



REGIONE PUGLIA

**COMMISSARIO DELEGATO PER L'EMERGENZA AMBIENTALE
PRESIDENTE DELLA REGIONE PUGLIA**

(Ordinanza del Ministro dell'Interno n° 3184 del 22/3/2002)

ATTIVITA' CONNESSE ALLA REDAZIONE DEL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE
(D. Lgs. 152/99 e successive modifiche ed integrazioni)

SOGESID S.p.A.



PIANO DIRETTORE

A STRALCIO DEL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

Elaborato	Titolo: RELAZIONE GENERALE	
Revisione: 00	Redatto da: SOGESID S.p.A. Unità Operativa di Bari	Data: giugno 2002

INDICE

PREMESSE	3
1. CONTENUTI ED OBIETTIVI DEL PIANO	4
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
2.1 GEOLOGIA	6
2.1.1 Promontorio del gargano	9
2.1.1.1 <i>Caratteri geolitologici del promontorio del Gargano</i>	<i>10</i>
2.1.1.2 <i>Tettonica del Promontorio del Gargano</i>	<i>13</i>
2.1.1.3 <i>Morfologia del promontorio del Gargano</i>	<i>13</i>
2.1.2 L'Appennino Dauno	15
2.1.2.1 <i>Caratteri geolitologici dell'Appennino Dauno</i>	<i>15</i>
2.1.2.2 <i>Tettonica dell'Appennino Dauno</i>	<i>17</i>
2.1.2.3 <i>Morfologia dell'Appennino Dauno</i>	<i>17</i>
2.1.3 Il Tavoliere.....	18
2.1.3.1 <i>Caratteri geolitologici del Tavoliere</i>	<i>18</i>
2.1.3.2 <i>Tettonica del Tavoliere</i>	<i>19</i>
2.1.3.3 <i>Morfologia del Tavoliere</i>	<i>19</i>
2.1.4 La Murgia	20
2.1.4.1 <i>Caratteri geolitologici della Murgia</i>	<i>20</i>
2.1.4.2 <i>Tettonica della Murgia</i>	<i>21</i>
2.1.4.3 <i>Morfologia della Murgia</i>	<i>22</i>
2.1.5 La Conca di Taranto.....	23
2.1.5.1 <i>Caratteri geolitologici della Conca di Taranto</i>	<i>23</i>
2.1.5.2 <i>Tettonica della Conca di Taranto</i>	<i>24</i>
2.1.5.3 <i>Morfologia della Conca di Taranto</i>	<i>25</i>
2.1.6 La Penisola Salentina.....	25
2.1.6.1 <i>Caratteri geolitologici della Penisola Salentina</i>	<i>26</i>
2.1.6.2 <i>Tettonica della Penisola Salentina</i>	<i>28</i>
2.1.6.3 <i>Morfologia della Penisola Salentina</i>	<i>29</i>
2.2 IDROGRAFIA	30
2.2.1 Il Subappennino Dauno.....	32
2.2.2 Il Tavoliere.....	34
2.2.3 Il Gargano.....	37
2.2.4 La Murgia	40
2.2.5 La Penisola Salentina.....	42
2.3 IDROGEOLOGIA	42
2.3.1 Lineamenti geolitologici regionali in relazione alla definizione delle quattro unità' idrogeologiche.....	43
2.3.2 Descrizione delle quattro unità' idrogeologiche	47
2.3.2.1 <i>Unità idrogeologica del Gargano.....</i>	<i>47</i>
2.3.2.2 <i>Unità idrogeologica del Tavoliere.....</i>	<i>49</i>
2.3.2.3 <i>Unità idrogeologica della Murgia</i>	<i>51</i>
2.3.2.4 <i>Unità idrogeologica del Salento</i>	<i>54</i>
2.3.3 Falde secondarie.....	58

2.3.4 Permeabilita' dei terreni in affioramento.....	61
3. STATO ATTUALE DEI CORPI IDRICI	68
3.1 IL MAR PICCOLO DI TARANTO	68
3.1.1 Scarico dei reflui nel corpo idrico.....	69
3.1.2 Principali caratteri chimici, fisici e biologici del bacino.....	69
3.1.3 Mar Piccolo di Taranto - Conclusioni.....	74
3.2 LA LAGUNA DI LESINA	74
3.2.1 Carichi di nutrienti nella Laguna di Lesina	77
3.2.2 Caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche delle acque	82
3.2.3 La Laguna di Lesina - Conclusioni	95
3.3 LA LAGUNA DI VARANO	97
3.3.1 Carichi di nutrienti nella Laguna di Varano.....	101
3.3.3Laguna di varano - Conclusioni	111
3.4 LE ACQUE MARINO COSTIERE	113
3.5 I CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI	122
3.6 LE ACQUE SOTTERRANEE	122
3.6.1 Acquifero del Gargano	123
3.6.2 Acquifero del Tavoliere di Foggia	123
3.6.3 Acquiferi murgiano e salentino	126
4.PRINCIPALI PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA TUTELA DEI CORPI IDRICI	135
5.CRITERI ED INDIRIZZI PER LA PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI NEL SETTORE FOGNARIO DEPURATIVO - RECAPITI FINALI DEI REFLUI DEPURATI.....	137
5.1 PROVINCIA DI FOGGIA	139
5.2 PROVINCIA DI BARI	143
5.3 PROVINCIA DI TARANTO	146
5.4 PROVINCIA DI BRINDISI	149
5.5 PROVINCIA DI LECCE	151
6. CRITERI PER LA DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE DI PRIMA PIOGGIA E DI LAVAGGIO DELLE AREE ESTERNE, DI CUI ALL'ART. 39 D.L.GS 152/99 E SUCC.....	155
6.1 STATO DELLE CONOSCENZE.....	155
6.2 LE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELLE PRIME ACQUE DI PIOGGIA	156
6.3 CRITERI PER LA DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE	167
7. CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELLE ACQUE REFLUE DA RECAPITARE SUL SUOLO E DA DESTINARE AL RIUTILIZZO IRRIGUO.....	169
7.1 VALORI DEI LIMITI DI EMISSIONE PER GLI SCARICHI DI ACQUE REFLUE SUL SUOLO.....	169
7.2 REQUISITI DI QUALITÀ DELLE ACQUE REFLUE AI FINI DEL RIUTILIZZO IRRIGUO	184

Bibliografia
Elenco degli elaborati
Elenco delle figure
Elenco delle tabelle
APPENDICE A1

PREMESSE

Con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri è stato ulteriormente prorogato fino al 31/12/2002 lo stato di emergenza socio-economico-ambientale nella Regione Puglia, già dichiarato con D.P.C.M. 8/11/94.

Con successiva Ordinanza n° 3184 del 22/3/2002, il Ministro dell'Interno, delegato per il Coordinamento della Protezione Civile, ha emanato le disposizioni per fronteggiare la dichiarata Emergenza “nel settore dei rifiuti urbani, bonifica e risanamento ambientale dei suoli, delle falde e dei sedimenti inquinati, nonché in materia di tutela delle acque superficiali e sotterranee e dei cicli di depurazione nella regione Puglia”, attribuendo, al Presidente della regione Puglia–Commissario Delegato l’attuazione degli interventi necessari fino alla cessazione dello stato di emergenza.

La suddetta Ordinanza ha inteso procedere ad una più puntuale definizione delle competenze, già attribuite e da attribuire al Presidente della regione Puglia–Commissario delegato, alla luce delle nuove disposizioni normative in materia di tutela delle acque, e, principalmente, del D.Lgs n° 152/99 e successive modifiche ed integrazioni.

L’Ordinanza medesima, inoltre, all’art.7, comma 3 assegna, tra l’altro, al C. D. la predisposizione del Piano di Tutela delle Acque, ai sensi dell’art.44 del D.Lgs. 152/99, e successive modifiche ed integrazioni.

In data 14 maggio 2002, la SOGESID, ai sensi dell’articolo 3 della Convenzione Quadro stipulata tra il C.D. e la SOGESID il 10/08/2001, ha sottoposto all’approvazione del C.D. il “Programma Operativo” relativo al “Piano di Tutela delle Acque”, di cui all’articolo 44 del D.Lgs. 152/99 e succ..

Il programma prevede tra l’altro la redazione di un primo documento denominato “Piano Direttore”, stralcio del Piano di Tutela, finalizzato a fornire i criteri e gli indirizzi in base ai quali definire ed orientare gli interventi che il C.D. deve realizzare nel settore fognario–depurativo.

1. CONTENUTI ED OBIETTIVI DEL PIANO

Il Piano, partendo da approfondita e dettagliata analisi territoriale, dallo stato delle risorse idriche regionali e dalle problematiche connesse alla salvaguardia delle stesse, delinea gli indirizzi per lo sviluppo delle azioni da intraprendere nel settore fognario-depurativo, in particolare per la redazione del Piano Stralcio, ai sensi dell'art.141, comma 4 della L.388/2000 (Programma di interventi urgenti a stralcio per l'adempimento degli obblighi comunitari in materia di fognatura, collettamento e depurazione di cui agli articoli 27, 31 e 32 del D.Lgs 152/99), nonché per l'attuazione delle altre iniziative ed interventi, finalizzati ad assicurare la migliore tutela igienico-sanitaria ed ambientale, così come previsto dalla O.M.I. N. 3184 del 22/3/02.

Il Piano rappresenta quindi uno stralcio del Piano di Tutela, di cui ne anticipa alcuni aspetti, ed è orientato al conseguimento di una politica di governo delle acque, mirata prioritariamente al superamento dell'emergenza, ma che persegua un giusto equilibrio tra il raggiungimento di uno stato ambientale sostenibile e il soddisfacimento dei fabbisogni per lo sviluppo economico e sociale della regione.

Il Piano, sviluppato con la consulenza scientifica del Prof. Gianfranco Boari, in sintesi definisce:

- i criteri per la individuazione dei recapiti finali delle acque reflue depurate da impianti a servizio dei centri abitati;
- i criteri per la disciplina delle acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, di cui all'art. 39 del D.Lgs. 152/99 e succ.;
- le modifiche ai limiti di emissione per gli scarichi di acque reflue sul suolo;
- i limiti dei parametri chimico-fisici e microbiologici per il riutilizzo irriguo delle acque reflue.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Nell'ambito della redazione del Piano Direttore, stralcio del Piano di Tutela delle Acque, risulta prioritario caratterizzare il territorio regionale in quanto rappresentante il contesto del quale il Piano va ad operare.

Il presente capitolo offre una panoramica generale di quelle componenti che costituiscono il sistema naturale terra-acqua che condizionano fortemente qualsiasi azione pianificatoria, che necessariamente dovrà confrontarsi ed armonizzarsi con le caratteristiche sia dei terreni, quelli in affioramento e quelli costituenti il sottosuolo, sia delle risorse idriche, superficiali e sotterranee.

L'inquadramento territoriale concerne i seguenti e principali argomenti:

- Geologia generale. Vengono identificate le caratteristiche geolitologiche, strutturali e morfologiche delle specifiche aree "omogenee" in cui può essere discretizzato il territorio regionale. Tale identificazione risulta essere propedeutica a tutte le attività che si svilupperanno successivamente. La distribuzione dei terreni in affioramento e nel sottosuolo, così come le loro caratteristiche intrinseche (porosità, grado di fatturazione) e la natura litologica degli stessi, rappresenta la conoscenza di base alla quale far riferimento per qualsiasi approfondimento tematico che interessi l'intero territorio (sviluppo del reticolo idrografico, permeabilità dei terreni), così come per lo studio di dettaglio di specifiche e circoscritte aree di particolare interesse.
- Idrografia regionale. Viene analizzata la rete idrografica regionale, intesa non soltanto come tessuto fluviale propriamente detto, bensì come particolare struttura morfologica capace di condizionare la raccolta e il convogliamento di acque superficiali. Tale analisi, articolata per unità geografiche omogenee, ha consentito di definire la distribuzione dei corsi d'acqua sul territorio regionale, oltre che per la loro consistenza e importanza, per pervenire ad una conoscenza di base mirata alla definizione dei futuri recapiti finali dei reflui urbani depurati, in ottemperanza a quanto prescritto nel D.Lgs 152/99 e succ.

- Idrogeologia. Vengono caratterizzate sia le principali unità idrogeologiche definibili nel territorio di riferimento, sia le permeabilità dei terreni in affioramento. Ciò allo scopo di pervenire ad un livello di conoscenza di base di tali geotematiche, di supporto alla identificazione dei recapiti finali dei reflui urbani.

2.1 GEOLOGIA

La Puglia si presenta costituita da rocce sedimentarie di età mesozoica e cenozoica.

La base della successione stratigrafica che caratterizza questa regione, infatti, è costituita da rocce appartenenti al Mesozoico, periodo durante il quale il mare ricopriva l'intera area dell'Italia meridionale.

La geografia dell'epoca vedeva la presenza di un vasto bacino soggetto ad un abbassamento lento del fondo che si estendeva dalla Puglia fino all'Appennino Settentrionale con condizioni di forte evaporazione delle acque. Ciò provocava una sedimentazione di origine chimica, detta appunto "evaporitica", con formazione di dolomie e di gessi, di cui si conosce in affioramento solo il piccolo lembo diapirico della Punta delle Pietre Nere (Gargano), appartenenti al Trias Superiore. Lateralmente a questo bacino evaporitico si avevano, nella vicina area appenninica meridionale, condizioni di mare aperto con deposizioni di calcari ricchi di noduli di selce, che si ritrovano oggi in affioramento in Lucania e Calabria.

Nel Giurassico, tutta la parte centro occidentale del Gargano era occupata da un grandioso complesso di scogliere. Oltre il bordo della barriera corallina, nel resto della Puglia, si sviluppava un mare poco profondo, che si estendeva fino al Salento, con sedimentazione di calcari e dolomie.

Le prime emersioni, di piccole aree, si hanno nel Cretacico, a chiusura della successione mesozoica alla quale è ascrivibile la maggior parte degli affioramenti del Gargano, delle Murge e delle Serre Salentine.

Con il Terziario, ha invece inizio l'era delle grandi emersioni.

L'assisa carbonatica, dopo aver subito un parziale dislocamento per faglie ed una prima suddivisione in grossi blocchi, iniziò ad accusare un'evoluzione tettonico-paleogeografica diversa da zona a zona, assumendo il ruolo di avampaese. L'attuale Murgia rimaneva così

emersa per tutto il Cenozoico, mentre i blocchi carbonatici degli attuali promontori del Gargano e della Penisola Salentina subivano, in misura differente, ripetute e sempre più vaste subsidenze tettoniche, a luoghi accompagnate da ingressioni marine.

La Puglia in quell'epoca si doveva presentare come un arcipelago, le cui isole, man mano che le terre emergevano, tendevano a fondersi.

Nel Paleocene-Oligocene si assisteva alla costituzione di una formazione calcarea (detritico organogena) poco estesa che oggi affiora lungo i bordi orientali del Gargano e del Salento.

Proprio nel Salento, in età Miocenica, andarono a depositarsi spessori di arenarie formate da detriti calcarei che provenivano dallo smantellamento dei depositi mesozoici affioranti, costituendo, così, la formazione ben nota nel Salento con la denominazione di "Pietra Leccese".

Nell' Infrapliocene si originarono, infine, le condizioni che hanno portato alla più vasta ingressione marina che l'intera Puglia abbia mai subito e che portò alla conseguente acquisizione dell'assetto geografico-strutturale che oggi la contraddistingue. Infatti, la porzione occidentale dell'originario ammasso carbonatico mesozoico, per effetto di uno sprofondamento a gradinata verso SW, entrò a far parte della Fossa Bradanica (settore di avanfossa all'epoca subsidente) e su di essa andarono ad accumularsi cospicui sedimenti clastici plio-pleistocenici comprendenti calcareniti, dette localmente "tufo", sabbie e argille i cui affioramenti raccordano i modesti rilievi della regione. Il blocco mesozoico del Gargano rimase isolato, interponendosi tra esso e la Murgia un vasto Graben (in corrispondenza dell'attuale Tavoliere) che venne invaso dal mare mesopliocenico.

Nel Quaternario antico il quadro geografico della regione era invece caratterizzato da un esteso mare infrapleistocenico, dal quale emergevano, con caratteri insulari, solo l'attuale Gargano e due vaste aree della Murgia (corrispondenti alle aree ancor oggi impegnanti le quote medio-alte della Murgia nord-occidentale e sud-orientale).

La Puglia, per il suo assetto morfo-strutturale, collocato nel più ampio contesto geologico dell'Italia Meridionale, può essere suddivisa in 3 settori, allungati in senso appenninico (NW-SE), e ciascuno appartenente ad una ben precisa unità stratigrafico-morfologico-strutturale.

Procedendo dalla linea di costa adriatica verso l'interno, si riconoscono: il settore di avampaese, il settore di avanfossa, il settore di catena.

L'unità carbonatica apulo-garganica mesozoica affiorante in corrispondenza dei rilievi del Gargano, delle Murge e del Salento, costituisce il settore di avampaese Sud appenninico o adriatico ed è ricoperta localmente da depositi marini paleogenico-neogenici nel Gargano e nel Salento e quaternari nel Salento ed in alcune ristrette aree della Murgia.

Il settore di avanfossa ospita il Tavoliere delle Puglie e la Fossa Bradanica e fa parte dell'avanfossa Sud appenninica che si estende dal Golfo di Taranto al litorale di Termoli. Questo settore di avanfossa è costituito da una vasta depressione interposta tra la dorsale appenninica ed i rilievi dell'avampaese ove affiorano rocce clastiche Plio-Pleistoceniche senza soluzione di continuità e di potenza apprezzabile.

I rilievi dell'Appennino Dauno rappresentano infine il settore di catena. Si tratta di una stretta fascia che si sviluppa in senso appenninico nell'estrema parte nord-occidentale della Puglia in cui affiorano essenzialmente formazioni cenozoiche terrigene in facies di Flysh, ricoperte limitatamente da depositi clastici plio-pleistocenici. Esso rappresenta un tratto dell'area orientale della catena sud appenninica, corrugata e traslata verso NE.

Le condizioni precedentemente esposte, indicano come, nella nostra regione, i prodotti della sedimentazione variano da zona a zona e i caratteri impressi a questi dall'ambiente deposizionale trovano oggi riflesso in specifiche caratteristiche litologiche e stratigrafiche che si diversificano nonostante l'apparente omogeneità.

Il Promontorio del Gargano, a causa delle vicissitudini tettonico-strutturali e quindi di sedimentazione che lo hanno caratterizzato, risulta per tanto costituire un corpo isolato sia dal resto della Regione che della Penisola.

A causa infatti di intensi sollevamenti prodottisi nel Miocene medio che condussero all'emersione della quasi totalità delle rocce attualmente affioranti e al contemporaneo instaurarsi di una rete di faglie distensive (NO-SE e O-E) che favorivano lo sprofondamento delle regioni marginali del promontorio, il Gargano venne a costituire un'isola separata dall'Appennino e dalle Murge da un'ampio braccio di mare in corrispondenza della Fossa Bradanica.

Per le Murge il discorso risulta essere differente, ma pur sempre legato al suo assetto strutturale.

Le dislocazioni tettoniche che cominciarono a prodursi allorchè la piattaforma carbonatica apula andò a far parte del sistema geodinamico dell'orogenesi appenninica, subendone gli effetti smorzati, produssero profonde deformazioni strutturali.

L'attuale area delle Murge alte assunse un'assetto strutturale di esteso Horst e le attuali aree della Fossa Bradanica di ampi Graben.

Attualmente, quindi, gli stessi sedimenti affioranti o presenti a poca profondità nel territorio murgiano, si trovano sovrapposti da una potente serie di depositi di età più recente nell'adiacente Fossa Bradanica.

La storia geologica e le vicende tettoniche e paleogeografiche hanno fatto sì che la Puglia si diversificasse nel suo complesso in varie unità con caratteri geologici, morfologico-strutturali, idrografici ed idrogeologici alquanto diversi fra loro, che geograficamente si identificano nelle seguenti zone:

- Promontorio del Gargano
- Appennino Dauno
- Tavoliere di Foggia
- Murge
- Conca di Taranto
- Penisola Salentina

Nel seguito, con riferimento alle diverse zone, vengono illustrate le principali caratteristiche geologiche e strutturali.

2.1.1 Promontorio del gargano

Il Gargano, come precedentemente esposto, fa parte dell'unità carbonatica apulo-Garganica mesozoica. Risulta pertanto formato prevalentemente, eccettuate le manifestazioni filoniane della Punta delle Pietre Nere, da un basamento calcareo-dolomitico, di età essenzialmente giurassico-cretacica e da una copertura di sedimenti terziari e quaternari in facies detritico-organogena.

2.1.1.1 Caratteri geolitologici del promontorio del Gargano

Gli affioramenti di età più antica (Triassico), si ritrovano alla punta delle Pietre Nere. Sono rappresentati da calcari marnosi neri fossiliferi con gessi più o meno bituminosi. Associati ai calcari marnosi e ai gessi si rinvengono rocce ignee basiche.

Complesso di scogliera

La successione più rappresentativa dell'unità carbonatica apulo-Garganica è quella calcareo-dolomitica mesozoica costituita in un ambiente deposizionale tipico di un complesso di scogliera.

Il complesso di scogliera si può dettagliatamente distinguere in: complesso di scogliera propriamente detto, di avanscogliera e di retroscogliera.

a) Complesso di scogliera p.d.

E' costituito da una formazione calcareo-dolomitica (Giurassico sup.) che occupa la parte centrale del promontorio del Gargano e si sviluppa da NO a SE lungo una fascia compresa tra il Lago di Varano e Mattinata.

Si tratta in prevalenza di calcari biohermali privi di stratificazione, talora cariati e dolomitizzati.

b) Complesso di avanscogliera

E' costituito da sedimenti di mare aperto (calcari tipo "maiolica" e calcari tipo "scaglia") e occupa la parte nord-occidentale del promontorio.

I calcari tipo maiolica, attribuiti al Cretaceo inferiore, sono ricchi di selce e passano gradualmente verso l'alto ai calcari tipo scaglia, del Cretaceo medio-superiore, bianchi, selciferi, sottilmente stratificati, con intercalazioni marnose.

c) Complesso di retroscogliera

Comprende sedimenti calcarei e dolomitici, che ricoprono tutta l'area occidentale del Gargano (Giurassico sup.-Cretaceo sup.), di norma stratificati in strati spessi e in banchi.

In virtù dell'ambiente deposizionale di mare poco profondo, si tratta di rocce che presentano caratteri litologici alquanto diversi da zona a zona.

I depositi in parola acquistano caratteristiche peculiari a seconda delle diverse aree di affioramento:

- *dal Lago di Lesina a Mattinata*: calcari oolitici e pseudoolitici biancastri, (Giura sup.);
- *nella zona compresa tra il Lago di Lesina, S. Giovanni Rotondo e Rignano Garganico*: calcari compatti prevalentemente micritici, di colore grigio-avana (Malm);
- *nell'intorno di Sannicandro Garganico e nelle zone di Apricena e di Poggio Imperiale*: calcari micritici e/o granulari.

Tali calcari si presentano di norma biancastri, compatti e tenaci, stratificati in banchi o strati spessi, con rare intercalazioni di calcari oolitici e subordinatamente di dolomie biancastre, a scarso grado di fratturazione. Lo spessore affiorante è valutabile intorno ai 400-500 m. Sono riferibili al Malm-Cretaceo inf. e provengono da livelli diversi della successione stratigrafica localmente affiorante facente parte della formazione dei Calcari di Sannicandro e Calcari di S. Giovanni Rotondo.

- *dai dintorni di Monte S. Angelo fino a Mattinata*: calcari a Rudiste (Senoniano).

Nella porzione più meridionale del Promontorio Garganico, è emerso che questo giacimento è costituito da calcari di colore variabile dal bianco, al nocciola al grigiastro; esso si presenta inoltre stratificato con spessore degli strati abbastanza costante e mediamente di circa 40 cm.

La giacitura degli strati è variabile principalmente in funzione di faglie e fratture che hanno dislocato blocchi di roccia e inclinato in modo differente gli strati stessi.

Le fratture sono prevalentemente subverticali, ma se ne rinvencono altre variamente orientate. L'intersezione tra stratificazioni e fratture ha segmentato la roccia in piccoli blocchi parallelepipedi. Le faglie si presentano per lo più parallele fra di loro.

I fenomeni carsici sono accentuati prevalentemente in corrispondenza di faglie dove risultano abbondanti i detriti di frizione e si segnalano diffuse sacche carsiche riempite di terra rossa.

- *nei dintorni di Monte S. Angelo*: calcari bianchi, granulari, spesso friabili (calcari tipo "craie") (Cretaceo sup.).

E' altresì individuabile una zona intermedia, compresa tra la scogliera p.d. e il mare aperto, con sedimenti parte in facies pelagica e parte in facies neritica, ricoprenti l'area nord-orientale del Gargano (Cretaceo inf.-Eocene).

Sedimenti terziari e quaternari

Una copertura di sedimenti terziari e quaternari sovrasta i depositi di scogliera.

Al margine del Gargano orientale affiorano sedimenti Eocenici rappresentati da arenarie calcaree grigiastre e da brecce ad elementi calcarei (trasgressivi) e da calcari arenacei a stratificazione irregolare.

I terreni miocenici, ovunque direttamente trasgressivi sui calcari mesozoici e affioranti in aree poco estese ai margini occidentali del promontorio e nella conca dell'antico bacino di S. Egidio, sono costituiti da arenarie calcaree tenere giallastre e subordinatamente da arenarie calcaree tenere grigie.

Si presentano a grana media e fine, tenere e fragili e mostrano i caratteri di un ambiente deposizionale di mare aperto.

Tali depositi mostrano ovunque gli stessi caratteri di lito e biofacies che contraddistinguono le calcareniti mioceniche presenti nel Salento e in particolare la tipica formazione della "Pietra Leccese".

Trasgressive sul substrato carbonatico o sui depositi miocenici, sono presenti le calcareniti plioceniche di colore bianco e giallastro a grana medio-fine, porose e tenere.

Anche tali depositi possono essere correlati a quelli, della stessa, età affioranti in altre aree della regione, presentando notevoli analogie con i tufi calcarei dei margini dell'area murgiana e delle serre salentine.

Gli affioramenti di maggiore estensione delle calcareniti pleistoceniche si rinvennero presso Apricena e a SW di Manfredonia.

I terreni quaternari, infine, comprendono:

- depositi costieri terrazzati (conglomerati a lenti e livelli e arenarie);
- depositi eluviali e colluviali (al fondo di depressioni tettoniche);
- detriti di falda, depositi alluvionali attuali e recenti, dune recenti, lidi e spiagge attuali.

2.1.1.2 Tettonica del Promontorio del Gargano

L'assetto strutturale del Promontorio del Gargano è caratterizzato da una serie di horst e graben secondari nell'ambito di un unico horst, nel quale predominano fenomeni disgiuntivi rispetto a quelli plicativi.

L'horst è interessato da faglie di tipo essenzialmente distensivo che, oltre a delimitarlo sia verso l'Adriatico che verso la piana di Foggia, lo interessano in tutta la sua estensione dividendolo in zolle secondarie.

Le faglie, pur avendo una prevalente direzione appenninica (NNO-SSE), presentano subordinatamente anche direzione antiappenninica (NNE-SSO) e garganica (E-O).

Nella parte centrale dell'alto morfologico affiorano i calcari di retroscogliera che sembrano costituire, a giudicare dalle giaciture delle facies di retroscogliera e di avanscogliera, il nucleo di una blanda piega anticlinale il cui asse è diretto da NO a SE.

Le faglie a direzione appenninica che dislocano l'horst garganico in blocchi secondari si sviluppano particolarmente nella parte centro-occidentale del Promontorio mentre quelle a direzione garganica prevalgono nella parte centro-meridionale.

2.1.1.3 Morfologia del promontorio del Gargano

Il Gargano costituisce, dal punto di vista morfologico, un esteso altipiano che si eleva tra il Mare Adriatico e il Tavoliere fino a raggiungere la quota più alta a M. Calvo (1056 m).

Esso è separato dalle basse pianure del Tavoliere dalla faglia che corre lungo l'alveo del T. Candélaro.

Per le diversità di alcuni caratteri morfologici, primo fra tutti lo sviluppo del fenomeno carsico, il Gargano dal punto di vista morfologico può essere suddiviso in due parti, la prima che si identifica nel Gargano centrale e occidentale, la seconda nel Gargano nord-orientale.

La porzione centro meridionale del Gargano è separata dal Tavoliere da un ampio e basso terrazzo di forma pressochè triangolare che si estende tra M. Granata, M. Aquilone e Manfredonia ed è caratterizzata da una idrografia superficiale pressochè assente e da forme carsiche poco sviluppate.

Il Promontorio sale bruscamente, tra Rignano e Punta Rossa, con un secondo terrazzo: la ripida scarpata è incisa da solchi torrentizi, mentre il ripiano è dolcemente modellato ed in esso si aprono valli inattive, bacini chiusi ed estesi pianori a doline.

A Nord delle valli di Stignano e Carbonara G. si allinea una dorsale che comprende le cime più elevate del Gargano.

Su tutta l'area centro-occidentale del Promontorio predominano le manifestazioni carsiche rappresentate in superficie, oltre che dalle doline, dalle pietraie carsiche, dai bacini chiusi e dalle valli inattive, mentre nel sottosuolo si aprono grotte profonde e voragini.

La morfologia costiera presenta caratteristiche differenti lungo le coste settentrionali e quelle meridionali. Le prime, a N di San Menaio, sono caratterizzate da lunghe spiagge, indicanti un lavoro da parte del mare prevalentemente di deposizione e sedimentazione; le seconde, tra Manfredonia e Testa del Gargano, sono rappresentate ovunque da ripide scarpate e falesie che testimoniano un processo erosivo da parte del mare.

Il Gargano orientale presenta caratteri morfologici diversi da quelli precedentemente descritti.

Le zone carsiche superficiali sono poco sviluppate o mancano completamente, mentre si sviluppano valli ad andamento radiale, ripide e profondamente incise nelle testate, poco acclivi e svasate nella parte terminale, con netti spartiacque.

Lungo le coste orientali è quasi sempre presente una ripida scarpata, per lo più spoglia di vegetazione, indicante l'azione del mare in fase erosiva.

2.1.2 L'Appennino Dauno

I rilievi dell'Appennino Dauno, che occupano la fascia nord-occidentale della Regione, costituiscono il suo settore di catena.

Nell'ambito di tale settore di catena, si distinguono, sotto il profilo geologico, due zone differenti: la zona più orientale caratterizzata dalla presenza di una tranquilla successione di sedimenti marini appartenenti al ciclo di sedimentazione Plio-Pleistocenico e la parte occidentale costituita da sedimenti fliscioidi che hanno subito una tettonica di traslazione.

2.1.2.1 Caratteri geolitologici dell'Appennino Dauno

La serie dei terreni fliscioidi è rappresentata da termini essenzialmente argillosi (Formazione delle Argille Varicolori scagliose propriamente dette), unitamente a termini molassici (di età miocenica) e argilloso-marnoso-calcarei (Flysh della Daunia).

Con riferimento alla Formazione delle Argille Varicolori, tali sedimenti, di età compresa fra il Cretaceo superiore e il Miocene inferiore, sono rappresentati da depositi essenzialmente argillosi costituiti da successioni di sottili strati di argilliti rossastre, verdastre o grigie, assemblati a formare pacchetti distinti l'uno dagli altri. Strati di diverso spessore di calcilutiti, di calcareniti, di arenarie di vario tipo, di siltiti e di marne, sono intercalati in maniera casuale all'interno di questi pacchetti.

A luoghi si rileva anche la presenza di strati di calcari selciferi e di diaspri.

Il contatto tra le Argille Varicolori e le altre unità fliscioidi dell'Appennino Dauno sono sempre di natura tettonica.

La struttura a pieghe, la continuità delle quali risulta interrotta da numerose superfici di faglia e di frattura, si evidenzia dall'aspetto dei diversi strati che a seconda della loro natura hanno risposto in modo differente agli sforzi tettonici a cui sono stati sottoposti.

Infatti, gli strati argillitici mostrano un aspetto scaglioso e una giacitura prevalentemente caotica e gli strati litoidi (calcareniti, arenarie, ecc.) risultano frantumati in blocchi di varia dimensione, in parte inglobati nella massa argillosa caoticizzata.

I caratteri della formazione suggeriscono, da un punto di vista litologico, una sedimentazione di tipo torbido prodottasi in un bacino di eugeosinclinale e per il suo

aspetto strutturale una certa alloctonia di queste masse, probabilmente stabilizzate dopo aver subito colamenti di tipo gravitativo.

Il reale spessore delle Argille Varicolori è, per quanto sino ad ora esposto, difficilmente calcolabile; sicuramente tale potenza è variabile da luogo a luogo e i massimi spessori non dovrebbero essere superiore ai 200 metri.

E' da sottolineare, inoltre, la presenza di argille bentonitiche di età oligo-miocenica che costituiscono il termine sommitale della formazione delle Argille Varicolori e si trovano in affioramento tra Castelnuovo Monterotaro e Motta Montecorvino (FG).

Nel territorio comunale di Anzano di Puglia si evidenziano inoltre affioramenti gessosi di esigua estensione, rari nella regione.

Tali depositi, di età miocenica e di ambiente lagunare, sono costituiti da gessi macro e microcristallini, raramente stratificati con livelli di anidridi e di calcare brecciato e cariato; si estendono largamente nel Molise e nell'Abruzzo sud-Orientale e solo in esigui lembi in Puglia.

Questa unità è per lo più rappresentata da complessi lenticolari di estensione e potenza variabile, spesso associati a formazioni fliscioidi di differente natura e presenti in masse separate le une dalle altre.

Nella maggior parte dei casi tali depositi sono da considerarsi nella loro posizione originaria, anche se talora sono rinvenibili come alloctoni spostati da frane subaeree di età relativamente recente o da fenomeni olistostromici più antichi.

Il ciclo sedimentario del pliocene inferiore-medio, trasgressivo in affioramento sul Miocene in facies di flysh, è rappresentato da marne argillose con conglomerati e molasse macrofossilifere ed è presente nella zona orientale del Sub-appennino Dauno. Segue verso l'alto un complesso di marne argillose grigio-azzurre poco stratificate.

Il ciclo sedimentario più recente, del Pliocene superiore-Pleistocene, è rappresentato da un livello basale trasgressivo di molasse e da marne argillose azzurre; a chiusura del ciclo si ritrova un livello sommitale regressivo di sabbie e conglomerati.

Le marne argillose azzurre spesso infatti si rinvengono sottoposte a depositi più recenti costituiti da conglomerati e da argille sabbiose quaternarie che possono raggiungere spessori anche di una ventina di metri.

Inoltre, lo stesso deposito argilloso plio-pleistocenico può essere talvolta costituito, nella parte più superficiale, da argilla alterata di colore giallastro.

L'ambiente deposizionale di questo deposito marnoso-argilloso è prevalentemente neritico.

I livelli sommitali regressivi di chiusura, appartenenti alla formazione dei Conglomerati di Campomarino del Postcalabriano-Calabriano terminale, sono depositi di ambiente marino o continentale e spesso non chiaramente delimitabili dalle coperture fluvio-lacustri costituite prevalentemente da ghiaie più o meno cementate, argille sabbiose, sabbie e calcari pulverulenti di colore bianco.

2.1.2.2 Tettonica dell'Appennino Dauno

Nell'Appennino Dauno possiamo distinguere due zone a caratteri peculiari differenti anche per quanto riguarda lo stile tettonico. La zona orientale presenta un assetto tettonico tranquillo con caratteristiche di avampaese: i sedimenti plio-pleistocenici in essa esposti costituiscono una blanda monoclinale orientata NNO-SSE.

La zona occidentale si contrappone alla precedente per la sua tettonica disturbata. E' infatti interessata da un sistema di faglie inverse e da uno di faglie normali, entrambi orientati NNO-SSE. Sono presenti evidenti direttrici tettoniche appenniniche.

Nella parte centro-meridionale dell'area si evidenziano strutture sinclinaloidi depresse, separate per lo più tramite faglie dalle zone più innalzate.

E' presente inoltre un sistema di faglie normali alle precedenti, ad orientamento garganico (OSO-ENE), che rigetta le faglie longitudinali.

2.1.2.3 Morfologia dell'Appennino Dauno

Il sud-Appennino Dauno sotto l'aspetto morfologico si differenzia notevolmente dalla restante parte della Regione pugliese. Infatti alle configurazioni morfologiche garganico-murgiane, caratterizzate da gradoni di faglie e/o da pieghe molto blande, e alle zone pressochè pianeggianti (Tavoliere propriamente detto) o di bassa collina, fa riscontro una fascia di territorio dove le configurazioni morfologiche sono le più varie. L'estrema variazione del paesaggio è legata da una parte alla natura litologica e dall'altra al diverso comportamento geomeccanico che le formazioni hanno avuto a seguito dei movimenti tettonici che hanno interessato la regione. Si passa perciò con estrema facilità da zone in cui i

rilievi presentano configurazioni piuttosto blande, a zone dove la morfologia risulta aspra e con pendenze notevoli.

2.1.3 Il Tavoliere

Va comunemente sotto il nome di Tavoliere di Foggia quella vasta pianura delimitata a Sud-Est dalla parte terminale del F. Ofanto; ad Ovest da un arco collinare che da Ascoli Satriano, passando per Troia, Lucera e S. Severo, si spinge fino ad Apricena; a N-E dal T.Candelaro che separa la pianura dal promontorio del Gargano.

Il Tavoliere può ritenersi la naturale continuazione verso settentrione della cosiddetta "Fossa Bradanica", fino a congiungersi, in corrispondenza del fiume Fortore, con la "Fossa padano-appenninica".

2.1.3.1 Caratteri geolitologici del Tavoliere

L'intera area del Tavoliere è ricoperta da depositi quaternari, in prevalenza di facies alluvionale.

Tra questi depositi prevale, al centro, un banco di argilla marnosa, di probabile origine lagunare, ricoperta a luoghi da lenti di conglomerati e da straterelli di calcare evaporitico (crosta).

Sotto l'argilla si rinviene in generale un deposito clastico sabbioso-ghiaioso cui fa da basamento impermeabile il complesso delle argille azzurre pliocenico-calabrianche che costituiscono il ciclo sedimentario più recente delle argille subappennine. Queste, trasgressive sulle argille azzurre infra medio-plioceniche (ciclo più antico) o sui terreni in facies di flysh a cui si addossano nella parte alta occidentale, costituiscono i principali affioramenti argillosi della regione.

I depositi argillosi di entrambi i cicli sono indicativi di una facies neritica e mostrano d'essersi originati in un bacino lentamente subsidente. Sono costituiti da argille marnose più o meno siltoso-sabbiose e da marne argillose di color grigio-azzurro o giallastro, con giacitura generalmente suborizzontale.

La potenza di questi depositi varia sensibilmente da punto a punto con spessori massimi dell'ordine di centinaia di metri.

Il ciclo argilloso plio-pleistocenico a luoghi poggia, in continuità di sedimentazione, su depositi calcarenitici trasgressivi sul basamento mesozoico.

Le argille sub-appennine grigio-azzurre formano lembi discontinui, anche se talora vasti, venuti a giorno là dove l'erosione ha asportato la copertura post-calabrianica. Spesso al di sotto di quest'ultima, le argille giacciono a pochi metri di profondità.

I sedimenti post-calabrianici sono essenzialmente di origine continentale e poggiano generalmente in discordanza sui sottostanti depositi marini. Si tratta per lo più di depositi ghiaioso-sabbiosi alternati a strati di materiale fino, di facies deltizia e/o fluvio-lacustre.

Nella parte settentrionale dell'area, infine, affiorano i calcari mesozoici che caratterizzano una zona di retroscogliera.

2.1.3.2 Tettonica del Tavoliere

Il basamento calcareo dolomitico del mesozoico, che costituisce l'ossatura fondamentale del Tavoliere, ha prevalentemente una struttura a Horst e Graben, originata da un sistema di faglie appenniniche, parallele alla faglia marginale del Gargano.

In senso trasversale a detta direttrice, all'incirca parallela al corso del fiume Ofanto, un notevole sprofondamento da faglie, individuato in direzione Trinitapoli-Melfi, contribuisce alla formazione di un ampio gradino fra le ultime propaggini nord-occidentali delle Murge e il basamento mesozoico del Tavoliere.

In base a quanto precedentemente esposto, le argille e le sabbie argillose della serie plio-calabrianica si rinvennero nel Tavoliere fino ad una profondità variabile da 300 a 1.000 m sotto il piano campagna.

2.1.3.3 Morfologia del Tavoliere

Nell'area sono distinguibili zone nelle quali l'azione modellatrice delle forze esogene ha risentito delle diverse situazioni geologiche. Nella zona a sud del Candelaro la morfologia è quella propria di tutta la Capitanata, caratterizzata da vaste spianate inclinate debolmente verso il mare, interrotte da ampie valli con fianchi alquanto ripidi.

L'area è solcata da tre importanti torrenti: il Candelaro, il Cervaro e il Carapelle e da tutta una rete di tributari che hanno spesso un deflusso esclusivamente stagionale.

Sono presenti fiumi fossili, meandriiformi, non contraddistinti da alcuna traccia morfologica evidente.

La generale pendenza verso oriente rappresenta, probabilmente, l'originaria inclinazione della superficie di regressione del mare pleistocenico e dei depositi fluviali che su di essa si sono adagiati.

Nella zona a nord del Candelaro, dove affiora la serie mesozoici dei calcari, si evidenzia la presenza di un terrazzo di abrasione marina.

2.1.4 La Murgia

I terreni ricadenti nell'area delle Murge, sia dal punto di vista geologico che da quello morfologico, costituiscono un'unità omogenea: l'intera area risulta infatti formata da rocce della stessa natura ed è stata interessata dalla medesima evoluzione tettonico-sedimentaria.

2.1.4.1 Caratteri geolitologici della Murgia

La Murgia è costituita da rocce carbonatiche del Mesozoico, sedimentatesi in ambiente di piattaforma, formanti il Gruppo dei Calcari delle Murge.

Ai suoi bordi si rinvencono in trasgressione depositi clastici plio-pleistocenici, che in piccoli lembi residuali occupano anche talune aree interne.

Il Gruppo dei Calcari delle Murge, costituito dal Calcare di Bari (Barremiano-Turoniano) e dal Calcare di Altamura (Coniaciano-Maastrichtiano), è rappresentato da una successione spessa oltre 3.000 m, appartenente al dominio della "Piattaforma carbonatica apula".

Di seguito si espongono i relativi caratteri peculiari di tali formazioni:

-Il Calcare di Bari, nelle Murge nord occidentali, è formato normalmente da una sequenza di calcari compatti e ben stratificati, spesso a grana fine o microcristallina, che nella parte più alta della successione si presentano lastriformi (calcari a chiancarelle).

Nei ristretti dintorni di Mola (definito anche Calcare di Mola) tale deposito è costituito da calcari detritici.

Nelle Murge sud-orientali (Calcare di Fasano) si presenta ben stratificato, formato prevalentemente da calcari finemente detritici e da calcari sub-cristallini a luoghi dolomitizzati.

-il Calcare di Altamura si differenzia dal Calcare di Bari per una maggiore frequenza di livelli macro-organogeni e biostromali, per un maggiore spessore degli strati e per la presenza di tracce di emersione e di depositi salmastri.

I sedimenti calcarenitici più antichi, affioranti in estesi lembi ai margini dell'altopiano murgiano, sono riferiti al Pliocene medio-superiore (Calcareniti di Gravina) e rappresentano i sedimenti di apertura del ciclo deposizionale plio-pleistocenico della Fossa Bradanica.

Le Calcareniti di Gravina, trasgressive sui calcari e in discordanza angolare con questi, si sono sedimentate fino al Calabriano, con lievi variazioni di facies. Sempre in quest'area marginale dell'altopiano seguono verso l'alto, in continuità stratigrafica, le Argille subappennine e le Calcareniti di Monte Castiglione, affioranti in lembi di esiguo spessore. Il ciclo pleistocenico è chiuso dalla formazione del Conglomerato di Irsina, di origine continentale.

Nelle zone interne e sul versante adriatico la sedimentazione plio-pleistocenica, principalmente carbonatica e subordinatamente carbonatico-terrigena, ha dato luogo a depositi prevalentemente calcarenitici e calcarenitico-argillosi (Tufi delle Murge), ritenuti via via più recenti partendo dall'interno verso la costa attuale.

I cosiddetti "Tufi delle Murge", sono costituiti da calcari arenacei o arenaceo-argillosi più o meno cementati di colore bianco, giallastro o rossastro, con stratificazione indistinta e ricchi di resti fossili.

2.1.4.2 Tettonica della Murgia

La regione murgiana presenta uno schema tettonico abbastanza semplice, dato essenzialmente dall'assetto monoclinale della successione cretacea delle rocce carbonatiche, con prevalente immersione degli strati a SW. I depositi plio-pleistocenici hanno un prevalente andamento orizzontale.

La monoclinale è resa complicata da pieghe ad ampio raggio e da faglie dirette diversamente orientate.

Le strutture plicative sono orientate in direzione NW-SE o WNW-ESE; le faglie in quelle WNW-ESE, EW, SW-NE e NS.

Importanti serie di faglie a gradinate sono presenti lungo il margine della Fossa Bradanica, la bassa valle dell'Ofanto e nel versante adriatico, compresa la faglia che corre in mare parallelamente alla costa.

Si tratta di faglie importanti a direzione EW, nonchè appenninica, e antiappenninica con notevoli rigetti che hanno dato luogo alla struttura a gradinata che prosegue in corrispondenza della Fossa Bradanica, del Tavoliere e nell'Adriatico.

Nel complesso ne risulta una struttura ad horst.

2.1.4.3 Morfologia della Murgia

L'altipiano murgiano, avente la forma di un quadrilatero allungato e delimitato da netti cigli, presenta due differenti aspetti che sono caratteristici da un lato delle Murge Alte, aride e denudate dalle acque di ruscellamento superficiale, e dall'altro delle Murge Basse, fertili e ricoperte da una coltre di terreno colluviale ("terre rosse").

Le due aree sono separate da una scarpata a luoghi piuttosto ripida e a luoghi poco acclive.

Un chiaro rapporto di dipendenza lega gli elementi morfologici a quelli strutturali: le scarpate coincidono quasi sempre con i gradini di faglia talora più o meno elaborati dal mare, i dossi con le strutture positive e le depressioni vallive con le sinclinali.

Le cime collinari, per lo più arrotondate (le quote massime si riscontrano a Torre Disperata (686 m) e a M. Caccia (680 m)), si alternano con ampie depressioni (fossa carsica di Castellana, bacino carsico di Gurio Lamanna, canale di Pirro, ecc.), mentre sui pianori della parte centro-meridionale del rilievo si sviluppano le doline.

L'attività carsica non ha ovunque la stessa intensità: ad aree interessate da un macrocarsismo (Grotte di Castellana) si affiancano aree manifestanti un microcarsismo. Non mancano zone dove il fenomeno carsico è pressochè assente.

2.1.5 La Conca di Taranto

Le caratteristiche geologiche generali dell'area di "Taranto" costituiscono, nel panorama della regione pugliese, un'unità ben definita, con ruolo di avampaese, caratterizzata da una monotona successione calcarea mesozoica che si estende verso occidente, oltre le Murge e Taranto, a formare il substrato della fossa pliocenica della valle del Bradano.

2.1.5.1 Caratteri geolitologici della Conca di Taranto

La formazione di base nell'area in studio è rappresentata da calcari, calcari dolomitici e dolomie del Senoniano (Calcare di Altamura) che affiorano essenzialmente nella parte orientale e settentrionale della zona di Taranto.

La formazione del Calcare di Altamura è costituita da un calcare micritico di colore bianco-avana a luoghi stratificato, con prevalente direzione degli strati suborizzontale, talora in banchi anche di notevole spessore.

In alcune aree si evidenzia la presenza di banchi tufacei intercalati al calcare che a volte assume un colore bianco intenso e si presenta di aspetto farinoso. I fenomeni carsici non sono molto accentuati; le fratture, lì dove rilevabili, hanno per lo più un andamento subverticale e spesso sono serrate da terra rossa.

Talvolta sui fronti esposti vi sono ben nette superfici di erosione leggermente inclinate rispetto all'orizzontale e che includono livelletti di terra rossa.

Le suddette superfici di erosione rilevano la presenza di una numerosa serie di faglie subverticali il cui modesto rigetto (~ 20÷30 cm) è misurabile proprio dallo sfalzamento che le stesse producono lungo tali superfici di erosione.

Le zone fagliate sono talora caratterizzate da materiale di frizione.

Localmente, la formazione del Calcare di Altamura è costituita da dolomie e dolomie calcaree di colore grigio-avana, tenaci e generalmente vacuolari, talora intercalate a strati di calcare micritico di colore biancastro.

In tal caso la roccia si presenta in strati e in banchi di spessore variabile da pochi centimetri a oltre un metro. La giacitura degli strati è prevalentemente suborizzontale, a luoghi blandamente piegata.

In trasgressione sui Calcari di Altamura si rinvencono sedimenti calcarenitici o biocalcarenitici di colore grigio-biancastro o giallastro del Calabriano che affiorano sulla quasi totalità dell'area e sono note in letteratura con il nome di Calcareniti di Gravina.

La formazione delle Calcareniti di Gravina è costituito da calcareniti e biocalcarenitici di colore biancastro o giallastro, per lo più irregolarmente stratificate e a differente grado di cementazione, in genere grossolane e porose, ma comunque di caratteristiche variabili da luogo a luogo. Talora si presentano fini, pulverulente e molto compatte; altre volte organogene, costituite da piccoli clasti e frammenti fossili, ben cementate e altamente porose; altre volte ancora si presentano friabili e massicce.

Le Calcareniti di Gravina passano verso l'alto, con continuità di sedimentazione e concordanza stratigrafica, a depositi argillosi costituiti da argille e argille marnose di colore grigio-azzurro, note come Argille del Bradano o Subappennine e rappresentanti il sedimento più fine del ciclo Bradanico (Calabriano).

Le Argille subappennine passano con continuità, attraverso graduale sostituzione delle sabbie con le argille, alla formazione delle Sabbie di Monte Marano del Calabriano, eteropiche con le Calcareniti di Monte Castiglione.

I termini di chiusura del ciclo sedimentario della Fossa Bradanica sono rappresentati dalle formazioni eteropiche delle Sabbie dello Staturo, affioranti prevalentemente sulle spianate degli altopiani, delle Argille calcigne e del Conglomerato d'Irsina; quest'ultimo è affiorante in corrispondenza delle parti sommitali dei rilievi.

Per tutte queste formazioni l'età è riferibile al Villafranchiano.

Sovrastanti i sedimenti precedentemente menzionati, si rinvencono conglomerati poligenici, ghiaie e sabbie terrazzate sempre di origine marina, alluvioni limoso-sabbiose che occupano i fondovalle dei corsi d'acqua e depositi limoso-argillosi o limoso-sabbiosi di origine palustre.

Infine, in prossimità degli attuali litorali, sono presenti dune costiere attuali e recenti, costituite da sabbie grigie o giallo-rossastre, talora grossolane e di norma a stratificazione incrociata.

2.1.5.2 Tettonica della Conca di Taranto

La tettonica di questa zona è strettamente legata a quella dell'adiacente Murgia.

La stessa fase tettonica appenninica che ha condizionato la struttura della piattaforma carbonatica apula facendo assumere alle Murge alte l'assetto di un esteso Horst, ha generato ampi Graben nelle attuali aree della Fossa Bradanica che, durante il Pliocene e il Pleistocene, ha assunto il ruolo di avanfossa subsidente.

Il basamento carbonatico è caratterizzato da un sistema di faglie a gradinata di direzione appenninica.

I depositi clastici bradanici, interessati da movimenti di sollevamento connessi ai processi di surrezione della catena, hanno assunto un assetto grossolanamente monoclinale con debole immersione a NE.

2.1.5.3 Morfologia della Conca di Taranto

Nell'area, sono presenti configurazioni morfologiche differenti da zona a zona. Si passa infatti da una morfologia più "resistente" e leggermente mossa, in corrispondenza degli affioramenti calcarei e calcarenitici, a zone pressochè pianeggianti degradanti dolcemente verso il mare, nelle quali affiorano in predominanza i depositi sciolti quaternari.

La morfologia è talora più viva per la presenza di profondi canali o gravine, che in direzione nord-sud incidono i sedimenti calcarei e calcarenitici.

Negli affioramenti calcarei si notano più ordini di terrazzi, limitati da scarpate, che rappresentano l'elemento morfologico dominante in tutta l'area.

Infine sono presenti aree leggermente depresse in terreni a contenuto argilloso che, per avere un drenaggio naturale superficiale di tipo endoreico, costituiscono spesso zone acquitrinose e palustri.

2.1.6 La Penisola Salentina

Da un punto di vista geologico i terreni della Penisola Salentina, caratterizzata da una forma assai allungata in direzione appenninica, costituiscono un'unità ben definita, rappresentata da una impalcatura fondamentale di calcari del Cretaceo e subordinatamente eocenici sui quali si adagiano lembi, più o meno isolati, di formazioni calcareo-arenacee ed argillo-sabbiose del Neogene e del Pleistocene.

2.1.6.1 Caratteri geolitologici della Penisola Salentina

Il Cretaceo inferiore è rappresentato in genere da calcari dolomitici e, talora, anche da calcari leggermente marnosi.

La formazione cretacea, riferibile prevalentemente al Turoniano ed al Cenomaniano, affiora con livelli rappresentati litologicamente da calcari più o meno compatti, talora lievemente dolomitici, in strati suborizzontali o inclinati al massimo di $25\div 30^\circ$, costituenti le cosiddette Serre Salentine e Murge Salentine.

Questa formazione costituisce il basamento nelle aree del leccese e del brindisino e comprende depositi carbonatici di piattaforma, riferibili alle Dolomie di Galatina (Cenomaniano-Turoniano inf. (?)) e ai Calcari di Melissano del Cenomaniano-Senoniano.

Le Dolomie di Galatina sono caratterizzate da una successione di strati calcarei e calcareo dolomitici, talvolta vacuolari, di colore variabile dal grigio al nocciola, alternati a strati di calcari micritici di colore biancastro. Tali depositi si presentano fessurati e cariati da processi di dissoluzione carsica diffusi o concentrati e maggiormente intensi nei primi $2\div 3$ m di profondità dal p.c., in cui la roccia risulta alterata e degradata e in più punti ridotta in blocchi di media pezzatura dalle fratturazioni; alle maggiori profondità i fenomeni carsici risultano meno frequenti.

Gli strati, di spessore variabile da 10 cm a $1,5\div 2,0$ m, sono spesso intercalati da fratture variamente orientate ma prevalentemente subverticali, talora beanti e riempite da terra rossa residuale e/o caratterizzate da venature e incrostazioni di calcite subcristallina.

La giacitura dei vari livelli è suborizzontale o a blande pieghe con inclinazione dei fianchi non superiore ai 15° .

Talora faglie verticali producono la rottura degli strati e sostituiscono l'originaria stratificazione con una breccia di frizione costituita da clasti e blocchi calcarei inglobati in materiale di riempimento limoso-argilloso di colore rossastro.

I Calcari di Melissano sono costituiti da calcari compatti, a frattura irregolare di colore biancastro alternati a calcare dolomitico di colore grigio.

La roccia si presenta in strati di piccolo spessore o in banchi di potenza superiore a 1,5 m, talvolta è alterata e con fratture e fenomeni carsici poco evidenti.

Anche nell'ambito di uno stesso livello il calcare si presenta differente da luogo a luogo: talora è più tenero e farinoso e in altri punti più tenace e compatto.

Uno sviluppo assai limitato presentano i calcari eocenici e oligocenici che sono in trasgressione sui Calcari di Melissano lungo la fascia costiera tra Otranto e S. Maria di Leuca. Si tratta di depositi prevalentemente calcarenitici e di episodi di scogliera (calcare biohermale) formati in acque piuttosto basse (Calcari di Castro).

Sulle formazioni geologiche sopradette si ritrovano in affioramento lembi piuttosto estesi sul versante adriatico, limitatamente alla provincia di Lecce, di calcareniti mioceniche trasgressive note con il nome di Pietra Leccese e di Calcareniti di Andrano.

La Pietra Leccese è rappresentata da una biocalcarenite giallina, talvolta verdognola per la presenza di glauconite, priva di stratificazione.

Il tipo litologico prevalente è dato da un impasto di detrito calcareo e di resti fossili, a grana da finissima a media, omogenea, con matrice calcareo marnosa, generalmente porosa e scarsamente tenace. La sua potenza sembra non superi una ottantina di metri e si riduce notevolmente al margine nord occidentale dell'affioramento, in prossimità delle serre cretache.

Sulla base dei reperti paleontologici, l'ambiente di sedimentazione della Pietra Leccese può considerarsi prevalentemente di mare aperto.

Le Calcareniti di Andrano sono costituite da calcareniti grigio-chiare, organogene, talora marnose, variamente diagenizzate, talvolta molto simili alla pietra leccese.

Tra le Murge Tarantine e le Serre Salentine, si estendono, infine, numerosi lembi di formazioni plioceniche e più spesso pleistoceniche, che costituiscono il residuo di un esteso mantello smembrato di rocce calcareo-arenacee ed argillo-sabbiose, depositatesi in seguito alla nota trasgressione marina, iniziata in Puglia al principio del Pliocene.

Tale formazioni, denominate Calcareniti del Salento, sono costituite da calcareniti e biocalcareniti poco diagenizzate e di aspetto tufaceo a grana media o grossolana, di colore avana-giallastro e a luoghi biancastro, variabili sia in senso orizzontale che verticale. Si presentano massicce e talora nettamente stratificate con strati debolmente piegati a costituire una sinclinale e intervallati da esigui livelletti di argilla. Sono presenti fratture subverticali beanti e cavità carsiche di dimensioni notevoli riempite di terra rossa talora stratificata (dal basso verso l'alto, il colore varia dal rosso al giallastro e talvolta sono interposti livelletti non continui grigiastri).

Nella parte meridionale della provincia di Lecce, si rinvennero giacimenti di "tufo", sempre ascrivibili alla formazione delle Calcareni del Salento, tipo "panchina". Si tratta di un deposito di mare poco profondo, costituito da sabbie marine grossolane, agglutinate e mescolate con elementi anch'essi calcarei derivati da spoglie di foraminiferi e con frammenti minuti di coralli, di briozoi, di molluschi e di echinodermi: questi elementi sono legati fra loro da un cemento calcareo, con tracce siliceo-argillose.

Le Calcareni del Salento passano verso l'alto a marne argillose grigio-azzurre, a marne argilloso-sabbiose, a sabbie più o meno argillose e ad argille di colore giallastro, talora debolmente cementate e spesso intercalate da banchi arenacei e calcarenitici ben cementati. Questi litotipi costituiscono la Formazione di Gallipoli del Calabrian.

I depositi argillosi e marnosi della Formazione di Gallipoli risultano spesso interessati da una serie di fratture prevalentemente subverticali o variamente orientate e intersecantesi, talora beanti o parzialmente riempite da sabbia fine ricementata di colore rossastro.

I sedimenti rocciosi descritti, sono in gran parte ricoperti da materiale eluviale costituito da terra rossa originatasi dal disfacimento delle rocce calcaree sovrastanti o trasportata dalle acque di scorrimento superficiale nelle zone più depresse, dove il suo spessore può raggiungere valori considerevoli.

2.1.6.2 Tettonica della Penisola Salentina

L'impalcatura della Penisola Salentina, formata dai calcari del Cretaceo e subordinatamente eo-oligogenici, costituisce l'estrema propaggine sud-orientale dell'Avampese degli Appennini.

La tettonica della Penisola Salentina, sia di tipo plicativo che disgiuntivo, ha dato luogo a dolci pieghe con strette anticlinali e ampie sinclinali orientate in direzione appenninica (NNO-SSE o NO-SE) caratterizzate da deboli pendenze degli strati che solo raramente superano i 15°. Le anticlinali presentano generalmente uno sviluppo asimmetrico, con fianchi sud occidentali più ampi e dolci di quelli opposti, e spesso interrotti da faglie, la cui presenza è evidenziata da liscioni, breccie di frizione e contatti giaciturali anomali. L'origine delle faglie, talora nascoste dalla presenza di strati rocciosi calcarenitici, più o meno potenti, depositatisi successivamente alla loro formazione, durante una delle fasi di ingressione marina postcretacea, è invece legata a quell'intensa attività tettonica che ebbe inizio verso la fine del

periodo cretacico e interessò la regione provocando la deformazione della piattaforma calcareo-dolomitica con conseguenti dislocazioni di masse rocciose che portarono allo sprofondamento di alcune zone e al sollevamento di altre.

Durante questa prima fase tettonica si realizzarono due principali sistemi di fratturazione, il primo con direzione NO-SE che diede origine, tra l'altro, alla fossa tettonica (Graben) che separò il Salento dalle Murge; l'altro, con andamento NNO-SSE, che fu precedente al successivo sollevamento delle Serre salentine.

Tra la fine del Miocene e l'inizio del Pliocene, una nuova fase tettonica, che riattivò le faglie tardo cretacicke, causò l'emersione di alcune dorsali asimmetriche.

Le dorsali, che corrispondono ad alti strutturali (Horst), costituiscono le Serre salentine, mentre le valli fra loro interposte, rappresentano aree depresse (Graben) nelle quali si depositarono i sedimenti che diedero origine alle formazioni geologiche più recenti.

2.1.6.3 Morfologia della Penisola Salentina

Il profilo morfologico del Salento, che riflette nelle linee generali i fenomeni tettonici, è caratterizzato principalmente da forme molto dolci, che solo in alcuni luoghi, in corrispondenza delle dorsali, può presentare un aspetto aspro e accidentato.

Una ricca ed articolata varietà di forme carsiche prevalentemente a sviluppo superficiale e verticale si sono originate a causa dei processi di erosione carsica prodotti dall'azione degli agenti atmosferici che, favoriti in ciò da una intensa fratturazione, hanno aggredito le rocce calcaree affioranti. La morfologia regionale risulta pertanto caratterizzata dalla presenza di superfici orizzontali dalle quali si elevano alcune dorsali, parallele tra loro e generalmente allungate in direzione NNO-SSE o NO-SE, che raramente superano la quota di 150 m.

Le dorsali, localmente denominate Serre, sono costituite da alti strutturali e risultano separate tra loro da aree pianeggianti più o meno estese che, situate generalmente a quota leggermente inferiore, si allungano nella stessa direzione delle Serre.

In genere, le rocce che affiorano sulle dorsali sono le più antiche, facenti parte delle formazioni preneogeniche, e risultano costituite da sedimenti calcarei o calcareo-dolomitici. I terreni più recenti affiorano, invece, nelle zone pianeggianti. Questi ultimi, per lo più costituiti da calcareniti marnose, da calcari grossolani organogeni e da sabbie calcaree a granulometria

e compattezza variabile, sia in senso verticale che orizzontale, si sono depositati sul basamento calcareo durante i periodi di ingressione marina Plio-Pleistocenici.

Nel settore occidentale le dorsali risultano più ravvicinate e presentano quote via via degradanti verso lo Ionio; nel settore orientale, invece, le Serre sono più distanziate e pertanto le aree pianeggianti presentano uno sviluppo maggiore; solo localmente esse sono interrotte da rilievi molto dolci, che a sud del Canale d'Otranto assumono, lungo la costa, un aspetto più accidentato.

Sul versante adriatico, la costa fino ad Otranto è generalmente poco frastagliata, bassa e sabbiosa ad eccezione di alcuni brevi tratti in cui si presenta alta e rocciosa; solo superato il Canale d'Otranto essa diventa aspra e rocciosa con pareti che scendono a strapiombo sul mare.

2.2 IDROGRAFIA

come già accennato in precedenza ed in considerazione delle finalità del presente Piano Direttore, risulta quanto mai importante soffermarsi sullo sviluppo della rete idrografica, intesa non soltanto come tessuto fluviale propriamente detto, bensì come particolare struttura morfologica capace di condizionare la raccolta e il convogliamento di acque superficiali.

Infatti lo studio effettuato non ha interessato unicamente i bacini idrografici intesi come porzioni di superficie terrestre delimitate da uno spartiacque e chiuse nel loro punto più basso, da una sezione fluviale, ma anche quelle zone (bacini endoreici) morfologicamente adatte a raccogliere le acque di origine meteorica e sprovviste di quell'elemento fisiografico (corso d'acqua), necessario all'allontanamento delle acque raccolte.

Negli elaborati 1A e 1B (scala 1:200.000) vengono riportati i principali corsi d'acqua che costituiscono il reticolo idrografico della regione

La struttura geomorfologica (elevata permeabilità e carsismo delle formazioni litologiche affioranti) e la climatologia (precipitazioni concentrate nei mesi invernali e accentuata aridità nei mesi estivi) rappresentano, in generale, i fattori principali da cui dipende

strettamente il modesto sviluppo della rete idrografica superficiale nella maggior parte della regione.

Infatti i corsi d'acqua di un certo rilievo (per lo più a carattere torrentizio) hanno origine per lo più nella zona nord-occidentale della Puglia, ai confini con il Molise e la Campania, laddove l'orografia risulta essere più accentuata (Sub-Appennino Dauno) e si sviluppano prevalentemente nel Tavoliere, sfociando poi, ove le condizioni geo-climatiche lo consentono, nel mare Adriatico.

Quella porzione della regione che comprende la Murgia e la Penisola Salentina, nonostante la sua lunghezza, risulta essere invece vincolata, a livello morfologico, dalla sua forma sensibilmente stretta; infatti i rilievi collinari che la caratterizzano (Murgia) si estendono in senso longitudinale dando così origine ad avvallamenti di breve sviluppo, naturalmente trasversali.

Tali avvallamenti, in regolare successione parallela, prendono il nome di "lame"; da esse vengono drenate le acque di origine meteorica.

Non tutte le acque drenate dalle lame hanno recapito finale nel mare: il più delle volte tali acque si perdono nel sottosuolo, data l'elevata permeabilità delle rocce calcaree che costituiscono l'alveo naturale delle lame, per cui queste, in gran parte dei casi, si presentano quasi sempre asciutte.

La Penisola Salentina è inoltre spesso caratterizzata da vere e proprie depressioni soggette ad allagamento: queste possono identificarsi o con forme carsiche epigee a lungo raggio quando risultano impermeabilizzate da depositi colluviali di "terra rossa", o con zone a morfologia chiusa ove siano presenti in affioramento terreni argillosi.

Di seguito vengono analizzate con maggiore dettaglio le unità geografiche, in cui è possibile suddividere il territorio regionale, rappresentate da:

- Subappennino Dauno
- Tavoliere
- Gargano
- Murgia
- Salento

2.2.1 Il Subappennino Dauno

La morfologia “tormentata” del Subappennino Dauno, con quote che vanno dai 500 ai 1.150 m s.l.m nella sua parte settentrionale (che si estende grosso modo sino ad Orsara di Puglia) e comprese tra i 500 e i 950 m s.l.m. nella sua porzione più meridionale, è caratterizzata da un reticolo idrografico ben sviluppato.

Con riferimento al Subappennino Dauno settentrionale, l’intera area è caratterizzata a Nord e Nord-Ovest dal bacino del Fiume Fortore ed a Sud e Sud-Ovest dal bacino del Torrente Candelaro.

Il bacino del Fiume Fortore, il cui reticolo è impiantato su un intricato sistema di dislocazioni tettoniche, presenta importanti sottobacini di primo ordine che, da Nord verso Sud, si individuano nel Torrente Staina, Torrente Sente e Torrente La Catola.

I bacini di primo ordine individuabili in quello principale del Torrente Candelaro sono invece riconducibili, sempre da Nord a Sud, al Canale del Macchione, Torrente Triolo, Torrente Casanova, Torrente Salsola, Torrente Vulgano e Torrente Celone.

L’analisi dei dati idrometrografici rilevabili per il Torrente Candelaro alle stazioni di:

- Ponte Lucera Torre Maggiore (Triolo);
- Ponte Lucera Motta M. (Casanova);
- Casanova (Salsola);
- Ponte Lucera-Troia (Vulgano);
- S.Vincenzo (Celone);

evidenzia il regime torrentizio di questi corsi d’acqua, frequentemente asciutti nel periodo estivo, per mancanza di alimentazione sorgentizia quantitativamente interessante, a monte.

Per il Fiume Fortore il discorso è più complesso data la perennità del deflusso idrico che però risulta comunque interrotto in corrispondenza della Diga di Occhito.

A valle dell’invaso è importante il contributo del Torrente La Catola (alimentato da numerose piccole sorgenti in territorio di Volturara A.) e secondariamente del Torrente Sente posto più a Nord. Infatti, l’elevata densità di drenaggio e la notevole pendenza dei sottobacini di riferimento determinano comunque la formazione, nei periodi invernali, di piene improvvise e di breve durata, caratterizzate da notevole energia erosiva nei confronti di formazioni geologiche a prevalente matrice sabbioso-limoso-argillosa.

Con riferimento alla rete idrografica del Subappennino Dauno meridionale, ben sviluppata e contorta, questa è rappresentata dai due bacini idrografici principali del Torrente Cervaro e del Torrente Carapelle.

I sottobacini del 1° ordine sono, da nord a sud, per il Cervaro:

- Torrente Sannoro;
- Torrente Lavella;
- Torrente Avella;
- Torrente Iazzano;
- Torrente Biletra;
- Fosso Valle dell'Angelo;
- Fosso Pozzo Vitolo.

Per il Carapelle:

- Torrente Carapellotto;
- Vallone Legnano;
- Fosso Viticoni;
- Canale Colotti;
- Torrente Frugno;
- Torrente Calaggio.

L'analisi dei dati idrometrografici rilevabili per il Torrente Cervaro alla stazione di Incoronata e per il Torrente Carapelle alla stazione di P.te Ordonia-Castelluccio dei Sauri, anche per questi corsi d'acqua evidenzia un regime torrentizio. Gli stessi risultano, infatti, frequentemente asciutti nel periodo estivo per mancanza di alimentazione idrica sorgentizia quantitativamente interessante.

Come evidenziato nel Subappennino settentrionale, anche nella porzione di territorio appenninico più meridionale, la discreta densità di drenaggio e la notevole pendenza dei sottobacini di riferimento determinano la formazione, nei periodi invernali, di piene improvvise e di breve durata, che esercitano una notevole azione erosiva nei confronti di formazioni geologiche a prevalente matrice sabbioso-limoso-argillosa. I terreni permeabili, invece, una volta saturi di acqua di infiltrazione, cedono la stessa in alveo, determinando deflussi idrici anche in periodi invernali siccitosi.

La maggior parte dei corsi d'acqua del Subappennino Dauno, sia settentrionale che meridionale, evidenziano una generale tendenza all'erosione ed al conseguente trasporto torbido.

Sempre nell'ambito dell'area in oggetto, un discorso specifico merita la fascia subcostiera adriatica settentrionale caratterizzata dalla presenza di una fitta rete idrografica. Tale rete risulta rappresentata, da Ovest verso Est, dal Torrente Saccione (il cui alveo coincide con il limite apulo-molisano), dal Canale Morgetta, dal Canale Zamparone, dal Canale S.Leonardo, dal Vallone della Castagna, dal Canale Capo d'Acqua e dal Fiume Fortore.

È evidente che la zona risulta particolarmente complessa e sensibile in relazione alla coesistenza (a livello stagionale) di acque superficiali, acque sotterranee ed acque marine di invasione continentale.

Anche in quest'area dell'Appennino, infine, si evidenzia, da parte dei corsi d'acqua, una generale tendenza all'erosione ed al conseguente trasporto solido.

2.2.2 Il Tavoliere

L'area comunemente denominata con il termine di "Tavoliere", non può essere considerata priva di idrografia superficiale essendo la stessa caratterizzata da più di un sistema fluviale.

La porzione più settentrionale del Tavoliere è delimitato da una linea tettonica che localmente si estende da Torre Mileto fino alla diga di Occhito sul Fortore. Tale discontinuità strutturale ha determinato la formazione di uno spartiacque diretto parallelamente alla struttura e un drenaggio delle acque verso nord. In tempi successivi, la formazione di strutture minori trasversali rispetto alla principale, ha favorito il rimontare, verso NO, di taluni affluenti del torrente Candelaro, la cattura dei tratti alti dei corsi d'acqua del Tavoliere settentrionale e la conseguente migrazione verso nord dello spartiacque. Una caratteristica di quest'area è data dal notevole approfondimento degli alvei fluviali attualmente in fase di notevole erosione regressiva.

Il Tavoliere centrale è attraversato dai torrenti Triolo, Salsola, Vulgano e Celone, intercettati dal torrente Candelaro, che scorre da NW verso SE costeggiando il Promontorio del Gargano e riversa le proprie acque nel Golfo di Manfredonia poco a sud di questa città.

Anche questo corso d'acqua è impostato su di una faglia e le sue sorgenti sono assai vicine al tratto terminale del fiume Fortore.

I corsi d'acqua sono l'elemento caratterizzante del Tavoliere centrale. Essi nascono dall'Appennino e, nel settore più occidentale, a ridosso dei rilievi del Subappennino Dauno, scorrono in direzione ONO-ENE per poi subire una piccola deviazione verso NE ed immettersi, per la maggior parte, nel torrente Candelaro. Nella porzione più orientale del Tavoliere centrale, che parte dai 100 m di quota e si raccorda con la piana costiera attuale, i corsi d'acqua che oggi la solcano, nel passato dovevano divagare a lungo prima di immettersi nel torrente Candelaro, come testimoniano i numerosi tratti di paleoalvei con andamento meandriforme. Nel corso degli ultimi due secoli le variazioni di percorso di questi torrenti sono state anche determinate dalle numerose opere di sistemazione idraulica, che si sono succedute, a volte, con effetti contrastanti.

Il basso Tavoliere è invece percorso dal Cervaro, dal Carapelle e da una serie di canali minori che sfociano, quando non si impantanano, nel mare Adriatico. Tale reticolo idrografico minore è costituito da corsi d'acqua che scorrono secondo una direzione ortogonale alla linea di costa sino all'altezza di Cerignola, dove subiscono una rotazione verso nord legata probabilmente a recenti fasi di sollevamento differenziale. In definitiva si tratta di incisioni povere d'acqua, poco approfondite, che hanno esercitato una debole attività erosiva.

Con riferimento al Torrente Cervaro, questo corso d'acqua risulta caratterizzato da deflussi di piena imprevedibili e talora distruttivi, come testimoniato dagli innumerevoli allagamenti che caratterizzano il Tavoliere ed in particolare la zona dell'Incoronata (in provincia di Foggia).

Generalmente le prime precipitazioni intense autunnali non determinano deflussi idrici di interesse, tant'è che l'alveo resta asciutto a volte fino a dicembre. Soltanto quando i terreni affioranti nel bacino imbrifero risultano saturati dalle precipitazioni liquide e solide stagionali, allora improvvisamente si formano onde di piena caratterizzate da portate e coefficienti di deflusso elevati e di durata contenuta.

Al fine di definire, nell'ambito dei principali corsi d'acqua, quali possono essere considerati "significativi" e quali non, dove per non significativo si intende un corso d'acqua che presenta un regime secco per un numero di giorni superiore a 120 nell'arco di un anno (Allegato 1 D.Lgs 152/99), si è fatto riferimento ai dati delle stazioni idrometriche forniti dal Servizio idrografico. Nella tabella di seguito riportata, che mette in evidenza, per ogni

stazione idrometrica, il numero di anni di osservazione ed il corrispondente numero di giorni, riferito all'arco di un anno, in cui la portata del corso d'acqua di riferimento risulta nulla, risultano corsi d'acqua non significativi: il Torrente Celone a S.Vincenzo; il Torrente Vulgano a Ponte Troia-Lucera ed il Torrente Triolo a Ponte Lucera-Torremaggiore.

STAZIONE IDROMETRICA	N° ANNI DI OSSERVAZIONE	N.GG. CON Q = 0
T.CERVARO a Incoronata	61	71
T.CARAPELLE a p.te Ortona	8	64
T.SALSOLA a Casanova	22	74
T.SALSOLA a p.te Foggia	52	23
T.CELONE a S.Vincenzo	27	<u>138</u>
T.CELONE a p.te Foggia	47	82
T.VULGANO a p.te Troia	25	<u>147</u>
T.CASANOVA a p.te Lucera	19	67
T.TRIOLO a p.te Lucera	15	<u>204</u>
C.LE S.MARIA a p.te Lucera	13	77
T.CANDELARO Bonifica 24	9	45
F.OFANTO a S.Samuele	64	6

Il sistema idrografico foggiano è completato dalla presenza di numerosi laghi costieri posti a cavallo tra il Tavoliere ed il Gargano: a nord vi sono i bacini di Lesina e di Varano, formatisi in tempi assai recenti, ad est i laghi Versentino, della Contessa, Giardino: questi ultimi sono stati in gran parte bonificati o trasformati in saline come nel caso del lago di Salpi.

Tali laghi, di cui si è persa la memoria, sono stati portati all'estinzione dalle mutate condizioni climatiche; l'intensa attività agricola né ha in seguito, talvolta, obliterato ogni traccia.

2.2.3 Il Gargano

Nel Gargano non è presente alcun corso d'acqua perenne. Sugli estesi pianori a doline, situati sulle aree più elevate del promontorio, è addirittura difficile individuare accenni di idrografia superficiale. Nelle altre regioni numerosi sono invece i brevi corsi vallivi e le incisioni più ampie e profonde percorsi da acque torrentizie, cariche di materiali solidi, solo durante rovesci di pioggia.

In ogni caso, è oltremodo chiaro che lo sviluppo della rete idrografica superficiale è strettamente connessa ai caratteri di permeabilità dei terreni, all'evoluzione del fenomeno carsico e alla tettonica.

Nel Gargano occidentale, a SO della linea Rodi Garganico-Mattinata, è evidente che l'istaurarsi della rete idrografica è stata in massima parte condizionata dalle dislocazioni tettoniche e che, data la forte permeabilità delle rocce che favorisce l'infiltrazione in profondità della maggior parte delle acque di pioggia, il ciclo erosivo si trova tuttora nella fase giovanile. Si osservano infatti ripide e profonde incisioni vallive in corrispondenza delle maggiori linee di faglia. A questo proposito esempi classici offrono la Valle Stignano e la Valle Carbonara, impostatesi lungo la stessa linea di faglia con direzione E-O. La stessa cosa avviene per le valli (ad esempio, per la Valle Stretta), che con andamento da SE verso NO, in corrispondenza di faglie e fratture di direzione appenninica, scaricano le loro acque torrentizie, cariche di materiali solidi, nel Lago di Lesina. Anche le innumerevoli lame e gravine cataclinali, solcanti da nord a sud le ripide scarpate di faglia dirette E-O, sono una conseguenza diretta delle dislocazioni tettoniche.

Il Gargano orientale, a NE della linea Rodi Garganico-Mattinata, è invece solcato da innumerevoli valli cataclinali, ad andamento pressoché radiale, in genere ripide e più fortemente incise nelle testate, a debole pendenza e svasate nelle loro parti terminali; queste ultime non di rado sono colmate da depositi alluvionali. Il gran numero e la disposizione delle valli, in questa parte del promontorio, dipende dal fatto che il grado di permeabilità dei terreni è in media molto minore che nel Gargano occidentale e che le dislocazioni tettoniche non hanno visibilmente influenzato l'istaurazione della rete idrografica superficiale. Per le stesse ragioni il ciclo erosivo ha potuto qui raggiungere una fase di maturità.

In dettaglio, il Gargano può essere suddiviso ed analizzato, nelle sue caratteristiche idrologiche, nelle seguenti porzioni:

L'altopiano carsico centrale

La regione dei terrazzi meridionali

Il versante orientale di modellamento torrentizio

La regione dei terrazzi nord-occidentali

L'altopiano carsico centrale

In tale regione, le incisioni fluviali sono quasi tutte allungate secondo la massima pendenza da SE a NO e sfociano in parte nel Lago di Lesina ed in parte in quello di Varano; queste ultime, in particolare, sono anche impostate lungo linee di faglie.

Nello specifico, si può notare che i solchi torrentizi hanno il tratto a monte poco o mediamente inciso e a luoghi carsificato quello mediano, maggiormente approfondito e con tipico profilo trasversale a V, mentre quello terminale è appena accennato.

Un'eccezione è rappresentata dal reticolo della Valle di S. Giovanni, tributario del Lago di Varano, e che mostra estesi rami allungati SE-NO (con deflussi sia da SE che da NO). Si tratta probabilmente di effetti di condizionamento della tettonica disgiuntiva la quale, in concomitanza con un livello di base carsico a quota superiore all'attuale, ha consentito al collettore della Valle S. Giovanni, orientata S-N, di rimontare sul ripiano approfondendovi il suo alveo per circa 150 m e quindi di catturare i corsi d'acqua allungati secondo l'originaria pendenza della superficie.

La regione dei terrazzi meridionali

Il versante che dalla superficie superiore scende verso sud è modellato secondo due ampi ripiani che, molto probabilmente, rappresentano membri ribassati dell'altopiano centrale. Le spianate sono limitate da ripide scarpate di linee di faglia rimodellate e solcate da brevi ed incassate incisioni (ad esempio: la Valle dell'Inferno) che si estinguono nella spianata sottostante in corrispondenza di estese conoidi di deiezione, in alcuni casi coalescenti, da esse stesse costruite ed attualmente in fase di reincisione.

Il ripiano più alto, comprendente gli abitati di Rignano Garganico, S.Marco in Lamis e S. Giovanni Rotondo, è interessato da due lunghe valli: la Valle Carbonara, che si riversa in mare nei pressi di Mattinata, e la Valle di Stignano che si versa in direzione opposta ed è tributaria del Torrente Candelaro.

Un aspetto notevole di quest'area è costituito dal bacino carsico di S.Marco in Lamis: una depressione situata ai piedi della scarpata di raccordo con l'altopiano centrale, allungata ad Est verso il monte Celano e ad Ovest verso la Valle di Stignano, e che si allarga irregolarmente in corrispondenza del centro abitato. La conca è stata sede di un bacino lacustre svuotato per erosione regressiva dal torrente di Stignano.

Un'altra conca, sede nel passato di un lago, è quella di S.Egidio. Tale lago veniva alimentato sia dalle acque piovane, sia da numerose piccole risorgive carsiche situate ai piedi del Monte Calvo e attualmente asciutte.

La porzione più orientale di questa regione garganica, infine, appare decisamente ondulata per la presenza di incisioni che intersecano fittamente il preesistente terrazzo.

Il ripiano più basso, che si estende da Madonna di Cristo, ai piedi di Rignano G., a S. Maria di Pulsano, a SW di Monte S. Angelo, presenta esigue forme di modellamento carsico tra le quali l'unica degna di nota è la "Grava di S. Leonardo".

Il versante orientale di modellamento torrentizio

L'area che si estende pressappoco dall'estremità orientale del Lago di Varano fino a Mattinata, comprendendo tutta la testa del promontorio, è caratterizzata, fondamentalmente, da un denso reticolo idrografico radiale e centrifugo, con grado di gerarchizzazione diverso da bacino a bacino.

Per le modalità di sviluppo di tale reticolo idrografico, si avanzano fondamentalmente due ipotesi: secondo una di queste i corsi d'acqua si sarebbero estesi verso mare man mano

che la regione emergeva e che, conseguentemente, se ne abbassava il livello di base; secondo un'altra ipotesi le condizioni di permeabilità del corpo roccioso sono tali da provocare significativi rifiuti in occasione di precipitazioni brevi ma intense, consentendo così il periodico deflusso superficiale. Nulla esclude che nell'area siano stati attivi entrambi i fenomeni, anche contemporaneamente.

La regione dei terrazzi nord-occidentali

Anche nella regione settentrionale, prospiciente il Lago di Lesina, l'altopiano centrale è bordato da due ripiani disposti a gradinata.

Il ripiano più alto, quello di Sannicandro Garganico, si presenta interessato da bacini chiusi. Quello successivo, invece, collegato al precedente mediante una scarpata di probabile elaborazione marina, mostra una superficie, debolmente inclinata verso NO, sezionata da numerosi solchi torrentizi.

Un aspetto particolare di questo distretto è dato dalla presenza degli unici laghi garganici attualmente ancora esistenti. Si tratta dei laghi costieri di Lesina (51 kmq) e Varano (60 kmq), chiusi verso il mare da sottili cordoni sabbiosi, il cui sbarramento sembra essersi verificato piuttosto di recente, addirittura in epoca romana per quello di Varano.

2.2.4 La Murgia

L'idrografia murgiana risulta essere caratterizzata: nel versante adriatico da una serie cospicua di bacini stretti e di modesto sviluppo che quasi mai riescono a riversare acqua nel mare; nel versante ionico da un tessuto fluviale gerarchizzato sempre modesto ma sensibilmente più marcato.

La rete idrografica più interessante, infatti, si rinviene nell'entroterra del Golfo di Taranto ed è rappresentata dagli affluenti in sinistra del fiume Bradano (Torrente Gravina, Torrente Gravina di Matera e Torrente Sagliocchia) e dal Fiume Lato.

Il bacino idrografico del Fiume Bradano è il più ampio tra quelli dei fiumi lineari con foce nel Mar Ionio.

Il Bradano ha origine sulle pendici di Serra dell'Olmo ed ha un corso irregolare, lungo circa 140 Km. I suoi principali affluenti in sinistra sono: il T. Basentello, il T. Gravina ed il T.

Fiumicello. Questi affluenti hanno un proprio bacino, ognuno con una fitta rete di fossi e torrentelli minori che lo alimentano e pertanto costituiscono unità idrografiche a se stanti, sia pure avendo in comune quel carattere di torrenzialità che del resto è anche caratteristica del corso d'acqua principale.

Il T. Basentello, affluente in sinistra, ha origine poco a nord di Palazzo S. Gervasio e, con direzione NW-SE e andamento piuttosto regolare nel primo tratto e poi tortuoso, sfocia nel Bradano poco a monte della confluenza di questo col Torrente Bilioso. A parte il Torrente Roviniero, non ha affluenti di una certa importanza, ma anche esso raccoglie le acque di un notevole numero di fossi e valloni che scorrono profondamente incisi. Il Roviniero nasce presso la Mass. Serra Palomba, in agro di Spinazzola e confluisce nel Basentello in località compresa fra Mass. Gramegna, M.te Marano e Serra del Corso in sinistra e Tenimento Montecchio in destra, dopo uno sviluppo del suo corso di circa 27 Km.

Il Torrente Gravina ha origine nella parte centro-occidentale del complesso murgiano, scorre da nord-ovest e confluisce nel fiume Bradano presso Matera, in territorio lucano; la parte più a monte del suo bacino interessa la provincia di Bari. Questo torrente sfocia nel Bradano poco a valle della diga di S. Giuliano ed ha origini dal complesso delle Murge di Gravina: ha nel primo tratto diversi affluenti, come il canale S. Francesco (con il Canale Capodacqua) ed il Torrente Pentecchia, mentre nel corso inferiore, a sud di Gravina, si riversano in esso diversi valloni e valloncelli, tra cui il più importante è il Fosso Carramma.

Il Torrente Gravina di Matera ha un bacino di forma aperta orientato da Nord-Ovest a Sud-Est nella parte meridionale della provincia di Bari e confluisce nel fiume Bradano a sud di Ginosa.

Il Torrente Saglioccia è affluente di destra del Torrente Gravina di Matera, a sua volta affluente del Bradano. Ha un bacino di esiguo sviluppo che interessa nella quasi totalità il comune di Gravina di Puglia ed in minima parte il comune di Altamura.

L'apporto idrico proprio del corso d'acqua risulta essere modestissimo.

Il T. Fiumicello è quello tra gli affluenti del Bradano che ha il maggior bacino: 470 Km². E' l'ultimo di una certa importanza prima della foce del Bradano ed è anche quello che ha il corso più lungo: circa 70 Km. Pur avendo un bacino tanto esteso non ha affluenti di rilevanza, tranne il torrente Iesce, soprattutto perchè la parte alta (e più ampia) del bacino interessa terreni costituiti essenzialmente da calcari dolomitici e tufi calcarei, formazioni

soggette a fenomeni carsici e nelle quali si ha un'attiva circolazione di acque sotterranee con brevi corsi d'acqua superficiali.

Il Fiume Lato ha un bacino di forma ampia, specie a monte, orientato da Nord a Sud; la superficie complessiva è di 483 Km². Scorre nelle province di Bari e Taranto e sfocia nel mare Ionio ad Ovest di Taranto.

2.2.5 La Penisola Salentina

Nella Penisola Salentina i caratteri di elevata permeabilità dei litotipi affioranti non consentono un deflusso regolare delle acque di origine meteorica verso il mare, ma permettono una diretta alimentazione del sistema idrico sotterraneo.

Si rinviene, però, un cospicuo numero di bacini delimitati completamente da spartiacque di esigua altitudine (bacini endoreici che, in molti casi, data la presenza di coperture argillose anche di discreto spessore, danno origine a zone di allagamento).

I bacini di un certo rilievo presenti in questa zona sono rappresentati dal bacino del Fiume Grande, piuttosto stretto ed allungato in direzione Nord-Est in corrispondenza di Brindisi; il bacino afferente al Canale dell'Asso, nel leccese, molto esteso da Sud-Est a Nord-Ovest, aperto verso il mare Ionio in corrispondenza di Porto Cesareo ed infine il bacino dei laghi costieri Alimini, parecchio ampio ma di breve sviluppo, aperto verso il mare Adriatico, ad Est di Martano.

2.3 IDROGEOLOGIA

Di seguito vengono caratterizzate sia le principali unità idrogeologiche definibili nel territorio regionale, sia le permeabilità dei terreni in affioramento. Ciò allo scopo di pervenire ad un livello di conoscenza di base di tali geotematiche, di supporto alla pianificazione dei recapiti finali degli effluenti rivenienti da tutti gli impianti di depurazione e/o trattamento dei comparti civili.

Infatti, con riferimento al D.Lgs n.152/99 e succ., il divieto di scarico diretto dei reflui nelle acque sotterranee ha imposto l'individuazione di aree idonee allo scarico sul suolo, laddove sarebbe economicamente oneroso il collettamento nei corpi idrici superficiali.

Tali circostanze hanno reso indispensabile uno studio approfondito sulle caratteristiche geolitologiche, morfoidrologiche ed idrogeologiche dei terreni, al fine di valutare le possibili interazioni tra la permeabilità dei terreni e le portate dell'effluente.

In dettaglio, a seguito dell'analisi litologica, morfologica e strutturale del territorio regionale, è stato condotto uno studio areale delle caratteristiche idrogeologiche allo scopo di individuare le principali unità idrogeologiche, ovvero gli acquiferi che si vengono a definire in relazione alla particolare struttura geologica regionale. Si è inteso, quindi, circostanziare il differente grado di permeabilità dei terreni affioranti nelle diverse zone, oltre che i principali caratteri della circolazione idrica sotterranea. Sicché si è provveduto, in primo luogo, a raccogliere ed analizzare documenti e dati di carattere idrogeologico derivanti da ricerche e studi condotti sul territorio pugliese negli ultimi decenni. Successivamente è stata effettuata una sintesi dei diversi aspetti litostratigrafici, finalizzata all'individuazione dei principali caratteri idrodinamici della circolazione idrica sotterranea.

E' stato quindi possibile individuare e caratterizzare le principali unità idrogeologiche che si vengono a definire nell'ambito del territorio regionale.

Negli elaborati 2A e 2B vengono riportati, in scala 1:200.000, i campi di esistenza degli acquiferi.

Lo studio condotto ha consentito, infine, di pervenire alla definizione del grado di permeabilità dei differenti terreni in affioramento. Le risultanze di tale studio hanno così portato alla redazione di una carta ad orientamento tematico (Elaborati 3A e 3B - Carta delle Permeabilità in Affioramento) in scala 1:200.000, nella quale il territorio regionale viene discretizzato in aree a permeabilità omogenea.

2.3.1 Lineamenti geolitologici regionali in relazione alla definizione delle quattro unità idrogeologiche

Il territorio pugliese presenta caratteristiche geografiche, morfologiche, geologiche e idrogeologiche alquanto dissimili da zona a zona.

In primo luogo si precisa che in questo capitolo non sarà effettuata alcuna trattazione che investa il Subappennino Dauno. Infatti, la sua storia paleogeografia, la geologia loco-regionale, nonché le vicissitudini tettoniche che hanno determinato in modo così differenziato (rispetto alle altre porzioni del territorio pugliese) l'attuale assetto geologico-strutturale (ovvero la natura litologica dei terreni e le condizioni fisiografiche), non hanno "determinato" le condizioni geologiche per l'esistenza di un definito acquifero sotterraneo. In sintesi nell'area in argomento risulta ben sviluppata la rete idrografica superficiale e contemporaneamente assente una significativa circolazione idrica profonda; non sussistono quindi le condizioni per poter individuare una ben specifica "unità idrogeologica".

Per la restante parte del territorio, è facile evidenziare le differenze che si rilevano nelle diverse aree, in primo luogo considerando le caratteristiche morfologiche che contraddistinguono le stesse. Si passa, infatti, dal tipico paesaggio montuoso del Promontorio del Gargano, ove sono presenti i rilievi più elevati della Puglia, bruscamente al contiguo Tavoliere, dall'aspetto pianeggiante; da qui alla Murgia, i cui rilievi collinari con blande pendenze raggiungono quote massime dell'ordine dei 600 metri ed infine al Salento che, con le sue caratteristiche "serre", rilievi che raramente superano i 150 m s.l.m., presenta una ricchezza di contrasti paesaggistici, con coste a falesia a cui si intercalano coste tipicamente basse e sabbiose, frangiate da cordoni dunari attuali e fossili.

Tale accentuata variabilità morfologica coincide con la presenza, nell'ambito della stessa regione, di situazioni geologiche ed idrogeologiche complesse e peculiari per ciascuna zona.

In definitiva, le medesime aree, così ben caratterizzate sotto l'aspetto morfologico e geologico, coincidono con quattro unità idrogeologiche ben distinte tra di loro: Gargano, Tavoliere, Murgia e Salento.

Di seguito verranno richiamate, anche se in maniera sintetica, le specifiche caratteristiche geologiche regionali che supportano la suddetta divisione del territorio nelle quattro unità idrogeologiche.

Il basamento carbonatico della Puglia è costituito dai calcari e dalle dolomie affioranti nel Promontorio del Gargano, nelle Murge e nelle Serre della Penisola Salentina.

Il Giurese impegna in affioramento parte del promontorio del Gargano. Il sovrastante Cretaceo rappresenta l'ossatura di gran parte del Gargano, delle Murge e del Salento

Il Miocene ed il Plio-pleistocene sono rappresentati, nel territorio regionale, rispettivamente da calcareniti e da "tufi" calcarei, principalmente affioranti nel Salento e nelle Murge.

Relativamente al territorio salentino si intende fare riferimento in maniera specifica ai depositi miocenici ascrivibili alla "pietra leccese": si tratta di una calcarenite talora a grana finissima sino ad argillosa (come sul versante adriatico della Penisola Salentina), che genera un livello impermeabile sostenente una non trascurabile falda idrica superficiale.

Sul Gargano, invece, il Miocene è presente ai margini occidentali del promontorio.

Il Pliocene ed il Pleistocene sono rappresentati nel Salento e nelle Murge da calcareniti (tufi) ed anche da sabbie, calciruditi ed argille. In genere i tufi ed i sabbioni calcarei sovrastanti le argille sono sede di circolazione idrica sospesa di tipo freatico.

Nel Tavoliere, la serie Plio-Pleistocenica è costituita da depositi grossolani (conglomerati e sabbie) o fini (argille e limi).

Allo stesso modo, cioè con facies grossolane e fini, possono presentarsi i depositi alluvionali e marini.

Una caratteristica peculiare delle rocce carbonatiche, è rappresentata dal noto fenomeno carsico, che condiziona sia l'alimentazione dell'acquifero (di qui la denominazione di falda carsica), che le sue modalità di circolazione.

Per quanto riguarda la morfologia carsica di superficie, di seguito si ricordano le principali morfostrutture: si passa dal "carso nudo", al "carso coperto", al carso "riesumato"; dalla vallecchia alla depressione, alla conca carsica; dalla dolina di ogni tipo e dimensione, al campo carsico a doline, per finire ai polja. Di dimensioni modeste, sono presenti valli chiuse e valli asciutte, dal fondo irregolare segnato da doline e inghiottitoi. Tra le forme ipogee si individuano pozzi, inghiottitoi, voragini, sino a grotte di interstrato, di frattura e miste.

La storia geologica, le vicende tettoniche e quindi paleogeografiche, nonché i fattori morfoevolutivi delle forme carsiche di superficie prima descritte, non hanno consentito lo sviluppo di una idrografia superficiale.

I segni del ruscellamento superficiale - reticolo idrografico fossile, unico presente nelle formazioni carbonatiche - ha originato netti solchi erosivi, diversamente profondi e di apprezzabile ampiezza, che vengono denominati localmente "lame". In esse si raccolgono e scorrono le acque di origine meteorica, in special modo quelle relative a precipitazione intensa e di breve durata.

Da ciò si evince come il sottosuolo pugliese centro meridionale sia sede di una estesa e complessa circolazione idrica sotterranea, abbondantemente ravvenata dalle acque di precipitazione meteorica.

Le strutture singenetiche e tettoniche, con le elaborazioni carsiche, unitamente alla discontinua presenza, a diversa profondità nella serie cretacea e per spessori a volte anche rilevanti, di rocce poco o praticamente impermeabili per scarsa fessurazione, o per insensibilità all'azione carsica, o per intasamento di terre rosse o altri termini scarsamente permeabili e la presenza, infine, di sistemi carsici a diverso stadio evolutivo, fanno sì che la circolazione idrica sia spesso canalizzata in pressione, anche al di sotto del livello del mare e, in definitiva, frazionata con carichi prossimi a quelli teorici.

Nel sottosuolo la distribuzione dei caratteri di permeabilità delle rocce carbonatiche è quindi legato in gran parte all'attività ed all'evoluzione del fenomeno carsico. In ammassi rocciosi interessati anche da stesse facies calcareo-dolomitiche, il fenomeno carsico possiede frequenze ed evoluzioni sostanzialmente diverse ed in stretta dipendenza degli elementi tettonici, della morfologia precarsica, dei terreni di copertura e delle variazioni del livello di base carsica. Tali caratteristiche, tutte insieme, hanno svolto un ruolo di primaria importanza nella definizione di un complesso ambiente idrogeologico, qual'è la falda carsica profonda. La distribuzione della fenomenologia carsica in profondità, palesemente eterogenea, ha quindi favorito lo sviluppo di vie preferenziali di drenaggio sotterraneo.

Altro fenomeno carsico diffusamente rilevabile, e condizionante la permeabilità dei terreni, è certamente la presenza di terre rosse lungo i solchi erosivi oltre che interstratali (sin e post diagenetiche). La terra rossa, che alle volte ricopre i calcari, è maggiormente presente nelle aree topograficamente più depresse, trasportata dalle acque di dilavamento ed è uno dei principali elementi regolatori del processo carsico. Seppure in forma indiretta, essa influenza sia la genesi che l'evoluzione delle cavità carsiche. Essendo scarsamente permeabile, consente la raccolta e il temporaneo stazionamento delle acque di pioggia in corrispondenza di doline e di altre depressioni della superficie calcarea, venendo così a creare dei veri e propri centri di attività carsica. Inoltre, riuscendo a trattenere per imbibizione un certo quantitativo d'acqua, nonché a mantenere più o meno uniformemente umida la roccia, consente all'azione carsica di proseguire per un certo tempo anche dopo che le acque stagnanti si sono disperse per infiltrazione o per evaporazione.

D'altra parte però la terra rossa fossilizza, talora anche precocemente, le cavità carsiche. Intasando le fratture ed i giunti di stratificazione, essa tende a ridurre notevolmente la permeabilità dell'insieme carbonatico e quindi a rallentare e a luoghi addirittura ad arrestare lo sviluppo dei sistemi carsici drenanti sia di superficie che sotterranei.

2.3.2 Descrizione delle quattro unità idrogeologiche

Di seguito vengono esaminati le principali caratteristiche degli acquiferi appartenenti alle principali unità idrogeologiche.

2.3.2.1 Unità idrogeologica del Gargano

L'unità idrogeologica del Gargano interessa l'intero promontorio ed è delimitata, sul margine sud occidentale, dal basso corso del fiume Candelaro.

Alle differenti caratteristiche sedimentologiche delle rocce carbonatiche (cfr. capitolo geologia generale) sono legati sia il grado di carsificazione dell'ammasso roccioso, sia i meccanismi genetico-evolutivi del fenomeno carsico epigeo ed ipogeo. Il processo carsico, essendosi sviluppato in modo differente nelle diverse facies carbonatiche, ha condizionato, tanto quanto la distribuzione e l'orientamento delle superfici di discontinuità primarie, sia il deflusso orizzontale delle acque sotterranee nella zona satura, che i movimenti verticali della zona vadosa.

L'influenza che la rete carsica determina sulle modalità di circolazione delle acque sotterranee è legato sostanzialmente alle consistenti variazioni del livello di base carsico. Infatti, all'inizio dell'Olocene il mare si trovava circa in corrispondenza dell'attuale isobata 50 m e da quella profondità si è portato più o meno al livello attuale, nel periodo che va dall'Olocene al cosiddetto optimum climatico (circa 5000 anni fa).

La trasformazione del Gargano da isola a promontorio, conseguente il sollevamento del mare nel corso dell'Olocene, ha portato grandi modifiche nelle modalità di circolazione della falda idrica principale.

L'innalzamento dell'interfaccia tra la suddetta falda e le acque di intrusione marina, ha portato ad un incremento di pressione sulla rete carsica profonda dovuta ad una spinta, dal

basso, da parte delle acque di mare. Verificatasi una tendenza alla dissoluzione per l'azione che la pressione svolge sulla reazione chimica di dissoluzione-precipitazione che governa gli equilibri del processo carsico, la rete carsica ha cominciato la sua migrazione verso l'alto al fine di riequilibrarsi con il nuovo livello di base.

Di seguito si evidenzieranno le ripercussioni che tale fenomeno ha apportato alla circolazione idrica sotterranea.

Il Gargano ospita due distinti sistemi acquiferi: uno occupante quasi tutta l'estensione del promontorio (falda principale) e il secondo limitato alla zona di Vico-Ischitella.

La falda principale è sostenuta dall'acqua di mare che invade il continente con una superficie di fondo molto variabile a causa delle oscillazioni stagionali della superficie piezometrica.

La falda secondaria ha sede nei calcari organogeni e detritici di Vico-Ischitella; il substrato pressochè impermeabile di questo acquifero è rappresentato dall'appoggio dei detti calcari sui calcari micritici bianchi con selce ed intercalazioni marnose. Il letto dell'acquifero si individua ad una quota di circa 100 m s.l.m. e tale falda superficiale non ha alcuna relazione con il mare.

La falda idrica principale circola quasi ovunque in pressione e al di sotto del livello marino, assecondando vie d'acqua preferenziali, con carichi piezometrici apprezzabili che, nelle aree più interne, raggiungono e superano i 50 m. Le cadenti piezometriche variano dallo 0.10/00 al 70/00.

I caratteri di permeabilità dell'acquifero profondo sono sensibilmente eterogenei e variabili da zona a zona; in particolare, alle quote alle quali si esplica la circolazione idrica sotterranea, sono prevalentemente presenti facies carbonatiche dotate di un elevato grado di permeabilità per fratturazione e carsismo.

Diversa situazione si ha lungo la fascia costiera da Manfredonia a Testa del Gargano dove le rocce hanno gradi di permeabilità variabili e tali da essere talora anche scarsamente permeabili per sola fessurazione o addirittura praticamente impermeabili; rocce praticamente impermeabili sono anche presenti lungo la fascia costiera settentrionale del promontorio, da Vieste a Rodi Garganico. Questo tipo di distribuzione dei caratteri di permeabilità si riflette notevolmente sulle modalità di deflusso a mare delle acque di falda.

Nell'unità idrogeologica del Gargano, a causa dell'instaurarsi di vie preferenziali di deflusso sotterraneo, coesistono, quindi, zone in cui l'acquifero è caratterizzato da un elevato

grado di permeabilità a diretto contatto con zone a più ridotta permeabilità. In particolare, sono da considerarsi ad un buon grado di permeabilità le aree circostanti i laghi di Lesina e Varano, infatti gli stessi traggono alimentazione da una numerosa serie di sorgenti subacquee.

La diversa permeabilità delle rocce in affioramento determina una notevole eterogeneità sia nelle modalità con cui si esplicano i processi di alimentazione della falda, che del grado di protezione delle acque sotterranee nei confronti di eventuali corpi inquinanti rilasciati alla superficie del suolo.

Le precipitazioni che insistono sul settore centrale garganico raggiungono il sottosuolo attraverso i diffusi punti di infiltrazione preferenziale di origine carsica. Dal settore centrale dell'acquifero, in cui la rete carsica interessata dalla circolazione acquifera è a sviluppo prevalentemente verticale, seguendo vie carsiche orizzontali, delineatesi nel corso dell'Olocene (e quindi in equilibrio con livelli di base più bassi di quello attuale), il flusso idrico sotterraneo ha un movimento prevalentemente di tipo radiale verso la costa, ove i carichi si approssimano al livello del mare.

2.3.2.2 Unità idrogeologica del Tavoliere

L'Unità idrogeologica del Tavoliere è delimitata inferiormente dal corso del fiume Ofanto, lateralmente dal Mare Adriatico e dall'arco collinare dell'Appennino Dauno, superiormente dal basso corso del fiume Saccione e dal corso del Torrente Candelaro; quest'ultimo la separa dall'unità Garganica.

Gli affioramenti principali sono depositi quaternari in prevalenza in facies alluvionale e lacustre; nelle zone marginali occidentali localmente si rinvencono, in affioramento, argille grigio-azzurre della serie pliocenico-calabrianica.

In sintesi, si rinvencono in successione i seguenti terreni: un basamento impermeabile costituito da argille azzurre; il ciclo sedimentario plio-calabrianico sormontato da sabbie gialle; una seconda serie di argille sabbiose grigio-azzurre e sabbie, sempre del Calabrianico; infine, rocce conglomeratiche che in molte zone si presentano senza soluzione di continuità con i depositi recenti del Tavoliere.

Le porzioni di acquifero aventi le migliori caratteristiche idrodinamiche si rinvencono per lo più in aree poste in prossimità del medio bacino dell'Ofanto, nonché nel basso Tavoliere, subordinatamente anche in altre zone però con distribuzione spaziale eterogenea.

Fatto caratteristico dell'area in esame è la presenza di una duplice circolazione sotterranea rappresentata da una "falda profonda" ed una denominata "superficiale". A notevoli profondità, sotto le argille plioceniche, si rinviene infatti la "falda profonda" avente sede nel basamento carbonatico mesozoico, permeabile per fessurazione e carsismo: la circolazione idrica si esplica in pressione e le acque sotterranee sono caratterizzate da un elevato contenuto salino a causa di fenomeni di contaminazione marina e della ridotta alimentazione.

Di contro la falda superficiale circola nei depositi sabbioso-ghiaiosi quaternari, essenzialmente nella parte più pianeggiante della Capitanata; tale falda superficiale ha potenzialità estremamente variabili da zona a zona, anche in base alle modalità del ravvenamento che avviene prevalentemente dove sono presenti in affioramento materiali sabbioso-ghiaiosi.

Il basamento di questo acquifero superficiale è rappresentato dalla formazione impermeabile argillosa di base. La potenza dell'acquifero, costituito da materiale clastico grossolano, risulta variabile tra i 25 ed i 50 m. Si superano i 50 m solo in alcune aree a sud di Foggia e si hanno spessori minori di 25 m nelle zone più interne.

Dall'elaborazione dei dati di carattere idrogeologico raccolti è stato possibile ricostruire la morfologia della superficie piezometrica che nel territorio risulta fortemente condizionata da quella del substrato impermeabile.

I carichi piezometrici raggiungono valori di 200 ÷ 300 m s.l.m. nelle zone più interne, per poi ridursi a pochi metri spostandosi verso la costa, risultando oggi talora sensibilmente inferiori al livello medio mare a causa dei sensibili attingimenti in atto. Va segnalato che, a seguito dei naturali processi di alimentazione e deflusso, nonché in relazione a massicci e incontrollati emungimenti (punti di prelievo oramai distribuiti su tutto il territorio di interesse), prevalentemente per uso irriguo, la superficie piezometrica subisce sensibili escursioni nell'arco dell'anno, raggiungendo oscillazioni stagionali dell'ordine anche della decina di metri.

La falda circola generalmente a pelo libero, ma in estese aree prospicienti la costa adriatica ed il finitimo Gargano (basso Tavoliere), la circolazione idrica si esplica in pressione.

In tale porzione di territorio, l'acquifero è ricoperto con continuità da depositi sabbioso-limosi e argilloso-limosi da scarsamente a praticamente impermeabili, la cui potenza aumenta progressivamente procedendo verso nord-est e la costa.

Di particolare interesse ai fini del presente studio, risulta l'andamento dello spessore medio dei terreni di copertura sovrastanti l'acquifero.

Nelle aree in cui la falda circola a pelo libero, gli spessori di tali terreni si attestano su valori medi di $5 \div 10$ m ad esclusione della porzione di territorio a NNO dell'abitato di Orta Nova (nonché di altri piccoli affioramenti sparsi nella vasta zona occidentale dell'abitato di Cerignola). In tali areali, infatti, lo spessore delle coperture dei terreni impermeabili, sovrastanti l'acquifero, hanno mediamente valori superiori ai 20 m. In una specifica area nei dintorni del Torrente Cervaro, che si spinge a circa $7 \div 8$ Km dalla costa, gli spessori della copertura sono dell'ordine di circa 10 m.

Nella porzione di territorio in cui la falda circola in pressione, gli spessori delle coperture impermeabili risultano generalmente superiori ai 10 m, raggiungendo, in prossimità della costa, valori di oltre 50 m.

2.3.2.3 Unità idrogeologica della Murgia

Le delimitazioni fisiche di questa unità idrogeologica sono date superiormente dal corso del fiume Ofanto ed inferiormente dall'allineamento ideale Brindisi-Taranto.

La Murgia è caratterizzata prevalentemente dagli affioramenti delle rocce carbonatiche mesozoiche, di rado ricoperte per trasgressione da sedimenti calcarenitici quaternari. La distribuzione dei caratteri di permeabilità delle rocce carbonatiche mesozoiche è legata principalmente all'evoluzione del fenomeno carsico. Detto fenomeno non ha ovunque le stesse caratteristiche di intensità.

L'attuale assetto morfostrutturale della Murgia è essenzialmente espressione sia degli eventi tettonici che si sono prodotti dal Pliocene ad oggi che dei movimenti glacioeustatici. I movimenti verticali di subsidenza (causa dell'ingressione Pleistocenica) si sono sviluppati in forma differenziale non solo fra grossi blocchi, ma anche fra blocchi elementari. Il sollevamento regionale è stato, tra l'altro, la causa del ritiro del mare infrapleistocenico (particolarmente rilevante prevalentemente in alcune aree della Murgia NW e tale da indurre variazione del livello marino dell'ordine di 400-450m rispetto a quello attuale). Conseguenza

di tale storia evolutiva è che l'idrografia sotterranea negli ultimi 700.000-800.000 anni ha subito notevoli variazioni per compensare i movimenti prodottisi.

Le ripetute e sostanziali variazioni di quota subite dal livello di base della circolazione idrica sotterranea hanno notevolmente influenzato i processi di carsificazione. Di fatto hanno dato luogo ad una carso policiclico e quindi più volte hanno rallentato (o ringiovanito) l'attività speleogenetica, favorito (o ostacolato) gli accumuli di terra rossa e rotto l'unitarietà dei sistemi carsici drenanti, causando fossilizzazioni precoci e vistose sovrapposizioni morfologiche. Gli effetti sono stati marcati e determinanti ai fini della circolazione idrica sotterranea.

Sicché ad aree interessate da un macrocarsismo, molto spesso si affiancano aree manifestanti un microcarsismo, come non mancano zone dove, indipendentemente dalle quote, detto fenomeno è quasi assente. Da un punto di vista idrogeologico assume notevole importanza anche l'estesa ed a volte spessa copertura di terra rossa.

In definitiva, la distribuzione del grado di permeabilità delle rocce è influenzato dallo stato di incarsimento e di fratturazione delle stesse.

Essendo l'acquifero murgiano talora limitato al tetto da rocce praticamente impermeabili e dotato di una permeabilità d'insieme spesso relativamente bassa (se paragonata a quella riconosciuta nel Salento), le acque di falda sono generalmente costrette a muoversi in pressione, spesso a notevole profondità al di sotto del l.m., con carichi idraulici ovunque alti (spesso dell'ordine dei $30 \div 50$ m s.l.m.) e sensibilmente variabili lungo la verticale dell'acquifero. Anche le cadenti piezometriche, con le quali la falda defluisce verso il mare, sono alte ($2 \div 8$ per mille). I massimi carichi piezometrici si riscontrano nelle aree più interne dell'altopiano murgiano, ove si raggiungono valori di oltre 200 m s.l.m., ma non di rado carichi idraulici di $10 \div 15$ m s.l.m. si osservano anche in aree situate ad appena $2,5 \div 3$ Km dalla linea di costa.

L'irregolare distribuzione della permeabilità in senso verticale fa sì che la parte più alta della falda risulti talora frazionata in più livelli idrici sovrapposti, spesso modesti e separati da orizzonti rocciosi praticamente impermeabili e solo a luoghi permeabili, non di rado dotati di carichi idraulici e di mobilità sensibilmente diversi.

Il deflusso e la scarica a mare delle acque di falda avviene in forma ora essenzialmente diffusa ora concentrata per la locale presenza di vistosi sistemi carsici ipogei.

Va evidenziata una situazione particolare che riguarda l'arco ionico tarantino ove, per motivi tettonici, i calcari, ospitanti la falda profonda, si rinvengono dislocati a notevoli profondità sotto una coltre di terreni argillosi di copertura che possono raggiungere talora spessori da alcune decine di metri ad oltre cento. Tale formazione argillosa, ove ricoperta da terreni pleistocenici di natura sabbiosa o conglomeratica, può costituire il substrato impermeabile per la falda superficiale.

Dalla distribuzione spaziale dei diversi litotipi presenti nelle aree di pertinenza dell'unità in oggetto si possono evincere le seguenti differenze delle caratteristiche idrogeologiche nelle diverse aree. Prima di tutto si deve comunque tenere presente che, procedendo da Bitonto verso Andria, lo stato di fessurazione e di carsificazione e quindi il tipo ed il grado di permeabilità della successione carbonatica variano sensibilmente.

Nella zona di Bitonto, dove in profondità domina l'alternanza di calcari, calcari marnosi e dolomitici laminari, brecce e livelletti argillosi, il fenomeno carsico è praticamente assente, fatta eccezione per i livelli più alti, dove spesso peraltro le fratture e le modeste cavità carsiche sono completamente interessate da terra rossa. La fratturazione è anch'essa assente o scarsa e discontinua.

L'ammasso carbonatico risulta, quindi, nel suo insieme praticamente impermeabile fino a profondità anche dell'ordine dei 500 m sotto il livello mare, pur denotando una discreta permeabilità solo per le porzioni di ammasso roccioso in affioramento fortemente condizionate da fenomeni di decompressione.

Proseguendo verso Terlizzi fin quasi a Corato, l'ambiente idrogeologico acquista progressivamente migliori caratteri di permeabilità.

Ai dianzi detti litotipi si sostituiscono i calcari micritici e biostromali, i calcari alternati con dolomie, le dolomie. La fratturazione e la carsificazione sono decisamente maggiori anche se fino a quote dell'ordine - 220 ÷ - 270 m si rinvengono orizzonti di roccia praticamente impermeabili. A profondità maggiori, sebbene la fratturazione sia decisamente accentuata e meno discontinua, la permeabilità non è alta a causa anche della locale presenza di terra rossa nelle vie d'acqua.

Nella zona a cavallo tra Corato e Andria, tendono a dominare specie in profondità le dolomie, che risultano nel loro insieme praticamente impermeabili fino a quote dell'ordine di - 110 ÷ - 220 m circa. A maggiore profondità, in seno all'acquifero, la permeabilità rimane bassa.

Tale ambiente idrogeologico è dovuto sia al fatto che buona parte delle fratture risultano saldate per processi di ricristallizzazione sia allo scarso grado di carsificazione della roccia sia infine alla talora abbondante terra rossa presente anche nell'acquifero.

Infine nei dintorni di Andria la roccia presenta caratteri di maggiore permeabilità in grande essendo essa da moderatamente a discretamente fratturata ed a luoghi ben carsificata.

Anche nell'ambito della fascia costiera, quantunque l'ambiente geologico ed idrogeologico sia di gran lunga più omogeneo del precedente, si individuano delle apprezzabili differenze. Nella zona posta a monte del tratto di costa Giovinazzo-Bisceglie, il grado di fratturazione e di carsificazione è molto variabile da punto a punto e spesso si mantiene basso e discontinuo.

Per contro, nella zona posta a monte di Trani-Barletta, il carsismo si manifesta con una vascolarizzazione spesso molto evoluta, mentre la fratturazione è continua.

2.3.2.4 Unità idrogeologica del Salento

Il limite geografico di tale unità idrogeologica, che comprende l'intera penisola salentina, è rappresentato dall'ideale allineamento di Brindisi-Taranto.

Le riserve idriche contenute nel sottosuolo salentino sono fondamentali per il mantenimento e lo sviluppo del settore agricolo di tale area. Non di rado anche il settore potabile deve fare ricorso a questa fonte di approvvigionamento; da ciò è facile evincerne la fondamentale importanza della salvaguardia della georisorsa.

Sin dal Paleogenico la Penisola salentina ha subito gli effetti di una significativa tettonica disgiuntiva. Alcune fasi di detta tettonica sono state tali da generare subsidenze accompagnate da ingressioni marine e successivi sollevamenti. L'intensità ed il carattere differenziale dei movimenti verticali, accentuandosi nel tempo, hanno fatto sì che ciascuna trasgressione impegnasse un'area sempre più vasta e situata più a nord rispetto a quella della precedente ingressione. Le azioni tettoniche che si sono susseguite nel territorio salentino hanno, di fatto, influito molto e, soprattutto, favorevolmente sui caratteri di permeabilità delle attuali zone di percolazione e satura, agendo non solo in termini di fratturazione, ma ancor più sull'evoluzione della canalizzazione e vascolarizzazione carsica.

Per quanto riguarda il fenomeno carsico, tra i fattori che hanno favorito lo sviluppo di vie di preferenziale incarsimento orizzontale e l'articolazione dell'intera rete carsica, un posto

di primo piano spetta alla configurazione peninsulare della regione. Questa, sollecitando quasi da ogni lato la discarica a mare delle acque di falda, ha fatto sì che qualsiasi famiglia di giunti presenti nella roccia, godesse, quantomeno localmente, di una favorevole orientazione nei confronti della spontanea direzione di deflusso della falda. Gli assi di massimo incarsimento (e quindi di preferenziale drenaggio), non avendo assecondato un'unica direttrice tettonica preferenziale, risultano, in buona parte, orientati in vario modo.

Talché a condizionare lo sviluppo delle manifestazioni carsiche superficiali e sotterranee sono soprattutto i depositi carbonatici del Cretaceo.

Detti depositi mostrano due differenti tendenze, rappresentate l'una da facies che favoriscono il fenomeno carsico e l'altra da una associazione di sedimenti che, per contro, lo inibisce.

- Alle prime appartengono sia i depositi carbonatici, praticamente privi di porosità, nei quali, tuttavia, il carsismo prende l'avvio dai giunti di stratificazione e di fratturazione (depositi carbonatici rappresentati prevalentemente da dolomie grigie, massive, stratificate), sia i depositi porosi, che sono anche permeabili per fessurazione, e nei quali si sviluppano parimenti le manifestazioni carsiche sotterranee (depositi carbonatici costituiti da calcari bianchi).
- Alle seconde è ascrivibile una associazione di depositi non porosi che, quantunque fessurati, non sono carsificabili (depositi carbonatici costituiti prevalentemente da calcari bianchi privi di stratificazione).

La rete carsica è formata da cavità aventi forma e dimensioni differenti e variamente distribuite tanto in superficie e nel sottosuolo quanto in profondità. Esse sono connesse con le strutture primarie inorganiche (stratificazione) ed organiche (fossili) delle rocce, con le deformazioni da queste subite e, più in generale, coi processi litogenetici dei depositi calcarei stessi.

Tali manifestazioni sono anche influenzate dal modellamento della superficie calcarea oltre che dalla fessurazione e dalla presenza di una copertura vegetale da cui dipende, infatti, il prevalere di un temporaneo deflusso idrico superficiale e l'infiltrazione esplicantesi in forma

diffusa oppure concentrata. Di solito laddove il deflusso superficiale e l'infiltrazione delle acque di pioggia si manifestano in forma diffusa le cavità carsiche si distribuiscono in superficie senza alcun ordine apparente; viceversa, nelle zone caratterizzate da pendii più o meno acclivi e delimitati da spartiacque più o meno decisi con linee di impluvio convergenti verso aree depresse, la circolazione idrica superficiale e la infiltrazione delle acque meteoriche si esplica prevalentemente in forma concentrata. Queste aree di assorbimento, che costituiscono di norma nel Salento delle zone endoreiche ben definite, fungono da veri e propri centri di attività carsica, con forme ipogee dotate di notevole sviluppo verticale (vore, capivento, pozzi, ecc.) e mostranti una morfologia carsica tipicamente isogravitazionale.

La falda profonda è sostenuta alla base da acqua di mare di invasione continentale con una interfaccia, tra le due acque, di profondità variabile dall'ordine di alcune decine di metri a pochi decimetri nelle zone prossime alla costa.

Zone di prevalente alimentazione sono quelle degli affioramenti calcarei e dolomitici. Nelle aree di affioramento dei terreni pleistocenici, ad esempio nell'area brindisina e nelle zone interne a cavallo di Otranto, gli apporti meteorici ravvenano falde superficiali sostenute da livelli argillosi praticamente impermeabili.

Caratteristica generale dell'acquifero salentino è anche la capacità di immagazzinamento elevata rispetto a rocce similari esistenti in altre zone della Puglia. Le acque della falda profonda circolano generalmente a pelo libero, pochi metri al di sopra del livello marino (di norma, al massimo $2,5 \div 3,0$ m s.l.m. nelle zone più interne) e con bassissime cadenti piezometriche ($0,1 \div 2,5$ per mille). La falda risulta in pressione solo laddove i terreni miocenici, e talora anche quelli plio-pleistocenici, si spingono in profondità al di sotto della quota corrispondente al livello marino.

Quanto sinora esposto riferisce delle caratteristiche delle rocce carbonatiche mesozoiche nelle quali circola la "falda idrica profonda" così denominata per distinguerla da altre superficiali, di ben minore potenzialità, contenute nei terreni post-cretacei, ove le condizioni di porosità sono tali da permetterne l'esistenza.

Come precedentemente detto, nella Penisola Salentina le acque della falda profonda scorrono attraverso le fratture e carsificazioni delle formazioni mesozoiche. Questa principale risorsa di acqua è integrata da altre di minore entità e più superficiali che hanno sede nei

terreni terziari e quaternari ma non sono meno importanti e significative in termini di sfruttamento ed utilizzo.

La geometria degli acquiferi dove le falde superficiali hanno sede è direttamente collegata alle caratteristiche morfologiche e strutturali del substrato calcareo sia dove questo risulta in affioramento sia dove la sua presenza, a diverse decine di metri di profondità, ha consentito la formazione di bacini idrogeologici costituiti da terreni mio-plio-quaternari.

I bacini di maggiore estensione sono localizzati nella parte nord-orientale dell'area dove il basamento mesozoico generalmente costituisce dei bassi strutturali spesso bordati da scarpate di faglia, mentre gli affioramenti calcarei risultano pochi ed estremamente frammentati.

Al contrario nell'area sud-ovest le strutture ad horst e graben nei calcari mesozoici sono più continue ed hanno elevazioni maggiori. Quest'ultima situazione riduce drasticamente le possibilità che si instaurino le condizioni necessarie affinché si possa formare un acquifero superficiale significativo.

E' quindi evidente come, oltre alle peculiari caratteristiche di permeabilità dei litotipi presenti, perché si possa venire a costituire una falda superficiale giocano un ruolo estremamente importante le caratteristiche morfostrutturali del basamento.

Nell'ambito dei bacini post-cretacei, i termini sedimentari più antichi, che giacciono trasgressivi sui calcari mesozoici, sono ascrivibili alle calcareniti mioceniche che sottostanno alle più recenti calcareniti del ciclo plio-pleistocenico.

Per quanto riguarda i sedimenti miocenici, da un punto di vista litologico si possono schematicamente distinguere tre livelli:

1. livello basale caratterizzato da una calcarenite più o meno marnosa passante a calcare bioclastico verso l'alto;
2. livello intermedio di calcarenite marnosa grigio-verdina a granulometria fine, moderatamente dura con abbondanti granuli di glauconite;
3. livello sommitale costituito da calcareniti e calciruditi organogene, localmente marnose, di colore dal bianco avorio al giallastro.

Il grado di permeabilità nei due livelli più bassi (n.1 e n.2) varia generalmente da basso a nullo; per quanto riguarda la parte sommitale, invece, questa mostra orizzonti a permeabilità moderata sia di tipo primario, come risultato della porosità, che di tipo secondario, come risultato della fratturazione e carsificazione.

Trasgressivi sulla serie miocenica vi sono i depositi plio-pleistocenici, litologicamente variabili, sia in senso verticale che per locali eteropie di facies, da argille siltose a sabbie e caratterizzati quindi da differenti e discontinui gradi di permeabilità.

2.3.3 Falde secondarie

Unitamente alle importanti ed estese circolazioni idriche sotterranee descritte nelle pagine precedenti, rappresentanti le unità idrogeologiche principali, alcune aree della regione ospitano anche altre, più modeste, falde che sia pure talora di limitata estensione areale e ridotta potenzialità, possono essere significative.

A differenza delle importanti unità idrogeologiche, per tali circolazioni idriche sotterranee non sempre il grado di conoscenza consente delle precise caratterizzazioni sotto l'aspetto idrogeologico e in molti casi non è neanche nota con precisione l'estensione areale delle stesse.

Si esaminano di seguito le principali situazioni.

Partendo dall'area garganica, una importante falda superficiale ha sede nei calcari organogeni e nei calcari detritici di Vico-Ischitella, permeabili per fessurazione e carsismo. Tale falda è sostenuta alla base dalle formazioni calcaree costituite da calcari bianchi con selce e con intercalazioni marnose, praticamente impermeabili, che si localizzano ad una quota di circa 100 m s.l.m.

La superficie della falda si rinviene a profondità variabili dal piano campagna e viene a giorno in corrispondenza dei margini del bacino, ove a contatto tra l'acquifero e i terreni impermeabili, si rinvencono manifestazioni sorgentizie di diversa entità.

Con riferimento all'area murgiana, solo nell'arco tarantino, in cui i calcari sono sottostanti alle argille azzurre marnose, si possono rinvenire significative falde superficiali nei

depositi della piana costiera. Tali depositi sono rappresentati da sabbie, arenarie, ghiaie e conglomerati ad elementi poligenici sovrastanti le argille azzurre.

La natura estremamente eterogenea di tali depositi fa sì che la circolazione abbia prevalentemente sede nei livelli più grossolani del materasso acquifero che si presenta come una fitta alternanza di terreni di ridotta permeabilità e terreni permeabili.

Pertanto, spesso la circolazione si esplica in pressione ed è quindi opportuno procedere ad accertamenti di carattere idrogeologico di dettaglio per accertare le specifiche caratteristiche in una zona ristretta.

In media, la profondità di rinvenimento della falda varia comunque da pochi metri, in corrispondenza delle incisioni dei principali corsi d'acqua ed in prossimità della costa, fino ad un massimo di 30 m nelle aree più interne.

In generale, per quanto riguarda l'area salentina, nelle porzioni di territorio in cui i calcari sono dislocati in profondità, si può rinvenire una falda superficiale dove sono presenti terreni di natura calcarenitica o arenacea. Gli stessi riescono a ritenere acqua in quanto il suo smaltimento in profondità è impedito dalla presenza di un banco argilloso.

Non è infrequente comunque il caso in cui manca addirittura questa superficie impermeabile, nel qual caso si parla di "falde sospese" dovute alla capacità di ritenzione idrica dei sabbiosi calcarenitici.

Le principali falde superficiali si rinvencono nella zona a cavallo tra le province di Brindisi e Lecce e precisamente:

1. nell'areale della città di Brindisi (circa 700 Km²), da punta Penna Grossa a nord fino (involuppo radiale dei territori) agli abitati di Mesagne, Latiano, Oria e Torre S. Susanna (lato ovest), S. Donaci e Campi Salentina (a sud);
2. nell'arco ionico Tarantino orientale (con campi di esistenza che si sviluppano dal confine regionale con la Basilicata fino a Torre Colimena);
3. nella parte centrale e meridionale della Penisola Salentina e nell'area di Taviano;

4. nell'area compresa tra le Serre di Casarano, Alessano e gli affioramenti eocenici e di Pietra Leccese del versante adriatico;
5. nella fascia adriatica tra Lecce ed Otranto.

La circolazione superficiale nell'area brindisina, tarantina e di Taviano (n.1, n.2 e n.3) si esplica in terreni acquiferi sostenuti alla base da un substrato argilloso che ricopre il basamento calcareo del Cretaceo (con interposizione di un esiguo spessore di calcareniti quaternarie). In dette aree le falde idriche circolano prevalentemente in condizioni freatiche, in un acquifero costituito da sabbie calcaree, arenarie e sabbie limose (condizioni litologiche multistrato), generalmente caratterizzato da una modestissima permeabilità. L'acqua si rinviene generalmente a pochi metri dal piano campagna.

Un comportamento marcatamente diverso hanno le falde acquifere che si possono rinvenire nella grande depressione della zona centro-meridionale della provincia di Lecce e nei dintorni del capoluogo nei banchi di Pietra Leccese (n.4). In tali aree le condizioni idrogeologiche - come accennato in precedenza - risultano assai diverse mancando, di fatto, un substrato impermeabile di natura argillosa. Nello specifico si è rilevata la presenza di locali impregnazioni dei primi strati del sottosuolo, in corrispondenza di livelli tufacei caratterizzati da una certa capacità di ritenzione delle acque meteoriche, senza una vera superficie impermeabile alla base. In tali casi spesso il letto della falda è rappresentato da livelli meno permeabili della stessa formazione acquifera. Infatti, generalmente, tali acque non danno luogo ad una vera circolazione idrica sotterranea e la loro esistenza è subordinata alle locali situazioni ed in particolare al contenuto argilloso delle formazioni calcarenitiche ed allo spessore delle stesse.

Le profondità di rinvenimento sono in genere modeste, anche se in alcuni casi, come ad esempio nella zona di Lecce, si rinvenivano più falde sovrapposte a profondità variabili tra 10 e 20 m ed eccezionalmente anche a 40 m dal piano campagna.

Ultima ad essere trattata, anche se non meno importante delle precedenti, è la falda avente sede nella fascia del versante adriatico compresa tra Lecce ed Otranto (n.5) e che si estende nell'entroterra sui territori di Lizzanello, Caprarica, Castrì e Vernole.

La falda in parola circola nelle formazioni acquifere quaternarie rappresentate da calcareniti marnose a grana media o medio-fine, talora associate a sabbioni calcarei o a calcari

grossolani fossiliferi dello spessore medio di circa $70 \div 80$ m e poggianti sulle formazioni plioceniche arenacee a grana fine praticamente impermeabili. Qui i terreni costituenti l'acquifero sono dotati di una discreta permeabilità e la falda circola in essi, generalmente a pelo libero, a profondità variabili da pochi metri nelle fasce costiere a $10 \div 30$ m nelle aree più interne.

In taluni casi, tra quelli sopra trattati, laddove non sussiste un letto impermeabile ben definito (che sostiene l'acquifero, ovvero un substrato argilloso continuo), si è riscontrata la presenza di diversi livelli d'acqua sovrapposti e ciascuno appartenente ad acquiferi con differenti ed indipendenti tipi di circolazione. Tali situazioni sono state sicuramente rinvenute sia nell'area di Otranto, ove vi è la presenza di almeno 2 acquiferi sovrapposti, che nelle aree limitrofe a S.Cesareo (laddove si sono sovente evidenziate 5 falde superficiali, sovrapposte e/o a contatto laterale).

In condizioni idrodinamiche opportune si possono creare interscambi sia tra le acque di differenti acquiferi di bacini adiacenti, che, in presenza di discontinuità tettoniche, anche tra le acque superficiali e quelle della falda profonda. Inoltre, la presenza di discontinuità nello strato impermeabile interposto, prodotte dalla fratturazione e/o da variazioni eteropiche di facies, può causare scambi idrici attraverso i diversi acquiferi sovrapposti.

Tale situazione, come è stato osservato in alcune zone, si viene a creare principalmente nelle aree più prossime alla costa.

2.3.4 Permeabilità dei terreni in affioramento

Allo scopo di pervenire ad un livello di conoscenza di base, fruibile per la pianificazione dei recapiti finali degli effluenti rivenienti da tutti gli impianti di depurazione e/o trattamento dei comparti civili, si è reso necessario uno studio sulle caratteristiche delle permeabilità dei terreni in affioramento.

Per valutare le caratteristiche di permeabilità dei terreni affioranti, sono risultati di fondamentale importanza, oltre che gli schemi geolitologici a carattere regionale, i dati di carattere stratigrafico relativi ai punti acqua esistenti.

Si sono definiti vari raggruppamenti di unità litologiche caratterizzate da un grado di permeabilità qualitativamente simile che, anche se non suscettibile di essere tramutato in

valore quantitativo e che localmente può non risultare rappresentativo della situazione reale, ancorchè suffragato dall'elaborazione di una serie di dati non trascurabile, può essere definito come un buon punto di partenza per un approccio metodologico alla problematica illustrata in premessa e qui sopra richiamata.

Ogni raggruppamento effettuato rappresenta un accorpamento di terreni a confrontabile grado di permeabilità. La zonizzazione proposta individua le seguenti classi di permeabilità:

1. terreni praticamente impermeabili
2. terreni scarsamente permeabili
3. terreni mediamente permeabili
4. terreni molto permeabili

Tale classificazione in funzione del grado di permeabilità è stata volutamente mantenuta la stessa per le unità idrogeologiche del Gargano, della Murgia e del Salento, ritenuti costituiti da terreni litologicamente confrontabile, al fine di permettere una facile correlabilità.

Il concetto di base che ha portato a definire i diversi raggruppamenti varia infatti se si considera l'unità idrogeologica del Tavoliere. Infatti, per quel che riguarda il Gargano, le Murge e per la maggior parte del territorio salentino, la grande estensione areale di depositi carbonatici porta a ritenere che in tali aree il tipo di permeabilità sia prevalentemente per fessurazione e/o per carsismo.

Il Tavoliere invece è essenzialmente costituito da terreni incoerenti in cui il grado di permeabilità è legato alle caratteristiche granulometriche, di sedimentazione e di diagenesi degli stessi.

Per tali terreni del Tavoliere, permeabili per porosità, si è altresì ritenuto più idoneo effettuare raggruppamenti in cui le varie classi considerino un intervallo significativamente più ampio di permeabilità che è, infatti, rispettivamente stata definita da media ad alta, da bassa a media, da scarsa a bassa e praticamente nulla.

E' ancora da sottolineare, infine, come una possibile correlazione tra i termini formazionali che costituiscono le unità geologiche e i raggruppamenti dei vari litotipi che confluiscono nelle 4 classi a diverso grado di permeabilità, sia poco significativa, in quanto terreni di età differente possono avere caratteristiche idrogeologiche, che condizionano la loro permeabilità, simili o uguali e quindi ricadere nella stessa classe. Viceversa, vicissitudini

differenti possono aver diversificato sedimenti coevi o appartenenti ad una stessa unità tanto da aver fatto assumere, agli stessi, gradi di permeabilità diversi.

Sulla base di quanto detto si possono distinguere i seguenti raggruppamenti per le 4 unità idrogeologiche principali di seguito richiamate:

- Gargano;
- Tavoliere;
- Murge;
- Salento.

Gargano

Nel Gargano sono state considerate:

>>> Rocce molto permeabili:

- calcari in banchi e in strati (spessore > 40 cm)
- calcari in strati medi e sottili
- calcari, calcari dolomitici e dolomie stratificati

>> Rocce discretamente permeabili:

- sabbie prevalentemente calcaree
- calcari massicci
- calcareniti tenaci a grana medio - grossolana
- detriti calcarei cementati e non

> Rocce scarsamente o raramente permeabili:

- sabbie, limi e argille (palustri o alluvionali)
- calcareniti tenere a grana fine e media
- calcareniti tenere a grana medio - grossolana
- calcareniti tenaci a grana fine e media

- coni di deiezione
- depositi di colmata
- conglomerati poligenici con lenti e livelli sabbiosi

> Rocce praticamente impermeabili:

- terre argillose con pezzame e ciottoli calcarei
- limi e argille
- calcari con selce stratificati
- dolomie e calcari massicci dolomitici
- alternanze calcareo-marnoso-argillose

Tavoliere

Nel Tavoliere è stata attribuita la seguente permeabilità:

>>> da media ad alta:

- sabbie prevalentemente silico – clastiche
- calcari in banchi e in strati (spessore > 40 cm)

>>da bassa a media:

- ghiaie, sabbie e limi degli alvei attuali
- ghiaie poligeniche, sabbie e limi;
- detriti calcarei cementati e non
- conglomerati poligenici con lenti e livelli sabbiosi
- sabbie prevalentemente calcaree
- coni di deiezione

> da scarsa a bassa:

- terre argillose con pezzame e ciottoli calcarei
- sabbie, limi e argille (palustri o alluvionali)
- arenarie quarzoso – feldespatiche massicce o in banchi
- alternanze calcareo–marnoso–argillose
- gessi con intercalazioni anidritiche, calcaree, argillose
- frane
- depositi di colmata (sabbie limose e argille sabbiose)

= praticamente nulla:

- limi e argille
- arenarie quarzose con intercalazioni pelitiche
- arenarie quarzoso – feldespatiche con intercalazioni pelitiche
- marne argillose con intercalazioni arenacee/calcaree
- argille varicolori

Murgia e Salento:

Nella Murgia e nel Salento sono state considerate:

>>>> Rocce molto permeabili:

- sabbie prevalentemente silico-clastiche
- calcari in banchi e in strati (spessore > 40 cm)
- calcari in strati medi e sottili
- calcari, calcari dolomitici e dolomie (solo per quanto riguarda gli affioramenti del Salento)

>>> discretamente permeabili

- ghiaie, sabbie e limi degli alvei attuali
- ghiaie poligeniche, sabbie e limi

- detriti calcarei cementati e non
- sabbie prevalentemente calcaree
- dolomie e calcari dolomitici stratificati
- calcari, calcari dolomitici e dolomie stratificati (solo per quel che riguarda gli affioramenti murgiani)
- calcareniti tenere a grana media – grossolana
- calcareniti tenaci a grana media – grossolana
- con di deiezione

>> scarsamente permeabili:

- conglomerati poligenici con lenti e livelli sabbiosi
- sabbie, limi e argille (palustri o alluvionali)
- calcareniti con intercalazioni sabbiose e argillose
- frane
- depositi di colmata
- sabbie calcaree con intercalazioni limose.

> praticamente impermeabili:

- terre rosse bauxitiche e bauxiti
- terre argillose con pezzame e ciottoli calcarei
- limi e argille
- calcareniti tenere a grana fine e media
- calcareniti tenaci a grana fine e media

Subappennino Dauno

Per tale ambito geolitologico, come già specificato in premessa, la sua storia paleogeografia e le vicissitudini tettoniche, non hanno “determinato” le condizioni geologiche per l’esistenza di un definito acquifero sotterraneo. Di conseguenza i terreni in affioramento mostrano una scarsa permeabilità (peraltro facilmente evincibile dalla distribuzione quasi

capillare del reticolo idrografico), finanche pressochè omogenea nonostante le differenze geolitologiche.

Ciononostante si è propeso per completare anche questo settore della cartografia, al fine di rendere omogenea la “copertura” della mappatura geotematica.

La classificazione elaborata ha ovviamente carattere orientativo, ai fini del Piano in argomento; pertanto si rimanda alla fase successiva di progettazione una puntuale verifica delle situazioni locali.

3. STATO ATTUALE DEI CORPI IDRICI

Al fine di pervenire ad una prima caratterizzazione dello stato delle risorse idriche regionali, si è proceduto a raccogliere le informazioni disponibili rivenienti da studi e indagini eseguite in passato dagli Enti e dalle Istituzioni che a vario titolo operano o hanno operato sul territorio in tale ambito (Regione Puglia, Consorzi di bonifica-irrigazione, CNR-IRSA, Università, Politecnico di Bari).

Da tale indagine è emerso come tali informazioni, spesso disperse e disomogenee per qualità e quantità, necessitano di essere organizzate opportunamente onde renderle fruibili per una compiuta caratterizzazione dello stato di qualità dei corpi idrici. Tale attività, che esula dalle finalità del presente Piano, andrà invece opportunamente sviluppata nell'ambito delle attività connesse alla redazione del Piano di tutela.

L'attenzione, in tale contesto, è stata quindi mirata a valutare le situazioni ritenute più critiche o per le quali fosse necessario adottare prioritari interventi, volti alla tutela della risorsa, nell'ambito del "Programma di interventi urgenti a stralcio per l'adempimento degli obblighi comunitari in materia di fognatura, collettamento e depurazione".

Sulla base delle informazioni disponibili sono stati quindi esaminati i seguenti corpi idrici:

- Il Mar Piccolo di Taranto;
- La Laguna di Lesina;
- La Laguna di Varano;
- Le acque marino costiere;
- I corsi d'acqua superficiali;
- Le acque sotterranee.

Di seguito si sintetizzano i risultati dell'indagine espletata.

3.1 IL MAR PICCOLO DI TARANTO

Questo corpo idrico viene trattato disgiuntamente dalle acque marine costiere, in quanto, sulla base dell'analisi condotta e di seguito sintetizzata, si ravvisano rischi di

fenomeni eutrofici che hanno condotto alla decisione di considerarlo area sensibile ai sensi dell'art. 18 e dell'all.6 del D.Lgs 152/99.

Il Mar Piccolo di Taranto è composto da due sottobacini, di forma ellittica, denominati rispettivamente I e II Seno.

La profondità media del bacino risulta alquanto bassa, con valori pari a circa 9 m nel primo Seno e 6 m nel II Seno. La superficie totale del bacino è pari a 20 ettari circa.

Le correnti del bacino hanno carattere circuitale a bassa intensità e sono dovute principalmente a fattori quali le maree, i venti, le sorgenti sottomarine, localmente chiamate citri, nonché, da qualche decennio, anche all'aspirazione delle acque dal I Seno effettuate dal Siderurgico di Taranto per il raffreddamento degli altiforni (~150.000 m³/h). Gradienti di temperatura e di salinità assumono importanza rilevante nello scambio tra le masse d'acqua tra i due Seni, nonché fra il Mar Piccolo ed il Mar Grande di Taranto.

A causa della stratificazione delle acque, soprattutto in estate, si osserva un deficit di saturazione di ossigeno a livello delle acque di fondo, con grave fenomeni di ipossia ed anossia. L'inquinamento da sostanze organiche dovuto a scarichi urbani, aggrava la situazione presente sui fondali.

3.1.1 Scarico dei reflui nel corpo idrico

Il bacino versante intorno al Mar Piccolo ed al Mar Grande di Taranto ha un'estensione di circa 500 km². Il Mar Piccolo ha un volume pari a circa 0,150 km³ di acqua, con notevoli problemi di ricambio idrico a causa delle basse escursioni di marea. Nel bacino si versano numerosi scarichi urbani, fra questi, lo scarico più importante è rappresentato dal canale D'Aiedda che raccoglie i reflui civili di 8 comuni appartenenti alla provincia di Taranto e Brindisi e che presenta una portata media di circa 1 mc/s. Il Mar Grande di Taranto invece, con i suoi 0,500 km³, è il recapito finale di una serie di scarichi civili. Infine, a ridosso di Punta Rondinella, sono presenti gli scarichi industriali provenienti dal siderurgico (~130.000 m³/h) e dalla raffineria (~7.000 m³/h).

3.1.2 Principali caratteri chimici, fisici e biologici del bacino

Temperatura

La temperatura delle acque del Mar Piccolo varia da un minimo di circa 9°C a gennaio ad un massimo di 26°C ad agosto. Nel periodo primaverile e, successivamente in quello estivo, la temperatura superficiale delle acque si separa nettamente da quella del fondo. Questa situazione si modifica sensibilmente a partire dall'autunno. Dai dati di letteratura si evidenzia che è il mese di febbraio quello che evidenzia le minime temperature nel bacino, così come è quello di agosto quello con le temperature più alte. Le stazioni prossime ai citri presentano temperatura più alta in inverno e più fredda in estate evidenziando l'azione termoregolatrice generata dalle sorgenti sottomarine nei riguardi del bacino.

Ossigeno disciolto

Le concentrazioni di ossigeno più elevate si riscontrano in genere nei mesi invernali con oltre 11 mg/l, mentre quelle più basse, circa 1 mg/l, si rinvencono in prossimità del fondo ad agosto. Per quanto concerne la saturazione percentuale, si evidenzia che essa oscilla fra il 90-100% in superficie ed il 70% circa sul fondo. Situazioni di sovrasaturazione si possono riscontrare nelle acque superficiali, soprattutto nel mese di maggio, a causa dello sviluppo massivo del fitoplancton.

In linea generale, si evidenzia che le acque del I Seno, presentano una ossigenazione superiore a quella del II Seno, la qualcosa è dovuta ad un maggiore ricambio idrico.

Ammoniaca

Il valore massimo di concentrazione di ammoniaca presenta andamenti alquanto incostanti durante l'arco dell'anno. Tali valori (48-110 µg/l) sono maggiormente presenti nel I Seno e a livello dei fondali, sebbene saltuariamente possa verificarsi una inversione di tendenza con valori più alti nel II Seno.

Nitrati

Le concentrazioni più elevate (superiori a 250 µg/l), si osservano soprattutto durante i mesi invernali, allorquando più bassa è la richiesta da parte del fitoplancton. In linea generale, i valori più alti si riscontrano nel I Seno, mentre nel II le concentrazioni oscillano tra 30 e 50 µg/l.

Carica batterica

L'inquinamento batterico dei due Seni del bacino varia notevolmente a seconda delle stagioni e delle relative condizioni meteorologiche. In ogni caso si evidenzia che il I Seno presenta un grado di contaminazione superiore a quello del II Seno, soprattutto durante il periodo tardo estivo.

Azoto e fosforo

Il Mar Piccolo è caratterizzato da elevati carichi trofici sia esterni che interni. I primi derivano da apporti esterni mentre i secondi sono dovuti all'accumulo di sali minerali nei sedimenti marini, con spessori che superano in alcuni casi, anche un metro.

Le principali fonti di azoto e fosforo che si immettono nei mari di Taranto possono essere diffuse quali: precipitazioni atmosferiche, dilavamento di aree urbane, residui organici naturali ecc. e localizzate quali: effluenti domestici, industriali e di allevamenti animali.

La quantizzazione dei carichi provenienti da fonti diffuse è abbastanza difficile.

L'apporto di fosforo atmosferico può essere ritenuto trascurabile per l'assenza nell'area di Taranto di industrie che utilizzano minerali fosfatici. Al contrario è notevole l'emissione industriale di ossido di azoto, stimata in circa 11.000 t/anno di NOx. Il contributo di azoto e fosforo proveniente dai suoli coltivati si aggira, per i composti azotati intorno a 0,65 q/ha di superficie concimabile, mentre per i composti fosforati intorno a 0,42 q/ha di superficie concimabile. L'azoto presente negli scarichi domestici, è essenzialmente di tipo

organico e ammoniacale con un rapporto di N-NH₃ /N-Norg variabile da 1 a 5. I carichi di azoto e fosforo derivanti da attività industriale possono essere stimati grossolanamente dal tipo di attività e dal numero di addetti. Gli affluenti di allevamenti animali possono essere stimati dal numero delle specie allevate. Nella tabella che segue, sono riportati i calcoli sopra illustrati.

Carichi totali di azoto e fosforo provenienti dalle diverse fonti di generazione (1).

		Kg N/anno	Kg P/anno
Popolazione (abitanti)	314.214	756.912	215.269
Industria (addetti)	42.400	729.460	21.507
Zootecnia (capi)	251.234	38.589	6.492
Suolo (2)	389 km ²	1.384.436	200.992
Totale		2.909.397	444.260

(1) La popolazione, gli addetti all'industria ed i capi di bestiame sono relativi alla città di Taranto ed a quella di 9 comuni che scaricano in Mar Piccolo.

(2) 365 km² di suolo coltivato e 34 km² di suolo non coltivato.

Effetti degli scarichi di reflui urbani

Lo sversamento in mare di reflui urbani, ha come immediata conseguenza: il consumo di ossigeno disciolto, l'innescò di fenomeni di eutrofizzazione e di effetti tossici dovuti soprattutto all'ammoniaca libera in soluzione. Nel Mar Piccolo e nel Mar Grande di Taranto le concentrazioni di azoto ammoniacale però non risultano di solito superiori a 20-30 µg/l di N-NH₃ ad eccezione delle zone prossime a scarichi fognari e nella zona interessata dagli scarichi dell'ILVA in prossimità del Molo Polisettoriale.

In tali zone, i livelli di concentrazione di N-NH₃ risultano compresi tra 0,5 e 1,5 mg/l, con effetti deleteri per gli organismi acquatici (Pastore, 1976; IRSA, 1986). I reflui fognari influenzano altresì la contaminazione microbiologica delle acque; i valori di colimetria sono

normalmente compresi tra qualche decina e qualche centinaia di *Escherichia coli*/ml. Il continuo sversamento di liquami rende insufficiente la capacità autodepurativa delle acque marine e ciò determina in molte aree, soprattutto del Mar Piccolo, un elevato contenuto microbiologico, sino a 3.500 MPN x 100 ml. Lo sversamento di materiale organico nel bacino ha come effetto quello di aumentare il contenuto energetico dell'ecosistema; gran parte dei materiali sedimentano sul fondo, dove subiscono processi di degradazione per via aerobica con enorme consumo di ossigeno disciolto. Il consumo di ossigeno, innesca nei sedimenti processi di degradazione anaerobica delle sostanze organiche, con produzione di composti tossici (H_2S). Si assiste così molto spesso a crisi di anossia in corrispondenza dei fondali e a fenomeni di distrofia nelle acque con accumulo di materiali organici in decomposizione sul fondo e gravi danni alle biocenosi.

Inquinamento dei sedimenti

Tra gli inquinanti organici caratteristici dei reflui industriali, gli idrocarburi policiclici aromatici (IPA) rivestono particolare importanza a causa della loro elevata tossicità (attività mutagena e cancerogena).

I risultati ottenuti dall'Istituto Talassografico di Taranto mostrano una notevole contaminazione dell'area di mare influenzata dagli scarichi ILVA (stazioni 1-5) e una dispersione di IPA in tutto l'ecosistema esaminato. In tale area sono state caratterizzate 17 strutture policicliche aromatiche fra cui i cancerogeni benzopirene e dibenzoantracene, con livelli di concentrazione nettamente superiori a quelli riscontrati in altre zone inquinate del Mediterraneo (UNEP, 1986). La sedimentazione di materiale sospeso nell'area di mare antistante gli scarichi industriali risulta responsabile dell'incorporazione degli idrocarburi nei sedimenti. Tra gli idrocarburi presenti, quelli più solubili, come il fenantrene, l'antracene, il fluorantene ed il pirene, si ritrovano costantemente in tutti i sedimenti analizzati. Uno dei fattori che influenza la dispersione degli idrocarburi in un ecosistema marino è la "risospensione" di sedimenti inquinati ad opera di correnti e/o movimentazione delle acque prossime al fondo. Il trasporto di materiale inquinato ha come effetto la propagazione della contaminazione anche in zone non soggette a contaminazioni dirette, come per esempio l'area di mitilicoltura in Mar Grande dove si riscontrano livelli di concentrazioni apprezzabili, soprattutto per il benzopirene. Fenomeni di risospensione in tale area, hanno come effetto

immediato l'incremento del livello degli IPA nei mitili; la velocità di assunzione degli idrocarburi attraverso particelle sospese inquinate è infatti 5 volte superiore a quella diretta dall'acqua (Ribera et al., 1990).

3.1.3 Mar Piccolo di Taranto - Conclusioni

Da quanto precedentemente descritto, si evince che i bacini dei mari di Taranto risultano interessati da notevoli carichi di inquinanti. Risulta indispensabile una politica di risanamento ambientale che deve avere come obiettivo prioritario quello di ridurre drasticamente l'apporto dei carichi inquinanti e di sottoporre tutti gli scarichi urbani del comune di Taranto e dei comuni limitrofi ad opportuni trattamenti di depurazione idonei a conseguire i limiti di emissione allo scarico di cui alle Tabb. 1 e 2 dell'all. 5 al D.Lgs152/99, considerando tale corpo idrico come **“area sensibile”** ai sensi dello stesso decreto.

Non facilmente ed immediatamente risolvibile invece, è il problema dell'inquinamento dei sedimenti presenti nei mari di Taranto. L'enorme quantità di tali substrati inquinati richiederà notevoli sforzi sia gestionali sia economici per far sì che le attività produttive (industriali e portuali) e le pratiche di maricoltura possano coesistere in tale ambiente.

3.2 LA LAGUNA DI LESINA

La fascia costiera localizzata immediatamente a nord del promontorio del Gargano, è caratterizzata dalla presenza delle due lagune di Lesina e di Varano che presentano caratteristiche idro-morfologiche abbastanza differenti tra loro. La Laguna di Lesina posta nella zona più occidentale tra la foce del fiume Fortore ed il monte D'Elio, si estende per circa 20 km parallelamente alla costa non superando la larghezza di 3,4 km (media 2,4; minima 1,3 km) con una superficie di circa 51 km².

La profondità mostra un livello medio di 0,8 m con un massimo di 2 m (La Salandra - Priore, 1991) ad esclusione dei canali circumlacuali con profondità di 3-4 m.

La laguna è separata dal mare da un cordone sabbioso (Isola) largo 1-2 km mentre la comunicazione, a marea, con il mare viene assicurata da due canali: Acquarotta ad ovest e Schiapparo ad est.

Un'altra foce, S. Andrea, posta tra le due citate, è chiusa da decenni per interrimento. Nella zona orientale, oltre il canale Schiapparo, è presente un sottobacino semi-paludoso con profondità limitata, denominato localmente «sacca orientale».

Per quanto attiene il ricambio idrico, questo aspetto da oltre due secoli ha impegnato le Amministrazioni locali a promuovere progetti ed opere che facilitassero lo scambio con il mare attraverso i canali di Acquarotta, con foce a Pietre Nere, e Schiapparo ad est della laguna.

Il canale Acquarotta si estende per circa 2,8 km, ha una larghezza di circa 10-15 m e una profondità variabile da 1 a 2 m. Il canale Schiapparo risulta più corto (800 m) e più largo, arginato con recenti interventi di consolidamento delle sponde e profondità in alcuni tratti superiore ai 2 m. Su questo canale è stata costruita una paratoia con griglie azionabili elettricamente per favorire il ricambio idrico e le attività di pesca e acquacoltura.

In considerazione del modesto dislivello di marea (altezza sizigiale pari a circa 30 cm), gli scambi con il mare sono piuttosto limitati anche in relazione ai frequenti interrimenti dei canali.

La stima della portata (Villani, 1984) attraverso i canali risulta di circa 1-4 m³/s per i flussi e di 1-6 m³/s per i deflussi. Per favorire gli scambi con il mare anche delle aree più interne della laguna, è stato realizzato un canale circumlacuale di larghezza di 20 m e profondità di 4 m che collega le due foci seguendo parallelamente la costa sud della laguna.

Nel bacino di Lesina si sversano ben 24 corsi d'acqua torrentizi che interessano una superficie di bacino complessiva di 46.000 ettari. Questi corsi d'acqua convogliano verso la laguna materiali solidi che pur non essendo rilevanti per la stabilità dei versanti contribuiscono al lento interrimento del fondo lagunare che nel tempo ha subito un innalzamento soprattutto nella parte orientale.

L'area è inoltre sede di una ricca circolazione sotterranea alimentata dal massiccio gorganico (Cotecchia, 1966). Questa circolazione consta di acque sorgentizie di notevole importanza che affiorano per la gran parte in prossimità delle sponde sud orientali della laguna dove si rinvencono 6 sorgenti particolarmente abbondanti con una portata complessiva pari a circa 1.135 l/s. Si tratta delle sorgenti: San Nazario, Caldoli, Mascolo, Mascione, Lauro e Milena. Alcune di queste sorgenti sono caratterizzate da acqua con temperatura elevata, costante nell'arco dell'anno, con valori compresi da 20 a 27°C e per questo sono utilizzate per impianti di acquacoltura intensivi.

Le acque della laguna sono caratterizzate dall'estrema variabilità dei principali parametri chimico-fisici (temperatura, salinità, ossigeno, pH, nutrienti).

In particolare la salinità presenta valori molto differenziati nell'arco dell'anno e soprattutto nelle diverse zone della laguna; infatti la sacca orientale, a causa della ridotta circolazione e del considerevole apporto rappresentato dalle acque delle sorgive, presenta valori intorno a 4 g/l mentre la zona centrale può raggiungere valori, soprattutto nei mesi estivi, di 36-38 g/l.

La concentrazione dei sali di azoto e di fosforo, contrariamente a quanto si è indotti a credere, non risulta eccessiva (N inferiore a 1 mg/l, P inferiore a 40 µg/l); tuttavia si tratta di acque mesotrofiche che in ragione del lento ricambio idrico stagionalmente possono rientrare anche tra le acque eutrofiche. Fra gli emissari, il fiume Lauro e le idrovore apportano in laguna le quantità maggiori dei nutrienti.

Gli apporti eutrofici nella laguna riguardano anche gli scarichi urbani provenienti dai Comuni di Lesina, Poggio Imperiale, Sannicandro Garganico; si tratta di circa 700.000 m³/anno che nel Piano Generale di Risanamento delle Acque, per il 2001, vengono stimati in circa 2.000.000 di m³/anno in relazione sia all'ampliamento della rete fognaria nei tre paesi sia alla maggiore disponibilità di acqua per abitante ed anche al consumo suppletivo che si verifica nei mesi estivi in relazione alla popolazione turistica presente nel territorio. Le acque dei Comuni di Lesina e di Poggio Imperiale confluiscono nello stesso impianto di depurazione che si sversa nell'area occidentale, mentre quelle del Comune di Sannicandro Garganico vanno nella zona orientale.

Inoltre nel territorio operano alcuni impianti di acquacoltura intensivi rivolti all'allevamento di spigole, orate, anguille. Gli impianti ittici si approvvigionano di acqua sorgiva e sversano nella laguna oltre 1.200 l/s. La portata eutrofizzante delle acque reflue degli allevamenti ittici non è certamente trascurabile per l'habitat lagunare.

3.2.1 Carichi di nutrienti nella Laguna di Lesina

Di seguito si riporta un quadro riassuntivo (Tab.3.2a) delle singole attività socio-economiche e produttive che si svolgono nel bacino imbrifero gravante sulla Laguna di Lesina, nonché della popolazione ivi residente, che, nel complesso, contribuiscono alla generazione dei carichi esterni di nutrienti gravanti sulla laguna.

Tab. 3.2a – Potenzialità e caratteristiche delle attività socio-economiche rivenienti nel bacino imbrifero della Laguna di Lesina.

Località	Pop. Residente		Zootecnia (capi)					Acquacoltura		Agricoltura		
	ab. (n.)	m ³ /anno	B	S	E	O	P	Vol. (m3/s)	Prod. (t/a)	Sem. (ha)	Perm. (ha)	Prato (ha)
Lesina	6415	730000	349		13	2280	6260	1,1	120	5954	193	154
Poggio Imp.	3232					405	0,8	250	4234	257	97	
Sannicandro	19525	915000	3269	166	95	2049	547	0,25	60	3084	1252	6353

B = Bovini; S = Suini; E = Equini; O = Ovini; P = Polli

Nella suddetta tabella sono anche riportati i dettagli quantitativi sulle potenzialità e sulle caratteristiche peculiari delle diverse attività, ovvero il numero dei capi zootecnici presenti, la produttività annua delle attività di acquacoltura e dei volumi di acque utilizzati nei cicli produttivi. È riportata, inoltre, la destinazione d'uso prevalente dei suoli, nonché le superfici delle aree coltivate e non, dei prati e dei pascoli.

La tabella successiva (Tab. 3.2b) riassume i dati salienti della valutazione dei carichi complessivi di azoto e fosforo, nonché le ripartizioni percentuali per attività produttiva in ciascuna pertinenza territoriale.

Tab. 3.2b – Carichi totali annui di azoto e di fosforo gravanti sul bacino della Laguna di Lesina (Kg/anno).

	Lesina		Poggio Imperiale		Sannicandro G.		Ripartiz. %	
	N	P	N	P	N	P	N	P
Carichi domestici	16060	16060	(°)	(°)	43000	2280	25	8
Acquicoltura	35000	2900	72000	6000	17000	1500	52	32
Agricoltura	13000	7320	9400	5200	8900	4800	13	54
Zootecnia	2420	356	75	30	20000	1730	10	6
Carichi esterni totali	66500	11000	81500	11200	89000	10300	100	100

Carichi interni N: 182.500; P: 18.200

Carico totale N: 420.000; P: 50.700

(°) Scarica nell'impianto di Lesina

In base a dette valutazioni risulta un carico totale annuo di azoto pari a 420.000 kg (237.000 kg (56,4%) dagli apporti esterni drenati dal bacino imbrifero e 183.000 kg (42,6%) dagli apporti interni associati ai sedimenti di fondo, laddove il carico di fosforo ammonta a complessivi 50.700 kg di cui 32.500 (64%) associati ai carichi esterni (drenaggio) e 18.200 kg (36%) associati ai carichi interni (sedimenti). Il rapporto dei carichi globali di N:P risulta pari a 8,3 in accordo con quanto riportato in letteratura in sistemi lagunari simili con controllo nutrizionale operato dai composti del fosforo.

I citati quantitativi annui di nutrienti dovrebbero accumularsi nel bacino di raccolta della laguna e diluirsi nel volume idrico stimato di circa 50.000.000 m³ distribuiti ad una profondità media di circa 1 m. Ne deriverebbero concentrazioni medie di azoto e fosforo inusitatamente alte. I quantitativi globali gravanti sul bacino idrico devono essere considerati alla luce dei ricambi idrici e dei regimi idraulici cui le acque della laguna sono soggette nell'arco dell'anno. Al riguardo, in base a valutazioni di natura idrogeologica e meteorologica, si stimano apporti idrici in laguna, dai vari immissari (superficiali e sotterranei), pari a circa 80.000.000 m³/anno ed una evaporazione media annua pari a 60.000.000 m³/anno. In queste condizioni si stima un ricambio medio delle acque della laguna, T_w , pari a circa un anno.

Avendo attribuito ai composti del fosforo il ruolo di agente limitante della produzione delle biomasse vegetali, e quindi di specie chimica controllante le fenomenologie eutrofiche, in base ai dati ora disponibili è possibile effettuare una prima valutazione teorica delle

condizioni trofiche della laguna di riferimento. All'uopo vengono calcolati i carichi areali di fosforo ($\text{gP/m}^2/\text{anno}$) gravanti sullo specchio d'acqua e correlati ai parametri morfometrici peculiari del bacino stesso, ovvero al rapporto fra la profondità media, z , della laguna ed il tempo di ricambio delle acque, T_w (Vollenweider). Nel caso di riferimento il rapporto fra la profondità e il tempo di ricambio, z/T_w , è assunto ragionevolmente pari a:

$$1 \text{ (} z = 1 \text{ m e } T_w = 1 \text{ anno).}$$

La Fig. 3.2a riporta il punto rappresentativo del carico areale teorico di fosforo per la laguna di Lesina ($1,01 \text{ gP/m}^2, \text{ anno}$) che si colloca nella regione di eutrofia del diagramma rappresentativo del citato modello di Vollenweider. Il carico areale effettivo, tuttavia, calcolato in base alle determinazioni della campagna analitica condotta recentemente sulle acque del bacino, risulta circa quindici volte inferiore ($0,070 \text{ gP/m}^2/\text{anno}$) rispetto al valore teorico valutato in base ai carichi stimati. Il punto rappresentativo del carico effettivo si colloca in piena regione oligotrofica del citato diagramma di Vollenweider (Fig. 3.2a). Evidentemente, la considerevole ricircolazione di acque marine (in ingresso ed uscita) dalla costa adiacente in corrispondenza delle maree giornaliere dalle notevoli concentrazioni di nutrienti rilevate nei canali di collegamento, associata al periodo stagionale consente l'esportazione (smaltimento) verso il mare dei ragguardevoli carichi di nutrienti solo potenzialmente gravanti sul corpo idrico. Inoltre, va considerata l'asportazione continua di fosforo dalla laguna, grazie alle intense attività di pesca, che operano su specie ittiche accresciute nell'ambito della stessa laguna. Tale esportazione, che a seconda degli anni può variare d'intensità, può essere considerata come una vera e propria via di fuga di fosforo, azoto e altri sali minerali dall'ambiente acquatico verso il territorio circostante.

La situazione è confermata in base ad una ulteriore valutazione complessiva dello stato trofico del bacino basata su un modello che valuta sia le condizioni attuali che quelle di equilibrio dello stesso. Dall'esame della Fig. 2.B risulta che le condizioni attuali sulla base delle risultanze analitiche delle campagne di rilevamento effettuate nel mese di marzo 1995 ($P: 70 \text{ mg/m}^3$; $T_w = 1 \text{ anno}$) collocano il bacino in esame al limite fra le condizioni di meso ed eutrofia. Tale situazione non risulta, tuttavia, in equilibrio in quanto dallo stesso grafico si evincono valori di fosforo totale e clorofilla pari rispettivamente a 25 mg/m^3 e 6 mg/m^3 . Verosimilmente le condizioni meteorologiche del mese in oggetto non sono state tali da innescare fenomeni di riproduzione algale con conseguente diminuzione della concentrazione del fosforo ed aumento di quella della clorofilla. Con l'approssimarsi di periodi

meteoclimatici più favorevoli allo sviluppo delle biomasse algali (maggio-giugno) tale situazione evolverà verso condizioni trofiche di equilibrio e potranno manifestarsi localmente anche fenomeni eutrofici.

Dalla valutazione del carico geochimico naturale del fosforo (condizioni di equilibrio trofico), in base agli indici morfoedafici (MEI) caratteristici del bacino, si ottiene un valore di carico areale dell'ordine di 0,0077 gP/m²/anno che viene riportato in corrispondenza del valore atteso in Fig. 2.A ai fini di un facile confronto con il valore effettivo di 0,070 gP/m²/anno. Questi ultimi due dati risultano molto vicini fra di loro, e comunque sufficientemente bassi, da non destare, al momento preoccupazioni di sorta. Si osserva, comunque, una tendenza al peggioramento che richiede estrema cautela al fine di preservare gli ambienti lagunari i quali risultano estremamente delicati dal punto di vista ecologico generale.

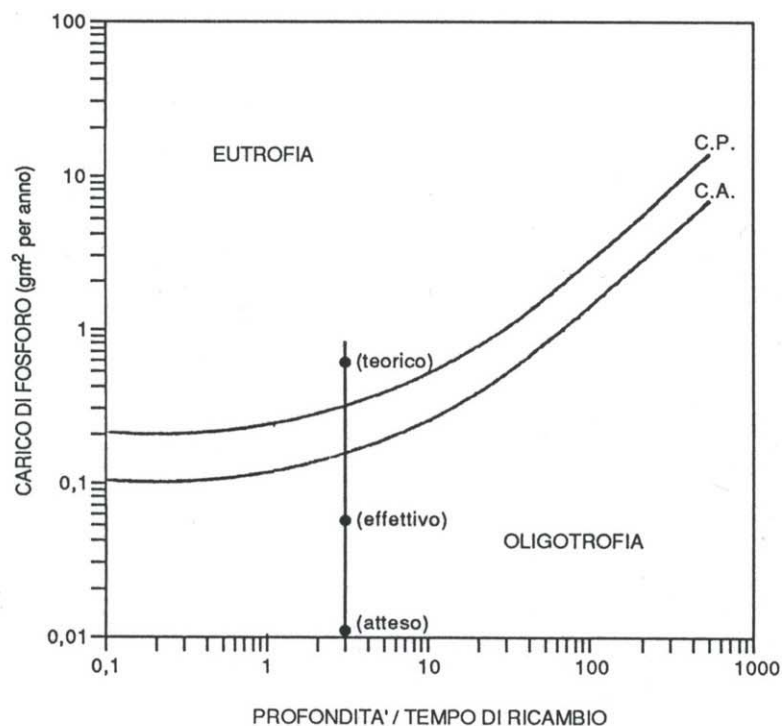


Fig.3.2a Carichi areali di fosforo teorico, effettivo e atteso nella Laguna di Lesina.

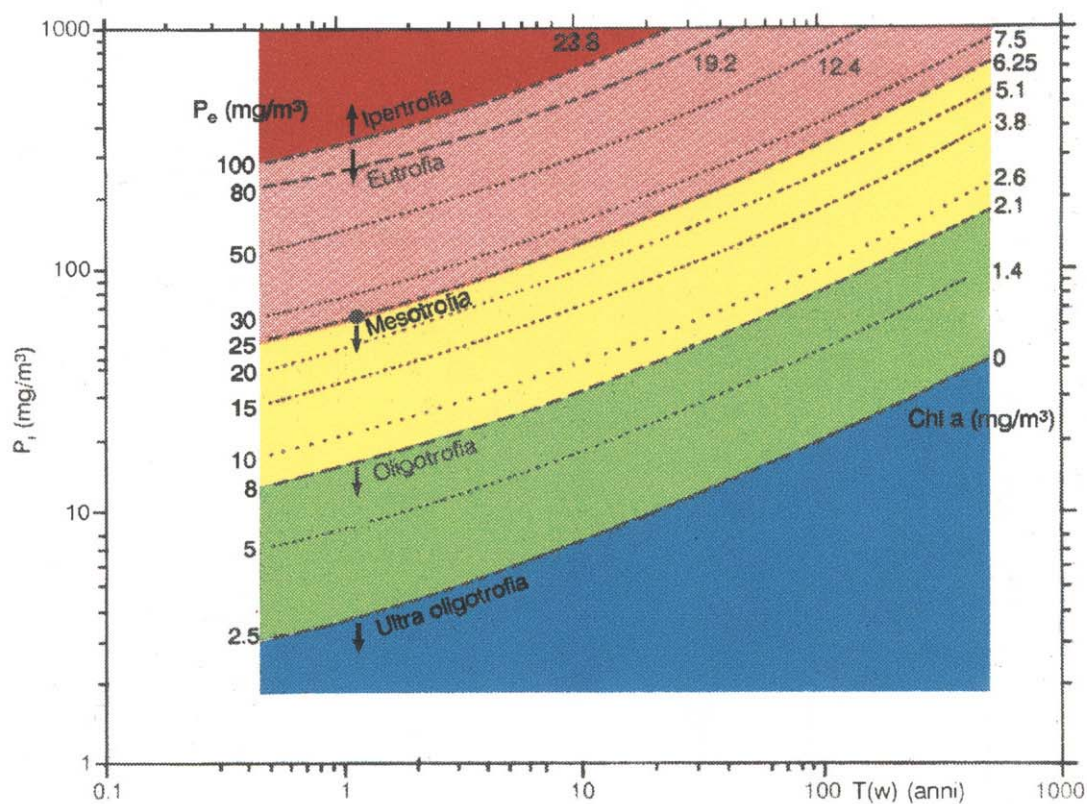


Fig.3.2b Carico areale di fosforo nella Laguna di Lesina in funzione della clorofilla e del tempo di ricambio T_w .

3.2.2 Caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche delle acque

Si riportano, in questo paragrafo i dati relativi a 6 campagne di campionamenti di acque lagunari effettuate nel periodo compreso tra settembre 1994 e marzo 1995.

In totale le stazioni da cui sono state campionate delle acque da sottoporre ad analisi ammontano a 50 così come indicato nella Tab. 3.2c e raffigurato nella Fig. 3.2c.

I risultati delle analisi chimiche e microbiologiche effettuate sui 50 campioni di acqua analizzati sono riportati nelle Tabb. 3.2a÷i, rispettivamente per ciascuna campagna effettuata.

Nelle stesse tabelle sono stati riportati altresì i risultati di alcune elaborazioni statistiche in modo da poter agevolare la comprensione dell'andamento dei principali parametri tanto in senso spaziale che in senso temporale.

Tab. 3.2c – Numero di campioni d'acqua prelevati dalla Laguna di Lesina e relativa localizzazione geografica.

Staz. n.	Latitudine	Longitudi ne	CAMPAGNE DI PRELIEVO					
			18/10/'94	29/12/'94	6/3/'95	16/3/'95	25/3/'95	27/3/'95
1	41° 53,05'	15° 19,22'	-	-	-	1	-	-
5	41° 52,46'	15° 19,90'	-	-	-	1	-	-
6	41° 53,05'	15° 20,80'	1	1	1	1	-	-
8	41° 52,41'	15° 20,69'	1	1	1	-	-	-
9	41° 51,98'	15° 20,75'	-	-	-	1	-	-
12	41° 52,28'	15° 21,35'	-	-	-	1	-	-
13	41° 53,16'	15° 22,15'	-	-	-	-	1	-
15	41° 52,10'	15° 22,17'	-	-	-	-	1	-
17	41° 52,75'	15° 22,90'	1	1	1	-	1	-
19	41° 53,20'	15° 23,60'	-	-	-	-	1	-
20	41° 52,92'	15° 23,65'	-	-	-	-	1	-
21	41° 53,25'	15° 24,29'	-	-	-	-	-	1
23	41° 52,28'	15° 25,05'	1	1	1	-	-	-
24	41° 52,66'	15° 25,11'	-	-	-	-	-	1
26	41° 52,90'	15° 25,75'	-	-	-	-	-	1
28	41° 53,35'	15° 26,49'	1	1	1	-	-	1
30	41° 52,40'	15° 26,49'	1	1	1	-	-	-
31	41° 53,43'	15° 27,21'	-	-	-	-	-	1
32	41° 52,92'	15° 27,21'	-	-	-	-	-	1
33	41° 52,42'	15° 27,21'	-	-	-	-	-	1
34	41° 53,43'	15° 27,95'	-	-	-	-	1	-
35	41° 52,92'	15° 27,95'	1	1	1	-	1	-
36	41° 52,42'	15° 27,95'	-	-	-	-	-	1
37	41° 53,60'	15° 28,69'	-	-	-	-	-	1
38	41° 53,07'	15° 28,69'	-	-	-	-	-	1
39	41° 52,55'	15° 28,69'	-	-	-	-	1	-
40	41° 53,65'	15° 29,40'	-	-	-	-	1	-
41	41° 53,18'	15° 29,40'	1	1	1	-	1	-
43	41° 53,80'	15° 30,10'	-	-	-	1	-	-
45	41° 53,01'	15° 30,13'	-	-	-	1	-	-
46	41° 53,98'	15° 30,78'	1	1	1	1	-	-
48	41° 53,31'	15° 30,92'	-	-	-	1	-	-
50	41° 53,85'	15° 31,36'	1	1	1	1	-	-
TOTALI CAMPIONI			10	10	10	10	10	10

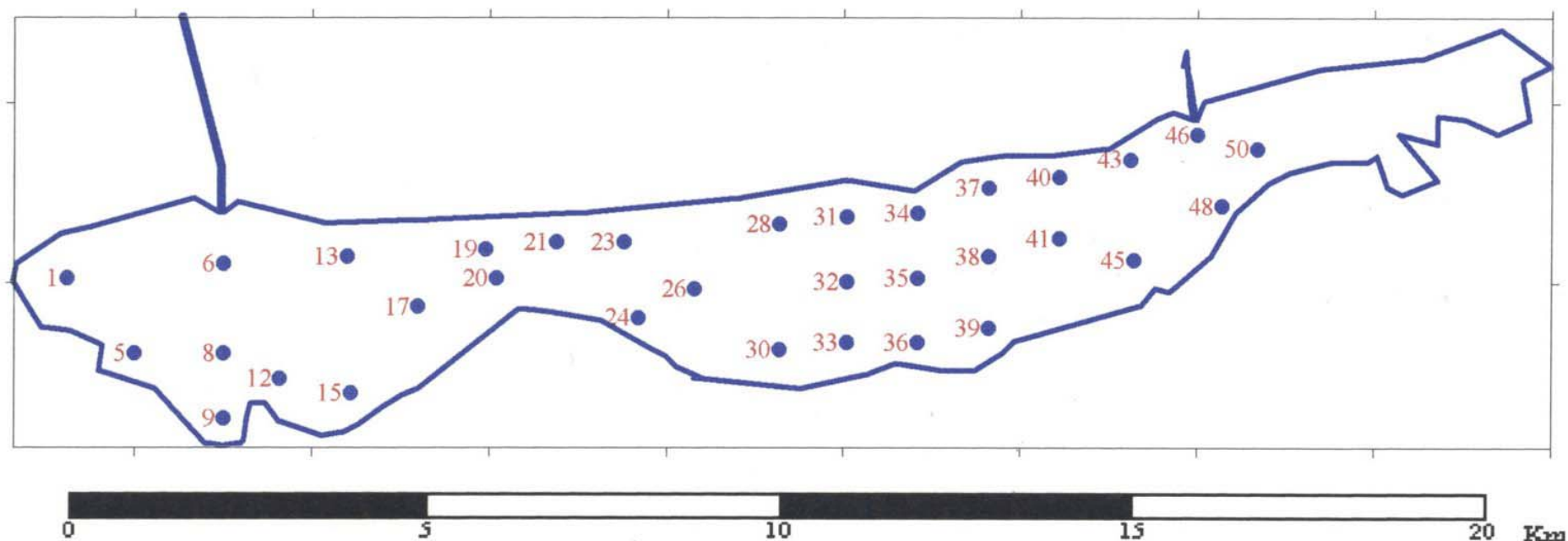


Fig.3.2.c – Localizzazione delle stazioni di campionamento di acqua sottoposti ad analisi chimiche e microbiologiche prescelte nella Laguna di Lesina.

Tab. 3.2d - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (Ottobre 1994).

Parametri	ACQUE LAGUNA DI LESINA												ELABORAZIONI STATISTICHE			
	STAZIONI												Valore Max	Valore Min	Valore Medio	Dev. St. (±)
	6	8	17	23	28	30	35	41	46	50						
Temp. acqua (°C)	17.2	17.4	17.8	18.0	18.9	18.3	18.1	18.1	18.3	20.5			20.5	17.2	18.3	0.9
Salinità (‰)	38.5	37.7	34.9	31.1	28.2	28.4	22.3	23.4	16.7	15.0			38.5	15.0	27.6	8.2
Ossigeno dis. (ppm)	6.52	5.69	7.00	8.52	8.67	7.50	8.21	8.01	8.73	10.37			10.37	5.69	7.92	1.32
Ossigeno dis. (%)	85.3	74.5	90.6	108.2	110.6	94.7	99.3	97.6	102.7	126.1			126.1	74.5	99.0	14.3
pH	8.0	7.9	8.3	8.5	8.5	8.4	8.4	8.3	8.3	8.7			8.7	7.9	8.3	0.2
NH4 (µg/l)	29.2	35.9	22.8	17.5	19.3	19.4	29.9	25.9	30.4	18.8			35.9	17.5	24.9	6.3
NO2 (µg/l)	39.9	37.9	35.4	31.5	31.2	34.7	43.4	32.2	46.5	31.0			46.5	31.0	36.4	5.4
NO3 (µg/l)	44.1	53.1	38.7	36.4	42.7	40.2	42.3	39.3	44.7	31.6			53.1	31.6	41.3	5.7
PO4 (µg/l)	13.1	12.4	10.6	9.6	11.4	12.2	12.7	11.8	15.6	10.7			15.6	9.6	12.0	1.7
P tot. (µg/l)	20.4	25.3	15.6	13.9	15.8	14.9	19.8	16.3	26.7	14.7			26.7	13.9	18.3	4.6
Esaclorobenzene (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Lindano (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDE (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDT (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
PCB1260 (µg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	-	-
BHC (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Solidi sospesi (mg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Solidi sedim. (ml/l)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0	0.0	-	-
Colif. tot. (MPN/100 ml)	240	460	240	75	240	75	240	240	1100	240			1100	75	315	296
Colif. fec. (MPN/100 ml)	4	9	0	0	4	4	4	4	75	9			75	0	11	23
Strept. tot. (MPN/100 ml)	75	240	23	9	75	23	75	75	460	240			460	9	130	142
Strept. fec. (MPN/100 ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2			4	0	1	1
Clorofilla A (µg/l)	1.34	0.80	0.90	1.34	1.45	1.10	1.13	1.00	2.40	1.31			2.40	0.80	1.28	0.45

Tab. 3.2e - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (Dicembre 1994).

Parametri	ACQUE LAGUNA DI LESINA												ELABORAZIONI STATISTICHE			
	STAZIONI												Valore Max	Valore Min	Valore Medio	Dev. St. (±)
	6	8	17	23	28	30	35	41	46	50						
Temp. acqua (°C)	10.8	11.1	10.8	11.0	10.9	11.1	10.8	11.1	10.9	10.9			11.1	10.8	11.0	0.1
Salinità (‰)	34.0	33.6	30.8	27.1	22.7	27.3	20.6	19.6	18.1	7.3			34.0	7.3	24.1	8.2
Ossigeno dis. (ppm)	7.85	7.78	8.75	10.28	10.67	8.14	10.14	10.45	10.82	12.89			12.89	7.78	9.78	1.63
Ossigeno dis. (%)	87.8	87.3	95.8	110.6	111.6	88.1	104.4	107.7	108.7	122.0			122.0	87.3	102.4	12.0
pH	8.0	7.9	8.3	8.4	8.7	8.4	8.7	8.7	8.6	8.9			8.9	7.9	8.5	0.3
NH4 (µg/l)	273.0	236.0	58.0	24.0	26.0	37.0	58.0	62.0	12.0	31.0			273.0	12.0	81.7	93.0
NO2 (µg/l)	100.4	112.5	42.7	15.8	16.0	18.3	33.8	38.5	34.1	18.1			112.5	15.8	43.0	35.0
NO3 (µg/l)	322.0	315.0	73.0	44.0	42.0	48.0	81.0	75.0	39.0	53.0			322.0	39.0	109.2	111.3
PO4 (µg/l)	83.0	98.0	24.0	11.0	13.0	21.0	17.0	26.0	8.0	18.0			98.0	8.0	31.9	31.6
P tot. (µg/l)	136.0	153.0	41.0	18.0	20.0	37.0	31.0	40.0	19.0	26.0			153.0	18.0	52.1	49.6
Esaclorobenzene (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.12			0.12	<0.1	-	-
Lindano (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDE (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDT (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
PCB1260 (µg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	-	-
BHC (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Solidi sospesi (mg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Solidi sedim. (ml/l)	<0.05	<0.05	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			<0.05	0.0	-	-
Colif. tot. (MPN/100 ml)	23	240	75	23	23	23	75	240	75	240			240	23	104	97
Colif. fec. (MPN/100 ml)	0	23	4	0	0	0	4	75	4	23			75	0	13	23
Strept. tot. (MPN/100 ml)	23	240	23	75	23	23	23	240	23	75			240	23	77	89
Strept. fec. (MPN/100 ml)	0	0	0	2	0	0	0	4	0	0			4	0	1	1
Clorofilla A (µg/l)	1.20	1.40	1.10	1.30	1.30	1.00	1.10	1.40	1.00	1.20			1.40	1.00	1.20	0.15

Tab. 3.2f - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (prima settimana di Marzo 1995).

Parametri	ACQUE LAGUNA DI LESINA												ELABORAZIONI STATISTICHE			
	STAZIONI												Valore Max	Valore Min	Valore Medio	Dev. St. (±)
	6	8	17	23	28	30	35	41	46	50						
Temp. acqua (°C)	8.7	8.7	9.2	9.2	9.2	9.3	9.2	9.4	9.0	10.3			10.3	8.7	9.2	0.4
Salinità (‰)	27.0	26.1	23.4	21.2	20.9	20.2	20.2	20.2	17.4	18.3			27.0	17.4	21.5	3.1
Ossigeno dis. (ppm)	9.13	9.11	9.35	9.61	9.85	10.90	10.27	9.85	9.97	10.01			10.90	9.11	9.81	0.54
Ossigeno dis. (%)	93.0	91.9	94.3	95.5	98.1	108.2	101.8	97.9	96.6	100.3			108.2	91.9	97.8	4.8
pH	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.5	8.4	8.4	8.3	8.3			8.5	7.9	8.2	0.2
NH4 (µg/l)	22.0	22.0	23.0	18.0	19.0	24.0	31.0	30.0	24.0	17.0			31.0	17.0	23.0	4.6
NO2 (µg/l)	13.0	12.0	11.0	11.0	13.0	18.0	13.0	21.0	15.0	9.0			21.0	9.0	13.6	3.6
NO3 (µg/l)	28.0	38.0	33.0	32.0	29.0	33.0	37.0	35.0	38.0	30.0			38.0	28.0	33.3	3.7
PO4 (µg/l)	18.0	17.0	16.0	20.0	12.0	16.0	24.0	22.0	19.0	11.0			24.0	11.0	17.5	4.1
P tot. (µg/l)	25.0	30.0	29.0	34.0	25.0	29.0	38.0	36.0	33.0	22.0			38.0	22.0	30.1	5.2
Esaclorobenzene (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Lindano (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDE (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDT (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
PCB1260 (µg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	-	-
BHC (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Solidi sospesi (mg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Solidi sedim. (mg/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05			<0.05	<0.05	-	-
Colif. tot. (MPN/100 ml)	0	0	0	0	9	0	9	4	0	3			9	0	3	4
Colif. fec. (MPN/100 ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0
Strept. tot. (MPN/100 ml)	43	7	3	460	23	23	39	23	93	23			460	3	74	138
Strept. fec. (MPN/100 ml)	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0			4	0	0	1
Clorofilla A (µg/l)	1.27	1.20	1.10	1.30	1.40	1.10	1.20	1.40	1.20	1.40			1.40	1.10	1.26	0.12

Tab. 3.2g - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (seconda settimana di Marzo 1995).

Parametri	ACQUE LAGUNA DI LESINA												ELABORAZIONI STATISTICHE				
	STAZIONI																
	1	5	6	9	12	43	45	46	48	50			Valore Max	Valore Min	Valore Medio	Dev. St. (±)	
Temp. acqua (°C)	10.1	10.1	10.0	10.1	10.6	9.9	10.5	10.0	10.1	10.5			10.6	9.9	10.2	0.3	
Salinità (‰)	25.5	25.0	24.7	24.6	25.4	17.4	17.3	16.7	16.4	15.2			25.5	15.2	20.8	4.5	
Ossigeno dis. (ppm)	7.17	7.36	7.01	7.35	7.33	9.24	9.08	9.62	9.99	10.03			10.03	7.01	8.42	1.27	
Ossigeno dis. (%)	75.0	76.8	72.9	76.5	77.6	91.4	91.1	94.9	98.7	99.1			99.1	72.9	85.4	10.6	
pH	8.0	8.0	8.1	8.1	8.0	8.4	8.3	8.4	8.4	8.5			8.5	8.0	8.2	0.2	
NH4 (µg/l)	67.4	48.2	54.5	58.1	44.3	69.8	49.2	47.1	52.1	67.1			69.8	44.3	55.8	9.4	
NO2 (µg/l)	34.2	29.2	37.8	31.6	29.4	33.5	31.3	29.5	35.7	35.2			37.8	29.2	32.7	3.0	
NO3 (µg/l)	92.1	69.3	70.3	87.2	79.2	74.2	55.1	61.5	62.3	88.4			92.1	55.1	74.0	12.6	
PO4 (µg/l)	44.3	47.4	44.7	40.1	37.3	55.3	50.2	48.3	38.2	50.2			55.3	37.3	45.6	5.8	
P tot. (µg/l)	83.3	72.5	102.1	80.1	49.5	86.2	90.2	85.4	78.2	73.2			102.1	49.5	80.1	13.8	
Esaclorobenzene (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-	
Lindano (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-	
p,p-DDE (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-	
p,p-DDT (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-	
PCB1260 (µg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	-	-	
BHC (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-	
Solidi sospesi (mg/l)	144.0	23.0	6.0	0.1	0.1	0.6	0.4	0.4	0.8	102.0			144.0	0.1	27.7	51.7	
Solidi sedim. (ml/l)	2.1	0.5	0.1	0.1	0.1	0.4	0.2	0.3	0.4	0.8			2.1	0.1	0.49	0.6114	
Colif. tot. (MPN/100 ml)	11	9	9	23	3	23	4	6	4	3			23	3	10	8	
Colif. fec. (MPN/100 ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	
Strept. tot. (MPN/100 ml)	23	9	9	4	4	23	23	23	12	23			23	4	15	8	
Strept. fec. (MPN/100 ml)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	
Clorofilla A (µg/l)	1.71	1.52	1.83	1.75	1.43	1.61	1.92	1.83	1.74	1.50			1.92	1.43	1.68	0.16	

Tab. 3.2h - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (terza settimana di Marzo 1995).

Parametri	ACQUE LAGUNA DI LESINA												ELABORAZIONI STATISTICHE			
	STAZIONI															
	13	15	17	19	20	34	35	39	40	41			Valore Max	Valore Min	Valore Medio	Dev. St. (±)
Temp. acqua (°C)	10.6	10.3	10.7	11.5	10.7	12.6	12.3	12.3	11.9	11.8			12.6	10.3	11.5	0.8
Salinità (‰)	21.2	20.9	21.0	21.0	20.7	22.9	21.2	21.1	19.8	21.4			22.9	19.8	21.1	0.8
Ossigeno dis. (ppm)	8.47	9.36	9.74	9.46	9.65	9.96	9.66	9.11	9.47	9.81			9.96	8.47	9.47	0.43
Ossigeno dis. (%)	87.3	95.6	100.4	99.2	99.3	108.4	103.3	97.3	99.6	103.9			108.4	87.3	99.4	5.6
pH	8.3	8.4	8.5	8.5	8.5	8.1	8.1	8.1	8.1	8.1			8.5	8.1	8.3	0.2
NH4 (µg/l)	30.1	35.3	67.4	57.3	60.3	48.2	53.2	55.2	44.1	68.4			68.4	30.1	52.0	12.7
NO2 (µg/l)	21.3	20.3	32.5	42.3	35.1	33.6	35.3	30.1	28.0	31.0			42.3	20.3	31.0	6.6
NO3 (µg/l)	42.1	45.6	73.2	85.1	65.2	59.1	80.1	60.4	57.2	72.0			85.1	42.1	64.0	14.0
PO4 (µg/l)	27.0	29.1	39.2	48.1	51.1	39.4	42.0	44.1	35.0	50.2			51.1	27.0	40.5	8.3
P tot. (µg/l)	35.0	38.1	58.2	50.0	57.2	52.1	63.0	68.3	50.3	81.2			81.2	35.0	55.3	13.7
Esaclorobenzene (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Lindano (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDE (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDT (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
PCB1260 (µg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	-	-
BHC (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Solidi sospesi (mg/l)	30.0	34.1	0.1	0.2	0.1	17.2	18.0	0.1	0.1	0.5			34.1	0.1	10.0	13.6
Solidi sedim. (ml/l)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	0.1	0.9	0.1	0.1	0.2			0.9	0.1	0.212	0.2775
Colif. tot. (MPN/100 ml)	58	75	23	4	9	23	11	23	6	23			75	4	26	23
Colif. fec. (MPN/100 ml)	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0			4	0	1	1
Strept. tot. (MPN/100 ml)	30	23	9	8	9	0	8	0	12	23			30	0	12	10
Strept. fec. (MPN/100 ml)	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0			4	0	1	2
Clorofilla A (µg/l)	1.80	1.91	1.71	1.70	1.81	1.43	1.82	1.92	1.50	1.71			1.92	1.43	1.73	0.16

Tab. 3.2i - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (quarta settimana di Marzo 1995).

Parametri	ACQUE LAGUNA DI LESINA												ELABORAZIONI STATISTICHE			
	STAZIONI															
	21	24	26	28	31	32	33	36	37	38			Valore Max	Valore Min	Valore Medio	Dev. St. (±)
Temp. acqua (°C)	15.2	14.5	14.1	14.0	13.5	13.7	15.1	14.2	14.2	13.9			15.2	13.5	14.3	0.6
Salinità (‰)	25.2	22.8	22.6	21.5	19.0	18.2	22.0	17.3	19.4	18.4			25.2	17.3	20.6	2.5
Ossigeno dis. (ppm)	6.63	7.91	7.31	7.73	9.07	9.45	8.28	9.50	8.76	8.75			9.50	6.63	8.34	0.94
Ossigeno dis. (%)	77.3	89.4	82.0	85.8	98.2	102.3	94.4	103.2	96.4	95.2			103.2	77.3	92.4	8.6
pH	8.3	8.3	8.3	8.4	8.7	8.8	8.5	8.6	8.6	8.7			8.8	8.3	8.5	0.2
NH4 (µg/l)	54.0	56.1	52.2	58.3	56.4	44.1	61.3	69.4	49.1	64.0			69.4	44.1	56.5	7.3
NO2 (µg/l)	32.1	31.0	34.3	36.4	38.4	32.2	28.4	49.1	34.0	38.0			49.1	28.4	35.4	5.7
NO3 (µg/l)	70.0	75.4	72.1	77.2	75.4	75.2	104.1	84.0	56.3	70.1			104.1	56.3	76.0	12.2
PO4 (µg/l)	32.6	46.4	42.1	34.4	36.8	39.1	62.1	52.0	38.0	45.0			62.1	32.6	42.9	9.0
P tot. (µg/l)	85.1	78.3	82.3	89.1	81.4	54.4	75.0	77.0	53.2	79.3			89.1	53.2	75.5	12.1
Esaclorobenzene (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Lindano (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDE (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
p,p-DDT (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
PCB1260 (µg/l)	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1			<1	<1	-	-
BHC (µg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1			<0.1	<0.1	-	-
Solidi sospesi (mg/l)	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.5	44.0	18.1	19.2	0.1			44.0	0.1	8.3	14.7
Solidi sedim. (ml/l)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.1	0.1			0.3	0.1	0.11	0.0907
Colif. tot. (MPN/100 ml)	70	75	21	71	55	75	460	60	75	9			460	9	97	130
Colif. fec. (MPN/100 ml)	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0			4	0	0	1
Strept. tot. (MPN/100 ml)	70	23	21	71	62	23	75	28	75	23			75	21	47	25
Strept. fec. (MPN/100 ml)	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0			4	0	0	1
Clorofilla A (µg/l)	1.60	1.31	1.53	1.70	1.72	1.75	1.91	1.85	1.60	1.80			1.91	1.31	1.68	0.17

Azoto ammoniacale

Le concentrazioni di azoto ammoniacale nell'ambito della Laguna di Lesina sono variate nel corso della presente indagine da valori minimi di circa 12 µg/l a massimi di oltre 270 µg/l a seconda delle stazioni.

In generale comunque si è assistito ad un incremento della concentrazione media dell'azoto ammoniacale passando dal mese di settembre '94 a quello di marzo 1995, la qualcosa è da ricercarsi nel maggior apporto di acque reflue e di drenaggio che arricchiscono di composti azotati la laguna.

La variabilità fra stazioni, pur manifestandosi durante ogni campagna di prelievo, evidenzia una situazione di media omogeneità da cui si distaccano unicamente alcune stazioni particolari (es. n. 6, n. 8, n. 17) caratterizzate da valori più elevati di concentrazioni di azoto ammoniacale.

Quanto rilevato rientra in quella che era la situazione storica conosciuta per questo parametro sulla base di precedenti campagne di monitoraggio effettuate dal C.N.R. di Lesina.

Azoto nitroso

Le misure di azoto nitroso nell'ambito della presente indagine di monitoraggio hanno evidenziato una concentrazione mediamente più elevata di quanto precedentemente conosciuto. In effetti, sebbene anche durante il periodo da noi monitorato si siano toccate punte superiori a 100 µg/l (cosa, del resto, già verificata precedentemente), tuttavia i valori medi si sono aggirati intorno a 20-30 µg/l contro i 10 µg/l riportati in letteratura.

La ragione di questo leggero incremento è da ricercarsi a nostro avviso nel particolare periodo analizzato coincidente con maggiori apporti idrici dall'entroterra e, di conseguenza, di maggiori apporti azotati.

A solo titolo statistico, va detto che durante la presente indagine il valore minimo misurato di azoto nitroso è stato pari a 9 µg/l ed il massimo è stato di 112,5 µg/l. Le stazioni maggiormente caratterizzate dalla presenza dell'azoto nitroso sono state la n. 6 e la n. 8, vale a dire le stesse caratterizzate anche da un elevato valore di azoto ammoniacale.

Azoto Nitrico

L'azoto nitrico rappresenta una delle forme principali di azoto che interagisce con i sistemi biologici lagunari ed in particolare con fitoplancton e fitobenthos. Ne deriva di conseguenza che la sua concentrazione tenderà a variare a seconda del periodo stagionale. Dato il limitato periodo da noi analizzato (settembre-marzo), si può evidenziare chiaramente come la concentrazione di azoto nitrico sia aumentata al passare dei mesi, variando da un minimo di 28 µg/l ad un massimo di 322 µg/l. Quest'ultimo alto valore è stato misurato a dicembre 1994, immediatamente dopo intense piogge che hanno riversato in laguna grandi quantitativi di azoto, nelle sue varie forme, drenato da tutto il bacino imbrifero.

In ogni caso, punte superiori a 300 µg/l erano già note in letteratura ed erano state misurate in condizioni simili.

Il valore medio di concentrazione di nitrati in laguna calcolato nel periodo da noi indagato supera i 50 µg/l, valore tipico delle acque lagunari.

Ortofosfato

Le concentrazioni di ortofosfato nelle acque lagunari risultano strettamente correlati con quelle dei nitrati a causa del proporzionale assorbimento da parte del fitoplancton e del fitobenthos.

I valori da noi calcolati durante la presente campagna d'indagine hanno oscillato da un minimo di 8,0 µg/l ad un massimo di 98 µg/l con valore medio che è aumentato da 12 µg/l, nel periodo autunno-inverno, a circa 50 µg/l in quello primaverile.

Ovviamente, in alcune stazioni quali la n. 6 e la n. 8, più prossime all'abitato di Lesina, è stato rilevato un aumento nel valore di concentrazione dell'ortofosfato presumibilmente a seguito degli apporti terrigeni.

Fosforo totale

Così come per l'ortofosfato, anche per il fosforo totale è stato rilevato un incremento nella concentrazione al passaggio dal mese di settembre a quello di marzo che, nel periodo particolare, va considerato come ancora tardo invernale.

Le concentrazioni medie sono variate da circa 18 µg/l sino a circa 70 µg/l, con punte di oltre 150 µg/l misurate nella zona di mare prospicienti il Comune di Lesina.

Il carico di fosforo della laguna risulta alquanto elevato, oscillando da una situazione di mesotrofia ad una di rischio di eutrofia, con tutte le conseguenze che ne possono derivare sul piano ambientale.

Pesticidi

Tutte le indagini effettuate nel corso della presente indagine hanno evidenziato la completa assenza di anticrittogamici nelle acque della laguna. Le indagini chimiche, effettuate presso i laboratori di Castalia di Genova, hanno riguardato in particolare i seguenti composti: Esaclorobenzene, Lindano, p,p,-DDE, p,p-DDT, PCB1260, BHC e tutti questi sono sempre risultati al disotto della soglia di concentrazione apprezzabile dallo strumento.

Carica microbica

Sulla base dei dati disponibili si rileva una situazione di generale non contaminazione microbiologica delle acque. Episodi di puntuale inquinamento si rilevano localizzati strettamente alle sole aree immediatamente prospicienti gli scarichi. I fenomeni di diluizione e quelli di sedimentazione favoriscono in maniera significativa l'abbattimento della carica microbica ed il conseguente mantenimento di condizioni ottimali da un punto di vista batteriologico delle acque della Laguna di Lesina.

Clorofilla “A”

I valori medi di concentrazione di clorofilla “A” variano di poco ed in genere hanno oscillano intorno a circa 1,5 µg/l. Solo a settembre 1994 sono state misurate concentrazioni superiori a 2 µg/l. I valori riscontrati sono indubbiamente tipici di acque lagunari mesotrofiche con tendenza verso l'eutrofia; i dati di letteratura riportano per i mesi estivi valori mediamente più alti, spesso collegati a blooms algali.

3.2.3 La Laguna di Lesina - Conclusioni

La Laguna di Lesina rappresenta un biotopo di particolare interesse naturalistico ed ambientale sito sul promontorio garganico. Essa, infatti, grazie al suo particolare idrodinamismo collegato da un lato alle acque del Basso Adriatico e dall'altro all'apporto terrigeno di acque dolci, presenta una situazione tipica di acque lagunari costiere con valori di salinità variabili, a seconda delle stagioni e da punto a punto.

Gli elementi fondamentali per la comprensione dell'ecosistema lagunare di Lesina sono così riassumibili:

- ✓ bacino alquanto esteso in lunghezza (oltre venti chilometri), in senso W-E, parallelo alla linea di costa da cui lo separa una stretta duna costiera;
- ✓ collegamento attuale con il mare aperto alquanto difficoltoso attraverso due canali: Foce Acquarotta, ad W, e Foce Schiapparo, ad Est. Antiche foci sono attualmente chiuse a causa di intensa sedimentazione;
- ✓ profondità media del bacino quanto mai ridotta, inferiore ad un metro; fanno eccezione unicamente alcune zone della laguna in cui, in anni precedenti, sono stati scavati dei canali finalizzati a favorire condizioni ambientali migliori per la componente floro-faunistica ivi vivente (pesci, gamberi e seppie, soprattutto);
- ✓ imponente sviluppo della biomassa vegetale bentonica (*Cladophora*, *Gracilaria*, *Zoostera*) che determina variazioni del tenore di ossigeno e anidride carbonica nell'arco della giornata.
- ✓ apporto di acqua dolce in laguna imponente, soprattutto lungo il versante meridionale ed orientale; tali acque derivano tanto da sorgenti localizzate nell'immediato entroterra lagunare tanto dal drenaggio dei terreni palustri più direttamente interessati dalle precipitazioni e dalle acque di falda, il tutto per circa 2,8 m³/s; a ciò vanno aggiunti gli apporti torrentizi derivanti dai 17 bacini imbriferi che giungono in laguna; conseguenza di tutto questo apporto di acque dolci è ovviamente la riduzione della salinità media in quella che viene definita la «sacca orientale» della laguna;
- ✓ numerosi sversamenti di acque reflue provenienti tanto dai due depuratori che insistono intorno alla laguna tanto da scarichi di attività agro-industriali e zootecniche.

Sulla base delle risultanze delle indagini e delle misure effettuate, sono state evidenziate alcuni elementi che risultano essere fondamentali per la comprensione e per la gestione futura del bacino.

Sulla base dei dati raccolti, è stato stimato il carico trofico atteso in laguna, carico che è stato confrontato con quello realmente misurato durante la presente indagine. Da tale confronto è emerso che l'attuale situazione in cui versano le acque del bacino è al limite tra meso ed eutrofia, con carichi di fosforo orto di circa 70 mg/m³.

È evidente che la situazione analizzata non specifica ciò che si verifica in laguna nel periodo tardo-estivo, allorquando la ridotta concentrazione di ossigeno, l'aumento di temperatura e di salinità, l'incremento dell'evaporazione nel bacino ed il minor apporto di acque dolci dall'entroterra, finiscono con il rendere più scadente la qualità delle acque. In tal caso, con ogni probabilità, così come del resto è già noto dalla letteratura scientifica, il bacino può passare da una fase di mesotrofia ad una di eutrofia con sviluppo di blooms algali e conseguente incremento della concentrazione media della clorofilla A nelle acque. A tale proposito occorre evidenziare l'importanza che, al fine di un mantenimento di un livello contenuto di fosforo, nel bacino viene assunta da tutte le pratiche di pesca e di acquacoltura che finiscono con l'asportare dalla laguna grandi quantità di fosforo finito nella componente biologica (pesci, crostacei, molluschi).

L'elevata produttività delle acque lagunari, che ha reso famosa Lesina soprattutto per l'allevamento e la pesca di specie tipicamente eurialine, quali ad esempio le anguille, va però considerata attentamente al fine di poter mantenere sempre elevato tale valore.

In effetti, qualora la produttività della laguna dovesse scendere ancora al disotto degli attuali valori di produzione, si rischierebbe un abbandono da parte della marineria locale dell'utilizzazione delle acque lagunari la qualcosa porterebbe, a parità di condizioni attuali, ad un progressivo degrado per eutrofizzazione e per intasamento delle foci.

La Laguna di Lesina vive infatti di un fragile equilibrio tra acqua di mare ed acqua dolce e tale equilibrio deve essere mantenuto tale dal costante e fattivo lavoro dell'uomo.

Numerose sono le cause che possono portare ad un degrado ancora ulteriore della laguna. Fra queste, principalmente lo sversamento di acque reflue non depurate o comunque ricche di sostanze organiche rischia di portare il sistema ambientale ad uno stato di degrado di non ritorno.

In secondo luogo, occorre tenere sotto controllo l'efficienza dei canali di collegamento con il mare. È tramite questi in effetti che viene garantito il ricambio delle acque con il mare, cosa indispensabile alla stessa sopravvivenza della laguna. È per tale motivo che i lavori di consolidamento delle sponde eseguiti sulle foci di Acquarotta e di Schiapparo sicuramente producono una benefica ripercussione sulla produttività biologica della laguna.

Le maree costituiscono poi un ulteriore elemento importante per la vita stessa della laguna. Affinché l'effetto delle maree possa farsi risentire all'interno della laguna è però indispensabile che le foci vengano mantenute pervie e, soprattutto, vengano opportunamente gestite nell'arco dell'anno grazie agli impianti di sbarramento esistenti e, attualmente, mal funzionanti. Le pratiche colturali di una laguna costiera prevedono precisi andamenti nelle fasi di apertura e chiusura delle foci al fine di garantire la montata ed il richiamo successivo del pesce.

Infine si fa rilevare che le potenzialità produttive della Laguna di Lesina, nonostante l'eccessivo carico trofico ed il lento idrodinamismo, sono comunque elevate grazie alla disponibilità dell'ossigeno, anche durante i mesi estivi, in relazione alla facile diffusione di questo gas nelle acque a causa della loro bassa profondità. Infatti mentre in altre lagune italiane, anche con carico trofico più modesto, fenomeni distrofici ed anossici sono frequenti, casi di ipossia a Lesina risultano quanto mai rari. Tutto questo può garantire un rilancio della maricoltura integrata con immissioni di avannotti di specie pregiate, fra teleostei e invertebrati, particolarmente adatti alla crescita in acque lagunari, purché tutta questa attività venga sviluppata sulla base delle reali potenzialità produttive dell'habitat. In tal caso, il buon funzionamento delle foci unitamente al completamento dei canali interlacuali, potrà garantire una elevata produttività con sensibili ripercussioni sull'economia locale.

3.3 LA LAGUNA DI VARANO

La Laguna di Varano, situata lungo il versante settentrionale del promontorio del Gargano, ad oriente rispetto alla vicina laguna di Lesina, ha l'aspetto di un vero e proprio lago tanto per la sua forma, vagamente trapezoidale, che per le sue coste che, per lunghi tratti, si immergono a picco nelle acque. In realtà, da un punto di vista ecologico, per il suo lento ricambio idrico con il mare e per i valori di salinità delle sue acque, esso dovrebbe prendere il nome di "Laguna", analogamente a quanto avviene nella vicina Lesina. Ma vuoi per una

antica tradizione culturale, vuoi per la maggiore profondità delle sue acque, vuoi per una situazione ambientale fondamentalmente differente rispetto a quella di Lesina, il termine "Lago di Varano" viene ampiamente utilizzato per indicare tale ambiente.

La Laguna di Varano risulta separata dal Mar Adriatico tramite una stretta fascia dunale, localmente denominata «isola», che presenta ai suoi margini estremi due stretti canali che permettono lo scambio con il mare. Di grande interesse per la comprensione del sistema lagunare di Varano risulta la storia della sua formazione. All'incirca duemila anni or sono, non esisteva la Laguna di Varano, almeno così come noi la vediamo attualmente, ma al suo posto era presente un'ampia insenatura, che costituiva un vero golfo incassato nelle pareti scoscese del Gargano, sì da garantire sicuro riparo alle navi.

In realtà la formazione della duna di chiusura della laguna verso il mare (l'Isola), è ancora più recente e, secondo numerosi storici, essa risale a circa mille anni fa.

L'apporto di acque dolci e di sedimenti attraverso il monte d'Elio (che lo separa geograficamente dalla laguna di Lesina) e attraverso le alture su cui sono attualmente localizzati i comuni di Cagnano, Carpino e Ischitella, ha determinato indubbiamente un fattore chiave nella costituzione del tombolo di sabbia che nel tempo è andato a chiudere il golfo trasformandolo in laguna. Del resto, i fondali sabbiosi antistanti il promontorio del Gargano, con batimetriche che in questo versante discendono lentamente, hanno costituito i fornitori di materiale (sabbioso) per la costruzione di questa isola di sabbia.

I circa mille anni che ci separano dalla sua costituzione hanno visto l'insediarsi di una tipica vegetazione dunale, in grado di stabilizzare la neoformazione impedendone una sua eventuale distruzione da parte degli stessi fenomeni idrodinamici che l'avevano formato sebbene di segno opposto. È evidente in questo caso, che anche l'attività antropica di piantumazione nonchè di attenuazione dei fenomeni erosivi (es. regolarizzazione del deflusso delle acque sull'isola), ha avuto il grande merito di accelerare la realizzazione di questo cordone dunale che ha sancito di fatto l'esistenza della "Laguna di Varano". Il mantenimento di questa peculiarità di ambiente lacustre separato dal mare attraverso una stretta fascia dunale, è stato ottenuto con il lavoro periodico e costante dell'uomo, soprattutto per quanto concerne la struttura ed il funzionamento delle due foci che costituiscono l'unica fonte di sopravvivenza ecologica di tale ecosistema.

La Laguna di Varano, che si estende per circa 6500 ettari, è larga circa dieci chilometri e incassata nel promontorio garganico per circa sette. Con un perimetro di circa trentatrè

chilometri ha profondità variabile da 2 a 5 metri circa, a seconda dei luoghi, scendendo lentamente verso il centro del bacino, rappresenta il più grande serbatoio idrico della Puglia, con un volume pari a circa 200.000.000 di m³. La duna che separa la laguna dal mare è lunga circa dieci chilometri e larga uno.

Proprio a causa della sua origine, precedentemente descritta, mentre le sponde rivolte verso il mare risultano generalmente sabbiose e vivificate dal continuo rapporto con il mare, quelle rivolte verso la laguna, sebbene modificate dal lavoro dell'uomo per ridurre il grado di paludosità, tuttavia risultano generalmente fangose o sabbio-limose, spesso ricoperte dalle acque lacustri. L'Isola risulta limitata tanto ad occidente che ad oriente, da due canali, detti rispettivamente Foce di Capoiale e Foce Varano, che collegano il mare Adriatico con la laguna grazie ad un equilibrio idrodinamico generato da vari elementi (livelli di marea, apporti di acqua dolce dall'entroterra, vento, azione antropica).

Si fa notare che mentre la foce orientale, Foce Varano, fu originariamente modificata al fine di ridurre i fenomeni di impaludamento, quella occidentale di Capoiale fu sistemata per scopi militari. Prima che l'uomo intervenisse a sistemare queste foci, la comunicazione del lago con il mare aperto risultava quanto mai scarsa: l'antica foce Varano era lunga circa quattro chilometri, contro l'attuale un chilometro del «drizzagno» e quella di Capoiale funzionava molto male a causa di continui e periodici fenomeni di interrimento, tanto che erano comuni dislivelli fra la laguna ed il mare di circa 1,4 metri, con conseguenti fenomeni di allagamento della fascia costiera lacustre. Questi fenomeni sono stati eliminati grazie ad una serie di lavori di cui si dirà successivamente.

La Laguna di Varano, tranne che lungo il versante settentrionale in cui è localizzata l'Isola, risulta circondato da un sistema di alture. Queste sia lungo il versante occidentale che meridionale scendono abbastanza ripidamente nelle acque, per cui i canali di gronda s'immergono nella laguna mantenendo un buon grado di pendenza. Viceversa, sul lato orientale, lungo le piane di Cagnano e, soprattutto, di Carpino, la fascia costiera situata ai piedi delle alture, risulta alquanto estesa e pianeggiante la qualcosa comporta fenomeni di impaludamento e di ristagno delle acque dolci provenienti dai monti. L'antica palude di Muschiatturo, sinonimo di malaria nelle popolazioni locali, era localizzata proprio in questa zona orientale della laguna.

Infine, ulteriore elemento importante per la descrizione della Laguna di Varano è l'apporto delle acque dolci che avviene non soltanto attraverso gli apporti superficiali

provenienti dalle alture circostanti, ma anche attraverso sorgenti localizzate, dette “pozzacchi”, presenti tanto ai bordi della laguna stessa tanto sul fondale.

La laguna è attivamente utilizzata tanto per la pesca, mediante attrezzi fissi, tanto per l'allevamento di mitili (*Mytilus galloprovincialis*) i cui impianti occupano soprattutto il versante settentrionale della laguna.

Una laguna costiera, così come è noto dalla letteratura, vive dal rapporto costante e continuo tra l'acqua di mare e le acque continentali che in esso si sversano. E' proprio l'equilibrio tra queste due masse d'acqua che determina le caratteristiche ecologiche della laguna nel senso che ad una progressiva salinizzazione delle acque o, viceversa, dolcificazione delle stesse, si rischia di perdere quelle che sono le peculiarità proprie di un ambiente caratterizzato da condizioni intermedie.

E' evidente pertanto come i canali di collegamento tra un lago costiero ed il mare rappresentino uno dei punti nodali dell'ecosistema in oggetto, dipendendo da essi non soltanto gli scambi con le acque marine bensì anche la colonizzazione delle lagune da parte di specie ittiche commercialmente interessanti (es. anguille). Ne deriva di conseguenza che la conoscenza del funzionamento dei canali rappresenta il punto di partenza per una corretta gestione di una laguna costiera, essendo possibile favorire la montata di novellame o, viceversa, impedire la fuga al mare degli adulti, mediante idonei sistemi di regolazione dei flussi.

3.3.1 Carichi di nutrienti nella Laguna di Varano

La Laguna di Varano, compreso il suo bacino imbrifero occupa una superficie totale di circa 38.200 ettari di cui 6.500 attribuibili alla laguna stessa. La Tab. 3.3a riporta le potenzialità e le caratteristiche peculiari delle attività socio-economiche produttive, nonché le informazioni rilevanti sulla popolazione residente gravante sul bacino imbrifero della laguna.

Tab. 3.3a – Potenzialità e caratteristiche delle attività socioeconomiche rivenienti nel bacino imbrifero della laguna di Varano.

Località	Pop. Residente		Zootecnia (capi)					Acquacoltura		Agricoltura		
	ab. (n.)	m ³ /anno	B	S	E	O	P	Vol. (m3/s)	Prod. (t/a)	Sem. (ha)	Perm. (ha)	Prato (ha)
Cagnano V.	9158	525235	1852	377	13	6918	321	-	-	1595	1093	5716
Carpino	4845	182500	1375	291	79	4077	1001	0,25	40	891	2333	3111
Ischitella	4500	-	180	17	34	1096	1345	-	-	906	2042	635

B= Bovini; S = Suini; E = Equini; O = Ovini; P = Polli

La Tab. 3.3b riassume i dati salienti della valutazione dei carichi potenziali complessivi di azoto e fosforo, nonché delle ripartizioni percentuali per attività produttiva in ciascuna pertinenza territoriale (Comuni di Cagnano Varano, Carpino e Ischitella).

Tab. 3.3b – Carichi totali annui di azoto e di fosforo gravanti sul bacino della Laguna di Varano (Kg/anno).

	Cagnano Varano		Carpino		Ischitella		Ripartiz. %	
	N	P	N	P	N	P	N	P
Carichi domestici	26200	1000	7850	310	10000	1800	27	17,5
Acquicoltura	(1)	(1)	17500	1460	(1)	(1)	10,6	8,2
Agricoltura	6350	3500	6560	3380	5700	3000	11,3	55,8
Zootecnia	35000	1460	42600	1050	5500	630	51	17,7
Carichi esterni totali	67500	6000	75000	6200	21200	5500	100	100

Carichi interni N: 237.250(2); P: 23.700(2)

Carico totale N: 400.000; P: 41.400

(1) La attività non è rappresentata nel comune di riferimento.

(2) Si riferisce alla superficie totale della laguna

Dai dati risulta un carico totale annuo di azoto pari a 400.000 kg (163.700 kg (41%) dagli apporti esterni drenati dal bacino imbrifero, e 237.250 kg (59%) dagli apporti interni associati ai sedimenti di fondo), laddove il carico di fosforo ammonta a complessivi 41.400 kg di cui 32.500 kg (78,5%) associati ai carichi esterni (drenaggio) e 18.200 (21,5%) ai carichi interni (sedimenti). Il rapporto fra i carichi globali di N:P risulta pari a 9,6 in accordo con quanto riportato in letteratura in sistemi lagunari similari con controllo nutrizionale operato dai composti del fosforo.

I citati quantitativi dovrebbero diluirsi nel bacino di raccolta della laguna del volume stimato di circa 200 Mm³ e della profondità media di circa 3 m. Ne deriverebbero, pertanto, concentrazioni medie di azoto e fosforo nelle acque inusitatamente alte e di scarso significato ai fini della presente valutazione.

I quantitativi globali di nutrienti gravanti sul bacino idrico devono essere, pertanto, rapportati ai ricambi idrici e ai regimi idraulici cui le acque della laguna sono soggette nell'arco dell'anno. Al riguardo, in base a valutazioni di natura idrogeologica e meteoclimatica, si stimano apporti volumetrici esterni dai vari immissari (superficiali e sotterranei) dell'ordine di circa 30.000.000 m³/anno e un'evaporazione media annua delle acque pari a 50.000.000 m³/anno. Tenendo conto anche degli scambi con il mare che avvengono attraverso i due canali si è stimato il tempo medio di ricambio delle acque, Tw, della laguna in circa 1,3 anni.

Avendo attribuito ai composti del fosforo il ruolo di agente limitante e quindi di specie controllante ai fini della determinazione delle fenomenologie eutrofiche, in base ai dati disponibili è possibile effettuare una prima valutazione teorica delle condizioni trofiche della laguna di riferimento. All'uopo vengono calcolati i carichi aerali di fosforo (gP/m²/anno) gravanti sullo specchio d'acqua e correlati ai parametri morfometrici peculiari del bacino, ovvero al rapporto fra la profondità media, z, ed il tempo di ricambio delle acque, Tw, (Vollenweider). Nel caso della laguna di riferimento il rapporto z/Tw è pari a 3 (z = 3 m e Tw= 1 anno).

La Fig. 3.3a riporta il punto rappresentativo del carico aerale teorico di fosforo (0,64 gP/m²/anno) che si colloca nella regione di eutrofia del diagramma rappresentativo del citato modello di Vollenweider. Il carico aerale effettivo, tuttavia, calcolato in base alle determinazioni della campagna analitica condotta sulle acque del bacino, risulta pari a circa dodici volte inferiore (0,09 gP/m²/anno) a quello teorico precedentemente valutato in base ai carichi potenziali stimati.

Il punto rappresentativo del carico effettivo si colloca in regione oligotrofica del citato diagramma di Vollenweider (Fig. 3.3a). Evidentemente, la considerevole ricircolazione di acque marine (in ingresso ed uscita) attraverso i canali di collegamento con la costa adiacente in corrispondenza delle maree giornaliere (confermata dalla salinità delle acque (27‰) e dalle più alte concentrazioni medie di nutrienti nei canali di collegamento), consente l'esportazione (smaltimento) verso il mare dei ragguardevoli carichi di fosforo solo potenzialmente gravanti sul corpo idrico.

Questa situazione è confermata dalla valutazione complessiva dello stato trofico del bacino, in base ad un altro modello che include, oltre le concentrazioni effettive di fosforo e clorofilla A rivenienti nelle acque e del tempo di ricambio, T_w , anche i quantitativi smaltiti dal bacino in base al rapporto fra il carico totale di fosforo valutato e i volumi di acqua smaltiti dagli emissari.

Il punto rappresentativo di quest'ultima valutazione in riferimento al bacino di Varano si colloca, ancora una volta, in una situazione limite di oligo-mesotrofia, così come riportato nelle rappresentazioni di Fig. 3.3b.

Valutando, inoltre, la concentrazione geochimica naturale del fosforo (condizioni di equilibrio trofico), in base agli indici morfoedafici (MEI) caratteristici del bacino, si ottiene un carico aerale atteso pari a 0,0074 gP/m²/anno e confrontato con il valore effettivo di 0,09 gP/m²/anno in Fig. 3.3a.

Questi ultimi due valori risultano molto vicini fra di loro e comunque sufficientemente bassi da non destare, al momento, preoccupazioni a medio termine.

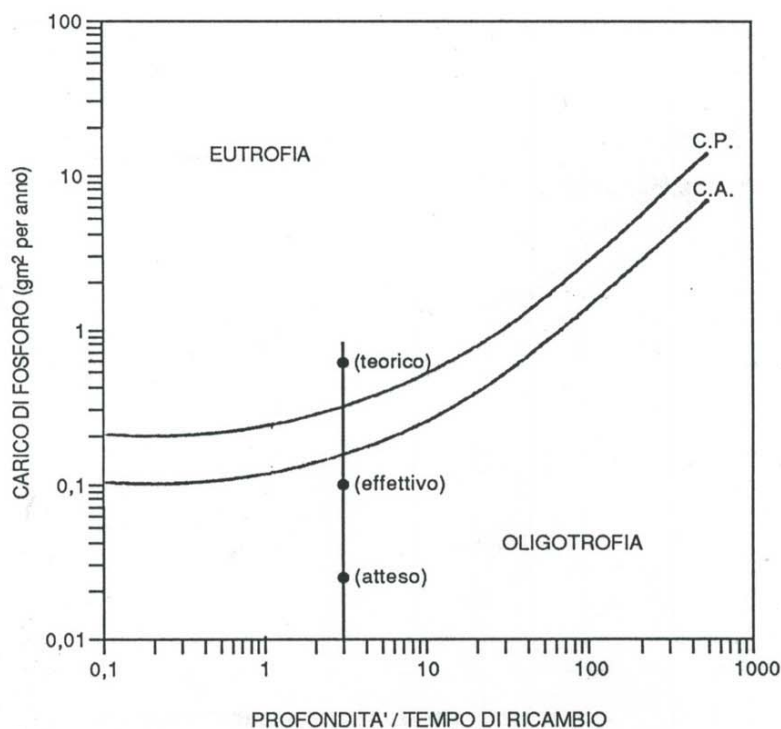


Fig.3.3a - Carichi areali teorici, effettivi e attesi di fosforo nel Lago di Varano.

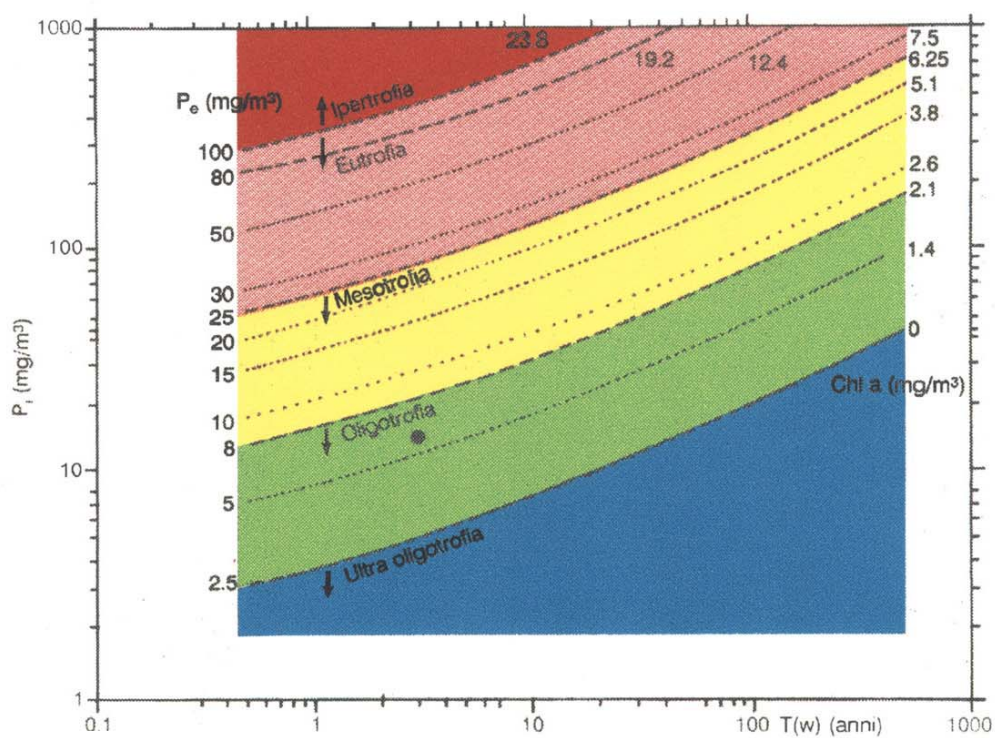


Fig.3.3b - Carico areale di fosforo nel Lago di Varano in funzione della clorofilla e del tempo di ricambio T_w e del fosforo esportato dai canali di collegamento.

Aspetti qualitativi delle acque

I dati chimico-fisici e microbiologici delle acque in esame prelevate nella Laguna di Varano, si riferiscono ad un periodo di monitoraggio compreso tra dicembre 1994 e marzo 1995.

L'indagine è stata svolta su 10 stazioni prescelte opportunamente nell'ambito dell'estensione lacustre.

Nella Fig. 3.3C sono localizzate cartograficamente le 10 stazioni di prelievo.

Esse, in quanto inserite in un piano d'indagine più ampio (60 stazioni), vengono indicate rispettivamente come: staz. n. 7; n. 9; n. 17; n. 21; n. 25; n. 36; n. 38; 41; n. 50 e n. 54.

Nella Tab. 3.3c si riportano i dati analitici relativi alle acque campionate nella laguna nel dicembre 1994, mentre nella Tab. 3.3b si riportano i dati, relativi al febbraio 1995.

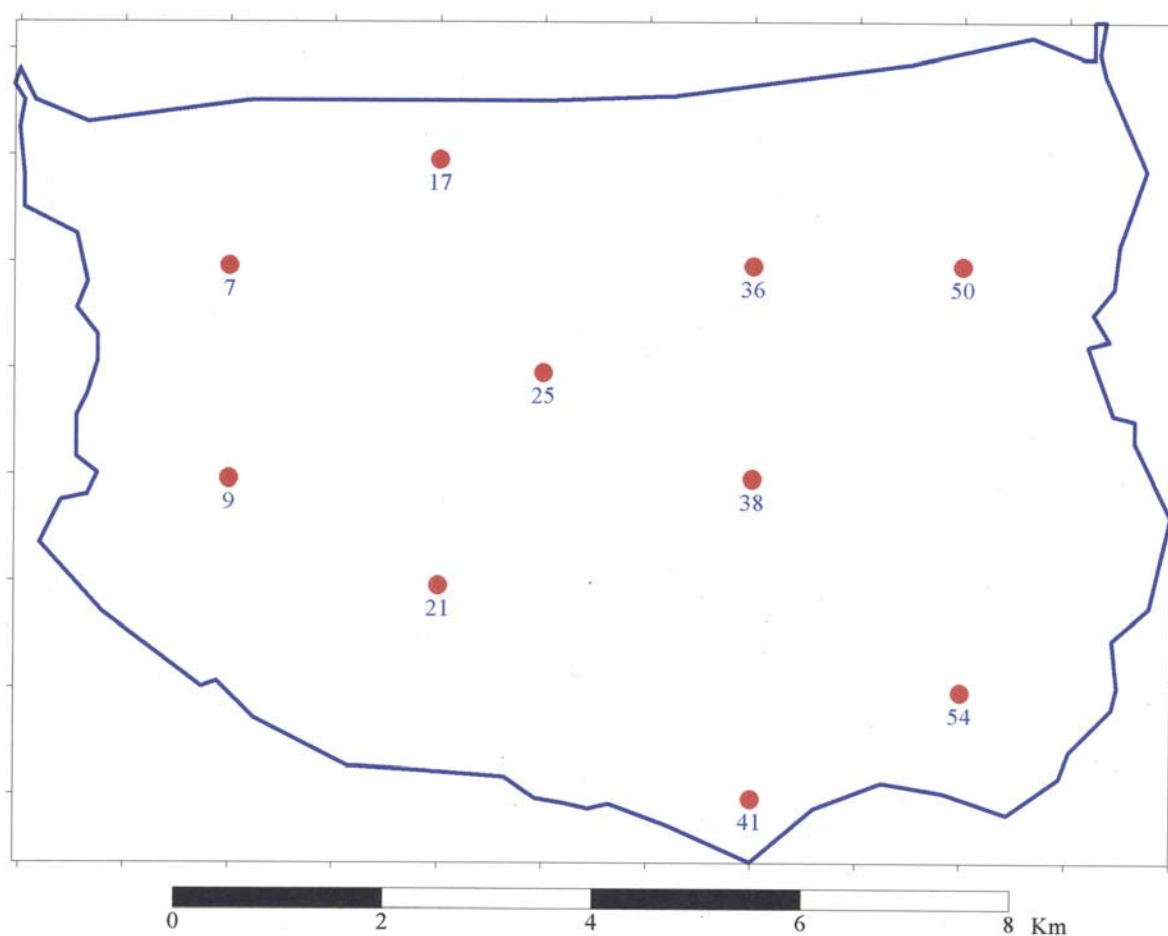


Fig. 3.3c Localizzazione delle 10 stazioni di campionamento delle acque prescelte nella laguna di Varano.

Tab. 3.3c - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Varano (Dicembre 1994).

Parametri	ACQUE LAGUNA DI VARANO																				ELABORAZIONI STATISTICHE					
	STAZIONI																									
	7		9		17		21		25		36		38		41		50		54		Valore		Valore		Dev.	
	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	0,5 m	2 m	Max	Min	Medio	St. (±)		
Temp. acqua (°C)	11.26	11.25	11.35	11.35	11.39	11.32	11.66	11.61	11.66	11.69	11.63	11.38	11.59	11.74	12.07	11.66	11.62	10.78	11.44	11.41	12.07	10.78	11.46	0.30		
Salinità (f)	27.80	27.81	27.85	27.87	27.70	27.75	27.99	28.05	27.90	28.04	27.74	27.97	27.74	27.89	28.36	27.96	28.00	27.02	27.57	27.57	28.36	27.02	27.79	0.31		
Ossigeno dis. (ppm)	7.64	8.16	8.27	8.63	8.31	8.48	8.49	8.80	8.14	8.68	7.98	8.40	8.63	8.81	8.75	8.30	8.45	8.92	9.13	8.00	9.13	7.64	8.43	0.36		
Ossigeno dis. (%)	82.9	88.5	89.9	93.8	90.3	92.1	93.1	96.3	89.1	95.2	87.2	91.5	94.6	97.0	97.3	91.2	92.8	95.6	97.9	87.3	97.9	82.9	92.0	3.9		
pH	8.23	8.23	8.28	8.27	8.27	8.27	8.29	8.29	8.31	8.31	8.28	8.30	8.31	8.30	8.28	8.18	8.18	8.19	8.14	8.13	8.31	8.13	8.25	0.06		
NH4 (µg/l)	26.0	31.0	22.0	34.0	22.0	28.0	26.0	31.0	30.0	28.0	41.0	53.0	20.0	25.0	36.0	37.0	41.0	98.0	113.0	17.7	113.0	14.8	36.9	24.6		
NO2 (µg/l)	21.1	19.5	17.3	14.8	17.5	17.0	18.6	18.0	15.2	15.0	23.0	19.0	16.3	15.3	15.0	24.2	21.5	18.3	18.0	17.7	24.2	14.8	18.0	2.7		
NO3 (µg/l)	38.0	36.0	45.0	43.0	50.0	47.0	49.0	47.0	44.0	41.0	72.0	64.0	46.0	41.0	39.0	57.0	50.0	62.0	48.0	58.0	72.0	36.0	48.9	9.2		
PO4 (µg/l)	10.0	8.0	12.0	9.0	13.0	10.0	19.0	15.0	18.0	15.0	26.0	22.0	13.0	11.0	9.0	21.0	18.0	44.0	35.0	23.0	44.0	8.0	17.7	9.0		
P tot. (µg/l)	15.0	13.0	18.0	13.0	22.0	20.0	31.0	26.0	30.0	25.0	50.0	47.0	24.0	21.0	20.0	31.0	29.0	71.0	63.0	59.0	71.0	13.0	31.5	16.8		
Solidi sospesi (mg/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	-	-		
Solidi sedim. (ml/l)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-		
Colif. tot. (MPN/100 ml)	75	23	460	240	240	75	75	240	75	23	240	75	240	240	75	240	240	75	75	23	460	23	149	114		
Colif. fec. (MPN/100 ml)	4	0	75	75	75	23	0	4	0	0	23	4	0	0	0	23	4	4	23	0	75	0	16	26		
Strept. tot. (MPN/100 ml)	23	23	240	75	75	23	75	240	75	23	240	240	240	240	75	240	75	23	4	23	240	4	108	98		
Strept. fec. (MPN/100 ml)	0	0	23	0	9	0	0	23	9	0	23	9	9	23	0	9	0	0	0	0	23	0	7	9		
B.O.D. 5 (mg/l)	3.5	3.9	3.6	3.7	3.0	3.0	3.1	3.2	3.4	3.1	3.5	3.9	3.0	4.1	3.5	3.5	3.8	4.0	3.5	3.0	4.1	3.0	3.4	0.4		
Clorofilla a (µg/l)	1.3	-	1.3	-	1.3	-	1.2	-	1.2	-	1.1	-	1.1	-	-	1.4	-	1.2	-	1.0	1.40	1.00	1.21	0.12		

Tab. 3.3d - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Varano (Febbraio 1995).

Parametri	ACQUE LAGUNA DI VARANO											ELABORAZIONI STATISTICHE			
	STAZIONI											Valore		Valore	Dev.
	7	9	17	21	25	36	38	41	50	54		Max	Min	Medio	St. (±)
Temp. acqua (°C)	9.14	9.15	8.85	9.10	8.93	8.88	8.90	9.49	8.75	8.69		9.49	8.69	8.99	0.24
Salinità (‰)	25.80	26.13	25.62	24.27	26.15	25.23	25.48	24.70	23.79	21.79		26.15	21.79	24.90	1.34
Ossigeno dis. (ppm)	8.49	9.68	9.18	8.50	9.78	9.55	9.57	7.94	8.09	7.45		9.78	7.45	8.82	0.84
Ossigeno dis. (%)	87.0	99.2	93.4	86.2	99.7	96.6	97.1	81.5	81.2	73.5		99.7	73.5	89.5	9.0
pH	8.30	8.19	8.22	8.26	8.21	8.14	8.17	8.17	8.18	8.15		8.30	8.14	8.20	0.05
NH4 (µg/l)	12.90	16.68	10.07	16.68	67.68	17.62	6.29	17.45	35.57	48.79		67.68	6.29	24.97	19.63
NO2 (µg/l)	20.06	11.48	20.72	10.16	24.69	10.16	9.16	22.04	24.36	21.05		24.69	9.16	17.39	6.34
NO3 (µg/l)	256.30	302.00	240.00	292.80	286.70	275.00	298.00	584.10	298.60	204.60		584.10	204.60	303.81	103.30
PO4 (µg/l)	3.74	3.74	3.74	6.72	128.00	0.93	0.93	17.20	29.10	0.93		128.00	0.93	19.50	39.18
P tot. (µg/l)	22.50	23.83	68.60	15.35	152.00	63.25	53.51	92.00	52.40	120.00		152.00	15.35	66.34	44.19
Solidi sospesi (mg/l)	15.60	16.30	16.60	15.60	15.30	12.70	16.20	14.20	13.10	16.00		16.60	12.70	15.16	1.37
Solidi sedim. (ml/l)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	<0.1	-	-
Colif. tot. (MPN/100 ml)	9	9	0	0	0	13	0	0	49	15		49	0	10	15
Colif. fec. (MPN/100 ml)	0	4	0	0	0	13	0	0	49	4		49	0	7	15
Strept. tot. (MPN/100 ml)	240	93	21	0	0	0	0	0	9	23		240	0	39	76
Strept. fec. (MPN/100 ml)	240	23	0	0	0	0	0	0	0	0		240	0	26	75
B.O.D. 5 (mg/l)	-	6.0	<1	-	-	-	<1	-	6.0	<1		6.0	<0.1	-	-
Clorofilla a (µg/l)	3.86	2.40	4.96	4.32	4.68	5.27	4.47	4.82	3.72	3.43		5.27	2.40	4.19	0.86

Sebbene la laguna di Varano costituisca la destinazione finale di sostanze chimiche e biologiche derivanti dalle attività antropiche presenti nel territorio, il consistente ricambio con il mare ne facilita i processi autodepurativi.

L'indagine sulle caratteristiche chimico-fisiche e microbiologiche delle acque della laguna nel periodo invernale evidenziano un habitat nel complesso abbastanza integro e solo marginalmente degradato dall'immissione di acque non depurate e/o non sufficientemente depurate.

Le indagini idrogeologiche e lo studio del bilancio idrico, hanno evidenziato un apporto di acqua oligoalina pari a circa 30.000.000 m³/anno nella Laguna, questo apporto idrico è responsabile del carico trofico in relazione alle diverse attività produttive gravanti sulla laguna (apporti domestici, attività di acquacoltura, attività agricole e zootecniche, ecc.).

Il carico trofico globale stimato, ed in particolare quello del fosforo che svolge il ruolo di agente limitante la produttività, rientra nei valori riscontrati negli habitat eutrofici. Tuttavia dalle campagne analitiche svolte per l'esame delle caratteristiche chimico-fisiche delle acque della Laguna si è avuto modo di rilevare che il tasso di fosforo e quello della clorofilla "A" risultano anche 10 volte inferiori rispetto al carico trofico potenziale stimato.

Il carico effettivo di fosforo e di clorofilla riscontrato nelle acque, nonché quello riportato nella letteratura specialistica, sono piuttosto contenuti e conformi a quelle riscontrati in acque classificabili come meso-oligotrofiche in relazione al rimescolamento continuo e costante con le acque del basso Adriatico, come noto a scarso contenuto di nutrienti e tra le più oligotrofiche del Mediterraneo. Nei mesi invernali la biomassa fitoplanctonica è piuttosto contenuta e i dati di clorofilla sono conformi a quelli comunemente riscontrabili nelle acque meso-oligotrofiche.

Tra i nutrienti il fattore limitante, come prevedibile, risulta il fosforo e la concentrazione media del fosforo solubile non raggiunge i 18 µg/l.

Le buone condizioni trofiche generali del bacino di Varano sono confermate dalle concentrazioni di ortofosfati e di azoto.

L'autodepurazione del bacino, certamente favorita dal ricambio con il mare e dalla salinità media di quasi 28 g/l, fa sì che la concentrazione microbica sia in generale molto contenuta tant'è che, per quanto riguarda i coliformi fecali, tutto il bacino risulta balneabile.

Sono maggiormente presenti gli streptococchi, batteri notoriamente più resistenti nelle acque con modesta contaminazione fecale.

Tuttavia nella laguna sono ancora presenti apporti inquinanti abbastanza consistenti ed in particolare quelli provenienti dai canali Antonino e S. Francesco che immettono acque di fogna non depurate con trasporto di quantità di sostanza organica e di nutrienti e con elevata carica microbica fecale di coliformi e di streptococchi. Anche gli altri canali afferenti al bacino, sebbene in minore quantità, apportano un certo arricchimento organico, spesso collegato ad una contaminazione microbica fecale; questo conferma che ancora oggi alcune acque che si versano nel bacino non sono adeguatamente depurate e costituiscono una fonte di contaminazione cospicua potenzialmente innescante fenomeni distrofici che, così come riportato in bibliografia, si possono verificare soprattutto in estate in alcune zone della laguna.

Questo continuo apporto di sostanza organica, in alcune circostanze può deteriorare i delicati equilibri ecologici dell'habitat lagunare caratterizzato pur sempre da ricambi idrici contenuti e da modesto idrodinamismo. Infatti nei mesi estivi si segnalano frequenti fenomeni di blooms algali, con oltre 1.000.000 di cell/l con conseguente deficit di ossigeno la qualcosa determina spesso estese morie di invertebrati bentonici e soprattutto di mitili allevati, nonché riduzione della fauna ittica.

3.3.3Laguna di varano - Conclusioni

La Laguna di Varano, insieme a quella della vicina Lesina, rappresenta un ambiente di estremo interesse sia naturalistico sia economico. La pesca, la mitilicoltura e l'acquacoltura costituiscono infatti una voce nient'affatto trascurabile nell'ambito dell'economia locale dei comuni limitrofi.

Queste motivazioni, aggiunte ad altre che risultano ugualmente importanti (valori paesaggistici, valenze turistiche, ecc.), sono alla base di un interesse generalizzato a tutti i livelli (locale, regionale, nazionale ed europeo) affinché le caratteristiche peculiari di un ambiente lagunare, quale quello di Varano, vengano conservate nel tempo.

La qualità delle acque della laguna e quindi la produttività dell'intero bacino sono direttamente collegate al ricambio dell'acqua in relazione alla immissione attraverso le foci di acqua di mare che, come detto, favorisce il contenimento del carico trofico, assicura una buona ossigenazione e determina il valore della salinità. Infatti in relazione alle analisi correntometriche ed al ruolo primario del vento nel sistema idraulico del bacino, le acque sono soggette ad un continuo rimescolamento per cui la salinità presenta valori abbastanza uniformi, nelle diverse zone ed alle diverse profondità, attestandosi mediamente sul valore di 27‰.

L'individuazione e la valutazione del ricambio dell'acqua all'interno della laguna può essere stimata attraverso un bilancio di massa che considera gli scambi con il mare in maniera complessiva.

Da un punto di vista fisico l'acqua che il mare fa entrare in laguna, in parte si mescola con quella presente ed in parte ritorna all'Adriatico in funzione delle maree.

Poiché il bacino occupa una volumetria di circa 200.000.000 m³ e il volume di acqua oligoaline che mediamente risultano in eccesso ogni anno (differenza tra apporti e uscite attraverso l'evaporazione) risulta pari a circa 30.000.000 m³, ne deriva che sono necessari almeno 1, 3 anni per un ricambio completo dell'acqua nella laguna di Varano.

Questo dato assume un'importanza notevole per quanto concerne gli aspetti gestionali del bacino soprattutto perchè permette di calibrare correttamente il carico trofico ottimale a cui sottoporre il bacino. Inoltre la conoscenza del bilancio idrologico e del ricambio delle acque lagunari risulta importante per quanto concerne i lavori di manutenzione alle foci e,

soprattutto, per tutti gli aspetti gestionali del bacino quali le attività di maricoltura e di mitilicoltura.

Allo stato attuale è stato stimato un flusso idrico attraverso i due canali di Foce Varano e di Foce Capoiale pari a circa 50 m³/s. Tale flusso assicura nelle dodici ore di alta marea quotidiana un apporto di acqua di mare in laguna di circa due milioni di metri cubi. Ovviamente questa massa d'acqua è bilanciata dalla corrente di deflusso in uscita durante la fase di bassa marea.

Nell'arco dell'anno, grazie all'azione vivificante delle maree, possono pervenire in laguna sino a circa 700 milioni di metri cubi d'acqua di mare i quali possono garantire un buon ricambio idrico necessario per il mantenimento delle condizioni ambientali indispensabili per la crescita delle comunità floro-faunistiche ivi presenti. Così come precedentemente detto, il tempo T_w di ricambio delle acque è stato comunque stimato in circa 1,3 anni, tempo sufficiente a garantire ancora una buona produzione ittica nel bacino.

Tale produzione ittica purtroppo nel tempo si è notevolmente ridotta ed attualmente è attestata al di sotto dei 1.000 quintali contro i 7-8.000 quintali degli anni 60-70 di cui oltre 4.000 quintali di sole anguille.

Anche la stessa mitilicoltura, con una produzione di alcune centinaia di migliaia di quintali anno, nei mesi estivi incontra non poche difficoltà per il deficit di ossigeno nelle acque e conseguente riduzione della crescita dei molluschi ed, in alcuni casi più gravi, anche di estese morie.

Le potenzialità del bacino sono ben note: in relazione al clima mite, le specie ittiche mostrano una crescita più rapida rispetto a quanto avviene in altre lagune italiane e lo stesso dicasi per i mitili; tuttavia è necessario che al bacino sia assicurato un ricambio idrico adeguato tale da evitare fenomeni di distrofia nei mesi estivi allorquando con l'aumento della temperatura, la concentrazione dell'ossigeno tende a ridursi nell'acqua.

A riguardo, si ritiene che una gestione corretta delle paratorie e delle griglie di Foce Varano possa facilitare la funzionalità dei canali e nello stesso tempo favorire la montata degli avannotti in laguna.

Una gestione razionale, equilibrata del lago e del suo bacino idrografico, riducendo gli apporti di nutrienti derivanti dagli scarichi civili, potrà consentire la conservazione di questo habitat di incomparabile interesse naturalistico e di elevata potenzialità produttiva, favorendo altresì un'acquacoltura integrata sulla base delle reali potenzialità biologiche della laguna.

La produzione naturale potrà essere incrementata attraverso pratiche di ripopolamento di specie pregiate (pesci e crostacei) e favorendo una molluschicoltura integrata tra impianti in laguna e quelli in mare aperto con allevamenti diversificati e introduzione di bivalvi pregiati come vongole, noci, ostriche.

3.4 ACQUE MARINO COSTIERE

Con riferimento alla caratterizzazione delle acque marino costiere sono stati raccolti ed elaborati i dati relativi alla concentrazione dei nitrati, parametro rappresentativo dello stato qualitativo in relazione ai carichi inquinanti che al mare pervengono, direttamente o attraverso il reticolo idrografico e che possono determinare fenomeni eutrofici.

I dati relativi alle concentrazioni di nitrati nelle acque marine costiere nella regione Puglia fanno riferimento a rilevazioni effettuate negli anni 1992, 1993 e 1999 da differenti laboratori di ricerca (CNR di Lesina, Laboratorio Provinciale di Biologia Marina di Bari, Istituto Talassografico di Taranto ecc.).

Tali dati, che sono stati rilevati in stazioni distribuite (figg. 3.4a, 3.4b, e 3.4c), nei primi due periodi lungo tutta la fascia costiera pugliese e nel 1999 unicamente nel tratto compreso tra la foce del Candelaro e Brindisi, evidenziano delle situazioni variabili nel tempo e nello spazio.

Dall'esame dei dati acquisiti (Tabb. 3.4a, 3.4b e 3.4c), in particolare, si evidenzia come nel primo rilevamento, relativo all'anno 1992, nelle stazioni localizzate alla foce dell'Ofanto e, in generale nel golfo di Manfredonia laddove sboccano altresì i torrenti Candelaro e Carapelle, i valori di concentrazione di nitrati sono risultati alquanto alti, con punte massime di 40 $\mu\text{M/l}$ di NO_3 alla foce dell'Ofanto e di valori compresi fra 20 e 29 nel golfo di Manfredonia. Viceversa, nelle restanti zone costiere pugliesi nel 1992 i valori di concentrazione di nitrati risultavano alquanto contenuti con concentrazioni oscillanti intorno ai 2-3 $\mu\text{M/l}$.

A partire dal 1993 questa situazione inizia a migliorare sensibilmente e nella rilevazione del 1999 le concentrazioni di NO_3 misurate alla foce dell'Ofanto, si aggiravano intorno ai 4-5 $\mu\text{M/l}$.

Situazione leggermente migliore si osserva alle foci del Candelaro e del Carapelle in

cui le concentrazioni sono nell'ordine dei 3 µM/l.

Nelle restanti zone costiere pugliesi non si evidenziano situazioni di grave rischio ad eccezione di alcune aree puntuali nelle quali, per specifici problemi localizzati, può essere evidenziabile un rischio di eutrofizzazione, come evidenziato in precedenza per il Mar Piccolo di Taranto.

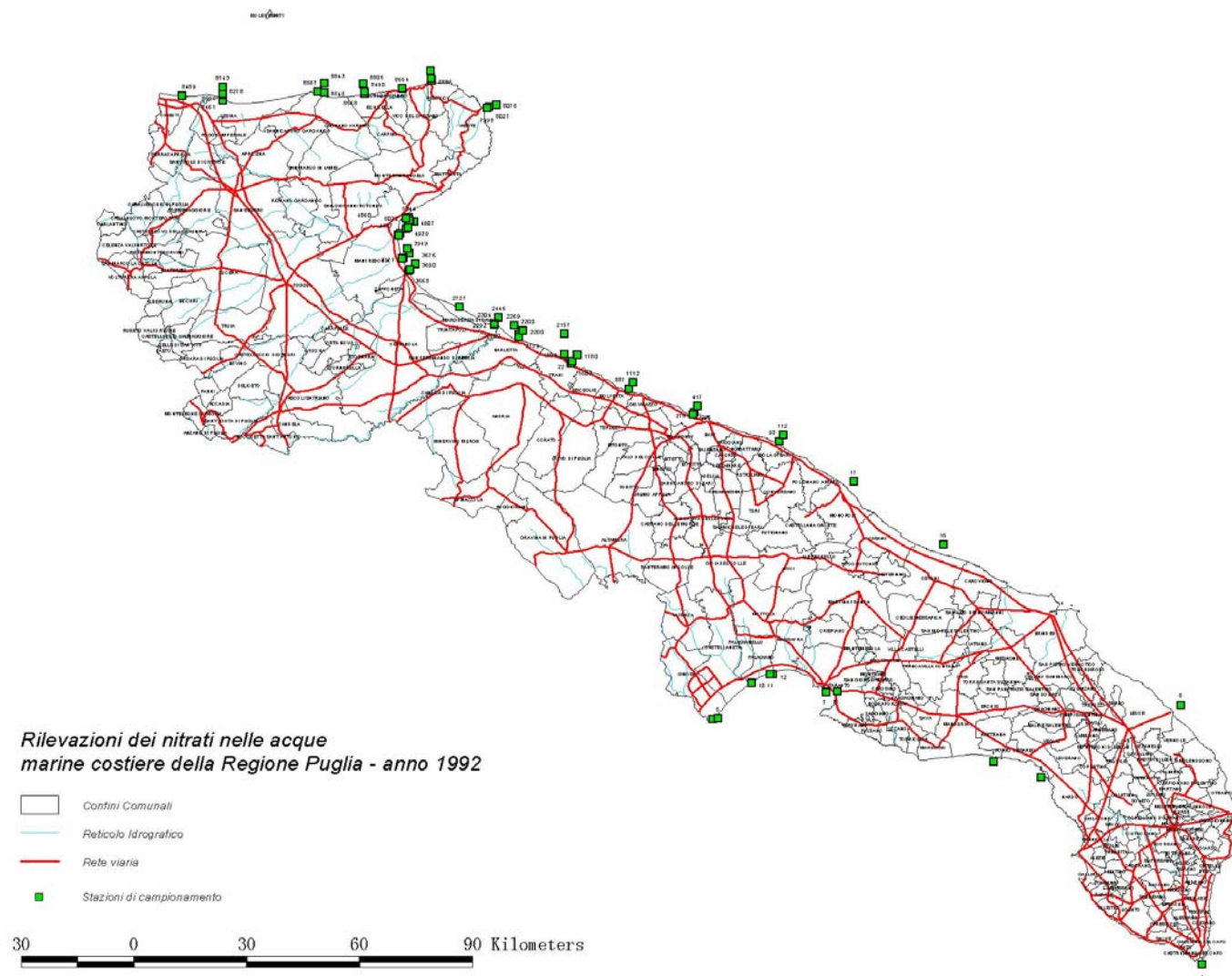


Fig. 3.4a

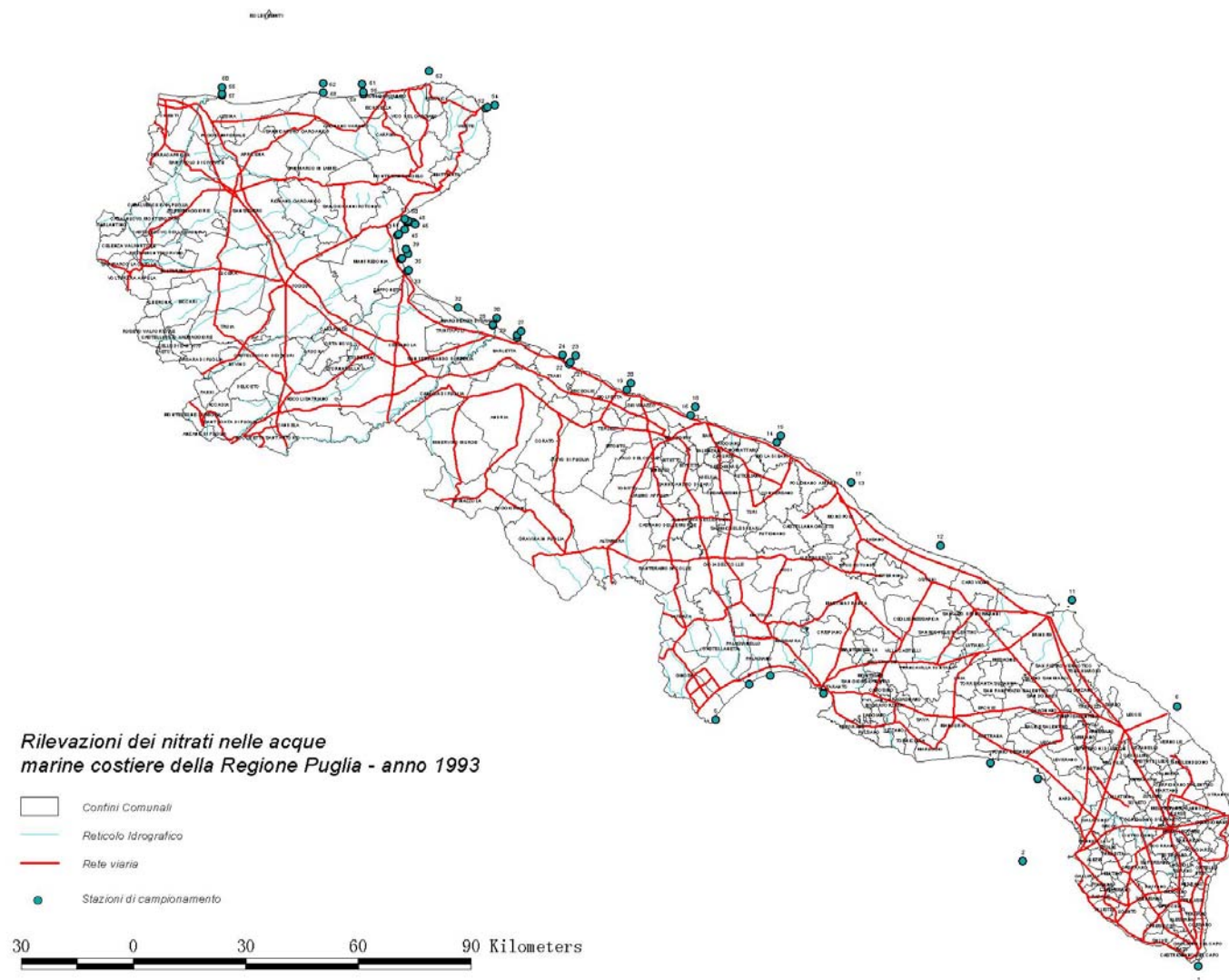
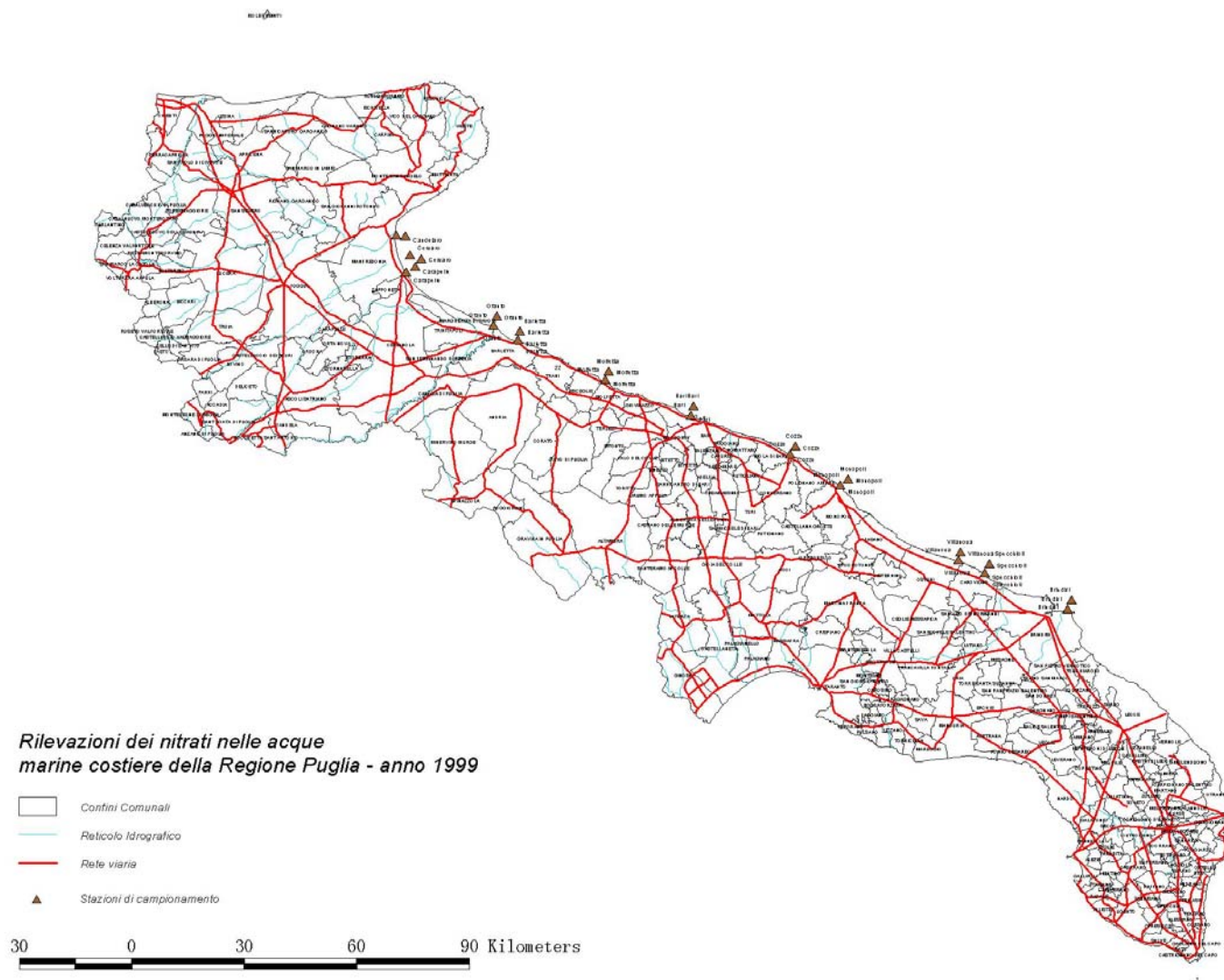


Fig. 3.4b

Fig. 3.4c



Tab. 3.4a**Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della Regione Puglia - anno 1992**

SIGLA	LAT	LONG	DATA	NO3 (μM/l)
4 40 17 15	17 44 30	23-mar-92	11	
4 40 17 15	17 44 30	23-mar-92	12	
4 40 17 15	17 44 30	23-mar-92	12	
7 40 28 00	17 13 30	23-mar-92	3	
7 40 28 00	17 13 30	23-mar-92	4	
8 40 28 00	17 15 30	23-mar-92	2	
5 40 24 30	16 53 00	30-mar-92	12	
5 40 24 30	16 53 00	30-mar-92	13	
5 40 24 30	16 53 00	30-mar-92	13	
10 40 29 30	16 59 30	30-mar-92	11	
10 40 29 30	16 59 30	30-mar-92	11	
10 40 29 30	16 59 30	30-mar-92	5	
3 40 14 45	17 53 15	08-apr-92	7	
3 40 14 45	17 53 15	08-apr-92	8	
3 40 14 45	17 53 15	08-apr-92	8	
4939	41 37 00	21-apr-92	3	
2129	41 20 03	22-apr-92	1	
2200	41 20 58	22-apr-92	1	
2269	41 21 44	22-apr-92	40	
2304	41 21 59	22-apr-92	3	
2446	41 22 52	22-apr-92	2	
3568	41 29 45	22-apr-92	11	
3595	41 29 59	22-apr-92	2	
3676	41 30 43	22-apr-92	2	
3777	41 31 34	22-apr-92	29	
3797	41 31 41	22-apr-92	9	
3949	41 32 23	22-apr-92	3	
4487	41 34 59	22-apr-92	27	
4535	41 35 10	22-apr-92	20	
4688	41 35 52	22-apr-92	2	
4907	41 36 51	22-apr-92	2	
5022	41 37 23	22-apr-92	3	
5044	41 37 29	22-apr-92	2	
7998	41 53 06	22-apr-92	11	
8027	41 53 18	22-apr-92	9	
8076	41 53 36	22-apr-92	7	
8490	41 55 24	22-apr-92	7	
8568	41 55 42	22-apr-92	7	
8654	41 56 06	22-apr-92	4	
8654	41 56 06	22-apr-92	9	
8885	41 57 12	22-apr-92	4	
8935	41 57 30	22-apr-92	4	
9114	41 58 36	22-apr-92	5	
8278	41 54 36	23-apr-92	7	
8461	41 55 18	23-apr-92	7	
8489	41 55 24	23-apr-92	8	
8521	41 55 30	23-apr-92	7	
8545	41 55 36	23-apr-92	5	
8567	41 55 42	23-apr-92	4	
8743	41 56 30	23-apr-92	7	
8843	41 57 00	23-apr-92	5	
275	41 08 25	24-apr-92	2	

parte 1°

Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della Regione Puglia - anno 1992

SIGLA	LAT	LONG	DATA	NO3 (μM/l)
296	41 08 40	16 49 47	24-apr-92	2
417	41 09 38	16 50 29	24-apr-92	1
887	41 12 17	16 37 25	24-apr-92	1
1112	41 13 12	16 38 11	24-apr-92	1
1606	41 16 09	16 26 35	24-apr-92	2
1635	41 16 23	16 26 49	24-apr-92	1
1779	41 17 19	16 27 40	24-apr-92	1
6	40 24 31	18 19 54	27-apr-92	1
17	40 58 15	17 19 42	27-apr-92	1
93	41 04 18	17 05 49	27-apr-92	1
112	41 05 12	17 06 30	27-apr-92	1
1809	41 17 30	16 25 18	28-apr-92	2
2156	41 20 24	16 16 42	28-apr-92	3
2727	41 24 30	16 5 30	28-apr-92	2
4114	41 33 00	15 55 42	28-apr-92	10
7	40 28 00	17 13 30	05-mag-92	2
16	40 48 48	17 36 18	25-mag-92	1
17	40 58 15	17 19 42	25-mag-92	1
275	41 08 25	16 49 34	25-mag-92	2
417	41 09 38	16 50 29	25-mag-92	1
2200	41 20 58	16 17 31	25-mag-92	1
275	41 08 25	16 49 34	18-giu-92	2
417	41 09 38	16 50 29	18-giu-92	1
2200	41 20 58	16 17 31	18-giu-92	1
7998	41 53 06	16 11 18	18-giu-92	1
275	41 08 25	16 49 34	25-giu-92	1
417	41 09 38	16 50 29	25-giu-92	1
2200	41 20 58	16 17 31	28-giu-92	1
8076	41 53 36	16 13 06	08-lug-92	1
8805	41 56 48	15 47 30	08-lug-92	1
7	40 28 00	17 13 30	09-lug-92	1
7	40 28 00	17 13 30	09-lug-92	3
12	40 30 45	17 3 30	09-lug-92	1
12	40 30 45	17 3 30	09-lug-92	2
2129	41 20 03	16 16 41	09-lug-92	1
2200	41 20 58	16 17 31	09-lug-92	1
2292	41 21 54	16 12 01	09-lug-92	3
2304	41 21 59	16 12 05	09-lug-92	2
2446	41 22 52	16 12 53	09-lug-92	1
3568	41 29 45	15 55 48	09-lug-92	5
3595	41 29 59	15 56 05	09-lug-92	2
3690	41 30 49	15 57 07	09-lug-92	1
3777	41 31 34	15 54 38	09-lug-92	9
3797	41 31 41	15 54 54	09-lug-92	3
3949	41 32 23	15 56 02	09-lug-92	1
4484	41 34 57	15 54 01	09-lug-92	7
4535	41 35 10	15 54 16	09-lug-92	3
4688	41 35 52	15 55 23	09-lug-92	2
4907	41 36 51	15 56 58	09-lug-92	2
4964	41 37 07	15 56 07	09-lug-92	2
5022	41 37 23	15 55 25	09-lug-92	2
1	39 47 00	18 22 00	15-lug-92	8

Tab. 3.4a**Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della Regione Puglia - anno 1992**

SIGLA	LAT	LONG	DATA	NO3 ($\mu\text{M/l}$)
3 40 14 45	17 53 15	15-lug-92	1	
4 40 17 15	17 44 30	15-lug-92	1	
275 41 08 25	16 49 34	16-lug-92	2	
296 41 08 40	16 49 47	16-lug-92	1	
417 41 09 38	16 50 29	16-lug-92	1	
887 41 12 17	16 37 25	16-lug-92	1	
1112 41 13 12	16 38 11	16-lug-92	1	
1606 41 16 09	16 26 35	16-lug-92	1	
1635 41 16 23	16 26 49	16-lug-92	1	
1780 41 17 19	16 27 46	16-lug-92	1	
6 40 24 31	18 19 54	17-lug-92	1	
17 40 58 15	17 19 42	17-lug-92	1	
93 41 04 18	17 05 49	17-lug-92	1	
112 41 05 12	17 06 30	17-lug-92	1	
2156 41 20 24	16 16 42	18-lug-92	1	
2727 41 24 30	16 5 30	18-lug-92	1	
4114 41 33 00	15 55 42	18-lug-92	2	
16 40 48 48	17 36 18	21-lug-92	1	
17 40 58 15	17 19 42	21-lug-92	1	
275 41 08 25	16 49 34	21-lug-92	1	
417 41 09 38	16 50 29	21-lug-92	1	
2200 41 20 58	16 17 31	21-lug-92	1	
1809 41 17 30	16 25 18	28-lug-92	1	
16 40 48 48	17 36 18	03-ago-92	1	
17 40 58 15	17 19 42	03-ago-92	1	
275 41 08 25	16 49 34	03-ago-92	2	
417 41 09 38	16 50 29	03-ago-92	1	
2200 41 20 58	16 17 31	03-ago-92	1	
4939 41 37 00	15 55 48	11-ago-92	1	
4939 41 37 00	15 55 48	24-ago-92	1	
16 40 48 48	17 36 18	26-ago-92	1	
17 40 58 15	17 19 42	26-ago-92	1	
275 41 08 25	16 49 34	26-ago-92	2	
417 41 09 38	16 50 29	26-ago-92	1	
2200 41 20 58	16 17 31	26-ago-92	1	
16 40 48 48	17 36 18	11-set-92	1	
17 40 58 15	17 19 42	11-set-92	1	
2200 41 20 58	16 17 31	11-set-92	1	
275 41 08 25	16 49 34	12-set-92	1	
417 41 09 38	16 50 29	12-set-92	1	
4939 41 37 00	15 55 48	21-set-92	4	
16 40 48 48	17 36 18	23-set-92	1	
17 40 58 15	17 19 42	23-set-92	1	
275 41 08 25	16 49 34	23-set-92	1	
417 41 09 38	16 50 29	23-set-92	1	
2200 41 20 58	16 17 31	23-set-92	1	
2292 41 21 54	16 12 01	02-ott-92	7	
4918 41 36 54	15 56 12	04-ott-92	2	
4939 41 37 00	15 55 48	06-ott-92	3	
3568 41 29 45	15 55 48	07-ott-92	2	
3595 41 29 59	15 56 05	07-ott-92	2	
3777 41 31 34	15 54 38	07-ott-92	1	
4484 41 34 57	15 54 01	07-ott-92	5	

parte 2°

Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della Regione Puglia - anno 1992

SIGLA	LAT	LONG	DATA	NO3 ($\mu\text{M/l}$)
5022	41 37 23	15 55 25	07-ott-92	1
93	41 04 18	17 05 49	09-ott-92	1
112	41 05 12	17 06 30	09-ott-92	1
887	41 12 17	16 37 25	09-ott-92	1
1112	41 13 12	16 38 11	09-ott-92	1
1606	41 16 09	16 26 35	09-ott-92	1
1635	41 16 23	16 26 49	09-ott-92	1
1780	41 17 19	16 27 46	09-ott-92	1
2129	41 20 03	16 16 41	09-ott-92	1
2200	41 20 58	16 17 31	09-ott-92	1
2304	41 21 59	16 12 05	09-ott-92	5
2446	41 22 52	16 12 53	09-ott-92	2
275	41 08 25	16 49 34	12-ott-92	1
296	41 08 40	16 49 47	12-ott-92	1
417	41 09 38	16 50 29	12-ott-92	1
6	40 24 31	18 19 54	13-ott-92	1
16	40 48 48	17 36 18	13-ott-92	1
17	40 58 15	17 19 42	13-ott-92	1
1809	41 17 30	16 25 18	30-ott-92	1
2157	41 20 24	16 25 18	30-ott-92	1
2727	41 24 30	16 5 30	30-ott-92	1
4114	41 33 00	15 55 42	30-ott-92	1
5	40 24 30	16 53 00	02-nov-92	1
7	40 28 00	17 13 30	02-nov-92	3
7	40 28 00	17 13 30	02-nov-92	1
7	40 28 00	17 13 30	02-nov-92	1
10	40 29 30	16 59 30	02-nov-92	1
10	40 29 30	16 59 30	02-nov-92	1
11	40 30 45	17 03 03	02-nov-92	2
11	40 30 45	17 03 03	02-nov-92	1
11	40 30 45	17 03 03	02-nov-92	1
3	40 14 45	17 53 15	09-nov-92	1
3	40 14 45	17 53 15	09-nov-92	1
4	40 17 15	17 44 30	09-nov-92	1
16	40 48 48	17 36 18	09-nov-92	1
17	40 58 15	17 19 42	09-nov-92	1
275	41 08 25	16 49 34	09-nov-92	1
417	41 09 38	16 50 29	09-nov-92	1
2200	41 20 58	16 17 31	09-nov-92	1
8076	41 53 36	16 13 06	12-nov-92	3
8545	41 55 36	15 40 00	13-nov-92	4
8843	41 57 00	15 40 00	13-nov-92	5
4939	41 37 00	15 55 48	16-nov-92	4

Tab. 3.4b**Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della Regione Puglia - anno 1993**

SIGLA	LAT	LONG	DATA	NO3 ($\mu\text{M/l}$)
12	40 48 48	17 36 18	12-gen-93	1
13	40 58 15	17 19 42	12-gen-93	1
16	41 08 25	16 49 34	12-gen-93	1
18	41 09 38	16 50 29	12-gen-93	1
27	41 20 58	16 17 31	12-gen-93	1
52	41 53 06	16 11 18	27-gen-93	4
54	41 53 36	16 13 06	27-gen-93	5
58	41 55 36	15 40 00	27-gen-93	8
62	41 57 00	15 40 00	27-gen-93	8
46	41 36 36	15 57 30	28-gen-93	1
49	41 37 00	15 55 48	28-gen-93	1
6	40 24 31	18 19 54	15-feb-93	1
5	40 24 30	16 53 00	09-mar-93	8
5	40 24 30	16 53 00	09-mar-93	4
5	40 24 30	16 53 00	09-mar-93	4
7	40 28 00	17 13 30	09-mar-93	6
7	40 28 00	17 13 30	09-mar-93	6
7	40 28 00	17 13 30	09-mar-93	6
8	40 29 30	16 59 30	09-mar-93	9
8	40 29 30	16 59 30	09-mar-93	4
8	40 29 30	16 59 30	09-mar-93	5
9	40 30 45	17 3 30	09-mar-93	9
9	40 30 45	17 3 30	09-mar-93	5
9	40 30 45	17 3 30	09-mar-93	5
11	40 40 18	18 00 52	11-mar-93	1
12	40 48 48	17 36 18	11-mar-93	1
13	40 58 15	17 19 42	11-mar-93	1
14	41 04 18	17 05 49	11-mar-93	1
15	41 05 12	17 06 30	11-mar-93	1
16	41 08 25	16 49 34	12-mar-93	1
17	40 58 15	17 19 42	12-mar-93	1
18	41 09 38	16 50 29	12-mar-93	1
19	41 12 17	16 37 25	12-mar-93	1
20	41 13 12	16 38 11	12-mar-93	2
21	41 16 09	16 26 35	12-mar-93	1
22	41 16 23	16 26 49	12-mar-93	1
23	41 17 19	16 27 46	12-mar-93	1
25	41 20 03	16 16 41	12-mar-93	1
27	41 20 58	16 17 31	12-mar-93	2
28	41 21 54	16 12 01	12-mar-93	2
29	41 21 59	16 12 05	12-mar-93	2
30	41 22 52	16 12 53	12-mar-93	1
1	39 47 00	18 22 00	16-mar-93	4
2	40 03 00	17 50 00	16-mar-93	2
2	40 03 00	17 50 00	16-mar-93	7
2	40 03 00	17 50 00	16-mar-93	2
3	40 14 45	17 53 15	16-mar-93	4
3	40 14 45	17 53 15	16-mar-93	8
3	40 14 45	17 53 15	16-mar-93	3
4	40 17 15	17 44 30	16-mar-93	2
4	40 17 15	17 44 30	16-mar-93	2
4	40 17 15	17 44 30	16-mar-93	2
55	41 55 18	15 20 30	16-mar-93	8
56	41 55 24	15 47 42	16-mar-93	8
57	41 55 30	15 20 30	16-mar-93	8

Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della Regione Puglia - anno 1993

SIGLA	LAT	LONG	DATA	NO3 ($\mu\text{M/l}$)
58	41 55 36	15 40 00	16-mar-93	7
59	41 55 42	15 47 42	16-mar-93	5
60	41 56 36	15 20 30	16-mar-93	4
61	41 56 48	15 47 30	16-mar-93	4
62	41 57 00	15 40 00	16-mar-93	3
52	41 53 06	16 11 18	17-mar-93	4
53	41 53 18	16 11 42	17-mar-93	3
54	41 53 36	16 13 06	17-mar-93	3
63	41 58 36	16 00 24	17-mar-93	1
33	41 29 45	15 55 48	19-mar-93	1
35	41 29 59	15 56 05	19-mar-93	1
37	41 31 34	15 54 38	19-mar-93	1
38	41 31 41	15 54 54	19-mar-93	1
39	41 32 23	15 56 02	19-mar-93	1
43	41 34 59	15 54 01	19-mar-93	1
44	41 35 10	15 54 16	19-mar-93	1
45	41 35 52	15 55 23	19-mar-93	1
47	41 36 51	15 56 58	19-mar-93	1
48	41 36 54	15 56 12	19-mar-93	8
49	41 37 00	15 55 48	19-mar-93	9
50	41 37 07	15 56 07	19-mar-93	1
51	41 37 23	15 55 25	19-mar-93	1
24	41 17 30	16 25 18	25-mar-93	1
26	41 20 24	16 16 42	25-mar-93	1
32	41 24 30	16 5 30	25-mar-93	1
40	41 33 00	15 55 42	25-mar-93	1
7	40 28 00	17 13 30	30-mar-93	4
12	40 48 48	17 36 18	31-mar-93	1
13	40 58 15	17 19 42	31-mar-93	1
27	41 20 58	16 17 31	31-mar-93	1
16	41 08 25	16 49 34	01-apr-93	1
46	41 36 36	15 57 30	19-lug-93	7

Tab. 3.4c

Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della Regione Puglia - anno 1999

STAZIONE	LAT	LONG	DATA	NO3 ($\mu\text{M/l}$)
Candelaro	41° 35' 00	15° 54' 00	01-mar-99	1
Candelaro	41° 34' 54	15° 55' 48	01-mar-99	1
Carapelle	41° 29' 42	15° 55' 54	01-mar-99	2
Carapelle	41° 30' 24	15° 57' 36	01-mar-99	2
Cervaro	41° 31' 36	15° 58' 48	01-mar-99	1
Cervaro	41° 32' 06	15° 56' 36	01-mar-99	2
Barletta	41° 19' 42	16° 17' 00	02-mar-99	1
Barletta	41° 21' 00	16° 17' 24	02-mar-99	1
Molfetta	41° 13' 48	16° 33' 36	02-mar-99	1
Molfetta	41° 15' 00	16° 34' 18	02-mar-99	1
Ofanto	41° 21' 54	16° 12' 30	02-mar-99	5
Ofanto	41° 23' 12	16° 13' 06	02-mar-99	4
Bari	41° 08' 24	16° 49' 48	03-mar-99	1
Bari	41° 09' 42	16° 50' 18	03-mar-99	1
Cozze	41° 02' 30	17° 08' 30	03-mar-99	1
Cozze	41° 03' 36	17° 09' 30	03-mar-99	1
Monopoli	40° 57' 54	17° 17' 50	03-mar-99	2
Monopoli	40° 58' 42	17° 19' 20	03-mar-99	1
Brindisi	40° 39' 00	18° 00' 12	06-mar-99	1
Brindisi	40° 40' 18	18° 00' 54	06-mar-99	1
Specchiolla	40° 44' 36	17° 44' 42	06-mar-99	2
Specchiolla	40° 45' 52	17° 45' 42	06-mar-99	2
Villanova	40° 46' 38	17° 39' 48	06-mar-99	2
Villanova	40° 47' 42	17° 40' 15	06-mar-99	2
Brindisi	40° 39' 00	18° 00' 12	11-mag-99	1
Brindisi	40° 40' 18	18° 00' 54	11-mag-99	0
Monopoli	40° 57' 54	17° 17' 50	11-mag-99	0
Monopoli	40° 58' 42	17° 19' 20	11-mag-99	0
Specchiolla	40° 44' 36	17° 44' 42	11-mag-99	4
Specchiolla	40° 45' 52	17° 45' 42	11-mag-99	1
Villanova	40° 46' 38	17° 39' 48	11-mag-99	5
Villanova	40° 47' 42	17° 40' 15	11-mag-99	1
Barletta	41° 19' 42	16° 17' 00	12-mag-99	1
Barletta	41° 21' 00	16° 17' 24	12-mag-99	1
Cozze	41° 02' 30	17° 08' 30	12-mag-99	0
Cozze	41° 03' 36	17° 09' 30	12-mag-99	0
Molfetta	41° 13' 48	16° 33' 36	12-mag-99	0
Molfetta	41° 15' 00	16° 34' 18	12-mag-99	0
Ofanto	41° 21' 54	16° 12' 30	12-mag-99	7
Ofanto	41° 23' 12	16° 13' 06	12-mag-99	3
Bari	41° 08' 24	16° 49' 48	13-mag-99	1
Bari	41° 09' 42	16° 50' 18	13-mag-99	0
Candelaro	41° 35' 00	15° 54' 00	13-mag-99	3
Candelaro	41° 34' 54	15° 55' 48	13-mag-99	2
Carapelle	41° 29' 42	15° 55' 54	13-mag-99	6
Carapelle	41° 30' 24	15° 57' 36	13-mag-99	3
Cervaro	41° 31' 36	15° 58' 48	13-mag-99	3
Cervaro	41° 32' 06	15° 56' 36	13-mag-99	2

3.5 I CORSI D'ACQUA SUPERFICIALI

Per i pochi corsi d'acqua della regione non è stato possibile acquisire informazioni utili ad una definizione dello stato qualitativo degli stessi, infatti i pochi dati disponibili si riferiscono a campionamenti sporadici eseguiti in punti diversi e senza carattere di ripetitività, pertanto solo sulla base delle attività del monitoraggio conoscitivo sarà possibile pervenire ad una classificazione di questi corpi idrici. Si può comunque osservare che i rilievi eseguiti sulle acque marine costiere, in corrispondenza delle foci dei fiumi Candelaro, Carapelle e Cervaro, non mostrano significative presenze di carichi di azoto.

3.6 LE ACQUE SOTTERRANEE

Le acque sotterranee rappresentano per la Puglia l'unica risorsa uniformemente distribuita sul territorio e come tale è deputata a soddisfare l'idroesigenza dei comparti civile-potabile, irriguo ed industriale. Tale circostanza, in mancanza di una corretta politica di gestione e di salvaguardia della risorsa ha fatto sì che alle acque sotterranee si è fatto sempre più ricorso, anche per sopperire al deficit di altre risorse idriche, determinando sensibili squilibri negli acquiferi, che, se pure non adeguatamente monitorati, ben si evidenziano attraverso l'analisi di alcune situazioni che di seguito si riportano.

Anche per tale risorsa idrica si evidenzia una carenza di informazioni organiche e con carattere di continuità, pertanto quelle disponibili consentono la focalizzazione dei fenomeni, ma non una loro esaustiva definizione. Per alcune aree del territorio, come il Promontorio del Gargano o le falde superficiali dell'area salentina o dell'arco ionico, non sono disponibili che oasistiche informazioni difficilmente estrapolabili; per l'area del Tavoliere invece mancano attendibili informazioni sullo stato qualitativo delle acque di falda.

Verranno di seguito esaminate le situazioni dell'acquifero del Tavoliere e dell'acquifero murgiano-salentino con riguardo sia agli aspetti qualitativi che quantitativi, non essendo questi ultimi disgiunti dai primi.

3.6.1 Acquifero del Gargano

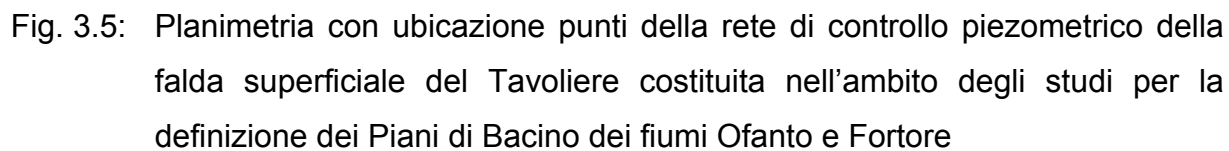
Ben poco è possibile dire su tale corpo idrico, per molti versi poco conosciuto, ma che andrebbe adeguatamente sottoposto a studi idrogeologici atti a valutare le potenzialità di sfruttamento che al momento è limitato e concentrato nell'area nord-occidentale (in vicinanza di Apricena) e settentrionale (tra il promontorio e i laghi di Lesina e Varano). Tale opportunità, peraltro, emergeva anche negli studi condotti per la definizione della "Variante al Piano Regolatore degli Acquedotti"; da tali studi infatti si ipotizzava il ricorso alle falde idriche del Gargano per l'approvvigionamento delle aree costiere del promontorio, interessate da importanti afflussi turistici nella stagione estiva, il cui soddisfacimento sarebbe stato possibile attingendo alle locali risorse sotterranee.

Localmente si hanno informazioni su negative evoluzioni dello stato qualitativo delle acque delle sorgenti localizzate nella porzione settentrionale del promontorio (San Nazario) che, in conseguenza dei notevoli volumi idrici emunti dagli impianti di itticultura, mostrano progressivi aumenti del contenuto salino. Ovviamente su tale situazione, come altre di cui si hanno solo notizie, andranno adeguatamente esaminati nell'ambito degli studi per la definizione del Piano di tutela, onde valutare l'entità dei fenomeni, determinarne le cause e programmare i necessari interventi.

3.6.2 Acquifero del Tavoliere di Foggia

Tale acquifero, tra i primi ad essere sfruttato a partire dagli anni 50', stante la modesta profondità di rinvenimento dal piano campagna, se da un lato ha consentito lo sviluppo di una florida attività agricola, ha per contro subito un progressivo depauperamento, al punto che oggi, anche nelle porzioni centrali della piana (zona di Ortanova), in cui l'acquifero era caratterizzato da maggiore potenzialità, si riscontrano difficoltà di approvvigionamento.

Al fine di rendere apprezzabile l'entità del fenomeno si sono riportati gli abbassamenti dei carichi piezometrici registrati tra il 1987 ed il 2001 in alcuni pozzi dell'area suddetta. I punti acqua considerati appartengono alla rete di controllo piezometrico (riportata in Fig 3.5) costituita nell'ambito degli "Studi per la definizione dei Piani di bacino dei fiumi Ofanto e Fortore" interessati nel 1987 da cicli di rilievi piezometrici, ai fini della definizione di un modello di simulazione matematica dell'acquifero alluvionale del Tavoliere. E' opportuno



evidenziare che già nel 1987, nelle aree prossime alla costa si osservava una sensibile depressurizzazione che portava la piezometria a circa 20 m sotto il l.m.m.. Dall'esame dell'elaborato 4, emerge chiaramente come in 15 anni la situazione, già particolarmente critica, sia peggiorata, facendo registrare depressioni di oltre 20 m, che, se rapportate allo spessore dell'acquifero, equivalgono a considerare la falda quasi scomparsa. Una riconferma di tale situazione deriva dagli studi condotti (De Girolamo, Limoni, Portoghese, Vurro – *"Il bilancio idrogeologico delle idrostrutture pugliesi: sovrasfruttamento e criteri di gestione"* – Acqua 3/2002) dai quali emerge per tale acquifero un deficit idrico annuale medio di circa 67 Mm³.

La situazione disastrosa sopra esposta, ha comportato che, nella affannosa ricerca di nuove fonti di approvvigionamento atte a soddisfare i fabbisogni nel comparto agricolo, si è dato avvio, da

circa 10 anni alla realizzazione di opere di captazione sotterranea di notevole impegno, spinte a profondità di 400÷500 m dal piano campagna.

A tal proposito è bene precisare che nel Tavoliere sono riconoscibili tre sistemi idrogeologici principali: l'acquifero superficiale, nei depositi sabbioso-conglomeratici marini ed alluvionali pleistocenici, l'acquifero intermedio, nelle lenti sabbiose artesiane contenute all'interno delle argille grigio-azzurre (complesso impermeabile) del ciclo sedimentario plio-pleistocenico, e l'acquifero profondo, nei calcari mesozoici.

I corpi idrici sotterranei (effimeri) individuati in seno agli strati sabbiosi presenti nella formazione delle argille azzurre, che in base a datazioni effettuate nell'ambito di indagini eseguite nell'area, risultano avere età superiore ai 12.000 anni, sono oggetto di prelievo per uso irriguo, ancorché siano assolutamente inidonei a tal fine. Le acque di tali corpi idrici, essendo bicarbonatico-sodiche, sono inadatte all'irrigazione dei terreni del Tavoliere, a matrice prevalentemente argillosa; inoltre le stesse acque sono caratterizzate dalla presenza di boro, con concentrazioni talora di oltre 4 mg/l e pertanto sono da ritenersi tossiche per le piante, secondo le indicazioni della FAO.

Come accennato, non è stato possibile reperire dati relativi alla qualità delle acque di falda, ma si ritiene che, per tale acquifero e per il territorio della Piana del Tavoliere, la problematica maggiore sia rappresentata dal marcato depauperamento della risorsa.

A tal proposito sarebbe opportuno incentivare ogni iniziativa indirizzata a favorire il riuso delle acque reflue in tale porzione di territorio, che, è bene ricordare, non è servita da acque superficiali.

3.6.3 Acquiferi murgiano e salentino

L'acquifero murgiano ha subito anch'esso un marcato incremento di sfruttamento che, anche su base dei dati statistici sulle aree irrigate, evidenziano nel Barese, in appena 8 anni, tra il 1982 ed il 1990 un incremento medio delle superfici irrigate superiore al 90%. Passando a considerare per questa provincia la distribuzione areale delle aree irrigate, emerge che oltre il 65% delle stesse si concentra nei comuni rivieraschi, la cui superficie territoriale rappresenta poco più del 20% di quella provinciale.

Va altresì evidenziato che, mentre nella fascia costiera l'incremento delle aree irrigate, tra l'82 ed il 90 è stato di circa il 65%, nelle aree più interne tale incremento ha raggiunto il 138%. Circostanza, questa, ancora più preoccupante, in quanto l'incremento dei prelievi nelle aree di monte non può che esaltare maggiormente (riducendo l'apporto di acque dolci di alimentazione) le già pericolose conseguenze del sovrasfruttamento nelle aree costiere.

Dati qualitativi, peraltro, già indicano nelle porzioni interne del territorio murgiano un depauperamento della risorsa, evidenziato da una riduzione dei carichi piezometrici in alcuni pozzi. La mancanza di rilevamenti sistematici non consente comunque di poter quantificare l'entità del fenomeno.

La modificazione della distribuzione dei prelievi nell'area murgiana trova in parte giustificazione nel fenomeno di trasformazione fondiario-agraria in atto, che vede il diffondersi delle colture irrigue nell'interno, agevolata dall'avvento della tecnologia di perforazione con metodo a distruzione di nucleo, che consente il conseguimento di profondità anche superiori ai 1000 m a costi relativamente contenuti. Per contro, nelle aree costiere la scarsa disponibilità di acque di buona qualità ha condizionato sensibilmente lo sviluppo dell'irrigazione.

Trattandosi di un acquifero costiero di tipo carsico, la qualità delle acque di falda risente in maniera marcata del fenomeno della contaminazione salina, che, talora, si spinge anche a notevoli distanze dalla costa e, localmente, è in forte evoluzione come si verifica attraverso l'andamento del cloroione nei pozzi, utilizzati per approvvigionamento potabile in

passato e attualmente dimessi, di Taranto (Galeso) e Polignano (Fig. 3.6). Mentre le aree interne risultano indenni da tali fenomeni, come ad esempio si può osservare dall'andamento del cloroione nel pozzo Bari (ubicato tra Bitonto e Modugno).

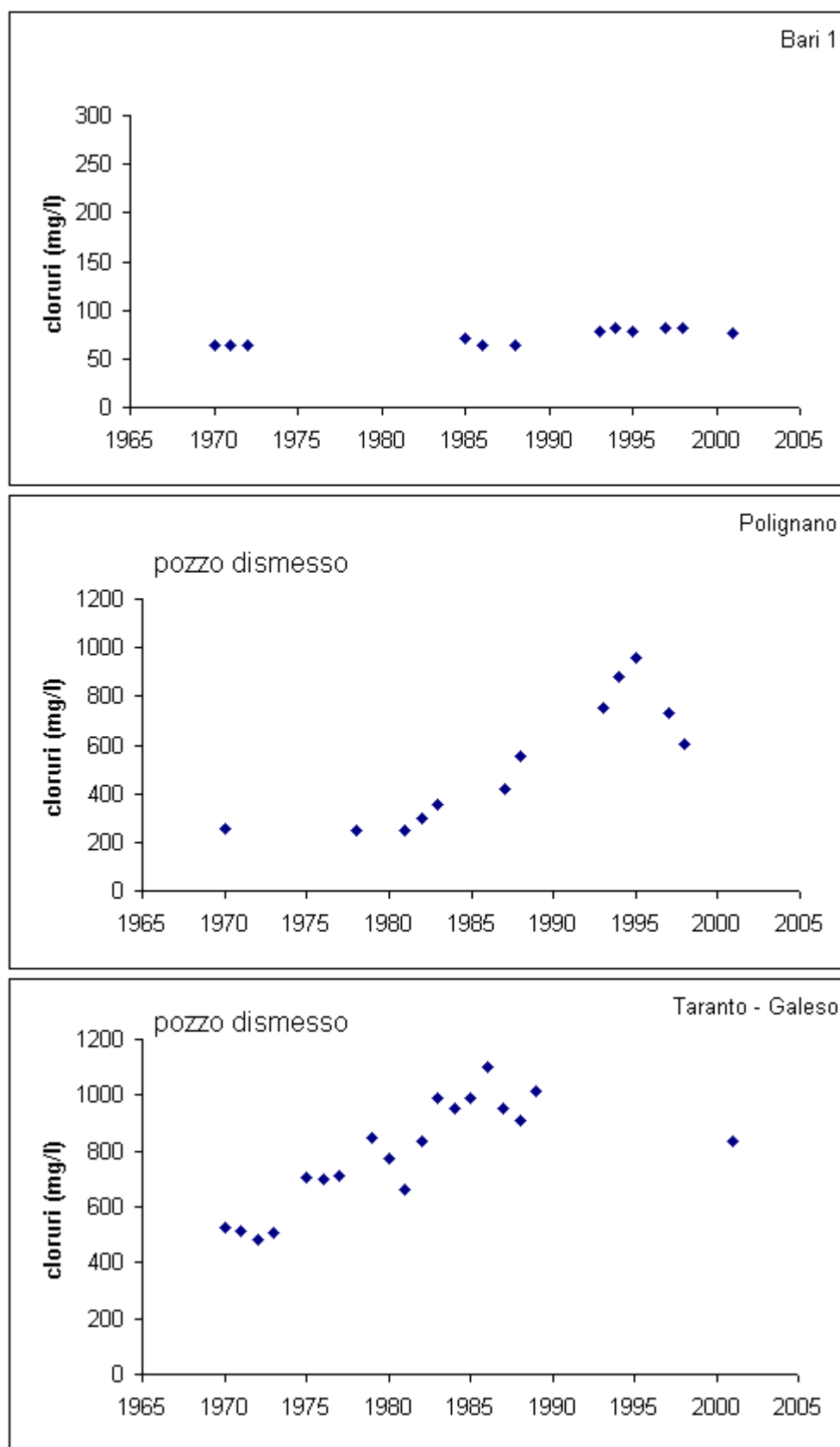
Nel Salento l'utilizzo delle acque sotterranee assume connotazioni significative, in considerazione della circostanza che le stesse rappresentano l'unica fonte di approvvigionamento possibile per il soddisfacimento di tutti i fabbisogni. In tal senso oltre ad un auspicabile apporto di acque esterne nell'area salentina, va considerato che tale risorsa merita particolare attenzione per la sua **“preziosità e unicità”** e, pertanto, andrà come tale trattata, adottando con priorità tutti i criteri per la sua tutela qualitativa e quantitativa. Anche per questo acquifero il fenomeno dell'intrusione marina assume un peso importante e a tal fine si ritiene significativo riportare l'andamento del cloroione in alcuni pozzi adibiti all'uso potabile (Fig. 3.7a, 3.7b, 3.7c, 3.7d). Da tali rappresentazioni emerge come il fenomeno in argomento sia in evoluzione e in che misura questo venga condizionato da periodi di crisi idrica, allorquando, ad una riduzione della naturale ricarica, si assommi un incremento di prelievi, come verificatosi in occasione della crisi idrica del 1982 e del periodo 88-90 caratterizzato da anni siccitosi. Dall'esame dei grafici è possibile rilevare che il pozzo Carmiano 54 non mostra apprezzabili variazioni del parametro indice, se non limitatamente al periodo 90-95.

Per la zona di Galugnano i dati evidenziano come il fenomeno di contaminazione salina abbia subito una brusca evoluzione, dalla fine degli anni '80, poi gradualmente attenuatasi; si osserva, comunque, un trend crescente di detta contaminazione. Le stesse considerazioni sono estendibili per la zona di Bagnolo del Salento.

Nell'area di Corigliano si rileva un incremento assai graduale della salsificazione delle acque sotterranee, indice questo della inesorabile progressione del fenomeno in parola anche nella zona centrale del Salento.

Nell'entroterra gallipolino, i pozzi, Fiusco, Parabita 1 e Matino risultano pure caratterizzati, sebbene con modalità più o meno accentuate, da un continuo incremento della concentrazione in cloroione. I pozzi di Borgagne e Melendugno, infine, attingono alla falda idrica superficiale dell'area a nord di Otranto. L'andamento del parametro indice evidenzia, come naturale, l'assenza di fenomeni di contaminazione salina. Pur tuttavia, il lieve

Fig. 3.6: Concentrazione cloroione in pozzi ad uso potabile.



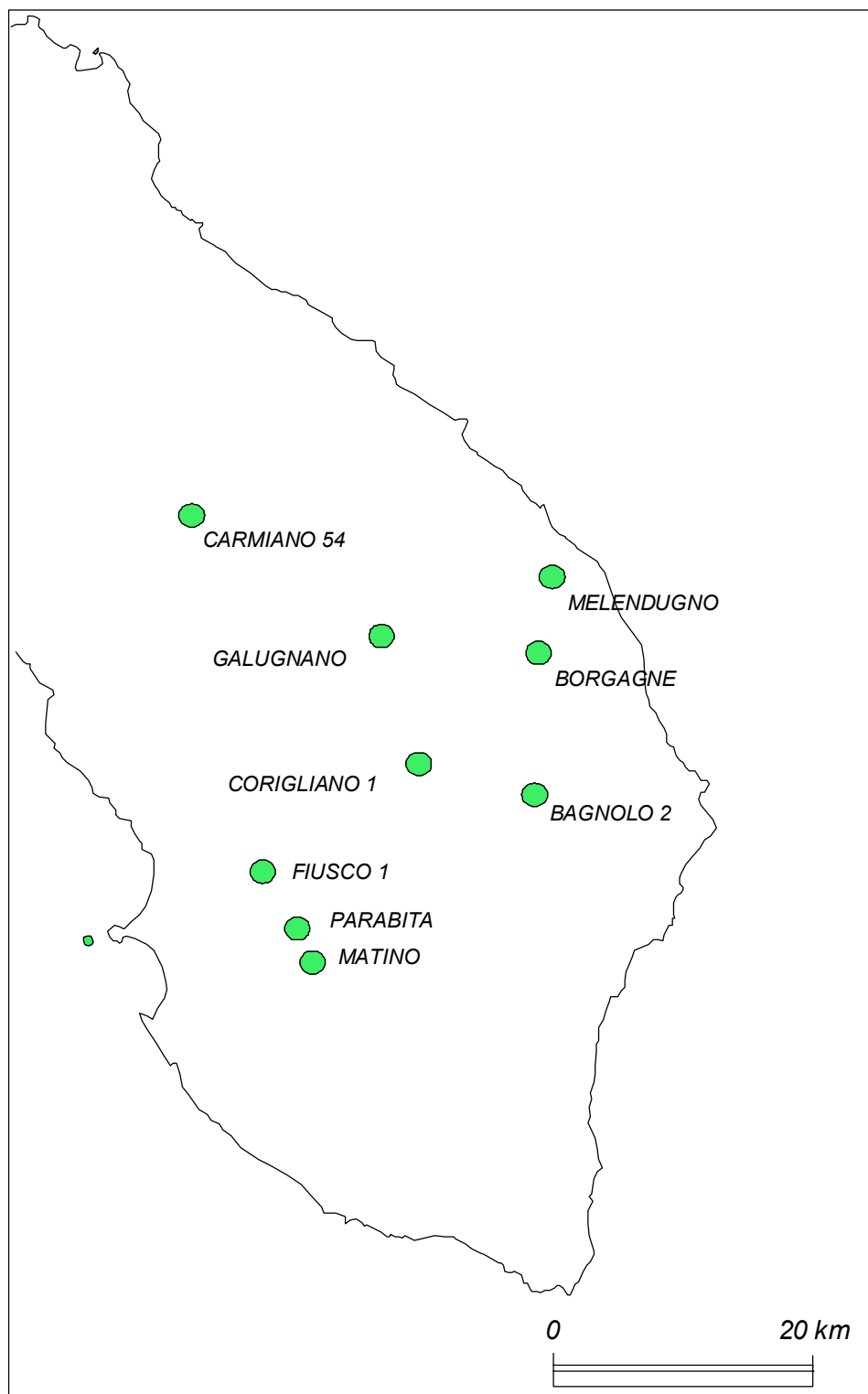


Fig. 3.7a: Planimetria con ubicazione pozzi ad uso potabile nell'area salentina.

Fig. 3.7b: Concentrazione cloroione in pozzi ad uso potabile.

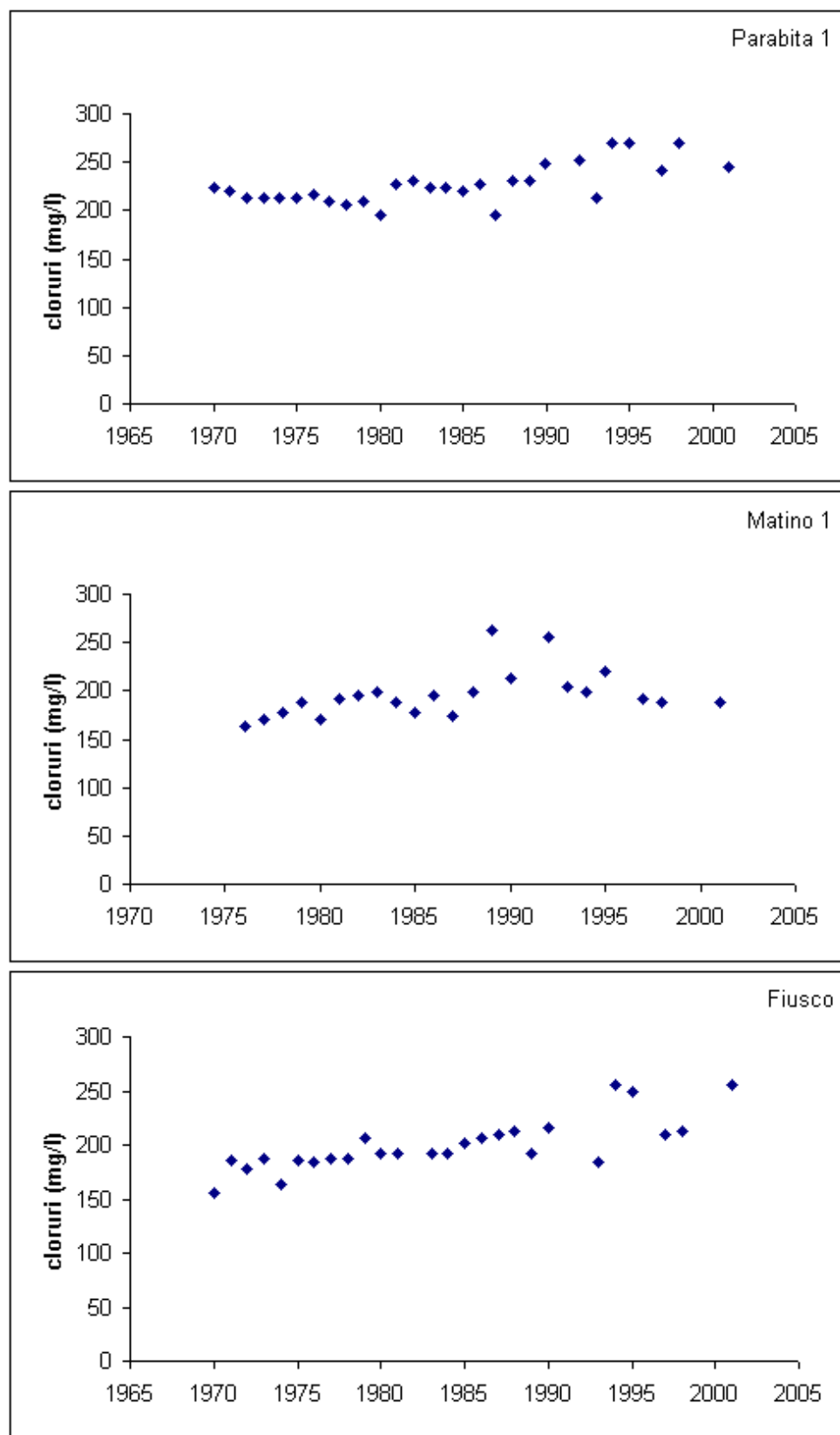


Fig. 3.7c: Concentrazione cloroione in pozzi ad uso potabile.

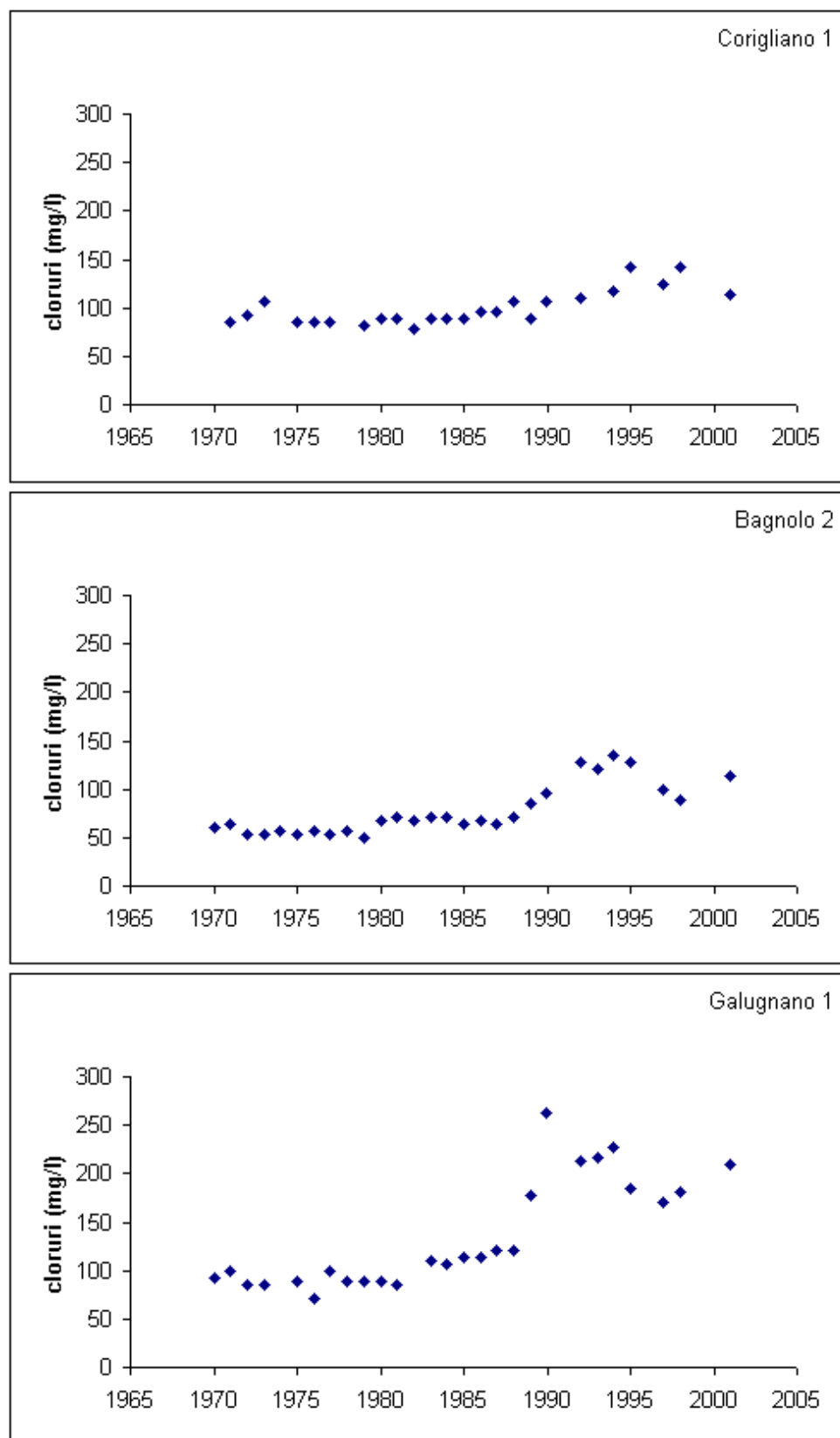
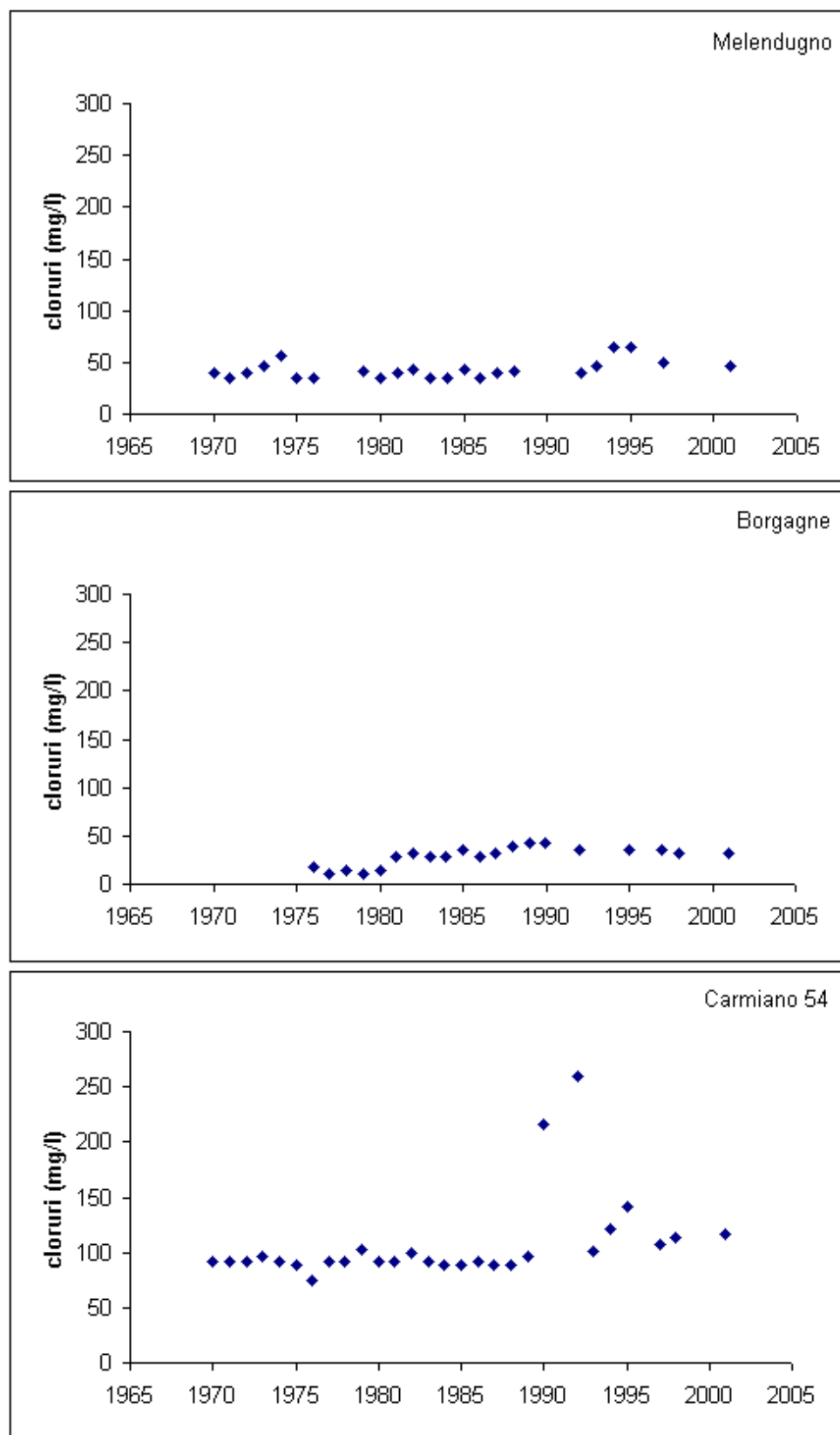


Fig. 3.7d: Concentrazione cloroione in pozzi ad uso potabile.



incremento osservato del cloroione, a partire dagli ultimi anni '80, è verosimilmente imputabile al ridotto ravvenamento dell'acquifero.

Tali fenomeni ovviamente sono l'effetto della notevole pressione degli emungimenti, come peraltro emerso da recenti studi (De Girolamo, Limoni, Portoghese, Vurro - *"Impiego di tecniche GIS per la valutazione e la rappresentazione del bilancio idrogeologico a scala regionale"* – Acqua 2/2001), dai quali emerge un deficit idrico annuale medio di circa 85 Mm³.

Al fine di pervenire ad una prima caratterizzazione dello stato qualitativo delle falde murgiane e salentine si è provveduto a raccogliere ed elaborare i dati disponibili relativi a studi e indagini, condotti nel periodo 1997-2001 (in conformità alle indicazioni del D.Lgs 152/99), sul territorio regionale, che di seguito si elencano:

- Progetto per l'ampliamento e l'ammodernamento della rete di controllo piezometrico e qualitativo delle falde idriche sotterranee della Puglia – Regione Puglia – 1997;
- Indagini e studi finalizzati alla definizione delle aree di salvaguardia delle opere di captazione destinate all'uso potabile in Puglia - Regione Puglia – 1997;
- Studio di verifica dello stato qualitativo della falda – Provincia di Lecce – 1999
- Analisi sulle acque di falda eseguite dal Consorzio di Bonifica Terre d'Apulia;
- Analisi sulle acque di falda eseguite dalla Regione Puglia sui pozzi irrigui gestiti;
- Analisi sulle acque di falda eseguite dal S.V.I. dell'Acquedotto Pugliese;
- Analisi sulle acque di falda eseguite nell'ambito del Programma Operativo del piano Ambiente Terrestre – Progetto 11 “Redazione di carte della vulnerabilità e del rischio di inquinamento – sotto impatto antropico – degli acquiferi costieri dell'area tarantina (RIS 3) – Cluster 11-B – Politecnico di Bari.

Negli elaborati 5 e 6 è riportata la distribuzione dei parametri nitrati e cloruri nelle acque di falda che possono considerarsi rappresentativi dei fattori di contaminazione antropica (di origine prevalentemente civile e ed agricola) e della contaminazione salina che interessano gli acquiferi nelle aree costiere.

Non consentendo, il numero di punti acqua disponibili, una spazializzazione, si è ritenuto classare le concentrazioni. Se pure i dati disponibili non possono offrire un quadro

esaustivo della contaminazione da nitrati, specie in considerazione della circostanza che l'acquifero in argomento è di tipo carsico e quindi caratterizzato da una notevole anisotropia, i pozzi in cui si rilevano concentrazioni superiori al limite ammesso per il consumo umano (50 mg/l) è limitato. Risultano invece ben rappresentate estese porzioni di territorio, in cui le concentrazioni risultano inferiori a 25mg/l. Si ribadisce comunque che i risultati di questa prima caratterizzazione non escludono che localmente sussistano situazioni di marcata criticità, di cui si ha "notizia", ma che solo un monitoraggio mirato ed esteso temporalmente potrà caratterizzare.

Passando a considerare la distribuzione dei cloruri emerge, purtroppo, una situazione meno favorevole; infatti tutte le fasce costiere, ove si hanno punti di controllo, mostrano apprezzabili fenomeni di contaminazione salina, molto più marcati nell'entroterra dell'arco ionico tarantino.

Per il Salento, ove l'acquifero, in virtù del maggior grado di fratturazione e del modesto spessore della porzione di falda dolce sovrastante le acque marine di invasione continentale, rispetto alla contigua Murgia, risulta più vulnerabile, si osservano anche nell'entroterra situazioni di contaminazione piuttosto preoccupanti.

Anche se non cartografati, in quanto relativi ad un numero esiguo di controlli, sono stati esaminati anche i dati batteriologici delle acque di falda, dai quali però non è possibile delineare un quadro rappresentativo dei fenomeni di contaminazione.

Dalla breve disamina è possibile concludere che per il territorio in esame si individuano aree, come quella dell'Alta Murgia, che, oltre a rappresentare la zona di prevalente alimentazione, è caratterizzata da ottime qualità delle acque di falda e da scarsa antropizzazione del territorio; condizioni che suggerirebbero di disporre in tempi brevi di azioni di salvaguardia, finalizzate al mantenimento delle condizioni attuali di tale risorsa, da considerarsi una riserva "strategica" a cui far ricorso solo in condizioni di emergenza.

Anche per l'acquifero salentino, che costituisce l'unica risorsa idrica autonoma per l'area, bisognerà attivare urgentemente interventi di risanamento volti prioritariamente alla rimozione delle immissioni nel sottosuolo attualmente esistenti e a favorire il riuso irriguo dei reflui depurati, con la duplice finalità di recupero di questa risorsa non convenzionale ed una auspicabile riduzione dei prelievi in atto dalla falda.

4.PRINCIPALI PROBLEMATICHE CONNESSE ALLA TUTELA DEI CORPI IDRICI

Da quanto esposto nei due capitoli precedenti, emergono alcune peculiarità che caratterizzano il territorio regionale e le sue risorse idriche.

Di seguito si esaminano le principali problematiche connesse alla salvaguardia ambientale, in senso lato, derivanti dal contesto territoriale di riferimento; ciò in relazione alle indicazioni ed agli adempimenti introdotti dalla normativa in materia ed in particolare dal D.Lgs 152/99.

Nella regione la sola area nord-occidentale (Subappennino Dauno-Tavoliere) risulta impegnata da un reticolo idrografico diffuso; peraltro tale reticolo risulta caratterizzato in prevalenza da corsi d'acqua a regime torrentizio. Nel Basso Salento e nell'arco ionico tarantino è presente perlopiù un reticolo idrografico fossile, talora rimodellato da intervento antropico (canali di bonifica e scolmatori).

La limitata presenza di corsi d'acqua nella regione impone la necessità di ricercare soluzioni alternative per il recapito finale, alternativo, dei reflui depurati che attualmente vengono rilasciati nel sottosuolo, interessando, nella maggior parte dei casi, gli acquiferi.

Bisogna inoltre considerare che, nella gran parte del territorio, affiorano diffusamente le formazioni calcaree, le quali, in virtù delle note patologie di affezione carsica, sovente con discontinuità primarie che dipartono proprio dalla superficie, spesso non offrono un'adeguata protezione agli acquiferi sottostanti. Si può quindi affermare che le risorse idriche sotterranee risultano marcatamente caratterizzate da una vulnerabilità intrinseca, che se pur variabile da zona a zona, pone dette risorse idriche a rischio nei confronti di potenziali fonti di inquinamento derivanti dalle attività antropiche che si svolgono sul territorio.

La "naturale" vulnerabilità" delle falde viene aggravata dalla diffusa presenza di opere di immissione nel sottosuolo di acque reflue e pluviali; la stessa presenza del "pozzo", anche di approvvigionamento, rappresenta un fattore di rischio per la risorsa idrica sotterranea, in quanto potenzialmente in grado di veicolare in profondità inquinanti (laddove non adeguatamente realizzato).

Quanto sopra comporta che la individuazione dei recapiti finali conformi al D.Lgs.152/99, soprattutto in alcune aree della regione, si presenta di non facile soluzione, dovendo coniugare la salvaguardia ambientale e delle risorse idriche sotterranee, con la

necessità di realizzare opere che non comportino impatti negativi sul territorio e che risultino economicamente sostenibili.

La caratterizzazione dello stato qualitativo dei corpi idrici, ancorché condizionata da una insufficiente disponibilità di informazioni su base spaziale-temporale, ha, tuttavia, consentito di evidenziare le più marcate situazioni di criticità. Si fa esplicito riferimento al Mar Piccolo di Taranto, che è da ritenersi a tutti gli effetti “area sensibile” e come tale necessita di interventi urgenti finalizzati a mitigare l’apporto di carichi inquinanti.

Lo stato qualitativo delle risorse idriche sotterranee, nell’area murgiana e salentina (per le quali si dispone di informazioni sufficienti ad una prima caratterizzazione) mostra alterazioni limitate ad alcune aree, ma nella generalità non preoccupanti, se valutate alla sola scala del campione. A tale riguardo una più attendibile valutazione potrà scaturire da un’attività di monitoraggio mirato ed esteso temporalmente, come previsto, oltre che nel D.Lgs.152/99, nella stessa O.M.I. n. 3184 del 22/03/02.

Più critica risulta la situazione delle aree costiere, ove i fenomeni di contaminazione salina, che talora si propagano entroterra anche per alcuni chilometri, mostano trend evolutivi preoccupanti. Tale fenomenologia è strettamente correlata alle intensità degli emungimenti che hanno superato le naturali potenzialità degli acquiferi, come i sensibili deficit idrici di bilancio evidenziano.

L’acquifero del Tavoliere fa riscontrare una situazione di estrema criticità derivante dal sovrasfruttamento a cui è stato sottoposto, con le drammatiche ripercussioni, a cui oggi si assiste, sul comparto produttivo agricolo.

Entrambe le situazioni richiamate impongono il ricorso a risorse idriche alternative che possono individuarsi nei reflui depurati, nelle acque salmastre trattate ed in nuove risorse superficiali anche extraregionali.

In relazione alle problematiche esposte e con riferimento agli obiettivi di Piano, sono state sviluppate le fasi successive dello studio che di seguito vengono riportate.

5.CRITERI ED INDIRIZZI PER LA PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI NEL SETTORE FOGNARIO DEPURATIVO - RECAPITI FINALI DEI REFLUI DEPURATI.

Il presente piano recepisce i dati relativi agli attuali sistemi di smaltimento dei reflui, individua e identifica le difformità e/o inadeguatezze con le normative vigenti, individua le possibili soluzioni (proseguimento della scelta effettuata originariamente, se conformi, o alternative), ritorna nel sistema di riferimento territoriale, esamina il nuovo scenario e valuta la compatibilità delle possibili proposte-progetto sul recapito finale in conformità al D.Lgs n.152/99.

Il capitolo in argomento è stato redatto con la finalità di circoscrivere e compendiare l'attuale sistema di smaltimento degli effluenti del sistema depurativo di specifica pertinenza, ovviamente a scala regionale, non effettuando alcuna differenziazione sulla rivenienza gestionale del singolo impianto.

Le analisi e le valutazioni di seguito riportate concernono esclusivamente il corpo ricettore finale dei reflui depurati; non vengono qui esaminati i limiti di emissione (dei reflui trattati) e degli interventi di adeguamento degli impianti.

I regolamenti regionali pre D.Lgs. 152/99 consentivano il ricorso all'uso del sottosuolo, quale recapito finale del refluo depurato, sia mediante convogliamento a sistemi carsici evoluti e affioranti (inghiottitoi intercettati lungo le aste torrentizie fossili, vore), sia mediante la realizzazione di pozzi rovesci

L'intero sistema depurativo pugliese è attualmente in fase di significativa evoluzione, revisione e ridefinizione tecnologica. L'ottimizzazione del sistema depurativo porterà alla dismissione di impianti obsoleti ed all'accorpamento di vari centri abitati in impianti consortili; inoltre in tale evoluzione sono compresi molti impianti di recente realizzazione, ma non ancora entrati in funzione.

Sul territorio regionale sono presenti 215 impianti di depurazione. La citata evoluzione e revisione comporta, per esempio, per la provincia di Lecce, in cui si contano 82 comuni serviti, la ottimizzazione in 24 impianti consortili. Sicché il presente studio si riferisce ad uno scenario territoriale di riferimento composto da 185 impianti di depurazione. La ricognizione esperita nell'ambito dell'attività di Piano, non si è proposta di fotografare meramente la situazione esistente limitatamente a quanto presente attualmente sul territorio, ma ha avuto lo scopo di sintetizzare il quadro generale che si prospetterà nel breve periodo,

permettendo quindi di valorizzare, in modo più appropriato, gli investimenti e le soluzioni adottate per le aggregazioni. Quest'ultimo aspetto risulta strategico nell'ottica dei dettami del D.Lgs.152/99, in quanto dovranno essere dismessi gli attuali recapiti nel sottosuolo, scelta tipologica che meglio consentiva la realizzazione di impianti depurativi singoli, recapitanti l'effluente all'interno dell'area dell'impianto stesso, senza collettamenti a corpi idrici superficiali.

Lo studio ha riguardato l'analisi delle attuali modalità di smaltimento dei reflui trattati nei diversi sistemi depurativi – comparto civile - a servizio degli abitati presenti sul territorio regionale.

La ricognizione presso gli impianti depurativi (con particolare riferimento a quelli gestiti dall'AQP S.p.A., per i quali è stato possibile reperire una maggiore quantità di dati) ha comunque evidenziato che i sistemi di smaltimento "attuali" risultano confrontabili con i caratteri morfologici, litologici ed idrogeologici della singola porzione di territorio in argomento. Tale aspetto fenomenologico risulta alquanto in armonia con il sistema fisico acqua-terreno, regolamentato dalle emergenze idrologiche (presenti in alcuni ambiti territoriali regionali: subappennino, parti del "basso salento", arco ionico tarantino) e geolitologiche-idrogeologiche; queste ultime condizionanti le scelte di smaltimento nell'ambito territoriale murgiano e nelle aree salentine, caratterizzate da assenza di elementi morfoidrologici che facessero propendere per relativi rilasci.

I sistemi di smaltimento dei reflui, progettati e definiti negli ultimi decenni, ottemperavano ai dettami della L.R.24/83, privilegiando, in assenza di elementi morfoidrologici vicinali, la scelta del recapito nel sottosuolo, sovente interessando direttamente i corpi idrici sotterranei. Tale sistema, peraltro, consentiva la individuazione di un recapito finale diretto (a mezzo pozzi trivellati, spinti a profondità anche molto elevate e spesso finanche in falda), ubicato in prossimità dell'impianto, allorquando non si rinvenivano nelle aree circostanti la presenza di vore. Non di rado, a seguito del verificarsi di intasamenti o forti riduzioni delle caratteristiche di assorbimento (anche in relazione ai sovraccarichi idraulici), si è proceduto alla implementazione del sistema di dispersione nel sottosuolo mediante la realizzazione di ulteriori pozzi rovesci.

Di seguito si procede all'analisi degli attuali recapiti finali, procedendo a scala provinciale, operando sempre un costante confronto con i caratteri fisico-geografici del

territorio. Peraltro la scala provinciale ben si coniuga con i vari scenari morfoidrologici e geologici di riferimento, nonché con la suddivisione per unità idrogeologiche.

Quanto di seguito riportato deriva dal dettagliato inquadramento territoriale e relative carte tematiche, a cui si rimanda per eventuali necessità di approfondimento (Cap.2 della presente relazione).

5.1 PROVINCIA DI FOGGIA

Nel territorio provinciale risultano ubicati 70 impianti di depurazione. In taluni Comuni risultano in esercizio 2 impianti (Foggia e Borgo Incoronata; Faeto; Ascoli Satriano); Monte Sant'Angelo viene servito da 3 impianti.

La provincia di Foggia presenta una popolazione di circa 700.000 abitanti; il sistema depurativo è gestito in prevalenza dall'AQP S.p.A. (41 impianti; 3 di nuova realizzazione, ma non ancora funzionanti) e dai comuni (26 impianti). La portata effluente si attesta su valori dell'ordine di 125.000 mc/giorno.

L'analisi dei recapiti finali degli impianti di depurazione evidenzia un sostanziale "ricorso" all'utilizzo dei corsi d'acqua superficiali, peraltro diffusamente presenti sulla porzione di territorio in esame. Per i Comuni di Rodi Garganico, S.Giovanni Rotondo, Mattinata, Vieste, Zapponata e Margherita di Savoia si utilizza come recapito finale il Mare Adriatico. Solo due depuratori hanno come recapito finale il suolo: Isole Tremiti ed il secondo depuratore di Faeto (impianto in loc. S.Leonardo). La sola località balneare di Marina di Lesina ha come recapito finale il sottosuolo (pozzi trivellati).

Nell'area geografica in argomento si rinvencono 4 aree sensibili (così come definite in prima istanza dall'All.6 del D.Lgs. 152/99): i due laghi di Lesina e Varano; l'invaso artificiale di Occhito, originato dalla diga omonima sul F.Fortore; il lago Salpi), nonché i corsi d'acqua ad essi afferenti per un tratto di 10 km dalla linea di costa degli stessi laghi.

I caratteri del territorio hanno certamente condizionato la scelta dei recapiti finali.

La zona occidentale della provincia di Foggia risulta impegnata da circa il 40% degli impianti di depurazione; si fa specificatamente riferimento al Subappennino Dauno, geologicamente e morfoidrologicamente ben definito.

Il Lago artificiale di Occhito (area sensibile) è attualmente interessato dal solo scarico – indiretto - del depuratore dell'abitato di Celenza Valfortore (dopo immissione iniziale nel

vallone S.Pietro – tributario dell'invaso). Gli abitati di Carlantino, San Marco La Catola, Volturara Appula, e Roseto Valfortore hanno attualmente come recapito finale corpi idrici superficiali (Vallone Valmatrano; Vallone S.Cristoforo; Canale Comunale; F.Fortore) comunque tributari diretti o indiretti del F.Fortore o, come nel caso di Carlantino, afferenti ad un bacino scolante tributario dell'invaso di Occhito.

Ai sensi della normativa vigente ed in base ad una serie di valutazioni comparate di carattere geo-idrologico e di ingegneria sanitaria, gli interventi per l'adeguamento al D.Lgs. 152/99 (Programma di interventi urgenti a stralcio, Legge n.388/2000, art.141, comma 4, o altro strumento di pianificazione), dovranno prevedere soluzioni progettuali che contemplino la conferma di tutti i recapiti su indicati, utilizzando gli elementi morfoidrologici già individuati, o direttamente nel F.Fortore (Roseto Valfortore), o attraverso depressioni morfologiche naturali (valloni) o artificiali, oppure comunque tributari del Fortore (Celenza Valfortore, Volturara Appula, San Marco Lacatola, Carlantino). Ovviamente, nella fase pianificatoria andranno debitamente considerati i limiti di emissione per gli scarichi in relazione al tipo di ricettore, nonché i conseguenti interventi di adeguamento degli impianti depurativi.

I recapiti finali dei depuratori a servizio degli abitati di Serracapriola e Chieuti, nella parte settentrionale della Provincia sono costituiti attualmente dai canali tributari rispettivamente del F.Fortore e del T.Saccione. Tali recapiti possono essere confermati.

Il subappennino Dauno, per ciò che concerne la fascia di territorio con direttrice N_S, compresa a ovest dal limite provinciale e a est dalla piana del Tavoliere, risulta caratterizzato dalla presenza di un nutrito numero di Comuni (24) per una popolazione di oltre 95.000 abitanti, serviti da 27 depuratori (Faeto, Lucera e Ascoli Satriano, con 2 depuratori per Comune). Il profilo morfologico del territorio, contraddistinto dall'assetto geostrutturale ben noto, unitamente alla presenza delle rete idrografica superficiale dipartente proprio da tali rilievi, ha ovviamente favorito, già in passato, la propensione per una scelta di recapito in corso idrico superficiale, ancorché tributario di torrenti (es. Casanova, Triolo, Salsola) a loro volta affluenti del Candelaro, del Cervaro o del Carapelle.

Nella zona settentrionale gli impianti di depurazione a servizio degli abitati di Casalnuovo Monterotaro, Casavecchio di Puglia, Castelnuovo della Daunia, recapitano attualmente i loro effluenti nel torrente Staina, tributario del F.Fortore.

Le considerazioni dianzi esposte favoriscono una sostanziale condivisione per le adozioni dei recapiti finali degli impianti di depurazione (a servizio degli abitati sopra menzionati) anche nei prossimi interventi di adeguamento.

L'area geografica che occupa, centralmente, la piana del Tavoliere risulta interessata da un numero consistente di abitati, serviti da impianti di depurazione. In tale area sono presenti centri abitati di una certa rilevanza, come il capoluogo Foggia (inglobante anche l'impianto di Borgo Incoronata), S.Severo e Cerignola. Anche detta porzione del territorio, seppur evidenziante una netta varianza dello scenario geomorfologico di riferimento, risulta solcata da un sufficiente reticolo idrografico, che consente già attualmente di utilizzare recapiti finali conformi alle norme, anche se limitatamente al corpo ricettore dei reflui depurati.

Per quanto attiene agli impianti di depurazione a servizio degli abitati prossimi alla costa, si rileva che:

- A nord, in prossimità del lago di Lesina, gli abitati di Lesina-Poggio Imperiale (attualmente il depuratore scarica nel canale Elice, tributando poi l'effluente nel Lago) e Sannicandro Garganico (Torrente Trippa), risultano serviti da impianti di depurazione che possono essere studiati conservando la tipologia di scarico attuale, ovviamente tenendo debitamente in conto che il recapito finale è un'area sensibile. Anche gli abitati di Cagnano Varano e Carpino colleghino l'effluente dei loro impianti di depurazione nel lago di Varano, indirettamente attraverso canali; tale soluzione può essere condivisa nella tipologia, ancorché lo scarico finale è in area sensibile. La ricognizione esperita ha anche censito gli impianti di depurazione di Sannicandro Torre Mileto e Marina di Lesina, a supporto di agglomerati (rilevanti solo nei periodi di attivazione delle stazioni balneari) con abitanti residenti censiti pari a circa 1.500. Mentre per il depuratore di Sannicandro Torre Mileto è possibile confermare il recapito (Canale Basso- area sensibile), un appropriato intervento di adeguamento dovrà essere previsto per il depuratore di Marina di Lesina, attualmente recapitante nel sottosuolo.
- Gli abitati di Rodi Garganico, Peschici Vieste, Mattinata (zona di costa del promontorio garganico) sono serviti da impianti di depurazione già recapitanti in

mare. Tale soluzione, ovviamente, potrà essere confermata, privilegiando, ove le condizioni ambientali e meteomarine lo richiedano, le progettazioni complete di condotta sottomarina di allontanamento dello scarico al largo, salvaguardando ulteriormente le zone a valenza turistica. Gli impianti di Ischitella e Vico Garganico utilizzano attualmente elementi morfoidrologici finitimi l'impianto per convogliare l'effluente; tale soluzione sarà ancora adottabile in fase di Pianificazione degli interventi.

- I depuratori censiti a servizio degli abitati di San Marco in Lamis, San Giovanni Rotondo e Monte Sant'Angelo (3 impianti), ovvero nell'area in rilievo del promontorio garganico, utilizzano, quale recapito finale, elementi morfoidrologici (solchi erosivi, canali, impluvi e depressioni ed emergenze geomorfologiche) presenti e caratterizzanti tale porzione del territorio. Le soluzioni attualmente praticate risultano conformi alle norme, quindi possono essere ancora adottate in fase di Pianificazione.

Infine, per gli impianti di depurazione a servizio degli abitati insistenti nel settore meridionale della provincia in esame, prevalentemente in prossimità della costa, si potranno prevedere recapiti comparabili con gli attuali (nel caso di nuovi impianti) o confermare gli attuali recapiti (in caso di adeguamento dell'impianto).

Per tutte queste soluzioni, attuali e da prossima proposta-progetto, bisognerà porre particolare attenzione, in fase di progetto (ovvero trasferire opportune prescrizioni), alle verifiche idrauliche di pertinenza, alle precipue condizioni, laddove presenti, geodinamiche in atto (ancorché all'intorno di interferenza) o potenziali. Particolari prescrizioni andranno conferite ai soggetti gestori, in termini di verifiche a breve e lungo termine, monitoraggi, eventuali conseguenze rivenienti dalle analisi tra portate di esercizio e sovraccarichi idraulici, nonché alla regimazione delle acque di precipitazione meteoriche, con particolare riguardo alle verifiche idrauliche complessive.

I caratteri di questa porzione del territorio regionale, quasi nella totalità delle aree di pertinenza, in particolar modo gli assetti geomorfologici, impongono una progettazione rigidamente osservante il contesto geologico e territoriale di riferimento in relazione alle locali condizioni di rischio idrogeologico e salvaguardia idraulica ad essi connessi.

In questo ambito provinciale, le ricognizioni, i rilievi e gli accertamenti esperiti in sito per le verifiche dei corpi ricettori, hanno talora evidenziato oblitterazioni di canali e alvei (cumuli di rifiuti, vegetazioni incontrollate, manomissioni antropiche più o meno intense e stravolgenti l'asta torrentizia). Tali anomalie, palesemente, compromettono (anche se in modo differenziato) la continuità idraulica, talora con variazioni della sezione di deflusso. Pertanto, per ogni soluzione di recapito coinvolgente un corpo idrico superficiale, dovranno essere studiate debitamente le condizioni idrauliche di detto elemento morfoidrologico; tale aspetto progettuale dovrà riguardare tutti i domini idrografici utilizzati. Come già introdotto, si sottolinea la necessità di predisporre – in fase di progettazione – opportune regolamentazioni per il trasferimento di competenze agli Enti Locali delle indispensabili operazioni di polizia idraulica. Secondo la *Legge 183/89 le Regioni DEVONO ASSICURARE la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essa connessi attraverso attività di programmazione, pianificazione ed attuazione degli interventi DESTINATI, tra l'altro, alla conservazione del suolo, alla difesa, sistemazione e regolazione dei corsi d'acqua, alla moderazione delle piene anche mediante invasi artificiali, al risanamento dei corpi idrici, allo svolgimento funzionale dei servizi di polizia idraulica e di piena, alla manutenzione delle opere e degli impianti nel settore.*

La suddetta prescrizione ha valenza regionale e sarà richiamata nelle trattazioni per provincia che seguono, nell'ambito delle singole circostanze che di volta in volta si sono presentate nella dissertazione del presente capitolo.

5.2 PROVINCIA DI BARI

Sul territorio provinciale sono presenti 32 impianti di depurazione, a servizio di un numero di Comuni decisamente più consistente. Infatti, negli impianti di depurazione di Bari Orientale e Bari Occidentale, vengono collettati i reflui di tutti i Comuni dell'interland del capoluogo Provinciale e Regionale.

All'impianto di Bari orientale vengono convogliati i reflui dei Comuni di :

- Adelfia, Capurso, Cellamare, Noicattaro, Rutigliano, Sannicandro, Triggiano e Valenzano, oltreché i quartieri Japigia, Libertà, Murat, Poggiofranco e Torre a Mare della città di Bari;

All'impianto di Bari occidentale vengono convogliati i reflui dei Comuni di :

- Modugno e Zone Industriale di Bari, quartiere S.Paolo, Binetto, Bitetto, Bitritto, Grumo Appula, Toritto, Palombaio, Palese, Palo del Colle, S.Spirito.

La provincia di Bari ha una popolazione residente di circa 2.430.000 abitanti. Il sistema depurativo è gestito quasi interamente dall'AQP S.p.A.. La portata effluente si attesta su valori dell'ordine di 550.800 mc/giorno.

La ricognizione effettuata sugli impianti di depurazione e relativi scarichi evidenzia una stretta connessione tra le scelte tipologiche di recapito finale e lo scenario geolitologico e morfoidrologico caratterizzante la porzione di territorio in esame. Sulla base delle condizioni geologiche, idrogeologiche e idrografiche ampiamente riportate nel presente studio, di seguito si analizzano i recapiti finali in relazione all'uso del sottosuolo, in assenza di un reticolo idrografico "attuale", nonché alla possibilità (tra l'altro non perseguita in passato) di utilizzare il reticolo idrografico fossile, ovvero i lineamenti morfoidrologici quali lame e gravine.

Dei 32 impianti di depurazione gestiti da AQP S.p.A. presenti nella provincia di Bari, oltre il 37 % hanno recapito finale nel mare Adriatico. Si tratta di Comuni prospicienti la costa o, come nel caso dell'impianto Ruvo di Puglia-Terlizzi, indirettamente recapitante in mare. Nel caso di Ruvo di Puglia il refluo depurato viene scaricato nella Lama dell'Aglio, corpo idrico non significativo, che recapita nel mare Adriatico nei pressi di Torre Calderino.

Nell'ambito della Pianificazione degli interventi si potranno, ovviamente, confermare tali soluzioni, privilegiando le progettazioni complete di condotta sottomarina, ove le condizioni ambientali e meteomarine lo richiedano. Si evidenzia che i Comuni in argomento, per lo più quelli costieri (a parte quelli collegati agli impianti di Bari est e Bari ovest), risultano caratterizzati da una popolazione residente sempre superiore a 20.000 abitanti (tranne Polignano a Mare, 18.300 ab.), in particolare circa il 65% degli impianti di depurazione sono a servizio di Comuni con più di 50.000 abitanti residenti.

Gli studi preliminari esperiti evidenziano che molto probabilmente bisognerà estendere tale soluzione di recapito in mare allorquando non vengano trovate soluzioni alternative (per es. per l'impianto di Conversano). L'impianto di depurazione del Comune di Conversano scarica attualmente l'effluente in campi di spandimento ed, a valle di questi, in voragine naturale.

Attualmente il ricorso a sistemi di sversamento del refluo depurato nel reticolo idrografico (per la maggior parte fossile) copre meno del 19% dell'intero sistema di recapito provinciale. Ovviamente gli impianti di depurazione che utilizzano tale recapito finale "a norma" competono a Comuni ubicati nella "fascia territoriale" interna della Murgia (Gravina, Minervino Murge, Altamura, Corato, Canosa e Andria).

Soluzioni percorribili, meritevoli di ricognizioni approfondite, sono state valutate per i Comuni di Spinazzola (da integrarsi con studi di fattibilità mirati alla verifica della non ingerenza con gli assetti geodinamici in atto o potenziali), Gravina di Puglia, Acquaviva (attuale recapito in campi di spandimento, ma con scarico di troppo-pieno nel sottosuolo), Gioia del Colle, Casamassima (è presente un secondo recapito nel sottosuolo-voragine naturale, nelle aree appena adiacenti il tessuto urbano), Sammichele e Putignano (campi di spandimento in estesa area doliniforme, con recapito di emergenza in discontinuità carsica subaffiorante, sempre nell'area dello stesso impianto).

In tutti questi casi le possibili soluzioni da valutarsi devono in ogni caso tener conto della dismissione definitiva dello scarico diretto nel sottosuolo, anche se ciò dovesse comportare interventi consistenti.

Non dovrà essere aprioristicamente esclusa alcuna ipotesi percorribile, finanche il ricorso alla realizzazione di "nuovi" canali interessando solchi erosivi, di apprezzabile ampiezza, percorrenza e continuità idraulica. Le progettazioni degli interventi dovranno prevedere appositi espropri e tener conto delle vincolistiche che dovranno essere imposte dagli strumenti pianificatori più elevati (PUTT, PRGU...ecc.). Sicchè si dovrà procedere per fasi ricognitive integrate, comparate con le ubicazioni degli impianti, privilegiando gli impianti con scarse possibilità di recapito alternativo al sottosuolo (anche in considerazione delle portate di esercizio).

Dovranno essere comunque privilegiate, contestualmente, le soluzioni integrate con riutilizzo irriguo, ovviamente laddove ampiamente documentato dalle idroesigenze irrigue. Risulta altrettanto palese che tali propensioni al "riutilizzo" non potranno essere assestantemente valutate. Il recapito finale non potrà essere individuato nel riutilizzo in senso stretto: bisognerà identificare comunque un recapito finale dei reflui depurati.

Da quanto su riportato risulta che rimane solo poco più del 20% di tutti gli impianti afferenti alla provincia di Bari, per i quali dovrà essere previsto il ricorso a trincee drenanti adeguatamente progettate (da preferirsi i sistemi modulari aperti), precipuamente in relazione

ai caratteri di permeabilità, alquanto eterogenei, dei terreni in affioramento che impegnano gli areali di Alberobello, Locorotondo, Cassano Murge, Santeramo, Noci, Turi e Castellana Grotte.

Si ritiene altresì necessario trasferire agli “step” di pianificazione successivi, quali il *Programma di interventi urgenti a stralcio (Legge n.388/2000, art.141, comma 4)*, la necessità di procedere ad una analisi di campo, nelle aree finitime gli impianti di depurazione, finalizzata alla valutazione dell’effettiva capacità di assorbimento dei terreni. In tali indagini dovranno valutarsi le caratteristiche di permeabilità dei terreni stessi (destinati alla realizzazione delle trincee), ovvero che dette trincee abbiano la capacità di smaltire il refluo nel tempo.

In fase di progettazione degli impianti, anche se nella fase iniziale di proposta-progetto, dovranno essere previsti scarichi alternativi in lineamenti morfoidrologici all'intorno dell'area prevedendo anche, ove necessario, appositi collettori di avvicinamento a detti lineamenti morfoidrologici.

I suddetti scarichi “alternativi”, che al momento comporterebbero ingenti investimenti a fronte di notevoli incertezze sulla efficacia delle trincee drenanti, vanno visti anche in relazione alla quantità di refluo convogliato all’impianto, la quale sarà inevitabilmente progressiva nel tempo.

Il ricorso alle trincee drenanti deve essere visto come un intervento che risolve certamente il problema nel breve-medio termine. Solo un monitoraggio attento dei sistemi realizzati potrà fornire le necessarie indicazioni sulle azioni da porre in atto nel lungo-medio termine.

Con tali presupposti si realizzerebbe una “rimozione” di recapiti diretti nel sottosuolo pari al circa il 44% degli scarichi del sistema depurativo dell’intera provincia di Bari. Gli scarichi diretti nel sottosuolo interessano circa 2.300.000 abitanti residenti, per una portata reflua di circa 80.800 mc/giorno.

5.3 PROVINCIA DI TARANTO

Nella provincia di Taranto risultano ubicati 25 impianti di depurazione, quasi tutti gestiti da AQP, tranne quelli di Avetrana e Torricella, a gestione comunale. Gli impianti servono una popolazione di circa 580.000 abitanti serviti e trattano una portata totale di oltre

125.000 mc/giorno. Si evidenzia altresì la presenza di impianti consortili per i seguenti comuni:

- Lizzano-Fragagnano-San Marzano;
- Monteiasi-Grottaglie
- Pulsano-Leporano;
- San Giorgio Ionico-Carosino

Per la città di Taranto, noto il territorio impegnato complessivo degli insediamenti abitativi all'intorno, sono stati realizzati 3 depuratori: Taranto Gennarini e Taranto Bellavista (con un totale di oltre 200.000 abitanti serviti) e Taranto Paolo VI (con una portata di poco superiore a 2600 mc/giorno).

L'attuale configurazione dei recapiti finali presenti nella Provincia risulta articolata su un 44% di scarichi nel sottosuolo (voragini naturali e, soprattutto, pozzi disperdenti), un 52% di recapito finale in corpi idrici superficiali, un solo scarico in mare, ma tra i più consistenti (Taranto Gennarini, con una portata effluente di 20.000 mc/giorno).

Anche in tale area geografica, le risultanze della ricognizione sui recapiti finali evidenziano una stretta connessione tra l'attuale recapito finale e lo scenario geolitologico e morfoidrologico che caratterizza la porzione di territorio in esame.

Appaiono quindi sostanzialmente compatibili con i caratteri geolitologici del territorio le propensioni per scarichi nel sottosuolo nelle aree di Montemesola, Monteparano, Roccaforzata, San Giorgio Ionico, e Lizzano nell'area a ESE di Taranto (cfr. carta delle permeabilità in affioramento, su base geolitologica), come anche, proseguendo l'esame del territorio prevalentemente in direzione est, gli impianti di Lizzano, Torricella, Sava e Manduria. A minori distanze dal mar Ionio, ma ugualmente con ricorso allo scarico nel sottosuolo, gli impianti di Pulsano, Maruggio e Avetrana.

Per tale scenario di recapito finale, che accomuna gli impianti a servizio degli abitati citati, bisognerà ovviamente prevedere, in priorità assoluta, la dismissione dello scarico nel sottosuolo.

Per gli impianti di depurazione di Lizzano, Manduria, Maruggio, Pulsano e consortili, si potrà propendere per soluzioni di scarico in mare; per ciò che concerne l'impianto di Lizzano-Fragagnano-San Marzano, si potrà propendere per uno sversamento iniziale in

lineamenti morfoidrologici superficiali finitimi l'impianto (Canale dei Cupi), recapitanti nel Mar Ionio.

Per ciò che concerne l'alto strutturale tra il Mar Piccolo e la nota "conca di Taranto", impegnato dagli abitati di Montemesola, Monteparano, Roccaforzata, si potranno prevedere sistemi di convogliamento in corpo idrico superficiale, utilizzando il Canale d'Aiedda (per Montemesola con iniziale introduzione dell'effluente nel Canale Visciolo), recapitante naturalmente nel Mar Piccolo. A tal proposito si rammenta che, come riportato in altra parte del Piano, i due seni del Mar Piccolo vengono, sulla base dell'analisi dello stato qualitativo del bacino, identificate come aree sensibili.

Per ciò che concerne gli impianti a servizio degli abitati di Faggiano e Monteiasi-Grottaglie, si ritiene possa essere confermato l'attuale corpo idrico ricettore, utilizzando i caratteri morfoidrologici palesati dallo scenario territoriale di riferimento.

Non dovrebbero evidenziare note aggiuntive i recapiti ad oggi utilizzati dagli impianti presenti nell'arco Ionico occidentale; fermo restando la necessità di sottoporre ad idonei studi di fattibilità gli interventi necessari per l'adeguamento a norma degli impianti.

Di tutt'altro approfondimento risultano meritevoli le aree all'intorno degli impianti di Martina Franca e Torricella. Una prima analisi comparata dei caratteri del territorio e dello scenario di riferimento, ha evidenziato notevoli difficoltà ad individuare significative incisioni morfologiche anche in relazione alle portate censite di poco superiore a 9.800 mc/giorno, come l'impianto di Martina Franca.

Lo stesso scenario, anche se certamente meno impegnativo (portata di esercizio di circa 2000 mc/giorno), caratterizza l'impianto di Torricella.

Tuttavia è necessario prevedere, per entrambi, interventi prioritari, atteso che il recapito attuale è costituito dal sottosuolo.

Per entrambi i casi si dovrà far ricorso a sversamento su suolo (trincee drenanti, di tipo modulare). Si ritiene altresì necessario trasferire agli step di pianificazione successivi, a partire dal *Programma di interventi urgenti a stralcio* _ Legge n.388/2000, art.141, comma 4, la necessità di procedere ad una analisi di campo (all'intorno delle aree di pertinenza degli impianti di depurazione) atta alla valutazione dell'effettiva capacità di assorbimento dei terreni, stante le caratteristiche di permeabilità degli stessi valutate sulla base degli studi del presente Piano. Anche in questo caso devono essere previsti scarichi di emergenza in

lineamenti morfoidrologici all'intorno dell'area (anche prevedendo e progettando appositi collettori).

In tale configurazione si realizzerebbe una “rimozione” di scarico diretto nel sottosuolo pari a circa il 44% degli scarichi del sistema depurativo dell'intera provincia. A tale percentuale di attuale recapito diretto nel sottosuolo corrisponde una portata di circa 26000 mc/giorno.

5.4 PROVINCIA DI BRINDISI

Nella provincia risultano ubicati 17 impianti di depurazione, quasi tutti gestiti da AQP, tranne quelli a servizio degli abitati di Francavilla Fontana e Torchiarolo, a gestione comunale, nonché quello a servizio dell'abitato di Torre Santa Susanna, consortile con Erchie (per un totale di circa 20.000 abitanti serviti), a gestione regionale ed attualmente non funzionante.

La ricognizione sull'intero comparto depurativo dell'area in argomento (per un totale di circa 370.000 abitanti serviti ed una portata totale di oltre 80000 mc/giorno) ha evidenziato la presenza dei seguenti impianti consortili:

- Brindisi Fiume Grande: Tutturano, Casale, Fiume Grande;
- Carovigno, San Michele, S.Vito dei Normanni;
- San Pietro Vernotico, Cellino San Marco;
- Fasano Forcatelle: Pezze di Greco, Montalbano, Torre Canne;
- Torre S.Susanna: Erchie.

Per ciò che concerne i recapiti finali dei reflui depurati, il 65% degli impianti scaricano nel sottosuolo (voragini naturali e, allorquando non sufficienti, integrazione con pozzi disperdenti) e un restante 35% in corpi idrici superficiali.

I caratteri del territorio hanno certamente condizionato la scelta effettuata per i recapiti finali della zona nord-occidentale, occidentale e meridionale della provincia in esame, impegnate da circa il 60% degli impianti di depurazione. In tali aree la tipologia di recapito finale è costituito attualmente dal sottosuolo. E' comunque importante sottolineare che tale comparto fisico-geografico non risulta caratterizzato da una diffusa e continua idrografia superficiale, fatta eccezione per taluni lineamenti morfoidrologici con rara continuità idralulica fino al mare.

Tuttavia, mediante una attenta analisi dello scenario territoriale, unitamente a valutazioni tecnico-economiche, possono essere individuate soluzioni alternative a quelle attuali. In fase di Pianificazione successiva, mediante indagini di campo, potranno essere individuati recapiti quali: canali ed emergenze geomorfologiche; recapito su suolo lungo tali solchi erosivi (con valutazione dell'effettiva capacità di assorbimento dei terreni lungo solchi erosivi).

A tal proposito si sottolinea la necessità di predisporre – in fase di progettazione – opportune regolamentazioni di trasferimento di competenze agli Enti Locali delle indispensabili operazioni di polizia idraulica. Ricognizioni, rilievi e accertamenti appositamente esperiti in sito, hanno evidenziato, sovente, oblitterazioni di canali e alvei (cumuli di rifiuti, vegetazioni incontrollate, manomissioni antropiche più o meno intense e stravolgenti l'asta torrentizia fossile e non). Tali anomalie, palesemente, compromettono (anche se in modo differenziato) la continuità idraulica e la sezione di deflusso. Secondo la *Legge 183/89 le Regioni DEVONO ASSICURARE la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essa connessi attraverso attività di programmazione, pianificazione ed attuazione degli interventi DESTINATI, tra l'altro, alla conservazione del suolo, alla difesa, sistemazione e regolazione dei corsi d'acqua, alla moderazione delle piene anche mediante invasi artificiali, al risanamento dei corpi idrici, allo svolgimento funzionale dei servizi di polizia idraulica e di piena, alla manutenzione delle opere e degli impianti nel settore.*

A tal proposito, si ritiene di dover predisporre tutta una serie di verifiche e rilievi al fine di utilizzare canali ed emergenze geomorfologiche che insistono e caratterizzano il territorio in argomento. Nello specifico, il Canale Reale, il Canale Galina Cillarese (finitimo l'agro di Mesagne), il Canale Infoca Ciucci ed il Canale Lamia, nonché la lama d'Antelmi (in continuità idraulica con il Mare Adriatico), potranno essere opportunamente valutati; ciò con la finalità di innalzare la percentuale degli impianti recapitanti in corpo idrico superficiale dall'attuale 35% a circa il 60%.

Per quanto riguarda l'impianto depurativo a servizio del capoluogo di provincia e dei relativi impianti allacciati (Tuturano, Casale, Fiume Grande), si potrà ancora utilizzare il recapito attuale "Fiume Grande".

Per i due impianti di Fasano (Forcatelle e Fasano Centro) dovendo rimuovere gli scarichi nel sottosuolo (circa 40.000 mc/giorno) dovranno essere individuate soluzioni alternative costituite o dallo scarico su suolo o a mare.

Per gli impianti ricadenti nelle aree più interne, Cisternino, Oria, San Donaci, Villa Castelli e Torre S.Susanna (allacciato con Erchie), si potranno prevedere sistemi di scarico regolarizzati in trincee drenanti, pur non escludendo aprioristicamente il ricorso a scarichi di emergenza in lineamenti geomorfologici non finitimi l'impianto. Dovranno essere privilegiate, contestualmente, le soluzioni integrate con riutilizzo in agricoltura; ovviamente laddove ampiamente documentato dalle idroesigenze irrigue. Risulta altrettanto palese che tali propensioni per il "riutilizzo" non potranno essere assestantemente valutate, ovvero il recapito finale non potrà essere il riutilizzo in senso stretto: bisognerà studiare comunque un recapito finale al quale sottrarre – laddove realmente documentabile e convenzionabile – un tributo per il riutilizzo irriguo (peraltro fluttuante, in considerazione delle colture predominanti presenti negli agri di competenza, già peraltro valutati in prima analisi quali-quantitativa).

5.5 PROVINCIA DI LECCE

La provincia in esame comprende una popolazione di oltre 700.000 abitanti residenti, servito da una sistema depurativo gestito prevalentemente dall'AQP e secondariamente da gestioni comunali (6 impianti); esiste anche un impianto regionale (Salice Salentino, la cui portata effluente si attesta su valori dell'ordine di 5.000 mc/giorno). Il numero elevato di Comuni e/o agglomerati (tralasciando, in tale trattazione, le "marine", peraltro con un contributo consistente di reflui nei periodi estivi stante la marcata vocazione turistica) ha di fatto favorito, già in passato in conformità alle previsioni del Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA), l'adozione di soluzioni impiantistiche consortili, anche in considerazione dell'alta densità dei centri urbani, della modesta dimensione degli stessi e della loro pressoché omogenea distribuzione sul territorio.

Gli impianti consortili, censiti nella ricognizione, che inglobano soluzioni impiantistiche già in atto, possono essere compendati come segue:

- Casarano, Matino, Parabita;
- Galatina, Soleto;
- Galatone, Seclì;

- Lecce, Surbo;
- SanCesario di Lecce, Monteroni di Lecce, Lequile, Arnesano, SanPietro in Lama;
- Squinzano, Trepuzzi;
- Uggiano La Chiesa, Giurdignano, Minervino di Lecce;
- Castrignano del Capo, Gagliano del Capo, Patù;
- Castro, Andrano, Diso, Ortelle, Spongano, Poggiardo;
- Gallipoli, Alezio, Sannicola, Tuglie;
- Maglie, Scorrano, Corigliano d'Otranto, Muro Leccese, Cursi, Castrignano de' Greci, Botrugno, Nociglia, S.Cassiano, Melpignano, Bagnolo del Salento, Surano, Sanarica, Palmariggi, Giuggianello;
- Montesano Salentino, Miggiano;
- Morciano, Salve;
- Presicce Acquarica del Capo;
- Supersano, Ruffano;
- Taviano, Racale, Melissano;
- Cvallino, Lizzanello, San Donato di Lecce;
- Vernole, Castri di Lecce, Caprarico di Lecce;
- Carpignano Salentino, Martano;
- Copertino Leverano, Veglie;
- Melendugno, Calimera, Martignano;
- Campi Salentina, Guagnano, Salice Salentino;
- Sternatia, Zollino.

Il 70% degli impianti di depurazione presenti sul territorio provinciale in esame hanno come recapito finale dell'effluente il sottosuolo.

Il restante 30% è omogeneamente distribuito tra scarichi convogliati a mare (Lecce, Gallipoli, Santa Cesarea Terme, Porto Cesareo, Nardò; per un numero di abitanti serviti dell'ordine di 132.000 unità), scarichi su suolo (Casarano, Squinzano, Alliste, Collepasso: con una portata totale di 12.600 mc/giorno) e recapito collettato in corsi idrici superficiali (portata complessiva 7.400 mc/giorno).

Quest'ultimo dato appare sostanzialmente in contrasto con lo scenario morfostrutturale e territoriale di riferimento. La ricognizione effettuata ha evidenziato la presenza di un reticolo idrografico, ancorché modesto, integrato da una serie di canalizzazioni antropiche verosimilmente impostate su lineamenti ed emergenze geomorfologiche. Sicché appare palese che tale aspetto fenomenologico, alla luce di quanto imposto dal D.Lgs. 152/99 e succ. integrazioni, non deve assolutamente essere trascurato. Ciò finanche ricorrendo anche a notevoli investimenti per il completamento delle interconnessioni e regolarizzazioni dei medesimi canali; questi sono da ritenersi, già in questa fase, indispensabili stante la calcolazione delle portate attuali (peraltro proiettate verso domini temporali imposti dal Piano di Tutela, con proiezioni di incremento degli abitanti/equivalenti).

Tuttavia nella provincia di Lecce le risultanze della ricognizione sugli scarichi degli impianti di depurazione evidenziano una sostanziale connessione tra i recapiti finali e lo scenario geolitologico e morfoidrologico che caratterizza la porzione di territorio in esame, condizionandone le scelte del recapito.

Lo Studio di Fattibilità predisposto dall'AQP Spa per il "basso Salento", integrato da una serie di ricognizioni puntuali espletate direttamente in situ – soprattutto in corrispondenza di emergenze geomorfologiche e canalizzazioni antropiche regolarizzanti taluni impluvi – ha consentito di evidenziare lineamenti idrografici (antropizzati e naturali) che dovranno essere debitamente valutati nello step di pianificazione successiva (*Programma di interventi urgenti a stralcio* _ Legge n.388/2000, art.141, comma 4) in quanto possibili recapiti finali degli effluenti.

In particolare il Canale Asso e il Canale del Raho potranno essere considerati "corpi idrici superficiali preferenziali", visto il loro dominio territoriale, verificandone, ovviamente, la continuità ed il funzionamento idraulico. Come detto in precedenza, si sottolinea la necessità di predisporre – in fase di Pianificazione – opportune regolamentazioni per il trasferimento di competenze agli Enti Locali delle indispensabili operazioni di polizia idraulica. Infatti anche nella Provincia di Lecce, le ricognizioni hanno evidenziato obliterazioni di canali e alvei (cumuli di rifiuti, vegetazioni incontrollate, manomissioni antropiche più o meno intense e stravolgenti l'asta torrentizia). Tali anomalie, palesemente, compromettono (anche se in modo differenziato) la continuità idraulica, alterandone la sezione di deflusso. Secondo la *Legge 183/89 le Regioni DEVONO ASSICURARE la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione del patrimonio idrico per gli usi di*

razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essa connessi attraverso attività di programmazione, pianificazione ed attuazione degli interventi DESTINATI, tra l'altro, alla conservazione del suolo, alla difesa, sistemazione e regolazione dei corsi d'acqua, alla moderazione delle piene anche mediante invasi artificiali, al risanamento dei corpi idrici, allo svolgimento funzionale dei servizi di polizia idraulica e di piena, alla manutenzione delle opere e degli impianti nel settore.

Secondo una stima effettuata mediante approfondimenti indicati in precedenza si dovrebbe riuscire a quadruplicare il numero degli impianti con recapito finale in corpo idrico superficiale.

Gli scarichi dei depuratori che recapitavano l'effluente in mare (Lecce-Surbo; Gallipoli-Alezio-Sannicola—Tuglie; S.Cesarea Terme; Porto Cesareo), ovviamente possono essere confermati.

Per la restante parte dei depuratori, peraltro alquanto consistente, dovranno essere formulate proposte-progetto che contemplino lo scarico diretto su suolo a mezzo trincee drenanti o, da preferirsi, sistemi “integrati” che utilizzino anche emergenze morfostutturali locali (cave, tagli antropici per pregressa attività di coltivazione ecc.).

In tali ipotesi dovranno essere debitamente studiate le condizioni al contorno, ovvero esperire una preliminare analisi comparata dei caratteri del territorio e dello scenario di riferimento, evidenziando altresì le eventuali difficoltà connesse al ricorso a emergenze geomorfologiche di soddisfacente utilizzo.

Dovranno essere privilegiate, contestualmente, le soluzioni integrate con riutilizzo irriguo; ovviamente laddove ampiamente documentato dalle idroesigenze di consorzi e strutture cooperative. Risulta altrettanto palese che tali propensioni per il “riutilizzo” non potranno essere assestantemente valutate, ovvero il recapito finale non potrà essere il riutilizzo in senso stretto: bisognerà studiare comunque un recapito finale al quale sottrarre – laddove realmente documentabile e convenzionabile – un tributo per il riutilizzo irriguo (peraltro fluttuante, in considerazione delle colture predominanti presenti negli agri di competenza, già peraltro valutati in prima analisi quali-quantitativa).

In tale configurazione di Piano si realizzerebbe una “rimozione” di sversamento diretto nel sottosuolo pari a circa 125.000 mc/giorno di effluente depurato.

6. CRITERI PER LA DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE DI PRIMA PIOGGIA E DI LAVAGGIO DELLE AREE ESTERNE, DI CUI ALL'ART. 39 D.L.GS 152/99 E SUCC.

6.1 STATO DELLE CONOSCENZE

La attuale disciplina sulle acque meteoriche è rappresentata dal Regolamento Regionale n.°5/89 per ciò che riguarda gli *Scarichi delle fognature pluviali e scaricatori di piena* e dalla Legge Regionale N.31/95 per quanto riguarda l'*Autorità competente al rilascio delle autorizzazioni degli scarichi*.

Nel Regolamento Regionale si definivano i corpi idrici recettori, i trattamenti a cui dovevano essere sottoposti tali scarichi, ed altre prescrizioni tecniche.

La Legge Regionale invece individua nelle Province le autorità competenti al rilascio delle autorizzazioni all'immissione diretta in mare dei rifiuti liquidi provenienti anche da fognature pluviali e allo scarico delle pubbliche fognature anche pluviali.

La vigente normativa D.L.gs 152/99 così come modificato dal D.L.gs. 258/00, nell'articolo 39, ha vietato lo scarico o l'immissione diretta di acque meteoriche nelle acque sotterranee. Questo divieto comporta l'obbligo per i titolari dello scarico di individuare nuovi recapiti.

In una regione come la Puglia, praticamente quasi priva di corpi idrici superficiali, con esclusione delle fasce costiere e delle aree del Tavoliere e del Subappennino Dauno, gli unici recapiti conformi alla normativa, nelle restanti aree interne della regione, sono identificabili nel suolo e nello strato superficiale del sottosuolo.

Nello stesso articolo il Decreto ha demandato alla Regione la disciplina delle forme di controllo degli scarichi, delle particolari ed eventuali prescrizioni ed autorizzazioni da imporre alle immissioni, ed infine la disciplina del trattamento eventuale delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne.

Nell'articolo 30 comma 6 dello stesso decreto, si fissa un termine di tre anni dalla sua entrata in vigore, per l'adeguamento alla normativa degli scarichi nel sottosuolo e nelle acque sotterranee. Successivamente il Ministero dell'Interno, Delegato per il Coordinamento della Protezione Civile, ha disposto con l'ordinanza N.°3184/200 *“Disposizioni urgenti per fronteggiare l'emergenza nel settore dei rifiuti urbani, bonifica e risanamento ambientale dei*

suoi, delle falde e dei sedimenti inquinanti, nonché in materia di tutela delle acque superficiali e sotterranee e dei cicli di depurazione nella Regione Puglia”, la possibilità per il Commissario Delegato di concedere una proroga dei termini suddetti per gli scarichi nel sottosuolo, escluse le acque di prima pioggia, di 90 giorni, a condizione che il titolare di detti scarichi presenti un progetto per un recapito conforme alle disposizioni di cui al D.L.gs 152/99, che tale progetto sia definito ed impostato in modo da esserne prevedibile la realizzazione entro i successivi 12 mesi e che lo scarico nel sottosuolo, pertanto, possa cessare comunque entro i successivi 18 mesi. Quindi la proroga concede 33 mesi durante i quali si dovranno adeguare gli scarichi e le immissioni.

6.2 LE CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELLE PRIME ACQUE DI PIOGGIA

Il problema del controllo dell'inquinamento originato dalle acque meteoriche richiede la definizione di una disciplina che regoli le autorizzazioni, i trattamenti, ed i criteri di smaltimento di tali acque.

Le prime acqua di pioggia, identificabili nei primi millimetri di precipitazione di un evento meteorico, lisciviano buona parte degli inquinanti depositati sulla superficie del bacino scolante e nei collettori fognari, ove trattasi di rete mista. Il loro carico inquinante è sensibilmente influenzato dal regime pluviometrico (periodo intercorrente tra due eventi meteorici successivi) e dall'intensità dell'evento nella sua fase iniziale.

La regimazione delle acque meteoriche dovrà soprattutto assicurare la salvaguardia idraulica e la relativa mitigazione del rischio idraulico, idrogeologico, ed ambientale. A tal proposito la disciplina dovrà essere recepita dai regolamenti, a livello centrale e periferico e trasferita agli Enti preposti al rilascio delle autorizzazioni edilizie.

Tale disciplina dovrà essere la base per l'ottimizzazione dei dispositivi di raccolta, degli eventuali processi di trattamento, e delle opere di smaltimento nel recapito finale che sia finalizzata alla massima compatibilità ambientale.

In Italia le fognature sono spesso di tipo misto, per cui le acque di pioggia vengono convogliate, unitamente alle acque nere, agli impianti di depurazione dove le prime acque di pioggia vengono trattate unitamente alle nere prima dello scarico finale.

Va inoltre considerato che in occasione di eventi meteorici di forte intensità, parte delle acque miste vengono sfiorate nei corpi ricettori con il loro carico inquinante, certamente non trascurabile.

Nella Regione Puglia ove le reti esistenti sono quasi esclusivamente di tipo separato, si riscontra talora che le acque di pioggia vengono attualmente smaltite nel sottosuolo. Tale tipo di recapito ha suscitato preoccupazioni a causa delle possibili ripercussioni di carattere igienico-sanitario-ambientale dovute alla immissione di sostanze inquinanti direttamente nelle acque sotterranee per cui anche per tali scarichi il D.Lgs 152/99 ne ha imposto il divieto di recapito diretto in falda.

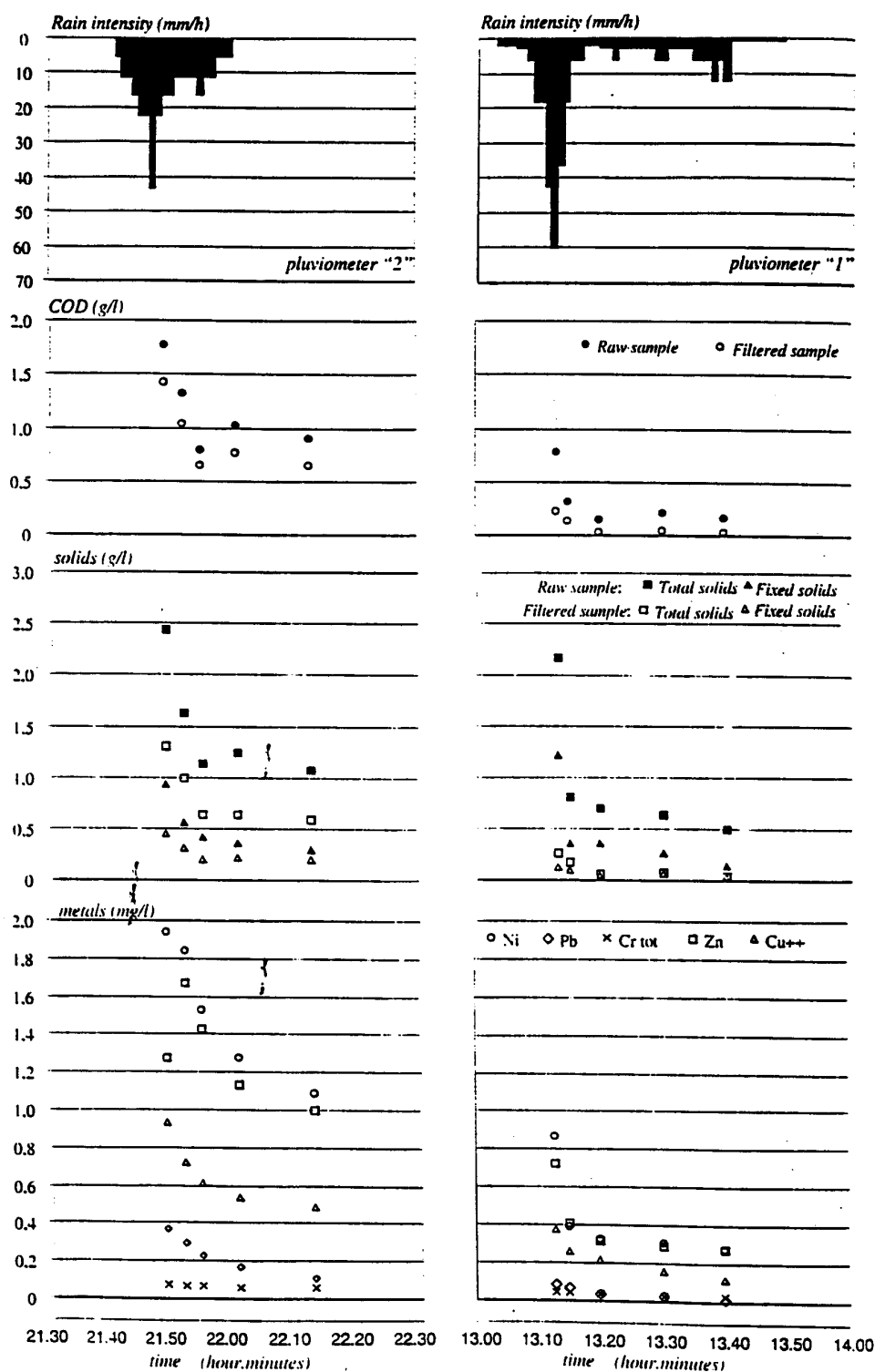
Tale restrizione, in recepimento delle Direttive comunitarie, deriva da una potenziale attribuzione di un carico inquinante idroveicolato dalle prime acque di pioggia, non supportata, però, da un'adeguata sperimentazione finalizzata alla sua valutazione.

Nel nostro paese la maggior parte delle indagini, su bacini sperimentali, sono state condotte sugli scarichi di fognature miste, in occasione di alcuni eventi meteorici (vedi riferimenti bibliografici 1, 2, 3, 4 e 5).

Indagini condotte dall'Università della Basilicata prima su un bacino sperimentale in località Malvaccaro (6) e successivamente in località Parco Aurora (7) della città di Potenza, hanno riguardato la caratterizzazione di carichi inquinanti di dilavamento di acque meteoriche in aree urbane, anche per reti pluviali separate o su caditoia stradale prima dell'immissione in fognatura mista.

Con riferimento alle indagini condotte sul bacino di Parco Aurora, sono stati analizzati dei campioni prelevati all'imbocco di una caditoia stradale che possono ritenersi rappresentativi delle acque meteoriche dopo il dilavamento delle sostanze inquinanti presenti sul bacino sperimentale. Nella figura 7.1 sono riportati i risultati delle analisi relativi ai parametri S.S., COD, Ni, Zn, Cu, Cr, riscontrati in occasione di due eventi di pioggia successivi, a seguito di un periodo asciutto. Si può osservare come i S.S. raggiungano in corrispondenza della massima intensità di pioggia valori pari a circa 2500 mg/l, in un evento e di circa 2300 mg/l nel successivo evento avvenuto il giorno seguente; i valori di COD corrispondenti sono circa 1800 mg/l e circa 800 mg/l, i valori dei metalli sono per il Ni pari a circa 2 mg/l, per lo Zn pari a circa 1,3 mg/l e per il Cu pari a circa 1 mg/l.

Fig. 6.1 Evento del 23 e 24 Luglio 1999, istogrammi e valori di concentrazioni dei S.S., del COD, e dei metalli in un campione del sito sperimentale in località Parco Aurora della città di Potenza.



I pochi esempi citati non possono comunque ritenersi rappresentativi della complessità dei fenomeni in gioco che influenzano la formazione e la propagazione del carico inquinante delle acque di deflusso urbano attribuibili a due principali processi (8):

1. accumulo di sostanze inquinanti sul bacino ed in fognatura funzione a sua volta dei seguenti fattori: durata del periodo di tempo secco antecedente un evento meteorico; agenti atmosferici; traffico veicolare; emissioni da impianti industriali e termici; applicazione di fertilizzanti e pesticidi in prati e altre aree verdi; spargimento di sostanze antigelo; deposizione di materiale grossolano sulle superfici; efficienza e frequenza della pulizia stradale operata con mezzi meccanici dagli Enti Pubblici; numero degli abitanti; tipo d'insediamento; caratteristiche geometriche altimetriche della rete fognante; reazioni chimiche e biologiche che interesseranno il sedimento
2. dilavamento della superficie drenante gli eventi di pioggia ed il conseguente ingresso in fognatura delle sostanze inquinanti funzione a sua volta dei seguenti fattori: intensità della pioggia e della sua durata; presenza della vegetazione; tipo di materiale depositato sul bacino in termini di granulometria, densità e coesione; erosione dovuta all'impatto delle gocce di pioggia; erosione dovuta al ruscellamento superficiale; velocità sulla superficie

L'elevato numero e la complessità dei fenomeni fisici che intervengono, nonché la notevole variabilità spaziale e temporale dei valori iniziali ed al contorno delle variabili di interesse, comporta una difficile modellazione e simulazione dei fenomeni di generazione, accumulo, e trasferimento degli inquinanti.

Ulteriori sperimentazioni relative a fognature separate, sono state effettuate negli Stati Uniti dove l'analisi del fenomeno di concentrazione degli inquinanti nelle acque defluenti nel primo periodo dell'evento meteorico viene denominato "first flush".

Il Monterey Bay Sanctuary Citizen Watershed Monitoring Network ha condotto uno studio su campioni di acque di prima pioggia nelle città di Monterey, Pacific Grove and Capitola (9).

Il termine "first flush" è usato per descrivere la prima significativa pioggia che dilava gli inquinanti accumulati nel periodo precedente l'evento. Tali inquinanti includono oli, batteri, nutrienti, metalli, sedimenti, e numerose altre sostanze chimiche che sono presenti sui

piazzali dei parcheggi, sulle strade, e nei cortili. Sono state realizzate 12 differenti stazioni di campionamento in tre diverse città.

Poiché la normativa, anche negli Stati Uniti, non fissa limiti tabellari allo scarico per acque di pioggia, per poter valutare i risultati delle analisi, le concentrazioni di coliformi totali, nitrati, ortofosfati, solidi sospesi sedimentabili e solidi sospesi disciolti sono state comparate con le Central Cost Ambient Monitoring Program's (CCAMP) Action Levels; le concentrazioni di metalli sono invece state comparate con le Central Cost Basin Plan standard.

Entrambi tali limiti si riferiscono agli standard di qualità dei corpi idrici ricettori rappresentati da acque marine costiere e non già alle acque di pioggia da scaricare, per cui è logico assumere che queste ultime possano avere concentrazioni superiori a tali limiti, in considerazione delle diluizioni nel corpo idrico.

Lo studio ha riguardato la caratterizzazione delle acque raccolte nei primi 30 minuti dell'evento considerato. Alcuni dei risultati analitici, di seguito riportati nelle Figg. 6.2, 6.3 e 6.4 e Tab. 6.1, rappresentano quindi le caratteristiche medie in tale periodo di afflusso.

La città di Austin (Texas) con il StormWater Monitoring Program (10) ha monitorato la quantità e qualità delle acque meteoriche in diverse condizioni di uso del suolo. Lo studio in argomento ha inteso per prima pioggia il primo ½ pollice (13 mm) di altezza di precipitazione. Il risultato in generale è stato che la concentrazione della prima pioggia è significativamente più alta di quella della pioggia successiva e tale decremento in concentrazione segue una funzione di tipo esponenziale.(vedi figura 6.5).

Fig. 6.2 Concentrazioni di ortofosfati e nitrati (mg/l) di un campione di prima pioggia. La linea orizzontale rappresenta il limite CCAMP Action Level.

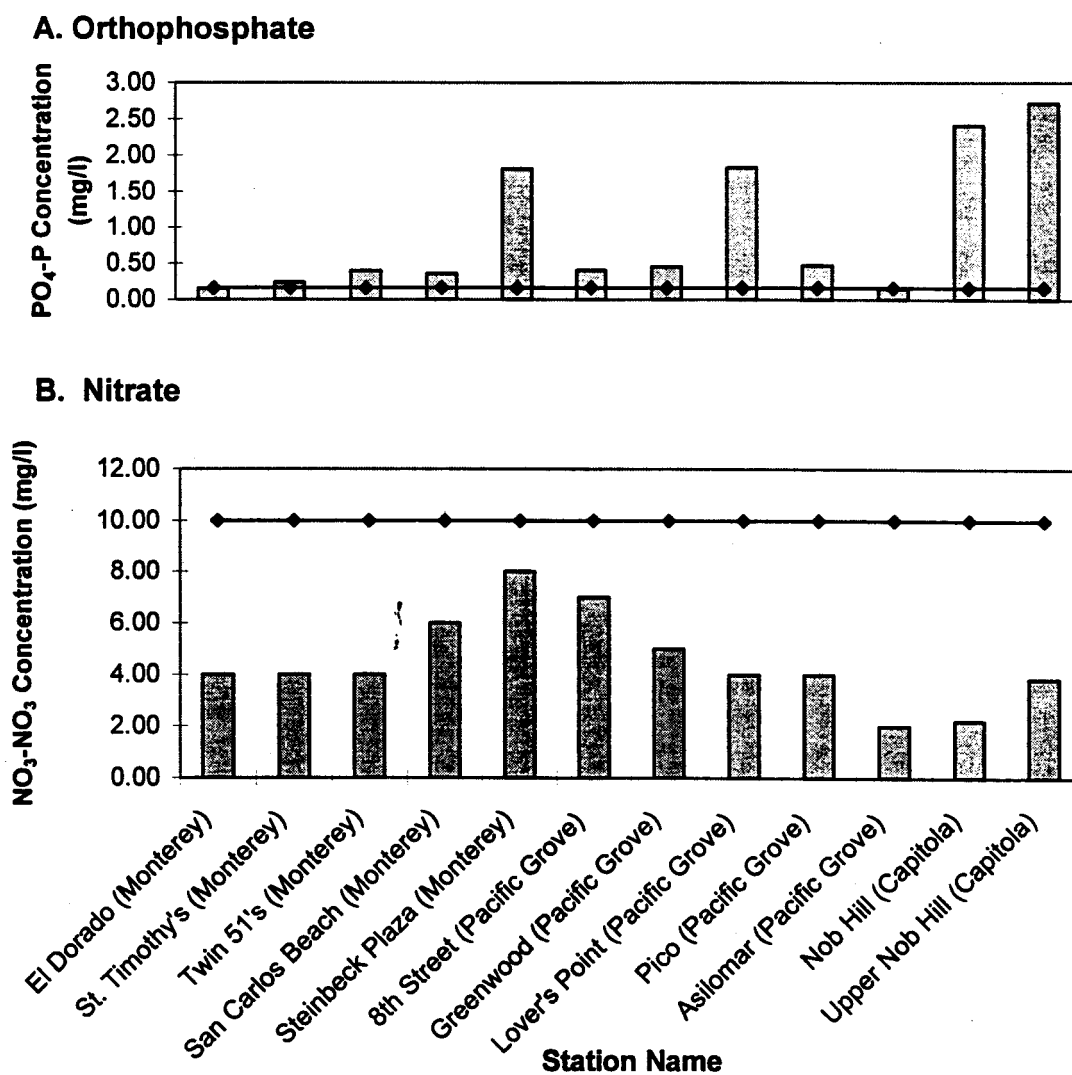


Fig. 6.3 Concentrazioni di solidi disciolti e sospesi (mg/l) di un campione di prima pioggia.
I campioni di TDS non sono stati prelevati in due stazioni di Capitola.

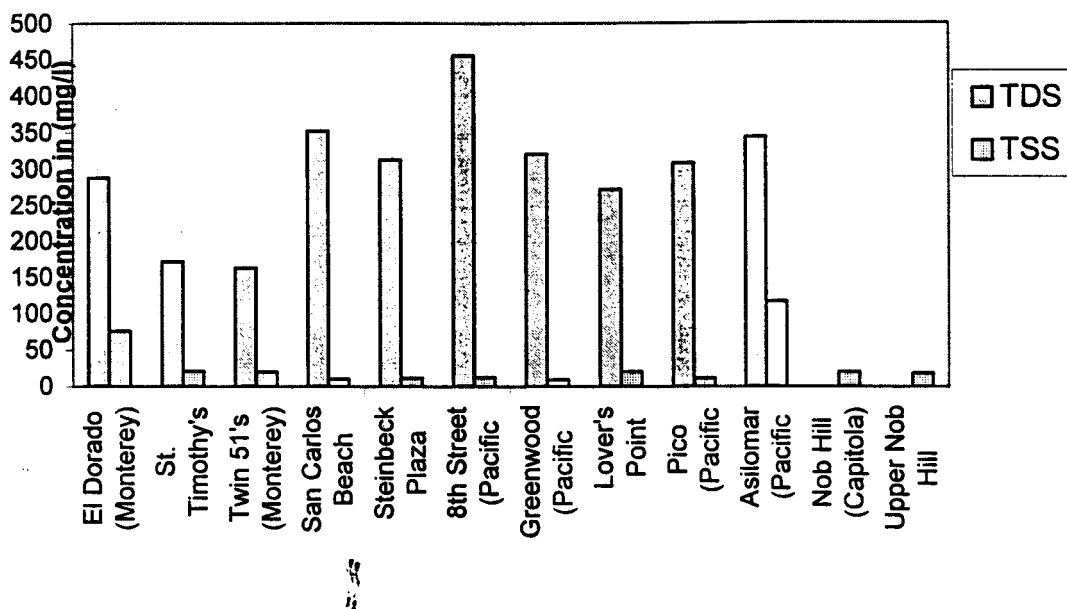
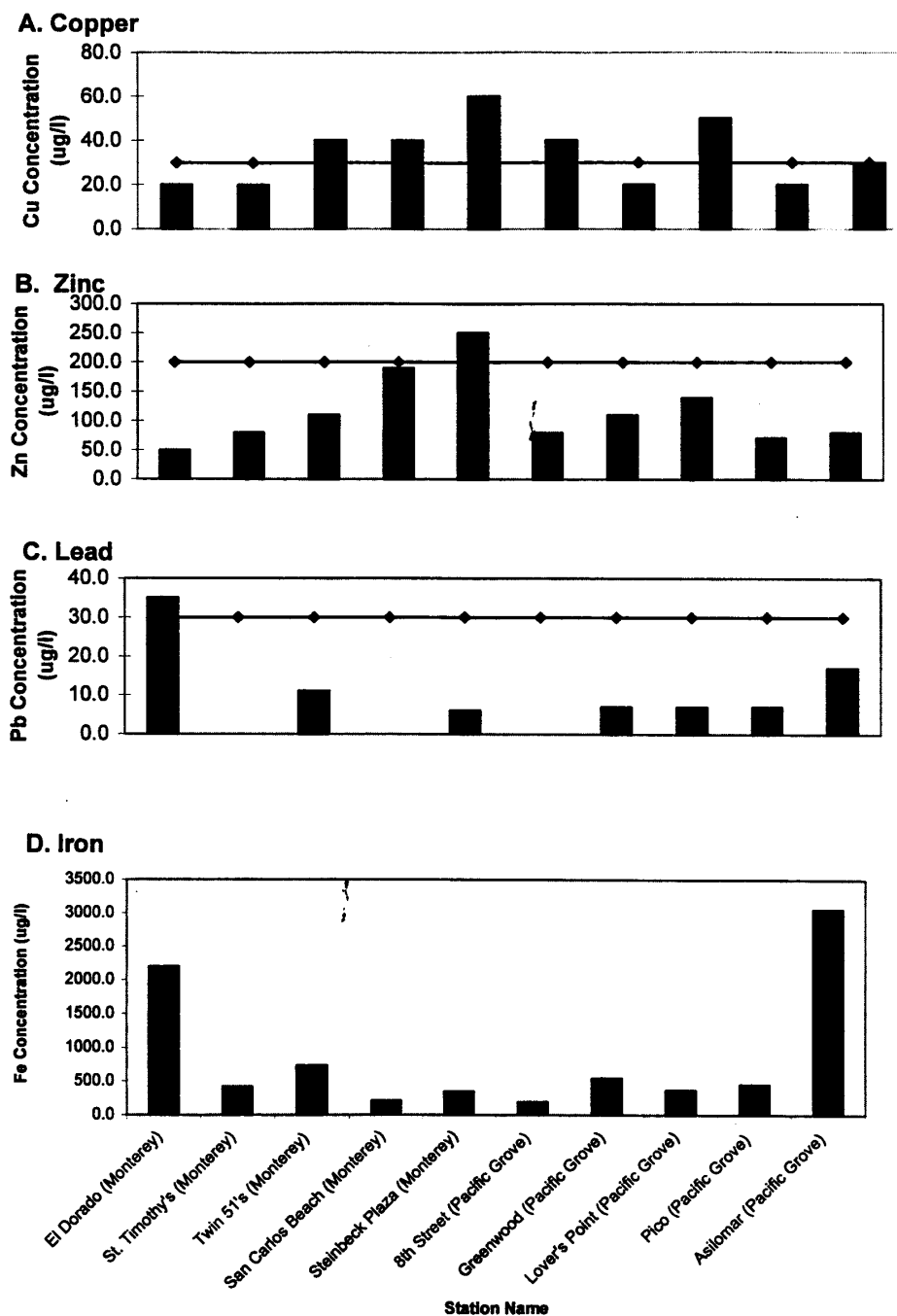


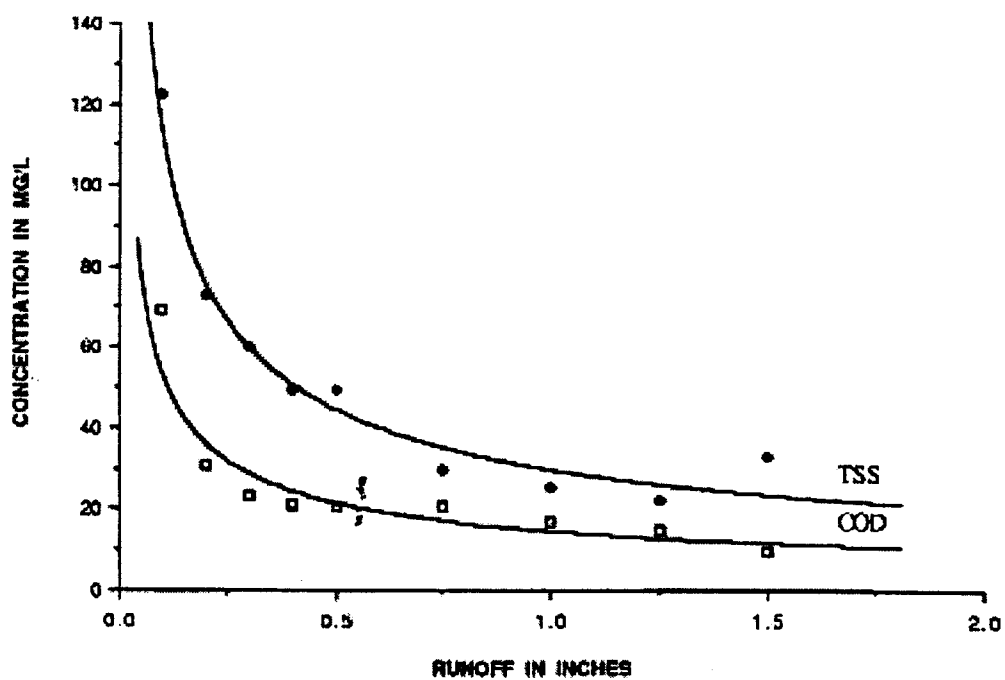
Fig. 6.4 Concentrazioni dei metalli ($\mu\text{g/l}$) di un campione di prima pioggia in una stazione ubicata in Monterey e Pacific Grove. La linea orizzontale nei grafici A, B, C rappresenta il limite standard nel piano del bacino relativo.



Tab. 6.1 Valori dei batteri per tutte le stazioni elencate. Concentrazioni in MPN/100 ml.

Station:	E. coli. (MPN/100ml)	Total Coliform (MPN/100 ml)
El Dorado	>24000	>24000
St. Timothy's	2400	>24000
Twin 51's	>24000	>24000
San Carlos Beach	>24000	>24000
Steinbeck Plaza T1	>24000	>24000
Steinbeck Plaza T2	>24000	>24000
Steinbeck Plaza T3	>24000	>24000
8th Street	>24000	>24000
Greenwood T1	>24000	>24000
Greenwood T2	>24000	>24000
Greenwood T3	>24000	>24000
Pico	>24000	>24000
Asilomar	>24000	>24000
Nob Hill T1	3100	>24000
Nob Hill T2	7700	>24000
Nob Hill T3	8200	>24000
Upper Nob Hill T1	6100	>24000
Upper Nob Hill T2	7700	>24000
Upper Nob Hill T3	7300	>24000

Fig. 6.5 Diagramma dei valori delle concentrazioni durante un evento meteorico



Infine lo studio più significativo condotto negli USA è quello del National Urban Runoff Program (11) che prende in esame 28 siti urbani degli stati Uniti. Tale ricerca è stata guidata dalla U.S. EPA, con lo scopo di caratterizzare la qualità delle acque di scarico provenienti da fognature separate in zone residenziali, commerciali e spazi aperti.

Nella tabella 7.2 sono riportate le concentrazioni dei principali parametri macroinquinanti, determinati su base statistica come valore medio annuale.

Tab. 6.2 Caratteristiche qualitative dei campioni prelevati durante la ricerca (U.S. EPA, 1983)

Constituent	Typical coefficient of variation	Site median EMC ^a	
		For median urban site	For 90th percentile urban site
TSS, mg/L	1-2	100	300
BOD, mg/L	0.5-1	9	15
COD, mg/L	0.5-1	65	140
Total P, mg/L	0.5-1	0.33	0.70
Soluble P, mg/L	0.5-1	0.12	0.21
TKN, mg/L	0.5-1	1.50	3.30
NO ₂₊₃ -N, mg/L	0.5-1	0.68	1.75
Total Cu, µg/L	0.5-1	34	93
Total Pb, µg/L	0.5-1	144	350
Total Zn, µg/L	0.5-1	160	500

^a Event near concentration.

Osservando le concentrazioni dei principali parametri indice di inquinamento nelle acque di prima pioggia, assumono valori elevati però per una breve durata rispetto a quella totale dell'evento. Considerando invece il bilancio medio annuale di carico inquinante associato alle precipitazioni è possibile considerare l'impatto, in termini di concentrazioni medie annuali, legato alle acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti separate, sia pure di entità non trascurabile, di minore rilevanza rispetto al carico inquinante associato ai trattamenti dei liquami civili, per il cui adeguamento le norme comunitarie ed il D.Lgs 152/99 impongono la massima priorità di intervento e limiti temporali, in parte superati, come già esposto in precedenza.

Alla luce di quanto sinteticamente esposto i valori di concentrazione riportati nella tab 6.2 possono essere assunti come riferimento, in prima approssimazione, per la nostra realtà

regionale, in mancanza di indagini condotte, con lo stesso rigore e rappresentatività del campione statistico in realtà locale.

Confrontando, inoltre, le concentrazioni riportate nella Tab. 6.2 con i limiti delle tabb. 1 e 2 e 4 dell'all. 5 D.Lgs 152/99, si evidenzia che il solo parametro "solidi sospesi", come valore medio annuale e percentile 90% supera sempre i limiti tabellari della normativa vigente. Altro parametro eccedente il limite di Tab. 4, per gli scarichi sul suolo, è rappresentato dal Pb, ma per tale parametro è ipotizzabile che, a seguito della sua progressiva eliminazione come additivo antidetonante nelle benzine, all'attualità la sua presenza sulle superfici scolanti si sia sensibilmente ridotta e di conseguenza la sua concentrazione nelle acque di dilavamento. Ciò in considerazione della circostanza che lo studio dell'EPA è riferito agli anni '80.

6.3 CRITERI PER LA DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE

Sulla base di quanto riportato in precedenza, si ritiene che il trattamento degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti dalle reti fognarie separate (di cui all'art. 39 comma 1 lettera a), debba limitarsi alla grigliatura, dissabbiatura e, ove possibile, per gli agglomerati di maggiore importanza, andrà favorita la individuazione di soluzioni che consentano la realizzazione di bacini di calma finalizzati a massimizzare la riduzione dei solidi sospesi, dei quali prevedere l'adeguata manutenzione ai fini della protezione idraulica e ambientale.

Discorso analogo può riproporsi per le immissioni delle acque meteoriche di dilavamento effettuate tramite altre condotte separate (di cui all'art.39 comma 1 lettera b), per le quali il trattamento può limitarsi alla grigliatura e dissabbiatura.

Per le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne (di cui all'art. 39 comma 3) nei casi in cui vi sia il rischio, per le lavorazioni svolte, di presenza nelle acque di dilavamento di sostanze pericolose, si dovranno disciplinare i casi in cui tali acque andranno stoccate per essere trattate in un idoneo impianto di depurazione.

I dispositivi di accumulo delle acque di prima pioggia sono finalizzati al trattenimento delle acque defluenti nei primi istanti dell'evento, nelle quali è contenuta la gran parte degli inquinanti dilavati sulla superficie del bacino scolante.

A seguito dell'ampia indagine bibliografica a livello nazionale ed internazionale, nonché delle considerazioni sopra esposte, è stato predisposto un documento contenente i criteri per la disciplina (riportato in Appendice **A1**) delle acque meteoriche di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, come richiesto dall'art.39 del D. L.gs 152/99 così come modificato dal D.L.gs 258/00.

I campi di applicazione di tale disciplina sono gli scarichi e le immissioni previste dallo stesso articolo al comma 1, lettera a) e b), nonché i casi previsti al comma 3. La differenza tra scarico e l'immissione è esplicitata nelle definizioni, ove, quando si parla di scarico ci si riferisce ad un rilascio tramite condotta terminale di una rete fognaria di tipo separato e per immissione si intende un rilascio tramite altre condotte come le canalette e le grondaie, ecc.

Le articolazioni degli scarichi delle acque meteoriche sono da ritenersi esaustive per ciò che concerne la regimazione delle stesse e la salvaguardia idraulica degli abitati, soprattutto allorquando le condizioni geomorfologiche esaltano la problematica dei potenziali alluvionamenti in occasione di eventi estremi. Sono da ritenersi, invece, prescrizioni in regime transitorio i trattamenti proposti per le acque di prima pioggia. La bibliografia scientifica riportata per la definizione di tale aspetto nel presente Piano Direttore è ovviamente riferita a contesti territoriali alquanto diversi. Pertanto, nelle differenti fasi di svolgimento del Piano di Tutela, si provvederà a predisporre un idoneo monitoraggio in aree pilota (specifici siti in aree a potenziale rischio di contaminazione), onde consentire di pervenire ad un modello di riferimento congruo con lo scenario territoriale e produttivo regionale.

7. CARATTERISTICHE QUALITATIVE DELLE ACQUE REFLUE DA RECAPITARE SUL SUOLO E DA DESTINARE AL RIUTILIZZO IRRIGUO

Si esaminano di seguito le caratteristiche qualitative dei reflui trattati ai fini del loro recapito sul suolo o per il riuso irriguo, alla luce delle peculiari situazioni regionali con particolare riferimento alla qualità delle acque approvvigionate e distribuite a scopo idropotabile.

7.1 VALORI DEI LIMITI DI EMISSIONE PER GLI SCARICHI DI ACQUE REFLUE SUL SUOLO.

La peculiare e scarsa disponibilità idrica della regione Puglia fa sì che la concentrazione delle sostanze presenti nei liquami civili assumano concentrazioni più elevate rispetto ad altre realtà nazionali.

L'analisi dei dati rivenienti dalla ricognizione delle infrastrutture idriche (Accertamento dello stato delle opere, degli impianti di acquedotto e fognatura nel mezzogiorno, Art. 10 D.L. 244/95 convertito in Legge 341/95, eseguita dalla SOGESID in collaborazione con l'AQP) evidenzia (Tab. 7.1), mediamente a livello provinciale, dotazioni idriche variabili dai 170 l/abxd per la provincia di Brindisi, ai 200 l/abxd per la provincia di Bari, ipotizzando che un valore medio attendibile sia rappresentato dalla media tra il valore riferito ai volumi immessi in rete e quelli fatturati, in rapporto alla popolazione servita.(cfr fig. 7.1÷7.10). L'esame dei grafici ben evidenzia comunque la presenza di numerosissimi abitati per i quali si riscontrano dotazioni inferiori a 150 l/abxg.

Come evidenziato nell'apposito capitolo che precede, per l'adeguamento dei recapiti finali alle indicazioni del D.Lgs 152/99 ed in considerazione della limitatissima disponibilità di corpi idrici superficiali, si renderà necessario in taluni casi, specialmente nelle aree interne, far ricorso allo scarico dei reflui depurati sul suolo, ovvero in corpi idrici superficiali non significativi. Ciò renderà necessario prevedere l'adeguamento degli impianti per assicurare i limiti di emissione allo scarico conformi a quelli riportati nella tab. 4 dell'All. 5 al decreto in argomento.

Con riferimento a tali limiti si impone quindi una attenta analisi di alcuni fattori territoriali che localmente possono rendere difficile e talora impossibile, il rispetto delle concentrazioni allo scarico richieste dalla normativa.

In particolare si fa riferimento al boro, per il quale la Tab. 4 dell'all. 5 al decreto in argomento, impone un limite di 0.5 mg/l ed ai cloruri, il cui limite risulta di 200 mg/l.

Il boro è naturalmente presente nelle acque di falda, sia pure in concentrazioni modeste che generalmente non eccedono 0.1 mg/l.

Ovviamente la concentrazione nei reflui civili è strettamente legata alla relativa dotazione idrica e, pertanto, aumenta in ragione inversa di questa. La presenza di tale sostanza nelle acque di scarico domestiche deriva dall'utilizzo dei borati nei detersivi.

Il composto in argomento, inoltre, non viene rimosso nei trattamenti di depurazione e pertanto la sua concentrazione nei reflui trattati rimane pressoché immutata rispetto alla concentrazione presente nei liquami in ingresso all'impianto.

Un'analisi, condotta sulla base dei dati forniti dall'AQP (Servizio Vigilanza Igienica – Dott. Di Marino – cfr Tab. 7.2) che ha interessato 107 impianti gestiti dalla Società nella regione Puglia, fa rilevare che le concentrazioni di boro, presenti nelle acque reflue in uscita dai depuratori esaminati, risulta mediamente inferiore a 2 mg/l anche se si riscontrano nel 30% dei casi valori superiori a tale valore. A tale riguardo va considerato che i risultati si riferiscono ad un campione medio composito giornaliero preparato mescolando le aliquote orarie prelevate a mezzo di campionatori automatici, che, se può ritenersi rappresentativo dell'andamento medio nella giornata del parametro, potrebbe non essere significativo delle variazioni di concentrazione su periodi più estesi.

Occorre al riguardo approfondire lo studio per poter comprendere le cause che determinano tali valori anomali, in special modo per quei comuni per i quali il recapito finale potrebbe essere rappresentato dal suolo.

Tab. 7.1: Dotazioni idriche

PROVINCIA	Bari	Brindisi	Foggia	Lecce	Taranto
Dotazione pro-capite su volume erogato $l/(ab \cdot g)$	237	191	173	213	222
Dotazione pro-capite su volume fatturato $l/(ab \cdot g)$	165	145	145	145	139
Dotazione media $l/(ab \cdot g)$	201	168	159	179	181

Fig.7.1

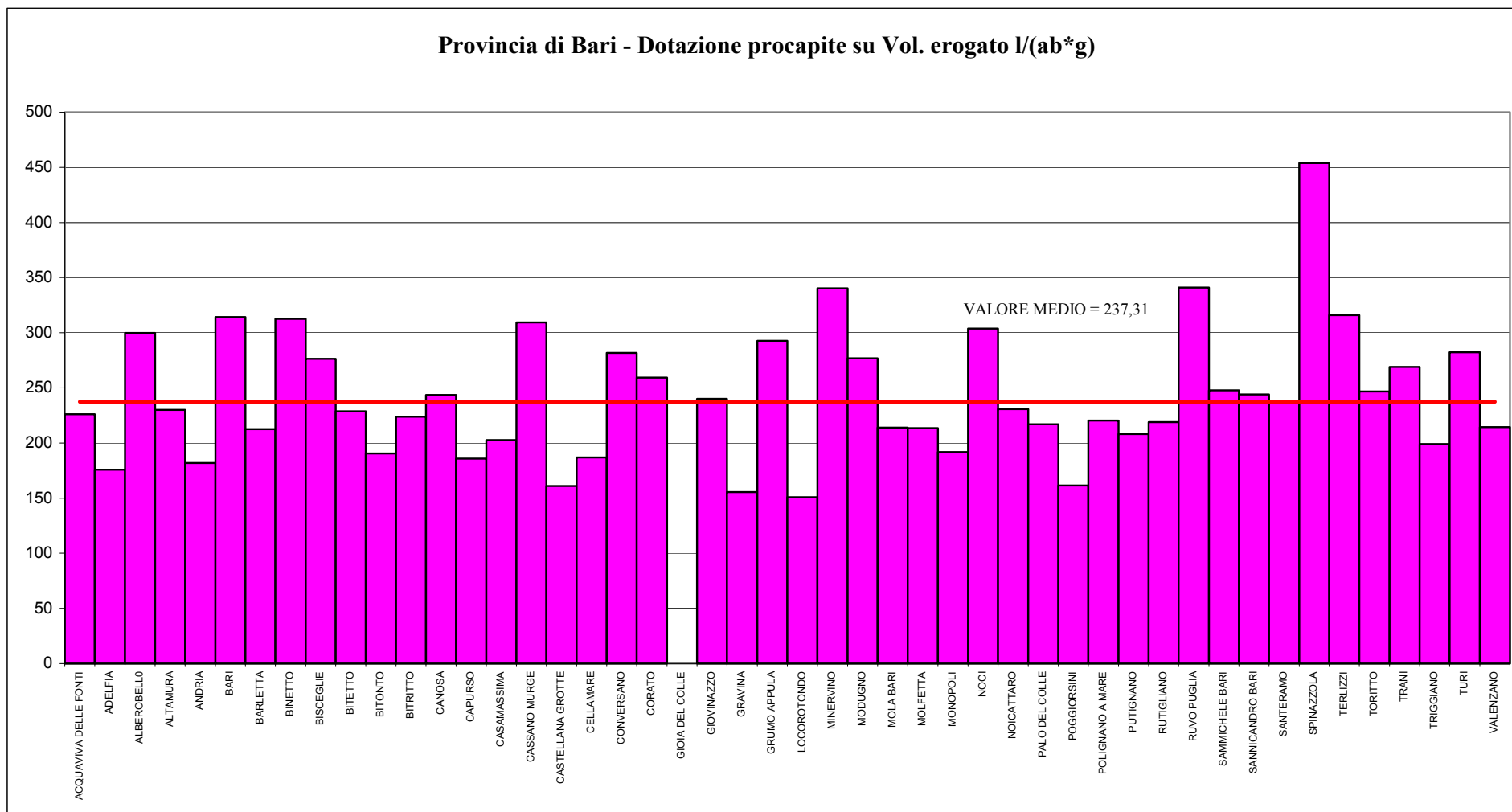


Fig.7.2

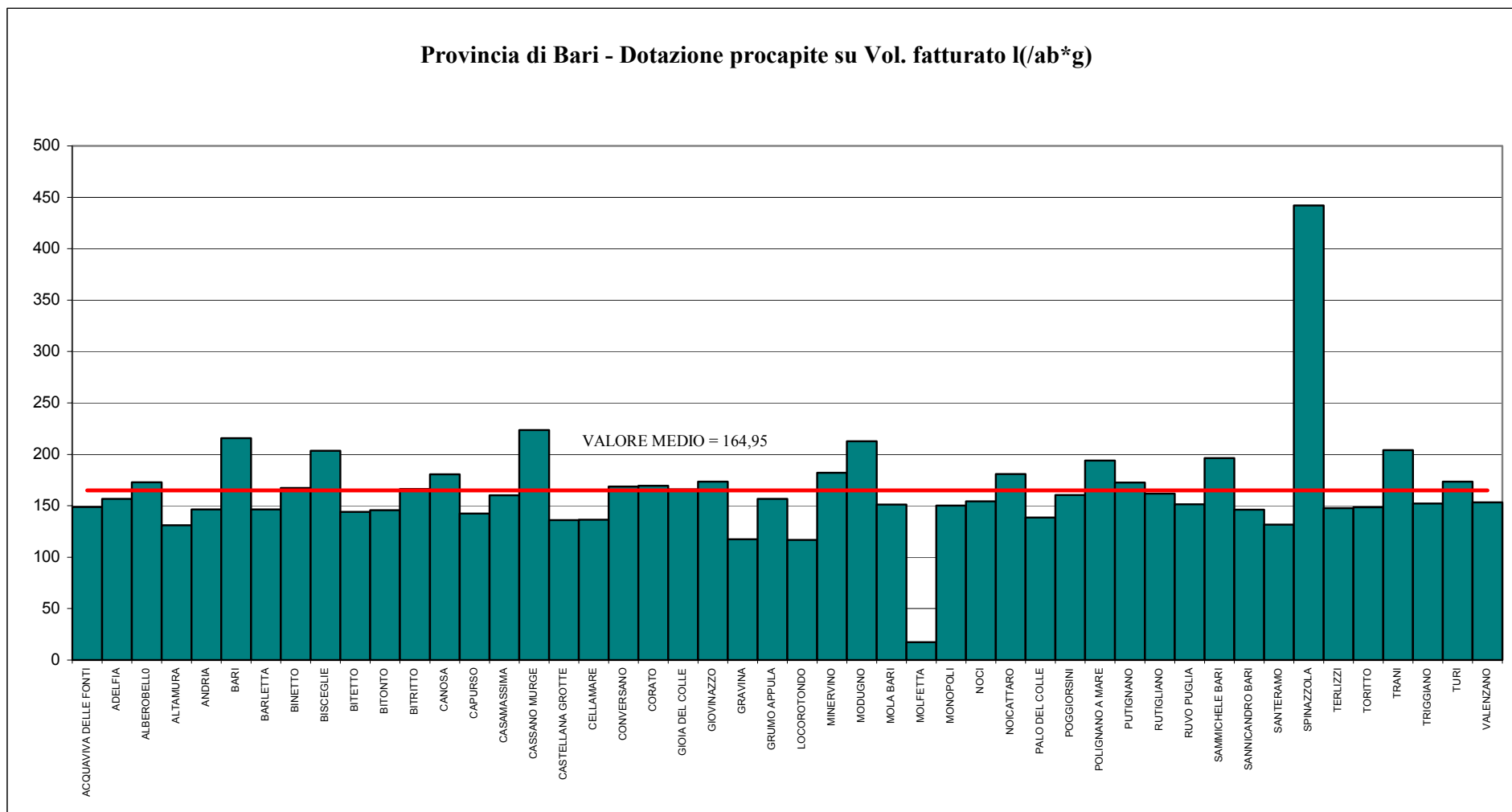


Fig.7.3

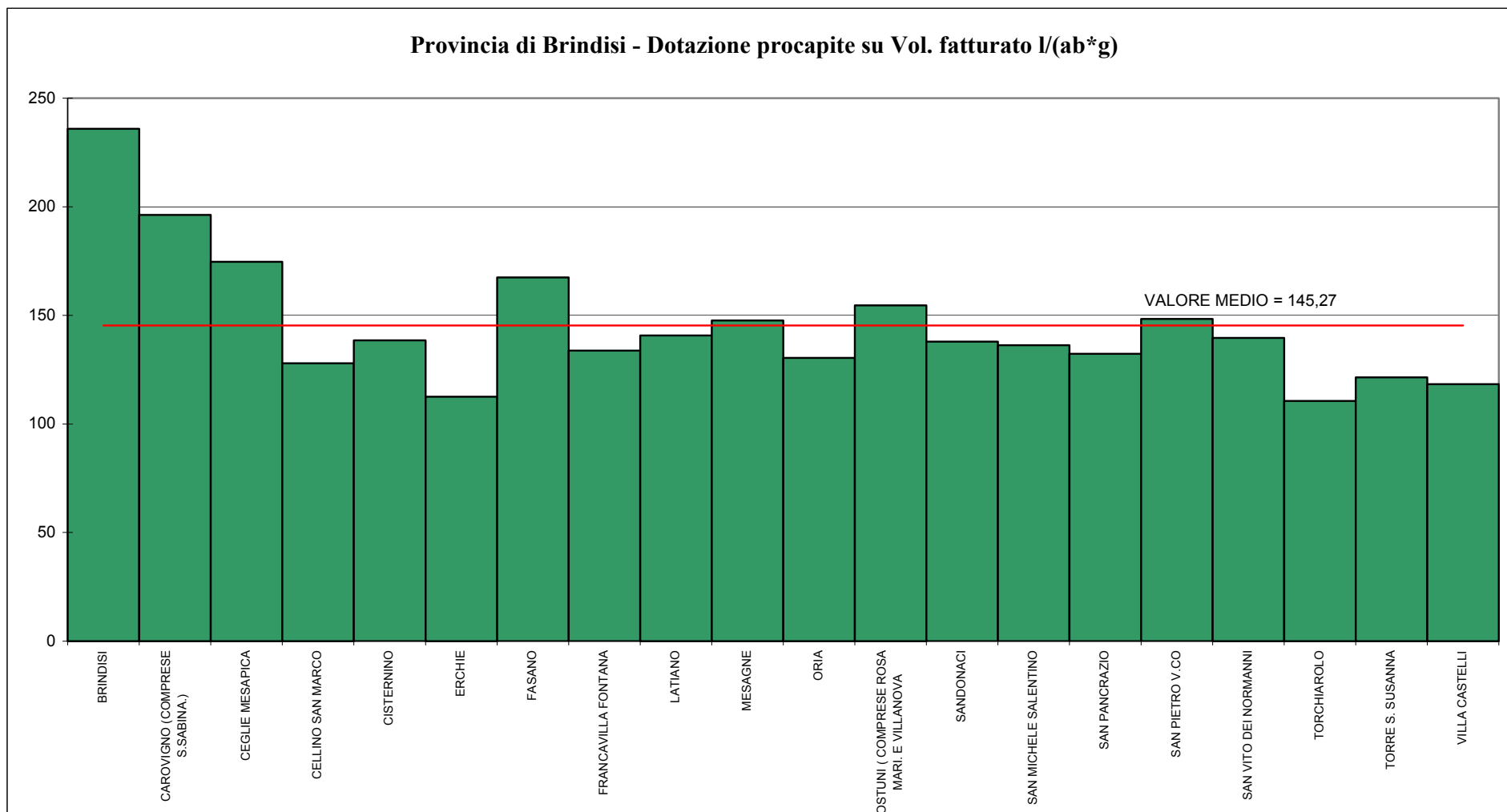
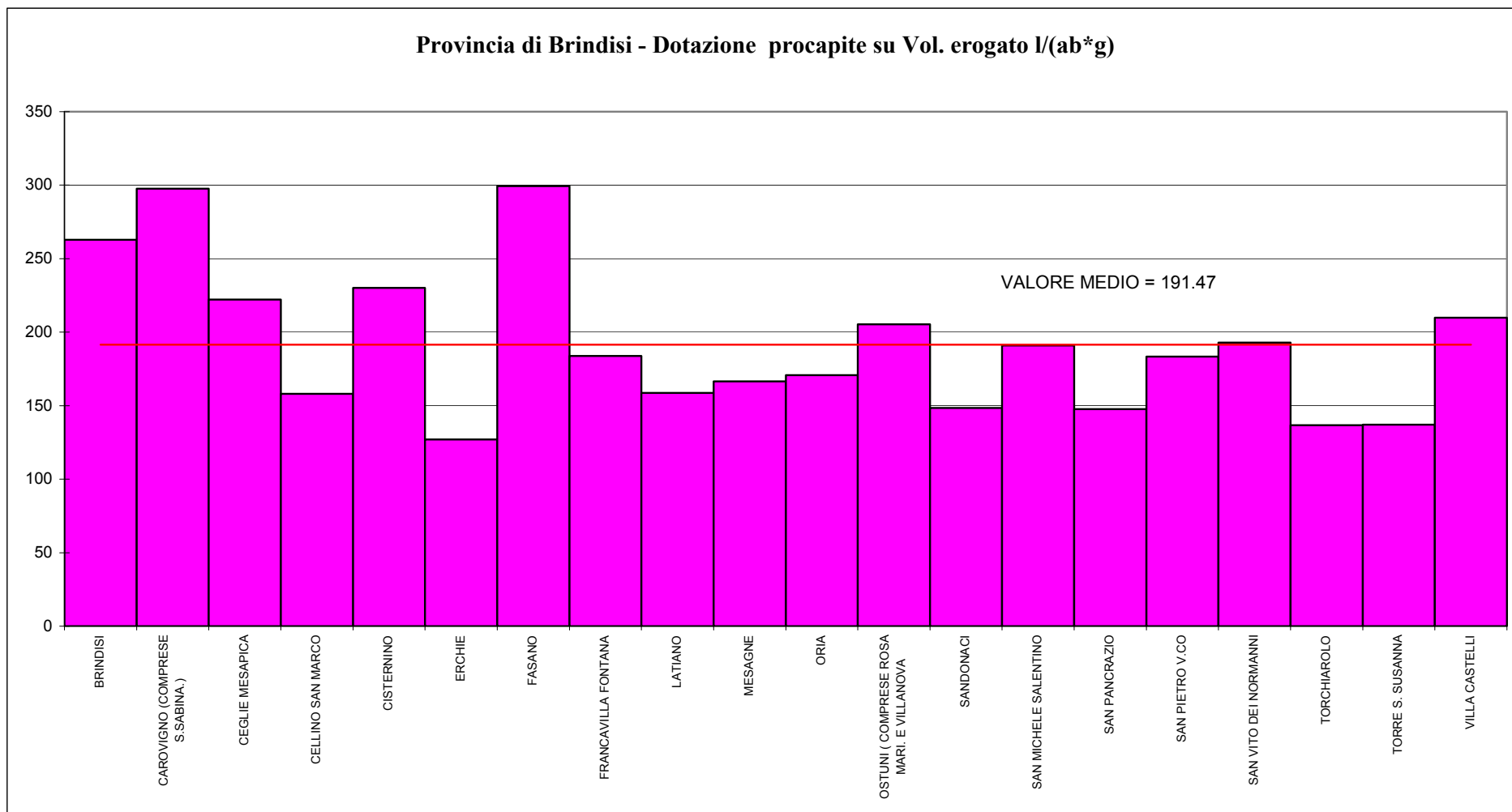


Fig.7.4



Provincia di Lecce - Dotazione procapite su Vol. erogato l(ab*g)

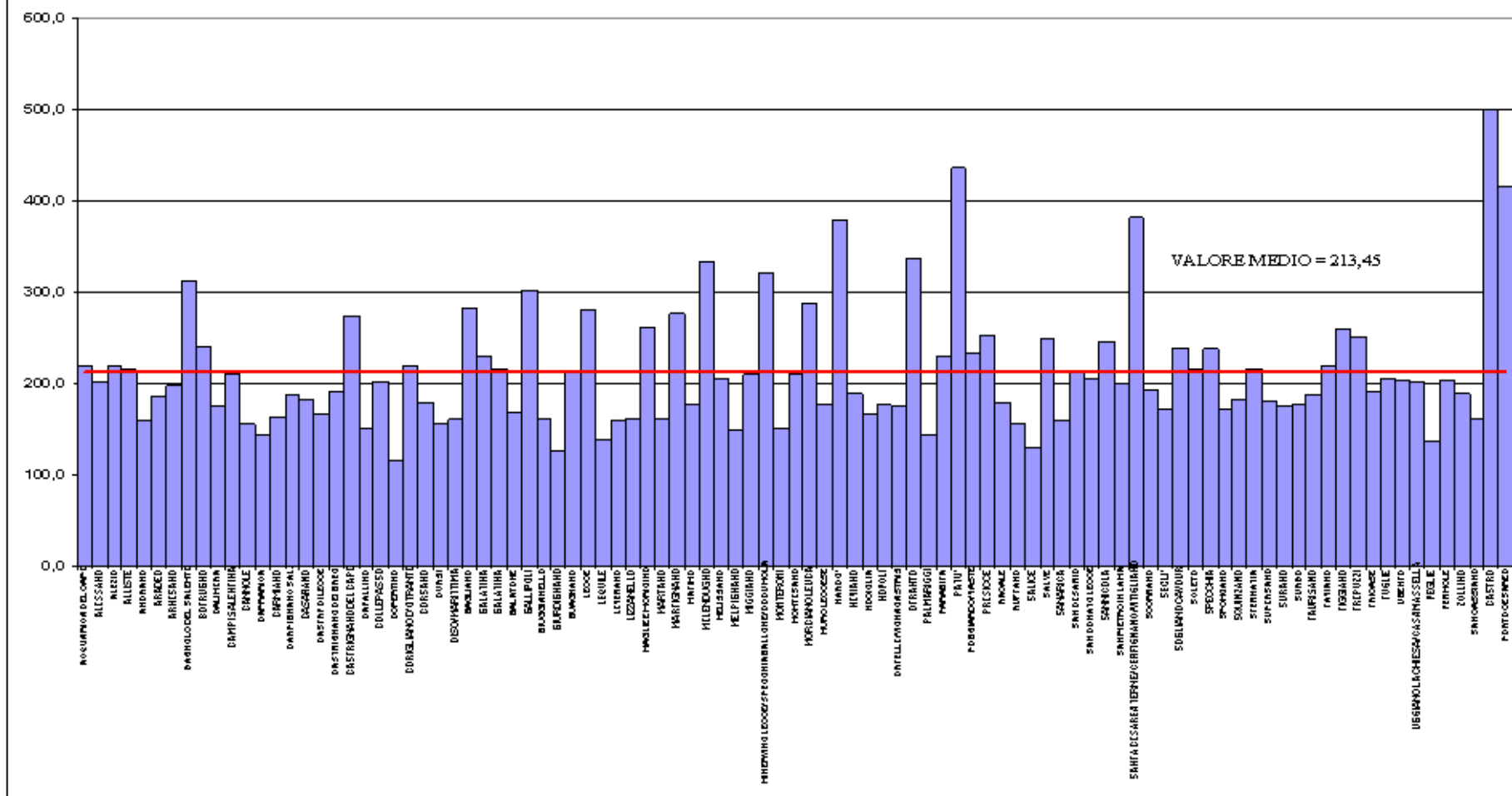


Fig.7.6

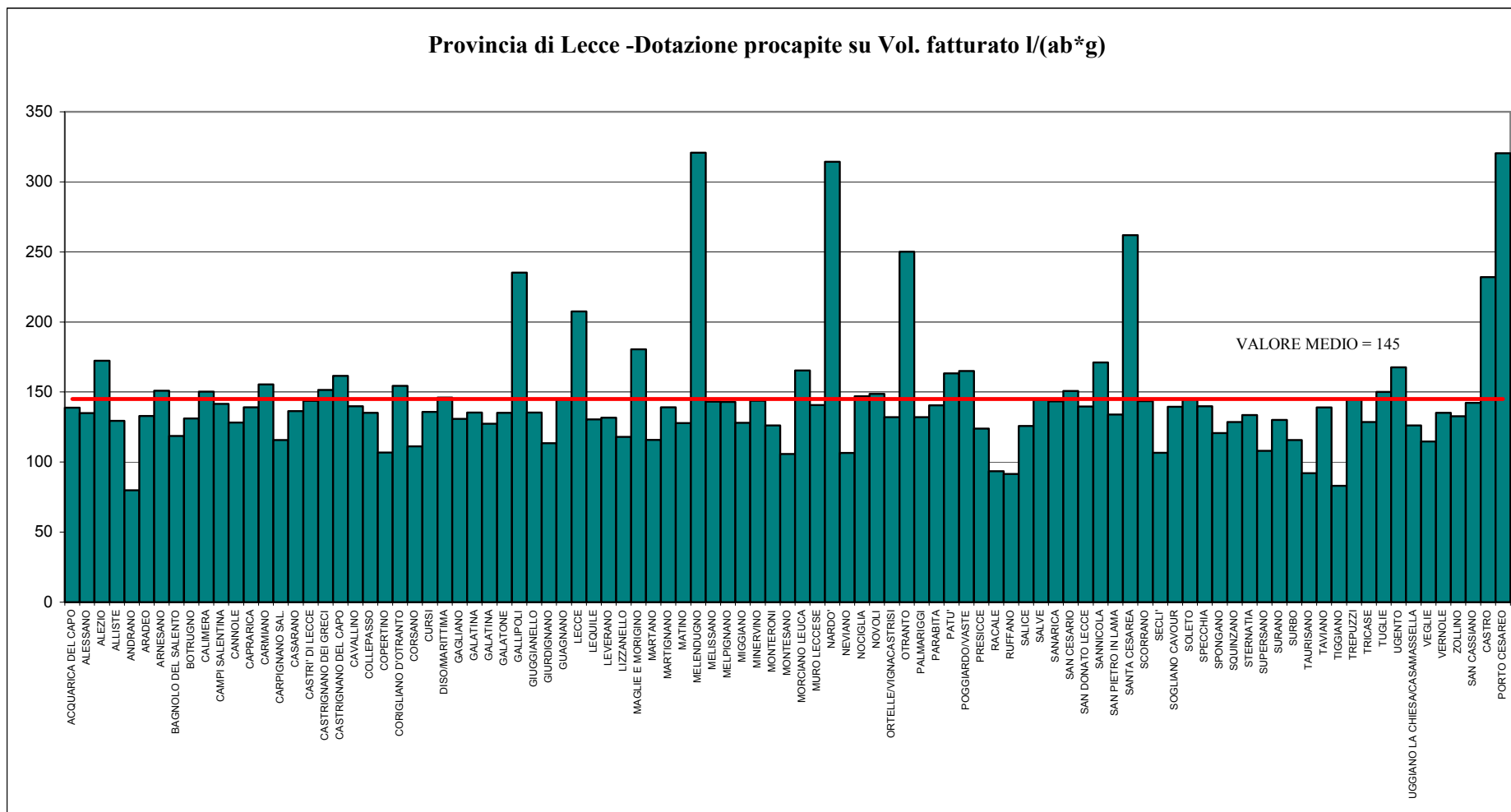


Fig.7.7

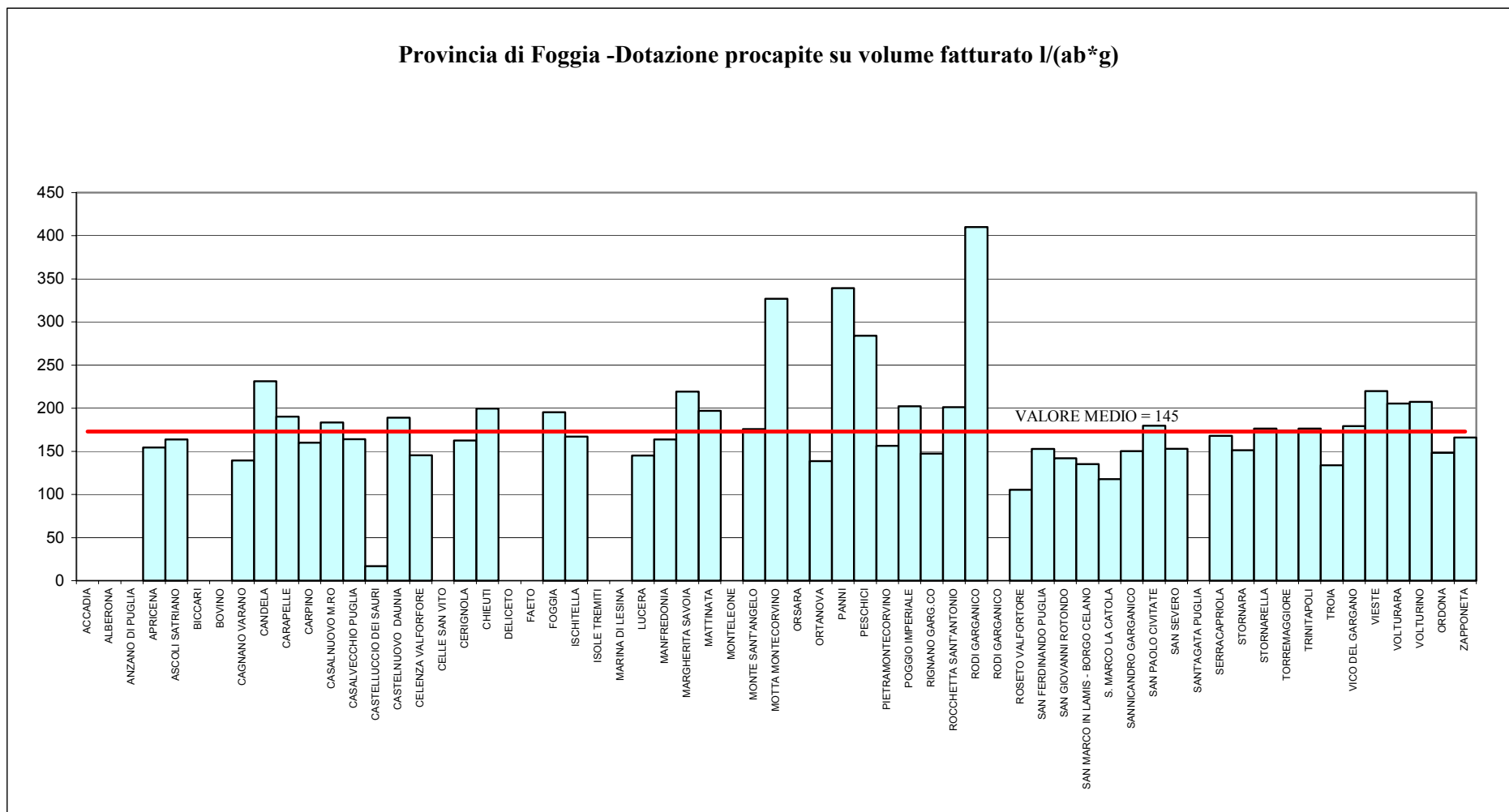


Fig.7.8

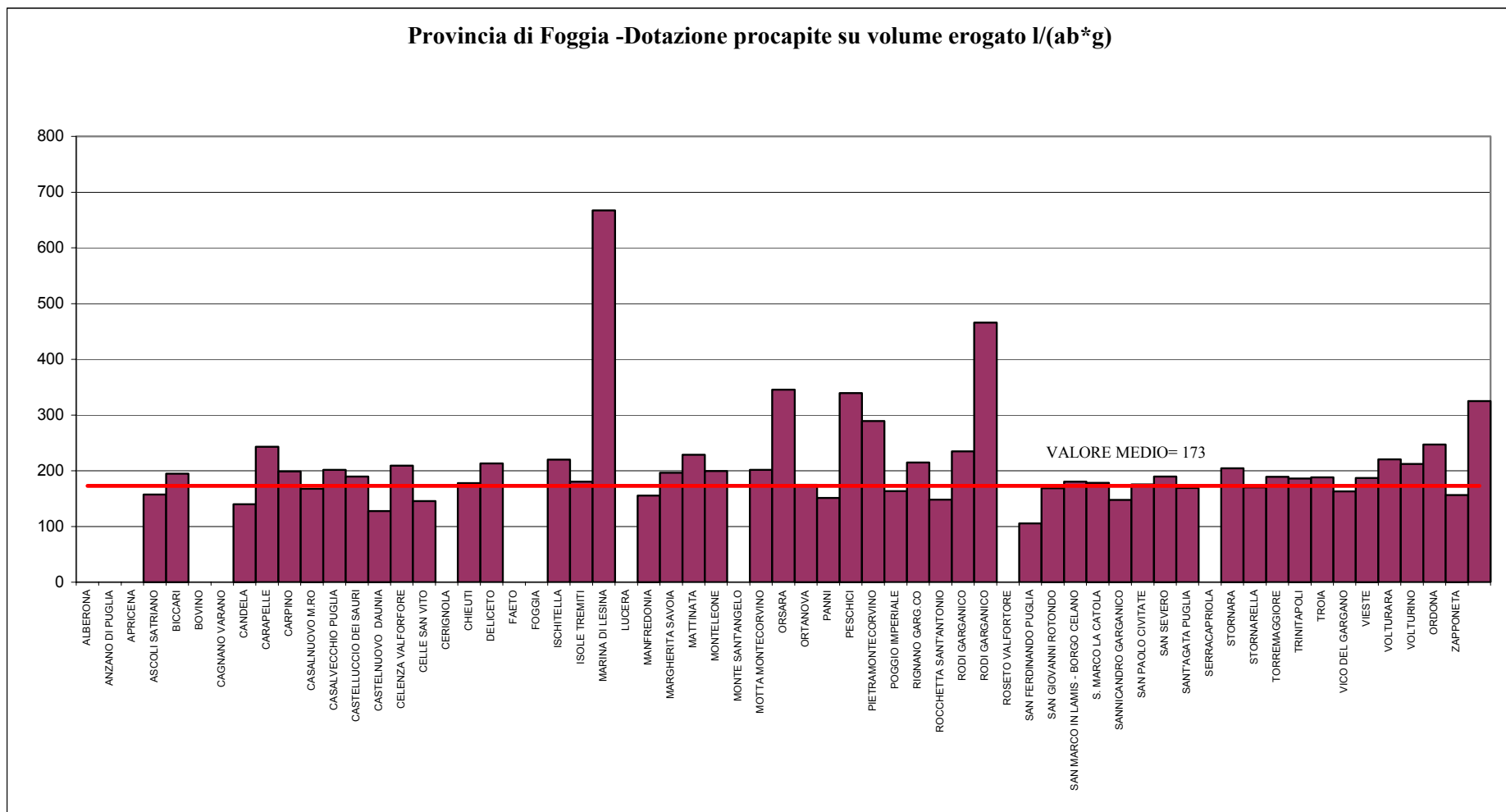


Fig.7.9

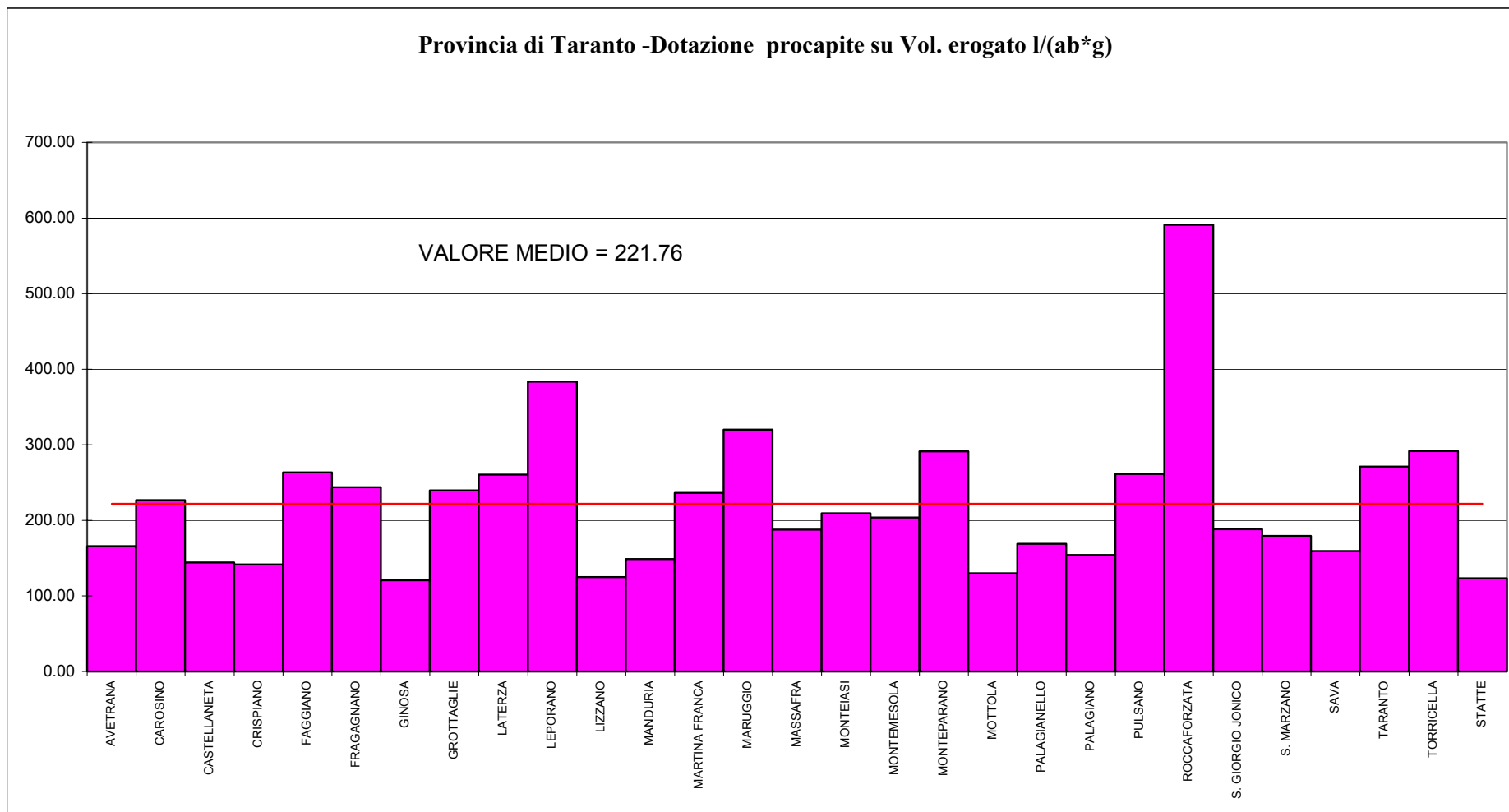
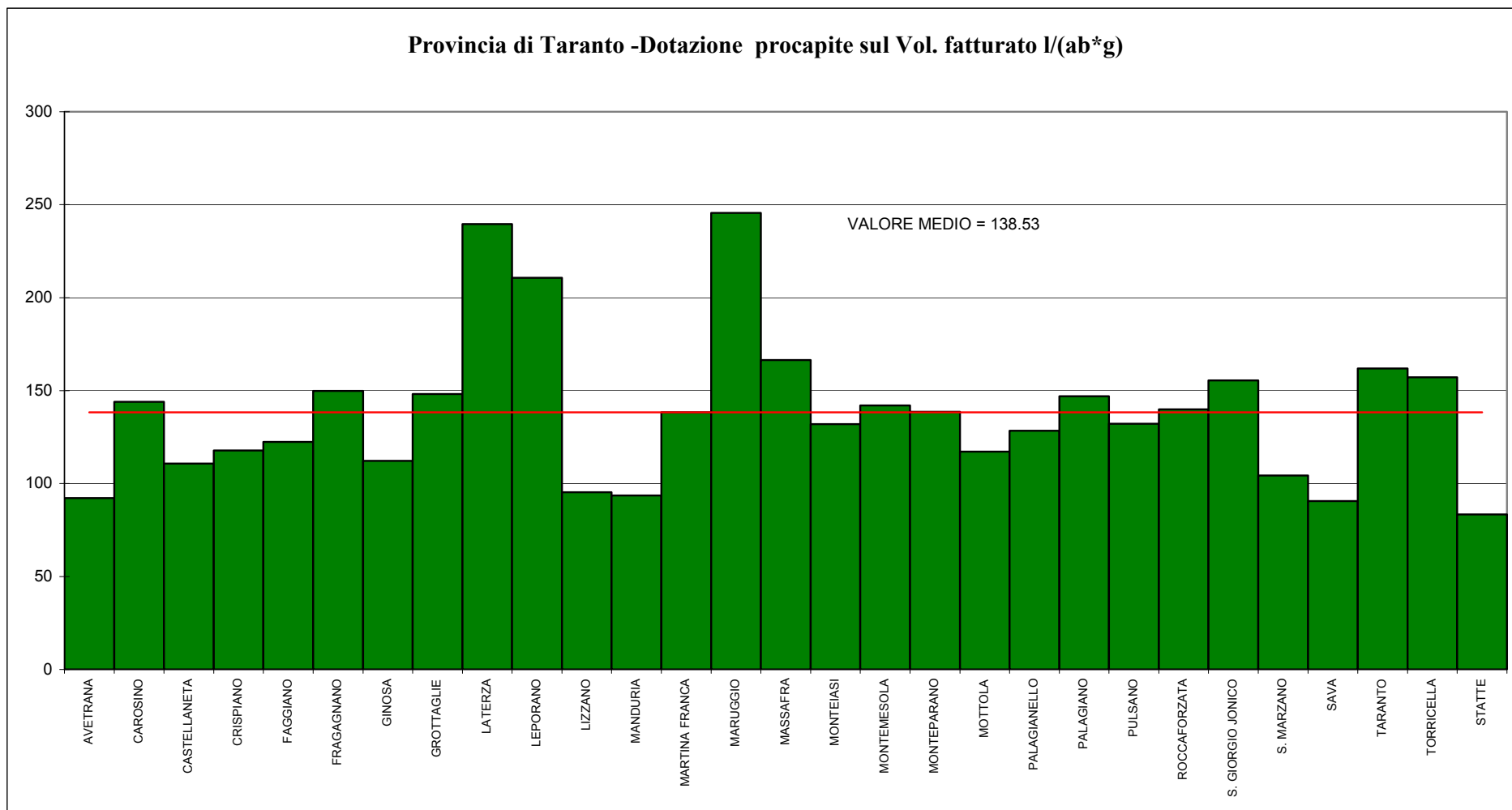


Fig.7.10



Tab. 7.2: Concentrazioni del cloroione e del boro nelle acque reflue.

IMPIANTO	PROVINCIA	Boro [ppb]	Cloruri [ppm]
ALTAMURA	BARI	1155,0	98,9
ANDRIA	BARI	791,8	56,4
BARI EST	BARI	1611,8	163,3
BARI OVEST	BARI	1876,3	600,2
BARLETTA	BARI	677,0	35,5
CANOSA	BARI	2543,9	747,0
CAPURSO	BARI	1074,8	95,5
CASSANO	BARI	1069,6	93,6
CONVERSANO	BARI	1802,2	326,4
CORATO	BARI	1405,3	141,1
GIOIA DEL COLLE	BARI	879,7	60,6
GRAVINA	BARI	1615,2	184,8
LOCOROTONDO	BARI	1256,0	101,9
MINERVINO	BARI	1629,4	190,3
MOLA	BARI	1686,9	211,5
MOLFETTA	BARI	3131,6	938,5
MONOPOLI	BARI	969,8	69,4
NOCI	BARI	914,6	67,1
POLIGNANO	BARI	718,3	52,7
PUTIGNANO	BARI	839,4	59,4
RUVO	BARI	1012,2	83,7
SAMMICHELE	BARI	1254,8	99,5
SANTERAMO	BARI	1270,8	113,4
SPINAZZOLA	BARI	1122,6	95,9
TORITTO	BARI	980,5	83,5
TRANI	BARI	1290,1	125,0
BRINDISI	BRINDISI	1377,8	79,7
CEGLIE MESSAPICA	BRINDISI	1386,6	93,5
FASANO	BRINDISI	949,7	36,4
FASANO FORCATELLE	BRINDISI	2771,9	336,4
FRANCAVILLA	BRINDISI	3310,0	502,1
MESAGNE	BRINDISI	2761,5	157,6
ORIA	BRINDISI	1317,1	51,0
OSTUNI	BRINDISI	1469,1	103,7
S.DONACI	BRINDISI	2725,0	129,0
S.PANCRAZIO	BRINDISI	1392,9	96,5
S.PIETRO VERNOTICO	BRINDISI	2537,4	121,1
APRICENA	FOGGIA	2868,7	143,2
ASCOLI SATRIANO	FOGGIA	2927,2	143,5
CAGNANO VAR	FOGGIA	2992,6	147,0
CANDELA	FOGGIA	3361,6	229,1
CARAPELLE	FOGGIA	4312,2	499,8
CARPINO	FOGGIA	2298,7	118,8
CASALNUOVO	FOGGIA	2692,6	130,0
CERIGNOLA	FOGGIA	1285,9	105,8
FOGGIA	FOGGIA	763,4	101,6
ISCHITELLA	FOGGIA	2647,6	129,3
LESINA	FOGGIA	1884,3	118,2
LUCERA	FOGGIA	745,1	89,0
MANFREDONIA	FOGGIA	2696,9	139,3
MATTINATA	FOGGIA	3733,3	306,9
MONTE S.ANGELO	FOGGIA	2397,4	125,6
ORDONA	FOGGIA	2312,9	119,5
ORTANOVA	FOGGIA	4071,9	364,1
PESCHICI	FOGGIA	1574,6	110,9
S.FERDINANDO	FOGGIA	3203,5	201,4
S.MARCO IN LAMIS	FOGGIA	1251,1	105,5
S.SEVERO	FOGGIA	663,5	79,4
SANNICANDRO G	FOGGIA	598,6	65,1
TROIA	FOGGIA	3179,7	162,0
VIESTE	FOGGIA	1208,6	104,1

IMPIANTO	PROVINCIA	Boro [ppb]	Cloruri [ppm]
ARADEO	LECCE	1565,7	259,3
CASARANO	LECCE	917,3	177,9
CUTROFIANO	LECCE	1292,5	251,1
GALATINA	LECCE	1773,8	280,9
GALATONE	LECCE	2116,1	318,9
LECCE	LECCE	825,4	143,2
MAGLIE	LECCE	884,5	173,1
MATINO	LECCE	968,9	186,7
muro leccese	LECCE	1349,7	252,3
NARDO	LECCE	1496,5	258,9
NEVIANO	LECCE	1061,1	194,1
OTRANTO	LECCE	1827,7	303,0
PARABITA	LECCE	1195,8	239,2
S.CESARIO	LECCE	894,7	175,9
SANNICOLA	LECCE	1356,1	256,0
SCORRANO	LECCE	2273,5	390,6
SPECCHIA	LECCE	1300,0	251,7
SQUINZANO	LECCE	1806,6	301,3
TAVIANO	LECCE	1389,5	256,4
TRICASE	LECCE	1678,6	278,8
UGENTO	LECCE	778,8	130,6
UGIANO LA CHIESA	LECCE	2344,6	836,3
CASTELLANETA	TARANTO	1632,9	113,8
CRISPIANO	TARANTO	2383,9	202,8
GINOSA	TARANTO	910,0	77,0
GROTTAGLIE	TARANTO	2674,8	203,4
LATERZA	TARANTO	3258,1	625,9
LIZZANO	TARANTO	2281,1	164,7
MANDURIA	TARANTO	1548,3	105,8
MARTINA FRANCA	TARANTO	1248,1	83,8
MASSAFRA	TARANTO	971,4	78,2
MONTEMESOLA	TARANTO	1284,5	89,2
MONTEPARANO	TARANTO	1403,6	98,9
MOTOLA	TARANTO	1582,3	107,2
PALAGIANELLO	TARANTO	2909,8	327,4
PALAGIANO	TARANTO	2884,5	208,9
ROCCAFORZATA	TARANTO	1730,1	134,0
S.GIORGIO JONICO	TARANTO	2269,0	162,0
STATTE	TARANTO	1866,4	148,9
TARANTO BELLAVISTA	TARANTO	1461,7	99,6
TARANTO GENNARINI	TARANTO	1034,8	79,9
TARANTO PAOLO VI	TARANTO	1377,5	90,1
VILLA CASTELLI	TARANTO	2190,1	149,6

Sulla base di un'analisi bibliografica, relativamente agli effetti del boro sui terreni, è emerso che lo stesso viene utilmente assimilato dalle piante e ne favorisce lo sviluppo della fioritura, ma è comunque necessario limitarne la concentrazione in quanto oltre certi limiti può causare problemi. Al riguardo va rilevato che per gli usi agronomici la FAO indica in 0.7 mg/l la concentrazione al disotto della quale non vi sono limitazioni all'uso in agricoltura e in 3 mg/l la concentrazione oltre la quale l'uso in irrigazione può essere non tollerata da talune colture.

Alla luce delle considerazioni esposte si ritiene ammissibile assumere il valore di 2,0 mg/l quale limite allo scarico su suolo, nelle more di valutare, nell'ambito delle attività previste nel Piano di tutela, i carichi massimi ammissibili per tale parametro in relazione alla localizzazione del recapito.

Passando a considerare il parametro cloroione, la sua presenza, in concentrazioni superiori ai 200 mg/l nelle acque reflue è limitata ad alcune porzioni del territorio regionale, ove le acque distribuite per usi civili-potabili viene approvvigionata dalla falda e pertanto possiede già un tenore di ione cloro talora superiore al limite suddetto (cfr Cap.3.2). Tale situazione riguarda fundamentalmente l'area salentina, ove il fabbisogno potabile è soddisfatto al 90% dalle acque estratte localmente dalla falda. In tale area, come già esposto in precedenza, gli acquiferi sono soggetti al fenomeno della contaminazione salina e pertanto si riscontrano sovente, anche nelle acque estratte dai pozzi di approvvigionamento potabile, concentrazioni del cloroione (considerato un parametro indicatore) superiori al valore limite indicato, dalla normativa vigente, in 250 mg/l (il rispetto di tale limite decorrerà comunque dal 25/12/2003, salvo richiesta di proroga motivata ai sensi dell'art. 16 del D.L.gs 31/2001).

Al fine di valutare la presenza di tale ione nelle acque in uscita dagli impianti di trattamento sono stati esaminati i dati forniti dal S.V.I. dell'AQP, per tale parametro, relativi alle acque di scarico dei depuratori. E' emerso che, salvo casi particolari, le acque reflue sono caratterizzate da una concentrazione del cloroione inferiore ai 350 mg/l. Tale valore essendo strettamente influenzato, come esposto innanzi, dalla dotazione idrica, può subire variazioni apprezzabili in occasione di situazioni di restrizioni dell'erogazione, che, purtroppo, ricorrentemente interessano la nostra regione.

I casi in cui si sono riscontrate concentrazioni sensibilmente elevate sono, generalmente, riferibili a situazioni delle reti fognarie di alcuni agglomerati costieri. In tali situazioni, talora, le reti fognarie sono posizionate lungo costa e, in occasione di particolari

condizioni di alta marea, può verificarsi un'infiltrazione delle acque salmastre nella rete. E' ovvio che per tali situazioni dovranno programmarsi interventi finalizzati alla eliminazione del problema, nei limiti del possibile, che non va sottovalutato, in quanto può anche determinare criticità nella stazione biologica dell'impianto di trattamento.

Al valore di 350 mg/l su indicato, da considerarsi un valore medio, occorre aggiungere un fattore di sicurezza che tenga conto della variabilità di concentrazione, a livello di singoli abitati, in relazione alle ricorrenti restrizioni idriche, valutabile in 25 %. Tale fattore di sicurezza porterebbe quindi il valore limite di concentrazione del cloroione a circa 450 mg/l, che può essere assunto come congruo anche per un riutilizzo irriguo con alcune limitazioni per colture particolarmente sensibili.

I limiti per i suddetti parametri, da adottare a livello regionale, nelle more di valutare, nell'ambito delle attività previste nel Piano di tutela, i carichi massimi ammissibili per tali parametri in relazione alla localizzazione del recapito. possono essere quelli di seguito riportati:

LIMITI DI EMISSIONE PER GLI SCARICHI DI ACQUE REFLUE SUL SUOLO

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	TAB.4 ALL.5 DLgs152/99	REGIONE PUGLIA
Boro	mg B / l	0.5	2.0
Cloruri	mg Cl / l	200	450

7.2 REQUISITI DI QUALITÀ DELLE ACQUE REFLUE AI FINI DEL RIUTILIZZO IRRIGUO

Il riutilizzo delle acque reflue, in una regione come la Puglia, si impone come una esigenza a molteplice valenza, in quanto consente, da un lato il recupero di una risorsa idrica altrimenti dispersa, riduce l'impatto sull'ambiente derivante dal carico inquinante residuo veicolato d ai reflui, ancorché trattati e consente infine, anche se non per importanza, di ridurre il prelievo dalle risorse idriche sotterranee che rappresentano molto spesso l'unica fonte di approvvigionamento possibile per gli usi irrigui.

Inoltre la circostanza che sul territorio esistano già numerosi impianti di affinamento idonei a trattare non trascurabili portate, rappresenta un ulteriore fattore di opportunità da non trascurare, specie nella situazione di grave crisi idrica che, investe il comparto agricolo in particolare.

Per altri versi, in mancanza di nuove norme tecniche che disciplinino il riuso dei reflui trattati e nelle more che il redigendo regolamento ai sensi dell'art. 6 della L.36/94 e successive modificazioni venga reso attuativo, è necessario definire i requisiti di qualità dei reflui ai fini del riuso irriguo.

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio ha predisposto una proposta di per la **“Disciplina per il recupero e il riutilizzo irriguo delle acque reflue”**, nella quale sono indicate le concentrazioni limite dei parametri chimico-fisici e batteriologiche per le acque reflue da destinare al riuso.

In considerazione della circostanza che le indicazioni riportate nel documento predisposto dal Ministero siano mirate ad assicurare la massima sicurezza sotto l'aspetto igienico-ambientale, le modificazioni a detti limiti possono limitarsi ai parametri boro e cloruri ponendoli rispettivamente pari a 2 mg/l e 500 mg/l. Tale opportunità trova giustificazione nelle motivazioni esposte nel paragrafo precedente. Si è ritenuto di aumentare di 50 mg/l il limite dei cloruri in quanto, trattandosi di un'applicazione limitata nel tempo, rispetto ad uno scarico sul suolo, possa ammettersi un limite leggermente superiore, favorendo il riuso.

Nella Tab. 7.3, che segue, sono riportati i limiti di accettabilità per le acque reflue trattate da riutilizzare ai fini irrigui.

Tab. 7.3 Valori limite di accettabilità per le acque reflue trattate destinate al riuso irriguo

	Parametro	Unità di misura	Valore limite Regione Puglia	Valore limite indicate dal Ministero dell'Ambiente
Parametri chimico fisici	PH		6÷9,5	6÷8
	SAR		10	10
	Materiali grossolani	-	Assenti	Assenti
	Solidi sospesi totali	mg/L	10	10
	BOD5	mg O ₂ /L	10	10
	COD	mg O ₂ /L	50	50
	Fosforo totale	mg P/L	10	10
	Azoto totale	mg N/L	35	35
	Azoto ammoniacale	mg NH ₄ /L	2	2
	Conducibilità elettrica	µS/cm	3000	3000
	Alluminio	mg/L	1	1
	Arsenico	mg/L	0,02	0,02
	Bario	mg/L	10	10
	Berillio	mg/L	0,1	0,1
	Boro	mg/L	2,0	1,0
	Cadmio	mg/L	0,005	0,005
	Cobalto	mg/L	0,05	0,05
	Cromo totale	mg/L	0,1	0,1
	Cromo VI	mg/L	0,005	0,005
	Ferro	mg/L	2,0	2,0
	Manganese	mg/L	0,2	0,2
	Mercurio	mg/L	0,001	0,001

	Nichel	mg/L	0,2	0,2
	Piombo	mg/L	0,1	0,1
	Rame	mg/L	1,0	1,0
	Selenio	mg/L	0,01	0,01
	Stagno	mg/L	3	3
	Tallio	mg/L	0,001	0,001
	Vanadio	mg/L	0,1	0,1
	Zinco	mg/L	0,5	0,5
	Cianuri Totali (come CN)	mg/L	0,05	0,005
	Solfuri	mg H ₂ S/L	0,5	0,5
	Solfiti	mgSO ₃ /L	0,5	0,5
	Solfati	mgSO ₄ /L	500	500
	Cloro attivo	mg/L	0,2	0,2
	Cloruri	mg Cl/L	500	250
	Fluoruri	mg F/L	1,5	1,5
	Grassi e oli animali/vegetali	mg/L	10	10
	Oli minerali	mg/L	0,05	0,05
	Penoli totali	mg/L	0,1	0,1
	Pentaclorofenolo	mg/L	0,003	0,003
	Aldeidi totali	mg/L	0,5	0,5
	<i>Tetracloroetilene</i> Tricloroetilene (somma delle concentrazioni dei parametri specifici)	mg/L	0,01	0,01
	Solventi clorurati totali	mg/L	0,04	0,04

	Trialometani (somma delle concentrazioni)	mg/L	0,03	0,03
	Solventi organici aromatici totali	mg/L	0,01	0,01
	Benzene	mg/L	0,001	0,001
	Benzo(a)pirene	mg/L	0,00001	0,00001
	Solventi organici azotati totali	mg/L	0,01	0,01
	Tensioattivi totali	mg/L	0,5	0,5
	Pesticidi clorurati totali (ciascuno)(*)	mg/L	0,0001	0,0001
	Pesticidi fosforati totali (ciascuno)	mg/L	0,0001	0,0001
	Altri pesticidi totali	mg/L	0,05	0,05
Parametri microbiologici	Escherichia coli	UFC/100 mL	10 (80% dei campioni) 100 valore puntuale max	10 (80% dei campioni) 100 valore puntuale max
	Salmonella		assente	assente

(*) Il valore di parametro si riferisce ad ogni singolo pesticida. Nel caso di Aldrina, Dieldrina, Eptacloro ed Eptacloro epossido, il valore parametrico è pari a 0,030 mg/l.

Nota 1: Per tutti i parametri chimico- fisici, i valori limite sono da riferirsi a valori medi su base della singola campagna irrigua. Il riutilizzo deve comunque essere immediatamente sospeso ove, nel corso dei controlli, il valore puntuale di qualsiasi parametro risulti superiore al 100% del valore limite.

Nota 2: Per il parametro conducibilità elettrica il limite indicato nella tabella 3000 uS/cm è da riferirsi all'80 % dei campioni, con un valore massimo di 4000 uS/cm. Il riutilizzo deve comunque essere immediatamente sospeso ove nel corso dei controlli il valore puntuale del parametro in questione risulti superiore a 4000 uS/cm.

Nota 3: Per il parametro cloruri il limite indicato nella tabella 500 mg/l è da riferirsi all'80 % dei campioni, con un valore massimo di 650mg/l.

Nota 4: Per il parametro E.coli il valore limite indicato in tabella (10 UFC) è da riferirsi all'80% dei campioni, con un valore massimo di 100 UFC/100ml. Il riutilizzo deve comunque essere immediatamente sospeso ove nel corso dei controlli il valore puntuale del parametro in questione risulti superiore a 100 UFC/100ml.

Nota 5: Per il parametro Salmonella il valore limite è da riferirsi al 100% dei campioni. Il riutilizzo deve comunque essere sospeso ove nel corso dei controlli ai rilievi presenza di salmonella.

Nota 6: Il riutilizzo può essere riattivato solo dopo che il valore puntuale del parametro o dei parametri per cui è stato sospeso sia rientrato al di sotto del valore limite in almeno tre controlli successivi e consecutivi.

ELENCO ELABORATI

1. RELAZIONE GENERALE

2. ELABORATI GRAFICI

- 1A – CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DELLE AREE SENSIBILI – AREA NORD OVEST (1:200.000)
- 1B – CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO E DELLE AREE SENSIBILI – AREA SUD EST (1:200.000)
- 2A – CARTA DEI CAMPI DI ESISTENZA DEGLI ACQUIFERI - AREA NORD OVEST (1:200.000)
- 2B – CARTA DEI CAMPI DI ESISTENZA DEGLI ACQUIFERI – AREA SUD EST (1:200.000)
- 3A – CARTA DELLA PERMEABILITÀ DEI TERRENI IN AFFIORAMENTO - AREA NORD OVEST (1:200.000)
- 3B – CARTA DELLA PERMEABILITÀ DEI TERRENI IN AFFIORAMENTO – AREA SUD EST (1:200.000)
- 4 - EVOLUZIONE DEI CARICHI PIEZOMETRICI DELLA FALDA NELL'AREA DEL TAVOLIERE CENTRALE – 1987/2001 (1:100.000)
- 5 - DISTRIBUZIONE DEI CLORURI NELLE ACQUE DI FALDA DEGLI ACQUIFERI MURGIANO E SALENTINO (1:350.000)
- 6 - DISTRIBUZIONE DEI NITRATI NELLE ACQUE DI FALDA DEGLI ACQUIFERI MURGIANO E SALENTINO (1:350.000)

ELENCO FIGURE

Fig. 2a – Carichi areali di fosforo teorico, effettivo e atteso nella Laguna di Lesina.

Fig. 2b – Carico areale di fosforo nella Laguna di Lesina in funzione della clorofilla e del tempo di ricambio T_W .

Fig. 3.2c – Localizzazione delle stazioni di campionamento di acqua sottoposti ad analisi chimiche e microbiologiche prescelte nella Laguna di Lesina.

Fig. 3.3a - Carichi areali teorici, effettivi e attesi di fosforo nel Lago di Varano.

Fig. 3.3b –Carico areale di fosforo nel Lago di Varano in funzione della clorofilla e del tempo di ricambio T_W e del fosforo esportato dai canali di collegamento.

Fig. 3.3c - Localizzazione delle 10 stazioni di campionamento delle acque prescelte nella laguna di Varano.

Fig. 3.4a - ubicazione STAZIONI 1992

Fig. 3.4b - ubicazione STAZIONI 1993

Fig. 3.4c - ubicazione STAZIONI 1999

Fig. 3.5 – Planimetria con ubicazione punti della rete di controllo piezometrico della falda superficiale del Tavoliere costituita nell'ambito degli studi per la definizione dei Piani di Bacino dei fiumi Ofanto e Fortore

Fig. 3.6 – Concentrazione cloroione in pozzi ad uso potabile

Fig. 3.7a – Planimetria con ubicazione pozzi ad uso potabile nell'area salentina

Fig. 3.7b – Concentrazione cloroione in pozzi ad uso potabile

Fig. 3.7c – Concentrazione cloroione in pozzi ad uso potabile

Fig. 3.7d – Concentrazione cloroione in pozzi ad uso potabile

Fig. 6.1 - Evento del 23 e 24 Luglio 1999, istogrammi e valori di concentrazioni dei S.S., del COD, e dei metalli in un campione del sito sperimentale in località Parco Aurora della città di Potenza.

Fig. 6.2 - Concentrazioni di ortofosfati e nitrati (mg/l) di un campione di prima pioggia. La linea orizzontale rappresenta il limite CCAMP Action Level.

Fig. 6.3 - Concentrazioni di solidi disciolti e sospesi (mg/l) di un campione di prima pioggia. I campioni di TDS non sono stati prelevati in due stazioni di Capitola.

Fig. 6.4 - Concentrazioni dei metalli (μ g/l) di un campione di prima pioggia in una stazione ubicata in Monterey e Pacific Grove. La linea orizzontale nei grafici A, B, C rappresenta il limite standard nel piano del bacino relativo

Fig. 6.5 - Diagramma dei valori delle concentrazioni durante un evento meteorico

Fig. 6.5 - Diagramma dei valori delle concentrazioni durante un evento meteorico

Fig. 6.5 - Diagramma dei valori delle concentrazioni durante un evento meteorico

Fig. 7.1 – Dotazione procapite su volume erogato, provincia di Bari

Fig. 7.2 - Dotazione procapite su volume fatturato, provincia di Bari

Fig. 7.3 - Dotazione procapite su volume erogato, provincia di Brindisi

Fig. 7.4 - Dotazione procapite su volume fatturato, provincia di Brindisi

Fig. 7.5 - Dotazione procapite su volume erogato, provincia di Foggia

Fig. 7.6 - Dotazione procapite su volume fatturato, provincia di Foggia

Fig. 7.7 - Dotazione procapite su volume erogato, provincia di Lecce

Fig. 7.8 - Dotazione procapite su volume fatturato, provincia di Lecce

Fig. 7.9 - Dotazione procapite su volume erogato, provincia di Taranto

Fig. 7.10 - Dotazione procapite su volume fatturato, provincia di Taranto.

ELENCO TABELLE

Tab. 3.2a - Potenzialità e caratteristiche delle attività socio-economiche rivenienti nel bacino imbrifero della Laguna di Lesina.

Tab. 3.2b - Carichi totali annui di azoto e di fosforo gravanti sul bacino della Laguna di Lesina (Kg/anno).

Tab. 3.2c - Numero di campioni d'acqua prelevati dalla Laguna di Lesina e relativa localizzazione geografica.

Tab. 3.2d - parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla Laguna di Lesina (ottobre 1994).

Tab. 3.2e - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (dicembre 1994)

Tab. 3.2f - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (prima settimana di marzo 1995)

Tab. 3.2g - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (seconda settimana di marzo 1995)

Tab. 3.2h - parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (terza settimana di marzo 1995)

Tab. 3.2i - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Lesina (quarta settimana di marzo 1995)

Tab. 3.3a - Potenzialità e caratteristiche delle attività socioeconomiche rivenienti nel bacino imbrifero della laguna di Varano.

Tab. 3.3b - Carichi totali annui di azoto e di fosforo gravanti sul bacino della Laguna di Varano (Kg/anno).

Tab. 3.3c - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Varano (dicembre 1994)

Tab. 3.3d - Parametri analitici relativi alle acque prelevate dalla laguna di Varano (febbraio 1995)

Tab. 3.4a - Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della regione Puglia – anno 1992

Tab. 3.4b - Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della regione Puglia – anno 1993

Tab. 3.4C - Rilevazione dei nitrati nelle acque marine costiere della regione Puglia – anno 1999

Tab. 6.1 - Valori dei batteri per tutte le stazioni elencate. Le concentrazioni sono in MPN/100 ml.

Tab. 6.2 - Caratteristiche qualitative dei campioni prelevati durante la ricerca (U.S. EPA, 1983)

Tab. 7.1 - Valori limite di accettabilità per le acque reflue trattate destinate al riuso irriguo

Tab. 7.2 - Concentrazioni del cloroione e del boro nelle acque reflue

Tab. 7.3 - Valori limite di accettabilità per le acque reflue trattate destinate al riuso irriguo.

APPENDICE A1

**Criteri per la disciplina delle acque meteoriche di prima
pioggia e di
lavaggio delle aree esterne, di cui all'Art. 39 D. L.gs
152/99
come novellato dal D. Lgs 258/2000**

**Criteri per la disciplina delle acque meteoriche di prima
pioggia e di
lavaggio delle aree esterne, di cui all'Art. 39 D. L.gs
152/99
come novellato dal D. Lgs 258/2000**

1. Campo di applicazione

I presenti criteri si applicano agli scarichi ed alle immissioni previste dall'Art.39 comma 1, lettera a), lettera b) e comma 3, del D.Lgs 152/99 come novellato dal D. L.gs 258/2000, fino al termine dello stato di emergenza socio-economico-ambientale nella Regione Puglia dichiarato con D.P.C.M. 8.11.1994 e più volte prorogato, da ultimo con D.P.C.M. del 21/12/2001, nelle more della prescritta disciplina regionale.

2. Principi generali

1. Va favorito il riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento finalizzato alle necessità irrigue e domestiche;
2. Gli scarichi (comma 1, lettera a)) e le immissioni (comma 1, lettera b)) non devono recare pregiudizio al raggiungimento degli obiettivi di qualità dei corpi idrici ricettori e alla stabilità del suolo;
3. Gli scarichi (comma 1, lettera a)) sono ammessi in tutti i corpi idrici superficiali, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo. E' comunque vietata, in conformità a quanto stabilito dal comma 4 dell'art.39 del D.Lgs 152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000, l'immissione diretta nelle acque sotterranee.
4. Le immissioni (comma 1, lettera b)) sono ammessi in tutti i corpi idrici superficiali, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, nonché nelle fognature separate pluviali e miste. E' comunque vietata, in conformità a quanto stabilito dal comma 4 dell'art.39 del D.Lgs 152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000, l'immissione diretta nelle acque sotterranee.

3. Definizioni

1. Ai fini della presente disciplina si intende per:
 - a) **Acque meteoriche di dilavamento**: le acque di pioggia che precipitano sull'intera superficie impermeabilizzata scolante afferente allo scarico o all'immissione;
 - b) **Acque di prima pioggia**, le prime acque meteoriche di dilavamento fino ad una altezza di precipitazione massima di 5 millimetri, relative ad ogni evento

- meteorico preceduto da almeno 48 h di tempo asciutto, uniformemente distribuite sull'intera superficie scolante;
- c) **Acque di lavaggio:** le acque utilizzate per operazioni di lavaggio di aree esterne impermeabilizzate artificialmente e suscettibili di veicolare sostanze pericolose o che comunque possono creare pregiudizio per l'ambiente;
 - d) **Suolo:** corpo naturale composto da sostanze minerali ed organiche, generalmente in orizzonti di spessore variabile, differenziato dalle formazioni geologiche sottostanti, per la composizione chimico-fisica ed i caratteri biologici;
 - e) **Sottosuolo:** l'intera zona in profondità sottostante il suolo;
 - f) **Acque sotterranee:** tutte le acque che si trovano sotto la superficie del suolo, nella zona di saturazione del sottosuolo e a diretto contatto con il suolo o il sottosuolo;
 - g) **Strato superficiale del sottosuolo:** corpo naturale immediatamente sottostante il suolo o una sua parte, posto ad una distanza di sicurezza dal livello di massima escursione della falda; tale distanza viene definita come franco di sicurezza;
 - h) **Franco di sicurezza:** lo strato di suolo e sottosuolo posto al di sopra del livello di massima escursione delle acque sotterranee che, per natura e spessore, garantisce la salvaguardia qualitativa delle stesse;
 - i) **scarico:** rilascio tramite condotta, delle acque meteoriche provenienti da rete fognaria separata sul suolo, negli strati superficiali del sottosuolo, nelle acque superficiali e marine di cui all'Art.39, comma 1, lettera a) del D. L.gs152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000;
 - j) **Immissione:** rilascio delle acque meteoriche di dilavamento e di lavaggio delle aree esterne, raccolte con altre condotte (canalette, grondaie), sul suolo, negli strati superficiali del sottosuolo, nelle acque superficiali e marine, nonché nella pubblica fognatura; di cui all'Art.39, comma 1, lettera b) del D. L.gs152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000;
 - k) **Scarico o immissione esistente:** lo scarico o l'immissione già in esercizio alla data di entrata in vigore della presente disciplina;
 - l) **Stabilimento industriale:** qualsiasi stabilimento nel quale si svolgono attività commerciali o industriali che comportano la produzione, la trasformazione ovvero l' utilizzazione delle sostanze di cui alla tabella 3 dell'allegato 5 al D.L.gs.152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000, ovvero qualsiasi altro processo produttivo che comporti la presenza di tali sostanze nello scarico;

Per le altre definizioni non espressamente indicate si fa riferimento a quelle riportate nell' Art.2 del D.Lgs.152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000.

4. Disciplina e trattamento degli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate

1. le acque di prima pioggia derivanti dagli scarichi di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate, di cui all'Art.39, comma

1, lettera a) del Decreto L.gs n.152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000, devono essere sottoposti, prima del loro smaltimento, ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura.

5. Disciplina e trattamento delle immissioni delle acque meteoriche di dilavamento effettuate tramite altre condotte separate

1. Ai sensi di quanto stabilito all'Art.39, comma 1, lettera b), del Decreto L.gs n.152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000, le immissioni rivenienti da coperture, canalette, grondaie, superfici esterne di insediamenti destinati alla residenza o ai servizi, strade, piste, rampe e piazzali sulle quali si effettua il transito, la sosta ed il parcheggio di mezzi di qualsiasi tipo, nonché la movimentazione ed il deposito di materiali e di sostanze non pericolose, localizzate in aree sprovviste di reti fognarie separate, devono essere sottoposti prima del loro smaltimento ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura; l'Autorità competente potrà richiedere, in funzione della pericolosità e dell'estensione delle superfici di raccolta anche un trattamento di disoleazione.

6. Disciplina e trattamento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne

1. Ai sensi di quanto stabilito all'art.39, comma 3, del Decreto Legislativo n. 152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000, le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne che dilavano dalle pertinenze di stabilimenti industriali, nonché da strade e piazzali destinati alla movimentazione e deposito di mezzi e di materiali, anche se chiusi, in appositi contenitori, che possono dar luogo al rilascio di sostanze di cui alla Tab. 3 dell'all. 5 del D. L.gs 152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000, devono essere raccolte in vasca a tenuta stagna e sottoposte ad un trattamento depurativo appropriato in loco, tale da conseguire il rispetto dei limiti di emissione previsti dalla Tab.3 di cui all'Allegato 5 del D.Lgs.152/99 per le immissioni in fogna e nelle acque superficiali, ovvero nel rispetto dalla Tab.4 nel caso di immissioni sul suolo. In alternativa, è facoltà del titolare avviare tali acque ad impianto di trattamento gestito da terzi, ai sensi dell'art.36 del D. L.gs152/99 e successive modifiche ed integrazioni. Le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia devono essere sottoposte, prima del loro smaltimento, ad un trattamento di grigliatura, sedimentazione e disoleazione.

7. Prescrizioni tecniche

1. La progettazione e la realizzazione dei manufatti destinati alla grigliatura, alla dissabbiatura ed alla disoleazione delle acque di dilavamento, ovvero alla raccolta delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, devono prevedere e garantire:
 - a) limitatamente alle immissioni di cui ai punti 5 e 6, il trattamento o la raccolta di volumi di acqua relativi alla portata di piena calcolata con un tempo di ritorno non inferiore a 5 anni;
 - b) la tenuta stagna, la resistenza statica ed alle spinte del terreno;
 - c) la sicurezza per le operazioni di controllo e di svuotamento periodico;
 - d) la non interferenza con i manufatti esistenti;
 - e) L'Autorità competente, in relazione al rischio potenziale che possano verificarsi sversamenti accidentali di sostanze pericolose nell'area scolante, può prescrivere l'adozione di sistemi di intercettazione, di facile e tempestiva attivazione, che impediscano lo smaltimento sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo delle sostanze suddette.
2. L'utilizzo di sistemi di trattamento, diversi da quelli previsti ai punti 5 e 6, è consentito purché assicurino risultati almeno equivalenti.
3. Nelle more di attuazione dei piani di tutela (ai sensi dell'art. 44 del D. L.gs 152/99, come novellato dal D. L.gs 258/2000), gli scarichi e le immissioni negli strati superficiali del sottosuolo non possono avvenire a meno di 500 m da opere di captazione potabile e a meno di 250 m da opere di captazione per uso irriguo. Qualora, noti la direzione ed il verso di moto della falda idrica sotterranea, si dimostri nella relazione idrogeologica che l'immissione ricade a valle idrologica dell'opera di captazione potabile e che il cono di depressione della falda idrica indotto da quest'ultima non raggiunge il sistema di immissione, possono essere autorizzati sistemi di immissione fino a 300 metri di distanza dalla captazione.
4. Le opere di smaltimento degli scarichi e delle immissioni, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo, devono essere progettate e realizzate nel rispetto dei principi di cui al punto 2, nonché delle prescrizioni di cui al precedente comma 2.