitat
IT9220055	SIC ZPS	Bosco Pantano di Policoro e Costa Ionica Foce Sinni	Policoro, Rotondella	857	2250-2120-1410 91F0-6310-5230
IT9220080	SIC	Costa Ionica Foce Agri	Policoro, Scanzano J.	659	2250-2120-2230 1310-1410-2190
IT9220085	SIC	Costa Ionica Foce Basento	Bernalda, Pisticci	499	2120-1410-2195 2240-1420-2250-1310
IT9220090	SIC	Costa Ionica Foce Bradano	Bernalda	467	2250-2120-2240-2130- 2220-1410-1420-1310- 2190
IT9220095	SIC	Costa Ionica Foce Cavone	Pisticci, Scanzano J.	433	1310-2120-1420-2250- 2240-2190-1410

Tabella 4: SIC e ZPS del litorale jonico

Le riserve statali e regionali e le aree Natura 2000 sono segno del livello di naturalità che caratterizzava l'area prima del processo di intensa urbanizzazione e sfruttamento agricolo.

Il piano paesistico del metapontino è intervenuto pertanto, non sulla preservazione di una natura già abbondantemente artificializzata, ma essenzialmente sulla regolamentazione dell'uso agricolo del territorio.

La piana, sede di insediamenti umani già a partire dal VII secolo a.C. con la fondazione della città greca di Metaponto, ha subito nell'ultimo secolo un processo di intensa urbanizzazione e rappresenta oggi per la Basilicata un'area di rilevante interesse non solo ambientale, ma anche culturale ed economico, in quanto al suo interno si sviluppano fiorenti attività agricole e turistiche, queste ultime connesse alla presenza di aree archeologiche e di località balneari.

I primi nuclei turistici del metapontino si svilupparono su aree demaniali nei primi anni '50 con piccole villette nel verde, qualche albergo ed alcuni servizi. Questa caratteristica la contraddistingue dalle altre località turistiche a maggior insediamento urbano come Ginosa Marina, Pisticci, Policoro, Scanzano Jonico.

L'indirizzo inserito nella Variante al Piano Territoriale Paesistico di Area Vasta del Metapontino persegue l'idea di uno sviluppo economico derivante da una valorizzazione turistica che contempli la salvaguardia delle emergenze ambientali, fornendo ai sei Comuni che si affacciano sul litorale Jonico una strumentazione urbanistica che preveda apposite zone di sviluppo turistico, ove è possibile attivare varie iniziative imprenditoriali nel settore.

Con il PRG del Comune di Bernalda nel 1980 fu redatto il Piano Stralcio per i Nuclei Turistici nel quale erano previsti quattro nuclei: Lido, Bradano, S. Pelagina e Basento. Solo nel 1997 furono approvati i Piani Particolareggiati con valenza di Variante al PRG delle quattro aree, considerando il vincolo Paesistico di area vasta del Metapontino conseguente al PTPM del 1990.

Immediatamente successive al 1997 sono le approvazioni dei tre Piani Particolareggiati dei nuclei Lido, Basento e Bradano. Nel Nucleo Lido si sono attuate alcune delle nuove previsioni (un campeggio, alcuni parcheggi e la riqualificazione del lungomare) considerando la presenza di aree naturali protette anche inquadrare nel Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Regione Basilicata.

### **3.3. Inquadramento storico – archeoologico.**

La fascia ionica della Basilicata presenta una sostanziale omogeneità geomorfologica, caratterizzata da un litorale basso e sabbioso, dagli apporti di numerosi corsi d'acqua (Bradano, Basento, Cavone, Agri e Sinni) e dalla presenza di estesi terrazzi d'origine fluviale e marina. Questi raccordano in modo graduale i primi rilievi dell'area interna della regione con le piane più costiere, costituendo quasi una specie di gradinata naturale.

Queste favorevoli condizioni ambientali, accompagnate da un clima temperato e da una straordinaria ricchezza di acqua dovuta all'elevato numero delle sorgive ed all'affioramento della falda freatica, hanno sempre stimolato la formazione di insediamenti umani e lo sfruttamento agricolo del territorio.

Tracce dello stanziamento permanente di gruppi neolitici ed eneolitici si hanno su tutto il comprensorio, dalla contrada Cetrangolo, posta sulla destra del basso corso del fiume Cavone, alla località Capotondo di Pisticci, alle località Pantanello e San Biagio alla Vinella di Bernalda.

La scelta del sito appare sempre strettamente legata alla presenza di un corso d'acqua o di una sorgente naturale. La carta di distribuzione degli abitati dell'età del bronzo, invece, evidenzia la tendenza generale a privilegiare i terrazzi che hanno una posizione strategica particolare, posti a controllo delle ampie

ed invitanti vallate fluviali, come nei casi di Termitito (Scanzano), San Vito e Monte Finese di Pisticci, Funnone di Pomarico, Saldone di Metaponto.

Gli abitati indigeni della Siritide (Anglona ed i vari nuclei di Valle Sorigliano e Conca d'Oro) e del Metapontino (Pisticci, Craco, San Leonardo, Incoronata-San Teodoro, Cozzo Presepe) che entrano in contatto con questi nuovi insediamenti greci disposti lungo la linea costiera, in prossimità della foce del Sinni o del Basento, mostrano i segni evidenti di un'improvvisa accelerazione nel loro sviluppo demografico ed economico.

Ovunque si determinano le condizioni favorevoli per una diversa organizzazione dell'insediamento (Incoronata di Pisticci e collina del castello di Policoro) e per una generale crescita produttiva, entrambe sostenute spesso dalla migrazione o dal trasferimento temporaneo di artigiani, commercianti ed imprenditori provenienti dalle isole dell'Egeo e dalle regioni meridionali della Grecia.

Nel VI secolo i Metapontini erano noti per la loro proverbiale ricchezza. La produzione agricola risulta essere la base economica principale della città, tanto che al momento di individuare l'immagine ufficiale da proporre sulla moneta la scelta cade sulla spiga d'orzo.

L'origine del nome della nuova colonia conserva varie tradizioni, che di sicuro riproducono le incerte vicende della fase iniziale e le interpretazioni volutamente strumentali dei periodi successivi. Una di queste, forse la più antica, indica come eponimo della città Metabos, eroe indigeno pregreco a cui può essere associato l'etnico Metabolo citato in una glossa di Esichio. A lui è riservato uno specifico luogo di culto nell'agorà cittadina (heroon) ed il suo nome è riproposto su alcune emissioni monetali della metà del IV secolo a.C.

L'altra tradizione conosce un eroe eponimo greco Metapontos con i figli Eolo e Beoto e la loro madre Melanippe.

Un'ultima tradizione collega il nome Metapontion al toponimo Metapa, attestato nell'Elide, zona di provenienza di alcuni coloni d'età storica, e riconosciuto anche in alcuni documenti micenei come distretto amministrativo di Pilo. Il significato etimologico del termine non pone problemi d'interpretazione. Le due componenti met(a)- corrispondente al greco meta (mezzo, tra) e ap- (acqua) consentono il recupero della nozione di "acqua di mezzo".

Si hanno notizie delle origini di Metaponto da Strabone, che la ritiene fondata dall'eroe Nestore di ritorno dalla guerra di Troia. Fu distrutta dai Sanniti e di nuovo ricostruita dagli Achei, spinti da Sibari, per impedire ai Tarantini di occupare la Siritide.

Intorno alla metà del VI secolo a. C. la città partecipò alla spedizione contro Siris; nel 413 aiutò Atene nella spedizione in Sicilia; durante le guerre annibaliche decadde. Nel II secolo d. C. di Metaponto rimanevano pochi resti.

La colonia achea sorgeva nella piana costiera presso la foce del fiume Bradano ed era circondata da una cinta muraria eretta in diverse fasi (VI-IV secolo a. C.).

L'impianto urbanistico, risalente al VI secolo, risulta regolare, caratterizzato da strade perpendicolari alla costa che ne incrociano altre ad angolo retto e organizzate su assi principali. Si possono vedere i resti del santuario costituito di tre templi: uno dedicato a una divinità sconosciuta, edificato all'inizio del VI secolo a. C. e risistemato successivamente; il tempio dedicato ad Apollo, la cui attribuzione è confermata dal ritrovamento di un'iscrizione con dedica ad Apollo Liceo, anch'esso edificato nel 580 a.C. (del tempio restano lo sviluppo perimetrale della base su cui poggiavano le colonne, frammenti della cella e rocchi di

colonne doriche); il tempio dedicato a Hera, identificabile da iscrizioni su frammenti di decorazione, edificato nel 570 a.C. Inoltre è possibile osservare i resti di altri tre templi e altari.

A destra dell'area sacra si trovava l'agora (piazza) dedicata a Zeus, con resti di altari per i culti pubblici e di edifici destinati a riunione. A poca distanza sono gli avanzi del teatro, edificato alla metà del IV secolo a.C. con cavea semicircolare, alle spalle del quale è stato rinvenuto un edificio più antico, identificabile con l'Ekklesiasterion (una costruzione per assemblee popolari). Nei pressi si trovano anche i resti di un castrum romano, in uso fino al VI secolo d.C.

La ricerca archeologica condotta sistematicamente e con continuità ha privilegiato, in questi ultimi decenni, l'area pubblica della città, ubicata nella parte settentrionale, a ridosso del muro di fortificazione urbana.

Il moderno canale di bonifica di S. Pelagina, che costeggia un lato del santuario, propone lo stesso tracciato dell'antico fossato e si sviluppa utilizzandone la depressione lasciata sul terreno.

Il parco comprende il santuario urbano, parte dell'agorà e l'asse viario nord-sud su cui s'impone l'intero impianto urbano. Nell'insieme sono riconoscibili le tracce di una notevole quantità di monumenti che hanno segnato la vita civile e religiosa della colonia, dalle fasi iniziali della sua fondazione, fino alla conquista romana (III secolo a.C.).

Purtroppo le strutture conservate non hanno una vistosa tridimensionalità, ma questo è imputabile al continuo saccheggio sofferto dalla città greca per l'assenza in zona di valido materiale da costruzione.

Lo stesso complesso medioevale di Torre di Mare, nei pressi dello scalo ferroviario, è stato realizzato con i materiali lapidei provenienti da più edifici metapontini.

L'area sacra è circoscritta su due lati (ovest e sud) da ampie strade ortogonali, mentre sul lato est solo una simbolica teoria di piastrini la separa fisicamente dall'agorà.

I depositi votivi ed i piccoli sacelli più antichi sono databili a cominciare dalla fine del VII secolo a.C., mentre i due maggiori templi sono realizzati in stile dorico intorno alla metà del VI sec.

I resti più impotenti appartengono al tempio di Hera (Tavole Palatine), costituiti dalla sequenza delle 8 colonne della fronte orientale con una ridotta ricostruzione dell'elevato. L'intero ingombro planimetrico, invece, è suggerito dalla ordinata disposizione degli altri elementi architettonici residui. Il suo depreddamento ha interessato anche i livelli di fondazione e, pertanto, risulta molto difficile poter immaginare il piano di appoggio del possente colonnato perimetrale.

A lato si sviluppa il tempio dedicato ad Apollo Lykaios di cui si apprezzano le enormi colonne monolitiche non scanalate di una fase precedente, mai ultimata; la ripartizione centrale della cella e la base per il doppio colonnato della fronte orientale. Il vicino sacello, probabilmente dedicato ad Atena, è caratterizzato dall'ampio basamento a grossi blocchi di calcare e per la piccola cella riferibile al primo impianto di fine VII inizio VI secolo a.C. Questo edificio ed il tempio ionico, dedicato ad Artemis e parzialmente ricostruito negli elementi decorativi della fronte orientale, mantengono un orientamento "arcaico", differente da quello dei due templi maggiori che si allineano perfettamente alle geometrie del reticolo urbano. È quindi probabile che l'adozione del nuovo impianto ortogonale nella città coincida anche con il grande fervore edilizio del santuario e che entrambi gli interventi facciano parte dello stesso progetto.

Sulla fronte orientale si sviluppano gli altari, accompagnati da numerose basi, iscrizioni ed oggetti votivi. Durante il III ed il II secolo a.C. l'area sacra perde progressivamente monumentalità e funzione. Modesti interventi ottenuti recuperando i materiali lapidei di altri edifici consentono la realizzazione di un ulteriore

sacello, forse dedicato al culto di Dionisio, di porticati leggeri lungo l'asse stradale principale e di piccoli ambienti di servizio con pozzi per l'approvvigionamento idrico. Tutto questo denuncia un evidente impoverimento della città ed il crollo già avvenuto dei grandi templi.

Nell'agorà, invece, troviamo l'imponente teatro che nel corso della seconda metà del IV secolo a.C., sostituisce il precedente edificio circolare arcaico, convenzionalmente indicato come ekklesiasterion. L'edificio ospitava di sicuro la massima assemblea cittadina, ma anche gare e spettacoli con grande partecipazione popolare.

L'assenza nell'area di un pendio collinare ha imposto l'invenzione di un rilevato artificiale trattenuto all'esterno da un muro di contenimento.

Sul lato opposto della moderna strada di accesso al parco, prima della linea ferroviaria, si sviluppa l'area del cosiddetto Castro Romano, realizzato tra l'agorà e la linea delle mura orientali, probabilmente per ospitare la guarnigione militare romana durante le vicende belliche del III secolo a.C., prima della sconfitta definitiva di Annibale.

In questo settore di scavo è presente una stratificazione che con numerose sovrapposizioni documenta una significativa continuità di occupazione. Nel rispetto della originaria varia greca, infatti, si susseguono i livelli di frequentazione, da quelli arcaici fino al VI-VII secolo d.C. Di particolare rilievo risulta il grande porticato (stoà) che definisce ed enfatizza il lato est dell'agorà.

Durante il periodo imperiale, infatti, il centro si contrae ulteriormente e si riduce ad un piccolo abitato che vive in funzione del porto e della viabilità costiera. Lo spazio pubblico della città greca ospita anche un settore della necropoli, a sottolineare la perdita di ogni rapporto culturale e topografico con le fasi di vita precedenti.

Le principali necropoli di Metaponto sono ubicate lungo le principali vie di accesso alla città, in aree immediatamente esterne alla fortificazione in blocchi squadrati che delimitava lo spazio urbano.

La necropoli di località Crucinia si caratterizza per la monumentalità delle sepolture, del tipo a sarcofago con cassa e copertura in blocchi squadrati. Si tratta di una delle principali aree, a destinazione funeraria, utilizzate dalle aristocrazie metapontine nel corso del IV secolo a.C.

Raffinate ceramiche a figure rosse di fabbrica metapontina o magnogreca, orecchini in oro con lavorazione in filigrana, strigili (strumenti utilizzati dagli atleti per detergere il sudore), specchi e fibule in bronzo caratterizzavano queste sepolture, a sottolineare l'elevato rango sociale dei defunti.

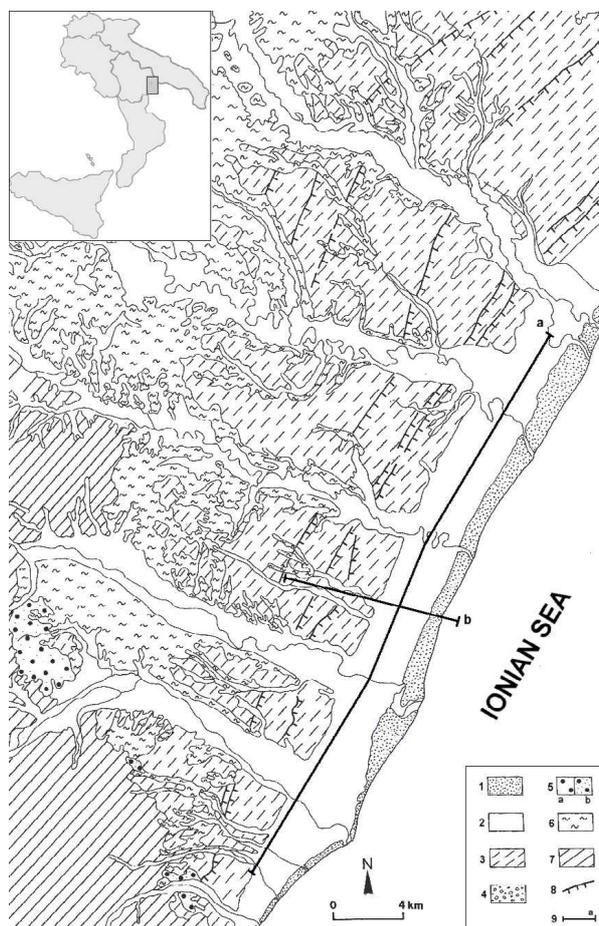
Il monumento più significativo di Metaponto è rappresentato da un tempio greco con elegante colonnato di tipo dorico del VI secolo a.C., noto come Tavole Palatine.

Si tratta di un tempio extraurbano, posto ai limiti del territorio, a ricordare l'esistenza di un'antica strada, il cui tracciato è stato riproposto dall'attuale Strada Statale 106 che collega Taranto con Reggio Calabria.

Il tempio, sorge in prossimità di una sorgente sacralizzata, secondo una tradizione diffusa in tutto il mondo greco, ed era dedicato alla dea Hera, protettrice dei confini. Nell'area del santuario sono stati rinvenuti numerosi frammenti relativi ad una complessa decorazione architettonica policroma in terracotta, che presentava, tra l'altro, gocciolatoi a testa leonina.

### 3.4. Inquadramento geologico dell'area

L'area oggetto di intervento, compresa tra le foci del Fiume Basento e Bradano, risulta caratterizzata da un assetto stratigrafico - strutturale conseguente alla formazione della Catena Appenninica.



**Figura 4: schema geologico dell'area della piana metapontina:**

- 1) depositi costieri; 2) depositi alluvionali e di transizione; 3) terrazzi marini; 4) Conglomerato di Irsina;**  
**5) a. Formazione delle Sabbie di Monte Marano, b. Formazione delle Sabbie di Tursi; 6) Argille subappennine;**  
**7) formazioni alloctone; 8) scarpate di terrazzi marini. Da Polemio et al. 2002.**

Nel Golfo di Taranto, in cui ricade il litorale lucano, sia sulla terraferma che a mare, è, infatti, possibile riconoscere i principali elementi strutturali che costituiscono l'arco appenninico meridionale. Il settore sud-occidentale del golfo è impostato sulle coltri di ricoprimento del margine esterno della catena, quello occidentale (in cui ricade il litorale lucano) prevalentemente sull'unità dell'Avanfossa Bradanica; mentre il settore nord-orientale è modellato nell'unità carbonatica dell'Avampese Apulo.

In relazione alle caratteristiche geologiche - geomorfologiche del litorale alto jonico e degli apporti solidi è possibile distinguere al suo interno tre sub-unità fisiografiche (Cocco et al., 1986; Amore et al., 1979) tra le quali anche il Litorale compreso tra Rocca Imperiale e Ginosa Marina in cui ricade l'area costiera del Metapontino.

Tale unità fisiografica è caratterizzata da coste sabbiose e basse e delimitata al suo interno da sistemi dunali e da un'estesa piana alluvionale impostata alle foci dei Fiumi lucani Bradano e Basento.

In corrispondenza dei Bacini dei Fiumi Bradano e Basento l'apporto sedimentario varia: in corrispondenza del Bacino del Fiume Bradano l'apporto è prevalentemente siltoso e sabbioso mentre l'apporto sedimentario nella parte medio bassa del Bacino del Fiume Basento è prevalentemente argilloso e sabbioso.

Il litorale lucano è modellato interamente nell'ambito dell'Unità dell'Avanfossa Bradanica (Figura 4), infatti, sia nel sottosuolo della piana che nei rilievi collinari che la delimitano a occidente, si rinvengono successioni di riempimento dell'Avanfossa, spesse fino a 3000 m, costituite da peliti grigio-azzurre di ambiente marino profondo, da sabbie di ambiente di spiaggia da emersa a sommersa e da conglomerati di ambiente di transizione da marino a continentale e di ambiente continentale di età Pliocene superiore p.p. – Pleistocene superiore.

Nella parte sommitale dei rilievi collinari che bordano la piana sono presenti depositi sabbioso-conglomeratici del Pleistocene medio-superiore, riferibili a Terrazzi Marini. In quest'area sono stati riconosciuti più ordini di terrazzi a quote differenti (otto nella bassa valle del Basento e del Bradano, Cotecchia et. al. 1991, Polemio et. al. 2002). Il passaggio tra l'area di piana e i rilievi collinari è segnato da una scarpata morfologica che delimita il terrazzo marino di primo ordine.

Al passaggio Tirreniano/Olocene (circa 12000 anni fa) una fase glaciale determinò un abbassamento del livello di base che ha indotto una forte erosione dei bacini dei corsi d'acqua del litorale jonico, con notevole incremento del trasporto solido che ha portato all'accrescimento della piana metapontina. L'evoluzione morfologica recente della piana e le caratteristiche stratigrafiche (organizzazione laterale e verticale delle facies) della parte più alta delle successioni presenti nel sottosuolo sono state influenzate dalle variazioni eustatiche del livello del mare e quindi dagli spostamenti della linea di costa succedutisi dal Tirreniano a oggi (Cotecchia et al. 1971), oltre che dagli spostamenti degli alvei dei corsi d'acqua. Proprio in prossimità della foce del Basento è stata riconosciuta una antica linea di costa, oggi posizionata a 10 m s.l.m. (Guerricchio e Melidoro, 1986). Pertanto la parte alta delle successioni che si rinvengono nel sottosuolo della piana metapontina sono caratterizzate da alternanze di depositi sabbiosi, conglomeratici e pelitici di ambiente alluvionale, deltizio e marino (Polemio et al. 2002).

L'area costiera di Metaponto è sede di depositi sabbiosi che costituiscono la spiaggia emersa e da alcuni ordini di cordoni dunali tra i quali sono presenti depressioni che costituiscono talvolta acquitrini. La spiaggia e i cordoni dunali sono costituiti da sabbie e sabbie limose dal colore avana dallo spessore compreso tra i 15 e i 20 metri e si interdigitano nella piana alluvionale; inoltre le dune, che si elevano di 3 – 4 metri dal livello del mare e quasi smantellate dall'azione antropica ed erosiva del mare in fase regressiva, sono caratterizzate da sabbie costipate e poco cementate con forme di laminazioni sottili tabulari e incrociate testimonianti l'azione eolica e marina (Figura 5).



a

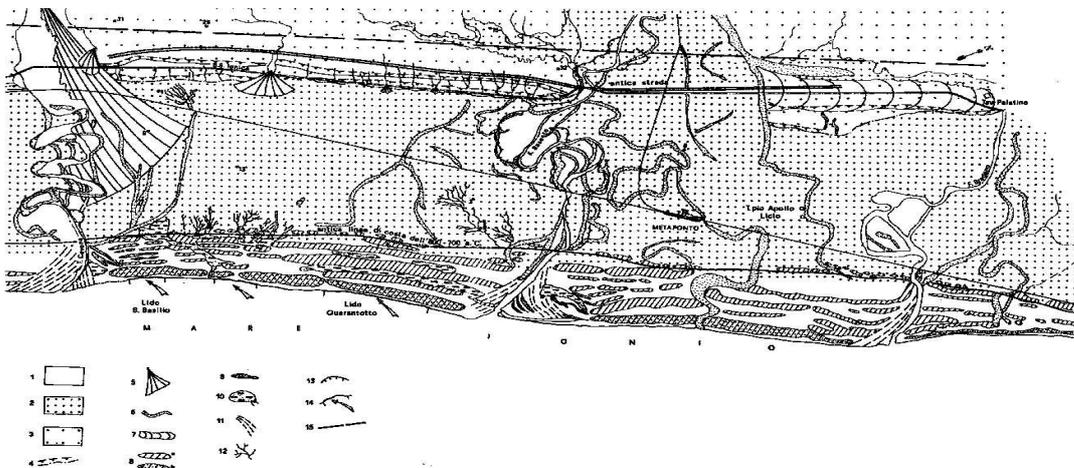


b

Figura 5: a) deposito sabbioso poco cementato tipico di dune di spiaggia; b) forme di trasporto caratterizzate da sottili laminazioni tabulari, a volte incrociate, tipiche di depositi di spiaggia.

### 3.5. Aspetti morfologici ed evoluzione dell'area costiera metapontina

I settori della Piana di Metaponto in corrispondenza della costa risultano modellati dalla dinamica fluviale alle foci dei Fiumi Bradano Basento, Cavone, Agri e Sinni e dal moto ondoso nei tratti compresi (Figura 6).



TAV. II - CARTA GEOMORFOLOGICA DEL TRATTO DI COSTA PIATTA IONICA TRA FIUMI BRADANO E CAVONE.

1 - Alvei e zone golenali attuali; 2 - Piana costiera di origine alluvionale e marina - Terrazzo di ordine 0 (quote 15-2 m s.l.m.); 3 - Terrazzo marino di 1° ordine (quote 30-28 m s.l.m.); 4 - Orlo e scarpata del terrazzo marino di 1° ordine; 5 - Antichi conoidi di deiezione; 6 - Resi di antichi alvei abbandonati; 7 - Struttura allungata sabbiosa e ghiaiosa derivante probabilmente da fenomeni tettonici e da erosione differenziata ("givone"); 8 - Cordoni di dune a) antichi e b) attuali; 9 - Barre fluviali sabbioso-ghiaiose; 10 - Acquitrini retrodunari in parte oggi colmati, site terminali di antichi corsi d'acqua con o senza sbocco a mare; 11 - Tracce di attuali conoidi fluvio-deltizi; 12 - Reticoli idrografici nascenti; 13 - Accentuatata erosione di sponde fluviali; 14 - Tratti di spiaggia in forte erosione; 15 - Faglie probabili.

Figura 6: Carta geomorfologica del tratto costiero tra le foci del Bradano e del Cavone

Guerricchio et al. - 1986).

Il tronco del fiume Bradano, in corrispondenza dell'area di piana presenta alveo incassato e andamento meandriforme, che diventa rettilineo in prossimità della foce. Dall'analisi della cartografia storica e di ortofoto del 2006 risulta evidente che l'alveo fluviale ha subito degli spostamenti come la linea di costa prospiciente (Figura 7).



**Figura 7: Tratto terminale del Bradano, antico alveo in foce, su carta topografica al 50.000; b) ortofoto del 2006 che evidenzia l'evoluzione costiera in corrispondenza della foce del Fiume Bradano (dal 1949, linea tratteggiata, al 2006, linea continua).**

Meandri abbandonati e un'antica area di foce sono riconoscibile in sinistra idrografica in località lago Marinella e in destra idrografica, anche se le evidenze morfologiche sono state in parte cancellate dalle modificazioni antropiche del territorio. Entrambe le sponde del corso d'acqua sono delimitate da sistemi arginali fino in prossimità della foce (Figure precedenti).

Il fiume Basento, nell'area in esame, ha andamento meandriforme, con meandri più stretti nella parte più interna della piana e più ampi in prossimità della foce.

L'alveo di piena si presenta ampio, mentre quello ordinario è incassato. Dalle ortofoto e dal rilievo digitale è riconoscibile un paleoalveo del corso d'acqua localizzato a NE del tracciato attuale. Evidenti inoltre sono le opere di regimazione dell'alveo realizzate negli ultimi decenni che hanno condizionato i processi di divagazione fluviale in prossimità della foce.

Dalle analisi delle ortofoto e della cartografia digitale sovrapposta ad esse si evince che le foci dei Fiumi Basento e Bradano risultano deviate verso SW; tale conformazione è connessa all'andamento delle correnti marine e del moto ondoso connessi alle caratteristiche meteo-climatiche del Golfo di Taranto.

L'area di retrospiaggia è caratterizzata da cordoni dunali (che si elevano fino a 6-7) costituiti da sabbie addensate, che si alternano a depressioni interdunali, che hanno ospitato in passato zone acquitrinose oggi bonificate ed interessate da una estesa rete di canali e di idrovore per il convogliamento verso mare delle acque di deflusso superficiale.

In prossimità delle foci dei corsi d'acqua, l'azione del vento, del trasporto solido e delle correnti fluviali hanno portato allo sviluppo di cordoni dunali di neoformazione che ostacolano il deflusso sia delle acque interne verso mare, sia delle acque marine che penetrano nella terraferma durante le mareggiate.



a)



b)

**Figura 8: a) Tratto terminale del Fiume Basento, antico alveo in foce, su carta topografica al 50.000; b) ortofoto del 2006 che evidenzia l'evoluzione costiera in corrispondenza della foce del Fiume Basento (dal 1949, linea tratteggiata, al 2006, linea continua).**

La fascia dei cordoni dunali si estende verso l'interno per 1-2 km ed ha subito profonde alterazioni per effetto di attività antropiche.

I depositi che costituiscono la piana costiera del metapontino sono in gran parte legati ad eventi deposizionali marini, caratterizzati da fasi di regressione e trasgressione del livello del mare, e connessi ad eventi di esondazione dei due grandi Fiumi, Bradano e Basento.

L'accrezione della piana iniziò circa 10.000 anni fa, alla fine dell'ultima glaciazione würmiana, dove il livello del mare si abbassò di circa 100 metri rispetto a quello attuale; un abbassamento forte e rapido determinò un abbassamento del livello di base della rete idrografica superficiale, con conseguente intensa fase erosiva regressiva ed abbondanti apporti fluviali verso mare, alle foci.

Agli inizi dell'olocene, con la fine della glaciazione e l'istaurarsi di un clima più mite, inizia la fase trasgressiva Versiliana, con la lenta avanzata del mare. Questa fase è segnalata, da alcuni sondaggi, dalla presenza di un grosso livello conglomeratico poligenico poggiante sulle Argille Subappennine plio-pleistoceniche; via via che l'avanzata proseguiva, ai conglomerati si sostituirono sedimenti più fini.

Il mare alla fine della sua avanzata si dovette stabilire alla base dell'ultimo terrazzo marino pleistocenico (attuali 7 – 8 metri di quota); successivamente incominciò il processo inverso di regressione per graduale progradazione della piana in formazione.

La costituzione dell'attuale piana è stata quindi legata all'accrezione di corpi prismatici detritici dalla terra verso mare. Inoltre, considerando le datazioni su molluschi rinvenuti sui cordoni dunali più interni e più antichi, che riportano un età di 4.000 – 5.000 anni e considerando che la linea di costa olocenica più interna e più antica (corrispondente alla base del terrazzo marino più basso pleistocenico inciso) ha un età risalente a

circa 6.000 – 7.000 anni fa, si può dedurre che in questo lasso di tempo è avvenuta la formazione della piana costiera metapontina.

### 3.6. Sistemi naturali e vegetazione

Lungo la costa Jonica tra le foci dei fiumi Bradano e Basento è localizzata la Riserva Statale di Metaponto che, con una superficie complessiva di circa 240ha, rappresenta l'elemento naturalistico di maggiore interesse dell'area.

Venne istituita Riserva Statale con D.M. 29/03/1972 in considerazione dell'esemplare risultato ottenuto come rimboschimento di una difficile zona litoranea, della funzione di protezione dai venti salsi, assolta nei confronti delle colture agrarie retrostanti e per la peculiare caratteristica di presentare, in prossimità delle foci dei due fiumi due "Zone Umide", habitat e rifugio ideale per l'avifauna stanziale e migratoria.

Proprio queste sue peculiarità ne hanno determinato l'inclusione tra le aree SIC e ZPS della Rete Natura 2000, in Basilicata.

All'interno delle suddette zone paludose, caratterizzate in superficie da uno strato limo-argilloso di deposito alluvionale risalente al 1959 e al 1972, si possono osservare specie di trampolieri quali *Tringa ochropus* (Piro piro), *Ardea cinerea* (Airone cinerino) ed altri quali *Limosa limosa* (Pittima reale), *Gallinula chloropus* (Gallinella d'acqua). Inoltre, di rilevante interesse, è la presenza lungo la costa della *Caretta caretta* (Tartaruga marina) che nidifica tra metà giugno e metà agosto su terreno sabbioso e a una distanza dalla battigia che di norma non supera i 50-100 metri.

Il soprassuolo che costituisce la Riserva Forestale è prevalentemente di origine artificiale, derivato da rimboschimenti iniziati nel 1934 dal Consorzio di Bonifica e proseguiti dal Corpo forestale dello Stato fino al 1954.

Il substrato geologico è costituito prevalentemente da dune costiere dell'Olocene e spiagge attuali, pertanto i suoli che ne derivano, essendo breve il periodo trascorso dalla loro bonifica, sono estremamente poveri ed il tasso di salinità è elevato, soprattutto nelle zone prossime al mare.

Le specie che furono impiegate per il rimboschimento e, tuttora, presenti nell'area, sono il pino domestico (*Pinus pinea*), il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), il pino marittimo (*Pinus pinaster*), poco presente a causa della concorrenza delle altre due specie, cui si alternano altre specie quali l'eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*), il cipresso (*Cupressus sp.*), l'olivello spinoso (*Eleagnus angustifolia L.*), l'acacia salina (*Acacia saligna*). Quest'ultima ricopre vaste aree con esemplari contorti e cespugliosi che formano macchie di vegetazione spesso impenetrabili.

Il sottobosco è costituito da arbusti spontanei tipici della macchia mediterranea, tra cui il *Pistacia lentiscus* (lentisco), il *Phillyrea variabilis* (fillirea), lo *Juniperus* (ginepro), a cui si associa anche la tamerice, di impianto artificiale.

Lo strato erbaceo è rappresentato da specie tipiche di ambienti dunali con ristagni d'acqua quali l'*Arundo phragmites* (cannuccia marina), lo *Juncus* (giunco), l'*Erjngium maritimum* (eringio), l'*Arctium lappa* (bardana), lo *Smilax asperea* (smilace), l'*Asparagus acutifolius* (asparago) e svariate graminacee.

Oltre la pineta troviamo le dune costiere che per caratteristiche morfologiche, rappresentano una entità territoriale con notevoli valori di erodibilità, permeabilità e stabilità.

Questa fascia di terra, informe ed instabile, rappresenta comunque un habitat di elevato valore naturalistico e paesaggistico.

È un ambiente molto ostile, quasi desertico, inospitale con una alta concentrazione di salisia in superficie che in profondità.

Anche in questi ambienti estremamente critici la vita è presente con una vegetazione caratterizzata da una elevata resistenza alla salinità e alla siccità che le consente di colonizzare queste aree avviando, con il suo insediamento quel processo di fissazione delle dune e il subentro di altre specie vegetali.

La successione vegetale delle dune è caratteristica, segue una sua precisa distribuzione che dal mare verso l'interno è costituita da:

- una fascia priva di qualsiasi tipo di vegetazione (afitoica)costituente la battigia e la spiaggia adibita alla balneazione;
- a partire dal piede della fascia dunale eolica e fino alla sommità della tesa è presente la caratteristica vegetazione psammofila costituita da sparto pungente, ericio marittimo, soldanella della sabbia (specie protetta L.R. 22.05.1980 n. 42), pancrazio marittimo (specie protetta L.R. 22.05.1980 n. 42) pastinaca marina, poligono marittimo, ephedra distachja, medicagine marina, euroforbia, cakile marittima (ruchetta di mare), anagiride foetida;
- subito a ridosso i restanti esemplari di ginepro coccolone, ginepro fenicio, lentisco, fillirea timilea, mirto, dafne, ed acacia saligna. Quest'ultima è stata introdotta intorno agli anni 1940 come specie consolidante ed attualmente è in prima linea a difendere la pineta retrostante dai venti marini.

Alla vegetazione è strettamente legata la vita animale che da quest'ultima trae sostentamento e protezione.

Sul territorio sarà facile osservare gabbiani, sterne, piro piro, gazze, fringuelli, tartarughe oltre a numerosi insetti (lepidotteri, coleotteri, ecc.).

Le dune costiere sono ecosistemi caratterizzati da una elevata fragilità dovuta alla precarietà ed alla instabilità degli elementi che la compongono.

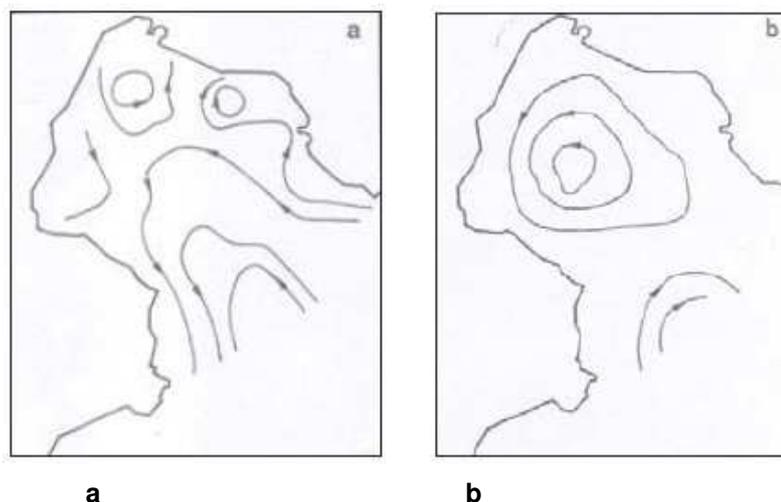
La naturalità della duna litoranea è affidata alla vegetazione pioniera che consente, con la sua presenza, l'insediamento della vita animale e di altra vegetazione e favorisce una rilevante diversità biologica.

### **3.7. Caratteri climatologici ed idrogeologici locali**

L'area oggetto di intervento, che si estende per tutto il lido di Metaponto, risiede in depositi sabbiosi costieri legati ad eventi deposizionali prevalenti di correnti marine ed eoliche; la morfologia di questi depositi e le loro caratteristiche granulometriche sono connesse alle condizioni climatiche dell'area Jonica.

Da rimarcare le caratteristiche di piovosità del litorale jonico, caratterizzato da episodi di particolare violenza più facilmente riconducibili a nubifragi di durata breve di poche ore o, raramente, di giorni, e che fanno registrare in poco tempo significative percentuali dei valori di piovosità annua.

Sulla base di dati meteorologici e di misure effettuate nel periodo 1983 – 1984, Gasparini (1986) individua all'interno del Golfo di Taranto una circolazione prevalentemente di tipo ciclonico variabile; nel periodo primaverile la circolazione nel golfo è connessa alla circolazione ionica a grande scala, ma le correnti sono determinate da strutture locali. In autunno è molto sviluppata una circolazione interna al golfo distinta dalla circolazione ionica. Dalle ortofoto del litorale (figg.) appare evidente che i lobi detritici presenti nell'area di confluenza dei Fiumi Bradano e Basento sono deviati, al largo, verso SW da correnti marine andamento NE-SW (Figura 9).



**Figura 9: Circolazione superficiale nel Golfo di Taranto da Gasparini (1986) – a) aprile 1983; b) settembre 1984.**

Il sistema idrogeologico dell'area costiera jonica è soggetto alla dinamicità del clima; infatti durante gli eventi di maggiore piovosità o in occasione di precipitazioni eccezionali, il livello freatico subisce escursioni anche di 50 – 60 cm producendo, in aree poste a quote più basse, una tendenza all'emersione. Di contro la tendenza si inverte durante i periodi di scarso afflusso precipitativo; infatti, come manifestatosi nel recente passato, a causa del mancato rifornimento idrico, nelle aree costiere, come nel Lido di Metaponto, il limite tra acque dolci e salmastre tende ad innalzarsi notevolmente.

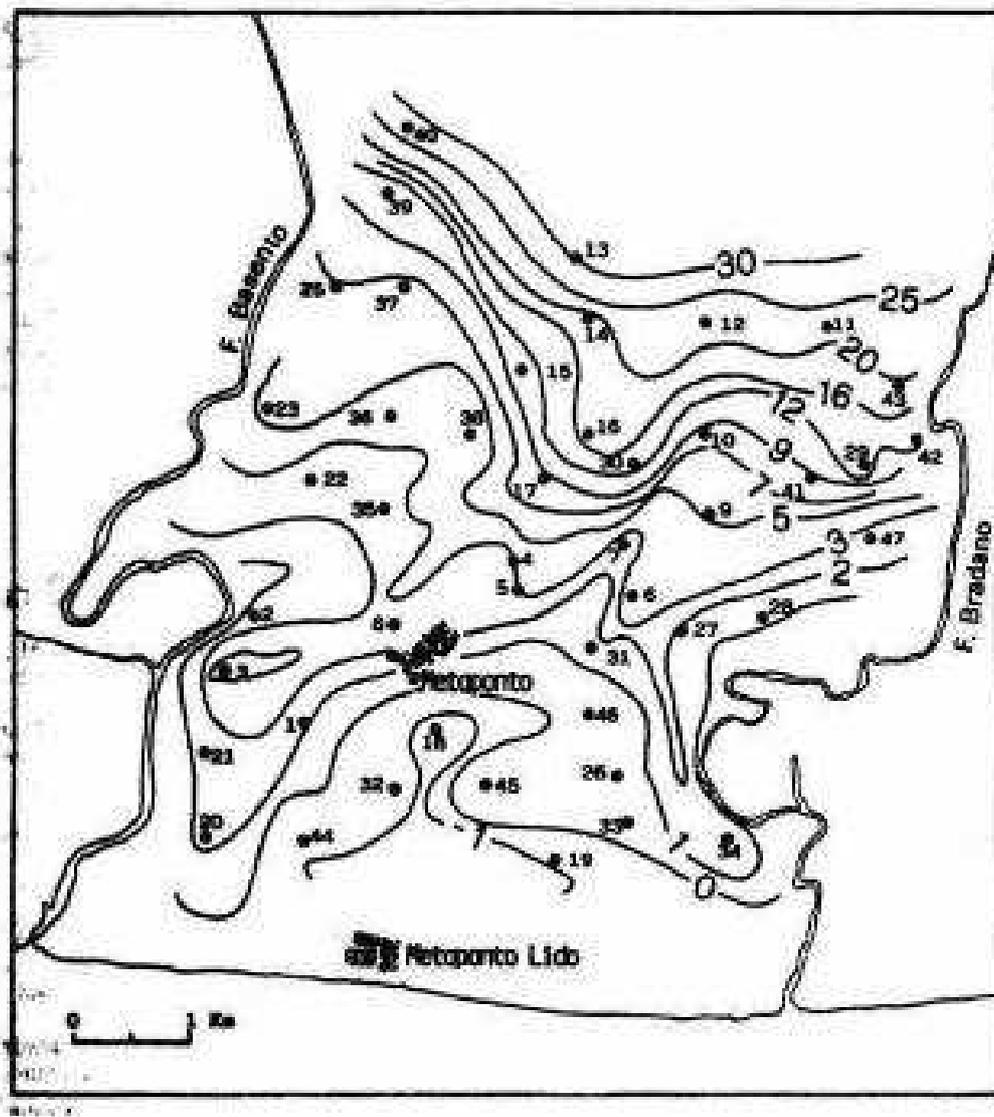
Quindi considerando le temperature medie annue (16°C – 17°C) e le precipitazioni medie annue (tra 531 mm a 593 mm) della zona costiera jonica, si può presumere un clima semi-arido cui è legata la scarsità di risorse idriche.

Nell'area del metapontino possiamo evidenziare la presenza del complesso idrogeologico Alluvionale - Costiero di età olocenica (dallo schema idrogeologico dell'Italia Meridionale edito dall'APAT, Celico et al. 2003), che si distingue dal complesso dei Terrazzi Marini ubicati verso l'entroterra per le caratteristiche di permeabilità e trasmissibilità oltre che dalle caratteristiche litologiche dei depositi costituenti.

Nel complesso idrogeologico Alluvionale - Costiero si distinguono due tipologie di acquiferi: il primo tipo di acquifero è costituito dai depositi di alluvioni dei fiumi lucani, caratterizzato da litologie eterogenee e con un certo grado di anisotropia che non favorisce l'accumulo di rilevanti risorse idriche sotterranee; il secondo è costituito da depositi prevalentemente sabbiosi, a granulometria medio-fine, di retrospiaggia e di battigia, caratterizzati da valori di conducibilità idraulica non rilevanti ma tali depositi risultano assai importanti per loro estensione, continuità e spessore nella Piana e per l'alta richiesta idrica locale.

L'acquifero costiero è costituito da livelli sabbiosi ospitanti falde acquifere confinate o semiconfinate da livelli meno permeabili; il tutto a costituire un acquifero multistrato, con una continuità nell'estensione e nello spessore interrotta dai depositi fluviali in corrispondenza della loro foce.

Figura 10: Carta delle profondità della falda, espresse in metri, riferite al piano campagna.



In particolare lo strato acquifero sabbioso permeabile ha uno spessore anche superiore ai 10 metri, con un'elevata percentuale della frazione sabbiosa, che tende ad aumentare in granulometria verso la foce del Sinni, e sovrasta i livelli meno permeabili siltosi-argillosi legati ad eventi deposizionali alluvionali e marini.

Dall'osservazione della carta piezometrica dell'area di Metaponto (Figura 10) si evince la forte influenza dell'azione drenante dei fiumi sull'andamento delle isopieze, che però diminuisce, cessa ed addirittura si inverte in prossimità della loro foce. La piezometria della piana metapontina risulta influenzata non soltanto dall'azione drenante dei fiumi ma, come detto in precedenza, dal clima locale caratterizzato da eventi piovosi invernali ed autunnali che fanno incrementare in portata i corsi d'acqua ed innalzare la superficie piezometrica, e da periodi siccitosi che fanno abbassare di molto la superficie piezometrica.

### 3.8. Caratteri idrogeochimici dell'acquifero costiero

Le caratteristiche chimiche e fisiche sono state dedotte da esperienze di analisi di laboratorio condotte su campioni prelevati in pozzi di monitoraggio realizzati in studi condotti nella fascia jonica ed osservando i fenomeni di degradazione della qualità delle acque dovuti all'azione antropica.

Dalle analisi chimico-fisiche condotte su campioni di acque prelevate in pozzi di monitoraggio si è dedotta un'analisi statistica dei parametri rappresentati in Tabella 5 (Polemio et al. 2002).

	Statistics	A	B	C	D	E	F	G	H	I	L	M
Terraced marine deposits	min	16,0	6,7	271	348	20	0,3	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2
	max	22,0	8,6	2310	4000	805	20,6	7,3	3,2	3,3	2,5	4,3
	average	19,3	7,2	868	1333	167	2,4	2,9	1,1	1,0	1,0	0,9
Alluvial deposits	min	16,3	2,9	179	211	17	0,4	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2
	max	22,3	8,8	3410	9031	2645	59,7	21,7	32,7	4,9	11,2	8,0
	average	19,3	7,6	940	1786	268	4,2	2,0	1,4	1,1	1,2	1,2
Coastal deposits	min	19,0	6,8	261	446	30	0,8	0,5	0,1	0,5	0,4	0,3
	max	20,2	8,3	1487	15052	3000	12,7	6,0	3,7	2,2	2,4	6,6
	average	19,5	7,7	805	3190	661	3,8	2,4	1,2	1,1	0,9	1,6

Tabella 5: Valori massimi e minimi dei parametri fisici e chimici dedotti da analisi su 209 campioni di acqua prelevati in piezometri di monitoraggio.

Legenda: A) T (°C); B) pH; C) TDS a 110 °C (mg/l); D) C.E. a 25 °C (µS/cm), E) Cl<sup>-</sup> (mg/l), F) Na<sup>+</sup>/Ca<sup>++</sup>; G) Ca<sup>++</sup>/Mg<sup>++</sup>; H) Ca<sup>++</sup>/SO<sub>4</sub> 2<sup>-</sup>; I) SO<sub>4</sub>2/Cl<sup>-</sup>; L) Na<sup>+</sup>/Cl<sup>-</sup>; M) (Na<sup>+</sup> + K<sup>+</sup> + Cl<sup>-</sup> + SO<sub>4</sub> 2<sup>-</sup>)/(Ca<sup>2+</sup>/Mg<sup>2+</sup> HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>).

Dalla tabella si deduce un incremento nei valori di temperatura dall'entroterra verso la costa; ciò è connesso all'incremento di temperatura delle acque sotterranee dall'area di ricarica delle acque meteoriche, coincidente con i depositi marini terrazzati verso le falde costiere, area di ricezione di dette acque.

Dal diagramma di Piper (Figura 11) dei campioni raccolti all'interno dello studio di Polemio et al. si evince una dispersione della distribuzione di tali campioni. Nonostante ciò si possono distinguere due dominanti tipologie di qualità delle acque sotterranee: bicarbonato – alcalino – terroso e solfato – cloruro – alcaline.

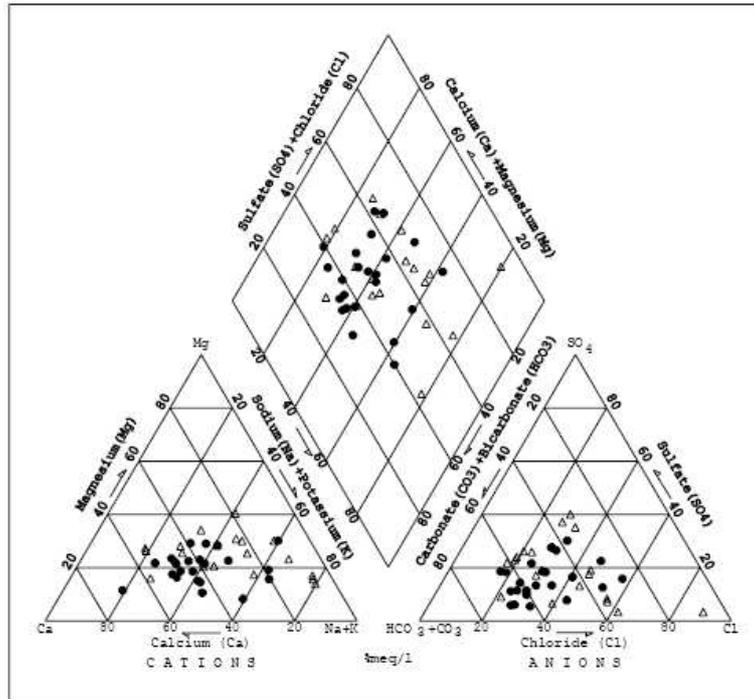


Figura 11: Diagramma di Piper.

Quest'ultima tipologia è caratteristica degli acquiferi costieri (Figura 12). Le altre tipologie di acque che si evidenziano nel diagramma di Piper sono meno frequenti, eccetto per l'area attorno al Basento, e probabilmente connesse a fenomeni di inquinamento.

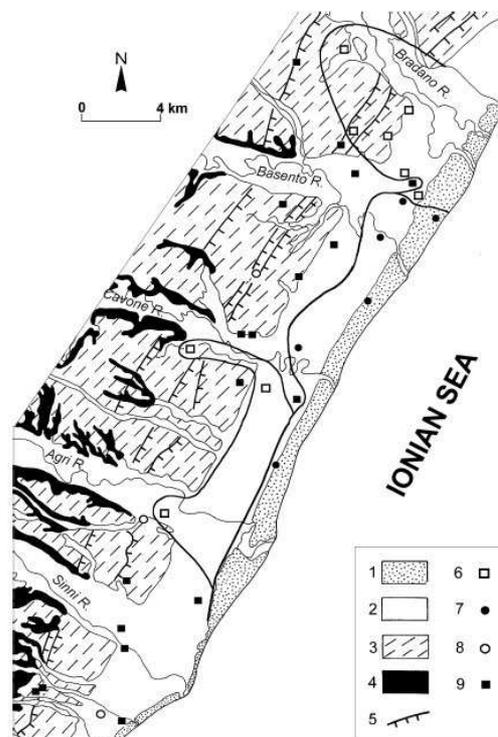


Figura 12: Schema geologico e tipologie di acque sotterranee:

- 1) depositi costieri, 2) depositi alluvionali e di transizione, 3) terrazzi marini, 4) Argille Subappennine, 5) scarpate di terrazzi marini, 6) acque solfato – cloruro – alcalino – terrose, 7) acque solfato – cloruro – alcaline, 8) acque bicarbonato – cloruro – alcaline, 9) acque bicarbonato – cloruro – alcaline.

La variabilità nella tipologia di composizione geochimica evidenziata nel diagramma di Piper è connessa soprattutto alla eterogeneità litologica dei depositi costieri e dei depositi marini terrazzati.

Per quanto riguarda l'acquifero costiero la variabilità nelle concentrazioni degli ioni nelle acque ha un legame con l'attività antropica. Le irrazionali pratiche irrigue, che determinano surplus idrico nelle acque sotterranee, e il sovra sfruttamento di quest'ultime attraverso pozzi di emungimento durante i periodi siccitosi, influenzano il fenomeno dell'intrusione salina che contamina il sistema delle acque dolci.

Infatti, l'eccessivo sovra sfruttamento dei pozzi determina la migrazione del limite tra acque dolci e salmastre verso le zone interne della piana costiera, mentre l'irrigazione per scopi agricoli influenza la distribuzione del fenomeno dell'intrusione dell'acqua marina.

La composizione geochimica delle acque di falda costiere risulta influenzata da altre forme di inquinamento antropico: miscelazione delle acque fluviali inquinate con le acque sotterranee (come nel caso del Fiume Basento) e le pratiche agricole.

### **3.9. Caratterizzazione meteomarina del paraggio**

L'evoluzione delle fasce costiere è connessa non solo alle caratteristiche e alle dimensioni dei bacini idrografici che su di essa insistono, ma anche alle peculiarità idrografiche e meteorologiche del settore di traversia. Le caratteristiche morfologiche di una spiaggia sono, infatti, determinate oltre che dall'escursione di marea e dalla granulometria del materiale che la costituisce anche dal regime meteomarino del paraggio (moto ondoso, vento, ecc.).

Ogni distesa di mare libero soggetta alla pressione del vento tende ad incresparsi, avallarsi e rigonfiarsi in modo da indurvi delle oscillazioni (onde) che si propagano orizzontalmente con un movimento che si sviluppa nella direzione e nel senso del vento (moto ondoso). Pertanto diventa essenziale in uno studio costiero conoscere il campo di azione delle masse d'aria ovvero dello stato del tempo in quella determinata area. Tale stato, variando sensibilmente per caratteristiche locali, viene ritenuto utile solo se registrato in stazioni meteorologiche costiere vicine all'area presa in considerazione. Ovviamente l'analisi ed interpretazione dei dati anemometrici per essere statisticamente valida deve comprendere osservazioni giornaliere regolari estese al maggior numero di anni possibile (serie storiche). Nella fattispecie, in considerazione del tratto litoraneo da indagare generalmente si utilizzano i dati registrati presso la stazione dell'I.T.A.V. di Crotona – Isola di Capo Rizzato posto ad un'altezza di 171 m s.l.m., nonché quelli di altri uffici pubblici e di strutture di ricerca operanti sul territorio.

Il litorale alto ionico è compreso in un settore di traversia ampio 80° (Figura 13) delimitato dalle direttrici tangenti Capo Santa Maria di Leuca (98°N) e Capo Spulico (178°N); esso può essere suddiviso in 8 sub-settori, ciascuno di ampiezza di 10°, per poter calcolare i fetch geografici definiti come la distanza in miglia fra il paraggio e la costa più vicina. Tali distanze di mare libero suscettibili di essere sede di trasmissione di energia dal vento al mare, presentano un massimo di circa 1500 m.n. in corrispondenza della direttrice 132° che è molto prossima alla bisettrice dell'angolo al centro del settore di traversia suddetto. Il tratto costiero oggetto del presente studio è contraddistinto da un settore di traversia geografico delimitato dalle coste ioniche della Calabria a sud e della Puglia a nord (Figura 13).

Ponendosi in corrispondenza della foce del fiume Cavone (che rappresenta all'incirca il punto medio del tratto costiero suddetto), il paraggio è esposto al mare aperto per un limitato settore di traversia, da 109°

(Capo S. Maria di Leuca) sino a 159° (P.ta Alice) e si affaccia sul Mare Mediterraneo sino alle coste della Libia e dell'Egitto (distanti oltre 1000 km). Per una preliminare analisi dell'esposizione del sito agli eventi di moto ondoso è necessario valutare, le porzioni di mare coinvolte dai fenomeni di generazione del moto ondoso. La determinazione del settore di traversia è stata effettuata utilizzando la carta nautica 350 INT 302 dell'Istituto Idrografico della Marina, in scala 1:2.250.000 e denominata "MARE MEDITERRANEO BACINO ORIENTALE. ". Su tale carta sono stati inizialmente tracciati, ogni cinque gradi e per un angolo complessivo di 360°, i fetch geografici, i cui moduli sono riportati nella tabella seguente.

Angolo	Fetch	Angolo	Fetch	Angolo	Fetch
[grado]	[km]	[grado]	[km]	[grado]	[km]
25	23	165	93	305	0
30	31	170	85	310	0
35	37	175	79	315	0
40	42	180	70	320	0
45	45	185	71	325	0
50	46	190	72	330	0
55	49	195	70	335	0
60	55	200	62	340	0
65	50	205	0	345	0
70	53	210	0	350	0
75	53	215	0	355	0
80	60	220	0	360	0
85	84	225	0	5	0
90	100	230	0	10	0
95	106	235	0	15	0
100	110	240	0	20	0
105	113	245	0		
110	352	250	0		
115	380	255	0		
120	467	260	0		
125	388	265	0		
130	556	270	0		
135	1375	275	0		
140	1223	280	0		
145	1067	285	0		
150	923	290	0		
155	899	295	0		
160	911	300	0		

**Tabella 6: Fetch efficaci.**

Il settore di traversia è stato ulteriormente ampliato per considerare anche le mareggiate che ricadono al di fuori del settore, dove i fetch non sono ancora nulli. Tale ampliamento è effettuato anche perché generalmente un flutto, proveniente dal largo, muta la propria direzione a causa della configurazione batimetrica del paraggio sul quale giunge.

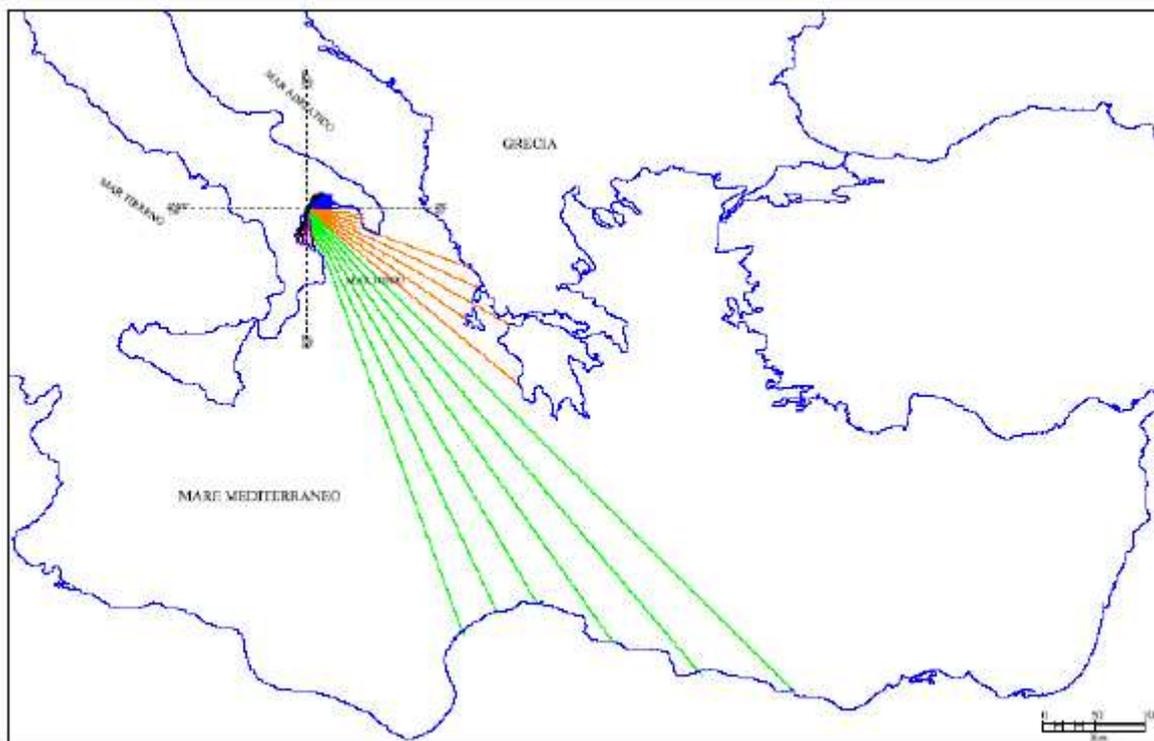


Figura 13: Settore di traversia in cui è compreso il litorale ionico lucano. Esso è ampio 80° delimitato dalle direttrici tangenti Capo Santa Maria di Leuca (98°N) e Capo Spulico (178°N).

Per completare l'inquadramento geografico del paraggio è necessario determinare i valori dei fetch efficaci sulla base dei fetch geografici individuati. Il valore del fetch efficace relativo ad una determinata direzione è funzione dei valori dei fetch geografici associati alle direzioni contigue a quella considerata; in questo modo i fetch efficaci consentono di tener conto del fatto che il moto ondoso viene generato non solo nella direzione lungo la quale spira il vento ma anche in tutte le direzioni comprese in un settore di  $\pm 90^\circ$  rispetto alla direzione media di azione del vento. Di conseguenza la lunghezza dei fetch efficaci risulta essere diversa da quella dei fetch geografici. Il calcolo dei fetch efficaci può essere condotto in base alla formula di Saville:

$$F_{eff,w} = \frac{\sum_{\phi_i = \phi_w - \theta}^{\phi_w + \theta} F_i \cos^{n+1}(\phi_i - \phi_w)}{\sum_{\phi_i = \phi_w - \theta}^{\phi_w + \theta} \cos^n(\phi_i - \phi_w)}$$

dove :

**$F_{eff,w}$** : lunghezza del fetch efficace relativa alla direzione  $\Phi_i$ ;

**$F_i$** : lunghezza del fetch geografico relativa alla direzione  $i$ -esima;

**$\Phi_w$** : direzione media (riferita al nord geografico) di possibile provenienza del vento responsabile del fenomeno di generazione del moto ondoso lungo la traversia

**$\theta$** : ampiezza del settore di possibile provenienza del moto ondoso ( $\theta=45^\circ$ );

**$n$** : termine esponenziale definito in funzione della legge di distribuzione direzionale degli spettri di moto ondoso che caratterizzano il sito in esame ( $n=3$ )

Lo studio anemometrico condotto ha evidenziato che i venti di maggiore intensità e durata rientrano nel settore di traversia, anche se si deve ritenere che quelli forieri di intense agitazioni ondose e pertanto gravosi per i loro effetti sul litorale siano i venti provenienti da SE e SSE. Da rilevare inoltre che anche i venti provenienti da S e SSW possono generare localmente onde di notevole contenuto energetico.

I risultati ottenuti con i metodi di previsione delle caratteristiche dell'onda significativa sulla base delle caratteristiche anemologiche prima espone hanno consentito di valutare l'energia del moto ondoso provenienti dalle direzioni comprese nel settore di traversia, e pertanto di determinare la velocità e direzione del trasporto longitudinale. Attraverso l'analisi dei valori della frequenza di apparizione dell'onda nonché delle caratteristiche del moto ondoso sotto costa (altezza, periodo, ed angolo di incidenza) inoltre tali studi hanno evidenziato che ai fini del trasporto solido è maggiore l'influenza del moto ondoso provenienti da SE e SSE di quelli provenienti da ESE, pertanto, pur essendo diversa da zona a zona la velocità del trasporto, si deduce che il verso prevalente del movimento dei materiali è diretto verso NE (Benassai et al., 1976). Tale direzione di spostamento dei sedimenti verso NE è perfettamente in accordo con quanto emerso dall'analisi petrografica delle sabbie del litorale (Cocco et al., 1975) e dai sea bed drifters (Cocco, 1982).

Allo scopo di valutare l'entità dell'arretramento del litorale ionico lucano avvenuto durante gli ultimi anni sono state realizzate diverse campagne di rilevamento topografico, volte soprattutto allo studio dei caratteri geomorfologici della zona in studio, con particolare riguardo allo stato della spiaggia e delle dune costiere attuali. Le variazioni morfologiche della linea di costa nel tratto di interesse sono state valutate sulla base del confronto di foto aeree e riguardano gli anni che vanno dal 1955 al 2003. Successivamente anche in relazione agli interventi di ripascimento realizzati sono stati utilizzati sistemi GPS - RTK.



**Figura 14: Caposaldo di Metaponto Lido.**

Durante tali campagne sono stati realizzati profili topografici della spiaggia emersa e batimetrici della spiaggia sommersa in corrispondenza delle foci dei fiumi Sinni, Agri, Cavone, Basento e Bradano, per lo studio delle caratteristiche topografiche e morfologiche del tratto di litorale esaminato.

Durante le campagne del 2005-2006, in corrispondenza dei tratti interessati sono stati prelevati campioni di sabbia su cui sono state realizzate le analisi granulometriche in laboratorio, per lo studio delle caratteristiche tessiture dei sedimenti stessi; il prelievo dei campioni è stato esteso anche ad altri tratti della costa sino ad identificare n.20 transetti (T1-T20).

Inoltre, nel corso di tali ultimi studi sono state determinate le granulometrie della spiaggia sommersa sino ad una batimetrica di -10 m nei transetti denominati T2 e T3 localizzati nell'area di Metaponto.

Codice Transetto	Profondità metri	Coordinate Gauss-Boaga		Latitudine Nord	Longitudine Est
		X	Y		
T1 -10	-10	2678569,6488	4471540,2748	40° 22' 43,2391"	16° 52' 04,3596"
T1 -20	-20	2679500,7037	4471154,9050	40° 22' 30,0875"	16° 52' 43,4723"
T1 -30	-30	2679738,0222	4471058,7420	40° 22' 26,8117"	16° 52' 53,4728"
T1 -50	-50	2679982,9834	4470951,5961	40° 22' 23,1749"	16° 53' 03,7173"
T1 -100	-100	2680150,0480	4470883,4451	40° 22' 20,8546"	16° 53' 10,7759"
T2 -10	-10	2677388,8126	4469988,9468	40° 21' 53,7364"	16° 51' 12,9234"
T2 -20	-20	2678638,6026	4469186,1829	40° 21' 26,8869"	16° 52' 05,1764"
T2 -30	-30	2678954,9266	4468987,8164	40° 21' 20,2198"	16° 52' 18,3874"
T2 -50	-50	2679241,1342	4468804,2266	40° 21' 14,0908"	16° 52' 30,3834"
T2 -100	-100	2679458,2193	4468661,6508	40° 21' 09,3062"	16° 52' 39,4490"
T3 -10	-10	2676436,5896	4468249,2891	40° 20' 58,0106"	16° 50' 31,0458"
T3 -20	-20	2677899,2328	4467366,6585	40° 20' 28,3959"	16° 51' 32,2429"
T3 -30	-30	2678316,6944	4467121,2415	40° 20' 20,1697"	16° 51' 49,6892"
T3 -50	-50	2678679,9200	4466893,4020	40° 20' 12,5309"	16° 52' 04,8621"
T3 -100	-100	2679068,8576	4466666,2112	40° 20' 04,9062"	16° 52' 21,1362"
T4 -10	-10	2675577,1079	4466545,3256	40° 20' 03,3522"	16° 49' 53,1576"
T4 -20	-20	2677105,1905	4465620,6535	40° 19' 32,3377"	16° 50' 57,0618"
T4 -30	-30	2677395,9484	4465455,1250	40° 19' 26,7925"	16° 51' 09,1978"
T4 -50	-50	2677809,4581	4465218,6228	40° 19' 18,8288"	16° 51' 26,5206"
T4 -100	-100	2677986,1212	4465108,2705	40° 19' 15,1427"	16° 51' 33,9186"
T5 -10	-10	2674483,5407	4465001,6066	40° 19' 14,0331"	16° 49' 05,4739"
T5 -20	-20	2676049,5835	4463968,8304	40° 18' 39,4995"	16° 50' 10,8860"
T5 -30	-30	2676462,0940	4463686,0316	40° 18' 30,0801"	16° 50' 28,1255"
T5 -50	-50	2676940,1149	4463376,3360	40° 18' 19,7086"	16° 50' 48,0911"
T5 -100	-100	2677442,2455	4463044,3677	40° 18' 08,6066"	16° 51' 09,0516"
T6 -10	-10	2673274,8118	4463505,3298	40° 18' 26,3399"	16° 48' 12,9817"
T6 -20	-20	2675164,9841	4462193,8018	40° 17' 42,5541"	16° 49' 31,8623"
T6 -30	-30	2675642,1788	4461865,8386	40° 17' 31,6018"	16° 49' 51,8108"
T6 -50	-50	2676193,6767	4461486,1097	40° 17' 18,9462"	16° 50' 14,8028"
T6 -100	-100	2676570,7328	4461227,2549	40° 17' 10,2966"	16° 50' 30,5330"

Codice Transetto	Profondità metri	Coordinate Gauss-Boaga		Latitudine Nord	Longitudine Est
		X	Y		
T7 -10	-10	2672260,2904	4461879,6306	40° 17' 34,2975"	16° 47' 28,6540"
T7 -20	-20	2674304,6051	4460487,2580	40° 16' 47,8248"	16° 48' 53,9751"
T7 -30	-30	2674911,9707	4460055,5961	40° 16' 33,4170"	16° 49' 19,2901"
T7 -50	-50	2675487,5990	4459662,3307	40° 16' 20,2927"	16° 49' 43,3242"
T7 -100	-100	2676219,8119	4459153,1044	40° 16' 03,3020"	16° 50' 13,8555"
T8 -10	-10	2671681,8369	4460148,4494	40° 16' 38,5626"	16° 47' 02,6671"
T8 -20	-20	2673713,9948	4458986,8812	40° 15' 59,5591"	16° 48' 27,6650"
T8 -30	-30	2674399,0711	4458602,3060	40° 15' 46,6565"	16° 48' 56,3611"
T8 -50	-50	2675150,7418	4458168,3907	40° 15' 32,0878"	16° 49' 27,7609"
T8 -100	-100	2675728,1397	4457850,9312	40° 15' 21,3930"	16° 49' 51,9388"
T9 -10	-10	2670952,0675	4458639,1215	40° 15' 50,1197"	16° 46' 30,5335"
T9 -20	-20	2673389,8822	4457688,5257	40° 15' 17,6962"	16° 48' 12,8367"
T9 -30	-30	2673946,1365	4457455,5891	40° 15' 09,7750"	16° 48' 36,2016"
T9 -50	-50	2674311,8119	4457318,1445	40° 15' 05,0920"	16° 48' 51,5253"
T9 -100	-100	2674762,4088	4457134,9010	40° 14' 58,8277"	16° 49' 10,4459"
T10 -10	-10	2670116,3812	4456928,2431	40° 14' 55,1947"	16° 45' 53,7158"
T10 -20	-20	2672900,7783	4455799,4201	40° 14' 16,7825"	16° 47' 50,5270"
T10 -30	-30	2673560,2103	4455523,5338	40° 14' 07,4008"	16° 48' 18,2066"
T10 -50	-50	2674280,9848	4455232,3204	40° 13' 57,4913"	16° 48' 48,4087"
T10 -100	-100	2675032,4305	4454941,1071	40° 13' 47,5583"	16° 49' 19,9617"

Tabella 7: Punto ubicazione transetti in funzione delle batimetrie – in azzurro i transetti relativi alla località Metaponto.



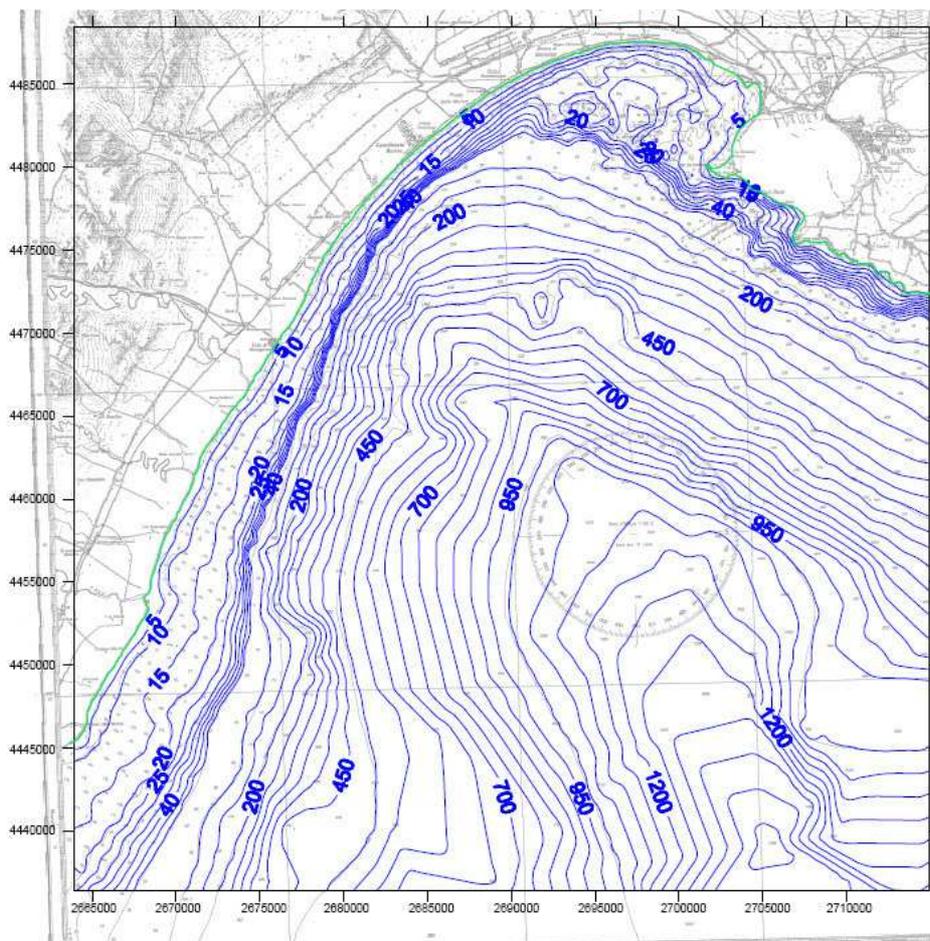


Figura 16: Carta batimetrica

### 3.10. Morfologia e strutture sedimentarie del sistema spiaggia-duna lungo il litorale ionico

Le indagini effettuate durante queste campagne di rilevamento, unitamente all'analisi delle carte topografiche dell'I.G.M. in scala 1:50.000 (Edizione 1976) relative a questo tratto del litorale ionico della Basilicata (Foglio 492-Ginosa e Foglio 508-Policoro), mettono in evidenza che la zona in esame è caratterizzata da una piana alluvionale interna, compresa fra quote di 8 e 3 metri s.l.m. e limitata internamente dal bordo dell'ultimo terrazzo marino pleistocenico, e da una zona litorale esterna, caratterizzata, come già messo in evidenza da vari Autori, da un susseguirsi di cordoni dunali.

La piana interna è costituita principalmente da depositi alluvionali dai quali emergono a tratti dossi sabbiosi; in essa sono ben visibili, sia in campagna che sulle carte topografiche, le tracce di antichi alvei ora abbandonati dei fiumi Sinni, Agri, Cavone, Basento e Bradano. La zona litorale è formata da depositi sabbiosi costituenti più ordini di cordoni dunali paralleli alla costa cui si intercalano depressioni costiere, anch'esse allungate, sede in passato di stagni ed acquitrini oggi quasi tutti prosciugati e bonificati.

I cordoni più interni sono stati modificati dalle azioni erosive o parzialmente coperti dai successivi depositi alluvionali, cosicché oggi appaiono come piccoli dossi poco elevati. I cordoni più esterni, invece,

sono alti circa 2 metri e non sono coperti da depositi alluvionali, ma da vegetazione sia arborea che psammofila; essi presentano tracce evidenti di uno smantellamento ad opera del moto ondoso.

Durante le tre campagne di rilevamento, sono state osservate tutte le caratteristiche macroscopiche delle spiagge e dei cordoni dunali, ponendo particolare attenzione alle strutture sedimentarie del sistema spiaggia-duna, che erano evidenti in sezioni naturali prodotte sia dai corsi d'acqua che sfociano in mare tagliando la spiaggia sia dalle onde che in buona parte del litorale indagato stanno erodendo le spiagge stesse ed i cordoni dunali che le limitano verso l'entroterra. Le strutture sedimentarie delle spiagge hanno da sempre interessato i geologi, perciò sono numerosi in letteratura i lavori su questo argomento. Basta citare tra gli altri i lavori di Thomson (1937), McKee (1957), Clifton (1968), Davis et al. (1972), Reineck & Singh (1975), Ricci Lucchi (1980). In tutti questi lavori è stato messo in evidenza come il corpo sedimentario che costituisce una spiaggia viene continuamente rimaneggiato dalle onde e marginalmente dal vento. Anche la stragrande maggioranza delle strutture sedimentarie che in esso si trovano sono prodotte dalle onde o dai moti dell'acqua derivanti da esse (flutto montante, risacca, correnti, ecc.). Questi moti dell'acqua hanno due modi per lasciare traccia della loro azione: possono erodere o depositare del materiale.

Le principali strutture derivanti da processi deposizionali sono le lamine, mentre quelle dovute all'erosione sono superfici piane o curve, variamente orientate e secanti le lamine. Le lamine si distinguono l'una dall'altra per la composizione (e quindi per il colore) e per la dimensione dei clasti che le costituiscono. Le lamine, che si distinguono per il colore, sono costituite in genere da minerali leggeri e frammenti di conchiglie se sono chiare, mentre quelle scure sono costituite prevalentemente da minerali pesanti. La dimensione dei clasti determina lo spessore delle lamine. Questo, infatti, può variare fra lo spessore di un solo clasto e quello di molti clasti sovrapposti; pertanto nelle spiagge sabbiose le lamine variano di spessore da una frazione di millimetro a un paio di centimetri o poco più, mentre nel caso delle spiagge ciottolose lo spessore può variare da 2 mm a qualche centimetro, ma può raggiungere anche spessori decimetrici o più se costituite da molti ciottoli sovrapposti (in questo caso si può parlare di strato più che di lamina).

L'assetto e l'estensione laterale delle lamine e degli strati è anch'essa molto variabile e dipende dalla superficie sulla quale si depositano che è sempre quella della spiaggia, con tutte le sue variazioni di forma dovute all'azione delle onde e del vento. Per questo motivo, su spiagge rettilinee e piane, le lamine, debolmente inclinate verso mare, si possono seguire per decine di metri parallelamente alla costa e per qualche metro in senso trasversale. Nel caso di spiagge cuspidate, le lamine non sono estese più di qualche metro sia in senso parallelo che trasversale alla costa.

Sotto l'effetto di onde distruttive (di burrasca) la spiaggia assume una forma piatta a pendenza appena percettibile o di pochi gradi verso mare. Su questa superficie, col diminuire dell'energia delle onde può depositarsi del sedimento presso il punto più alto raggiunto dai flutti originando una superficie, concava verso l'alto sempre immergente verso mare e progressivamente più ripida da mare verso il retroterra.

I successivi moti ondosi più moderati riescono a spingere i flutti solo fino ad una certa altezza della spiaggia di burrasca, dove formano una berma nella quale le lamine tendono ad essere più spesse verso il limite estremo raggiunto dai flutti, generando una superficie di battigia (swash zone) concava verso l'alto che condiziona la forma delle lamine che si depongono su di essa. Siccome possono formarsi vari ordini di berma in corrispondenza dei vari livelli raggiunti dal moto ondoso, si formeranno sistemi di lamine sovrapposte e incassati gli uni negli altri. L'inclinazione di tali lamine dipenderà dalla granulometria dei sedimenti che le compongono. Poiché la pendenza della battigia cambia col variare dell'energia delle onde,

che provocano alternanze di erosione ed accumulo, la stratificazione della swash zone è cuneiforme a basso angolo, con inclinazione prevalente verso mare ed è stabile, anche se si forma al pelo dell'acqua. L'alto potenziale di conservazione ne fa la più tipica struttura di spiaggia.

Con l'arrivo di nuove onde di burrasca, i flutti riescono a superare la cresta della berma precedentemente deposta ed accumulano dei sedimenti sul lato verso terra della cresta, formando una struttura a forma di barra (ridge), con lamine debolmente curve, a concavità verso il basso o piane, immerse verso terra. Alle spalle delle creste delle berme si formano lievi depressioni (runnels) nelle quali si accumulano sabbie ricche di matrice fine o addirittura siltoso-argillosa secondo lamine orizzontali o appena concave verso l'alto, che possono disseccarsi e presentare una fratturazione poligonale. Un'altra comune struttura sedimentaria è la stratificazione incrociata ad alto angolo immergente verso terra, formata dalla migrazione di ridges e runnels che è simile a quella che si forma per la migrazione delle sand waves sotto l'influenza di un flusso unidirezionale.

Questo schema di distribuzione delle strutture sedimentarie vale in genere indipendentemente dalle dimensioni degli elementi coinvolti, anche se cambiano alcuni particolari importanti a seconda che ci troviamo in spiagge sabbiose, ciottolose o miste.

Nelle spiagge ciottolose le lamine sono spesse al minimo alcuni centimetri, per cui si parla di strati, e hanno limiti poco definiti, proprio per la grossolanità del materiale che le costituiscono; la laminazione o stratificazione, pertanto, è ben visibile solo da lontano. Gli strati depositati da onde costruttive contengono ciottoli embriciati con immersione verso mare; durante eventi di tempesta i flutti che riescono a superare la cresta della berma depositano materiale alle spalle di essa formando lamine con un'inclinazione verso terra molto accentuata, e i ciottoli che le costituiscono sono ancora embriciati ma presentano immersione verso mare, cioè contraria all'immersione delle lamine.

Nelle spiagge miste si hanno alternanze di lamine sabbiose con strati ciottolosi, i cui limiti sono ben visibili proprio grazie al contrasto di tessitura. Spesso lamine molto estese di ciottoli o ciottolini affiancati l'uno all'altro sottolineano superfici di erosione dovute ad onde distruttive oppure superfici deposizionali sul lato verso terra della berma di spiaggia quando viene scavalcata dai flutti.

Il termine di passaggio alle spiagge ciottolose è dato da sottili livelli sabbiosi intercalati alle ghiaie, mentre il passaggio alle spiagge sabbiose è dato da distese di ciottoli e ciottolini sparsi sulla sabbia.

In una spiaggia sabbiosa, le lamine sono praticamente sempre presenti e sono sensibilmente pianoparallele se deposte dopo una burrasca. Esse risultano orizzontali in una sezione parallela alla costa mentre appaiono appena percettibilmente inclinate verso mare in una sezione ortogonale alla precedente. Sopra le lamine piane vengono depositi, da onde costruttive, pacchi di lamine curve con concavità verso l'alto. Le lamine curve hanno un'inclinazione che aumenta procedendo verso mare e sono separate dalle sottostanti da superfici erosive. In questo tipo di spiaggia sono frequenti, in sezioni parallele alla costa, pacchi di lamine arcuate con concavità verso l'alto ed inclinate in varie direzioni. Essi sono dovuti ad onde di più alta energia che modellano la spiaggia secondo ondulazioni successive trasversali al pendio della stessa spiaggia.

Nella spiaggia sommersa, le onde normali esercitano sul fondo una pressione tangenziale formando dune e megaripples, la cui migrazione forma una stratificazione incrociata, a scala da media a grande. Questo è il tipo di stratificazione dominante nei truogoli lungo costa e nei canali delle rip currents; mentre

sulle creste e sul lato mare delle longshore bars il moto oscillatorio normale alla costa forma una stratificazione orizzontale all'incirca planare.

L'upper shoreface (definita come la parte della spiaggia sommersa che va dal limite medio di bassa marea alla barra più esterna) generalmente viene erosa durante i periodi di bassa energia delle onde, quando la sabbia viene trasportata verso terra; durante i periodi di alta energia delle onde, al contrario, la sabbia dalle zone più interne viene depositata nell'upper shoreface. Tutto questo porta ad una migrazione alternativamente verso terra e verso mare delle longshore bars, e ad una diminuzione e poi aumento dell'ampiezza dei truogoli.

La migrazione di barre e truogoli porta alla formazione, sulle sabbie a stratificazione incrociata, di superfici di erosione all'incirca orizzontali. Nel lower shoreface (definita come la parte della spiaggia sommersa che va dalla barra più esterna al livello medio di base del moto ondoso), le onde formano ripples simmetrici ed asimmetrici, quando alla loro azione si sovrappone quella delle correnti. La migrazione di tali ripples porta ad una laminazione incrociata a piccola scala che si affianca ad una stratificazione planare inclinata verso mare con basso angolo. Durante le tempeste le barre litorali vengono spianate; passato l'acme, subentra la deposizione che è maggiore nel lower shoreface e nella zona di transizione, in quanto il materiale sospeso viene trasportato verso mare.

Gli strati di tempesta (storm layers) tendono pertanto a conservarsi nello shoreface inferiore (sia perché sono più spessi, sia perché l'azione delle onde normali risulta più debole) e ad essere cancellati e sostituiti dai megaripples nello shoreface superiore. Le sabbie di tempesta presentano queste strutture: laminazione piano-parallela con leggerissime discordanze e laminazione leggermente ed irregolarmente ondulata in set fusiformi, separati da superfici erosive anch'esse leggermente ed irregolarmente incurvate (hummocky - cross bedding; Reineck & Singh, 1975). Questi strati presentano depositi da lag alla base, costituiti da conchiglie e clasti di fango e sono ricoperti da ripples da onde. Ciò suggerisce che ognuno di questi depositi sia stato formato da un singolo evento di alta energia (tempeste). Un'altra caratteristica degli strati di tempesta è l'abbondanza di materiale vegetale e bioturbazione nella parte alta della sabbia, che suggerisce che tra i vari episodi di deposizione si hanno periodi di bassa sedimentazione.

Le strutture sedimentarie tipiche delle dune costiere, invece, sono dovute essenzialmente all'azione dei venti. La forma, l'altezza e l'estensione delle dune costiere dipendono dalla direzione dei venti dominanti, dal rifornimento di sabbia e dalla vegetazione. Normalmente le superfici dunali sono ricoperte da erbe e da pochi arbusti in grado di sopravvivere in questo ambiente ostile ed è proprio tale vegetazione che, formando una copertura per lo più discontinua rappresenta una specie di frangivento, in grado di intrappolare la sabbia proveniente dalla spiaggia e di impedire il suo avanzamento verso l'entroterra. In una fase successiva la vegetazione, se ricopre il suolo in modo continuo può arrestare completamente l'evoluzione della duna. La laminazione dei depositi di duna costiera è la tipica laminazione incrociata dovuta all'azione di deflazione da parte del vento sul lato sopravvento della duna e alla sua azione di deposito sul lato sottovento.

Durante le burrasche, in condizioni di alta marea e di livello del mare più elevato, la parte superiore di una spiaggia e la base di una barriera dunale vengono interessate dall'azione erosiva dei frangenti. La sottoescavazione delle dune fornisce sabbia alla risacca che la distribuisce su una vasta area della battigia, aumentandone la pendenza. Gran parte dell'energia dei frangenti, quindi, viene consumata nella risalita dell'acqua sulla battigia inclinata e l'azione erosiva sulle dune tende ad attenuarsi. Tra una burrasca ed un'altra la spiaggia riacquista le sue caratteristiche normali e si ricostituisce anche la base del cordone

anteriore, in tal modo le dune costiere rappresentano una barriera protettiva per le terre basse situate all'interno. Quando però l'azione erosiva da parte delle onde di burrasca è tale che il materiale asportato dalle dune non si depona sulla battigia ma viene allontanato verso il largo, si sviluppano intensi fenomeni di erosione della duna costiera che può essere del tutto smantellata e quindi l'azione del moto ondoso si risente anche nelle aree retrostanti la duna.

Gli intensi fenomeni erosivi che sono attualmente in corso lungo il litorale ionico della Basilicata compreso tra la foce del F. Sinni e quella del F. Bradano, hanno messo alla luce molte di queste strutture tipiche della spiaggia emersa e della duna. Partendo dalla foce del F. Sinni e procedendo verso nord, vengono descritte di seguito in dettaglio le osservazioni effettuate durante le campagne di rilevamento di maggio 2000 e maggio 2001 in corrispondenza dei cinque apparati di foce.

### **3.11. Variazioni morfologiche delle foci fluviali**

Il processo di georeferenziazione e sovrapposizione delle riprese aeree relative ai diversi anni, ha permesso non solo di condurre, come si è visto, uno studio sull'intera costa jonica in termini di erosione/avanzamento, ma ha reso possibile anche analizzare situazioni locali come quelle che si verificano in corrispondenza dello sbocco dei fiumi in mare, e di conseguenza valutare le radicali modificazioni nel suddetto tratto terminale e sull'area di litorale impostata su ciascun delta.

In particolare per ciascuno dei cinque fiumi jonici è stata studiata l'evoluzione morfologica della foce negli anni 1955-87-97-99-03 e i risultati ottenuti sono stati riportati su tavole dedicate. La Figura 17 (da Monitoraggio dell'erosione costiera e caratterizzazione quali-quantitativa dei sedimenti a mare – Il stralcio funzionale) mostra come le aree adiacenti alla foce del fiume Bradano (Figura 17) fossero in erosione già nel 1987, soprattutto l'area a S-SO della foce.

La foce del fiume Basento è apparentemente quella che presenta le minori modificazioni, almeno in termini di spostamento (Figura 18). Fino al 1987 si ha una notevole erosione della foce (circa 1.3 m/anno); questa tendenza rimane pressoché inalterata nel decennio successivo (1987-97), rallentando infine notevolmente nel periodo 1997-2003 (0.15 m/anno). Dalla Figura 19 relativa al fiume Cavone si evince un pronunciato protendimento soprattutto nella zona a N-NE nel periodo 55-87; tale tendenza sembra via via attenuarsi nei periodi successivi fino ad un apparente tasso di avanzamento annuo pari allo zero negli ultimi 6 anni.

Le modifiche più appariscenti riguardano la foce del fiume Agri (Figura 20). Dalle foto aeree, ma ancor più dalla sovrapposizione, risulta evidente come la foce si sia spostata dopo il 1955 verso Nord-Est a causa del taglio naturale del meandro da parte delle acque fluviali che si sono incanalate per un breve tratto lungo un antico corso d'acqua. L'entità di tale spostamento è di circa 1.5 Km nel periodo 1955-1987, mentre sembra stabilizzarsi dall'87 al 2003, dove comunque rimane evidente la forte tendenza all'erosione sia in sponda destra che sinistra. Allo stesso modo interessanti sono infine le modifiche sul litorale su cui è impostata la foce del fiume Sinni (Figura 21). Le due ampie falcature che nel 1955 si congiungevano alla foce del fiume e che costituivano il protendimento più marcato di tutto il litorale alto-ionico sono nel 1987 già del tutto scomparse. Anche per il fiume Sinni si assiste, come per il fiume Agri, ad uno spostamento verso Nord-Est della foce, che nel 1955 risultava quindi essere circa 1 Km più a sud rispetto alla posizione attuale.

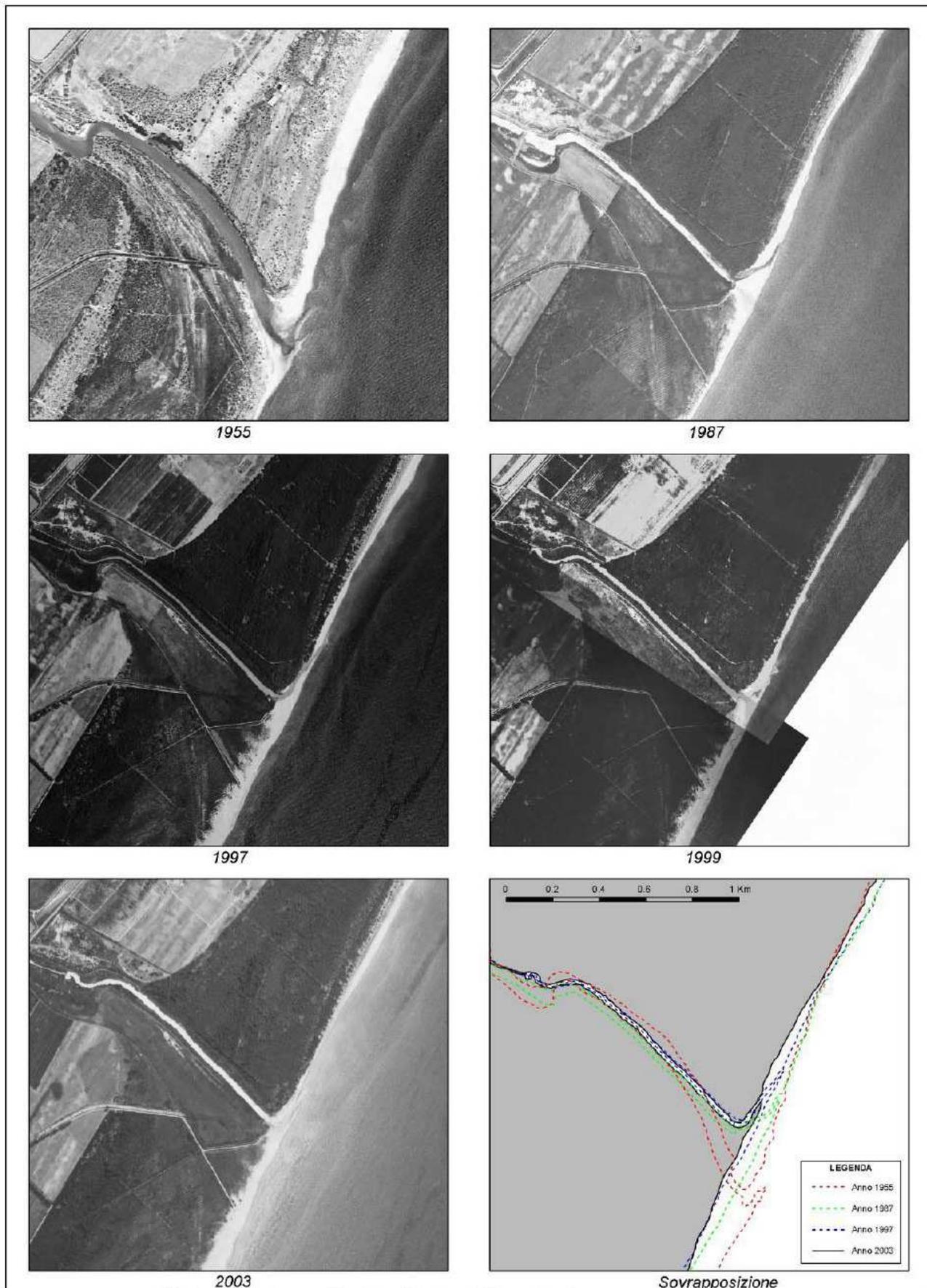
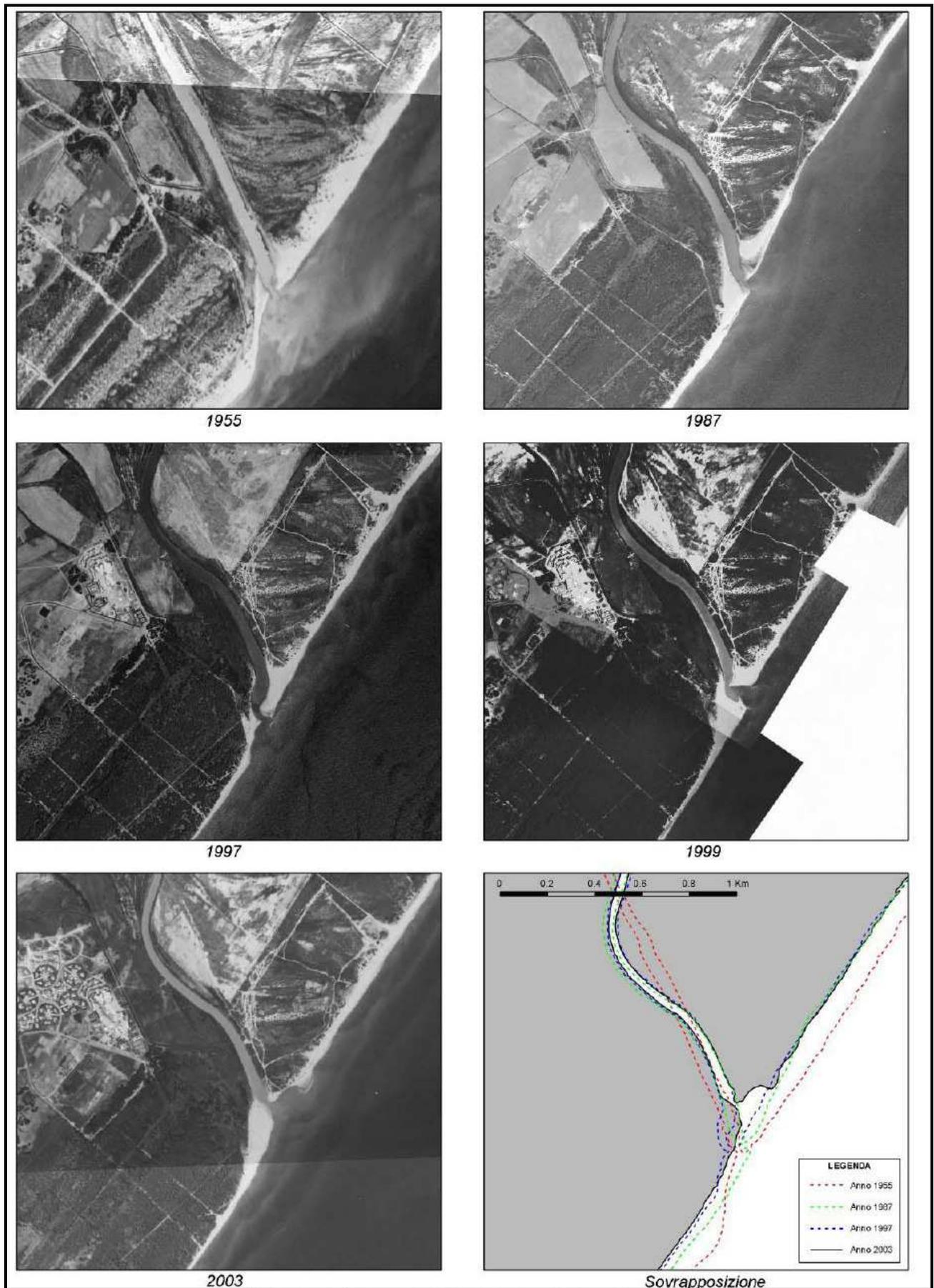


Figura 17: Variazioni morfologiche foce del Bradano



**Figura 18: Variazioni morfologiche foce del Basento**

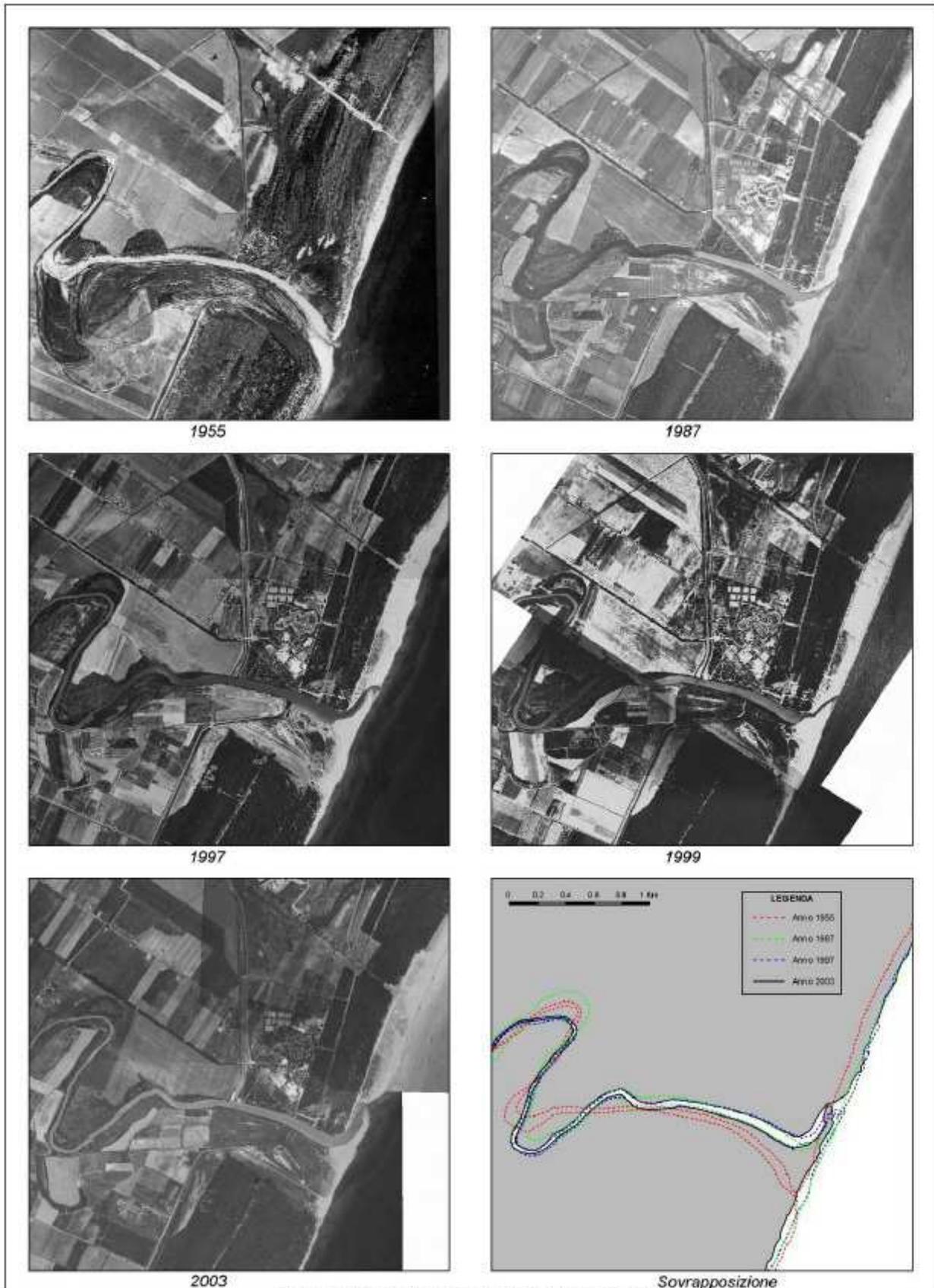


Figura 19: Variazioni morfologiche foce del Cavone.

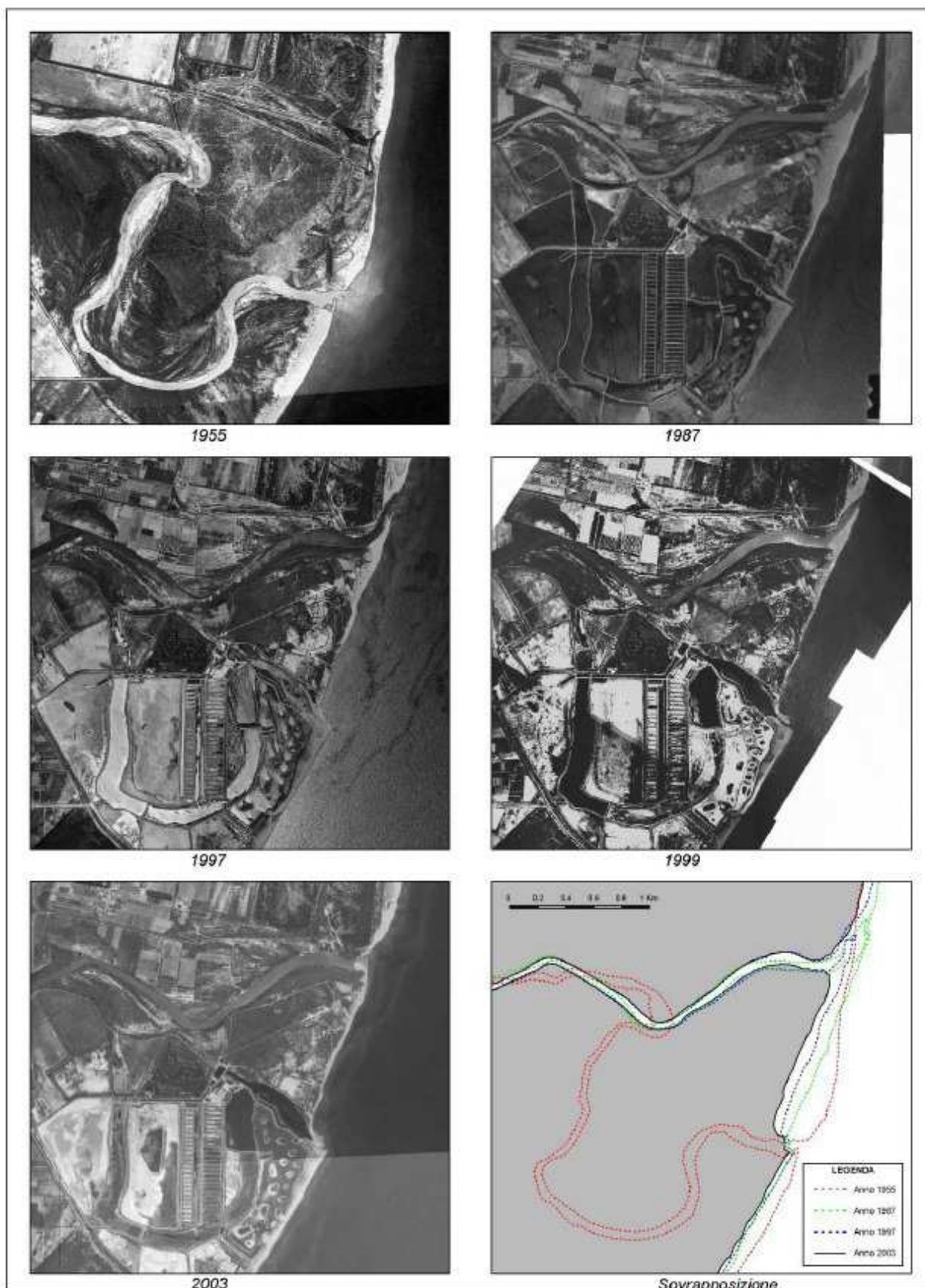


Figura 20: Variazioni morfologiche foce del Agri

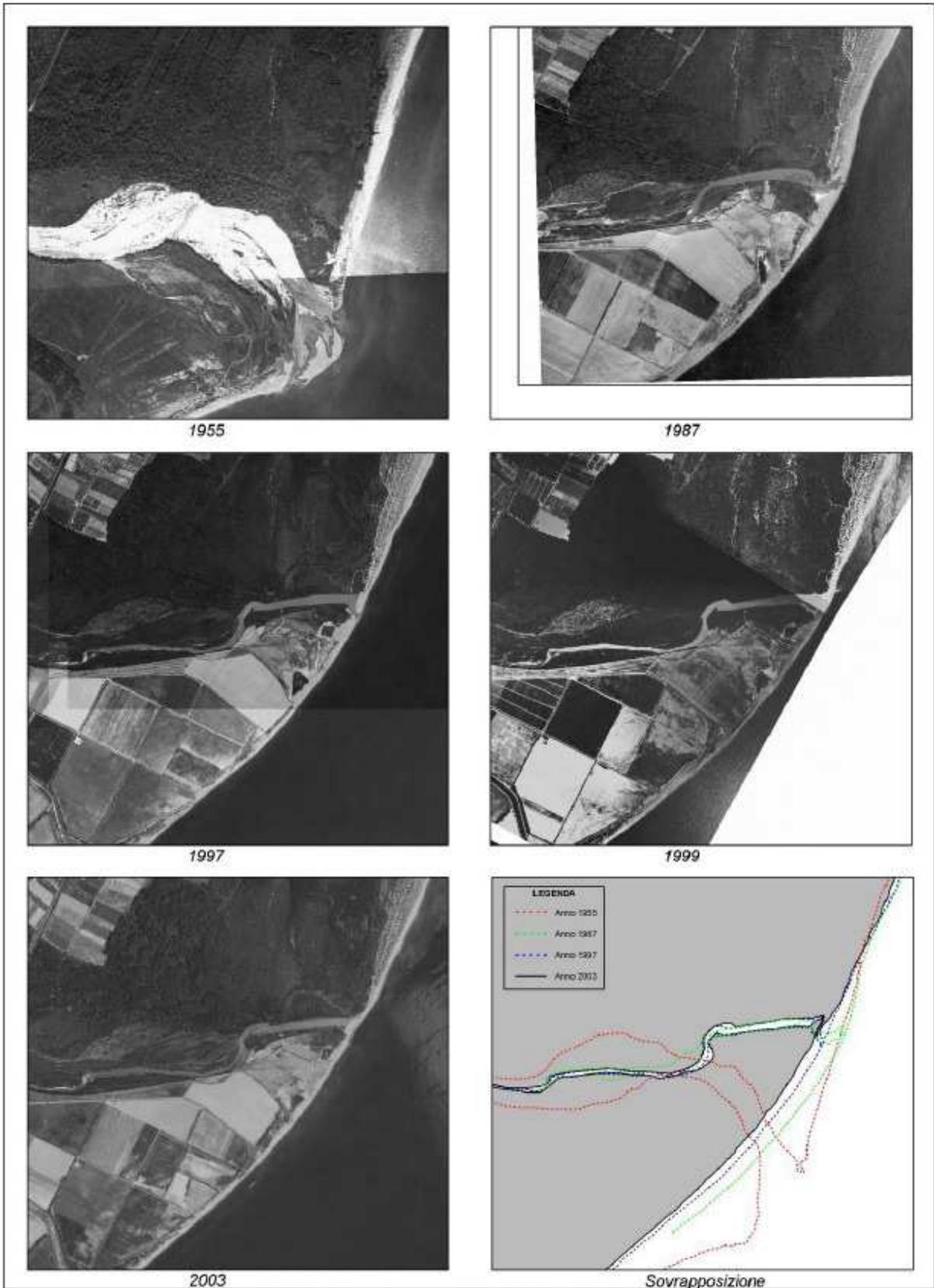


Figura 21: Variazioni morfologiche foce del Sinni

# 4. STUDI E INTERVENTI PREGRESSI REALIZZATI NELL'AREA

## 4.1. Rilievi batimetrici della spiaggia sommersa

Le campagne di rilievi batimetrici sono state eseguite lungo transetti perpendicolari alla costa in corrispondenza delle foci dei fiumi e in corrispondenza di quelli effettuati sulla spiaggia emersa. In particolare per ogni fiume sono stati previsti almeno tre transetti paralleli tra loro con interasse di circa 80 m e con lunghezza variabile da 400 m a 700 m in funzione dell'andamento del fondale. Per la prima campagna è stato utilizzato un motoscafo di lunghezza f.t. (fuori tutta) di 8.5 m e con un pescaggio di 70 cm per cui non ci si è potuti spingere a profondità minori di due metri. I rilievi successivi hanno visto l'impiego di un gommone, della lunghezza di 4 m, attrezzato in modo opportuno con il quale ci si è potuti spingere fino alla linea di spiaggia. Il sistema di acquisizione dati di profondità e di navigazione è rappresentato nelle figure seguenti (da Pescatore et al., 2001 b).

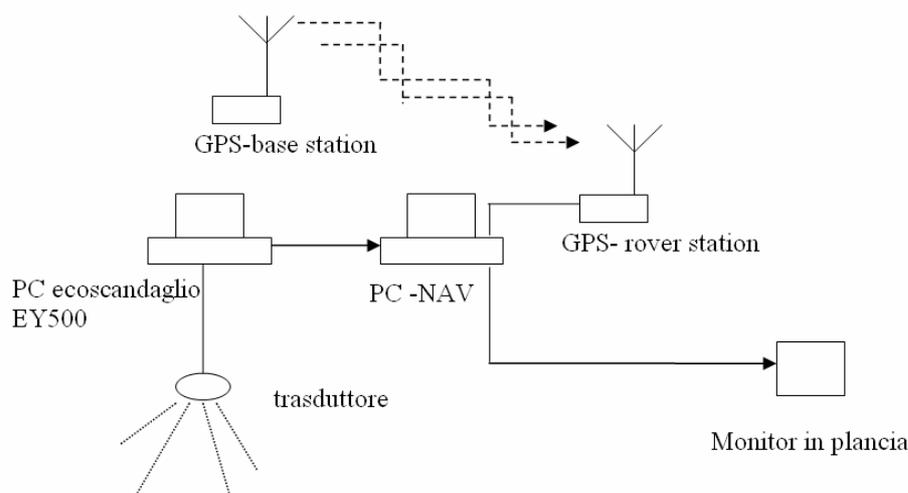


Figura 22: Sistema acquisizione dei dati di profondità e navigazione.

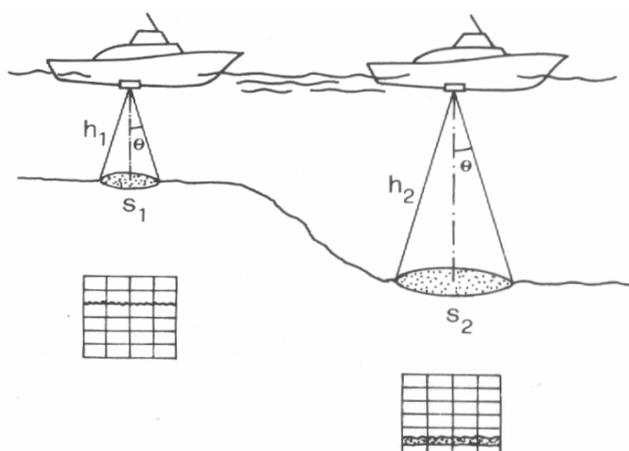


Figura 23: Area colpita dal segnale dell'ecoscandaglio con variazioni di profondità del fondale.

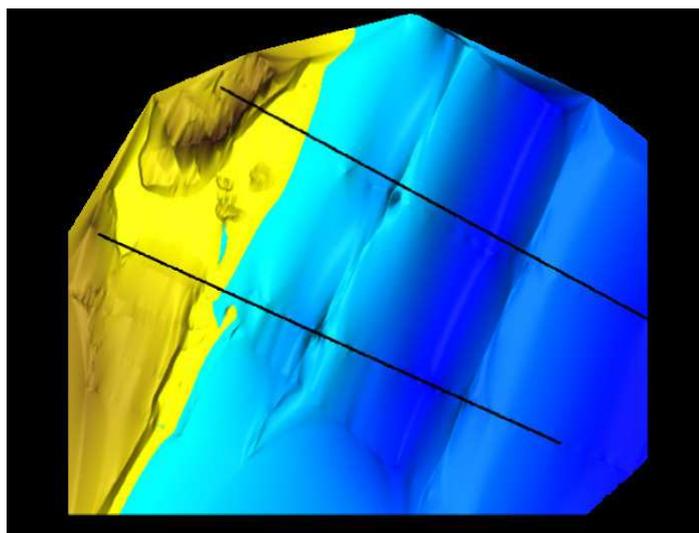
## 4.2. Costruzione del modello D.T.M.

Per lo studio delle variazioni morfologiche risulta fondamentale la costruzione di un modello digitale del terreno (D.T.M.). Le coordinate di tutti i punti di dettaglio rilevati, sia quelli sulla spiaggia emersa che sommersa, sono stati quindi dati come input in un software per la costruzione di un grid da cui possono essere derivati tutti gli elementi significativi come linee di livello, profili, sezioni, linee di massima pendenza, ecc. Il modello digitale del terreno è tanto più realistico quanto maggiore è il grado di dettaglio del rilievo, ma mentre il rilievo della spiaggia emersa è stato effettuato con una metodologia e con un grado di precisione adeguato anche per rappresentazioni a grandissima scala, quello relativo al fondo marino risulta carente dal punto di vista del grado di dettaglio essendo stato condotto per profili e non per maglie. Ciò si ripercuote anche sulla precisione del dato di profondità interpolato su profili che si discostano da quelli rilevati, e poiché risulta praticamente impossibile ripercorrere lo stesso profilo in rilievi successivi, se ne deduce che la determinazione delle variazioni altimetriche risente di tale incertezza. Nei rilievi effettuati si è utilizzato il software Surfer 7.0 della Golden per la costruzione del D.T.M. La maglia del grigliato scelta è di 1 metro, l'algoritmo utilizzato è stato quello del Kriging con un raggio di ricerca di 80 m in direzione parallela alla costa e 50 m in direzione perpendicolare in modo da ricostruire un andamento del fondale marino anche con dati distribuiti solo su profili perpendicolari alla costa. I risultati dei rilevamenti topografici realizzati nelle diverse campagne alla foce dei fiumi hanno permesso di ottenere una serie di punti quotati e quindi di ricostruire l'andamento delle isoipse della spiaggia emersa e delle linee batimetriche della spiaggia sommersa nei diversi periodi di indagine.

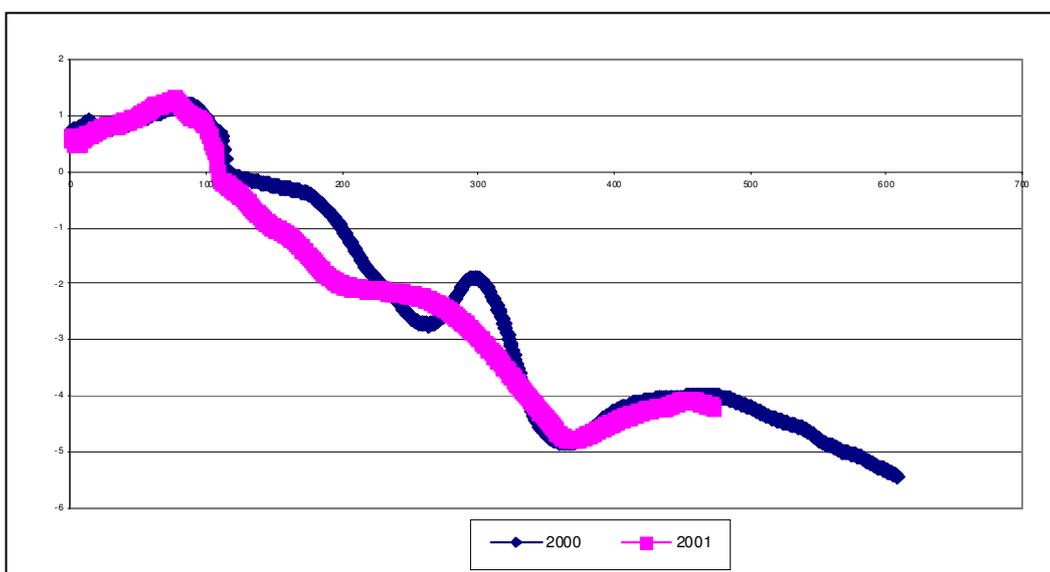
Si espone di seguito un'analisi sintetica delle caratteristiche morfologiche dei litorali adiacenti le foci dei fiumi Bradano e Basento, relativamente ai periodi di indagine del 2000, 2001 e del 2005, realizzata sulla base del D.T.M.

Analizzando con attenzione i modelli tridimensionali, si possono fare diverse osservazioni che concordano a pieno con quelle effettuate a vista durante i rilevamenti e con l'analisi dei profili trasversali alla linea di costa:

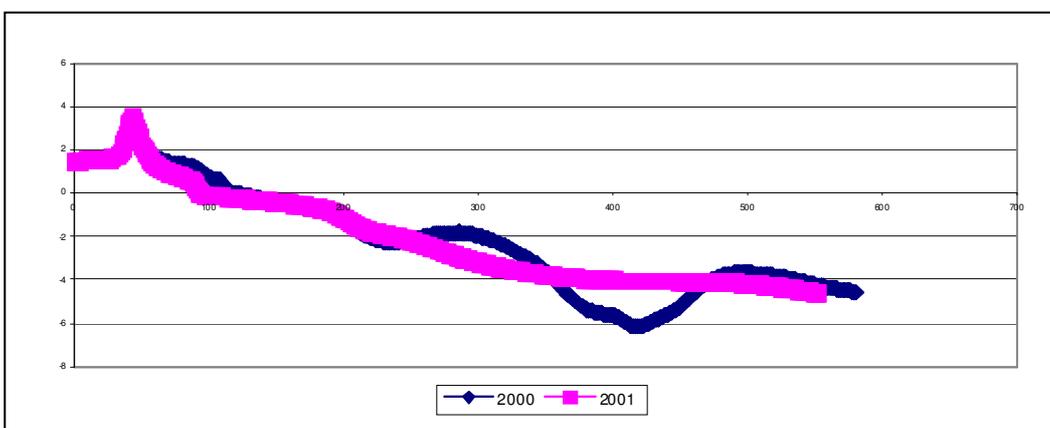
- 1) le foci dei fiumi presentano una deviazione verso nord, disponendosi quasi parallele alla linea di riva;
- 2) le spiagge emerse situate in corrispondenza del Fiumi Bradano e Basento sono caratterizzate da una minore pendenza rispetto a quella in corrispondenza del Sinni;
- 3) le spiagge più ampie sono quelle situate a cavallo delle foci del Cavone e dell'Agri, mentre l'ampiezza della spiaggia emersa diminuisce notevolmente sia nelle spiagge più meridionali (Foce Sinni) che in quelle più settentrionali (Foce Basento e Foce Bradano). In tutti i casi, comunque, le spiagge più ampie sono quelle situate in destra foce;
- 4) il profilo morfologico della spiaggia emersa e della duna è in più punti reso ripido dalla presenza di scarpate di erosione, incise ad opera sia del moto ondoso sia dei fiumi, che con il loro spostamento verso nord incidono profondamente le spiagge situate in sinistra orografica. Anche da queste immagini, si può notare che l'entità dell'erosione sia stata nettamente maggiore in corrispondenza dei fiumi Basento e Bradano, dove sono ben visibili le scarpate di erosione quasi verticali che caratterizzano sia la spiaggia emersa che la duna più esterna, soprattutto nelle zone in sinistra orografica.



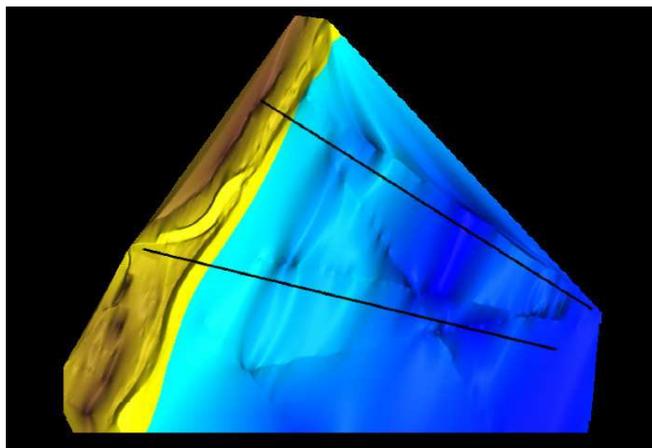
**Figura 24: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Basento: ubicazione dei profili sul D.T.M. di maggio 2000;**



**Figura 25: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Basento: destra foce;**



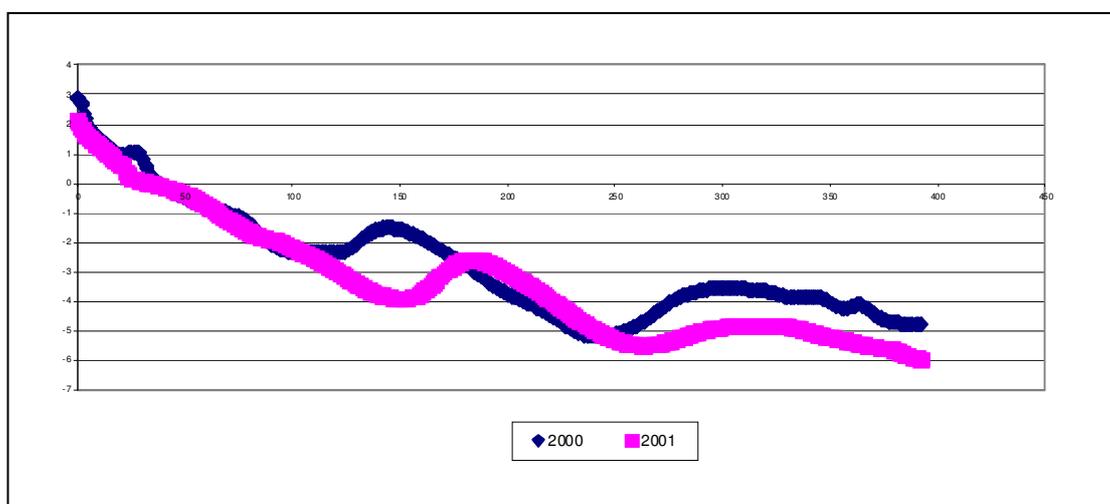
**Figura 26: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Basento: sinistra foce;**



**Figura 27: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Bradano: ubicazione dei profili sul D.T.M. di maggio 2000;**



**Figura 28: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Bradano: destra foce;**



**Figura 29: Profili trasversali alla linea di costa delle spiagge alla foce del Bradano: sinistra foce;**

Sito	Variazione della linea di costa
Destra Sinni	- 45 m
Sinistra Sinni	+ 5 m
Destra Agri	-37.5 m
Sinistra Agri	-15 m
Destra Cavone	-8.8 m
Sinistra Cavone	- 29.4 m
Destra Basento	-10 m
Sinistra Basento	- 7.5 m
Destra Bradano	+5.5 m
Sinistra Bradano	- 7.4 m

Tabella 8: Variazioni della linea di costa nelle aree indagate dal 2000 al 2001:  
i valori positivi indicano avanzamenti, quelli negativi indicano arretramenti.

Foce	Volume totale accumulato (m <sup>3</sup> )	Volume totale eroso (m <sup>3</sup> )	Volume netto (m <sup>3</sup> )
Sinni	106861	51090	55771
Agri	53852	76978	-23126
Cavone	45341	59656	-14315
Basento	37751	26128	11623
Bradano	10733	72979	-62246

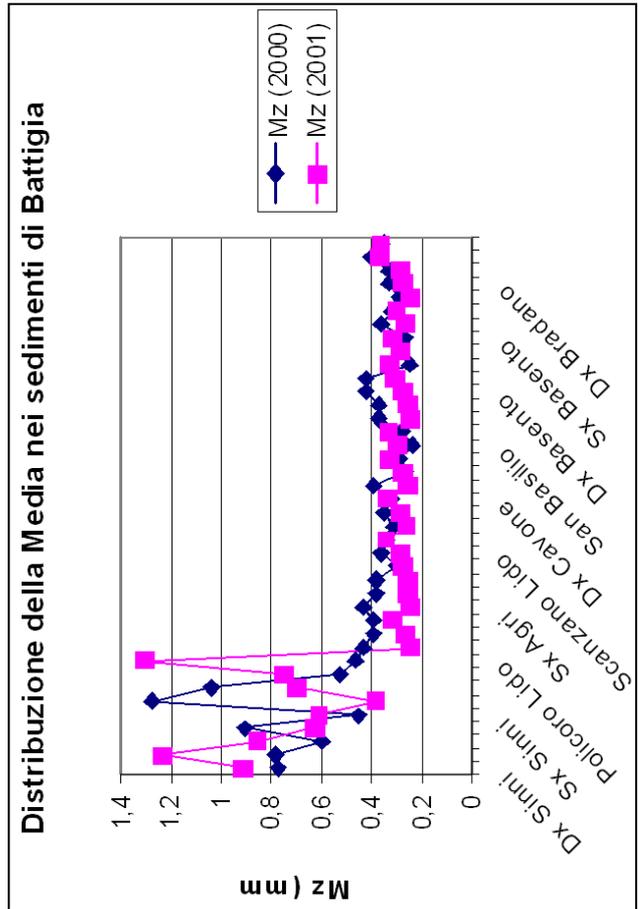
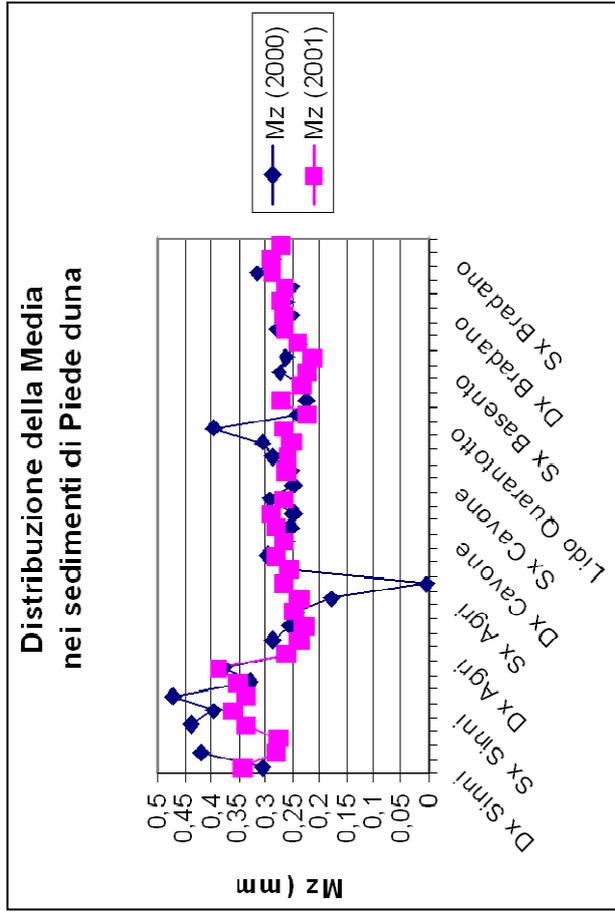
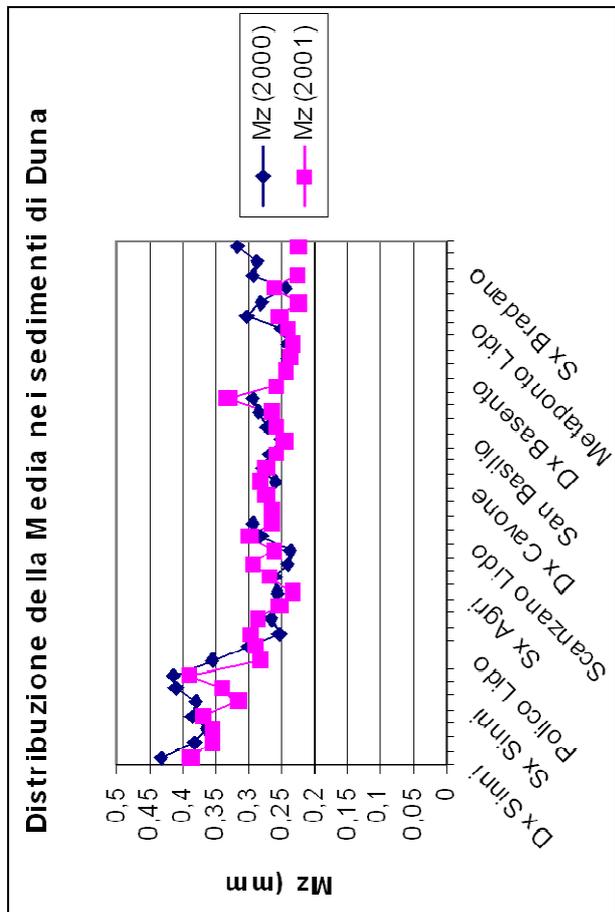
Tabella 9: Variazioni volumetriche delle spiagge nelle aree indagate dal 2000 al 2001  
calcolati con la formula di Simpson dai modelli DTM del 2000 e del 2001

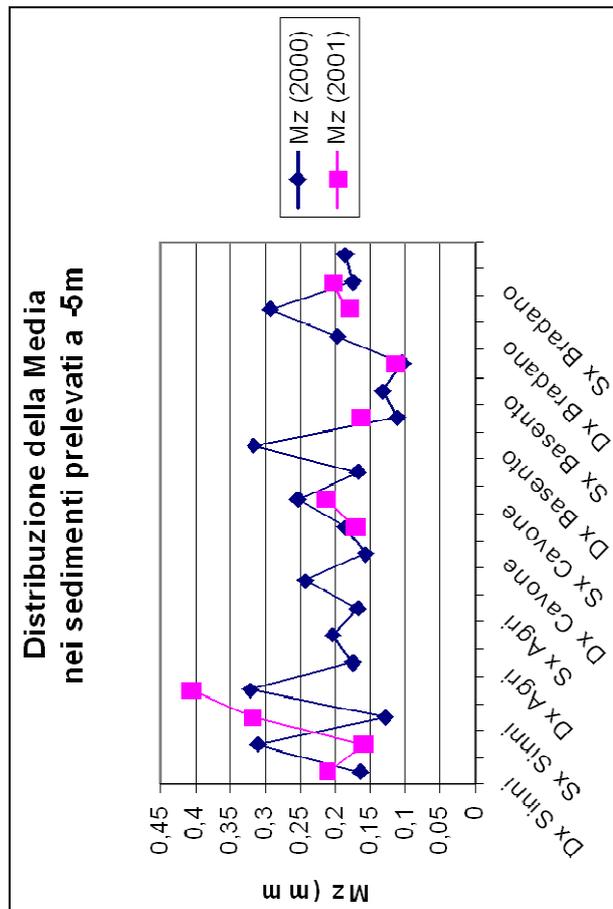
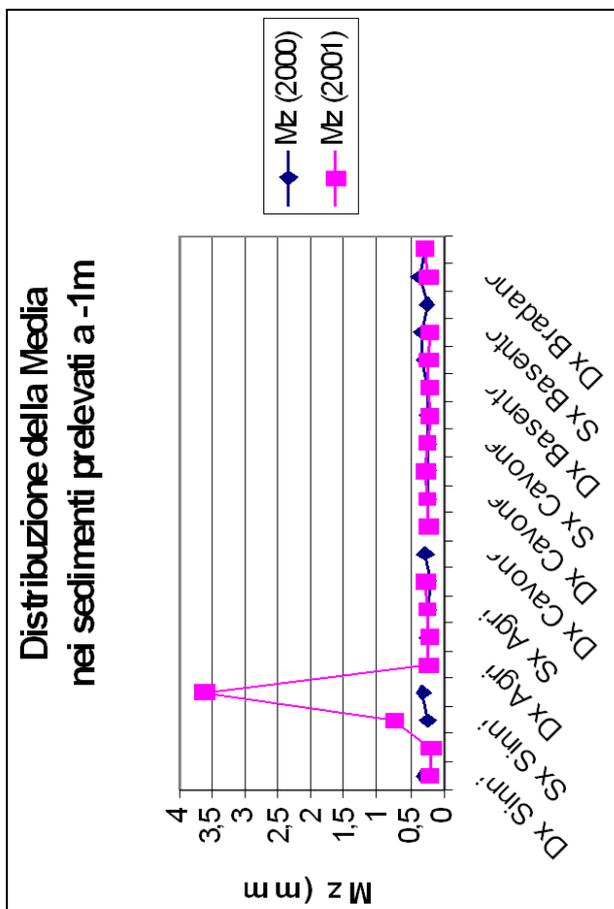
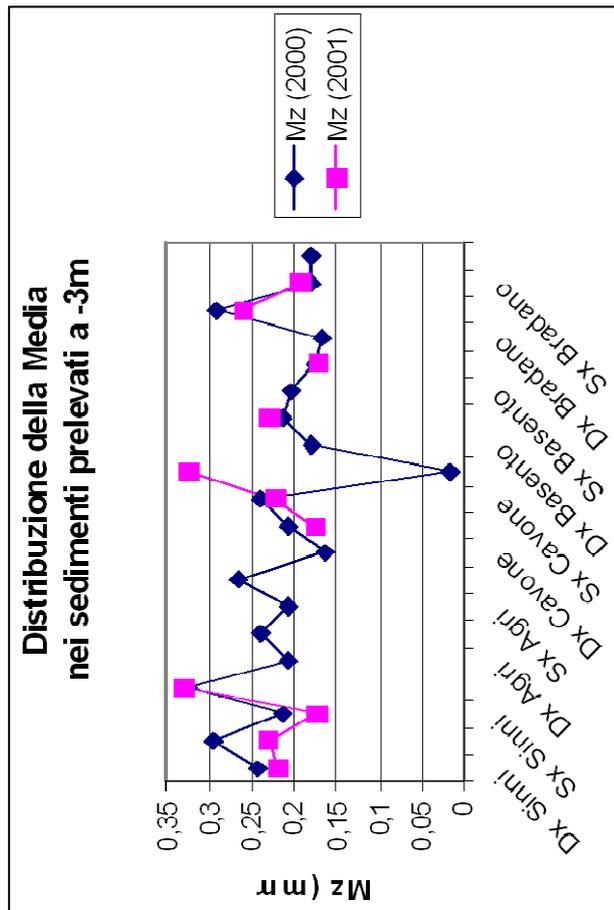
### 4.3. Caratterizzazione tessiturale dei sedimenti di spiaggia emersa e sommersa

Allo scopo di caratterizzare i sedimenti e di schematizzare la dinamica sedimentaria presente sia sulla spiaggia emersa che su quella sommersa sono stati prelevati una serie di campioni. I campioni sono stati prelevati dalla duna più esterna, dal piede della duna più esterna, dalla spiaggia emersa (+1 m, +0.5 m) e dalla battigia; in corrispondenza di alcuni profili sono stati, inoltre, prelevati campioni dalla spiaggia sommersa alle profondità di -1 m, -3 m e -5 m.

I dati derivanti dalle analisi granulometriche di tutti i campioni prelevati sono stati rappresentati mediante istogrammi e curve granulometriche cumulative, in scala logaritmico - probabilistica; sono stati calcolati, inoltre, i parametri ed indici statistici di Folk & Ward (1957).

Di seguito si riportano i grafici di distribuzione delle granulometrie determinate su campioni prelevati rispettivamente nel 2000 e 2001.





In sintesi si riporta l'andamento delle variazioni artificiali alle foci dei fiumi dal 1955 al 2003.

	VARIAZIONI SUPERFICIALI (mq)		
	1955-1987	1987-1997	1997-2003
zona foce Sinni	-110033	-252864	-97680
zona foce Agri	-100231	-79881	-109270
zona foce Cavone	167262	18815	-74386
zona foce Basento	-201966	-61042	-3953
zona foce Bradano	-144571	-131556	-36707

Tabella 10: Variazioni superficiali delle foci dei fiumi dal 1955 al 2003

	VARIAZIONI LINEARI					
	1955-1987		1987-1997		1997-2003	
	max	medio	max	medio	max	medio
zona foce Sinni	-350	-43	-124	-79	-61	-31
zona foce Agri	-159	-19	-95	-15	-98	-21
zona foce Cavone	-30	32	-16	4	-68	-14
zona foce Basento	-130	-44	-71	-13	-20	-1
zona foce Bradano	-122	-45	-76	-41	-28	-11

Tabella 11: Variazioni lineari delle foci dei fiumi dei periodi 1955-1987, 1987-1997 e 1997-2003.

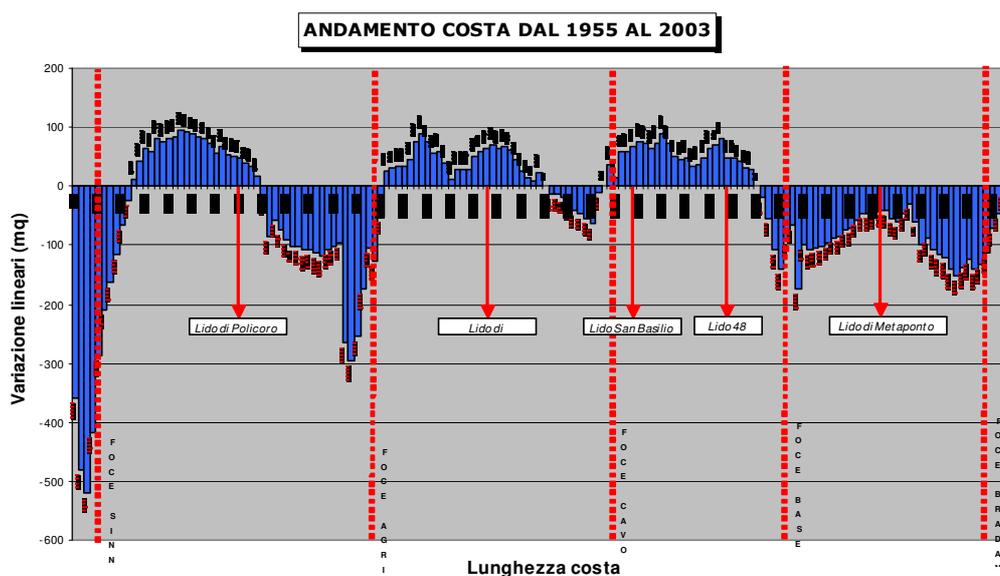
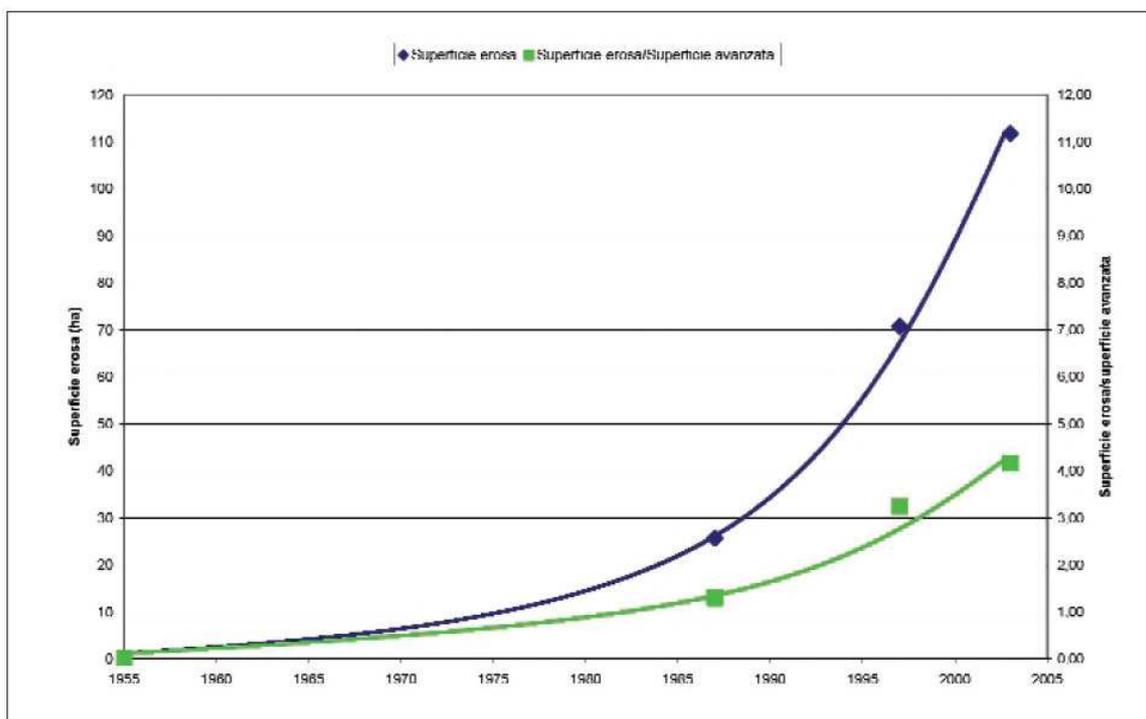


Figura 30: Diagramma delle variazioni complessive della linea di costa tra il 1955 e il 2003 attraverso il processamento di immagini telerilevate multitemporali.

Ogni cella ha larghezza di 200 m .Con segno negativo le erosioni, positivo gli accrescimenti. (Spilometro progetto dewatering)



**Figura 31: Diagramma della tendenza nel tempo del valore dell'erosione netta e del rapporto tra le aree in erosione e quelle in protendimento per l'intero tratto lucano della costa ionica (Fonte Spilotro progetto dewatering).**

In definitiva dall'analisi del periodo che va dal 1955 al 2003 è emerso che l'andamento dell'erosione è di tipo esponenziale; tale andamento è da attribuirsi a numerosi fattori quali il deficit di sedimento apportato dai fiumi del sedimento prelevato lungo la costa, sopra e sotto il l.m. ed il progressivo esaurimento dei quantitativi di immagazzinamento offerto dalle dune, che vengono smantellate.

In conclusione, si può dire che il bilancio costiero nel tratto di litorale tra la foce del Fiume Sinni e quella del Bradano è decisamente negativo sia per la scarsità di apporti da parte dei fiumi, a causa dell'abnorme prelievo di inerti in alveo, dalle diverse dighe di ritenuta e dalle opere di sistemazione dei bacini montani (Cocco et al., 1975), sia per la perdita significativa verso il largo del materiale costituente le spiagge, sempre più in erosione soprattutto in corrispondenza delle testate dei canyon sottomarini prossime alla linea di costa. Nell'ambito della tutela della costa metapontina e di tutte le attività che possono essere insediate in tale area, con particolare riguardo alle attività turistiche, è evidente quindi la necessità di un continuo monitoraggio della situazione in atto, al fine di controllare costantemente l'evoluzione e valutare eventualmente delle possibili soluzioni.

## 4.4. Monitoraggio d'erosione costiera e caratterizzazione quali-quantitativa dei sedimenti a mare 2005-2006

Il progetto "Monitoraggio d'erosione costiera e caratterizzazione quali-quantitativa dei sedimenti a mare" è stato realizzato da Metapontum Agrobios per conto della Regione Basilicata - dipartimento Ambiente e Territorio nell'anno 2005-2006. Le indagini sono state effettuate lungo tutto il tratto costiero Ionico, della Regione Basilicata.

Il progetto è finalizzato all'acquisizione delle informazioni necessarie per la redazione della carta batimetrica, morfologica e litologica, di individuare depositi sabbiosi, nella piattaforma continentale, potenzialmente sfruttabili per ripascimenti morbidi della costa jonica lucana e per acquisire dei dati utili ai fini della redazione delle Carte geologiche "Progetto CARG" dei tre fogli in scala 1:50.000 n° 508 "Policoro", n° 523 "Rotondella" e n° 524 "foce Sinni".

Lo studio è stato articolato in tre fasi:

FASE I: Rilievo topografico di base con realizzazione della rete geodetica d'appoggio

Preliminarmente all'esecuzione delle attività previste è stato eseguito un rilievo topografico di base per la determinazione dei capisaldi, almeno uno per ogni sub-zona individuata, da utilizzare come stazione base DGPS per la georeferenziazione di tutti i rilievi eseguiti.

Successivamente alla materializzazione dei capisaldi, si è proceduto alla trasformazione delle coordinate rilevate da WGS84 nel sistema geodetico Nazionale Gauss-Boaga datum Roma 40 in modo automatico con l'ausilio di idonei programmi di interpolazione.

FASE II: Campagna Oceanografica con 3 differenti attività:

Attività 1:

- rilievo batimetrico mediante ecoscandaglio single beam dei fondali marini compreso tra le batimetriche -1,50 m e dei -50 m;
- n.650 campionamenti del fondale in corrispondenza di (uno ogni due) transetti batimetrici fino a - 50 m, alle quote di 0, - 2, - 5, -10 m.

Attività 2:

- rilievo sismico eseguito con doppia strumentazione (Sub Bottom Profiler a tecnologia CHIRP e Sparker) al fine di associare un'elevata risoluzione ed una sufficiente penetrazione, sono stati eseguiti 610 km di profili con maglia 3x4 km;
- rilievo morfologico s.s.s. eseguito con sistema sub-scan edge-tech 670 C 215 Km di rilievi eseguiti;
- rilievo batimetrico mediante l'utilizzo di un sistema a tecnologia multibeam (MBE) compresa tra le batimetriche dei -100 m e quella dei - 1000 su tutta l'area ricadente nei tre fogli in scala 1:50.000 n° 508 "Policoro", n° 523 "Rotondella" e n° 524 "foce Sinni";

- n.100 campionamenti del fondo mediante benna Van Venn lungo 20 transetti alle quote di -10, -20, -30, -50, -100 metri di profondità.

#### Attività 3:

- Rilievo sismico eseguito con doppia strumentazione (Sub Bottom Profiler a tecnologia CHIRP e Sparker). Il rilievo è stato eseguito in aree individuate in base ai risultati dell'attività 2 per un totale di 251 km di profili;
- rilievo morfologico eseguito con Side Scan Sonar edge-tech 670C per un totale di 380 km di rilievo in aree individuate in base ai risultati dell'attività 2 a profondità compresa tra -15 ed i -300 metri e individuate dalla Direzione Lavori ;
- rilievo batimetrico mediante l'utilizzo di un sistema a tecnologia multibeam (MBE), compreso tra la batimetrica dei -50 m e quella dei -100 m, su tutta l'area ricadente nei tre fogli in scala 1:50.000 n° 508 "Policoro", n° 523 "Rotondella" e n° 524 "foce Sinni";
- ispezioni ROV eseguite mediante l'utilizzo di un sistema R.O.V. Hyball, su complessivi otto poligoni distribuiti sull'intera area;
- n. 63 campionamenti del fondo mediante benna Van Venn, distribuiti lungo tutta l'area.

#### FASE III: Elaborazione e restituzione cartografica.

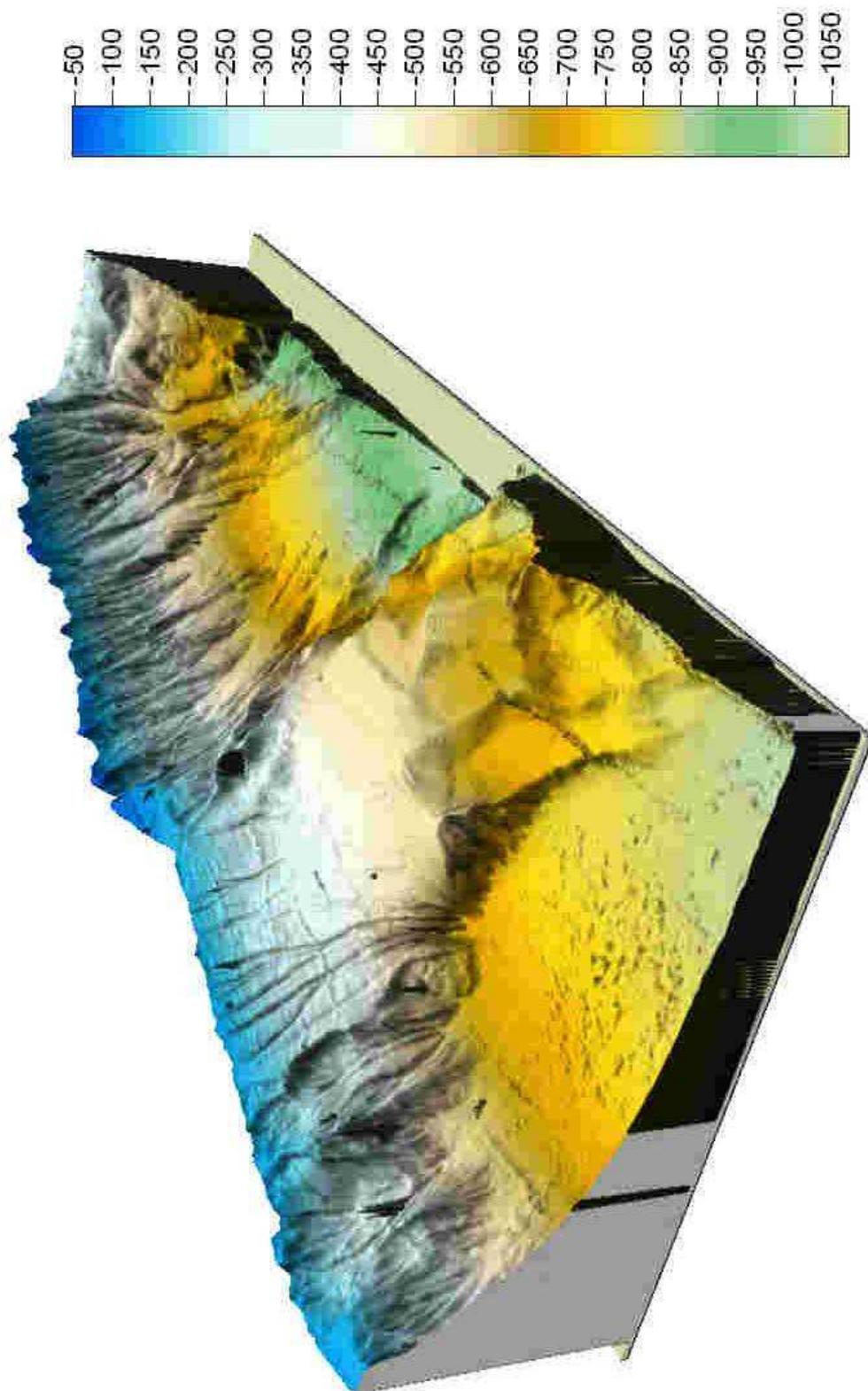
I risultati delle elaborazioni previste dalla presente fase sono di seguito riportati:

### **4.4.1. Rilievo batimetrico con sistema multi-beam**

Il rilievo batimetrico dei fondali è stato eseguito con due distinti sistemi multi-beam. Per le fasce batimetriche comprese tra la – 20 e la -100 è stato utilizzato il sistema SeaBat 9001 della Reson, mentre per profondità maggiori sarà utilizzato il sistema tipo SeaBat 8160 sempre della Reson.

I rilievi eseguiti con metodo multi beam hanno consentito la costruzione del profilo riportato di seguito:

## RILIEVO MULTIBEAM



MODELLO DIGITALE 3D DELLA PIATTAFORMA E DELLA SCARPATA LUNGO LA COSTA DELLA BASILICATA IONICA

## 4.4.2. Rilievi con sistemi side scan sonar

I rilievi morfologici del fondo marino sono stati eseguiti con l'impiego di sistemi side scan sonar che hanno consentito di ottenere in tempo reale la "fotogrammetria ultracustica" del fondo marino, ovvero la sua registrazione in immagini digitali, non distorte e ad altissima risoluzione nonché georeferenziate. Il loro utilizzo è stato quindi finalizzato alla individuazione delle caratteristiche morfologiche del fondo marino e, in particolare, all'identificazione di strutture affioranti.

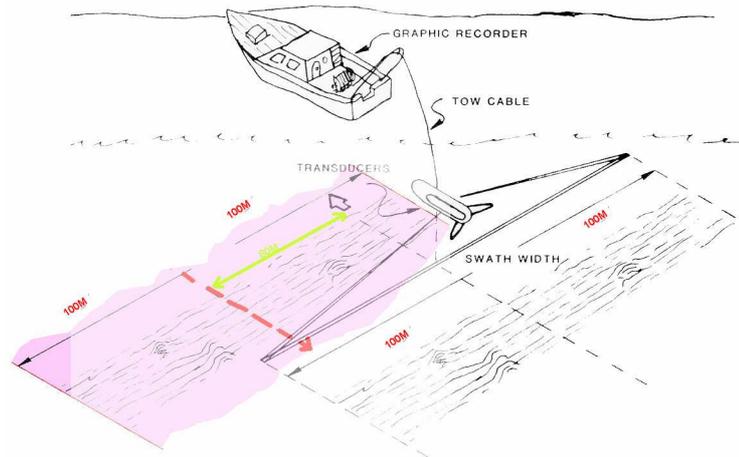


Figura 32: Tipica configurazione di lavoro del sistema side scan sonar

## 4.4.3. Rilievi con sistemi sub bottom profiler e sparker

Allo scopo di identificare i giacimenti di sabbia sommersi e definire l'assetto stratigrafico dei fondali, sono stati impiegati dei sistemi per il rilievo sismico ad alta risoluzione.

Il rilievo stratigrafico dei primi strati del fondo marino è stato eseguito con l'impiego di un sistema del tipo sub bottom profiler.

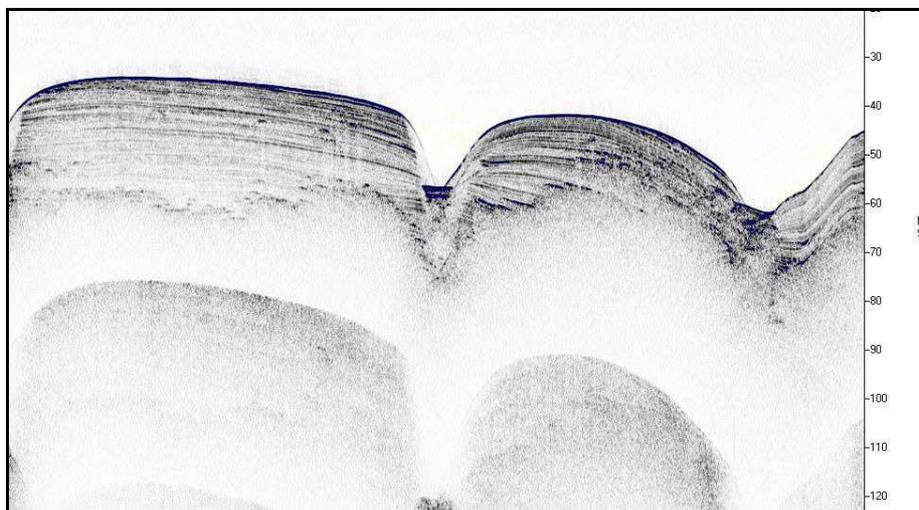
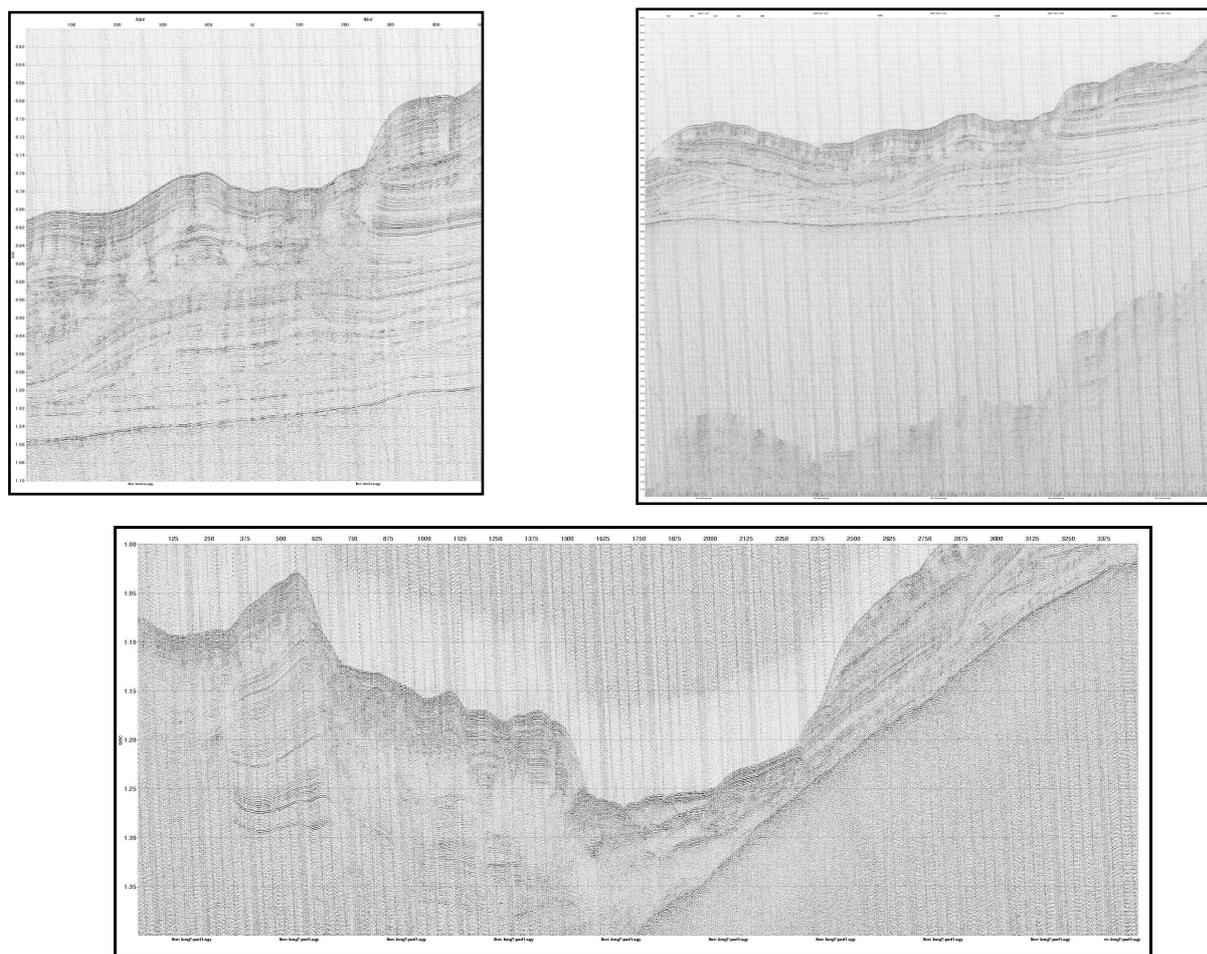


Figura 33: Esempio di registrazione SBP

Le caratteristiche principali del sistema sono il range di frequenza compreso tra 2 e 16 Khz, che può essere variato in tempo reale in funzione delle caratteristiche del fondo marino, la penetrazione del segnale che varia tra 6 e 80 metri massimo, a seconda delle natura del sedimento, mentre la risoluzione varia da 6 a 10 cm a seconda delle caratteristiche dell'impulso emesso e sempre delle caratteristiche del fondale.

Il rilievo è stato eseguito lungo profili sia paralleli che perpendicolari nell'area da indagare. Per ispezionare gli strati più profondi è stato impiegato un sistema sismico del tipo Sparker, che ha permesso di raggiungere delle profondità nel sottofondo marino variabili tra 200 e 400 ms, cercando tuttavia di mantenere un grado di risoluzione dei dati acquisiti che garantito l'individuazione delle strutture sepolte.

Nel seguito viene riportato un esempio di record ottenuto con l'impiego dello sparker.



**Figura 34: Esempio di registrazione Sparker**

Il fondale a profondità inferiore a 5 m è costituito da una lunga e continua barra situata a -4 m che presenta un'altezza di circa 1-1,5 m. Essa si sviluppa per quasi la totalità del tratto ed a volte è preceduta verso terra da una prima barra meno sviluppata e con altezza assai inferiore (circa 0,5 m).

La barra più esterna è preceduta da un avvallamento più o meno continuo che si sviluppa sui fondali di 3 - 4 m di profondità.

#### 4.4.4. Campionamenti del fondo alle quote di -10, -20, -30, -50, -100 m di profondità e indagini granulometriche

Durante la fase progettuale definita "Attività 2", sono stati prelevati n° 100 campioni dai fondali su 20 transetti posizionati lungo tutta la fascia ionica lucana.

Nella tabella seguente sono state riportate le coordinate e le profondità dell'area interessata dal presente progetto:

Nome Transetto	Profondità (metri)	Latitudine (Nord)	Longitudine (Est)
T2 -10	-10	40° 21' 53,7364"	16° 51' 12,9234"
T2 -20	-20	40° 21' 26,8869"	16° 52' 05,1764"
T2 -30	-30	40° 21' 20,2198"	16° 52' 18,3874"
T2 -50	-50	40° 21' 14,0908"	16° 52' 30,3834"
T2 -100	-100	40° 21' 09,3062"	16° 52' 39,4490"
T3 -10	-10	40° 20' 58,0106"	16° 50' 31,0458"
T3 -20	-20	40° 20' 28,3959"	16° 51' 32,2429"
T3 -30	-30	40° 20' 20,1697"	16° 51' 49,6892"
T3 -50	-50	40° 20' 12,5309"	16° 52' 04,8621"
T3 -100	-100	40° 20' 04,9062"	16° 52' 21,1362"

Tabella 12: Ubicazione transetti antistanti Metaponto

Le analisi tessiturali dei campioni prelevati sui fondali antistanti Metaponto, dalla profondità di -10 m sino all'isobata - 100 m, hanno evidenziato la composizione del materiale prelevato come riportato nella tabella seguente:

Classificazione	Transetti fondali antistanti Metaponto									
	T2 -10	T2 -20	T2 -30	T2 -50	T2 -100	T3 -10	T3 -20	T3 -30	T3 -50	T3 -100
> 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2-1,414	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1,414 - 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1 - 0,707	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,707-0,50	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,5-0,354	8,80	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,354-0,25	14,49	0,00	0,00	0,19	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
0,25-0,177	19,41	8,60	4,40	0,11	0,01	2,60	4,60	4,40	0,00	0,00
0,177-0,125	20,68	14,94	7,56	0,44	0,08	4,38	7,69	7,56	0,62	0,23
0,125-0,088	13,02	28,06	29,34	1,26	0,02	6,72	31,51	29,34	3,58	0,03
0,088-0,063	8,79	27,10	30,33	1,95	2,24	6,82	32,28	30,33	5,64	1,49
0,063 - 0,038	3,33	7,24	10,11	12,69	11,55	5,71	9,50	10,31	15,36	9,88
0,038 - 0,016	2,31	4,77	3,19	13,57	16,19	11,60	2,23	3,78	15,12	14,91
0,016 - 0,008	3,11	4,29	4,64	20,40	21,32	19,71	3,48	4,70	18,54	21,80
0,008 - 0,004	3,04	2,58	4,50	20,75	21,68	21,46	4,00	4,44	19,10	23,57
0,004 - 0,002	1,71	1,21	3,25	15,08	14,27	11,37	2,62	2,94	11,46	14,63
0,002 - 0,001	0,72	0,56	1,45	6,74	7,05	5,61	1,15	1,17	6,05	7,45
< 0,001	0,60	0,65	1,23	6,83	5,49	4,02	0,93	1,04	4,54	5,87

Tabella 13: Indagini granulometriche

CURVE GRANULOMETRICHE TRANSETTO T 2 (Batimetrica -10, -20, -30, -50, -100)

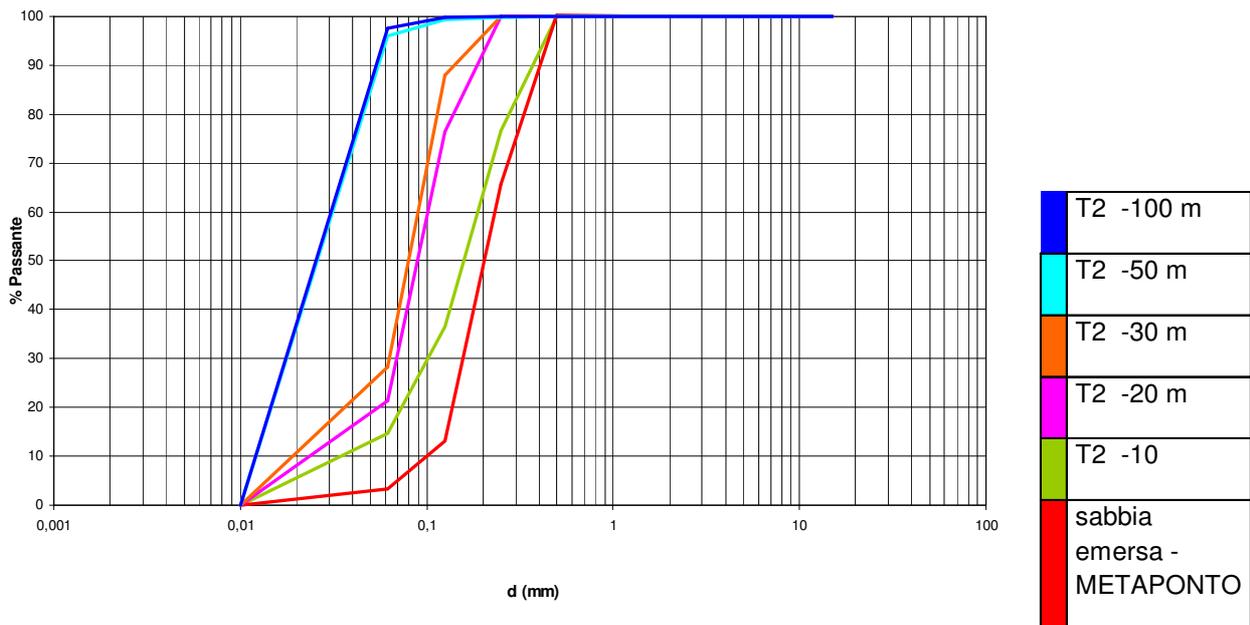


Figura 35: Curva granulometrica transetto T2

CURVE GRANULOMETRICHE TRANSETTO T3 (Batimetrica -10, -20, -30, -50, -100)

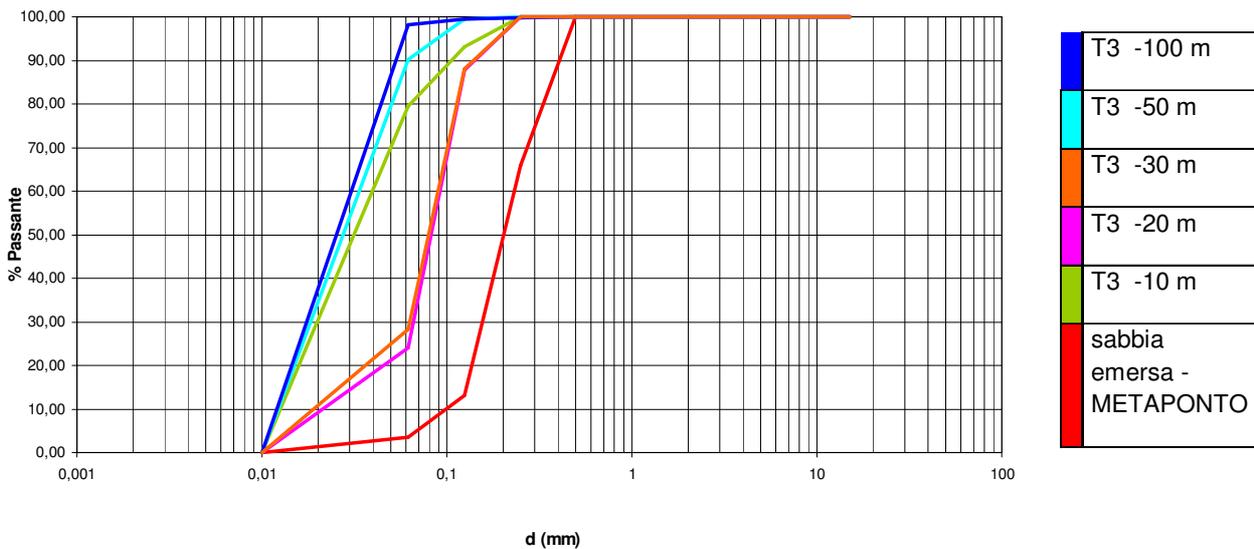


Figura 36: Curva granulometrica transetto T3

## 4.5. Interventi già realizzati

A partire dal 2006 la Regione Basilicata ha realizzato una serie di interventi finalizzati al contrasto e alla mitigazione dei fenomeni erosivi che come in precedenza dimostrato hanno, negli anni, depauperato la risorsa spiaggia.

### 4.5.1. Dewatering e ripascimento artificiale

L'intervento sperimentale realizzato dalla Regione Basilicata, a partire dal giugno 2006, a nord del canale di bonifica nella frazione di Metaponto Lido si è articolato in:

un intervento di mantenimento della spiaggia con il metodo BMS (Beach Management System) per una lunghezza di 200 m;

- un intervento classico di ripascimento per una lunghezza di 300 m;
- un monitoraggio sulle aree di intervento, con controlli dei profili topografici sulla spiaggia emersa e sommersa, dei livelli e qualità delle acque sotterranee e filtrate, delle caratteristiche granulometriche e mineralogiche delle sabbie costiere.

Il sistema BMS è fondamentalmente un sistema drenante che consente di stabilizzare la spiaggia, limitando le perdite di materiale verso mare, e recuperando, allo stesso tempo, una ampiezza di litorale di estrema significatività.

Il sistema di drenaggio consiste in una tubazione in plastica permeabile interrata da 1 a 2 m al di sotto della superficie della spiaggia nella zona di impatto delle onde. Il dreno funziona a gravità e trasferisce le acque filtrate nella sabbia ad un pozzetto di raccolta, posto nel retrospiaggia, e collegato a un pompa di drenaggio che riversa l'acqua drenata in un'opportuna località. L'unica parte visibile dell'installazione è costituita dalla pompa di drenaggio e da una piccola cabina di controllo.



**Figura 37: Metaponto Lido: area di intervento.**  
**1- Sistema BMS (L=200 m), 2-Ripascimento (L=300 m)**

L'intervento di ripascimento progettato nel 2007 ha previsto l'utilizzo di sabbia di cava per un volume tale da garantire un avanzamento del profilo di equilibrio, pari a circa 30 m. La scelta della sabbia da utilizzare per il ripascimento si è basata sulla conoscenza delle caratteristiche granulometriche della sabbia nativa. Sono stati effettuati a tal fine una serie di analisi granulometriche (si riporta a titolo di esempio una serie di curve riferite ad un numero rappresentativo di campioni determinati).

La conoscenza del fuso granulometrico caratteristico della sabbia nativa ha permesso infine di determinare le caratteristiche della sabbia da utilizzarsi per il ripascimento.

A partire dall'aprile 2005 il tratto di costa a cavallo del canale di bonifica e per una lunghezza di circa 1800 m è stato oggetto di un costante monitoraggio consistente nella rilevazione della linea di costa per mezzo di ricevitori GPS.

Dalle elaborazioni numeriche effettuate a partire dai dati di campagna, è emerso che:

- nel giugno 2007, data di ultimazione dei lavori di ripascimento, si registra, come ci si poteva del resto aspettare, un avanzamento medio di circa 10 m proprio nel tratto afferente all'intervento di stabilizzazione con un significativo peggioramento invece nel tratto di azione del BMS rispetto alla situazione rilevata nell'aprile 2005;
- nel settembre 2008, data in cui presumibilmente si è interrotto definitivamente il funzionamento del BMS, nel tratto immediatamente a nord del canale di bonifica, si registra un sensibile protendimento della costa pari a circa 5 m. Tale avanzamento si rileva proprio nel tratto di 200 m dove era stato installato il sistema di drenaggio.
- Nel tratto invece interessato dall'intervento di stabilizzazione mediante ripascimento, a distanza di poco più di un anno, si registra un nuovo arretramento rispetto alla posizione guadagnata grazie

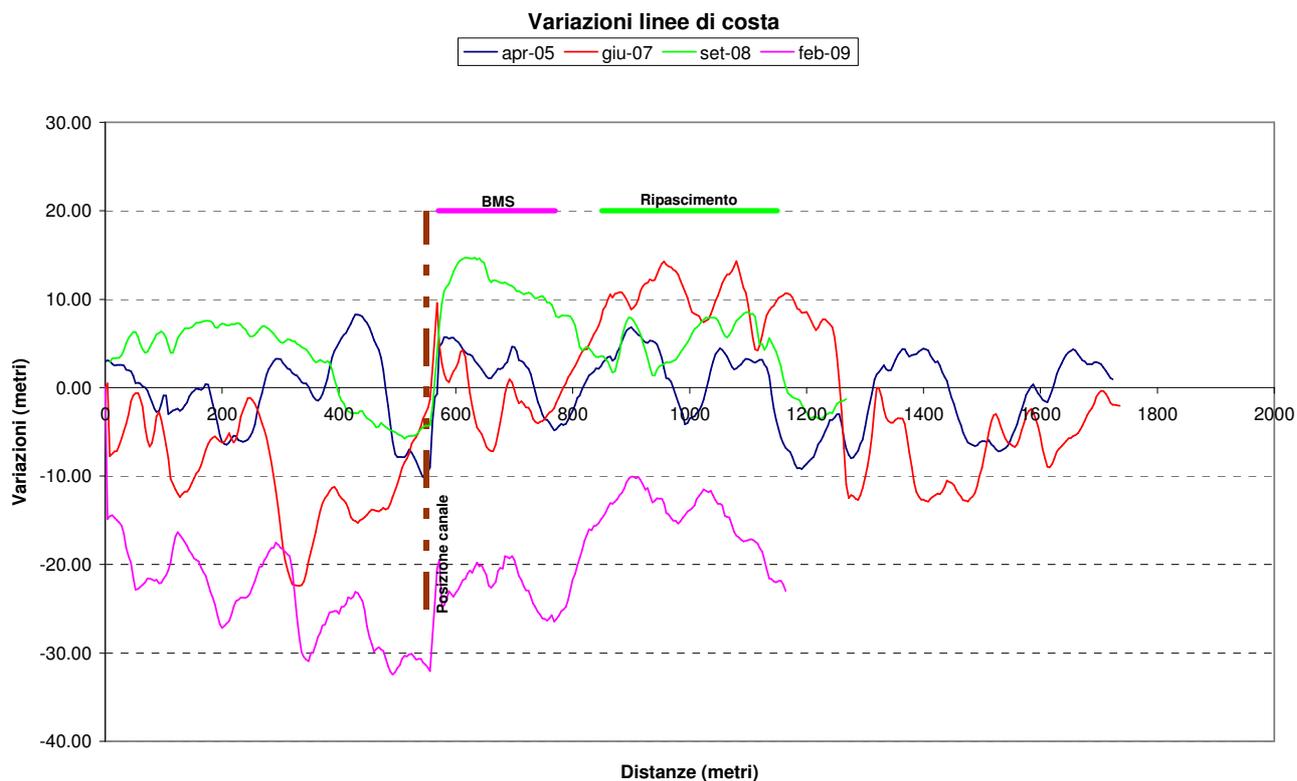
all'apporto artificiale di sedimento, segno che gran parte di questo è stato già disperso verso il largo o comunque trasportato più a nord sul litorale.

- nel febbraio 09 si registra un arretramento generalizzato della linea di costa con punte negative fino a 30 m (rispetto alla linea di 0) nella zona immediatamente a sud del canale. Nel tratto di azione del BMS si perdono addirittura fino a 35 m in soli 6 mesi, a partire cioè da settembre 2008. Nel tratto oggetto del ripascimento, si rileva invece un arretramento di "soli" 15-18 m sempre rispetto all'ultima rilevazione effettuata.

In definitiva la situazione al febbraio 2009 è drammaticamente grave come è evidente dalla documentazione fotografica della figura seguente: le ultime mareggiate hanno intaccato il camminamento pedonale erodendo la sua base di appoggio e rendendolo "sospeso"; le strutture turistiche presenti hanno anch'esse subito pesanti danni; le dune retrostanti risultano per gran parte "mangiate" dall'avanzata del mare, che ha così colpito profondamente il principale serbatoio naturale in termini di apporto di sedimento al litorale.



**Figura 38: documentazione fotografica – febbraio 2009**



**Figura 39: Variazioni linee di costa periodo aprile 05-febbraio 09**

- anche nel 2010 a seguito di mareggiate si sono verificati fenomeni di arretramento della linea di costa che ha interessato anche una serie di strutture ricettive oltre che il lungomare di Metaponto.



**Figura 40: Documentazione fotografica 2010**

Le spiagge possono considerarsi come le “strutture” di protezione dei litorali più efficaci per la loro capacità di dissipazione dell’energia ondosa. Tenuto conto delle condizioni di esposizione al moto ondoso e del conseguente regime del trasporto solido litoraneo, ogni eventuale intervento di ripascimento deve essere necessariamente “protetto” dalla presenza di un sistema di opere, nella fattispecie composto da barriere debolmente sommerse. Al fine di assicurare un’adeguata vivificazione delle acque a tergo delle barre sommerse, queste devono avere comunque un’estensione limitata (sviluppo massimo di ciascun segmento pari a 150-200 m) e presentare dei varchi al fine anche di consentire il transito di piccole imbarcazioni.

Il sistema di barriere sommerse ha la funzione di imporre il frangimento delle onde più elevate riducendo così le condizioni di erosione del litorale a tergo. Inoltre contribuisce alla realizzazione di una spiaggia sospesa, limitando i fenomeni di fuga verso il largo dei sedimenti.

## 5. INTERVENTI PROPOSTI

Si riporta di seguito sinteticamente l'intervento strutturale da realizzare a protezione del tratto di litorale di Metaponto Lido, a partire dalla foce del fiume Basento fino al tratto di spiaggia a NE del centro abitato, i relativi studi tecnici specialistici ed indica i requisiti e le prestazioni che devono essere riscontrate nell'intervento.

Per ulteriori approfondimenti sugli argomenti trattati si rimanda agli elaborati specifici parte integrante della presente relazione.

La soluzione progettuale illustrata è stata sviluppata a partire dai risultati di studi specialistici, condotti da enti di ricerca ed università, commissionati dalla Regione Basilicata e finalizzati all'individuazione delle caratteristiche e dimensioni del fenomeno erosivo che ha interessato in maniera rilevante il tratto di costa ionica-lucana e, più in particolare, il litorale di Metaponto Lido. Tali studi, rappresentano il bagaglio di indagini a supporto della presente progettazione relativamente alle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, sedimentologiche, idrogeologiche, marittime e archeologiche. Questi sono stati integrati negli elaborati progettuali.

Il carattere di relativa urgenza che il presente progetto riveste per le finalità di difesa e protezione, del tratto di costa ricompreso nell'ambito della Sub Unità Fisiografica ricompresa tra le foci dei fiumi Basento e Bradano, e le risorse finanziarie disponibili hanno permesso di ipotizzare la soluzione di seguito descritta.

L'intervento complessivo descritto nei paragrafi successivi è stato suddiviso in due stralci funzionali.

Il progetto relativo al 1° stralcio funzionale riveste carattere sperimentale, pertanto sarà oggetto di una attività di monitoraggio dell'evoluzione della costa sia in relazione agli aspetti fisiografici e batimetrici che ecosistemici dell'habitat naturale pre e post intervento.

### 5.1. Barriere soffolte

Al fine di ridurre il potere erosivo delle mareggiate che investono il tratto di costa di interesse, la scelta progettuale effettuata prevede un sistema di barriere soffolte da realizzarsi con massi naturali ovvero con l'impiego di materiali e tecnologie che garantiscano pari o maggiore efficacia in relazione all'abbattimento dell'energia del moto ondoso sia in occasione delle mareggiate estreme sia durante il periodo di modellamento della spiaggia.

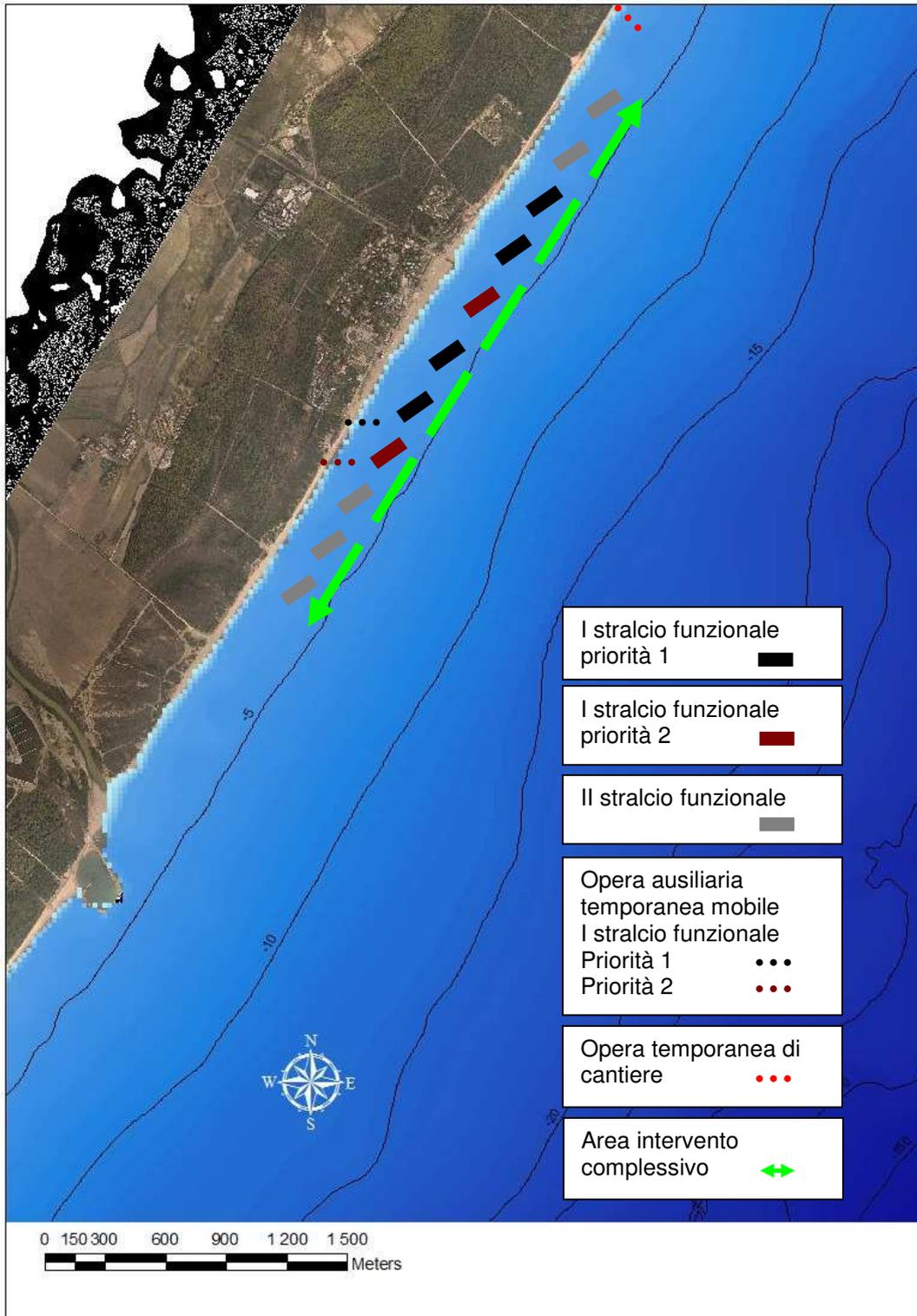
Gli effetti delle barriere, la localizzazione di massima e la geometria minimale sono stati valutati sulla base delle risultanze dell'analisi meteomarina e delle simulazioni numeriche mono e bidimensionale condotte dall'Università degli Studi della Basilicata per conto delle Regione Basilicata.

Gli studi e delle indagini hanno individuato innanzitutto la zona ove è necessario procedere con carattere di priorità alla realizzazione di un intervento di difesa costiera, ed hanno verificato la sostenibilità della tipologia di intervento descritta in precedenza effettuando il dimensionamento preliminare sulla base dell'abbattimento energetico del moto ondoso valutato tramite il coefficiente di trasmissione  $K_t$ .

Il sistema di barriere previsto (Figura 41), presenta uno sviluppo complessivo di circa 3 km, ad una distanza di circa 200 m dalla riva in corrispondenza dell'isobata - 4 m, costituito da elementi sommersi di circa 200 m di estensione, con una distanza (varco) di circa 100 m al fine di mantenere un sufficiente livello di accessibilità da largo verso costa e viceversa. La presenza dei varchi, inoltre, consente un minimo di circolazione a tergo delle opere che garantisce l'attuarsi di dinamiche di trasporto sia dei volumi liquidi che solidi, mantenendo attivi gli scambi da largo sottocosta.

La sommergezza di dette barriere è pari a circa 1 m, consentendo l'abbattimento sia delle onde di modellamento massime sia delle mareggiate stagionali.

La realizzazione delle barriere sarà integrata da apporto di materiale a ripascimento della costa.



**Figura 41 – Sistema di barriere soffolte a protezione della costa**



**Figura 42 – Cartografia di progetto**

## 5.1.1. I stralcio funzionale

Il I stralcio funzionale, di prima emergenza, si limita ad intervenire sulla porzione di costa urbanizzata e, oltre all'obiettivo di contrastare l'azione erosiva delle mareggiate, ha finalità di ridurre il rischio di mareggiate sull'abitato.

Per raggiungere la spiaggia i mezzi di cantiere dovranno utilizzare la fascia tagliafuoco individuata in Figura 42 per l'utilizzo della quale sono già state ottenute le autorizzazioni allegate.

Sulla spiaggia al termine della viabilità di cantiere sarà invece allestita un'area di cantiere recintata contenente alcune baracche prefabbricate, che sarà utilizzata per il ricovero dei mezzi e per il deposito e lo stoccaggio dei materiali. Alla fine dei lavori sarà ripristinato lo stato dei luoghi.

I lavori e la descrizione delle opere sono in seguito sintetizzati:

### 1. Escavo subacqueo imbasamento con trasporto e/o pompaggio del materiale di risulta a ripascimento del litorale a tergo delle opere di difesa

Lo scavo dell'imbasamento della scogliera avverrà mediante escavo e/o dragaggio del materiale sabbioso fino a raggiungere la quota di imposta della scogliera da costruire a difesa del litorale, compreso tra la quota m. - 4.00 e la quota m. - 4.50.

Il materiale di escavo qualora idoneo e compatibile sarà utilizzato per il ripascimento dei tratti di litorale a tergo della scogliera sommersa.

Il materiale trasportato e/o pompato sarà distribuito e disteso in modo uniforme lungo il citato litorale.

### 2. Realizzazione Barriera sommersa

La barriera sommersa consiste nella realizzazione degli elementi in corrispondenza del lido di Metaponto, come indicato nella planimetria di progetto.

In fase di gara l'impresa, nella predisposizione del progetto definitivo, potrà estendere l'intervento alle aree individuate dagli elementi indicati in planimetria con priorità 2.

Per gli elementi costituenti la barriera si è prevista una sommergezza di 1 m, una sezione trasversale trapezoidale con berma della larghezza di m. 5.00 avente scarpa lato mare con pendenza di 1/3, mentre quella lato terra con pendenza di 2/3.

La barriera sommersa prevista è composta da un nucleo in scogli del peso singolo compreso tra Kg 50 e Kg 5000 ed una mantellata di scogli del peso singolo maggiore di Kg 7000.

Al di sotto dei due strati sovrastanti costituenti la barriera è stata prevista una sottofondazione da realizzarsi con pietrame scapolo, avente esclusiva funzione di filtro e piano di posa al fine di evitare un eccessivo affondamento del pietrame di mantellata e nucleo. Lo spessore previsto è di 0.50 m, da realizzarsi completamente affondato rispetto al piano di posa.

Le barriere saranno dotate alle estremità di sistema di segnalamento marittimo luminoso costituito da un palo del diametro di 200 mm in acciaio rastremato avente altezza ml. 6,00 per la sicurezza della navigazione.

### 3. Opere ausiliarie temporanee mobili

Tali opere hanno la funzione di mitigare la discontinuità del fronte di barriere sub-parallelo alla costa che si potrebbe generare a seguito della realizzazione del I stralcio dell'intervento, ed evitano la possibilità di incanalamento del moto ondoso proveniente dalla direzione sud e diffratto in parte dai moli del porticciolo degli Argonauti.

Le opere ausiliarie sono costituite da:

- un pennello semisommerso di dimensioni contenute prossime ai 30 m, orientato a circa 30° dalla perpendicolare alla linea di riva verso est, di altezza pari a 1,5 m;
- una barriera sommersa tra l'isobata -2 m e la -3 m di dimensione analoga alle barriere principali, di lunghezza non superiore a 50 m disposta e orientata in continuità con il pennello semisommerso appena descritto.

Le opere descritte, come si evince, hanno un carattere di temporaneità in relazione al tempo di ultimazione dell'intero intervento.

In virtù della loro funzione temporanea, in fase di gara l'impresa, nella predisposizione del progetto definitivo, potrà ubicare tali opere in posizione tale da ottenere lo stesso effetto su descritto, in relazione all'estensione dell'intervento progettata.

Le opere e i lavori sopra descritti potranno, in sede di progetto definitivo del I stralcio funzionale, avere modifiche sia relativamente alla dimensione della sezione, all'orientamento e all'impiego di materiali e tecnologie che garantiscano pari o maggiore efficacia in relazione all'abbattimento dell'energia del moto ondoso, sia all'ampliamento dell'estensione del tratto di costa protetta nell'ambito dell'intervento complessivo.

#### 4. Molo temporaneo per il salpamento dei materiali da costruzione

Il molo temporaneo per il salpamento dei materiali da costruzione è costituito da un pennello emergente posto a ridosso dell'area di cantiere individuata in planimetria (Tavola E2).

Questa opera sarà realizzata come una scogliera perpendicolare al litorale per una lunghezza di circa 150 m e comunque tale da raggiungere una profondità del fondale idonea all'attracco dei mezzi marini.

Le caratteristiche geometriche della sezione saranno tali da consentire il passaggio dei mezzi per il trasporto dei materiali da salpare: larghezza della parte emersa sarà di circa 4 m; una quota piano finito relativa al livello medio mare circa 1 m; una scarpa avrà una pendenza 1/1.

Quest'ultima opera è ausiliaria alle operazioni di realizzazione delle barriere e pertanto sarà demolita con l'ultimazione del I° stralcio funzionale e ripristinato lo stato iniziale dei luoghi.

### **5.1.2. Il stralcio funzionale**

Il II stralcio funzionale prevede il completamento del sistema di barriere soffolte, così come descritto in precedenza, e la rimozione di tutte le opere ausiliarie previste nel I stralcio funzionale.

## **5.2. Ripascimento**

Come già accennato nella introduzione, il deficit di apporto di materiale dai fiumi probabilmente comporterà interventi manutentori seppur di più modesta consistenza rispetto agli interventi operati negli ultimi anni.

Gli interventi proposti nel paragrafo precedente saranno integrati da ripascimento del litorale ottenuto con i materiali di scavo del basamento delle barriere, se compatibile, e/o sabbie compatibili rivenienti dalle soluzioni di seguito ipotizzate.

Il ripascimento dei litorali consente un avanzamento della linea di battigia mediante la ricostituzione della spiaggia emersa e della più consistente spiaggia sommersa.

Il ripascimento di media e piccola consistenza sarà attuato nelle zone protette dalle barriere, in quel tratto di litorale in cui il fenomeno erosivo è più accentuato.

Per l'esecuzione di opere di ripascimento sono state ipotizzate le soluzioni di seguito elencate:

- a. recupero di materiale da zone di sovrasedimentazione di origine fluviale;
- b. recupero di materiale da zone di sovrasedimentazione litoranee;

***a. Recupero di materiale da zone di sovrasedimentazione di origine fluviale***

L'intervento dell'uomo lungo le aste fluviali con la costruzione di dighe, briglie, pennelli, ecc., impedisce o riduce, anche in modo drastico, l'apporto dei sedimenti al mare. Sicuramente questo è un fattore a cui imputare l'attuale degrado cui versano le nostre coste.

Il sedimento fluviale, che fino a mezzo secolo fa alimentava i litorali, ora è bloccato in molteplici zone degli alvei, dove oltretutto è causa di esondazione.

Si possono facilmente ipotizzare, per questi motivi, interventi di recupero di tali materiali sovrasedimentati lungo le aste fluviali, per interventi di ripascimento di litorali limitrofi alle foci.

Con tali interventi si ottiene il duplice beneficio: ripascimento delle spiagge e regimazione fluviale.

***b. Recupero di materiale da zone di sovrasedimentazioni litoranee***

Lungo il litorale lucano attualmente sono presenti zone dove i sedimenti marini, per effetto di opere antropiche, subiscono un consistente e progressivo accumulo come, ad esempio, nei tratti di costa adiacenti i porti.

Infatti queste strutture impediscono di fatto ai materiali sabbiosi di raggiungere il tratto di costa successivo alle strutture stesse.

Altre zone litoranee ove poter recuperare materiali idonei al ripascimento sono quelle delle foci dei fiumi, dove possono formarsi consistenti barre che impediscono anche il normale deflusso delle acque dolci.

Gli ultimi interventi di ripascimento eseguiti dalla Regione Basilicata hanno recuperato il materiale idoneo dalla barra che si forma nell'area di accumulo sopraflutto del Porto degli Argonauti.

## 6. QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE DELL'AREA

### D'INTERVENTO

#### 6.1. Aria

Per la valutazione della qualità dell'aria, si sono utilizzate le informazioni provenienti dagli studi eseguiti sul territorio provinciale con particolare riferimento alle campagne effettuate nel corso degli anni nell'area della Val Basento e quelle effettuate dall'Enea nell'area jonica. Le campagne che verranno effettuate per l'area jonica dalla Metapontum Agrobios l'inventario regionale delle emissioni, parte integrante del PTRQA, comprende:

**Anidride carbonica (CO<sub>2</sub>);**

**Ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub>);**

**Ossidi di azoto (NO<sub>2</sub>);**

**Monossido di carbonio (CO);**

- Anidride carbonica (CO): Il Comune di Bernalda e il Borgo di Metaponto non sono interessati da una forte incidenza riguardo questo inquinante in quanto le zone maggiormente responsabili delle emissioni di ossidi di carbonio sono le aree urbane del comune capoluogo, principalmente a causa degli usi energetici.
- Anidride solforosa (SO<sub>2</sub>): Anche per questi composti le maggiori emissioni si registrano nell'area urbana del comune capoluogo Matera, principalmente a causa degli usi energetici. Nel Comune di Bernalda non si registrano emissioni critiche per questo composto.
- Biossido di azoto (NO<sub>2</sub>): Nella provincia di Matera le aree maggiormente responsabili della loro emissione risultano essere, oltre che lo stesso capoluogo, con contributi prevalenti dal settore degli usi energetici e dai trasporti, Policoro, Scanzano Jonico e Pisticci, i cui contributi sono dovuti essenzialmente agli usi energetici e ai trasporti.

L'approccio dello studio del potenziale inquinamento atmosferico segue i passi dello schema generale di azione di ogni inquinante: l'emissione da una fonte, il trasporto, la diluizione e la reattività nell'ambiente e infine gli effetti esercitati sul bersaglio, sia vivente che non vivente.

#### 6.2. Suolo

La piana costiera si è formata nel corso dei millenni in seguito alle alluvioni dei fiumi che sfociano nello Ionio ivi compreso il Bradano. Ciò ha portato all'avanzamento più o meno veloce della linea di costa; la piana costiera era quindi soggetta a periodi prolungati di impaludamento, con aree più elevate asciutte e aree maggiormente depresse allagate quasi perennemente.

Il problema dell'arretramento del litorale ionico lucano e la possibilità di insediare delle attività produttive nel medesimo tratto ha indotto la Regione Basilicata ad iniziare un'azione di monitoraggio di questo tratto costiero. In tale progetto, dal titolo "*Arretramento della costa jonica lucana e ipotesi di intervento per la salvaguardia e la difesa del litorale in relazione agli indirizzi di sviluppo socio-economico della Regione*", è stata coinvolta l'Università del Sannio insieme all'Università Parthenope di Napoli per la raccolta sistematica di dati sedimentologici e topografici nel tratto di litorale che va dalla foce del Fiume Sinni a quella del Fiume Bradano al fine di definirne la dinamica morfologica e sedimentaria.

Nell'ambito di questa azione di monitoraggio della fascia costiera lucana sono state quindi realizzate osservazioni ed analisi della spiaggia emersa e sommersa compresa tra la foce del fiume Sinni e quella del fiume Bradano, mediante tre campagne di rilevamento topografico (la prima nel mese di settembre 1999, la seconda nel mese di maggio 2000 e la terza nel mese di maggio 2001), e volte soprattutto allo studio dei caratteri geomorfologici e tessiturali e delle tendenze evolutive della zona con particolare riguardo allo stato della spiaggia e delle dune costiere attuali.

Le indagini effettuate durante queste campagne di rilevamento, sono state associate all'analisi delle carte topografiche dell'I.G.M. in scala 1:50.000 (Edizione 1976) relative a questo tratto del litorale ionico della Basilicata (Foglio 492-Ginosa e Foglio 508-Policoro).

Secondo questi studi la zona in esame è caratterizzata da una piana alluvionale interna, compresa fra quote di 8 e 3 metri s.l.m. e limitata internamente dal bordo dell'ultimo terrazzo marino pleistocenico, e da una zona litorale esterna, caratterizzata da un susseguirsi di cordoni dunali.

La piana interna è costituita principalmente da depositi alluvionali dai quali emergono in più punti dossi sabbiosi; in essa sono ben visibili, sia in campagna che sulle carte topografiche, le tracce di antichi alvei ora abbandonati dei fiumi Sinni, Agri, Cavone, Basento e Bradano.

La zona litorale è formata da depositi sabbiosi che costituiscono più ordini di cordoni dunali paralleli alla costa alternati a depressioni costiere, anch'esse allungate, sede in passato di stagni ed acquitrini oggi quasi tutti prosciugati e bonificati. I cordoni più interni sono stati modificati dalle azioni erosive o parzialmente coperti dai successivi depositi alluvionali, pertanto oggi appaiono come piccoli dossi poco elevati. I cordoni più esterni, invece, sono alti circa 2 metri e non sono coperti da depositi alluvionali, ma da vegetazione sia arborea che psammofila; essi presentano tracce evidenti di uno smantellamento ad opera del moto ondoso.

Durante le tre campagne di rilevamento, sono state osservate tutte le caratteristiche macroscopiche delle spiagge e dei cordoni dunali, ponendo particolare attenzione alle strutture sedimentarie del sistema spiaggia-duna, che erano evidenti in sezioni naturali prodotte sia dai corsi d'acqua che sfociano in mare tagliando la spiaggia sia dalle onde che in buona parte del litorale indagato stanno erodendo le spiagge stesse ed i cordoni dunali che le limitano verso l'entroterra.

Le strutture sedimentarie delle spiagge hanno da sempre interessato i geologi, perciò sono numerosi in letteratura i lavori su questo argomento. Basta citare tra gli altri i lavori di Thomson (1937), McKee (1957), Clifton (1968), Davis et al. (1972), Reineck & Singh (1975), Ricci Lucchi (1980). In tutti questi lavori è stato messo in evidenza che il corpo sedimentario che costituisce una spiaggia è stato messo in posto e viene continuamente rimaneggiato dalle onde e marginalmente dal vento. Anche la stragrande maggioranza delle strutture sedimentarie che in esso si trovano sono prodotte dalle onde o dai moti dell'acqua derivanti da esse (flutto montante, risacca, correnti, ecc.). Questi moti dell'acqua hanno due modi per lasciare traccia della loro azione: possono erodere o depositare del materiale.

Le principali strutture derivanti da processi deposizionali sono le lamine, mentre quelle dovute all'erosione sono superfici piane o curve, variamente orientate e secanti le lamine. Le lamine si distinguono l'una dall'altra per la composizione (e quindi per il colore) e per la dimensione dei clasti che le costituiscono. Le lamine che si distinguono per il colore sono costituite in genere da minerali leggeri e frammenti di conchiglie se sono chiare, mentre quelle scure sono costituite prevalentemente da minerali pesanti. La dimensione dei clasti determina lo spessore delle lamine. Questo, infatti, può variare fra lo spessore di un solo clasto e quello di molti clasti sovrapposti; pertanto nelle spiagge sabbiose le lamine variano di spessore da una frazione di millimetro a un paio di centimetri o poco più, mentre nel caso delle spiagge ciottolose lo spessore può variare da 2 mm a qualche centimetro, ma può raggiungere anche spessori decimetrici o più se costituite da molti ciottoli sovrapposti (in questo caso si può parlare di strato più che di lamina).

L'assetto e l'estensione laterale delle lamine e degli strati è anch'essa molto variabile e dipende dalla superficie sulla quale si depositano che è sempre quella della spiaggia, con tutte le sue variazioni di forma dovute all'azione delle onde e del vento. Per questo motivo, su spiagge rettilinee e piane, le lamine, debolmente inclinate verso mare, si possono seguire per decine di metri parallelamente alla costa e per

qualche metro in senso trasversale. Nel caso di spiagge cuspidate, le lamine non sono estese più di qualche metro sia in senso parallelo che trasversale alla costa.

Sotto l'effetto di onde distruttive (di burrasca) la spiaggia assume una forma piatta a pendenza appena percettibile o di pochi gradi verso mare. Su questa superficie, col diminuire dell'energia delle onde può depositarsi del sedimento presso il punto più alto raggiunto dai flutti originando una superficie, concava verso l'alto sempre immergente verso mare e progressivamente più ripida da mare verso il retroterra. I successivi moti ondosi più moderati riescono a spingere i flutti solo fino ad una certa altezza della spiaggia di burrasca, dove formano una berma nella quale le lamine tendono ad essere più spesse verso il limite estremo raggiunto dai flutti, generando una superficie di battigia (swash zone) concava verso l'alto che condiziona la forma delle lamine che si depongono su di essa. Siccome possono formarsi vari ordini di berma in corrispondenza dei vari livelli raggiunti dal moto ondoso, si formeranno sistemi di lamine sovrapposte e incassati gli uni negli altri. L'inclinazione di tali lamine dipenderà dalla granulometria dei sedimenti che le compongono. Poiché la pendenza della battigia cambia col variare dell'energia delle onde, che provocano alternanze di erosione ed accumulo, la stratificazione della swash zone è cuneiforme a basso angolo, con inclinazione prevalente verso mare ed è stabile anche se si forma al pelo dell'acqua. L'alto potenziale di conservazione ne fa la più tipica struttura di spiaggia.

Con l'arrivo di nuove onde di burrasca, i flutti riescono a superare la cresta della berma precedentemente deposta ed accumulano dei sedimenti sul lato verso terra della cresta, formando una struttura a forma di barra (ridge), con lamine debolmente curve, a concavità verso il basso o piane, immerse verso terra. Alle spalle delle creste delle berme si formano lievi depressioni (runnels) nelle quali si accumulano sabbie ricche di matrice fine o addirittura siltoso-argillosa secondo lamine orizzontali o appena concave verso l'alto, che possono disseccarsi e presentare una fratturazione poligonale. Un'altra comune struttura sedimentaria è la stratificazione incrociata ad alto angolo immergente verso terra, formata dalla migrazione di ridges e runnels che è simile a quella che si forma per la migrazione delle sand waves sotto l'influenza di un flusso unidirezionale.

Questo schema di distribuzione delle strutture sedimentarie vale in genere indipendentemente dalle dimensioni degli elementi coinvolti, anche se cambiano alcuni particolari importanti a seconda che ci troviamo in spiagge sabbiose, ciottolose o miste.

Nelle spiagge ciottolose le lamine sono spesse al minimo alcuni centimetri, per cui si parla di strati, e hanno limiti poco definiti, proprio per la grossolanità del materiale che le costituiscono; la laminazione o stratificazione, pertanto, è ben visibile solo da lontano. Gli strati depositati da onde costruttive contengono ciottoli embriciati con immersione verso mare; durante eventi di tempesta i flutti che riescono a superare la cresta della berma depositano materiale alle spalle di essa formando lamine con un'inclinazione verso terra molto accentuata, e i ciottoli che le costituiscono sono ancora embriciati ma presentano immersione verso mare, cioè contraria all'immersione delle lamine.

Nelle spiagge miste si hanno alternanze di lamine sabbiose con strati ciottolosi, i cui limiti sono ben visibili proprio grazie al contrasto di tessitura. Spesso lamine molto estese di ciottoli o ciottolini affiancati l'uno all'altro sottolineano superfici di erosione dovute ad onde distruttive oppure superfici deposizionali sul lato verso terra della berma di spiaggia quando viene scavalcata dai flutti. Il termine di passaggio alle spiagge ciottolose è dato da sottili livelli sabbiosi intercalati alle ghiaie, mentre il passaggio alle spiagge sabbiose è dato da distese di ciottoli e ciottolini sparsi sulla sabbia.

In una spiaggia sabbiosa, le lamine sono praticamente sempre presenti e sono sensibilmente pianoparallele se deposte dopo una burrasca. Esse risultano orizzontali in una sezione parallela alla costa mentre appaiono appena percettibilmente inclinate verso mare in una sezione ortogonale alla precedente. Sopra le lamine piane vengono depositi, da onde costruttive, pacchi di lamine curve con concavità verso l'alto. Le lamine curve hanno un'inclinazione che aumenta procedendo verso mare e sono separate dalle sottostanti da superfici erosive. In questo tipo di spiaggia sono frequenti, in sezioni parallele alla costa, pacchi di lamine arcuate con concavità verso l'alto ed inclinate in varie direzioni. Essi sono dovuti ad onde di

più alta energia che modellano la spiaggia secondo ondulazioni successive trasversali al pendio della stessa spiaggia.

Nella spiaggia sommersa, le onde normali esercitano sul fondo una pressione tangenziale formando dune e megaripples, la cui migrazione forma una stratificazione incrociata, a scala da media a grande. Questo è il tipo di stratificazione dominante nei truogoli lungo costa e nei canali delle rip currents; mentre sulle creste e sul lato mare delle longshore bars il moto oscillatorio normale alla costa forma una stratificazione orizzontale all'incirca planare. L'upper shoreface (definita come la parte della spiaggia sommersa che va dal limite medio di bassa marea alla barra più esterna) generalmente viene erosa durante i periodi di bassa energia delle onde, quando la sabbia viene trasportata verso terra; durante i periodi di alta energia delle onde, al contrario, la sabbia dalle zone più interne viene depositata nell'upper shoreface. Tutto questo porta ad una migrazione alternativamente verso terra e verso mare delle longshore bars, e ad una diminuzione e poi aumento dell'ampiezza dei truogoli. La migrazione di barre e truogoli porta alla formazione, sulle sabbie a stratificazione incrociata, di superfici di erosione all'incirca orizzontali. Nel lower shoreface (definita come la parte della spiaggia sommersa che va dalla barra più esterna al livello medio di base del moto ondoso), le onde formano ripples simmetrici ed asimmetrici, quando alla loro azione si sovrappone quella delle correnti. La migrazione di tali ripples porta ad una laminazione incrociata a piccola scala che si affianca ad una stratificazione planare inclinata verso mare con basso angolo.

Durante le tempeste le barre litorali vengono spianate; passato l'acme, subentra la deposizione che è maggiore nel lower shoreface e nella zona di transizione, in quanto il materiale sospeso viene trasportato verso mare. Gli strati di tempesta (storm layers) tendono pertanto a conservarsi nello shoreface inferiore (sia perché sono più spessi, sia perché l'azione delle onde normali risulta più debole) e ad essere cancellati e sostituiti dai megaripples nello shoreface superiore. Le sabbie di tempesta presentano queste strutture: laminazione pianoparallela con leggerissime discordanze e laminazione leggermente ed irregolarmente ondulata in set fusiformi, separati da superfici erosive anch'esse leggermente ed irregolarmente incurvate (hummocky - cross bedding; Reineck & Singh, 1975). Questi strati presentano depositi da lag alla base, costituiti da conchiglie e clasti di fango e sono ricoperti da ripples da onde. Ciò suggerisce che ognuno di questi depositi sia stato formato da un singolo evento di alta energia (tempeste). Un'altra caratteristica degli strati di tempesta è l'abbondanza di materiale vegetale e bioturbazione nella parte alta della sabbia, che suggerisce che tra i vari episodi di deposizione si hanno periodi di bassa sedimentazione.

Le strutture sedimentarie tipiche delle dune costiere, invece, sono dovute essenzialmente all'azione dei venti. La forma, l'altezza e l'estensione delle dune costiere dipendono dalla direzione dei venti dominanti, dal rifornimento di sabbia e dalla vegetazione. Normalmente le superfici dunali sono ricoperte da erbe e da pochi arbusti in grado di sopravvivere in questo ambiente ostile ed è proprio tale vegetazione che, formando una copertura per lo più discontinua rappresenta una specie di frangivento, in grado di intrappolare la sabbia proveniente dalla spiaggia e di impedire il suo avanzamento verso l'entroterra. In una fase successiva la vegetazione, se ricopre il suolo in modo continuo può arrestare completamente l'evoluzione della duna. La laminazione dei depositi di duna costiera è la tipica laminazione incrociata dovuta all'azione di deflazione da parte del vento sul lato sopravvento della duna e alla sua azione di deposito sul lato sottovento.

Durante le burrasche, in condizioni di alta marea e di livello del mare più elevato, la parte superiore di una spiaggia e la base di una barriera dunare vengono interessate dall'azione erosiva dei frangenti. La sottoescavazione delle dune fornisce sabbia alla risacca che la distribuisce su una vasta area della battigia, aumentandone la pendenza. Gran parte dell'energia dei frangenti, quindi, viene consumata nella risalita dell'acqua sulla battigia inclinata e l'azione erosiva sulle dune tende ad attenuarsi. Tra una burrasca ed un'altra la spiaggia riacquista le sue caratteristiche normali e si ricostituisce anche la base del cordone anteriore, in tal modo le dune costiere rappresentano una barriera protettiva per le terre basse situate all'interno. Quando però l'azione erosiva da parte delle onde di burrasca è tale che il materiale asportato dalle dune non si depone sulla battigia ma viene allontanato verso il largo, si sviluppano intensi fenomeni di

erosione della duna costiera che può essere del tutto smantellata e quindi l'azione del moto ondoso si risente anche nelle aree retrostanti la duna.

Poiché l'area di intervento localizzata tra la foce del fiume Basento e quella del fiume Bradano, vengono descritte di seguito in dettaglio le osservazioni effettuate durante le campagne di rilevamento di maggio 2000 e maggio 2001 in corrispondenza dei due apparati di foce.

### **Foce Basento**

La foce del Fiume Basento risulta più pronunciata verso mare rispetto alle altre foci più meridionali, non tanto per l'avanzamento verso mare degli argini, ma per la presenza di diverse barre di foce alcune delle quali emerse. L'ampiezza della foce era di diverse decine di metri nel maggio 2000, più ristretta per l'emersione di alcune barre nel maggio 2001. Risulta deviata verso nord, determinando una deposizione sulla sponda meridionale ed erosione su quella settentrionale. Nella sezione messa a giorno dall'erosione da parte del fiume sono visibili le laminazioni tipiche di una spiaggia emersa sabbiosa. La spiaggia emersa presenta una granulometria sottile (sabbia medio-fine), con gli elementi più grossolani rappresentati solo da gusci e frammenti di conchiglie.

Relativamente alla zona in sinistra foce, nel mese di settembre 1999, la spiaggia nelle immediate vicinanze della foce era ampia circa 28 m, mentre nel mese di maggio 2000 era molto più ristretta: la battigia distava dal piede della duna più esterna solo 7 m nelle zone più prossime alla foce del Basento, distanza che aumentava progressivamente allontanandosi dalla foce verso nord.

La spiaggia era limitata verso mare da una battigia piuttosto inclinata; su di essa erano presenti abbondanti resti di alberi e di vegetazione divelti probabilmente da un evento di tempesta. Verso terra era limitata da un cordone dunare alto circa 2.5 m, ricoperto di vegetazione arborea e psammofila, che presentava una pendenza molto alta sul lato mare, quasi verticale, dovuta ad una intensa opera erosiva da parte delle onde.

L'erosione ha messo a giorno le strutture sedimentarie interne al cordone date da set di lamine inclinate ad alto angolo separate da superfici di discontinuità. Sulla spiaggia emersa, inoltre, in alcuni tratti affiorava un banco argilloso massivo che fa da substrato alla spiaggia stessa e nel quale sono presenti numerosi resti di materiale organico ossidato. Nel mese di maggio 2001 la spiaggia emersa era molto più ampia (31,5 m era la distanza tra battigia e piede duna nelle zone più prossime alla foce, con diminuzione progressiva dell'ampiezza della spiaggia procedendo verso nord); il profilo della battigia mostra anche qui le tipiche ondulazioni che rendono la spiaggia cuspidata. La scarpata tagliata nel cordone l'anno precedente era mascherata da fenomeni di crollo di sabbia, anche se in più punti erano ancora visibili i segni dell'erosione che ha messo a giorno le strutture sedimentarie della duna. Verso nord a circa 500 m dalla foce si sviluppa nell'area retroduna un laghetto, che si presenta prosciugato nei periodi di magra.

Procedendo da Foce Basento a Foce Bradano, la spiaggia emersa mostra una granulometria ancora sottile e un'ampiezza della spiaggia che aumenta procedendo da Foce Basento a Metaponto Lido per poi diminuire di nuovo da Metaponto Lido a Foce Bradano nel mese di maggio 2000. Si verifica, invece, l'opposto nel mese di maggio 2001.

### **Foce Bradano**

Il tratto terminale del Fiume Bradano è arginato artificialmente fino a poche decine di metri dalla foce; quest'ultima, però, come gli altri corsi d'acqua, si dispone parallelamente alla linea di costa, ovvero con orientamento SW-NE; anche in questo caso la sponda destra del fiume è in deposizione, mentre quella sinistra è fortemente erosa mettendo a giorno le strutture a laminazione pianoparallela o leggermente inclinate verso mare della spiaggia. Tali caratteristiche sono rimaste all'incirca invariate da un anno all'altro.

Nella zona in destra foce, la spiaggia emersa è caratterizzata anche in questo caso da una granulometria sottile e dalla presenza di gusci di organismi, sia interi che in frammenti. La spiaggia è abbastanza ampia, anche se diminuisce di ampiezza procedendo dalla foce verso sud, ed è caratterizzata dalle tipiche cuspidi presenti in tutto il litorale ionico.

Nel mese di maggio 2001 la spiaggia era caratterizzata da una battigia molto più pendente, da una pronunciata berma di tempesta e dall'emersione quasi totale della prima barra. La spiaggia è limitata internamente da un cordone dunare alto circa 2 m, piuttosto irregolare e parallelo alla linea di costa, sul quale si è impiantata una vegetazione psammofila. I due fianchi del cordone hanno all'incirca la stessa pendenza (circa 6%), sia verso mare che verso terra. Nelle zone più prossime alla foce, la cresta del cordone si trovava a circa 52 m dalla battigia nel mese di settembre 1999, a circa 55 m nel mese di maggio 2000 e a circa 60 m nel mese di maggio 2001, testimoniando un aumento dell'ampiezza della spiaggia da un periodo all'altro.

### **6.3. Idrogeologia**

La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi rappresenta uno dei principali fattori che determina il rischio di inquinamento. Nel 1970 per la prima volta, Civita definisce come vulnerabilità di un acquifero "la possibilità di penetrazione e propagazione, in condizioni naturali, nei serbatoi naturali ospitanti la prima falda libera, di inquinanti provenienti dalla superficie". Negli anni successivi, questa definizione è stata modificata da diversi autori per arrivare, nel 1987, a definire la vulnerabilità intrinseca come "la suscettibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle diverse situazioni geometriche ed idrodinamiche, ad assorbire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido od idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell'acqua sotterranea, nello spazio e nel tempo" (Civita, 1987).

Dal un punto di vista tipologico di stesura delle carte, possiamo distinguere varie metodologie; nel caso in esame, trattandosi di un territorio vasto, si è scelto di applicare il metodo di zonazione per aree omogenee. Tale metodo permette di valutare la vulnerabilità, basandosi su una zonazione del territorio in aree omogenee, dal punto di vista idrogeologico, ottenuta con la tecnica della sovrapposizione cartografica. I principali parametri presi in considerazione sono: a) la permeabilità relativa, b) i caratteri idrogeologici del saturo e dell'insaturo, c) la soggiacenza, ecc. La valutazione della vulnerabilità è di tipo qualitativo, basata cioè sul confronto fra la situazione idrogeologica d'interesse con situazioni idrogeologiche di riferimento, proposte dal metodo, alle quali è attribuito un variabile grado di vulnerabilità.

Su questo tipo di approccio si basa il metodo GNDCI-CNR (Civita, 1990), utilizzato per la valutazione della vulnerabilità intrinseca da utilizzare, anche mediante implementazioni GIS, negli studi e nelle indagini atti alla definizione delle aree vulnerabili. Questo modello, che non richiede alcun parametro numerico di ingresso, è particolarmente adatto per essere utilizzato in aree vaste ed articolate dal punto di vista geologico, idrogeologico e morfologico, nelle quali i dati e le informazioni non sono abbondanti, sono generici e non ugualmente distribuiti sul territorio. Tali circostanze fanno sì che la vulnerabilità così ottenuta sia rappresentata ad una scala medio - grande, compresa tra 1:50.000 e 1:100.000. Gli scenari idrogeologici tipo sono stati individuati e definiti con riferimento ai principali elementi e fattori che generano e condizionano la vulnerabilità intrinseca di un acquifero. Tra essi, hanno una particolare importanza:

- a) i caratteri litostratigrafici e strutturali degli acquiferi;
- b) il tipo, la distribuzione e l'intensità di fessurazione e, nel caso di acquiferi carbonatici, di carsismo;
- c) il grado di porosità e di permeabilità dei litotipi;
- d) la geometria e la tipologia degli acquiferi, con particolare riferimento alla soggiacenza e ai caratteri idrogeologici del saturo e dell'insaturo;
- e) le modalità di alimentazione, di circolazione idrica e di recapito delle acque sotterranee;
- f) i rapporti fra le acque sotterranee e quelli di deflusso superficiale;
- g) il tipo e l'ubicazione di eventuali centri di pericolo ed i rapporti fra questi ed i punti di prelievo delle acque sotterranee.

Ai diversi scenari idrogeologici di riferimento identificati, sulla base anche di eventi inquinanti noti, è stato assegnato uno dei 6 gradi di vulnerabilità intrinseca previsti dal metodo:

**EE** → Estremamente elevato;

**E** → Elevato;

**A** → Alto;

**M** → Medio;

**B** → Basso;

**BB** → Molto basso.

L'applicazione del metodo GNDCI-CNR, che si basa sulla tecnica di sovrapposizione cartografica di diversi livelli informativi, prevede alcune fasi operative, così sintetizzate:

- a) individuazione e definizione, sulla scorta di circostanziati rilievi ed indagini, dei caratteri idrogeologici ed idrodinamici dell'area di interesse, con particolare riferimento a quei fattori naturali od antropici che condizionano la vulnerabilità intrinseca dello stesso territorio;
- b) redazione della relativa carta idrogeologica ed identificazione dello scenario o degli scenari idrogeologici e di impatto presenti nell'area di interesse;
- c) sulla base del protocollo GNDCI-CNR, ed in particolare alla già descritta legenda sinottica, si procede al confronto fra gli scenari idrogeologici riconosciuti nell'area di interesse e quelli di riferimento previsti dallo stesso protocollo; ciò permette di individuare lo scenario o gli scenari di riferimento che meglio si adattano alla situazione idrogeologica d'interesse, con conseguente assegnazione dei relativi gradi di vulnerabilità;
- d) stesura della Carta di Vulnerabilità intrinseca degli acquiferi corredata da apposita legenda.

La carta della vulnerabilità ottenuta è rappresentata nella Tavola seguente

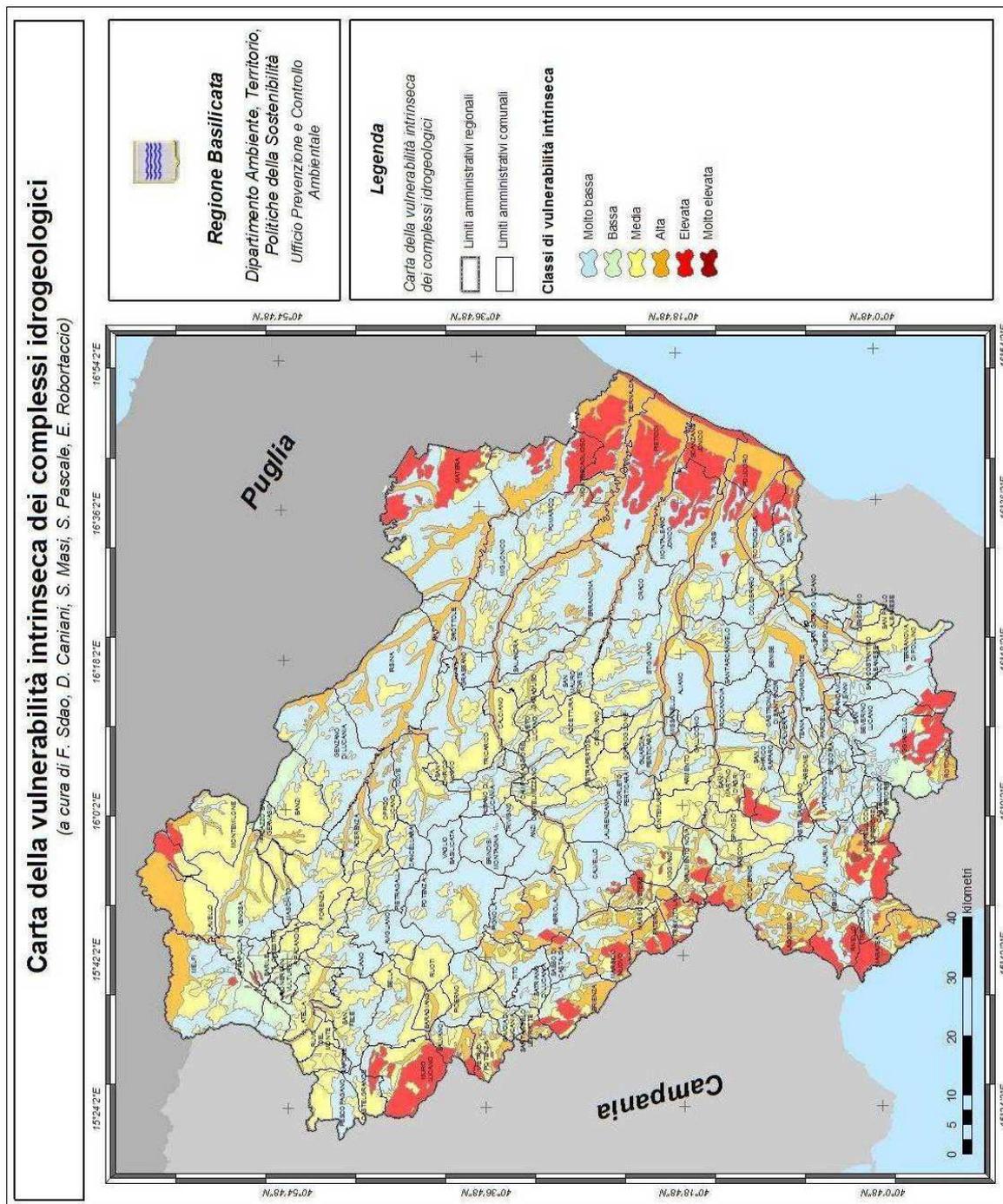


Figura 43 – Tavola - Carta della vulnerabilità intrinseca dei complessi idrogeologici

La Piana di Metaponto ricade lungo la costa ionica lucana e si estende per circa 400 Km<sup>2</sup> fra i fiumi Sinni, a sud, e Bradano a nord. Negli ultimi anni, tale area è stata oggetto di numerosi studi ed indagini a vario grado di dettaglio: In particolare, è stata oggetto di un circostanziato progetto di ricerca nazionale, denominato PRISMAS, che ha analizzato e studiato le risorse idriche sotterranee, il loro stato quali - quantitativo mediante rilievi ed indagini condotti per mezzo di una rete di monitoraggio. Altri studi di dettaglio sono stati condotti da Polemico & Ricchetti (1991), da Polemio et al., (2002), da Spilotro et al., (1998).

I caratteri idrogeologici della Piana sono strettamente correlati al complesso assetto litologico - strutturale e alla configurazione morfologica - di questa porzione dell'Avanfossa Bradanica.

Ivi, infatti, l'assetto geologico - strutturale e la configurazione morfologica – con particolare riferimento alla presenza delle valli dei fiumi ionici che, almeno nelle porzioni alte dell'area, interrompono la continuità fisica



## 6.4. Bacino del Fiume Bradano

Il fiume Bradano è il primo dei fiumi jonici a partire da nord, sfocia nel Golfo di Taranto ed interessa tutto il settore centro-occidentale della Basilicata in provincia di Potenza e di Matera, confinando con i bacini dei fiumi Ofanto a nord-ovest, Basento a sud e con le Murge a est. E' lungo 120 km ed il suo bacino copre una superficie di 2765 kmq, dei quali 2010 kmq appartengono alla Basilicata ed i rimanenti 755 alla Puglia.

Nonostante l'ampiezza del bacino, che è il più esteso della Basilicata, questo fiume ha la più bassa portata media annua alla foce fra i suoi consimili (poco più di 7 mc/s); ciò a causa delle modeste precipitazioni che sono le più basse nella regione, della predominanza di terreni poco permeabili e della conseguente povertà di manifestazioni sorgentizie. La scarsità idrica è manifestata anche dal valore della portata unitaria, pari a 2.67 l/s kmq, che è fra le minori osservate nelle stazioni idrometriche della regione. Pur tuttavia lungo il suo percorso e quello di alcuni suoi affluenti sono state realizzate importanti opere idrauliche:

- Diga di San Giuliano, realizzata a scopo irriguo nel 1955 ed entrata in funzione nel 1961;
- Diga di Serra del Corvo sul Basentello, al confine tra Puglia e Basilicata;
- Diga di Acerenza sul fiume Bradano;
- Diga di Genzano sulla Fiumarella.

Tali invasi, comunque, sono funzionali ad uno schema idrico più complesso, quello del Basento - Bradano, che dovrebbe assicurare l'approvvigionamento idrico, soprattutto a scopi irrigui, della parte orientale della Regione (Figura 45).



Figura 45: Bacino del Fiume Bradano (tratta da pubblicazione AdB della Basilicata)

Estensione Bacino Idrografico (Km <sup>2</sup> )	Affluenti Principali	Lunghezza Asta Principale (Km)	Foce
2.765 (di cui 755 in Puglia)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Torrente Bilioso</li> <li>▪ Torrente Rosso</li> <li>▪ Torrente la Fiumarella</li> <li>▪ Torrente Sagliocchia</li> <li>▪ Torrente Bradanello</li> <li>▪ Fiumara di Tolve</li> <li>▪ Torrente Basentello</li> </ul>	120	Mar Jonio

Tabella 14: Caratteristiche del Bacino del Bradano

## 6.5. Bacino del Fiume Basento

Il fiume Basento nasce nell'Appennino lucano settentrionale, scorre da nord-ovest a sud-est nelle province di Potenza e Matera e sfocia nel Golfo di Taranto; il suo bacino si estende tutto in territorio lucano per circa 1537 kmq. Dopo un percorso di circa 149 km, sfocia presso Metaponto; pur con un bacino decisamente minore, il Basento ha una portata media annua circa doppia rispetto al Bradano (12.2 mc/s alla stazione di Menzena a 24 km dalla foce). Il bacino è caratterizzato da una scarsa percentuale di superficie permeabile, intorno al 20%, scarse precipitazioni nella parte bassa del bacino e piuttosto copiose nella parte più alta dove si riscontra anche una discreta presenza di emergenze sorgentizie. Lungo il corso del torrente Camastra il cui bacino è pari al 23% del bacino del Basento ed è caratterizzato da una notevole complessità del reticolo idrografico, è stato realizzato il lago artificiale del Calastra (Figura 46).



Figura 46: Bacino del Fiume Basento (tratta da pubblicazione AdB della Basilicata)

Estensione Bacino Idrografico (Km <sup>2</sup> )	Affluenti Principali	Lunghezza Asta Principale (Km)	Foce
1. 537	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Torrente Camastra</li> <li>▪ Torrente Tora</li> <li>▪ Torrente Tiera</li> <li>▪ Torrente Rifreddo</li> <li>▪ Torrente Rummolo</li> <li>▪ Torrente Gallitello</li> <li>▪ Torrente Monaco</li> </ul>	149	Mar Jonio

Tabella 15: Caratteristiche del Bacino del Basento

## 6.6. Componenti biotiche ed ecosistemi naturali

L'ambiente naturale si presenta molto diversificato ed eterogeneo, essendo caratterizzato dalla presenza della foce del fiume, dal litorale sabbioso, dal sistema dunale e retrodunale, dagli stagni e dalla palude, dal bosco planiziale e infine dalla zone agricole antropizzate.

Dallo stralcio dell'ortofoto di seguito riportato si osserva una netta differenza sia nell'uso del suolo sia negli ambienti naturali riconoscibili fra il canale dell'idrovora e il Fiume Bradano .

Dallo stralcio dell'ortofoto di seguito riportato si osserva una netta differenza sia nell'uso del suolo sia negli ambienti naturali riconoscibili fra il canale dell'idrovora e il Fiume Bradano .



Figura 47: Ortofoto dell'area d'intervento

La quasi totalità delle superfici direttamente interessate dal progetto non presentano vegetazione dunale. Pertanto non sono riscontrabili specie floristiche e faunistiche di interesse comunitario caratterizzanti il Sito Natura 2000. Nella zona limitrofa all'area di progetto la vegetazione è caratterizzata da una scarsa

vegetazione pioniera alofila. Per quel che riguarda la componente animale va sottolineato che la vegetazione erbacea presente altamente specializzata che cresce su suolo povero in biomassa e in condizioni estreme giustifica l'assenza di animali di grossa taglia fra i consumatori primari selvatici.

Per gli ulteriori approfondimenti si rimanda a quanto indicato nel Capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

## 6.7. Paesaggio

L'area dove ricade l'intervento è compresa nel piano paesistico del Metapontino ed è interessata dai seguenti vincoli paesaggistico - ambientali:

- vincolo istituito ai sensi della Legge 1497/39 con D.M. 18/4/1985 (dichiarazione di notevole interesse pubblico del territorio della fascia costiera, del primo entroterra, delle colline e degli altipiani sito nei comuni di Montescaglioso, Bernalda, Pisticci, Montalbano Jonico, Policoro, Rotondella, Tursi, Scanzano e Nova Siri).
- vincolo istituito ai sensi della medesima legge 1497/39, per tutte le coste e i corsi d'acqua pubblici del territorio nazionale per gli effetti della legge 431/85 (rispettivamente 300 m dalla battigia e 150 m da ciascuna delle sponde), ove già non altrimenti vincolato.

Nella fase di cantiere le cause di impatto che interferiscono con il paesaggio sono tutte temporanee e legate all'attività di cantiere stesso e sono:

- occupazione e mutamento d'uso del suolo
- emissione di polveri in atmosfera
- produzione di rifiuti

L'impatto delle opere in progetto sarà trascurabile nella fase di cantiere, mentre in quella post-realizzativa, per quanto i fattori causali interagiscono positivamente sulla componente, gli impatti sono da considerarsi molto positivi.

Con lo studio "Il Paesaggio vegetale della Costa Jonica della Basilicata: emergenze ambientali e problematiche gestionali" sono state individuate le Unità morfologiche e Paesaggistico/Ambientali (UGPA) del Sistema Naturalistico Ambientale delta Provincia di Matera, nella quale sono presenti diversità ambientali riconducibili alle seguenti tipologie:

- **Corridoi di Continuità Ambientale:** territori di raccordo e connessione dal punto di vista ecologico, geomorfologico e paesaggistico/ambientale tra le predette Unità, all'interno di contesti ambientali diversi;
- **Areali di Valore:** territori caratterizzati da particolari e specifiche qualità naturalistiche, ambientali, paesaggistiche, storico, artistiche, archeologiche e agronomiche, che singolarmente o nel loro insieme contribuiscono alla definizione dell'identità territoriale;
- **Areali di Rischio:** territori caratterizzati dalla presenza di fattori di instabilità e/o perdita di qualità riconosciute che possono compromettere una o più caratteristiche costitutive e rilevanti ai fini della definizione dell'Unità o del Valore;
- **Areali di Conflittualità:** territori con situazioni di conflittualità tra qualità riconosciute (Areali di Valore) e fattori di rischio (Areali di Rischio) e/o di degrado compresi i processi di trasformazione in atto o compiuti non compatibili con le stesse;
- **Areali di Abbandono e degrado:** territori caratterizzati da fenomeni di abbandono (delle attività antropiche) e conseguente degrado dei fattori costitutivi;

- **Areali di Frattura della continuità morfologico - ambientale:** territori con situazioni di trasformazione e/ o degrado non omogenei e coerenti con i fattori costitutivi dell'Unità di appartenenza.

Areali e corridoi ambientali sono individuati attraverso la valutazione complessiva di parametri ambientali quali:

- Copertura ed uso del suolo
- Densità di popolazione
- Presenza di infrastrutture
- Potenzialità e valori ambientali, naturalistici, paesaggistici ed antropologici.

Sulla base delle attuali conoscenze il territorio del Metapontino risulta caratterizzato dalle tipologie e dagli elementi ambientali di seguito riportati in Tabella 16.

Tipologia Ambientale	Elemento Ambientale
Corridoi di continuità ambientale	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fascia litoranea compresa tra l'isoipsa di - 20 m di profondità e la pineta costiera (in continuità con la costa della Puglia e della Calabria);</li> <li>• tratto terminale dei fiumi Agri, Basento, Bradano, Agri, Cavone, Sinni, comprese le zone di foce, l'alveo di esondazione ed i terrazzi alluvionali con vegetazione spontanea (in continuità con gli ambienti fluviali delle aree interne).</li> </ul>
Areali di valore	<ul style="list-style-type: none"> <li>• siti Bioitaly (SIC e ZPS);</li> <li>• Riserva Naturale Orientata Regionale Bosco Pantano di Policoro;</li> <li>• Riserva Naturale Statale di Protezione di Metaponto (DM 29/3/1972);</li> <li>• Riserva Naturale Statale Biogenetica Marinella Stornara (DM 13/7/1977);</li> <li>• vegetazione spontanea climatica delle coste mediterranee (macchia mediterranea con ginepri costieri, comunità delle dune costiere consolidate);</li> <li>• pineta costiera;</li> <li>• foreste riparali e planiziali relittuali;</li> <li>• foci fluviali e dei canali di bonifica, stagni di acqua dolce sublitoranei;</li> <li>• depressioni umide retrodunali con steppe e praterie alonitrofile;</li> <li>• emergenze storiche, artistiche, architettoniche, archeologiche (es.: Nova Siri, Scanzano, Eraclea, Metapontum, ecc.).</li> </ul>
Areali di Rischio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• cave di inerti nelle zone di alveo (es.: lungo il fiume Sinni);</li> <li>• discariche abusive sul litorale ed all'interno della pineta;</li> <li>• insediamenti turistici stagionali (sulla spiaggia) e permanenti (villaggi vacanze).</li> </ul>
Areali di abbandono e degrado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• insediamenti rurali abbandonati;</li> <li>• terreni percorsi da incendio;</li> <li>• buffering areas intorno alle zone urbanizzate e/o industrializzate</li> </ul>

**Tabella 16: Sistema naturalistico ambientale per l'Unità di Paesaggio "Pianura Costiera"**

## **6.8. SITI NATURA 2000: Inquadramento Generale**

I Siti della Rete Natura 2000 della costa Jonica della Basilicata si localizzano in prossimità delle foci fluviali interessando estesi tratti di litorale, la pineta costiera, ambienti umidi relittuali retrodunali e la foresta igrofila e planiziale del Bosco Pantano di Policoro.

In totale la superficie di territorio che ricade all'interno di queste aree è di 2735 Ha (Regione Basilicata, 2003) suddivisa nei siti di:

- IT9220080 Tipo: B; SIC - Costa Jonica Foce Agri; Comune/i: Policoro, Scanzano Jonico (659 Ha);
- IT9220085 Tipo: B; SIC - Costa Jonica Foce Basento; Comune/i: Bernalda, Pisticci (459 Ha);
- IT9220090 Tipo: B; SIC - Costa Jonica Foce Bradano; Comune/i: Bernalda (467 Ha);
- IT9220095 Tipo: B; SIC - Costa Jonica Foce Cavone; Comune/i: Pisticci, Scanzano Jonico (433Ha);
- IT9220055 Tipo: C; SIC-ZPS - Bosco Pantano di Policoro e Costa Jonica Foce Sinni; Comune/i: Policoro, Rotondella (857 Ha).

In particolare, l'intervento progettuale ricade nella fascia di mare adiacente al SIC denominato "Costa Jonica Foce Bradano" (cod. IT9220090), inoltre la viabilità di cantiere da utilizzare per raggiungere la spiaggia è costituita da una fascia tagliafuoco che attraversa il sito Natura 2000.

### **6.8.1. SIC "Costa Jonica Foce Bradano"**

Il Sito SIC denominato "Costa Jonica Foce Bradano" è situato in agro di Bernalda (coordinate geografiche Longitudine 16° 50' 44" e Latitudine 40° 22' 29") e insiste su una superficie totale di 516,295.

Tale Sito, secondo i formulari Natura 2000 e le schede identificative messe a disposizione dal Servizio Conservazione Natura ([www.minambiente.it](http://www.minambiente.it)), è di tipologia B ciò significa che tale pSIC non presenta relazioni con un altro sito Natura 2000.

Si riporta di seguito la scheda del Sito:

**IT9220090** Tipo: B  
**Nome sito:** Costa ionica Foce Bradano  
**Comune/i:** Bernalda  
**Provincia/e:** Matera  
**Longitudine:** 16 50'44" **Latitudine:** 40 22'29" **Area/Lunghezza:** 467 ha/ Km **Altitudine Max/min:** 3/0 m.  
**Descrizione generale:** Costa bassa formata da sedimenti continentali quaternari con prevalenza di sabbie e, presso la foce del fiume, di limo ed argilla. bioclina termomediterraneo (regione xeroterica) (temperatura media annua = 16/17 C°). Sono particolarmente rappresentativi i popolamenti psammofili, retrodunali e di acque salmastre. Importanti i popolamenti a *Euphorbia terracina* e quelli a *Juniperus turbinata* e *Juniperus macrocarpa* per il loro significato relittuale. Importante area di sosta per l'avifauna migratoria.

**Specie di fauna di interesse comunitario presenti:**

*Alcedo atthis* (10p), *Anas acuta* (100i), *A. clypeata* (100i), *A. crecca* (100i), *A. penelope* (100i), *A. platyrhynchos* (100i), *A. querquedula* (100i), *A. strepera* (100i), *Ardea purpurea* (10i), *Ardeola ralloides* (10i), *Caprimulgus europaeus* (10p), *Cettia cetti* (10p), *Circus aeruginosus* (5i), *Coracias garrulus* (5p), *Egretta garzetta* (50i), *Falco vespertinus* (10i), *Gelochelidon nilotica* (10i), *Himantopus himantopus* (30i), *Ixobrychus minutus* (5p), *Lanius nubicus* (10p), *L. senator* (10p), *Nycticorax nycticorax* (10i), *Platalea leucorodia* (15i), *Plegadis falcinellus* (15i), *Remiz pendulinus* (5p), *Sterna albifrons* (30i), *Streptopelia decaocto* (20p), *Elaphe quatuorlineata* (10), *Emys orbicularis* (30), *Testudo hermanni* (20)

**Specie di flora di interesse comunitario presenti:-**

**Altre specie importanti di fauna e flora:**

*Mustela nivalis*, *Vulpes vulpes*, *Bufo bufo*, *Bufo viridis*, *Rana esculenta*, *Chalcides chalcides*, *Natrix natrix*, *Ammophila arenaria*, *Anchusa hybrida* Ten., *Arthrocnemum fruticosum* (L.) Moq., *A. glaucum* (Delile) Ung.-Sternb., *A. perenne* (Miller) Moss, *Aster tripolium* L., *Carex extensa* Good., *Catapodium rigidum* (L.) Hubbard, *Crypsis aculeata* (L.) Aiton, *Echinophora spinosa* L., *Echium plantagineum* L., *Elymus farctus*, *Erianthus ravennae* (L.) Beauv., *Eryngium maritimum* L., *Euphorbia paralias* L., *E. terracina* L., *Juncus acutus* L., *J. maritimus* Lam., *Juniperus oxycedrus* subsp. *macrocarpa*, *Lonicera implexa* Aiton, *Marrubium incanum*, *Plantago albicans* L., *P. crassifolia* Forsskal, *Puccinellia convoluta* (Hornem.) Hayek, *Rosmarinus officinalis* L., *Salicornia patula*, *Salsola soda* L., *Silene conica* L., *S. nicaeensis* All., *Smilax aspera* L., *Sporobolus arenarius*, *Suaeda fruticosa* (L.) Forsskal, *S. maritima* (L.) Dumort., *Thymelaea hirsuta* (L.) Endl., *Verbascum sinuatum* L., *Vulpia membranacea* (L.) Link

**Impatti attività:** e La linea di costa si presenta in parte erosa. Sono tuttora effettuate attività estrattive nell'alveo fluviale.

**Stato protezione:** di Piano paesistico

**Problematiche di conservazione:**

Scarsità di dati quali-quantitativi di base. La mancanza di regolamentazione per il prelievo di inerti alla foce e lungo le coste, la prosecuzione di attività antropiche incontrollate porteranno verso forme di degrado generalizzato, in particolare negli ambienti dunali e costieri, con perdita della significatività globale del sito.

**Significatività del sito:** Area umida costiera ricca di habitat diversi che ospita esemplari di uccelli migratori ed estivi di interesse comunitario.

Nel sito sono stati censiti i seguenti habitat:

**HABITAT PRESENTI:**

**Codice Habitat:** 1310  
**Nome Habitat:** Vegetazione annua pioniera a *Salicornia* e Altre specie importanti di fauna e flora delle zone fangose e sabbiose  
**Copertura percentuale:** 15  
**Conservazione:** B

---

**Codice Habitat:** 1410  
**Nome Habitat:** Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)  
**Copertura percentuale:** 10  
**Conservazione:** B

---

**Codice Habitat:** 1420  
**Nome Habitat:** Praterie e fruticeti mediterranee e termo-atlantici (*Sarcocornetea fruticosi*)  
**Copertura percentuale:** 10  
**Conservazione:** B

---

**Codice Habitat:** 2120  
**Nome Habitat:** Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche")  
**Copertura percentuale:** 10  
**Conservazione:** C

---

**Codice Habitat:** 2130\*  
**Nome Habitat:** Dune costiere fisse a vegetazione erbacea ("dune grigie")  
**Copertura percentuale:** 5  
**Conservazione:** B

---

**Codice Habitat:** 2190  
**Nome Habitat:** Depressioni umide interdunali  
**Copertura percentuale:** 20  
**Conservazione:** B

---

**Codice Habitat:** 2220  
**Nome Habitat:** Dune con presenza di *Euphorbia terracina*  
**Copertura percentuale:** 5  
**Conservazione:** B

---

**Codice Habitat:** 2240  
**Nome Habitat:** Dune con prati dei *Brachypodietalia* e vegetazione annua  
**Copertura percentuale:** 5  
**Conservazione:** B

---

**Codice Habitat:** 2250\*  
**Nome Habitat:** Dune costiere con *Juniperus* spp.  
**Copertura percentuale:** 20  
**Conservazione:** B



Figura 48: Tratto di Costa entro cui ricade l'intervento con la perimetrazione dell'area SIC Foce Bradano cod. IT9220090

### 6.8.1.1. Habitat e Stato di Conservazione

Il sito è stato incluso nell'elenco dei pSIC regionali grazie alla presenza di habitat di importanza comunitaria contenuti nell'allegato I della direttiva "Habitat". Rispetto allo stesso allegato non sono invece presenti nel Sito habitat prioritari.

Si segnala che mentre gli habitat prioritari sono definiti tali in quanto risultano scarsamente diffusi sul territorio comunitario, intrinsecamente fragili e generalmente localizzati in territori soggetti a modificazioni di natura antropica; gli habitat di importanza comunitaria, invece, sono ugualmente rappresentativi della biodiversità del territorio comunitario e quindi anch'essi sono meritevoli di tutela, ma risultano maggiormente diffusi e meno a rischio dei precedenti. La vegetazione è caratterizzata dalla presenza di Salicornia e altre specie importanti di fauna e flora delle zone fangose e sabbiose. La linea di costa si presenta in parte erosa e la mancanza di regolamentazione per il prelievo di inerti alla foce e lungo le coste, la prosecuzione di attività antropiche incontrollate porteranno verso forme di degrado generalizzato, in particolare negli ambienti dunali e costieri, con perdita di significatività globale del sito.

Codice	% coperta	Rappresentatività	Sup. Relativa	Grado di Conservazione	Valutazione Globale
1310	26	A	C	B	B
1410	22	C	C	B	C
2190	19	B	C	B	C
2240	10	B	C	B	C
2230	5	B	C	B	B
1420	5	A	C	B	B
2250	5	A	C	B	A
2120	5	C	C	C	C

Tabella 17: Habitat presenti e loro caratteristiche

**1310: Vegetazione annua pioniera a *Salicornia* e altre specie delle zone fangose e sabbiose**  
(13: Paludi e pascoli inondati atlantici e continentali)

**Codice CORINE Biotopes**

15.11 - Glasswort swards

15.12 - Mediterranean halo-nitrophilous pioneer communities

15.13 - Atlantic sea-pearlwort communities

15.14 - Central Eurasian crypsoid communities

15.56 - Mediterranean saltmarsh driftlines

**Codice EUNIS**

A2.6513 Comunità pioniere di *Salicornia* sp. delle paludi salse

**Regione biogeografica di appartenenza**

Continentale e **Mediterranea**

**Frase diagnostica dell'habitat in Italia**

Formazioni composte prevalentemente da specie vegetali annuali alofile (soprattutto *Chenopodiaceae* del genere *Salicornia*) che colonizzano distese fangose delle paludi salmastre, dando origine a praterie che possono occupare ampi spazi pianeggianti e inondati o svilupparsi nelle radure delle vegetazioni alofile perenni appartenenti ai generi *Sarcocornia*, *Arthrocnemum* e *Halocnemum*. In Italia appartengono a questo habitat anche le cenosi mediterranee di ambienti di deposito presenti lungo le spiagge e ai margini delle paludi salmastre costituite da comunità alonitrofile di *Suaeda*, *Kochia*, *Atriplex* e *Salsola soda* definite dal codice CORINE 15.56.

**Sottotipi e varianti**

**Sottotipo 15.11** – Comunità alonitrofile effimere che si sviluppano in primavera su suoli sabbioso-limosi, mediamente salati, soggetti a inondazioni temporanee e al completo disseccamento in estate;

**Sottotipo 15.12** – Comunità alonitrofile di *Frankenia* (*Frankenion pulverulentae*). Cenosi marcatamente alonitrofile di terofite pioniere che si sviluppano fra l'estate e l'autunno su substrati fangosi, salati e inondati per buona parte dell'anno;

**Sottotipo 15.13** – Cenosi a sagina marittima del *Saginion maritimae*, su sabbie soggette a salinità e umidità variabile, in particolare nelle zone di contatto tra la duna e la palude salmastra;

**Sottotipo 15.14** – Comunità eurasiatiche di *Crypsis*;

### ***Combinazione fisionomica di riferimento***

**15.11:** *Salicornia* sp.pl., *Microcnemum coralloides*, *Suaeda maritima*, *Salicornia patula*, *S. emerici*, *S. dolichostachya*, \**S. veneta* (endemica nord-adriatica di interesse comunitario) *Suaeda vera*, *Puccinellia festuciformis* ssp. *festuciformis*, *P. borrieri*, *Halopeplis amplexicaulis*.

**15.12:** *Frankenia pulverulenta*, *Salsola soda*, *Cressa cretica*, *Parapholis incurva*, *P. strigosa*, *Hordeum marinum*, *Sphenopus divaricatus*; *Spergularia salina*, *Polypogon monspeliensis*, *P. subspathaceus*, *P. maritimus*, *Bupleurum semicompositum*, *Juncus hybridus*, *Mesembryanthemum nodosum*, *Catapodium balearicum*, *C. pauciflorum*, *Bellis annua*, *Senecio leucanthemifolius*, *Centaureum spicatum*, *Silene sedoides*, *Hymenolobus procumbens*, *Evax pigmaea*, *E. rotundata*, *Nanantea perpusilla*.

**15.13:** *Sagina maritima*, *S. nodosa*, *Trifolium scabrum*, *Plantago bellardii*, *Senecio leucanthemifolius*, *Hypochoeris glabra*, *Cochlearia danica*, *Centaureum vulgare*, *Bromus ferronii* (= *B. molliformis*).

**15.14:** *Crypsis aculeata*, *Spergularia media*, *Spergularia marina*, *Salicornia* sp.pl., *Chenopodium* sp.pl., *Atriplex* sp.pl. .

15.56: *Suaeda maritima*, *S. splendens*, *Bassia hirsuta*, *Salsola soda*, *Atriplex latifolia*, *A. rosea*.

### ***Riferimento sintassonomico***

Il sottotipo **15.11** è riferibile alla classe *Thero-Suaedetia* Rivas-Martínez 1972 [*Thero-Salicornietea* Tüxen in Tüxen & Oberdorfer ex Géhu & Géhu-Franck 1984 nom. cons. propos.] ed in particolare: alle alleanze *Salicornion patulae* Géhu & Géhu-Franck 1984 e *Microcnemion coralloidis* Rivas-Martínez 1984. Alla stessa classe di vegetazione appartengono le comunità alonitrofile dell'alleanza *Thero-Suaedion* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 associate al codice CORINE 15.56.

Gli altri sottotipi vengono riferiti tutti alla classe *Saginetea maritimae* Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962 ed in dettaglio all'alleanza *Frankenion pulverulentae* Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976 (ordine *Frankenietalia pulverulentae* Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976) per quanto riguarda le formazioni del sottotipo **15.12**, al *Saginion maritimae* Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962 (ordine *Saginetalia maritimae* Westhoff, Van Leeuwen & Adriani 1962) per le formazioni del sottotipo **15.13** e all'alleanza *Crypsidion aculeatae* Pignatti 1954 (ordine *Crypsidetalia aculeatae* Vicherek 1973) che descrive il sottotipo **15.14**.

Secondo Brullo (1988) il *Saginion maritimae* è prettamente atlantico (con poche stazioni nell'Alto Adriatico), mentre nel Mediterraneo ci sono *Limonion avei* Brullo 1988 (fortemente xerico) e *Frankenion pulverulentae* Rivas-Martínez ex Castroviejo & Porta 1976 (meno xerico).

### ***Dinamiche e contatti***

La vegetazione che caratterizza questo habitat costituisce comunità durevoli che si trovano generalmente in contatto catenale con le formazioni alofile a suffrutici della classe *Sarcocornietea fruticosae* dell'habitat 1420 "Praterie e fruticeti mediterranee e termo-atlantici (*Sarcocornietea fruticosae*)" o, dove il disturbo altera la microtopografia creando condizioni di minore salinità, con le formazioni ad emicriptofite inquadrare nell'ordine *Juncetalia maritimi* dell'habitat 1410 "Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimi*)". La vegetazione dell'habitat costituisce micromosaici e quindi entra in contatto catenale con la vegetazione delle falesie (1240 "Scogliere con vegetazione delle coste mediterranee con *Limonium* spp. endemici") e talora anche con quella delle formazioni dunali riferite all'habitat 2110 "Dune mobili embrionali".

### **Note**

Tra le specie alloctone troviamo *Cotula coronopifolia*, in Italia si rinviene in Liguria, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

### **1410: Pascoli inondati mediterranei (Juncetalia maritimi)**

(14: Paludi e pascoli inondati mediterranei e termo-atlantici)

### ***Codice CORINE Biotopes***

- 15.51 - Mediterranean tall rush saltmarshes
- 15.52 - Mediterranean short rush, sedge, barley and clover
- 15.53 - Mediterranean halo-psammophile meadows
- 15.55 - Mediterranean saltmarsh grass swards
- 15.57 - Mediterranean saltmarsh couch-wormwood stands
- 15.58 - Mediterranean fine-leaved rush beds

### ***Codice EUNIS***

A2.6 - Paludi salse e canneti alofili litoranei

### ***Regione biogeografica di appartenenza***

Continentale e **Mediterranea**

### ***Frase diagnostica dell'habitat in Italia***

Comunità mediterranee di piante alofile e subalofile ascrivibili all'ordine *Juncetalia maritimi*, che riuniscono formazioni costiere e subcostiere con aspetto di prateria generalmente dominata da giunchi o altre specie igrofile. Tali comunità si sviluppano in zone umide retrodunali, su substrati con percentuali di sabbia medio-alte, inondate da acque salmastre per periodi medio-lunghi. Procedendo dal mare verso l'interno, *J. maritimus* tende a formare cenosi quasi pure in consociazioni con *Arthrocnemum* sp.pl., *Sarcocornia perennis* e *Limonium serotinum*, cui seguono comunità dominate da *J. acutus*. In Italia l'habitat è caratterizzato anche da formazioni di praterie alofile a *Juncus subulatus* riferibili al codice CORINE 15.58.

L'habitat è distribuito lungo le coste basse del Mediterraneo e in Italia è presente in varie stazioni: in quasi tutte le regioni che si affacciano sul mare.

### ***Sottotipi e varianti (compilare se necessario)***

**15.51** - Comunità dominate da alti giunchi quali *Juncus maritimus* o *J. acutus* in zone umide salmastre.

**15.52** – Praterie dominate da piccoli giunchi e carici: *Juncus gerardii*, *Carex divisa*, *C. exstensa*.

**15.53** - Prati alo-psammofili mediterranei (*Plantaginion crassifoliae*).

**15.55** – Paludi alofile distribuite lungo le coste e le lagune costiere (*Puccinellion festuciformis*)

**15.57** - Vegetazione di orlo dei bacini salmastri dominata da *Artemisia caerulescens* (*Agropyro-Artemision caerulescentis*).

### ***Combinazione fisionomica di riferimento***

**15.51** - *Juncus maritimus*, *J. acutus*, *J. subulatus*, *Carex extensa*, *C. distachya*, *Aster tripolium*, *Plantago cornuti*, *Samolus valerandi*, *Spartina versicolor*, *Trifolium pannonicum*, *Inula crithmoides* (= *Limbarda crithmoides*), *Atriplex prostrata*, *Scirpus maritimus*, *Limonium narbonense*, *Puccinellia palustris*;

**15.52** - *Hordeum nodosum*, *H. maritimum*, *Trifolium squamosum*, *T. michelianum*, *Alopecurus bulbosus*, *Carex divisa*, *Ranunculus ophioglossifolius*, \**Linum maritimum*, *Juncus gerardi*, *Limonium narbonense*;

**15.53** - *Plantago crassifolia*, *Schoenus nigricans*, *Blackstonia imperfoliata*, *Centaureum tenuiflorum*, *Orchis coriophora* ssp. *fragans*;

**15.55** - *Puccinellia festuciformis* ssp. *festuciformis*;

**15.57** - *Artemisia caerulescens*, *Aeluropus litoralis*, *Juncus acutus*, *Plantago crassifolia*, *P. cornuti*, *Centaureum tenuiflorum*, *Limonium narbonense*, *L. densissimum*, *Agropyron elongatum*, *A. pungens*, *Inula crithmoides*.

**15.58** - *Juncus subulatus* e occasionalmente *Athrocnemum macrostachyum*. Il contatto con l'acqua meno ricca di sali crea la condizione per lo sviluppo di una formazione in cui *J. subulatus* si compenetra con *Scirpus maritimus*.

### ***Riferimento sintassonomico***

I sottotipi **15.51** e **15.52** vengono descritti dalle associazioni appartenenti all'alleanza *Juncion maritimi* Br.-Bl. ex Horvatic 1934. Della stessa alleanza è l'associazione *Juncetum subulati* Caniglia et al. 1984, che in Italia caratterizza le formazioni di praterie alofile definite dal codice CORINE 15.58.

Il sottotipo **15.53** dei prati alo-psammofili mediterranei viene riferito all'alleanza *Plantaginion crassifoliae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952 mentre, per quanto riguarda il sottotipo vegetazione di orlo dei bacini salmastri, definito dal codice **15.57**, il riferimento è all'alleanza *Elytrigio athericae-Artemision caerulescentis* (Pignatti 1953) Géhu & Scoppola 1984 in Gehù et al. 1984.

Tutte le alleanze relative ai diversi sottotipi dell'habitat sono incluse nell'ordine *Juncetalia maritimi* Br.-Bl. ex Horvatic 1934, classe *Juncetea maritimi* Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952.

## ***Dinamiche e contatti***

Vegetazioni azonali stabili.

Contatto con altre comunità alofile quali i pratelli effimeri del *Frankenion pulvulentae* e le cenosi dominate da specie annuali del genere *Salicornia* dell'habitat 1310 "Vegetazione annua pioniera a *Salicornia* e altre specie delle zone fangose e sabbiose" e di quelle perenni dell'habitat 1420 "Praterie e fruticeti mediterranee e termo-atlantici (*Sarcocornetea fruticosi*)" oltre che con quelle afferenti all'habitat 1150 "Lagune costiere". Negli ambiti pascolati si ha spesso il contatto con prati-pascolo della classe *Molinio-Arrhenatheretea*. Rispetto alle comunità del retroduna si possono avere contatti con gli arbusteti mediterranei a *Juniperus* sp. pl. dell'habitat 2250\* "Dune costiere con *Juniperus* spp." anche nelle forme di degradazione dominate da camefite suffruticose; il contatto può essere inoltre con le comunità a *Quercus ilex* del retroduna (habitat 9340 "Foreste a *Quercus ilex* e *Q. rotundifolia*") o con quelle proprie degli ambiti retrodunali con falda affiorante dominate da *Fraxinus oxycarpa* e *Alnus glutinosa* dell'habitat 91F0 "Foreste miste riparie di grandi fiumi a *Quercus robur*, *Ulmus laevis* e *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* o *Fraxinus angustifolia* (*Ulmion minoris*)".

## ***Note***

Non si registra la presenza di specie alloctone, in Italia è presente in Liguria, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna e Campania

## **2190: Depressioni umide interdunali**

(21: Dune marittime delle coste atlantiche, del Mare del Nord e del Baltico)

## ***Codice CORINE Biotopes***

16.32 - Dune-slack pioneer swards

16.35 - Dune-slack reedbeds, sedgebeds and canebeds

## ***Codice EUNIS***

B1.81 - Comunità pioniere degli acquitrini interdunali

B1.84 - Canneti, tifeti e cariceti interdunali

## ***Frase diagnostica dell'habitat in Italia***

Si tratta di depressioni interdunali in cui si accumulano modeste quantità di acqua dolce nelle coste atlantiche. L'habitat non è presente in Italia.

## ***Sottotipi e varianti***

Nessun sottotipo indicato nel manuale EUR27 è presente in Italia.

## ***Note***

L'habitat 2190 viene inserito nella macrocategoria delle dune dei sistemi dell'Europa atlantica e settentrionale e come tale viene dal manuale anche definita la sua composizione tipologica. I sottotipi elencati fanno stretto riferimento a formazioni vegetazionali non presenti in Italia. La possibile confusione è dovuta all'interpretazione del sottotipo 16.32 che va risolta facendo esplicito riferimento

a quanto riportato nel Manuale Corine in quale lega tale sottotipo alla suballeanza *Juncenion bufonii*, indicata però *pro parte* e con esplicito riferimento all'associazione *Gentiano-Erythraetum littoralis*. Tale associazione non è presente in Italia solo in Veneto e in Friuli-Venezia Giulia viene indicata (Conti *et al.*, 2005) *Centaureum littorale* ssp. *littorale* la quale però si rinviene in un contesto vegetazionale completamente diverso da riferire all' habitat 6420 "Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molinio-Holoschoenion*". Nelle altre regioni non esiste nessun riferimento esplicito, nemmeno a livello tassonomico, che possa giustificare la presenza dell'habitat. Le segnalazioni erroneamente effettuate vanno quindi per la maggior parte riferite oltre che al già citato habitat 6420 anche agli habitat 3120 "Acque oligotrofe e bassissimo contenuto minerale su terreni generalmente sabbiosi del Mediterraneo occidentale con *Isoetes* spp.", 3130 "Acque stagnanti, da oligotrofe a mesotrofe, con vegetazione dei *Littorelletea uniflorae* e/o degli *Isoeto-Nanijuncetea*" 3150 "Laghi eutrofici naturali con vegetazione del *Magnopotamion* o *Hydrocharition*" e 3170\* "Stagni temporanei mediterranei", 3140 "Acque oligomesotrofe calcaree con vegetazione bentica di *Chara* spp."

La stessa interpretazione dell'habitat, come atlantico e nord europeo, viene data anche dai colleghi francesi che propongono con punti interrogativi l'habitat 2190 nell'area mediterranea nel senso che alcune associazioni o sintaxa di livello superiore possono essere presenti anche nell'area mediterranea ma in contesti decisamente diversi mentre indicano chiaramente l'habitat su gran parte della costa atlantica.

## **2240: Dune con prati dei Brachypodietalia e vegetazione annua**

(22: Dune marittime delle coste mediterranee)

### ***Codice CORINE Biotopes***

16.229 - Dune Mediterranean xeric grasslands

### ***Codice EUNIS***

B1.4 - Comunità erbacee delle dune costiere stabili

### ***Regione biogeografica di appartenenza***

Continentale e **Mediterranea**

### ***Frase diagnostica dell'habitat in Italia***

Comunità vegetali annuali effimere delle dune, a sviluppo primaverile, che si localizzano nelle radure della macchia e della vegetazione erbacea perenne sviluppate sulle sabbie che derivano dalla degradazione dei substrati basici. Questa vegetazione occupa una posizione ecologica simile a quella descritta per l'habitat 2230 "Dune con prati dei *Malcolmietalia*", inserendosi però nella parte della duna occupata dalle formazioni maggiormente stabilizzate sia erbacee che legnose. La vegetazione corrisponde agli aspetti su duna, indicati per le formazioni a pseudosteppa (habitat 6220 "Percorsi substeppici di graminacee e piante annue dei *Thero-Brachypodietea*") alle quali si aggiungono specie della classe *Helianthemetea guttatae*.

### ***Combinazione fisionomica di riferimento***

*Brachypodium distachyum*, *Aira elegans*, *Lotus angustissimus*, *Moenchia mantica*, *Cynosurus polybracteatus*, *Anagallis parviflora*, *Tuberaria guttata*, *Galium divaricatum*, *Briza maxima*, *Andryala*

*integrifolia*, *Lagurus ovatus*, *Ornithopus compressus*, *Rumex bucephalophorus*, *Plantago lagopus*, *P. bellardii*, *P. albicans*, *Anchusa hybrida*.

### **Riferimento sintassonomico**

Secondo le più recenti revisioni sintassonomiche le comunità a dominanza di terofite non nitrofile sono inquadrare nella classe *Helianthemetea guttatae* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 nom. mut. propos. in Rivas-Martínez *et al.* 2002, ordine *Helianthemetalia guttatae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940, alleanza *Helianthemion guttatae* Br.-Bl. in Br.-Bl., Molinier & Wagner 1940. Sempre nell'ambito della stessa classe, l'habitat è definito anche da formazioni dell'alleanza *Trachynion distachyae* Rivas-Martínez 1978, ordine *Trachynietalia distachyae* Rivas-Martínez 1978.

Un tipo particolare di pseudosteppa è rappresentato da vaste distese sabbiose con una vegetazione a *Plantago albicans* che rappresenta una fase del consolidamento delle sabbie litoranee, preparando il suolo alla colonizzazione delle specie della gariga. Tale tipo di vegetazione sembra doversi inquadrare nell'associazione *Anchuso hybridae-Plantaginetum albicantis* Corbetta & Pirone 1989 (Corbetta *et al.*, 1989) della classe *Thero-Brachypodietea* Br.-Bl. 1947.

### **Dinamiche e contatti**

Queste cenosi possono trovarsi a mosaico con diverse comunità della duna: occupano infatti gli spazi che si vengono a formare nell'ambito di comunità arbustive, in particolare della gariga (*Helychriso stoechadis-Cistetum eriocephali*), e della macchia a dominanza di ginepro o di Erica multiflora (*Asparago acutifolii-Juniperetum macrocarpae*; *Phyllireo angustifoliae-Ericetum multiflorae*). Relazioni catenali, legate a variazioni nel tasso di umidità edafica, esistono anche con la vegetazione effimera delle pozze umide dell'*Isoëtion*.

### **Note**

Le specie alloctone presenti sono: *Acacia saligna*, *Agave americana*, *Carpobrotus acinaciformis*, *Erigeron canadensis*, *E. sumatrensis*, *Xanthium orientalesp. italicum*, *Xanthium spinosum*.

L'habitat si differenzia, per la condizione ecologica, dall'habitat 2230 principalmente e come carattere maggiormente evoluto, in quanto si sviluppa su substrato prevalentemente di tipo calcareo.

Secondo Farris *et al.* (2007), nella Sardegna settentrionale, le comunità, precedentemente attribuite a quest'habitat, andrebbero interpretate come habitat 2230.

L'habitat 2240 non è esclusivamente legato alle dune attuali e recenti ma si può rinvenire anche sulle paleodune.

### **2230: Dune con prati dei Malcolmietalia**

(22: Dune marittime delle coste mediterranee)

### **Codice CORINE Biotopes**

16.228 - Mediterraneo-Atlantic dune malcolmia communities

### **Codice EUNIS**

B1.4 - Comunità erbacee delle dune costiere stabili

### **Regione biogeografica di appartenenza**

Continentale e **Mediterranea**

### ***Frase diagnostica dell'habitat in Italia***

Vegetazione prevalentemente annuale, a prevalente fenologia tardo-invernale primaverile dei substrati sabbiosi, da debolmente a fortemente nitrofila, situata nelle radure della vegetazione perenne appartenenti alle classi *Ammophiletea* ed *Helichryso-Crucianelletea*. Risente dell'evoluzione del sistema dunale in rapporto all'azione dei venti e al passaggio degli animali e delle persone. L'habitat è distribuito sulle coste sabbiose con macrobioclima sia mediterraneo sia temperato. In Italia è diffuso con diverse associazioni, individuate lungo tutte le coste.

### ***Combinazione fisionomica di riferimento***

*Malcolmia ramosissima*, *Maresia nana*, *Evax astericiflora*, *E. pygmaea*, *Ononis variegata*, *O. cristata*, *O. striata*, *O. diffusa*, *Pseudorhiza pumila*, *Silene nummica* (endemica sarda), *S. beguinotii* (endemica sarda), *S. colorata* ssp. *canescens*, *S. nicaensis*, *S. gallica*, *S. ramosissima*, *S. sericea*, *S. argyrea*, *Linaria flava* subsp. *sardoa* (endemica di sardo-corsa), *Brassica tournefortii*, *Leopoldia gussonei*\*, *Hormuzakia aggregata*, *Lotus halophilus*, *Coronilla repandata*, *Anchusa littorea*, *Senecio transiens*, *S. coronopifolius*, *Cutandia maritima*, *C. divaricata*, *Phleum graecum*, *P. arenarium*, *P. sardoum*, *Matthiola tricuspidata*, *Corynephorus fasciculatus*, *Corrigiola telephifolia*, *Medicago littoralis*, *Polycarpon diphylloides*, *Lagurus ovatus*, *Bromus gussonei*, *Chamaemelum mixtum*, *Vulpia membranacea*, *Alkanna tinctoria*, *Echium sabulicola* ssp. *sabulicola*, *Polycarpon tetraphyllum* ssp. *diphylloides*, *P. alsinifolium*, *Thesium humile*, *Lupinus angustifolius*, *Aetheorhiza bulbosa*.

### ***Riferimento sintassonomico***

I pratelli terofitici ed effimeri dell'habitat 2230 appartengono, come precisato dalla definizione stessa, all'ordine dei *Malcolmietalia* Rivas Goday, 1958 (classe *Helianthemetea guttatae* (Br.-Bl. in Br.-Bl., Roussine & Nègre 1952) Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 nom. mut. propos. in Rivas-Martínez et al. 2002), ed in particolare sono riconducibili a tre alleanze: *Alkanno-Maresion nanae* Rivas Goday ex Rivas Goday & Rivas-Martínez 1963 corr. Diez-Garretas Asensi & Rivas-Martínez 2001, *Laguro ovati-Vulpion membranaceae* Géhu & Biondi 1994 e *Maresion nanae-Ononidetum variegatae* Géhu, Biondi, Géhu-Franck & Arnold-Apostolides 1986.

### ***Dinamiche e contatti***

Queste cenosi possono trovarsi a mosaico con diverse comunità della duna: occupano infatti gli spazi che si vengono a formare nell'ambito delle comunità perenni, dall'ammofiletto dell'habitat 2120 "Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche") al crucianello dell'habitat 2210 "Dune fisse del litorale del *Crucianellion maritimae*", alla macchia a *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* (habitat 2250\* "Dune costiere con *Juniperus* spp."). In seguito ad azioni di disturbo, sia naturali che di origine antropica, tendono a ricoprire superfici anche estese.

### ***Note***

È stata censita la specie alloctona *Carpobrotus acinaciformis*

Rivas-Martínez et al. (2002) hanno proposto in seno alla classe *Helianthemetea guttatae* un nuovo ordine *Cutandietalia maritimae* a cui appartenerebbero tutti i *sintaxa* presenti in Italia sin'ora ascritti nell'ordine *Malcolmietalia* (Diez-Garretas et al., 2003).

## **1420: Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (Sarcocornietea fruticosi)**

(14: Paludi e pascoli inondatai mediterranei e termo-atlantici)

### ***Codice CORINE Biotopes***

15.6 - Mediterraneo-Nemoral saltmarsh scrubs

### ***Codice EUNIS***

A2.5 - Habitat litoranei influenzati dagli spruzzi di acqua marina

### ***Regione biogeografica di appartenenza***

Continentale e Mediterranea

### ***Frase diagnostica dell'habitat in Italia***

Vegetazione ad alofite perenni costituita principalmente da camefite e nanofanerofite succulente dei generi *Sarcocornia* e *Arthrocnemum*, a distribuzione essenzialmente mediterraneo-atlantica e inclusa nella classe *Sarcocornietea fruticosi*. Formano comunità paucispecifiche, su suoli inondatai, di tipo argilloso, da ipersalini a mesosalini, soggetti anche a lunghi periodi di disseccamento. Rappresentano ambienti tipici per la nidificazione di molte specie di uccelli.

### ***Combinazione fisionomica di riferimento***

*Sarcocornia perennis*, *S. alpini* (= *S. perennis* var. *deflexa*), *S. fruticosa*, *Arthrocnemum macrostachyum* (= *A. glaucum*), *Halocnemum strobilaceum*, *Limoniastrum monopetalum*.

Altre specie: *Halimione portulacoides*, *Inula crithmoides*, *Suaeda vera*, *Limonium virgatum*, *L. narbonensis*, *L. ferulaceum*, *L. bellidifolium*, *Aeluropus litoralis*, *Aster tripolium*, *Artemisia gallica*, *Atriplex portulacoides*, *Triglochin barrelieri*.

### ***Riferimento sintassonomico***

La vegetazione alofila perenne del 1420 è riferibile alla classe *Salicornietea fruticosae* Br.-Bl. & Tüxen ex A. & O. Bolòs 1950, [*Sarcocornietea fruticosae* Br.-Bl. & Tüxen ex A. & O. Bolòs 1950 nom. mut. propos. Rivas-Martinez *et al.* 2002], ed in dettaglio alle alleanze *Salicornion fruticosae* Br.-Bl. 1933, *Arthrocnemion macrostachyi* Rivas-Martínez 1980 (ordine *Salicornietalia fruticosae* Br.-Bl. 1933), e *Limoniastrion monopetali* Pignatti 1953 e *Triglochino barrelieri-Limonion glomerati* Biondi, Diana, Farris & Filigheddu 2001 (ordine *Limonietalia* Br.-Bl. & O. Bolòs 1958).

### ***Dinamiche e contatti***

Queste cenosi sono in contatto seriale con le comunità a salicornie annuali dell'habitat 1310 "Vegetazione annua pioniera a *Salicornia* e altre specie delle zone fangose e sabbiose" e catenale con le praterie emicriptofitiche dell'ordine *Juncetalia maritimi* dell'habitat 1410 "Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*)" e con le praterie a *Spartina maritima* dell'habitat 1320 "Prati di *Spartina* (*Spartinion maritimae*)".

### ***Note***

Non sono registrate specie alloctone ed in Italia è presente in Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna. L'ultimo ritrovamento è quello abruzzese.

L'habitat comprende tutte le tipologie di vegetazione alofila indicata nel CORINE Biotops con il codice 15.6 "Saltmarsh scrubs della classe *Arthrocnemetea fruticosi*": In generale tutti i sottotipi presenti in

Italia in base alla classificazione corine sono rari e da considerare in pericolo di estinzione per la frammentazione grave degli habitat dovuta alle attività antropiche ed in generale alle bonifiche e alle alterazioni imposte sui sistemi costieri e retrodunali. Tra le fitocenosi afferenti all'habitat ve ne sono alcune estremamente rare e localizzate delle quali si possono contare poche stazioni in Italia. Si tratta delle formazioni ad *Halocnemum strobilaceum* (Codice CORINE: 15.617) e delle formazioni a *Limoniastrum monopetalum* (Codice CORINE: 15.63). Del primo tipo di formazione si contano 4 stazioni: Stagno di S. Gilla (presso Cagliari); Sacca di Bellocchio (Provincia di Ravenna); Foce dell'Ombrone (provincia di Grosseto) e poche altre nella Sicilia occidentale (Saline di Trapani, Isola Grande dello Stagnone).

Per quanto riguarda le cenosi a *Limoniastrum monopetalum* queste sono presenti in poche o pochissime stazioni delle seguenti regioni: Calabria, Sicilia e Sardegna.

Per tali motivi si ritiene che l'habitat in Italia venga considerato come prioritario o, in alternativa, che si indichi come prioritari almeno i sottotipi indicati con le specifiche corine corrispondenti e citate.

Confusione con: habitat 1510\* "Steppe salate mediterranee (Limonietaia)".

Devono essere ricondotte all'habitat 1420, in accordo con Alessandrini e Tosetti (2001), molte segnalazioni presenti nei formulari dei Siti Natura 2000 del litorale e attribuite in prima battuta al codice 1510\* "Steppe salate mediterranee (Limonietaia)". Il manuale europeo di interpretazione degli habitat indica infatti con il codice 1510 ambienti caratterizzati da suoli permeati, ma non inondati da acque salate. Il 1420 è invece il codice che meglio descrive le situazioni più diffuse soggette ad inondazioni, adattandosi pressoché alla perfezione anche dal punto di vista sintassonomico, trattandosi sempre di salicornieti perenni. Tali formazioni, peraltro, danno spesso luogo a mosaici con aggruppamenti di alofile di bassa taglia riconducibili all'habitat 1410.

### **2250\*: Dune costiere con *Juniperus* spp.**

(22: Dune marittime delle coste mediterranee)

#### ***Codice CORINE Biotopes***

16.27 - Dune juniper thickets and woods e **64.613** - *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata* woodland.

#### ***Codice EUNIS***

B1.63 - Comunità arbustive di *Juniperus* sp. su dune costiere

#### ***Regione biogeografica di appartenenza***

Continentale e **Mediterranea**

#### ***Frase diagnostica dell'habitat in Italia***

L'habitat è eterogeneo dal punto di vista vegetazionale, in quanto racchiude più tipi di vegetazione legnosa dominata da ginepri e da altre sclerofille mediterranee, riconducibili a diverse associazioni.

La vulnerabilità è da imputare, in generale, allo sfruttamento turistico, comportante alterazioni della micro morfologia dunale, e all'urbanizzazione delle coste sabbiose. È distribuito lungo le coste sabbiose del Mediterraneo e in Italia è presente solo nelle regioni mediterranea e temperata. Nella prima prevalgono le formazioni a *Juniperus macrocarpa*, talora con *J. turbinata*. Nel macrobioclima temperato si rinvengono rare formazioni a *J. communis*.

#### ***Combinazione fisionomica di riferimento***

*Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*, *J. phoenicea* ssp. *turbinata*, *J. communis*, *Asparagus acutifolius*, *Pistacia lentiscus*, *Phillyrea angustifolia*, *P. media*, *P. media* var. *rodriguezii*, *Myrtus communis*, *Smilax aspera*, *Rubia peregrina*, *R. peregrina* subsp. *requienii*, *Prasium majus*, *Rhamnus alaternus*, *Lonicera implexa*, *Chamaerops humilis*, *Clematis cirrhosa*, *C. flammula*, *Ephedra fragilis*, *E. distachya*, *Ruscus aculeatus*, *Anthyllis barba-jovis*, *Quercus calliprinos*, *Dianthus morisianus*.

### ***Riferimento sintassonomico***

Nell'area bioclimatica mediterranea si rinvencono gineprei a prevalenza di *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*, talvolta con *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata*. Quando i due ginepri convivono si assiste ad una prevalenza o esclusiva presenza di *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* nel versante a mare della duna, mentre l'altro tende a prevalere su quello continentale. La transizione verso i territori costieri a macrobioclima temperato è segnata nel Tirreno settentrionale, dall'associazione *Spartio juncei-Juniperetum macrocarpae* Vagge & Biondi 1999, mentre nell'area nord-adriatica si rinviene l'associazione *Junipero-Hippophaetum fluviatilis* Géhu & Scoppola in Géhu *et al.* 1984 che si installa sul versante continentale dei cordoni dunali o nelle depressioni interdunali più distanti dal mare.

Sempre nell'area nord-adriatica va segnalata la presenza dell'associazione endemica *Viburno lantanae-Phillyreetum angustifoliae* Gamper, Filesi, Buffa & Sburlino 2008, alla cui fisionomia *Juniperus communis* spesso contribuisce in maniera significativa.

Le formazioni a *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* e *Juniperus phoenicea* ssp. *turbinata* vengono riferite all'alleanza *Juniperion turbinatae* Rivas-Martinez (1975) 1987 (ordine *Pistacio-Rhamnetalia alaterni* Rivas-Martinez 1975, classe *Quercetea ilicis* Br.-Bl. (1936) 1947), mentre l'associazione *Junipero-Hippophaetum fluviatilis*, è inclusa nell'alleanza *Pruno-Rubion ulmifolii* O. Bolos 1954 (ordine *Prunetalia spinosae* R. Tx. 1952, classe *Rhamno-Prunetea* Riv.-God. & Borja Carbonell 1961).

Formazioni con *Juniperus communis* e *Hippophae rhamnoides* ssp. *fluviatilis* si possono rinvenire anche lungo i corsi dei fiumi dell'Italia settentrionale (Biondi *et al.*, 1997) dove partecipano però alla costituzione di associazioni diverse inquadrabili nell'habitat 3240 "Fiumi alpini con vegetazione riparia legnosa a *Salix elaeagnos*".

In Friuli Venezia Giulia (Poldini *et al.*, 2006) gli arbusti che colonizzano le sabbie dissalate, consolidate e con sostanza organica delle dune fossili ("dune brune") ormai indipendenti dall'azione marina appartengono al *Berberidion* Br.-Bl. 1950. Sono formazioni discontinue dominate da diversi arbusti sia di conifere (*Juniperus communis* ssp. *communis*) sia di sclerofille (*Phillyrea angustifolia*) sia di latifoglie (*Crataegus monogyna*, *Berberis vulgaris* ssp. *vulgaris*, *Viburnum lantana*).

### ***Dinamiche e contatti***

La macchia a ginepro coccolone (*Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa*) nella porzione più avanzata della duna stabile è in contatto catenale con la vegetazione psammofila perenne della classe *Ammophiletea* ed in particolare con la vegetazione ad *Ammophila arenaria* dell'habitat 2120 "Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche") e con il crucianello (habitat 2210 "Dune fisse del litorale del *Crucianellion maritimae*). Nelle radure della

vegetazione psammofila è possibile rinvenire le comunità terofitiche riferibili all'ordine *Malcolmietalia* (Habitat 2230 "Dune con prati dei *Malcolmietalia*"). Nell'interduna i contatti catenali possono interessare anche la vegetazione effimera della classe *Isöeto-nanojuncetea* (3170\* "Stagni temporanei mediterranei"), macchie e boschi della classe *Quercetea ilicis* (9340 "Foreste di *Quercus ilex* e *Quercus rotundifolia*").

L'habitat può avere contatti catenali anche con le pinete costiere su sabbia (Habitat 2270\* "Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster*"). Contatti seriali si stabiliscono, in seguito ad incendio o altre forme di degradazione della macchia a ginepro coccolone o turbinato, con garighe a *Cistus* sp.pl. ed *Helichrysum* sp. pl., *Helianthemum* sp. pl. o talora ad *Halimium halimifolium*, riferibili all'habitat 2260 "Dune con vegetazione di sclerofille dei *Cisto-Lavenduletalia*".

### **Note**

*Austrocyllindropuntia subulata*, *Carpobrotus acinaciformis*, *C. edulis*, *Opuntia ficus-indica*, *Agave* sp. pl., *Acacia saligna*, *A. horrida*, *Eucalyptus* sp. pl. sono specie alloctone presenti.

Vengono considerate le comunità strettamente legate alle dune sabbiose, le altre rientrano nell'habitat 5330 (Arbusteti termo-mediterranei e pre-steppici).

## **2120: Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* (dune bianche)**

(21: Dune marittime delle coste atlantiche, del Mare del Nord e del Baltico)

### **Codice CORINE Biotopes**

16.2122 – Mediterranean white dunes

### **Codice EUNIS**

B1.3 - Dune costiere mobili

### **Regione biogeografica di appartenenza**

Continentale e **Mediterranea**

### **Frase diagnostica dell'habitat in Italia**

L'habitat individua le dune costiere più interne ed elevate, definite come dune mobili o bianche, colonizzate da *Ammophila arenaria* subsp. *australis* (**16.2122**) alla quale si aggiungono numerose altre specie psammofile.

### **Combinazione fisionomica di riferimento**

*Ammophila arenaria* ssp. *australis* (= *Ammophila arenaria* ssp. *arundinacea*), *Echinophora spinosa*, *Anthemis maritima*, *Eryngium maritimum*, *Euphorbia paralias*, *Medicago marina*, *Cyperus capitatus*, *Lotus cytisoides*, *L. cytisoides* ssp. *conradiae*, *L. creticus*, *Pancratium maritimum*, *Solidago littoralis*, *Stachys maritima*, *Spartina juncea*, *Silene corsica*, *Otanthus maritimus*.

### **Riferimento sintassonomico**

In Italia, l'habitat viene riferito essenzialmente alle associazioni: *Echinophoro spinosae-Ammophiletum australis* (Br.-Bl. 1933) Géhu, Rivas-Martínez & R. Tx.1972 in Géhu *et al.* 1984 e *Sileno corsicae-Ammophiletum arundinaceae* Bartolo, Brullo, De Marco, Dinelli, Signorello & Spampinato 1992 corr. Géhu 1996, inquadrato nell'alleanza *Ammophilion australis* Br.-Bl. 1921 corr. Rivas-Martínez, Costa &

Izco in Rivas-Martínez, Lousã, T.E. Díaz, Fernández-González & J.C. Costa 1990, ordine *Ammophiletalia* Br.-Bl. 1933, classe *Ammophiletea* Br.-Bl. et Tx. ex Westhoff, Dijk & Passchier 1946.

### ***Dinamiche e contatti***

Questo habitat prende contatto catenale con le formazioni delle dune embrionali ad *Elymus farctus* dell'habitat 2110 "Dune mobili embrionali" e con quelle dei settori maggiormente stabilizzati a *Crucianella maritima* dell'habitat 2210 "Dune fisse del litorale del *Crucianellion maritimae*". Talora la vegetazione delle dune mobili può prendere contatto direttamente con le formazioni a *Juniperus oxycedrus* ssp. *macrocarpa* e/o *J. turbinata* dell'habitat 2250\* "Dune costiere con *Juniperus* spp." o direttamente con la vegetazione di macchia a *Quercus ilex* o altre specie arboree (habitat 9340 "Foreste a *Quercus ilex* e *Q. rotundifolia*"). Nelle radure della vegetazione perenne si rinvengono formazioni terofitiche dell'ordine *Malcolmietalia ramosissimae* dell'habitat 2230 "Dune con prati dei *Malcolmietalia*".

### ***Note***

Sono presenti le seguenti specie alloctone: *Cenchrus incertus*, *Carpobrotus acinaciformis*, *C. edulis*, *Ambrosia coronopifolia*, *A. tenuifolia*, *Yucca gloriosa*, *Agave americana*, *Amorpha fruticosa*, *Oenothera sp.pl.*, *Acacia saligna*, *A. horrida*, *Agave fourcroydes*, *A. americana*, *A. ferox*.

In Italia è presente in Liguria, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna

Questo habitat è stato inserito nel macro gruppo che include le dune marine delle coste atlantiche, del Mar del Nord e del Baltico. Tale collocazione compromette fortemente la conservazione delle coste mediterranee che, al contrario di quelle del Nord Europa, sono fortemente danneggiate dall'uso antropico i cui habitat andrebbero per tanto considerati tutti come prioritari.

Secondo Brullo & Guarino il nome corretto di *Echinophoro spinosae-Ammophiletum australis* (Br.-Bl. 1933) Géhu, Rivas-Martinez et R. Tx. 1972 in Géhu et al. è *Medicagini marinae-Ammophiletum australis* Br.-Bl. 1921, come evidenziato da Riv.-Mart. et al. 2001-2002, Itinera Geobot. e da Brullo et al. 2001

## **6.8.1.2. Vegetazione e Flora e Stato di Conservazione**

Sulla spiaggia e sulle dune inoltre si osserva una successione di fasce diverse di vegetazione. I primi metri di spiaggia sono del tutto privi di vegetazione, procedendo dalla spiaggia verso l'interno si incontrano dune del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria*, *Euphorbia terracina* e prati di *Brachypodietalia* e vegetazione annua oltre che di *Juniperus spp.*

La Macchia mediterranea è rappresentata da un'ampia fascia compresa fra il litorale marino e l'interna pineta. Con il termine di "Macchia Mediterranea" si intendono associazioni vegetali caratterizzate da specie di latifoglie sempreverdi xerofile con foglie coriacee, presenti sia allo stato arbustivo sia arboreo, adattati a sopportare il periodo di siccità estiva tipico dell'ambiente mediterraneo.

All'interno del cordone dunale sono presenti le prime specie arbustive quali il Lentisco e il Ginepro coccolone dominanti, insieme alla Fillirea, il Rosmarino, il Mirto e il Cisto rosa. Più rara risulta l'Efedra in forma sia erbacea che arbustiva. Nelle zone più umide sono presenti anche l'Oleandro e l'Agnocasto.

### 6.8.1.3. Fauna e Stato di Conservazione

Tra i vertebrati il gruppo più rappresentato è quello dell'avifauna, che conta numerose specie fra sedentarie, migratrici e di passo.

Alla Foce del Bradano e lungo il litorale si possono osservare le specie riportate nelle tabelle identificative del sito (frequenti l'Airone cinerino e la Garzetta, più rari l'Airone Rosso e la Nillicora). Agli ambienti acquatici sono legati anche alcune specie di Rallidi (Gallinella d'acqua, Folaga e Porciglione. Tra i Limicoli, adattati ad alimentarsi in acque basse e fangose, i più frequenti sono il Corriere piccolo, il Beccaccino e il Cavaliere d'Italia.

Nelle seguenti tabelle sono riportate le specie di cui all'art.4 della Direttiva 79/409/CE e elencate nell'allegato II della Direttiva 92/43/CEE presenti in tale pSIC e desunte dal sito pSIC IT9220095.

Per quanto riguarda i mammiferi, va segnalato che a causa dell'elevata antropizzazione delle aree limitrofe, non sono presenti specie di grandi dimensioni. Le più comuni sono il riccio, la lepre, l'istrice, la volpe, la faina, il tasso.

Cod.	Nome	Minacce	Popolazione			Valutazione Sito			
			Riproduttiva		Migratoria	Pop.	Cons.	Isolam.	Globale
			Rip	Svern.	Stazionaria				
A074	<i>Milvus milvus</i>	A2,A4,B2,B7	3p			B	B	C	B
A073	<i>Milvus migrans</i>	A2,A4,B2,B7		3P		B	B	C	B
A231	<i>Coracias garrulus</i>	A2,A4,B2,B7		3p		B	B	C	B
A229	<i>Alcedo atthis</i>	A2,A4,B2	5p			C	B	C	B

Tabella 18: Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato 1 della direttiva 79/409/CEE

Cod.	Nome	Minacce	Popolazione				Valutazione Sito			
			Riproduttiva		Migratoria		Pop.	Cons.	Isolam	Globale
			Rip	Svern.	Stazionaria					
A226	<i>Apus apus</i>	A1,A2	100i				C	B	C	B
A251	<i>Hirundo rustica</i>		20p				C	B	C	B
A253	<i>Delichon urbica</i>		100p				C	B	C	B
A433	<i>Lanius nubicus</i>		10p				C	B	C	B
A341	<i>Lanius senator</i>		10p				C	B	C	B
A053	<i>Anas platyrhynchos</i>					50i	C	B	C	B
A050	<i>Anas penelope</i>	A1,C1				50i	C	B	C	B

Tabella 19: Uccelli migratori abituali non elencati nell'Allegato 1 della direttiva 79/409/CEE

Cod.	Nome	Minacce	Popolazione				Valutazione Sito			
			Riproduttiva		Migratoria		Pop	Cons	Isolam	Globale
			Rip	Svern	Stazionaria					
1217	<i>Testudo hermani</i>		20				B	B	B	B
1220	<i>Emys orbicularis</i>		20				B	B	C	B
1279	<i>Elaphe quatuorlineata</i>		10				C	B	C	B

Tabella 20: ANFIBI E RETTILI elencati nell'Allegato II della direttiva 79/409/CEE

Cod.	Nome	Minacce	Popolazione				Valutazione Sito			
			Riproduttiva		Migratoria		Pop.	Cons.	Isolam	Globale
			Rip	Svern.	Stazionaria					
1044	<i>Coenagrion mercuriale</i>	R					B	C	C	C

Tabella 21: INVERTEBRATI elencati nell'Allegato II della direttiva 79/409/CEE

Le categorie di minaccia utilizzate nella lista rossa sono state individuate secondo i criteri dell'I.U.C.N. (1994);

EX: Estinto (Extinct) - nella lista rossa sono indicate a questa voce le specie estinte in Italia come nidificanti.

CR: Gravemente minacciato (Critically endangered)

EN: Minacciato (Endangered)

VU: Vulnerabile (Vulnerable)

LR. A Minor rischio (Lower Risk)

DD: Dati insufficienti (Data Deficient)

NE: Non valutato (Not Evaluated)

Nella tabella per ogni specie è individuata anche la causa di minaccia, riportata nella lista rossa stessa per ognuna delle specie secondo la seguente codifica:

A = Influenze antropiche indirette:

- A1 = Bonifica delle zone umide
- A2 = Modificazioni e trasformazioni dell'habitat a seguito di intervento antropico
- A3 = Uso di pesticidi ed inquinamento delle acque
- A4 = Incendio e taglio dei boschi
- A5 = Cambiamento delle attività agricole, di pastorizia e di pesca
- A6 = Attività del tempo libero (turismo, balneazione, escursionismo, sport nautici, pesca sportiva, arrampicata sportiva)
- B = Influenze antropiche dirette:
  - B1 = Caccia
  - B2 = Lotta ai nocivi
  - B3 = Prelievo di uova, pulli, a scopo commerciale o per collezione
  - B4 = Vandalismo
  - B5 = Inquinamento genetico
  - B6 = Pesca eccessiva
  - B7 = Bracconaggio e pesca illegale
  - B 8 = Competizione o predazione da parte di specie e/o popolazioni alloctone
- C1 = Cause naturali
- D1 = Cause sconosciute

Oltre ad una forte valenza naturalistica per l'avifauna, il sito presenta un alto grado di biodiversità per altre specie faunistiche legate ai diversi ecosistemi presenti nell'area.

La microfauna è presente con diverse specie di anfibi e rettili. Gli anfibi più comuni sono la Rana verde, il Rospo e il Tritone Italico; mentre tra i rettili la presenza più significativa è quella della testuggine palustre, sempre più rara e localizzata a causa della distruzione delle zone umide. Nell'area della macchia è presente anche la testuggine comune, mentre la spiaggia e il tratto di mare antistante la foce del Bradano è frequentato dalla Tartaruga Marina. Tra gli ofidi si segnala la presenza del Cervone, specie questa di interesse comunitario.

Tra gli invertebrati si segnala la presenza della *Coenagrion mercuriale* specie questa di interesse comunitario inserita nell'allegato II della "Direttiva Habitat".

Data l'importanza ecologica di alcune specie di interesse comunitario presenti nel sito si riportano di seguito alcuni dati riguardanti l'ecologia delle stesse al fine di prevedere e quindi prevenire possibili incidenze dovute alla realizzazione dell'intervento oggetto della presente relazione.

### **Testuggine palustre (*Emys orbicularis*)**

Caratteri distintivi: Colorazione di fondo del carapace, degli arti, della coda e del capo nero-verdastra con macchie gialle talvolta molto evidenti. Piastrone giallo o giallo-verdastro. Carapace liscio, ovale, poco convesso. Dita palmate fino alla base delle unghie in numero di quattro negli arti anteriori e cinque in quelli posteriori.

Habitat: Stagni, laghi, risorgive, fiumi, canali e fossati, paludi, bacini di cave esaurite: in generale, zone umide con ricca vegetazione. E' molto abbondante anche in acque decisamente eutrofie; l'inquinamento organico non sembra pertanto fattore limitante per la sua presenza. I parametri che determinano la presenza e la numerosità delle popolazioni sono la presenza di bosco maturo in prossimità delle zone umide e la permanenza dell'acqua. Inoltre la presenza di più zone umide con tipologie differenti a breve distanza permette a questa specie di completare il ciclo biologico, fornendo microhabitat idonei ai diversi stadi ontogenetici.

Biologia: Si ciba di vari invertebrati acquatici e terrestri (Lombrichi, Molluschi), piccoli Vertebrati (nidiacei di Uccelli palustri, Anfibi, Pesci) E' attiva nelle ore diurne e crepuscolari, anche di notte nelle giornate più

calde. Sverna affondandosi nel fango del fondo o interrandosi nelle rive. Dopo l'accoppiamento, che avviene in acqua da marzo ad aprile, le femmine depongono 3-16 uova in buche del suolo scavate con l'ausilio degli arti posteriori, poi bagnano il terreno con l'acqua contenuta in due sacchi lombari che sboccano dalla cloaca e ricoprono la buca. La Testuggine d'acqua é predata da alcuni Mammiferi (Volpe, Lontra, ratti), Uccelli (Ardeidi, Anatidi, Corvidi, e Rapaci).

#### **Testuggine comune (*Testudo hermanni*)**

Caratteri distintivi: Apice della coda protetto da un astuccio corneo; in genere due scudi sopracaudali. Carapace con macchie giallastre e nere, queste ultime di maggiore estensione; sul piastrone macchie nere disposte in due fasce longitudinali. Maschio con coda più massiccia e più lunga di quella della femmina, estremità posteriore del carapace più convessa con margine libero ripiegato verso la coda e piastrone concavo; femmina con piastrone piatto.

Habitat: Pinete e leccete litoranee, zone rurali, coltivi, parchi e giardini, boscaglie e cespuglieti.

Biologia: Si nutre di varie essenze vegetali ma anche di Insetti, vermi, molluschi, crostacei. Il periodo degli accoppiamenti inizia in marzo e, se le condizioni climatiche lo consentono, si ripete un secondo accoppiamento in agosto. Il maschio adulto è territoriale e durante il periodo di accoppiamento è particolarmente aggressivo. La femmina depone fino a 12 uova in una buca da lei scavata con gli arti posteriori che viene successivamente umidificata e ricoperta di terra. Lo svernamento avviene in buche profonde 30-50 cm. E' predata da vari Uccelli e Mammiferi.

#### **Cervone (*Elaphe quatuorlineata*)**

Questo rettile, che può presentare una lunghezza massima di circa 250 cm, ha la funzione di regolatore ecologico in quanto in una stagione arriva a consumare, per individuo, fino a 3000 gr. di roditori.

Habitat idoneo: Macchia Mediterranea, aree boschive, ambienti ruderali e muretti a secco.

Etologia: Attivo di giorno e al crepuscolo; predilige stazionare in zone ombreggiate e calde. Il periodo di ibernazione può durare, secondo le condizioni atmosferiche, fino a sei mesi.

Alimentazione: Gli individui giovani si nutrono di grilli e cavallette, mentre gli adulti cacciano in genere topi, ratti, piccoli volatili. Spesso si nutrono di uova di volatili, anche di grosse dimensioni, che ingeriscono intere.

Ciclo riproduttivo: L'accoppiamento avviene in aprile-maggio; la deposizione delle uova tra giugno e luglio e dopo 60 giorni avviene la schiusa. Dalle uova deposte (in genere in numero da 7 a 13) nascono i piccoli che misurano circa 30 cm.

### **6.8.1.4. Stato di Rischio e di Degradamento degli Habitat**

Secondo uno studio di Simonetta Fascetti, intitolato "Valutazione dello stato di rischio e degrado degli Habitat di interesse comunitario (Dir. "Habitat" 92/43 CEE) della costa Jonica della Basilicata (Italia Meridionale) nella fascia jonica metapontina l'ambiente fisico, la copertura vegetazionale e l'uso del suolo sono ancora soggetti a trasformazioni e fenomeni dinamici in larga misura provocati dagli interventi antropici che hanno interessato direttamente (bonifica delle paludi) ed indirettamente (dighe lungo il corso dei fiumi) la pianura costiera ed il medio basso corso dei fiumi lucani con foce nel M. Jonio (Fascetti e Navazio, 2006).

Le trasformazioni in atto si evidenziano attraverso:

- progressivo inaridimento della costa e della zona sublitoranea a causa dell'abbassamento della falda dulcacquicola dovuto al drenaggio dei canali di bonifica che riversano in mare l'acqua dolce;
- diminuita portata dei fiumi dovuta agli sbarramenti degli invasi delle zone interne;
- erosione costiera, che tra le varie concause è determinata dallo scarso apporto di sedimenti fluviali;

- incremento dell'urbanizzazione del litorale dovuta agli insediamenti turistici costieri con conseguente riduzione di superficie e perdita di significatività di aree di rilevante interesse naturalistico (Fascetti et al, 2003).

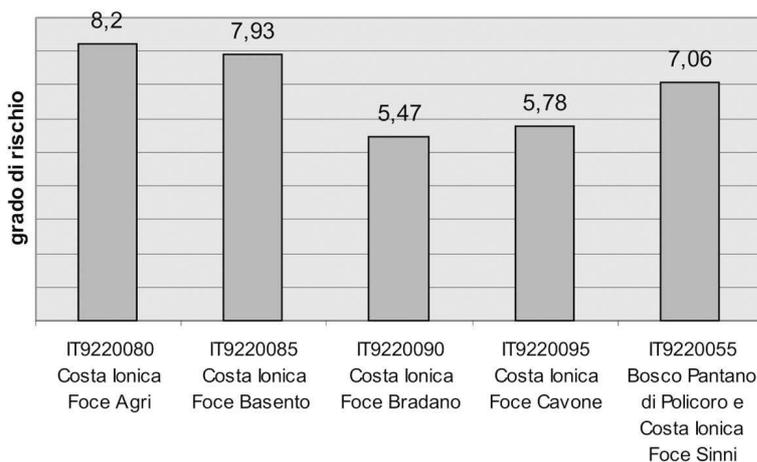
Allo scopo di quantificare il grado di rischio cui sono attualmente soggetti gli habitat presenti all'interno dei Siti Bioitaly della fascia costiera jonica, sono stati presi in considerazione i seguenti principali fattori di rischio di degrado che agiscono sul territorio costiero:

1. erosione costiera;
2. urbanizzazione;
3. conversione a superfici agricole;
4. sfruttamento turistico;
5. infrastrutture;
6. inondazione;
7. abbassamento della falda freatica;
8. incendio;
9. salinizzazione della falda;
10. invasione da parte di specie aliene;
11. assenza ed inadeguatezza di pratiche per la gestione conservativa (es.: assenza di pratiche silvicolturali, assenza di regolamentazione del flusso turistico, rimozione della vegetazione ).

Per ogni habitat sono state inoltre riportate le seguenti osservazioni riguardanti variazioni e trasformazioni delle superfici, degli habitat e del popolamento floristico - vegetazionale :

- a) sensibile e progressiva diminuzione della superficie dell'habitat (almeno il 10% in meno negli ultimi 15 anni);
- b) frammentazione dell'habitat;
- c) riduzione e scomparsa di specie.

Per ogni Sito Bioitaly i dati sono stati organizzati in data-base che hanno consentito di assegnare ad ogni habitat un coefficiente di rischio ed una valutazione dello stato di conservazione. L'elaborazione ha portato alla definizione di valori di rischio di degrado del sito (Figura 49) e di livelli di vulnerabilità degli habitat (Figura 50).



**Figura 49: Rischio di degrado per i Siti di Importanza Comunitaria della costa jonica della Basilicata**

Con:

**Rischio di degrado del sito** =  $(\sum \text{fattori di rischio} + \sum \text{valutazione dello stato di conservazione degli habitat del sito} + 10 \text{ per ogni habitat prioritario}) / n^\circ \text{ habitat del sito}$ .

**Vulnerabilità degli habitat** =  $[(\sum \text{fattori di rischio dell'habitat} + \sum \text{valutazione dello stato di conservazione dell'habitat}) \times \text{n}^\circ \text{ di presenze dell'habitat nei siti}] / \text{n}^\circ \text{ totale degli habitat dei siti della costa Jonica della Basilicata}$ .

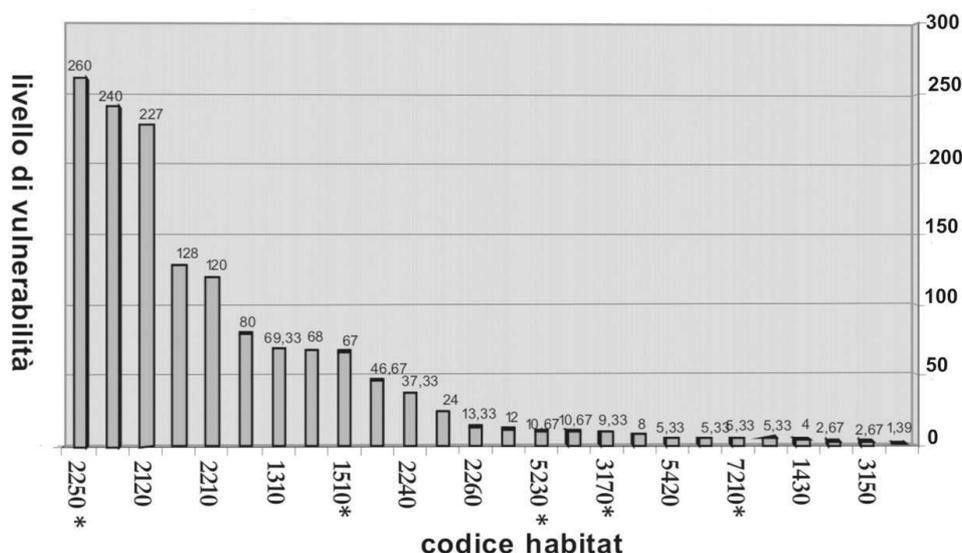


Figura 50: Livello di vulnerabilità degli habitat

Nella Tabella che segue sono riportati i risultati ottenuti relativamente al SIC Costa Jonica Foce Bradano:

HABITAT	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	a	b	c			
1310 Vegetazione pioniera a Salicornia e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose													o	o		
1410 Pascoli inondati mediterranei (Juncetalia maritimi)																
1420 Praterie e fruticeti alofili mediterranei e termo-atlantici (Sarcocornetea fruticosi)																
1430 Praterie e fruticeti alonitrofilo (Pegano-Salsoletea)																
2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di <i>Ammophila arenaria</i> («dune bianche»)													o	o	o	
2190 Depressioni umide interdunari																
2210 Dune fisse del litorale del <i>Crucianellion maritimae</i>														o	o	o
2220 Dune con presenza di <i>Euphorbia terracina</i>														o	o	
2230 Dune con prati dei <i>Malcolmietalia</i>																
2240 Dune con prati dei <i>Brachypodietalia</i> e vegetazione annua																
2250* Dune costiere con <i>Juniperus spp.</i>														o	o	o
2260 Dune con vegetazione di sclerofille dei <i>Cisto Lavanduletea</i>																
5420 <i>Sarcopoterium spinosum phryganas</i>																
6420 Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del <i>Molinio-Holoschoenion</i>																
9540 Pinete mediterranee di pini mesogeni endemici																
1150* Lagune costiere																
1510* Steppe salate mediterranee ( <i>Limonieta</i> )																
2270* Dune con foreste di <i>Pinus pinea</i> e/o <i>Pinus pinaster</i>																o
92D0 Arbusteti meridionali ripariali termoigrofilo ( <i>Nerio-Tamaricetea</i> and <i>Securinegion tinctoriae</i> )																

Tabella 22: Habitat (Dir. 92/43 CEE) e rischi di degrado per il Sic Costa Jonica Foce Bradano

Tale procedimento ha permesso di quantificare per ogni area SIC i rischi realmente presenti che possono compromettere la conservazione degli habitat e delle specie di flora e fauna caratteristiche.

Dall'analisi dei dati emerge che gli habitat particolarmente a rischio, con grave e diffusa compromissione della loro integrità aggravata da rilevante riduzione di superficie sono presenti nel SIC Costa Jonica Foce Bradano e sono:

- \*2250 Dune costiere con *Juniperus spp.*,
- 2190 Depressioni umide interdunali,
- 2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche").

I fattori di rischio più incidenti per questi habitat sono l'erosione costiera e l'utilizzo delle aree retrodunali per infrastrutture turistiche.

Relativamente agli altri Habitat del SIC in oggetto, diffusa degradazione, ma con buone potenzialità di recupero laddove vengano rimosse le cause del disturbo, anche in questo caso generalmente identificabili nella pressione antropica presente nella stagione estiva, caratterizzano gli habitat:

- 1310 Vegetazione pioniera a *Salicornia* e altre specie annuali delle zone fangose e sabbiose,
- 2230 Dune con prati dei *Malcolmietalia*.

Sottoposti a varie cause di alterazione ambientale, in molti casi rimovibili, tra cui la conversione in terreni agricoli, sono i seguenti habitat:

- 1410 Pascoli inondatai mediterranei (*Juncetalia maritimi*),
- 2240 Dune con prati dei *Brachypodietalia* e vegetazione annua.

## **7. INFLUENZA DEL PROGETTO SULL'ECOSISTEMA**

### **TERRESTRE**

Possibili disturbi ambientali e fonti di inquinamento che potrebbero derivare dalla realizzazione dell'opera in esame sono riconducibili fondamentalmente alle seguenti componenti: **Aria, Rumore e Vibrazioni, Acqua, Paesaggio e Rifiuti.**

#### **7.1. Aria**

Gli impatti sull'aria connessi alla presenza degli interventi di cantierizzazione sono dovuti principalmente alle emissioni di polveri e sono collegati in generale alle lavorazioni relative alle attività di scavo (a cui sono legate le fasi di movimentazione dei materiali), stoccaggio e confezionamento delle materie prime che in determinate circostanze possono causare il sollevamento di polvere (originata dalle suddette attività). In generale gli impatti sulla componente aria riguardano le seguenti emissioni dovute a movimentazione terre nelle aree di cantiere (NO<sub>x</sub>, CO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, ecc.) dovuti a macchine operatrici cantiere e coltivazione:

##### **7.1.1. Emissioni in atmosfera da flusso veicolare dei mezzi di cantiere**

L'analisi dell'impatto sull'inquinamento atmosferico generato dalla presenza di flusso veicolare dovuto alla circolazione dei mezzi di cantiere è quella tipica degli inquinanti a breve raggio. Tecnicamente vengono definiti inquinanti a breve raggio quei composti ed elementi che, fuoriusciti dagli scappamenti dei motori, causano effetti limitati nello spazio e nel tempo; essi comprendono, principalmente l'ossido di carbonio, il benzene tipico dei motori diesel, gli idrocarburi e le polveri. Gli inquinanti a lungo raggio sono invece quelli il cui effetto viene a realizzarsi grazie ad una diffusione atmosferica su larga scala ed una serie di complessi fenomeni chimico-fisici che ne alterano le caratteristiche iniziali; essi comprendono fra l'altro, l'anidride solforosa e l'anidride solforica, gli ossidi di azoto e i gas serra (in primis l'anidride carbonica).

Si avranno temporanee emissioni di inquinanti in atmosfera dovute alle attività del cantiere; in particolare, saranno prodotte le emissioni relative ai prodotti di combustione (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, polveri, CO, incombusti) dovuti ai motori dei mezzi impegnati nel cantiere. E' bene e però sottolineare che si tratta di un impatto temporaneo legato alla durata del cantiere e, quindi, facilmente reversibile.

##### **7.1.2. Mitigazioni**

Nella fase di cantiere dovranno essere messe in atto le seguenti misure mitigative:

- periodica bagnatura delle piste di cantiere e dei cumuli di materiali in deposito durante le fasi di lavorazione dei cantieri fissi, al fine di limitare il sollevamento delle polveri e la conseguente diffusione in atmosfera copertura dei mezzi adibiti al trasporto dei materiali polverulenti sia in carico che a vuoto mediante teloni;
- le aree dei cantieri fissi dovranno contenere una piazzola destinata al lavaggio delle ruote dei mezzi in uscita dall'area di cantiere;
- costante lavaggio e spazzamento a umido delle strade adiacenti al cantiere e dei primi tratti di viabilità pubblica in uscita da dette aree.

## 7.2. Rumore e vibrazioni

Al fine di valutare correttamente l'impatto acustico derivante dalla realizzazione di una qualsiasi opera occorre procedere preliminarmente alla caratterizzazione dell'area territoriale oggetto di intervento dal punto di vista acustico.

A tale proposito è necessario precisare che l'area in esame non è stata classificata ai sensi della Legge 447/95 e pertanto ci si riferisce ai limiti previsti dal D.P.C.M. 14 novembre 1997.

In particolare, ai sensi di tale disposto normativo (Allegato B C), il territorio in esame è classificabile area di classe V (Area prevalentemente industriale) o ad essa assimilabile, in quanto caratterizzato da una scarsità di abitazioni. Per tali tipologie di aree lo stesso DPCM indica i seguenti valori limite di emissione e di immissione.

<b>Valori limite di emissione</b>	<b>diurno</b>	<b>notturno</b>
<b>Leq dB(A)</b>	<b>65</b>	<b>55</b>

**Valori limite assoluti di immissione –**

<b>Leq in dB(A)</b>	<b>70</b>	<b>60</b>
---------------------	-----------	-----------

È comunque bene precisare che, in prossimità dell'area in esame non esistono zone densamente abitate, né si rinvengono nel raggio di almeno 1 km, possibili recettori delle eventuali emissioni acustiche prodotte.

Caratterizzato il territorio dal punto di vista acustico, è possibile effettuare una previsione dell'inquinamento acustico indotto dal nuovo intervento, individuando le possibili fonti di inquinamento. A tale proposito si evidenzia che, data la tipologia di opera in progetto, le possibili fonti di inquinamento acustico possono essere ricondotte esclusivamente alla fase di esercizio del sistema di pompaggio.

Per quanto concerne la fase di cantiere le attività che possono costituire possibili fonti di inquinamento acustico possono essere individuate come di seguito:

- realizzazione delle opere di scavo e fase di posizionamento pompe;
- flusso di mezzi adibiti al trasporto dei materiali;

Di seguito si riporta una stima generale del contributo energetico acustico dei diversi macchinari utilizzati tipicamente in cantiere.

<b>MACCHINE</b>	<b>Contributo al Rumore (%)</b>
<b>Scavatrici, ruspe, spalatrici</b>	<b>11,3</b>
<b>Autocarri, betoniere</b>	<b>22,3</b>
<b>pompe</b>	<b>11,3</b>
<b>generatori</b>	<b>1,1</b>
<b>altre</b>	<b>22,3</b>

Tabella 23: Contributo energetico acustico dei macchinari

Come per tutte le attività legate alla fase di cantiere, si tratta di quanto strettamente legati alla durata dei lavori.

### 7.2.1. Mitigazioni

Di seguito si riporta un elenco di tutti gli interventi previsti in progetto che possono fornire un contributo alla mitigazione degli impatti attesi e finora descritti:

- in fase di cantiere verranno utilizzate esclusivamente macchine e attrezzature rispondenti alla direttiva europea 2000/14/CE, sottoposte a costante manutenzione;

- organizzazione degli orari di accesso al cantiere da parte dei mezzi di trasporto, al fine di evitare la concentrazione degli stessi nelle ore di punta.

### **7.3. Acqua**

Dato lo scopo per cui è stata proposta la realizzazione degli interventi in progetto, certamente la risorsa naturale meno interessata è quella idrica. Gli impatti a carico dell'Acqua saranno legati ad eventuali inquinanti prodotti in fase di cantiere dalle macchine operatrici che potranno disciogliersi in acqua.

In particolare, al fine di fornire utili indicazioni circa la valutazione dell'impatto generato sull'ambiente marino costiero dall'attività in oggetto, sono stati ripresi i contenuti degli studi condotti tra il sino a tutto dicembre 2009 nell'ambito del monitoraggio dell'ambiente marino costiero della Basilicata finalizzati al controllo qualitativo delle acque e del benthos del tratto costiero ionico metapontino.

Nel dettaglio tali studi sono stati svolti con lo scopo di indagare i seguenti elementi:

1. il tipo e le caratteristiche delle popolazioni bentoniche;
2. le caratteristiche qualitative delle acque a distanza variabile dalla linea di costa (500m e 3000 m);
3. le caratteristiche oceanografiche ;
4. gli accumuli di inquinanti nelle popolazioni di *mytilus galloprovincialis* allevate.

### **7.4. SIC Costa Jonica Foce Bradano**

Il SIC Costa Jonica Foce Bradano verrà interessato dal progetto solo marginalmente in quanto la strada di accesso al cantiere ed il cantiere stesso sono localizzati al suo interno. La viabilità di cantiere infatti coinciderà con la fascia tagliafuoco che attraversa il SIC mentre l'area di cantiere sarà posizionata sulla spiaggia come indicato in Figura 42.

Per poter consentire il passaggio dei mezzi pesanti sulla fascia tagliafuoco sarà posizionato del materiale misto a rinforzare il fondo ma non sarà tagliata né asportata la vegetazione naturale presente.

Non sarà quindi asportato materiale vegetale e quindi non si ha un impatto diretto sugli habitat e sulle specie vegetali presenti, l'unico impatto sarà costituito dal disturbo esercitato dalla presenza antropica e dalle emissioni dei gas di scarico dei mezzi di cantiere.

Il disturbo che il passaggio dei mezzi causerà alla fauna presente sarà comunque temporaneo e prevalentemente di tipo dissuasivo ossia gli animali tenderanno a tenersi a distanza dalla fonte di rumore.

Relativamente agli impatti indiretti ossia quelli provocati dalle conseguenze della realizzazione delle barriere sommerse si punta ad ottenere un aumento della dimensione della spiaggia con ripercussioni positive sul SIC.

Infatti, secondo quanto emerso nel precedente capitolo 6.8.1.4, la riduzione della dimensione della spiaggia comporta un rischio per gli habitat del sito ed in particolare per gli habitat \*2250 Dune costiere con *Juniperus* spp., 2190 Depressioni umide interdunali e 2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche").

L'obiettivo della realizzazione delle barriere è proprio quello di ridurre l'energia del moto ondoso, ridurre i processi erosivi a carico delle dune e quindi di far aumentare la superficie della spiaggia.

Inoltre, indirettamente, l'aumento previsto della superficie della spiaggia ridurrà l'impatto antropico legato all'utilizzo delle aree interdunali per la localizzazione delle infrastrutture turistiche.

Relativamente al ripascimento, che ammonterà a circa 5.000 mc, come meglio rappresentato nel capitolo 5, il materiale utilizzato sarà compatibile con quello di destinazione, relativamente alla composizione granulometrica, alle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche, oltre che biologiche.

Pertanto si ritiene che la realizzazione delle opere previste è in linea con gli strumenti di conservazione del sito avendo su di esso un'incidenza positiva.

## **7.5. Suolo**

Dal punto di vista dell'uso del suolo l'intervento in progetto interferisce con aree scarsamente antropizzate. Durante la fase di cantiere del progetto verrà asportato parte del fondo marino per consentire il posizionamento delle barriere e il materiale prodotto, pari a 5.000 mc verrà poi utilizzato nel ripascimento.

Pertanto l'unico impatto a carico del suolo è rappresentato da questo spostamento di materiale sabbioso dal fondale marino alla spiaggia.

## **7.6. Produzione di Rifiuti**

Obiettivo dell'analisi di questo fattore ambientale è l'individuazione e la caratterizzazione della possibile produzione dei rifiuti e del relativo sistema di raccolta, recupero, riciclaggio e smaltimento. Per le caratteristiche dell'opera in esame la produzione di rifiuti rimane legata esclusivamente alla fase di realizzazione delle opere.

La produzione di rifiuti, esclusivamente di tipo inerte ed in minima parte dovuta al materiale di imballaggio dei macchinari e dei materiali da costruzione, causata dalle attività iniziali di cantiere, è dovuta sostanzialmente alla realizzazione di eventuali opere di scavo e attraversamento.

### **7.6.1. Mitigazioni**

Al fine di minimizzare la quantità di rifiuti prodotti potranno essere adottate le seguenti misure mitigative:

- raccolta e smaltimento differenziato dei rifiuti prodotti dalle attività di cantiere (imballi, legname, ferro, ecc.);
- conferimento in discarica autorizzata esclusivamente del materiale non altrimenti riutilizzabile secondo le disposizioni normative vigenti;

## **7.7. Paesaggio**

Data la natura del progetto gli impatti possono essere distinti temporalmente in due:

1. Impatti derivanti dalla presenza dell'opera (Barriere soffolte).
2. Impatti connessi alle opere temporanee;

### **7.7.1. Impatto delle barriere soffolte**

Le barriere che costituiscono il cuore del progetto sono di tipo sommerso e la sommità delle opere sarà attestata a -1 m dalla superficie dell'acqua.

La scelta delle barriere soffolte ha l'impatto visivo diretto nullo poiché la presenza dell'opera a mare non modifica la sky-line, tuttavia va considerato l'effetto secondario che tali opere produrranno: la loro presenza riducendo i fenomeni erosivi e del conseguente ripascimento artificiale e naturale favorirà un aumento della spiaggia e quindi ad uno spostamento in avanti della linea di costa. Tale impatto è considerato positivo per gli effetti di protezione della costa e dell'incremento la fruibilità del litorale.

Questo risultato è auspicabile in quanto risulta la ragione della realizzazione dell'opera.

Per monitorare eventuali impatti non calcolati in questa fase l'intero progetto è stato distinto in 2 fasi: I° e II° stralcio funzionale.

Poiché il I° stralcio funzionale riveste carattere sperimentale sarà oggetto di una attività di monitoraggio dell'evoluzione della costa sia in relazione agli aspetti fisiografici e batimetrici che ecosistemici dell'habitat naturale pre e post intervento.

### **7.7.2. Impatto di opere temporanee**

Le opere temporanee si distinguono:

- a) opere ausiliarie temporanee
- b) opere temporanee di cantiere (viabilità e area di cantiere, molo temporaneo per i salpamenti)

Le prime costituiscono un'unica opera radente composta da un pennello semisommerso di dimensioni prossime ai 30 m, orientato a circa 30° dalla perpendicolare alla linea di riva verso est, e di altezza pari a 1,5 m, a questo sarà collegata una barriera sommersa, localizzata tra l'isobata -2m e la -3m, di dimensione analoga alle barriere principali, di lunghezza non superiore a 50 m disposta e orientata in continuità con il pennello semisommerso.

Queste opere saranno eliminate dopo la realizzazione dell'intero progetto.

Le seconde costituite da: viabilità di cantiere, area di cantiere e dal molo temporaneo necessario alle operazioni di salpamento dei materiali da costruzione.

La viabilità utilizzata è costituita da una viabilità esistente ed in parte da un tratto di fascia tagliafuoco. Non c'è impatto paesaggistico per questa poiché non verrà modificata la viabilità né verranno tagliate piante.

L'area di cantiere sarà prettamente utilizzata per lo stoccaggio dei materiali e i baraccamenti di cantiere, ed inoltre è previsto il ripristino dello stato dei luoghi al termine dei lavori.

Il molo temporaneo è costituito da un pennello emergente posto a ridosso dell'area di cantiere. Questa opera sarà realizzata come una scogliera perpendicolare al litorale per una lunghezza di circa 150 m e comunque tale da raggiungere una profondità del fondale idonea all'attracco dei mezzi marini. Le caratteristiche geometriche della sezione saranno tali da consentire il passaggio dei mezzi per il trasporto dei materiali da salpare pertanto la larghezza della parte emersa sarà di circa 4 m, la quota piano finito relativa al livello medio mare sarà circa 1 m e la scarpa avrà pendenza 1/1. Quest'ultima opera è ausiliaria alle operazioni di realizzazione delle barriere e pertanto sarà demolita con l'ultimazione del I stralcio funzionale e ripristinato lo stato iniziale dei luoghi.

La durata dei lavori relativamente al I stralcio funzionale è stata stimata in 19 mesi.

Le opere temporanee radenti descritte da un punto di vista visivo sono assimilabili a piccoli moli ma per entrambe le opere, essendo provvisorie, l'impatto visivo-paesaggistico sarà limitato nel tempo.

## **7.8. Uso delle Risorse Naturali**

Data la tipologia di interventi in progetto durante la fase di cantiere l'unica risorsa naturale che risulta impegnata è l'acqua di mare mista a sabbia. Relativamente all'utilizzo di questa risorsa, le attività maggiormente significative sono legate alla cantierizzazione dell'area, alle eventuali opere scavo ed alla movimentazione delle acque di risulta. In ogni caso si tratta di un'occupazione temporanea di suolo la cui effettiva durata legata all'andamento cronologico dei lavori. Al fine di minimizzare tali impatti, saranno comunque adottate opportune misure volte alla razionalizzazione ed al contenimento della superficie dei cantieri, con particolare attenzione alla viabilità di servizio ed alle aree da adibire allo stoccaggio dei materiali.

Data la tipologia delle aree circostanti quella di intervento un potenziale disturbo correlato alla fase di cantiere ed in particolare legato alle opere di scavo anche se tali opere sono tutte a sezione ristretta e pertanto non possono in alcun modo costituire impedimento al naturale regime di deflusso delle acque.

Come già chiarito nel Capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** durante l'utilizzo della fascia tagliafuoco non verrà asportato materiale vegetale lungo tale viabilità.

## **7.9. Stato di qualità ambientale per i corpi idrici del I ordine (periodo 2003 – 2005)**

I dati di qualità delle acque superficiali fanno riferimento al PRTA. I Dati disponibili per la valutazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici, suddivisi per bacini. Nella tabella seguente sono elencate le

annualità dei dati disponibili per la valutazione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici, suddivisi per bacini.

Le schede successive riportano, per ogni corpo idrico studiato, i risultati delle elaborazioni svolte per l'attribuzione dello stato di qualità ambientale relativi al periodo 2003 – 2005.

Allo scopo di evidenziare l'effetto sulla classificazione dovuto al superamento del valore di soglia dei parametri chimici si osserva che è sufficiente il superamento relativo ad uno solo di tali parametri perché lo stato ambientale, quale che sia quello ecologico, sia considerato scadente o pessimo.

Per quanto concerne i parametri chimici addizionali, è possibile affermare che, se si fa eccezione per una parte del bacino del fiume Basento ed una parte del bacino dell'Agri, non sono presenti all'interno della regione importanti fonti di impatto di origine industriale. Per tale regione, si ritiene che i parametri addizionali finora rilevati (metalli pesanti, pesticidi, tra cui aldrin, dieldrin e DDT) siano sufficienti per definire lo Stato di Qualità Ambientale (SACA). Con tali premesse, si rileva come in nessun fiume lucano si sia riscontrata la presenza di elementi chimici inquinanti in concentrazioni superiori ai limiti di normativi.

L'assegnazione dello stato di qualità ambientale non tiene conto del parametro mercurio, in quanto le determinazioni dell'ARPAB sono state effettuate a limiti di rilevazione strumentali superiori ai valori soglia indicati dall'ANPA. Si segnala che in tutte le determinazioni effettuate i valori di concentrazione del mercurio sono risultate inferiori a 0.005 mg/l (limite strumentale).

I risultati sono presentati nella tabella seguente e si riferiscono al periodo di osservazioni comprese tra il 2003 –2005.

Si rammenta che gli indici utilizzati per la valutazione dello stato di qualità delle acque fluviali sono il Livello di Inquinamento da Macrodescriptors (LIM), l'Indice Biotico Esteso (IBE), lo Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua (SECA) e lo Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua (SACA). Per tutti questi indici esiste una convenzione per la rappresentazione grafica delle diverse classi di qualità:

**Elevato = azzurro**  
**Buono = verde**  
**Sufficiente = giallo**  
**Scadente = arancione**  
**Pessimo = rosso**

**LIM: Livello Inquinamento da Macrodescrittori.** Tiene conto della concentrazione nelle acque dei principali parametri, denominati macrodescrittori, per la caratterizzazione dello stato di inquinamento: nutrienti, sostanze organiche biodegradabili, ossigeno disciolto, inquinamento microbiologico. Attraverso un calcolo si ottiene un punteggio per ciascun parametro. Si sommano i punteggi ottenuti per ciascun parametro e, attraverso una scala predefinita si assegnano delle classi di qualità. Ad ogni valore viene attribuito un livello d'inquinamento: classe 1 = ottimo, classe 2 = buono, classe 3 = sufficiente, classe 4 = scadente, classe 5 pessimo. Ogni classe viene rappresentata con un colore convenzionale: classe 1 = azzurro, classe 2 = verde, classe 3 = giallo, classe 4 = arancio, classe 5 = rosso.

**IBE: Indice Biotico Esteso.** Misura l'effetto della qualità chimica e chimico-fisica delle acque sugli organismi macroinvertebrati bentonici che vivono almeno una parte del loro ciclo biologico nell'alveo dei fiumi. La presenza o l'assenza di determinate classi di questi organismi permettono di qualificare il corso d'acqua, attribuendo 5 classi di qualità, dalla classe di qualità elevata (ambiente non inquinato - azzurro) alla classe di qualità scadente (ambiente fortemente inquinato - rosso). Insieme al LIM determina lo stato ecologico dei corsi d'acqua (SECA).

**SECA: Stato Ecologico dei Corsi d'Acqua.** È determinato incrociando i valori di LIM e di IBE; come valore di SECA si considera il risultato peggiore tra i due. È rappresentato in 5 classi che vanno da classe 1 = qualità elevata a classe 5 = qualità pessima.

**SACA: Stato Ambientale dei Corsi d'Acqua.** Per la valutazione dello stato ambientale si prendono in considerazione anche i microinquinanti (sia organici che metalli pesanti) eventualmente presenti nelle acque fluviali. Se la concentrazione anche di un solo microinquinante è superiore al valore soglia, lo stato ambientale diventa automaticamente scadente o pessimo, se era pessima la classe SECA.

- il punteggio attribuito sulla base dei macrodescrittori (LIM);
- il punteggio attribuito sulla base dell'IBE (Indice Biotico Esteso);
- lo stato ecologico del corso d'acqua (SECA);
- lo stato di qualità ambientale (SACA).

Lo schema cromatico utilizzato prevede l'attribuzione dei seguenti colori, in funzione delle classi di appartenenza (tabelle 8 e 9, allegato 1 d.lgs. 152/99):

✓	classe 1 (stato ambientale "elevato")	→	azzurro
✓	classe 2 (stato ambientale "buono")	→	verde
✓	classe 3 (stato ambientale "sufficiente")	→	giallo
✓	classe 4 (stato ambientale "scadente")	→	arancione
✓	classe 5 (stato ambientale "pessimo")	→	rosso

Corpo Idrico	Codice Stazione	Denominazione Stazione	Data LIM	Data IBE	LIM	IBE	Classe SECA	SACA
<b>Bacino del fiume Agri</b>								
Agri	AG01/COD02	Monte diga Pertusillo	2003	2003	400	10.0	2	buono
Agri	AG02	Monte confluenza T. Sauro	2003		320			
Agri	AG03	Ponte SS. 106 Jonica	2003-2004	2003	200	6.0	3	sufficiente
Agri	AG03	Ponte SS. 106 Jonica	2004-2005	2005	170	5.7	3	sufficiente
Agri	COD01	Capo d'Agri Campo di Lupo		2003		10.0		

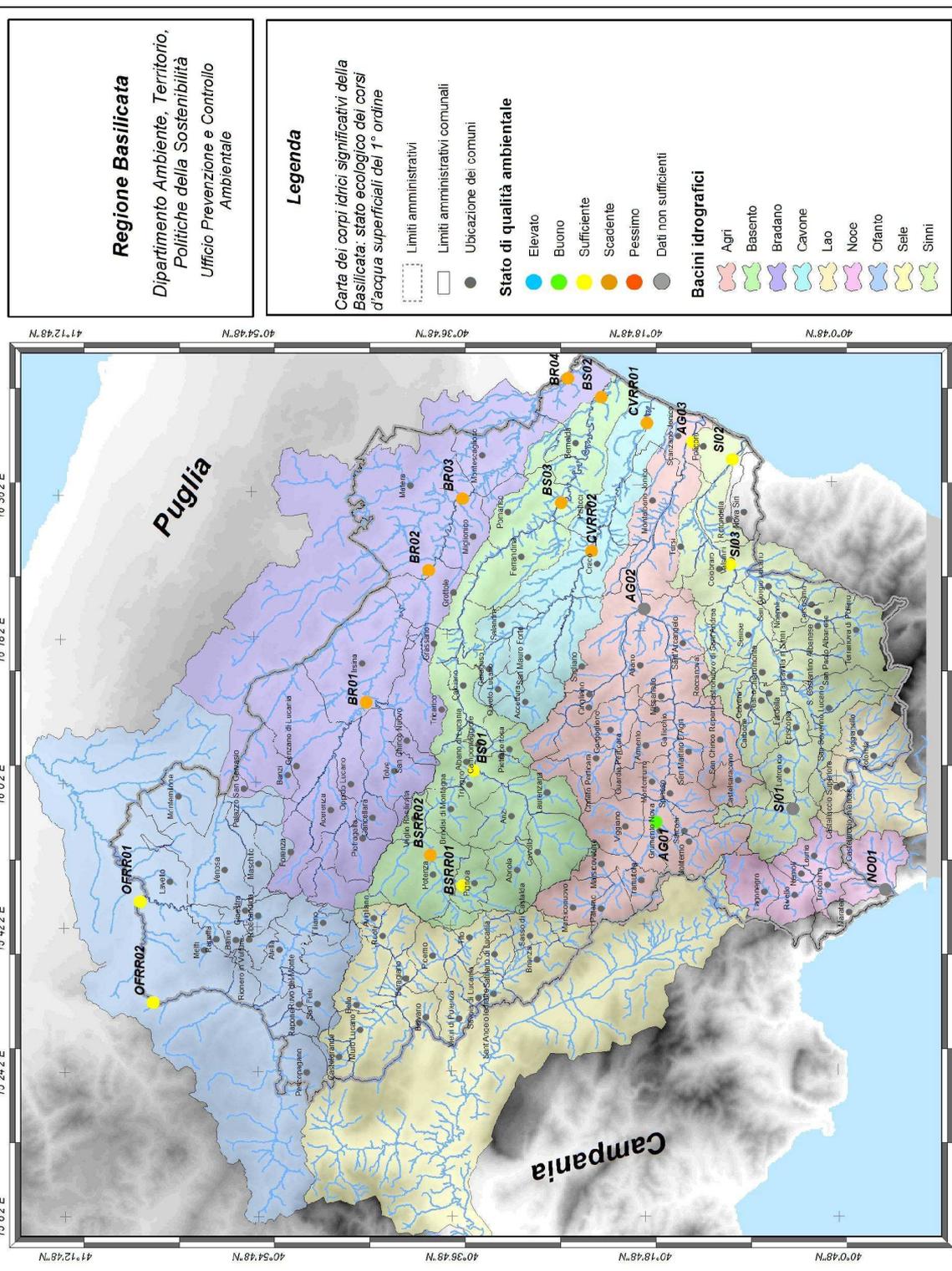
Corpo Idrico	Codice Stazione	Denominazione Stazione	Data LIM	Data IBE	LIM	IBE	Classe SECA	SACA
<b>Bacino del fiume Basento</b>								
Basento	BS01	Ponte dei Principi	2003	2003	165	7.0	3	sufficiente
Basento	BS02	Ponte SS. 106 Jonica	2003-2004	2003	105	6.0	4	scadente
Basento	BS02	Ponte SS. 106 Jonica	2004-2005	2005	95	4.7	4	scadente
Basento	BS03	Zona Industriale	2003-2004	2003	115	6.0	4	scadente
Basento	BS03	Zona Industriale	2004-2005	2005	115	4.7	4	scadente
Basento	BSRR01	Ponte Mallardo	2003	2003	215	9.5	3	sufficiente
Basento	BSRR02	Valle confluenza Riofreddo	2003	2003	85	5.0	4	scadente
Basento	COD07	Fontana dell'arciprete		2003		10.0		
Basento	COD08	Galleria Molaria		2003		7.0		
Basento	COD11	Stazione FFSS		2003		5.0		
Basento	COD12	Ischia Acquafredda		2003		6.0		

Corpo Idrico	Codice Stazione	Denominazione Stazione	Data LIM	Data IBE	LIM	IBE	Classe SECA	SACA
<i>Bacino del fiume Bradano</i>								
Bradano	BR01	Punta Colonna SS. 96	2004-2005	2005	115	4.7	4	scadente
Bradano	BR01	Punta Colonna SS. 96	2003-2004	2003	135	5.7	3	sufficiente
Bradano	BR02	Località Lagarone	2003-2004	2003	125	5.0	4	scadente
Bradano	BR02	Località Lagarone	2004-2005	2005	135	5.0	4	scadente
Bradano	BR03	Monte Diga S. Giuliano	2003-2004	2003	50	5.3	5	pessimo
Bradano	BR03	Monte Diga S. Giuliano	2004-2005	2005	70	5.7	4	scadente
Bradano	BR04	Ponte SS. 106 Jonica	2003-2004	2003	65	5.0	4	scadente
Bradano	BR04	Ponte SS. 106 Jonica	2004-2005	2005	75	5.5	4	scadente

**Tabella 24: Stato ecologico e stato di qualità ambientale dei corsi d'acqua significativi del I° ordine**

Nella Figura 51 è illustrato lo Stato Ambientale relativo alla classificazione con i dati di monitoraggio del biennio 2004-2005.

# Corsi d'acqua significativi del 1° ordine: risultati del monitoraggio



**Figura 51: Stato di qualità ambientale dei corsi d'acqua significativi del primo ordine (risultati del monitoraggio relativo agli anni 2004-2005).**

Gli impatti previsti sulle acque dolci superficiali e su quelle sotterranee nella fase di cantiere sono trascurabili, mentre sono nulli nelle fasi post-realizzative.

## **7.10. Viabilità e trasporti**

Le cause che possono interferire sulla viabilità e sui flussi di traffico terrestre derivano dal trasporto del materiale necessario per realizzare gli interventi. Nessuna interferenza è valutabile relativamente al traffico marittimo.

## **7.11. Salute e sicurezza pubblica**

La componente ambientale "salute e sicurezza pubblica" viene presa in considerazione per verificare, i rischi igienico - ambientali a carico della salute dei "non addetti", potenzialmente derivanti dalla realizzazione del progetto. Nel caso in esame risulta che lo stato attuale di qualità delle componenti ambientali (aria, acqua, suolo, clima acustico e paesaggio) che possono direttamente o indirettamente interferire con la salute e sicurezza pubblica è complessivamente buono e che le cause potenziali di impatto generati dalle azioni di progetto non interferiscono su dette componenti in misura tale da alterarne significativamente la qualità.

La presenza di mezzi d'opera in aree di cantiere potrebbe generare rischi a carico della sicurezza pubblica, solo qualora venissero disattese le indicazioni/limitazioni (previste dal presente progetto e ulteriormente definite in fase esecutiva) di accesso a fruizione delle aree durante l'esecuzione delle opere. Il potenziale pericolo derivante dall'utilizzo di materiale contaminato verrà escluso a priori per effetto delle indagini di caratterizzazione chimica che verrà eseguita prioritariamente sui materiali che si utilizzeranno. L'impatto complessivo durante le fasi di cantiere è da ritenersi trascurabile. Non si evidenziano cause interferenti nella fase di post realizzazione il cui impatto risulta da positivo a molto positivo.

## **7.12. Rischio di Incidenti riferiti a sostanze e tecnologie utilizzate**

Data la tipologia delle opere in esame, non si segnalano lavorazioni che prevedano l'utilizzo di sostanze e tecnologie che siano fonti di incidenti.

## **7.13. Complementarietà con altri Piani/Progetti**

Non si segnalano misure di pianificazione in interferenza con l'intervento in progetto

## 8. INFLUENZA DEL PROGETTO SULL'ECOSISTEMA MARINO

### 8.1. Ambiente marino – costiero

Data la tipologia dell'intervento, al fine di individuare i possibili impatti cumulativi si analizzano di seguito le condizioni ambientali delle acque marino costiere nell'area interessata dall'intervento. Per la seguente analisi i dati utilizzati sono quelli provenienti dal programma di monitoraggio delle acque marino costiere condotto dalla Regione Basilicata, in collaborazione con il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Servizio Difesa Mare. In particolare lo stato di qualità delle acque marino costiere è determinato utilizzando i diversi parametri analizzati nel corso delle campagne di indagini.

La normativa vigente definisce significative le acque marino costiere comprese entro la batimetria di 50 metri e, nel caso di mare poco profondo, quelle comprese entro la distanza di metri 3000 dalla linea di costa.

Le aree indagate sono poste su entrambi i litorali costieri dello ionio e del tirreno. Sullo Ionio le stazioni di campionamento sono poste in corrispondenza di Nova Siri e di Metaponto lungo tre transetti posti rispettivamente a 500, 1000 e 3000 metri dalla linea di costa. Mentre sul Tirreno la stazione è posta in corrispondenza del promontorio di Castrocucco con punti di prelievo ubicati rispettivamente a 200, 500 e 1000 metri dalla linea di costa.

Nella seguente tabella vengono riportati i punti di campionamento opportunamente georeferenziati.

SIRI MARINA				
	Coordinate Sistema Geodetico:WGS84		Coordinate Sistema Geodetico: ED50	
Stazione	Latitudine N	Longitudine E	Latitudine N	Longitudine E
SI500	40 06 58.5	16 39 00.2	40 07 02.0	16 39 03.1
SI1000	40 06 38.7	16 39 35.3	40 06 42.1	16 39 38.0
SI3000	40 06 09.1	16 40 22.3	40 06 13.0	16 40 25.6

METAPONTO-BASENTO				
	Coordinate Sistema Geodetico:WGS84		Coordinate Sistema Geodetico: ED50	
Stazione	Latitudine N	Longitudine E	Latitudine N	Longitudine E
BS500	40 20 23.0	16 49 42.4	40 20 26.7	16 49 45.2
BS1000	40 19 59.7	16 50 20.1	40 20 03.4	16 50 22.7
BS3000	40 19 32.3	16 51 05.2	40 19 35.8	16 51 07.9

Tabella 25: Punti di campionamento delle acque marino - costiere.

Di seguito vengono riportati i risultati dell'indagine condotta nell'ambito del Monitoraggio delle acque marino costiere sino a gennaio 2007. I risultati 2007-2009 sono in fase di elaborazione

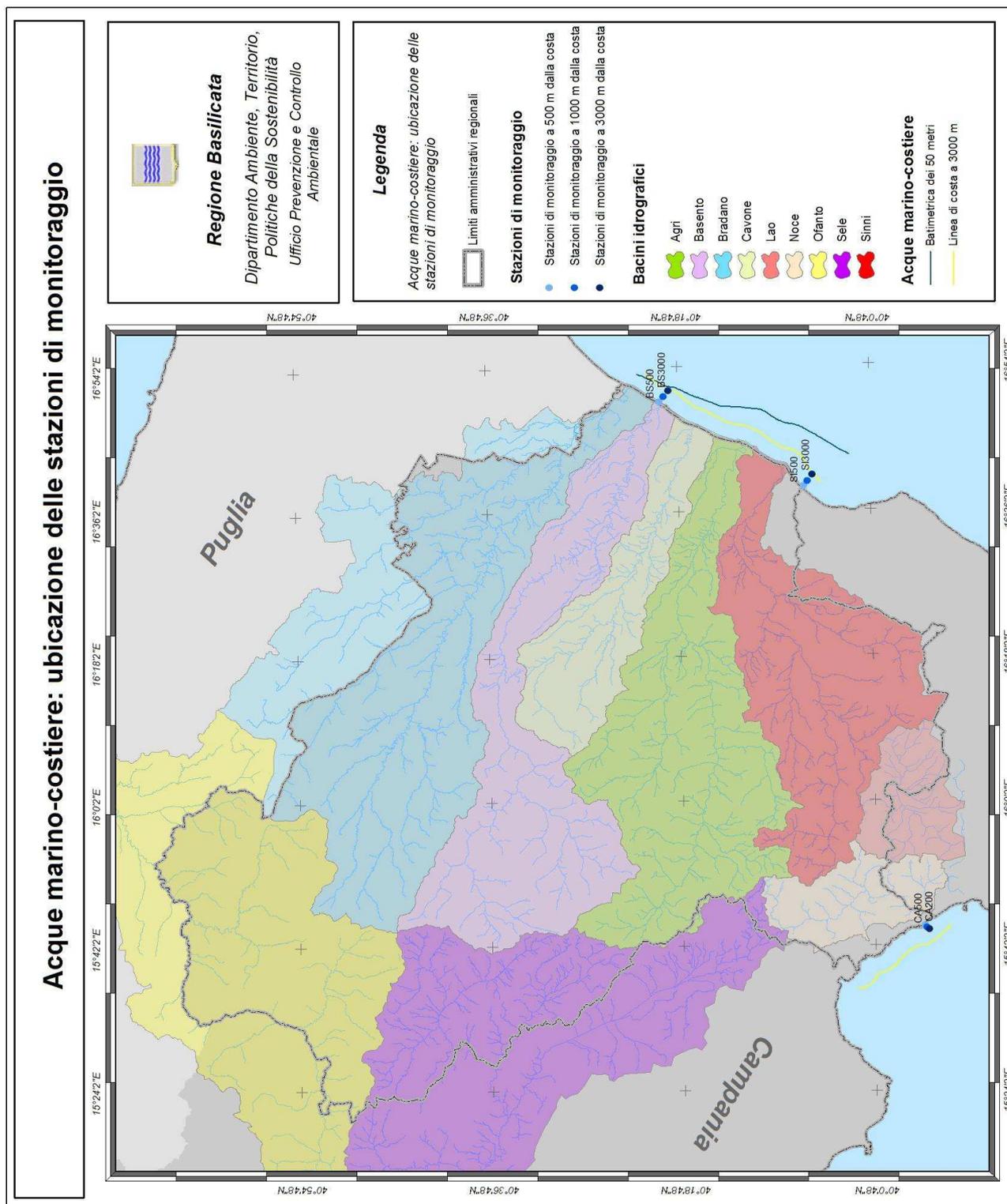


Figura 52: Ubicazione delle stazioni di monitoraggio delle acque marino - costiere.

## 8.2. Classificazione della qualità ambientale delle acque marino - costiere

Le acque marino - costiere sono state classificate in base alla scala trofica, attribuendo lo stato ambientale secondo l'indice **TRIX** come di seguito indicato:

Indice di trofia	Stato ambientale	Condizioni
2-4	ELEVATO	Buona trasparenza delle acque, assenza di anomale colorazioni delle acque, assenza di sottosaturazione di ossigeno disciolto nelle acque bentiche;
4-5	BUONO	Occasionali intorpidimenti delle acque, occasionali anomale colorazioni delle acque, occasionali ipossie nelle acque bentiche;
5-6	MEDIOCRE	Scarsa la trasparenza delle acque, anomale colorazioni delle acque, ipossie e occasionali anossie delle acque bentiche. Stati di sofferenza a livello di ecosistema bentonico;
6-8	SCADENTE	Elevata torbidità delle acque, diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque, diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche, morie di organismi bentonici, alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche, danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquicoltura.

Tabella 26: Stato ambientale delle acque marino - costiere.

Il grafico mostra l'andamento temporale dell'indice trofico medio annuale per tutte le stazioni analizzate.

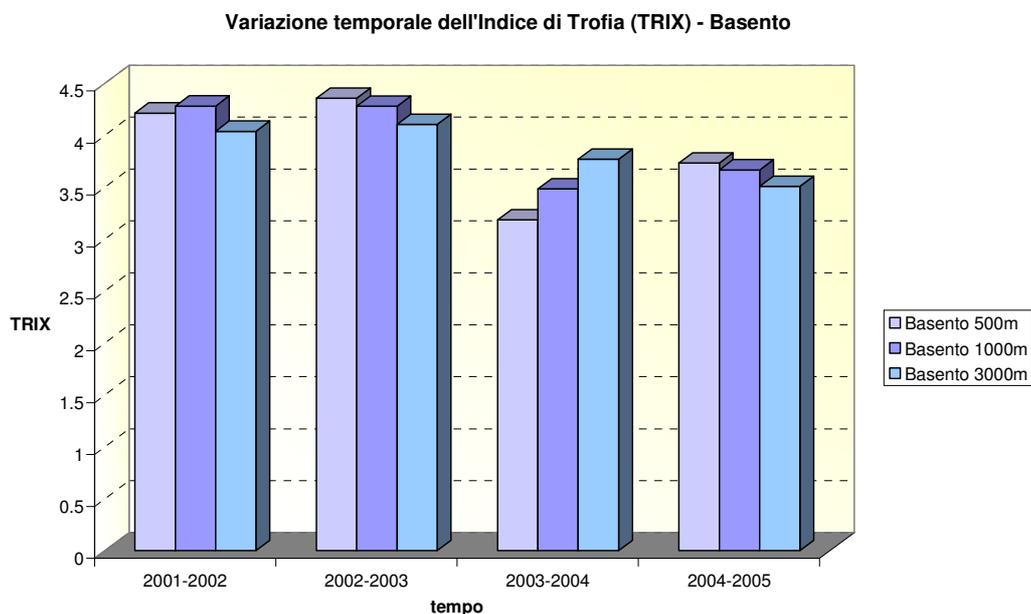


Figura 53: Andamento temporale dell'indice trofico medio annuale per le stazioni analizzate.

Un altro dei parametri utilizzati per la valutazione dello stato di qualità delle acque è l'indice CAM, un algoritmo per la classificazione delle acque marine.

La finalità dell'indice CAM è quella di fornire un giudizio sulla qualità delle acque intesa anche come rischio igienico - sanitario basata su dati oceanografici di base.

Il giudizio di qualità viene formulato a due livelli, di cui uno semplificato al massimo.

Il primo livello prevede 6 classi di appartenenza, mentre il secondo prevede solo tre classi.

Il giudizio a tre classi è ottenuto correggendo la classificazione originale per mezzo di alcune regole inferenziali.

Il giudizio di qualità è ispirato ad un principio precauzionale, per cui è stata accettata la possibilità di avere dei falsi positivi piuttosto che dei falsi negativi.

Il sistema tiene conto delle differenze ecologiche fra l'Adriatico e gli altri mari italiani.

La mancanza di serie sufficientemente estese di dati di riferimento pone dei limiti alla capacità di discriminare situazioni particolari all'interno dei due sottosistemi di riferimento.

Il sistema è concepito per essere periodicamente aggiornato sulla base degli stessi dati che esso analizza. L'uso di tecniche di Intelligenza Artificiale è allo studio e potrà essere presto introdotto nel sistema di classificazione.

E' ovviamente disponibile anche una precisa descrizione di ciascuna tipologia, ma in linea di massima la qualità è inversamente proporzionale al punteggio (acque ideali corrispondono alle tipologie 1 e 2), mentre il rischio di tipo igienico sanitario, pur aumentando con il punteggio, è maggiore per i punteggi pari. La tabella sottostante sintetizza questo criterio:

Rischio igienico/sanitario relativo	Qualità globale delle acque		
	ALTA	MEDIA	BASSA
MINORE	1	3	5
MAGGIORE	2	4	6

Tabella 27: Caratteristiche qualitative delle acque.

Il colore delle celle della tabella fornisce un'altra chiave di lettura, ancor più semplificata e basata sulla valutazione dell'assetto trofico:

**azzurro:** acque oligotrofici;

**verde:** acque con diverso grado di eutrofizzazione, ma ecologicamente produttive e quindi funzionalmente integre;

**giallo:** acque eutrofizzate con evidenze di alterazioni ambientali anche di origine antropica.

La classificazione delle acque marino - costiere secondo l'algoritmo CAM è stata utilizzata dal Ministero dell'Ambiente e del Territorio e della Tutela del Mare insieme alle Regioni. La classificazione in sole tre tipologie azzurro per quella che corrisponde ad acque oligotrofiche e tendenzialmente imperturbate, verde per acque di media qualità, il cui arricchimento non determina però squilibri ecologici, ed infine giallo per quelle acque in cui ad una più o meno marcata eutrofizzazione si associano indizi di alterazione funzionale del sistema. Il CAM tiene conto dei parametri di seguito elencati per la Classificazione delle Acque Marine.

Salinità (psu)	Ammoniaca (NH <sub>4</sub> -μM/mc)
Clorofilla (mg/mc)	Fosfati (PO <sub>4</sub> -μM/mc)
Trasparenza (m)	Nitrati (NO <sub>3</sub> -μM/mc)
Silicati (SiO <sub>4</sub> -μM/mc)	Nitriti (NO <sub>2</sub> -μM/mc)

Tabella 28: Parametri qualitativi delle acque.

La classificazione tiene conto della trasparenza in quanto parametro dipendente dalla biomassa fitoplanctonica. Per esempio se le acque mostrano una bassa trasparenza e una bassa salinità sicuramente dipende da immissioni di acqua dolce con rischi igienico sanitari. Ancora, se il rapporto fra azoto e fosforo

inorganico è troppo basso o troppo alto rispetto a quello che caratterizza le acque marine imperturbate, è possibile che l'alterazione del rapporto sia dovuta ad un eccesso di fosforo o di azoto inorganici.

Di seguito sono state riportate la classificazione delle acque marino - costiere del mar Ionio con stazioni denominate Sinni e Basento e per il mar Tirreno la stazione Castrocucco. Dalle elaborazioni di seguito riportate si può notare come a partire dall'anno 2006 si può osservare una più o meno marcata eutrofizzazione associata ad indizi di alterazione funzionale del sistema.

stazione	distanza dalla riva (m)	anno 2001												anno 2002											
		gen		feb		mar		apr		mag		giu		lug		ago		set		ott		nov		dic	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Basento	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

stazione	distanza dalla riva (m)	anno 2003												anno 2004											
		gen		feb		mar		apr		mag		giu		lug		ago		set		ott		nov		dic	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Basento	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

stazione	distanza dalla riva (m)	anno 2005												anno 2006											
		gen		feb		mar		apr		mag		giu		lug		ago		set		ott		nov		dic	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Basento	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

stazione	distanza dalla riva (m)	anno 2007																							
		gen		feb		mar		apr		mag		giu		lug		ago		set		ott		nov		dic	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Basento	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

stazione	distanza dalla riva (m)	anno 2008												anno 2009											
		gen		feb		mar		apr		mag		giu		lug		ago		set		ott		nov		dic	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Basento	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Basento	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Castrocucco	2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sinni	3000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabella 29: Classificazione delle acque marino - costiere 2001-2009

Sulle acque marine gli impatti sono da trascurabili a moderatamente negativi durante le fasi di cantiere e positivi in fase post- realizzativa.

### 8.3. Caratteristiche biologiche del sito di intervento

Premesso che la posa della barriera interesserà fondali privi di prateria di *P. Oceanica*, la valutazione delle caratteristiche biologiche del sito di intervento comporta la descrizione delle biocenosi presenti.

In particolare si riportano le indagini biologiche del fondale marino dell'area ionica lucana condotte dalla Metapontum Agrobios, nell'ambito del progetto "Programma di controllo nazionale dell'ambiente marino costiero" finanziato dal Ministero dell'Ambiente e del Territorio e della Tutela del Mare. La mappa seguente indica i punti di studio.

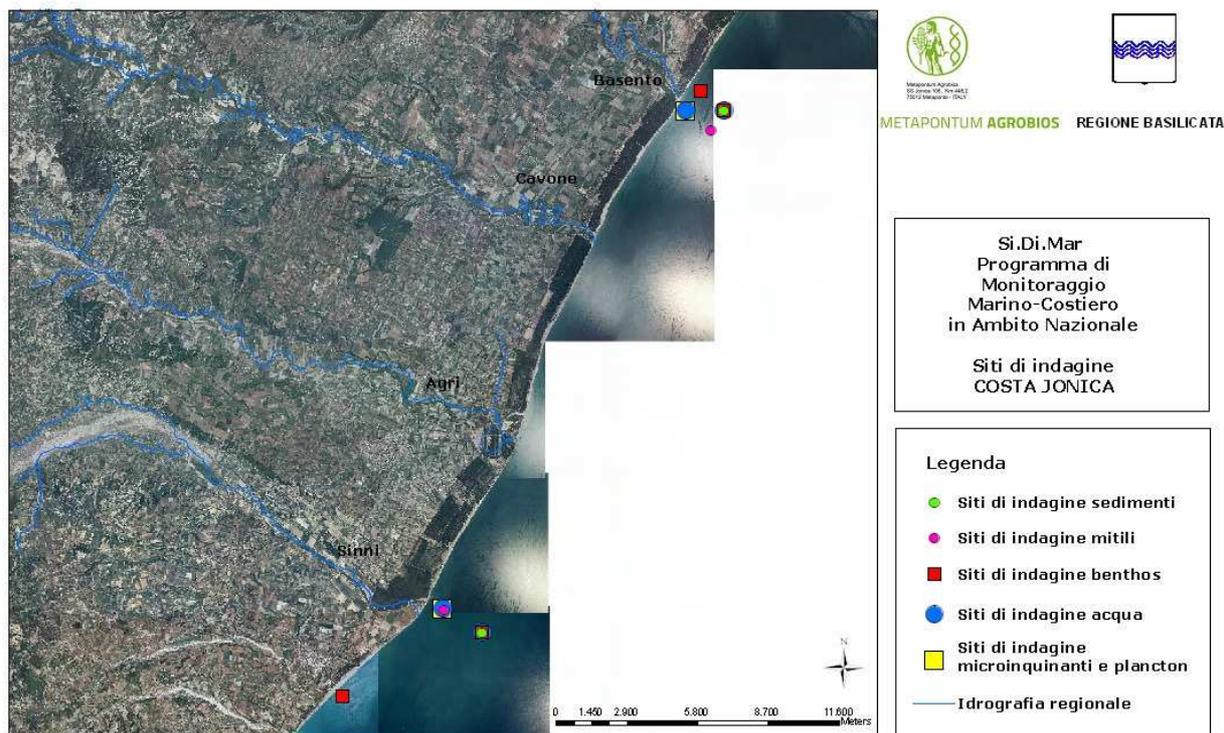


Figura 54 – "Programma di controllo nazionale dell'ambiente marino costiero" – siti d'indagine

#### 8.3.1. Plancton

Il plancton (dal greco: πλαγκτον = vagabondo) è la categoria ecologica che comprende il complesso di organismi acquatici galleggianti che, non essendo in grado di dirigere attivamente il loro movimento (almeno in senso orizzontale), vengono trasportati passivamente dalle correnti e dal moto ondoso.

Per queste sue caratteristiche, il plancton si distingue dal necton, il complesso di organismi viventi nella colonna d'acqua e dotati di nuoto attivo, e dal benthos, costituito dagli organismi abitanti i fondali e con i quali mantengono uno stretto rapporto di carattere trofico.

##### a. Fitoplancton

Per fitoplancton si intende l'insieme degli organismi autotrofi fotosintetici presenti nel plancton, ovvero quegli organismi in grado di sintetizzare sostanza organica a partire dalle sostanze inorganiche disciolte, utilizzando la radiazione solare come fonte di energia.

Popola lo strato superficiale delle acque, e ne fa variare il colore, grazie alla clorofilla e gli altri pigmenti fotosintetici, rendendolo più blu con poco fitoplancton e più verde se invece se ne riscontra un elevata presenza.

Il fitoplancton è costituito da vari taxa, tra cui diatomee e dinoflagellati, che costituiscono la maggior parte della biomassa fitoplanctonica, e in minor misura coccolitoforidi, silicoflagellati, criptoficee, cloroficee ed euglenoficee.

Il fitoplancton e lo zooplancton sono la condizione di esistenza di tutta la restante vita marina e, nello specifico, il fitoplancton si trova alla base della catena alimentare nella maggioranza degli ecosistemi acquatici.

Il numero delle cellule fitoplanctoniche varia in un ampio range di valori che va da poche migliaia, nelle acque oligotrofiche, a concentrazioni molto elevate, a tal punto che è talvolta possibile osservare un aumento nel numero di organismi fino a raggiungere decine di milioni di cellule per litro. Questo fenomeno è definito «fioritura algale» ed è spesso accompagnato da una modificazione del colore delle acque variabile dal giallo-bruno al rosso e al verde intenso per l'elevata densità di microalghe.

Le alghe si riproducono a dismisura sino ad innescare un processo degenerativo: moria in massa delle stesse, intervento di batteri aerobi che consumano tutto l'ossigeno disponibile generando anossie sui fondali marini con danni all'intero ecosistema. Le cause di questi fenomeni sono imputabili all'interazione di molteplici fattori, quali gli apporti esterni di nutrienti nelle acque.

Al fitoplancton appartengono anche specie tossiche che possono provocare seri problemi per la salute già a concentrazioni di poche centinaia di cellule per litro di acqua di mare. I principali responsabili di questo fenomeno appartengono ai generi *Dinophysis*, *Alexandrium*, *Gonyaulax*, *Ostreopsis*, *Coolia*, *Prorocentrum*, *Nocticula*, *Nitzschia* e *Pseudo-nitzschia*.

Lo studio dei popolamenti planctonici previsti dal programma di monitoraggio delle acque marino-costiere è stato condotto mediante indagine tassonomica, ovvero determinazione quali-quantitativa delle specie di fitoplancton e di zooplancton.

L'indagine mensile del fitoplancton condotta da agosto 2008 a luglio 2009 ha evidenziato che in genere il numero di individui non ha superato le 120.000 unità per litro, ad eccezione del mese di febbraio 2009, in cui è stato riscontrato un valore che supera il milione di cell/L di *Nocticula scintillans*.

Per quanto riguarda la stazione del Basento mediamente i valori più alti sono stati riscontrati nei mesi di agosto e settembre 2008 e aprile, maggio e giugno 2009, con i generi *Navicula*, *Alexandrium*, *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia*, *Gymnodinium*, *Prasinophyceae*.

Per quanto riguarda la stazione del Sinni i valori più alti sono stati riscontrati nel mese di febbraio 2009, con la specie *Nocticula scintillans* e nei mesi di marzo, aprile, maggio e giugno 2009, con i generi *Navicula*, *Scropsiella*, *Gonyaulax*, *Gymnodinium*, *Chaetoceros*, *Ceratium*, *Heterocapsa*.

#### **b. Zooplancton**

Anche lo studio del mesozooplancton ha previsto la determinazione quali-quantitativa di Cladoceri, Copepodi e del valore totale degli organismi con taglia compresa tra 200 $\mu$  e 2 cm.

I Cladoceri rappresentano sempre una percentuale molto limitata della popolazione e sono risultati essere abbondanti specialmente in vicinanza delle coste. Il genere dominante è risultato l'*Evadne* con la specie *Evadne spinifera*.

Ben rappresentata risulta essere la popolazione dei Copepodi.

Nella distribuzione grafica del popolamento zooplanctonico è stato possibile osservare dei picchi nella stazione del Basento compresi tra 1500 e 2500 individui per metro cubo, nei mesi di agosto, settembre, novembre 2008 e gennaio 2009.

Situazione molto simile a quest'ultima si verifica anche nella stazione del Sinni.

In entrambe le stazioni sono principalmente dominanti i generi *Evadne*, *Acartia*, con la specie *Acartia clausi*, *Centropages* con la specie *Centropages typicus*, *Temora* con le specie *Temora longicornis* e *T. stylifera*, i generi *Paracalanus spp.*, *Clausocalanus spp.*, *Euterpina spp.*, *Farranula sp.*, *Oithona spp.*

Nel gruppo Altro del Mesozooplancton dominano le forme larvali, in particolare zoeae, plutei, veliger e molte uova soprattutto durante il periodo primavera-estate.

### c. Microalghe bentoniche potenzialmente tossiche

Le microalghe, microrganismi fotosintetici, sono responsabili di circa il 50% della produzione primaria globale negli oceani. È quindi evidente come alte densità microalgali rappresentino un beneficio per le reti trofiche e la produttività degli ecosistemi acquatici, nonché per i processi di rimozione di CO<sub>2</sub> e rilascio di ossigeno nell'atmosfera.

In alcuni casi, tuttavia, questi organismi possono avere un impatto negativo, soprattutto se presenti in densità elevate come quelle registrabili durante una fioritura o bloom (60-70 milioni di cell/L).

Le implicazioni negative delle fioriture microalgali possono avere carattere ecologico, per la quantità di biomassa prodotta che può causare fenomeni di ipossia o anossia dei fondi, e/o carattere sanitario ed economico, se sostenute da specie produttrici di sostanze tossiche. Le biotossine algali possono infatti accumularsi nei molluschi e nei pesci dando luogo a sindromi acute o croniche nel consumatore di tali prodotti; in altri casi possono direttamente causare morie di stock ittici allevati o naturali. Infine, non sono da trascurare gli effetti economici negativi indotti sul turismo e le attività ricreative nelle aree costiere da parte di fioriture microalgali che producono tossine o anche semplicemente colorazioni anomale delle acque.

Mentre le fioriture di microalghe planctoniche, che avvengono generalmente negli strati superficiali (0-50m) della colonna d'acqua, sono oggetto di attenzione da parte della comunità scientifica ormai da più di un trentennio, un fenomeno del tutto nuovo e specifico delle coste italiane è rappresentato dai bloom di microalghe bentoniche, quali i dinoflagellati *Ostreopsis ovata*, *Prorocentrum lima* e *Coolia monotis*.

Le microalghe in questione generalmente colonizzano le macroalghe, e pertanto vengono definite epifitiche, ma in alcuni casi crescono direttamente sui fondali. Gli eventi dannosi riconducibili a fioriture di *Ostreopsis spp.*, riportati per la prima volta lungo le coste toscane nel 1998, sono stati registrati ad oggi in molte altre località costiere della penisola durante il periodo estivo.

In alcuni casi si è trattato di consistenti fioriture, visibili spesso sotto forma di densi strati mucilluginosi che ricoprono il substrato biotico e abiotico colonizzato. Le microalghe, in tali situazioni, risultano immerse in questa matrice comune e il distacco dei flocculi, che ospitano un numero estremamente elevato di cellule, comporta il passaggio dei dinoflagellati nella colonna d'acqua e la loro conseguente dispersione.

L'impatto sull'ecosistema durante le fioriture è grave: si manifestano alterazioni della qualità e del colore dell'acqua, ipossia e/o anossia dei fondi e, ancora più seriamente, morie di invertebrati bentonici come molluschi, celenterati ed echinodermi. Inoltre, i fenomeni che ormai da due anni in Liguria richiamano in modo preoccupante l'attenzione degli amministratori e della comunità scientifica, hanno avuto risvolti allarmanti anche per la salute umana, con ospedalizzazione, nel 2005, di circa 200 persone per affezioni respiratorie e congiuntiviti.

In Puglia sono state inoltre riportate dermatiti e alterazioni della temperatura corporea. Questa sintomatologia è stata associata alla presenza nell'aerosol e nell'acqua di tossine prodotte da *Ostreopsis ovata*.

Al fine di prevenire danni ambientali e/o sanitari piuttosto gravi, la Metapontum Agrobios, per conto della Regione Basilicata ha condotto una indagine quindicinale da giugno ad agosto 2009 per la ricerca specifica delle seguenti specie: *Alexandrium ostenfeldii*, *Coolia monotis*, *Gambierdusculus toxicus*, *Ostreopsis lenticularis*, *Ostreopsis mascarenensis*, *Ostreopsis ovata*, *Ostreopsis siamensis*, *Ostreopsis sp.*, *Prorocentrum lima*, *Prorocentrum mexicanum*.

La ricerca è stata condotta lungo le coste della regione, ha quindi interessato tanto la zona ionica che quella tirrenica. Le indagini sono state eseguite entro la batimetrica dei 5m, sia direttamente sul substrato (sedimento o macroalga), sia lungo la colonna d'acqua al fine di valutare l'eventuale trasferimento degli individui dal substrato alla colonna stessa.

Fra le suddette specie indicate, lungo i fondali delle coste ioniche lucane, ed in particolare a livello del transetto del Basento sono state riscontrate le specie *Prorocentrum lima*, *Coolia monotis* ed *Ostreopsis ovata*.

La tabella che segue riporta i valori riscontrati per cm<sup>3</sup> di sedimento analizzato lungo i transetti Basento e Sinni, oltre che i valori delle stesse riscontrati nella relativa colonna d'acqua.

1° - indica la prima quindicina del mese di campionamento

2° - indica la seconda quindicina dello stesso.

Stazione	Mese Campionamento	Substrato		Colonna d'acqua	
		Microalghe bentoniche potenzialmente tossiche	(cell/cm <sup>3</sup> )	Microalghe bentoniche potenzialmente tossiche	(cell/l)
BASENTO	1° giu 2009	Assenti	0	Assenti	0
	2° giu 2009	Assenti	0	Assenti	0
	1° lug 2009	Assenti	0	<i>Prorocentrum lima</i>	364
	2° lug 2009	<i>Prorocentrum lima</i>	401	Assenti	0
	1° ago 2009	Assenti	0	Assenti	0
	2° ago 2009	<i>Coolia monotis</i>	1822	Assenti	0
<i>Ostreopsis ovata</i>		1093			

Tabella 30: Microalghe bentoniche riscontrate nel substrato sedimento e nella colonna d'acqua – Transetto Basento

Nel grafico seguente sono riportate le concentrazioni delle microalghe potenzialmente tossiche trovate lungo il transetto Basento.

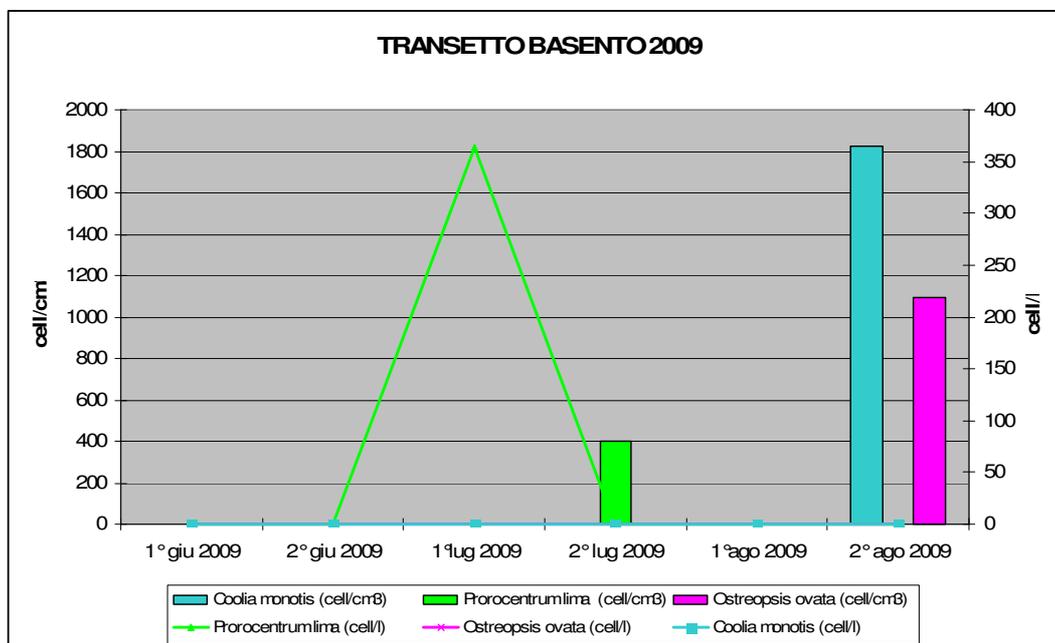


Figura 55 – Grafico delle concentrazioni di microalghe potenzialmente tossiche - Basento

Stazione	Mese Campionamento	Substrato		Colonna d'acqua	
		Microalghe bentoniche potenzialmente tossiche	(cell/cm <sup>3</sup> )	Microalghe bentoniche potenzialmente tossiche	(cell/l)
SINNI	1° giu 2009	Assenti	0	Assenti	0
	2° giu 2009	<i>Prorocentrum lima</i>	36	<i>Prorocentrum lima</i>	2187
	1° lug 2009	<i>Coolia monotis</i>	73	<i>Prorocentrum lima</i>	729
		<i>Prorocentrum lima</i>	838		
	2° lug 2009	Assenti	0	Assenti	0
	1° ago 2009	Assenti	0	Assenti	0
	2° ago 2009	<i>Prorocentrum lima</i>	109	<i>Prorocentrum lima</i>	109

Tabella 31: Microalghe bentoniche riscontrate nel substrato sedimento e nella colonna d'acqua – Transetto Sinni

Nel grafico seguente sono riportate le concentrazioni delle microalghe potenzialmente tossiche trovate lungo il transetto Sinni.

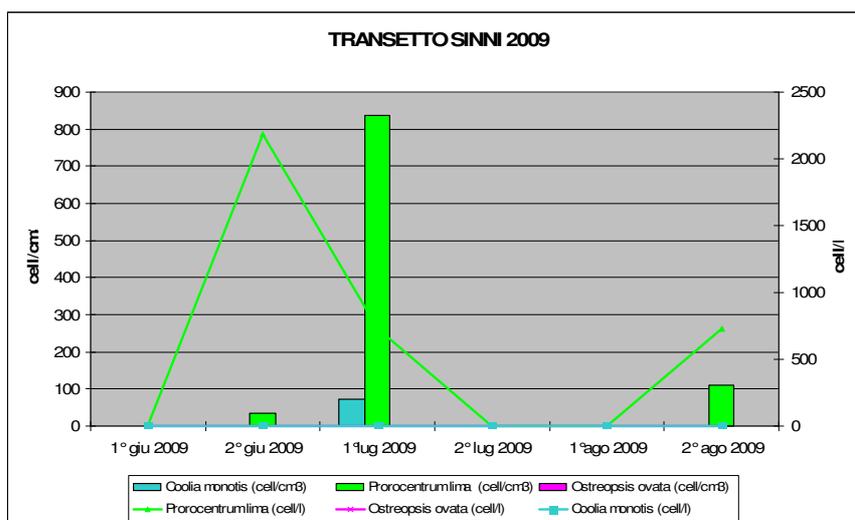
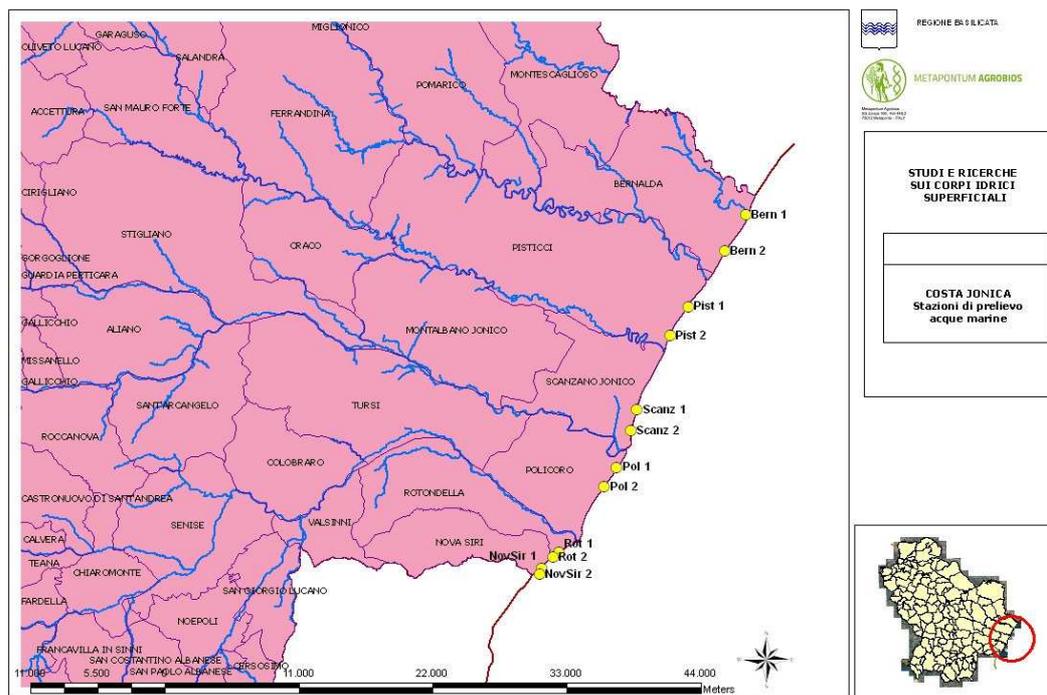


Figura 56 – Grafico delle concentrazioni di microalghe potenzialmente tossiche - Sinni

Nell'anno 2010 lungo il litorale jonico sono stati individuati 12 siti di indagine (Tabella 32). Lo studio è stato svolto da agosto a dicembre 2010 con prelievi di acqua, macroalghe e sedimenti



**Figura 57 – Stazioni di prelievo sulla costa jonica**

I siti di indagine comprendono i transetti BASENTO e SINNI. Nella tabella che segue è riportata la descrizione dei siti.

Siti d'indagine costa ionica	Comune	Cod.sito	X_WGS84	Y_WGS84
Metaponto_1	Bernalda	Bern 1	657757	4472219
Metaponto_2	Bernalda	Bern 2	655997	4469252
Pisticci_1	Pisticci	Pist 1	652990	4464616
Pisticci_2	Pisticci	Pist 2	651519	4462194
Scanzano_1	Scanzano ionico	Scanz 1	648766	4456053
Scanzano_2	Scanzano ionico	Scanz 2	648254	4454316
Policoro_1	Policoro	Pol 1	647115	4451317
Policoro_2	Policoro	Pol 2	646093	4449677
Rotondella_1	Rotondella	Rot 1	642335	4444238
Rotondella_2	Rotondella	Rot 2	641929	4443863
Nova Siri_1	Nova Siri	N Sir 1	641310	4442279
Nova Siri_2	Nova Siri	N Sir 2	640776	4442471

**Tabella 32: Siti di indagine costa ionica**

Nella tabella successiva sono riportate le concentrazioni delle specie potenzialmente tossiche osservate sia nella colonna d'acqua che nell'acqua di sedimento.

Presenza di <i>Coolia monotis</i>				
Sito di indagine	Agosto 2010		Settembre 2010	
	Colonna d'acqua (cell/l)	Siringata su sedimento (cell/l)	Colonna d'acqua (cell/l)	Siringata su sedimento (cell/l)
Bernalda 1	0	0	0	0
Bernalda 2	0	0	729	0
Pisticci 1	0	0	1093	0
Pisticci 2	0	0	1458	0
Scanzano 1	2005	1458	729	0
Scanzano 2	911	0	0	0
Policoro 1	4920	4009	547	0
Policoro 2	4738	7289	0	0
Rotondella 1	1458	0	0	0
Rotondella 2	6378	0	0	0
Nova Siri 1	1640	0	1093	0
Nova Siri 2	2551	0	911	0

Tabella 33: Presenza di *Coolia monotis* lungo il litorale ionico

Nelle stazioni di studio localizzate lungo la fascia jonica non è stata riscontrata la presenza di *Ostreopsis ovata*, *Prorocentrum lima* invece è stata osservata nella stazione di Nova Siri 1, nel mese di agosto con una concentrazione di 364 cell/L nella colonna d'acqua; *Coolia monotis* è stata rilevata nel periodo agosto e settembre in gran parte dei punti monitorati (Tabella 33). In particolare nel mese di agosto *Coolia m.* è stata rilevata sia nella colonna d'acqua, sia nell'acqua di substrato.

Nei grafici che seguono è rappresentato l'andamento di *Coolia m.* in colonna d'acqua e nel sedimento.

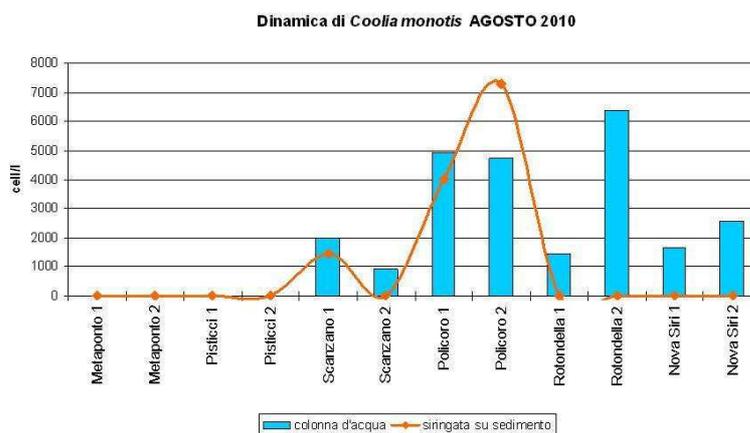


Figura 58 – Dinamica di *Coolia monotis* nel mese di agosto 2010

Nella colonna d'acqua la concentrazione di *Coolia monotis* più elevata è stata riscontrata nel sito di campionamento Rotondella 2 (6378 cell/l). Le concentrazioni più elevate di *Coolia monotis* riscontrate nell'acqua di substrato sono state osservate nelle stazioni Policoro 1 e Policoro 2, con rispettivamente 4009 cell/l e 7289 cell/l.

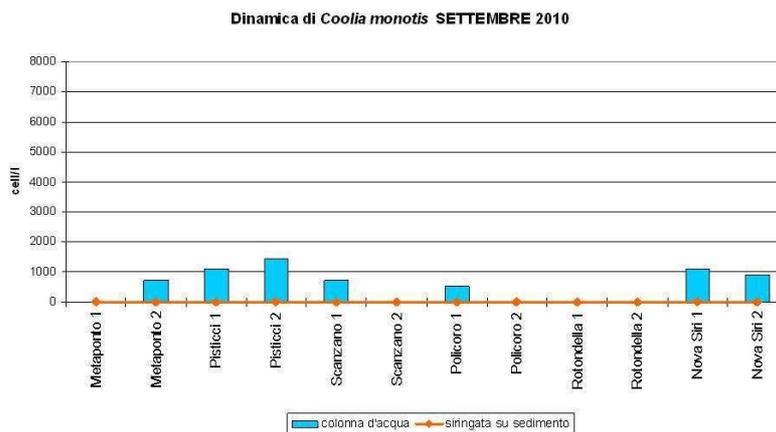


Figura 59 – Dinamica di *Coolia monotis* nel mese di settembre 2010

Nel mese di settembre non è stata riscontrata presenza di *Coolia monotis* nell'acqua di substrato e la concentrazione nella colonna d'acqua è stata inferiore alle 1458 cell/l.

#### d. Benthos

L'analisi delle comunità bentoniche di fondi mobili è parte integrante della valutazione delle caratteristiche dell'ambiente marino. La composizione e la struttura delle comunità bentoniche di fondi mobili può essere utilizzata per caratterizzare le condizioni ambientali di aree da indagare e classificare l'estensione di eventuali impatti ambientali.

Al fine di caratterizzare le condizioni ambientali dei fondali marini circostanti le coste lucane, la Metapontum Agrobios, per conto della Regione Basilicata, ha condotto delle campagne di campionamento dei fondi mobili, sett-ott'08, mar-apr'09, sett-ott'09.

I campionamenti sono stati eseguiti a 500 e a 1000m dalla costa lungo il transetto corrispondente al fiume Basento.

L'indagine condotta è basata su metodi quantitativi, e mette in relazione il numero di specie e di individui prelevati con un'area di fondale.

Per ogni campione analizzato è stata fornita la lista specie completa.

E' stata elaborata una matrice quantitativa dei dati su cui calcolare, per ogni stazione, i seguenti parametri strutturali della comunità:

- ✓ **numero di specie**
- ✓ **numero di individui**
- ✓ **indice di diversità specifica** (Shannon e Weaver, 1949)
- ✓ **indice di ricchezza specifica** (Margalef, 1958)
- ✓ **indice di equiripartizione o "evenness"** (Pielou, 1966)
- ✓ **indice di dominanza** (Simpson, 1949)

Si tratta di parametri indicatori del grado di complessità delle biocenosi studiate, che prescindono, però, dalle caratteristiche e dalle esigenze delle singole specie che le compongono.

L'**indice di diversità specifica** risulta compreso tra 0 e, teoricamente, + infinito e tiene conto sia del numero di specie presenti che del modo in cui gli individui sono distribuiti fra le diverse specie.

L'**indice di ricchezza specifica** prende in considerazione il rapporto tra il numero di specie totali e il numero totale di individui in una comunità. Quante più specie sono presenti nel campione, tanto più alto sarà tale indice.

L'indice di "evenness" risulta compreso tra 0 e 1 e prende in considerazione la distribuzione degli individui nell'ambito delle varie specie che compongono una comunità. Tale indice presenta il valore massimo nel caso teorico in cui tutte le specie siano presenti con la stessa abbondanza, mentre presenta un valore basso nel caso in cui ci sia una sola specie abbondante e numerose specie rare.

L'indice di dominanza misura la prevalenza di poche specie nella comunità ed ha un andamento inverso rispetto all'indice di "evenness". Un'elevata dominanza significa che una o poche specie hanno il monopolio delle risorse.

I risultati riportati nelle seguenti tabelle evidenziano che la comunità bentonica è ben rappresentata e non vi è stata nessuna variazione dell'Indice di Evenness tra il 2008 e il 2009.

TABELLA VALORI INDICI BASENTO							
Distanza dalla costa (m)	Periodo	Totale individui	Numero specie	Indice di ricchezza	Indice di diversità specifica	Indice di Evenness	Indice di dominanza
500	set-08	227	41	6,79	4,64	0,88	0,06
1000	ott-08	263	38	6,61	4,54	0,86	0,08
500	mar-09	257	37	6,49	4	0,77	0,11
1000	apr-09	162	26	4,91	3,87	0,82	0,1
500	set-09	421	38	6,12	4,45	0,85	0,07
1000	ott-09	538	45	7	4,12	0,75	0,09

Tabella 34: Valori Indici del transetto del Basento

Le informazioni sono reperibili dai diversi studi realizzati nell'ambito del Progetto Si.Di.Mar (MATTM).

## 9. STUDIO FINALIZZATO ALLA VALUTAZIONE AMBIENTALE DELLE OPERE DI DIFESA DELLA COSTA E DEGLI ABITATI COSTIERI E DI RIPASCIMENTO DEGLI ARENILI

La gestione di un'opera di difesa costiera prevede necessariamente un "piano di monitoraggio" che consenta, dopo un arco temporale minimo di verificare la validità e rispondenza delle opere progettate ed acquisire nozioni ed elementi che consentano una più agevole e mirata progettazione di eventuali interventi successivi.

Le indagini di campagna previste sono le seguenti:

- indagini chimico- fisico-sedimentologiche;

### 9.1. Programma d'indagine delle caratteristiche chimiche, chimico-fisiche, sedimentologiche e biologiche.

Il presente programma di studio definisce gli elementi di riferimento per la verifica degli interventi e per la loro valutazione, sia sotto il profilo della compatibilità ambientale nell'ottica dello sviluppo sostenibile e della qualità degli interventi, sia sotto il profilo dell'efficacia dell'intervento ai fini della difesa costiera.

L'indagine è finalizzata alla conoscenza e alla tutela del mare e degli ecosistemi marini, alla individuazione delle cause di eventuali situazioni di modificazioni dell'ambiente marino costiero.

Il seguente calendario fornisce le indicazioni necessarie a valutare gli stessi e definisce la frequenza e le attività progettuali.

MATICI	ANTE OPERAM		POST OPERAM	
	I campagna	II campagna	I campagna	II campagna
<b>Acqua</b> (Parametri Chimico-Fisici)	X	X	X	X
<b>Acqua</b> (Sostanze chimiche prioritarie)	X		X	
<b>Sedimenti</b>	X		X	
<b>Plancton</b>	X	X	X	X
<b>Microalghe bentoniche</b>	X	X	X	X
<b>Benthos</b> (Sabbie fini ben calibrate)	X		X	
<b>Biota-Mitili</b>	X		X	

Tabella 35: Calendario d'indagine

I parametri chimico-fisici sono importanti indicatori delle modificazioni dell'ambiente, per esempio la temperatura dell'acqua rappresenta un parametro molto importante per caratterizzare lo stato idrologico delle acque costiere, in grado di condizionare la vita e le reazioni chimiche che avvengono nell'ecosistema marino.

Il pH riveste una notevole importanza poiché le varie specie degli organismi costituenti la fauna marina vivono in acque, dove la concentrazione degli ioni H<sup>+</sup> ha un valore determinato e, quindi, favorevole alla loro esistenza. Piccole variazioni di pH sono indice di forti attività biochimiche.

Azoto totale, azoto ammoniacale, azoto nitroso, azoto nitrico, fosforo totale, o-fosfato, silicati sono sostanze chimiche che favoriscono la crescita delle microalghe (sali nutritivi) e sono utilizzati dalle piante per l'accrescimento. a del mare e degli prevenzione e lotta dell'inquinamento marino.

Il termine Plancton significa "ciò che è vagante" e comprende tutti gli organismi marini vegetali (FITOPLANCTON) e animali (ZOOPLANCTON) troppo deboli o troppo piccoli per determinare il loro movimento e che si lasciano quindi trasportare dalle correnti.

Il fitoplancton é costituito da alghe unicellulari o coloniali appartenenti ai gruppi delle Diatomee, Dinoflagellati, Cloroficee e Cianoficee.

La proliferazione di microalghe potenzialmente tossiche in acque marino costiere fino al raggiungimento di densità molto elevate, sembra essersi intensificato notevolmente negli ultimi decenni. L'aumento del fenomeno è probabilmente legato ad una maggiore pressione antropica: infatti la proliferazione si verifica prevalentemente nelle zone costiere dove vi è un maggiore apporto di sostanze nutrienti come azoto, fosforo ecc.

In particolare l'attenzione è molto elevata in relazione alla presenza della microalga bentonica potenzialmente tossica *Ostreopsis ovata* in quanto ha provocato problemi di salute pubblica per i bagnanti. Si tratta di un'alga appartenente alla famiglia delle Dinoficee, è di origine tropicale ed ama le temperature elevate e la luce, per questa ragione si sviluppa nei primi metri d'acqua vicino alla riva, vivendo sul fondo (è un'alga bentonica) e crescendo sopra altre alghe (epifita).

Lo sviluppo di *Ostreopsis ovata* è favorito da:

- alte temperature
- presenza di macroalghe
- presenza di frangiflutti
- scarso dinamismo dell'acqua
- nutrienti.

Lo zooplancton è la componente animale del plancton e rappresenta il secondo anello della catena trofica marina in quanto gli organismi che vi appartengono si nutrono principalmente di fitoplancton. Lo zooplancton è caratterizzato da un estrema varietà di forme.

### **9.1.1. Saggi biologici**

Permettono di verificare la presenza di microinquinanti in concentrazioni tali da determinare effetti tossici a breve, medio o lungo termine sulle comunità biologiche. Sono costituiti da diverse specie-test, differenti per trofia, sensibilità specifica, rilevanza ecologica (*Vibrio fischeri*, *Dunaliella tertiolecta*).

#### **9.1.1.1. Biota - molluschi**

Permettono di valutare fenomeni di bioaccumulo (Composti organoclorurati, Metalli pesanti, Idrocarburi Policiclici Aromatici, Composti organostannici) attraverso operazioni di messa a dimora di mitili quali il *Mitilus galloprovincialis*.

#### **9.1.1.2. Benthos - Sabbie Fini Ben Calibrate**

Attraverso lo studio delle SFBC viene definita la lista delle specie o in alternativa la lista delle specie guida della biocenosi, il numero di individui per specie e parametri strutturali della biocenosi.

## 9.2. Aree di indagine

In particolare, le aree individuate sono complessivamente 4 di cui 3 ubicate nell'area oggetto dell'intervento a Metaponto e un'area definita di controllo situata presso il porto degli Argonauti.

Lungo ogni transetto (denominati A, B, C e D) verranno posizionate 3 stazioni di studio ubicate secondo quanto descritto nella mappa seguente:

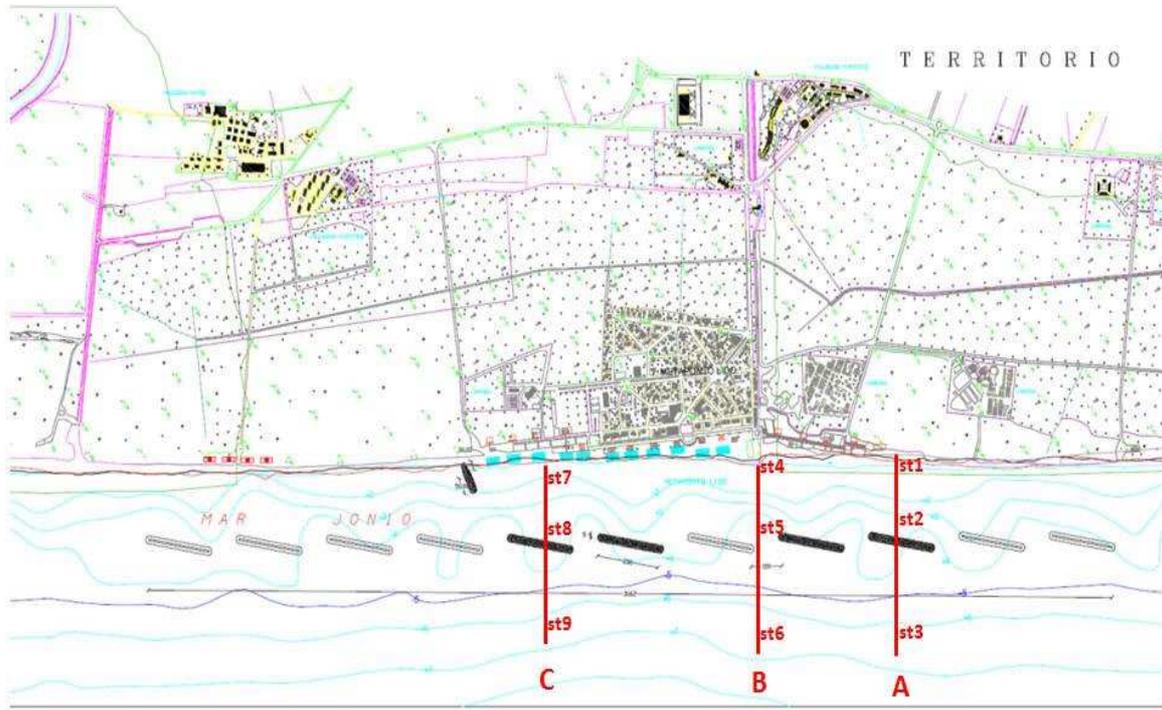


Figura 60 – Cartografia di progetto – transetti A, B e C



Figura 61 – Transetto di controllo D

### 9.3. Articolazione del Programma di Monitoraggio

Le indagini verranno condotte con l'ausilio di apposita imbarcazione e con una frequenza di due campagne ante operam (una invernale e una primaverile) e due post operam (estiva e invernale). I campioni di acqua, saranno prelevati con bottiglia Niskin e conservati in bottiglie di polietilene a 4 °C sino all'analisi in laboratorio. I parametri chimico-fisici (pH, temperatura, ossigeno disciolto e salinità) saranno determinati in situ mediante sonda multiparametrica in colonna d'acqua.

#### Acqua

<b>Piano di campionamento</b>	<b>3 stazioni</b> poste lungo un transetto, una all'interno di una fascia compresa <b>tra 0 e 10 metri</b> dalla linea di costa, una all'interno di una fascia compresa <b>tra 10 e la barriera soffolta</b> e l'altra entro <b>500 metri</b> dalla linea di costa.
<b>Frequenza delle indagini</b>	<b>2 campagne ante operam</b> (una invernale e una primaverile) <b>2 campagne post operam</b> (estiva e invernale).
<b>Sostanze chimiche prioritarie</b>	<b>1 campagna ante operam</b> <b>1 campagna post operam</b>

#### Plancton

<b>Piano di campionamento</b>	<b>3 stazioni</b> poste lungo un transetto, una all'interno di una fascia compresa <b>tra 0 e 10 metri</b> dalla linea di costa, una all'interno di una fascia compresa <b>tra 10 e la barriera soffolta</b> e l'altra entro <b>500 metri</b> dalla linea di costa.
<b>Frequenza delle indagini</b>	<b>2 campagne ante operam</b> (una invernale e una primaverile) <b>2 campagne post operam</b> (estiva e invernale).

#### Microalghe Bentoniche

<b>Piano di campionamento</b>	<b>2 stazioni</b> poste in corrispondenza di una batimetria compresa <b>tra 0 e 5 metri</b> in cui prelevare e analizzare un campione di acqua prelevata sul fondo e un campione di macroalghe ove presenti, o di altro substrato come sedimenti, briozoi, mitili, roccia, etc. e <b>una sulla barriera soffolta</b> .
<b>Frequenza delle indagini</b>	<b>2 campagne ante operam</b> (una invernale e una primaverile) <b>2 campagne post operam</b> (estiva e invernale).

#### Sedimenti

<b>Piano di campionamento</b>	<b>3 stazioni</b> poste lungo un transetto, una all'interno di una fascia compresa <b>tra 0 e 10 metri</b> dalla linea di costa, una all'interno di una fascia compresa <b>tra 10 e la barriera soffolta</b> e l'altra entro <b>500 metri</b> dalla linea di costa. Per ogni campione dovranno essere estratte e mescolate le porzioni <b>superficiali (0-5 cm)</b> del sedimento e quelle profonde (15-20 cm) al fine di ottenere e analizzare 2 campioni misti (superficiale e profondo) in una delle aree di indagine (possibilmente critica) la stazione dovrà essere il più possibile coincidente con la stazione individuata per le indagini sulla matrice acqua.
<b>Frequenza delle indagini</b>	<b>1 campagna ante operam</b> <b>1 campagna post operam</b>

### Mitili

<b>Piano di campionamento</b>	<b>1 stazione</b> , in cui posizionare individui trapiantati in una delle aree di indagine (possibilmente critica) la stazione dovrà essere il più possibile coincidente con quella vicina alla costa individuata per le indagini sulla matrice acqua e una stazione di bianco
<b>Frequenza delle indagini</b>	<b>1 campagna ante operam</b> <b>1 campagna post operam</b>

### Benthos fondi mobili

<b>Piano di campionamento</b>	<b>2 stazioni</b> , poste lungo un transetto di cui una più vicina alla costa in corrispondenza di fondali con sedimenti sabbiosi (1) e una più a largo in corrispondenza di fondali con sedimenti fangosi; in ciascuna stazione dovranno essere effettuate 4 repliche di campionamento. La stazione posta in corrispondenza di fondali fangosi dovrà essere il più possibile coincidente con la stazione individuata per le indagini sui sedimenti e, almeno in una delle aree di indagine (possibilmente critica), anche con quella più a largo individuata per le indagini sulla matrice acqua.
<b>Frequenza delle indagini</b>	<b>1 campagna ante operam</b> (settembre-ottobre) <b>1 campagna post operam</b> (settembre-ottobre)

Tabella 36: Programma di Monitoraggio

## 10. ALTERNATIVE PROGETTUALI

Come detto il principale scopo dell'intervento è quello di protezione del litorale metapontino dai continui processi erosivi a cui esso è sottoposto, mediante la costituzione di un sistema di barriere sommerse.

Le alternative di progetto considerate oltre il tipo di intervento proposto sono:

1. ripascimento artificiale annuale;
2. barriere emerse;
3. opere radenti (pennelli, barriere, etc.);
4. alternativa "zero": non intervento.

La prima soluzione, già adottata negli anni passati tra il 2007 ed il 2010, comporta il reperimento di grandi quantità di materiale con costi economici ed ambientali rilevanti anche a carico delle aree di reperimento del materiale, inoltre, i predetti interventi non hanno sortito l'effetto previsto poiché il materiale apportato, in assenza di opere di protezione del litorale è stato rapidamente allontanato dalle mareggiate dell'inverno successivo.

Le barriere emerse, rappresentano di gran lunga il più efficace sistema di abbattimento del contenuto energetico del moto ondoso, ma presentano a loro svantaggio un rilevante impatto ambientale di natura paesaggistica e di dinamica fluida e solida. In particolare la presenza di pennelli e barriere artificiali per il contenimento dell'erosione costiera, condizioni meteo-marine di grande stabilità, temperature delle acque più alte favoriscono lo sviluppo di microalghe tossiche e potenzialmente tossiche come *Ostreopsis ovata*, *Coolia monotis*, *Prorocentrum lima* causato dalla presenza di substrati rocciosi e/o macroalghe, bassa profondità dell'acqua, scarso idrodinamismo (Trabace T., Palma A. et al. 2010).

Tali motivazioni ne hanno determinato la non idoneità tra le alternative perseguibili.

La soluzione di realizzare opere in aderenza con l'attuale linea di spiaggia, così come riscontrabile in un'ampissima casistica nazionale ed internazionale, non rappresenta la soluzione tecnicamente e, soprattutto, ambientalmente più idonea. La presenza di tali manufatti, crea un accumulo di materiale nell'area sopraflutto ed un arretramento della costa nell'area sottoflutto, inoltre, la presenza di tali manufatti modifica in maniera sensibile la morfologia della linea di costa provocando un irrigidimento della battigia. Pertanto dal punto di vista paesaggistico la soluzione non risulta idonea in quanto modificherebbe l'attuale andamento naturale della costa.

L'alternativa "zero" (non intervento) comporterebbe il mantenimento delle condizioni di degrado e l'incremento dello scenario di rischio all'erosione con aumento delle quote di esposto fino ad interessare in maniera decisamente più rilevante il centro abitato e la vegetazione naturale a monte della spiaggia. Infatti, l'arretramento dell'arenile e la scomparsa delle dune costiere andrebbe a interferire con le attuali condizioni di naturalità della Riserva Naturale e incrementerebbe i problemi di pubblica incolumità già presenti nel Centro abitato, dovuti principalmente alle mareggiate invernali.

Nella tabella seguente sono riportati in sintesi le valutazioni fatte per le soluzioni alternative.

	Tipologia di intervento	Parametri di valutazione				
		Efficacia per la difesa	Impatto Ambientale	Effetti sulle funzioni antropiche	Costi di costruzione	Oneri di manutenzione
0	Barriere sommerse + ripascimento	++	+	++	0	0
1	Ripascimento artificiale annuale	+	++	++	--	--
2	Barriere emerse	+++	--	++	-	+
3	Opere radenti (pennelli, barriere, etc.)	++	--	++	0	+
4	Alternativa "zero": non intervento	---	-- (*)	---	+++	+++

Legenda Tabella					
+++	molto favorevole			---	non accettabile
++	favorevole			--	molto sfavorevole
+	positivo	0	accettabile	-	sfavorevole

(\*) Si è valutato l'impatto ambientale dell'alternativa "zero" in termini molto sfavorevole in quanto il non intervento favorirebbe una alterazione qualitativa e quantitativa del sistema ambientale legata all'attività erosiva della costa a scapito dell'area SIC N. IT9220090 "Costa ionica foce Bradano".

## 11. CONCLUSIONI

La costa jonica metapontina è stato oggetto di un progressivo processo di antropizzazione, caratterizzato da interventi che hanno portato ad una profonda e definitiva trasformazione dell'assetto e del profilo naturale del litorale.

Il livello di naturalità della costa è stato ridotto sia dai processi "naturali", quali la progressiva diminuzione dell'apporto di sabbia da parte dei fiumi, che ha alterato notevolmente il processo di "ricarica" naturale delle spiagge, sia da processi di natura antropica legati allo sfruttamento turistico dell'area.

Questo stato di degradazione dell'ambiente naturale costiero è stato ulteriormente aggravato dai fenomeni erosivi legati al moto ondoso che hanno provocato una riduzione dell'ampiezza dell'arenile.

A causa della perdita delle spiagge per erosione negli ultimi decenni si è riscontrato un aumento della frequenza di eventi dannosi, anche non estremi, in occasione di mareggiate; ultime, in ordine di tempo ma non di importanza, le serie di eventi degli inverni 2008/2009 e 2009/2010 che hanno prodotto una profonda modifica del profilo della spiaggia.

La presente soluzione progettuale deriva dagli studi condotti dall'UNIBAS, e allegati alla presente, su incarico della Regione Basilicata ed è stata redatta al fine di mitigare i fenomeni erosivi in atto.

Le valutazioni fatte hanno portato ad individuare quale intervento strutturale la realizzazione di barriere soffolte in quanto protezioni compatibili da un punto di vista ambientale ma utili a trattenere il più possibile il sedimento apportato evitando così la sua dispersione al largo e smorzando la forza delle onde in caso di mareggiate.

All'intervento strutturale va però associato anche un intervento di tipo "morbido" quale il ripascimento.

Nel capitolo 10 sono state ipotizzate le alternative progettuali, ma dall'analisi fatta le stesse sono state ritenute o più impattanti o meno risolutive del problema o troppo costose.

Viste le risultanze delle analisi svolte per la presente relazione di screening si può ipotizzare che il progetto, che ha carattere sperimentale, non comporti impatti significativi sulle componenti ambientali analizzate.

Il SIC Costa Jonica Foce Bradano verrà interessato dal progetto solo marginalmente in quanto la strada di accesso al cantiere ed il cantiere stesso sono localizzati al suo interno. La viabilità di cantiere infatti coinciderà con la fascia tagliafuoco che attraversa il SIC mentre l'area di cantiere sarà posizionata sulla spiaggia.

Per poter consentire il passaggio dei mezzi pesanti sulla fascia tagliafuoco sarà posizionato del materiale misto a rinforzare il fondo ma non sarà tagliata né asportata la vegetazione naturale presente.

Non sarà quindi asportato materiale vegetale e quindi non si ha un impatto diretto sugli habitat e sulle specie vegetali presenti, l'unico impatto sarà costituito dal disturbo esercitato dalla presenza antropica, dalle polveri e dalle emissioni dei gas di scarico dei mezzi di cantiere.

Per ridurre le emissioni di polveri dovranno essere applicate le attività di mitigazione previste nel Paragrafo 7.1.2.

Il disturbo che il passaggio dei mezzi causerà alla fauna presente sarà comunque temporaneo e prevalentemente di tipo dissuasivo ossia gli animali tenderanno a tenersi a distanza dalla fonte di rumore.

Relativamente al ripascimento, che ammonterà a circa 5.000 mc, come meglio rappresentato nel capitolo 5, il materiale utilizzato sarà compatibile con quello di destinazione, relativamente alla composizione granulometrica, alle caratteristiche chimiche e chimico-fisiche, oltre che biologiche.

Relativamente agli impatti indiretti ossia quelli provocati dalle conseguenze della realizzazione delle barriere sommerse l'obiettivo è quello di ottenere un aumento della dimensione della spiaggia con ripercussioni positive sul SIC ma anche sulle attività antropiche.

Infatti, secondo quanto emerso nel capitolo 6.8.1.4, la riduzione della dimensione della spiaggia comporta un rischio per gli habitat del sito ed in particolare per gli habitat \*2250 Dune costiere con *Juniperus spp.*, 2190 Depressioni umide interdunali e 2120 Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* ("dune bianche").

L'obiettivo della realizzazione delle barriere è proprio quello di ridurre l'energia del moto ondoso, ridurre i processi erosivi a carico delle dune e quindi far aumentare la superficie della spiaggia e quindi indirettamente ridurre l'impatto sul SIC.

Inoltre, indirettamente, l'aumento previsto della superficie della spiaggia ridurrà l'impatto antropico legato all'utilizzo delle aree retrodunali per la localizzazione delle infrastrutture turistiche.

Pertanto, gli impatti che l'opera progettata potrebbe avere sull'ambiente, valutati nel presente studio, redatto sulla base di un'analisi delle componenti ambientali potenzialmente interessate, risultano di entità moderata inoltre l'applicazione di alcune buone pratiche, volte a ridurre gli impatti minimi ma comunque presenti, rendono il progetto compatibile con la protezione dell'ambiente e con le norme di tutela previste per legge.

Sulla base delle considerazioni così effettuate gli impatti e le relative mitigazioni sono stati valutati facendo riferimento ad un network, metodologia che permette di rappresentare sinteticamente il livello complessivo di sostenibilità dell'intervento.

Esso è stato quindi appositamente costruito sulla base delle analisi riguardanti le relazioni fra le singole fasi necessarie alla realizzazione dell'intervento e le componenti ambientali prioritarie presenti nell'area di studio.

Il network è stato impostato su un modello matriciale di tipo pluridescrittivo, strutturato in modo da porre in relazione gli impatti e le mitigazioni (in riga) con più livelli gerarchici d'entità, di reversibilità e di tempi. Il network riassume quindi una rete di relazioni con lo scopo di individuare le attività di progetto che possono incidere con l'ambiente attraverso impatti negativi e positivi più o meno significativi.

All'interno della matrice sono considerate sei classi di impatto da nullo a molto elevato collegate a tre livelli di reversibilità (non reversibile (NR), difficilmente reversibile (DR) e facilmente reversibile (FR)) e ai tempi di attuazione: lunghi (l), medi (m) o brevi (b).

Componenti abiotiche	Impatti	Fase di Cantiere					Fase di esercizio	
		Cantierizzazione adeguamento viale tagliafuoco	Opere di scavo	Trasporto e stoccaggio materie prime	Posa in opera	Dismissione cantiere	Ripascimento	Barriere soffolte
Aria	Emissioni dei mezzi di cantiere	FR/m	FR/m	FR/m	FR/m	FR/m		
	Emissione polveri (con abbattimento)	FR/b	FR/b	FR/b	FR/b	FR/b		
Acqua	Immisioni sostanze inquinanti							
Suolo e sottosuolo	Consumo di suolo		DR/m					
	Alterazione apporto idrico							
Produzione di rifiuti	Produzione rifiuti					FR/b		
Paesaggio	Impatto visivo	FR/m	FR/m	FR/m	FR/m	FR/m	NR/l	

**Impatti**

molto elevato	
elevato	
medio	
basso	
molto basso	
nullo	

**Reversibilità**

FR Facilmente Reversibile  
DR Difficilmente Reversibile  
NR Non Reversibile

**Tempi**

b Brevi  
m Medi  
l Lunghi

Tabella 37: Sintesi degli impatti in fase di Cantiere e in fase di esercizio

		<b>Impatti</b>							
<b>Componenti biotiche</b>		Emissioni da flusso dei mezzi di cantiere	Emissione polveri (con abbattimento)	Immissioni sostanze inquinanti	Consumo di suolo	Alterazione apporto idrico	Emissioni sonore	Impatto visivo	Produzione rifiuti
<b>Habitat</b>		FR/m	FR/b						
<b>Fauna</b>		FR/b	FR/b				FR/b		
<b>Flora</b>		FR/m	FR/b						

**Impatti**

molto elevato  
elevato  
medio  
basso  
molto basso  
nullo



**Reversibilità**

FR Facilmente  
DR Difficilmente  
NR Non Reversibile

**Tempi**

b Brevi  
m Medi  
l Lunghi

**Tabella 38: Sintesi degli impatti sulle componenti biotiche**

Lavorazioni molto limitate nel tempo tale da non interferire con il ciclo riproduttivo delle specie di interesse comunitario disturbate

Totale riutilizzo dei materiali di scavo

Gli scavi saranno molto limitati all'area della sola posa in opera

Sistemi di irrorazione micronizzata di acqua tale da abbattere le polveri al suolo

Numero limitato di mezzi di transito e risistemazione della strada di accesso all'area di intervento

Lo scarico è posto ad una notevole distanza dalla linea di costa

Impatto visivo limitato alla sola fase di cantiere

## 12. BIBLIOGRAFIA

Acosta A., Blasi C., Esposito S., Stanisci A., 2000 - Analisi della vegetazione delle dune costiere del Lazio centro-meridionale. *Inf. Bot. Ital.* 32 (1): 5-10.

Agenzia Regionale per l'Ambiente della Liguria (ARPAL) (2005) Criteri generali per il monitoraggio delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili.

Agenzia Regionale per l'Ambiente della Liguria (ARPAL) Criteri generali per il monitoraggio delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili - 2005

American Society of Testing Materials - Standard practice for wet preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants, in D2217-85 - 1998

American Society of Testing Materials - Standard test method for particle-size analysis of soils, in D422-63 - 2002

American Society of Testing Materials (1998) - Standard practice for wet preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants, in D2217-85.

American Society of Testing Materials (2002) - Standard test method for particle-size analysis of soils, in D422-63.

Bassi S. (ed.), 2007 - Gli habitat di interesse comunitario segnalati in Emilia-Romagna. Appendice alla carta degli Habitat, dei SIC e delle ZPS dell'Emilia-Romagna. Regione Emilia-Romagna, Direzione Generale Ambiente, Difesa del Suolo e della Costa - Servizio Parchi e Risorse Forestali.

Brullo S., Del Galdo G.P.G., Siracusa G., Spampinato G., 2001. Considerazioni fitogeografiche sulla vegetazione psammofila dei litorali italiani. *Biogeographia* vol. XXII: 93-136.

Canora F., Palma A., Spilotro G., Trabace T.: "Approccio metodologico e sperimentale mediante ripascimento di un tratto di costa in erosione" *Geologi e Territorio*, 3/4 - 2007

Casamassima M., Trabace T., Filippo G., Marraudino A., Scrano L., Palma A.: "Determinazione della tossicità su prodotti di fotodegradazione di quattro agro farmaci" Giornate di studio "Ricerca e applicazioni di metodologie ecotossicologiche in ambienti marini e salmastri" Viareggio, 25-26 novembre 2008

Corbetta F., Gratani L., Moriconi M., Pirone G., 1992. Lineamenti vegetazionali e caratterizzazione ecologica delle spiagge dell'arco jonico da Taranto alla foce del Sinni. *Coll. Phytosoc.* 19: 461-521.

De Siena Antonio – "Il Metapontino: insediamenti antichi e bonifiche", Consiglio Regionale di Basilicata Soprintendenza Archeologica della Basilicata, pubblicazione *Archeologia dell'acqua in Basilicata*, 1999, pag. 73-86.

D.Lgs. 152/06 - Norme in materia ambientale – 2006

D.Lgs. 152/99 - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole - 1999

D.Lgs. 152/99 (1999) - Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole.

D.M. 471/99 - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati. Ministero dell'Ambiente - 1999

D.M. 471/99 (1999) - Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati. Ministero dell'Ambiente.

Fascetti S., 2008. "Valutazione dello stato di rischio e degrado degli habitat di interesse comunitario (Dir. "Habitat" 92/43 CEE) della costa jonica della Basilicata". *Atti Conv. "Cost, prevenire, programmare, pianificare"*, Autorità di Bacino Basilicata, Maratea 15-17 maggio 2008: 684-689.

Fascetti S., Lapenna M.R., Navazio G., Potenza G., 2008. Flora, vegetazione e habitat (Dir.92/43 Cee) del Metapontino (Italia meridionale). 103° Congr. SBI, Libro degli Abstract: 179:

Fascetti S., Navazio G., Pompili M., Potenza G., Trivisani V., 2006. Il paesaggio vegetale della costa jonica della Basilicata: emergenze ambientali e problematiche gestionali. Quaderni del Parco, 12., Parco della Murgia Materana: 34-50.

Fascetti Simonetta – “Valutazione dello stato di rischio e degrado degli habitat di interesse comunitario (dir. “Habitat” 92/43 CEE) della costa jonica della Basilicata (Italia meridionale), Atti del Convegno Nazionale di Maratea: Coste Prevenire, Programmare, Pianificare, 15-17 maggio 2008, pag.

FORTE L., 2001. Carta della vegetazione del “Bosco Isola” di Lesina, foglio 1 e 2. Progetto di Ricerca sulla Biologia ed Ecologia di *Cistus clusii* Dunal. Museo Orto Botanico, Università degli Studi di Bari.

Giannini G., Nuzzo V., Trivisani A. – “Metaponto: la duna e la vegetazione”, Basilicata Regione Notizie, 1995, pag. 3-10

Giannini Gregorio, Nuzzo Vitale, Trivisani Antonio – “Metaponto: la duna e la vegetazione”, Basilicata Regione Notizie, 1995, pag. 3-10

Ielso P., Adinolfi G., Margiotta M. – “Riserva Forestale di Protezione “Metaponto”, *Silvae*, 2008, pag. 165-176.

Ielso Pietro, Adinolfi Giovanni, Margiotta Massimo – “Riserva Forestale di Protezione “Metaponto”, *Silvae*, 2008, pag. 165-176.

Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA) - Metodi Analitici per le Acque. CNR.- 1996

Istituto di Ricerca sulle Acque (IRSA) (1996) - Metodi Analitici per le Acque. CNR.

Istituto Superiore di Sanità - Metodi analitici per le acque destinate al consumo umano. Vol. II. Metodi microbiologici - Rapporti ISTISAN 00/14 Pt. 2. - 2000

Istituto Superiore di Sanità (2000) - Metodi analitici per le acque destinate al consumo umano. Vol. II. Metodi microbiologici - Rapporti ISTISAN 00/14 Pt. 2.

Manuale delle linee guida per la redazione dei piani di gestione dei siti Natura 2000

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2006) - Manuale per la movimentazione di sedimenti marini - APAT – ICRAM.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare - Manuale per la movimentazione di sedimenti marini - APAT – ICRAM. - 2006

Palma A., Trabace T., “Problematiche bio-ambientali nella movimentazione dei sedimenti costieri” – Convegno “L’Arretramento della costa ionica della Basilicata: complessità, studi, azioni” - Metapontum Agrobios, Metaponto, 26 Maggio 2006

Pellegrini D., Ausili A., Onorati F., Ciuffa G., Gabellini M., Bigongiari N., De Ranieri S. (1999) – Characterisation of harbour and coastal sediments: specific destinations of dredged material. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 2, 455-464.

Pellegrini D., Ausili A., Onorati F., Ciuffa G., Gabellini M., Bigongiari N., De Ranieri S.– Characterisation of harbour and coastal sediments: specific destinations of dredged material. *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 2, 455-464 - 1999

Pellegrini D., Onorati F., Virno Lamberti C., Merico G., Gabellini M., Ausili A. (2002) - Aspetti tecnico-scientifici per la salvaguardia ambientale nelle attività di movimentazione dei fondali marini: Dragaggi Portuali. Quaderno ICRAM n. 1, 201 pp.

Pellegrini D., Onorati F., Virno Lamberti C., Merico G., Gabellini M., Ausili A. - Aspetti tecnico-scientifici per la salvaguardia ambientale nelle attività di movimentazione dei fondali marini: Dragaggi Portuali. Quaderno ICRAM n. 1, 201 pp. - 2002

Pignatti S., 1952. Introduzione allo studio fitosociologico della pianura veneta orientale con particolare riguardo alla vegetazione litoranea. *Arch. Bot.* 28(4): 265-329.

Regione Liguria - Criteri generali per la progettazione e l'esecuzione delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili - 2003

Regione Liguria (2003) - Criteri generali per la progettazione e l'esecuzione delle opere di difesa della costa e degli abitati costieri e di ripascimento degli arenili.

Sbrilli G., Limberti A., Caldini G. e Corsini A. - Metodologia di saggio algale per il controllo dei corpi idrici e delle acque di scarico. ARPAT - CEDIF, Serie Ricerche e Formazione, Quaderno n. 8, Firenze, 191 pp. - 1998

Sbrilli G., Limberti A., Caldini G. e Corsini A. (1998) - Metodologia di saggio algale per il controllo dei corpi idrici e delle acque di scarico. ARPAT - CEDIF, Serie Ricerche e Formazione, Quaderno n. 8, Firenze, 191 pp.

Spilotro G. - Variazioni relative del livello mare e variazioni della linea di costa: tendenze naturali e fattori antropici. Atti Convegno SIGEA: Cambiamenti climatici e desertificazione in area mediterranea, SIGEA, Univ. Bari, 16 marzo 2002. In: Geologia dell'Ambiente, periodico SIGEA, anno XI, n. 2/2003, pp. 27-34 - 2003

Spilotro G. (2003) - Variazioni relative del livello mare e variazioni della linea di costa: tendenze naturali e fattori antropici. Atti Convegno SIGEA: Cambiamenti climatici e desertificazione in area mediterranea, SIGEA, Univ. Bari, 16 marzo 2002. In: Geologia dell'Ambiente, periodico SIGEA, anno XI, n. 2/2003, pp. 27-34.

Spilotro G. e Monaco L. - Metodologia di misura delle variazioni recenti delle linee di costa basse, mediante analisi di foto aeree. Atti DiSGG, Università degli Studi della Basilicata, pubbl. 2/2003.

Spilotro G. e Monaco L. (2003) - Metodologia di misura delle variazioni recenti delle linee di costa basse, mediante analisi di foto aeree. Atti DiSGG, Università degli Studi della Basilicata, pubbl. 2/2003.

Spilotro G., Canora F., Caporale F., Leandro G. - Interventi nei bacini e dinamica delle coste. Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata, Collana Editoriale di Studi e Ricerche, n. 4 "Il Processo di interrimento degli invasi: genesi, effetti ed interventi per la tutela dell'ambiente". Molino B. & Vita M. Edts. -2004

Spilotro G., Canora F., Caporale F., Leandro G. (2004) - Interventi nei bacini e dinamica delle coste. Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata, Collana Editoriale di Studi e Ricerche, n. 4 "Il Processo di interrimento degli invasi: genesi, effetti ed interventi per la tutela dell'ambiente". Molino B. & Vita M. Edts.

Spilotro G., Canora F., Caporale F., Trabace T., Palma A.: Nitrate pollution in different hydrogeological zones of the groundwater flow system in the volcanic structure of Mt. Vulture (Basilicata, Southern Italy). Proceedings of Groundwater and Ecosystems 35th Congress of IAH - International Association of Hydrogeologists pp. 10., Lisbon, Portugal, September 17-21-2007

Spilotro G., Di Bratto M., Cecilia G., Leandro G. (1998) – Evoluzione recente del litorale alto ionico compreso tra foce Sinni e foce Bradano. Atti DiSGG, Università degli Studi della Basilicata, pubbl. 1/1998.

Spilotro G., Di Bratto M., Cecilia G., Leandro G.– Evoluzione recente del litorale alto ionico compreso tra foce Sinni e foce Bradano. Atti DiSGG, Università degli Studi della Basilicata, pubbl. 1/1998.

STANISCI A., ACOSTA A, M.L. CARRANZA, S. FEOLA M. GIULIANO. (2007). Gli habitat di interesse comunitario sul litorale molisano e il loro valore naturalistico su base floristica. FITOSOCIOLOGIA. vol. 44 (2), pp. 171-175 ISSN: 1125-9078

STANISCI A., CONTI F., 1990 - Aspetti vegetazionali di un settore costiero adriatico (Molise- Abruzzo). Ann. Bot. (Roma), 48, Studi sul territorio suppl. 7: 85-94.

Tessari U., Trivisani A., Salfi N. A. – "Evoluzione del paesaggio costiero metapontino", Atti del Convegno Nazionale di Maratea: Coste Prevenire, Programmare, Pianificare, 15-17 maggio 2008, pag. 223-232.

Tessari Umberto, Trivisani Antonio, Salfi Nunzio Antonio – "Evoluzione del paesaggio costiero metapontino", Atti del Convegno Nazionale di Maratea: Coste Prevenire, Programmare, Pianificare, 15-17 maggio 2008, pag. 223-232.

Trabace T. "Ostreopsis ovata, Coolia monotis e Procentrum lima lungo le coste della Regione Basilicata" - Giornata di studio e confronto: Fioriture algali di Ostreopsis ovata lungo le coste italiane – ISPRA, 23 Marzo 2011

Trabace T., A. Palma, M. Casamassima et al. – "Monitoraggio Osteropsis ovata e altre microalghe potenzialmente tossiche lungo le coste italiane nel triennio 2007-2010" , Manuali ISPRA, pag. 7-19 n. 127/2010,

Trabace T., Marraudino A., Longo S., Palma A.: Valutazione della comunità fitoplanctonica in un intervento di ripascimento di un tratto di costa jonica lucana – Convegno Quali mari italiani Lecce 4-9 novembre 2008

Trivisani A., Ercolani E., Marsiglia N., Rinaldi R., Salfi N. A., Trivisani V., “Metaponto: l’erosione e lo sviluppo” Quaderni del Parco n. 17 Ente di Gestione del Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano, 2010.

Trivisani Antonio, Cifarelli R. Marsiglia Nunzio, Rinaldi Raffaele, Salfi Nunzio Antonio, Trevisani G., Santarcangelo Vito “Gli abitanti della duna” Quaderni del Parco n. 12 Ente di Gestione del Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano, 2006.

Trivisani Antonio, Ercolani Enrico, Marsiglia Nunzio, Rinaldi Raffaele, Salfi Nunzio Antonio, Trivisani Valentina, “Metaponto: l’erosione e lo sviluppo” Quaderni del Parco n. 17 Ente di Gestione del Parco Archeologico Storico Naturale delle Chiese Rupestri del Materano, 2010.

U. S. Environment Protection Agency - Acid digestion of sediments, Sludges and Soils. EPA Method 3050b - 1996

U. S. Environment Protection Agency - Inductively coupled plasma–mass spectrometry. EPA Method 6020 - 1994

U. S. Environment Protection Agency (1994) - Inductively coupled plasma–mass spectrometry. EPA Method 6020.

U. S. Environment Protection Agency (1996) - Acid digestion of sediments, Sludges and Soils. EPA Method 3050b.

Vita M., Bulfaro M., Cavuoti C., Pagliaro S., Biscione A., Valanzano A., S.T.O. dell’Autorità di Bacino della Basilicata - “Evoluzione del litorale Jonico lucano tra le foci dei fiumi Sinni e Bradano” pubbl. “Ambiente & Territorio”, marzo 2007.