

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
2.1 Identificazione del bacino idrografico principale	5
2.2 Caratterizzazione idrologica	7
2.2.1 Lago Biviere di Gela	8
2.2.2 Torrente Valle Torta.....	11
2.2.3 Torrente Ficuzza.....	17
2.2.4 Torrente Acate o Dirillo	19
2.3 Caratteristiche naturalistiche	22
2.3.1 Istituzione della riserva naturale orientata “Biviere di Gela”	24
2.3.2 Regime dei vincoli.....	28
2.3.3 Vincoli territoriali	32
2.4 Vegetazione e Flora	34
2.5 Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni nel bacino idrografico "Acate e Bacini Minori tra Gela e Acate".....	38
2.5.1 Il sistema delle utilizzazioni potabili	38
2.5.2 Il sistema delle utilizzazioni irrigue.....	40
2.5.3 Il sistema delle utilizzazioni industriali.....	41
3 L'ATTIVITÀ AGRICOLA NELLA ZONA CIRCOSTANTE IL “BIVIERE DI GELA”	42
3.1 Premessa.....	42
3.2 L'agricoltura gelese attraverso i dati censuari	45
3.3 La “Superficie Agricola Utilizzata”	48
3.4 Compatibilità delle serre con la conservazione dell'Habitat	53
3.5 Il sistema agrario delle coltivazioni arboree	55
3.6 I fattori di pressione dell'agricoltura.....	57
4. L'ATTIVITÀ INDUSTRIALE	71
4.1 Generalità	71

4.2 Gela, area ad elevato rischio di crisi ambientale	73
5. IDROGEOCHIMICA DEL LAGO “BIVIERE DI GELA”	76
5.1 Inquadramento geografico e morfologico	76
5.2 Sistema idrogeologico	78
5.3 Geomorfologia	88
5.3.1 Inquadramento Tettonico-Strutturale	89
5.3.2 Inquadramento Geologico	91
5.4 Inquadramento geochimico	91
5.5 Conclusioni studio idrogeochimico	105
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	109
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	116

1. PREMESSA

In Sicilia è stato da sempre esistito il problema di utilizzare risorse idriche per il fabbisogno della popolazione e delle attività agricole e industriali, sempre in continuo aumento.

In questo contesto il compito della ricerca è quello di individuare nuove risorse idriche, di studiare quelle già conosciute e prospettare il loro monitoraggio e di proporre tecniche di utilizzo per un uso intelligente.

L'attenzione di questo studio è stata focalizzata su una zona umida che comprende il Biviere di Gela, inserito in un elenco di aree a speciale protezione per la conservazione degli uccelli acquatici, predisposta dal Consiglio d'Europa con la "Convenzione di Ramsar".

Il lago Biviere di Gela si trova a pochi chilometri ad est dell'abitato di Gela e a circa un chilometro dal mare e fa parte di una Riserva Naturale Orientata in gestione alla LIPU (Lega Italiana Protezione Uccelli).

Le zone umide grazie alla loro struttura e disposizione, sono tra gli ambienti con la più elevata biodiversità, ospitando difatti una straordinaria varietà di specie animali e vegetali, costituendo habitat essenziali soprattutto per la vita di molti uccelli acquatici, i quali, per raggiungere stagionalmente i differenti siti di nidificazione e svernamento, devono percorrere particolari rotte migratorie attraverso vari Stati e Continenti. Altra funzione importante delle zone umide costiere è quella di essere bacini di raccolta di sedimenti e depuratori naturali, in quanto trappole per nutrienti e sostanze tossiche fissate dalla vegetazione, contribuendo in tal modo a migliorare la qualità delle acque e svolgendo contemporaneamente un'azione regolatrice nei confronti del microclima locale.

Purtroppo l'eccessiva quantità di azoto, fosforo e sostanze tossiche apportate dalle acque reflue urbane, dalle attività agricole e industriali, è spesso causa di eutrofizzazione e inquinamento, compromettendo interi habitat; il crescente consumo di acque di falda a scopi irrigui e/o per il consumo umano costituisce causa di prosciugamento o sovrasfruttamento; la costruzione di dighe a monte, riducendo l'apporto di sedimenti a valle, può provocare l'erosione dei litorali e definitiva scomparsa delle zone umide.

Una delle più importanti zone umide della Sicilia, il "Biviere di Gela", si trova nelle condizioni di alto rischio di inquinamento.

Il Biviere di Gela secondo la convenzione Internazionale di Ramsar (1985), ratificata dallo Stato Italiano con D.M. n. 300/87 che ha definito l'area del Biviere e Macconi di Gela, zona

umida di importanza internazionale, è stato classificato come area sensibile del territorio regionale, ex art. Direttiva 91/271/CEE e art. 18 Dlgs 152/99.

Ciò ha portato, con D.M. n. 587/97 all'istituzione della Riserva Naturale Orientata (RNO), all'identificazione del sito "Biviere e Macconi di Gela" come Sito di Interesse Comunitario (SIC) con codice Natura 2000 ITA 050001e sito di Bonifica di Interesse Nazionale (SIN) secondo l'art. 1 comma 4 della l. 426/98.

Sulla scorta delle indicazioni date da:

- D.P.R. n.357 del 8/09/97 che ha definito il regolamento recante le norme di attuazione della direttiva 92/43/CEE relativo alla conservazione degli abitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatica;
- D. Lgs. n. 152/99, come successivamente modificato dal D. Lgs 18 agosto 2000, n. 258, che disciplina la materia di tutela delle acque da inquinamento recependo la Direttiva 91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane e la Direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento dai nitrati provenienti da fonti agricole;
- Titolo III Allegato 6 del citato D. Lgs, che fornisce indicazioni sui criteri per l'individuazione delle aree sensibili da inquinamento di nutrienti;
- D. M. Ambiente n. 185 del 2003 concernente il regolamento recante norme tecniche per il riutilizzo delle acque reflue ex art. 26 – c.2 – D. Lgs 152/99;
- D.M. del 19/04/99 recante "Approvazione del codice di buona pratica agricola" integrato con le disposizioni riportate nel D.G.G. n.121 del 24/02/05- "Programma di azione obbligatoria per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola"(all.4), tra le quali sono definite le "Norme relative alla gestione dei fertilizzanti ed altre pratiche agronomiche"
- Art. 2, comma 1, dell'Ordinanza del Ministro dell'Interno n.3136 del 25.05.01 e s.m.i.: il Commissario Delegato – Presidente della Regione Siciliana predispone ed approva il Piano di Tutela delle Acque di cui all'art. 44 del D. Lgs 152/99 per l'intero territorio regionale, il quale deve comprendere, tra l'altro, l'elenco e la rappresentazione cartografica delle aree sensibili e delle zone vulnerabili identificate dalla Regione;

La Struttura Commissariale – Area Tutela delle Acque, con la presente relazione allegata al decreto che individua quale sensibile il Biviere di Gela, identifica l'area e le caratteristiche del bacino drenante afferente che contribuisce all'inquinamento dell'area

umida in oggetto, analizzando sia gli aspetti paesaggistici, idrologici, geomorfologici e sia gli impatti antropici delle attività urbane, agricole ed industriali.

Sono descritte, nei capitoli seguenti, le caratteristiche del bacino idrografico principale "Acate e bacini minori tra Gela e Acate" (caratterizzazione idrologica, naturalistica e del sistema delle utilizzazioni), le attività agricole e industriali nella zona circostante il Biviere, la situazione idrogeochimica del lago.

Infine, sulla scorta delle analisi che sono state condotte negli anni precedenti, è stato valutato lo stato trofico ed ecologico del Biviere e spiegati i motivi per l'identificazione del bacino principale di alimentazione naturale del Biviere di Gela, quale area oggetto di interventi per la diminuzione dell'impatto antropico e per il miglioramento della qualità delle acque.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

2.1 Identificazione del bacino idrografico principale

Il bacino idrografico "Acate e bacini minori tra Gela e Acate" ricade nel versante meridionale della Sicilia, nel territorio delle province di Ragusa, Catania ed in minima parte Caltanissetta, e confina ad ovest ed a nord-ovest con il bacino del F. Ficuzza a nord-est ed a est con i bacini del F.S.Leonardo e del F.Ippari.

Il bacino, con la sua superficie di circa 776 Km², è il 5° per dimensioni fra quelli contenenti corpi idrici significativi, qui costituiti dal fiume Acate, dal lago artificiale Dirillo e dal lago naturale Biviere di Gela (tabella 2.1.1).

Il fiume Acate, lungo circa 54 km, si forma alle Case Vascello, presso Vizzini, dall'unione del rio Arnerillo col rio di Vizzini attraversa i comuni di Licodia Eubea, Caltagirone ed Acate fino a sfociare nel Mar Mediterraneo a sud-est di Gela.

Lungo il percorso, riceve numerosi torrenti tra i quali nella zona di monte il F. Vizzini e nella zona centrale il T.Mazzarronello.

Il lago Dirillo o Ragoletto è stato realizzato nel 1962 a sud del centro abitato di Licodia Eubea in contrada Ragoletto. Lo sbarramento sottende un bacino di circa 118 km² la cui capacità utile è di circa 20,4 Mm³.

Le acque invase nell'invaso Dirillo vengono utilizzate a scopo irriguo ed industriale.

Nel bacino ricadono gli agglomerati indicati nella tabella 2.1.2.

Tabella 2.1.1: Principali corpi idrici superficiali ricadenti nel bacino

	<i>Codice</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Dimensioni</i>	<i>Natura</i>	<i>Superficie bacino del singolo corso d'acqua o lago</i>	<i>Identificazione</i>
<i>Corsi d'acqua superficiali</i>	R19078CA001	Fiume Acate	54,00 km	Corso completo; I Ordine	385,10 km ²	Significativo per dimensioni
<i>Corsi d'acqua superficiali</i>	R19078CA002	Fiume Dirillo	26,04 km	Corso completo; II Ordine		
<i>Laghi artificiali</i>	R19078LA001	Dirillo (Ragoletto)	1,17 km ²	Invaso		Significativo per dimensioni
<i>Laghi naturali</i>	R19078LN001	Biviere di Gela	1,20 km ²	Lago		Significativo per dimensioni

Tabella 2.1.2: Agglomerati ricadenti all'interno del bacino idrografico

<i>Numero progressivo</i>	<i>Denominazione</i>	<i>Codice</i>
1	Niscemi	85013_01
2	Caltagirone 2 (Santo Pietro)	87011_02
3	Caltagirone 3 (Granieri)	87011_03
4	Licodia Eubea	87020_01
5	Mazzarrone	87056_01
6	Vizzini	87054_01
7	Acate 1	88001_01
8	Chiaramonte Gulfi 1	88002_01
9	Chiaramonte Gulfi 2 (Donnagona, Piano dell'Acqua)	88002_02
10	Chiaramonte Gulfi 3 (Roccazzo)	88002_03
11	Monterosso Almo	88007_01
12	Niscemi	85013_01

Il Bacino idrografico Acate ed i Bacini Minori Gela-Acate interessano il territorio della province di Ragusa, Catania ed in minima parte Caltanissetta (Il bacino confina ad ovest ed a nord-ovest con il bacino del F. Ficuzza a nord-est ed a est con i bacini del F.S.Leonardo e del F.Ippari), comprendono la zona interna degli Iblei caratterizzata da calcare di piattaforma ove il corso d'acqua scorre all'interno di gole. Dell' area iblea, fanno parte il territorio comunale di Monterosso Almo e Chiaramonte Gulfi; la morfologia collinare caratterizza l'interno dei territori dei comuni di Niscemi e Caltagirone, quest'ultima dato le litologie affioranti nell'area dà vita a strutture calanchive.

La pianura costiera di Gela, che in alcuni punti si insinua all'interno della precedente area ricade nella cosiddetta Falda di Gela con orientamento sud-nord.

L'area, dal punto di vista geologico, risulta in prevalenza costituita da sabbie, conglomerati e calcari detritici e organogeni, tipo "panchina" del Pleistocene; sono inoltre presenti, in minor misura, calcari organogeni e biodetritici e calcareniti di facies neritica e di piattaforma del Miocene medio-inferiore.

2.2 Caratterizzazione idrologica

La rete idrografica di questo territorio è abbastanza sviluppata ed articolata. Sotto il profilo idrografico, l'area in studio è suddivisa in tre settori dagli spartiacque del Valle Torta a NO, del T.^{te} Ficuzza a N e del F.^{me} Dirillo o Acate a NE.

Le aste fluviali principali sopra elencate presentano, nonostante frequenti tortuosità locali, un andamento con generale uniformità, seguendo delle direttrici da NE a SO e sottendono rispettivamente i seguenti bacini: bacino della Valle Torta – Biviere di Gela, della Valle Ficuzza e del sistema del F.^{me} Dirillo; essi si aprono a ventaglio procedendo gradualmente dal mare verso NE, verso le massime quote della displuviale degli Iblei (la massima altitudine è raggiunta nel bacino del Dirillo con i 985 m s.l.m. del M.^{te} Lauro).

Il profilo altimetrico non è regolare: gli alvei, al termine dei bacini di raccolta, si presentano già depressi, riducendo così di parecchio le pendenze del corso inferiore.

Tutta la plaga di nord-ovest drena le proprie acque nel bacino idrografico del Valle Torta i cui affluenti sono: il T.^{te} Pisciotto, T.^{te} Valle Ulmo ed il T.^{te} Monacella. Il comprensorio centro-settentrionale fa affluire le acque nel bacino idrografico del T.^{te} Ficuzza con gli affluenti: V.^{ne} S. Venere, V.^{ne} Granieri, il V.^{ne} Terrana, il T.^{te} di Feudo Nobile ed i minuti reticoli della Valle d'Ambra privi di appropriate denominazioni. La parte centrale è costituita proprio dal Lago Biviere, nel quale affluisce la Valle Torta ed infine, la restante parte di nord-est converge i propri flussi idrici nel bacino del F.^{me} Dirillo o Acate che sottende il sottobacino del serbatoio di Ragoletto, il V.^{ne} Salito I°, il V.^{ne} Salito II°, il T.^{te} di Mazzarrone, il T.^{te} Paratore, il V.^{ne} Pancari ed infine a pochi chilometri dal Mediterraneo, in destra idrografica, anche le acque del T.^{te} Ficuzza e del lago Biviere.

Tutti i corsi d'acqua sopra elencati unitamente ai valloni e fossi secondari non citati, ad esclusione del Dirillo, presentano caratteristiche morfologiche simili: piuttosto giovanili modeste pendenze longitudinali con tempi di corrivazione brevi. Come riportato anche nella "Carta della vulnerabilità all'inquinamento da nitrati di origine agricola" (*Tratto da: "Approvazione di atti relativi all'incidenza di nitrati di origine agricola nell'inquinamento delle acque" Decreto del 17/02/03 dell'Assessorato dell'Agricoltura e delle Foreste (A.R.T.A.)*), questi corsi d'acqua sono caratterizzati da un regime idrologico di tipo stagionale con copiosi deflussi in coincidenza degli eventi piovosi abbondanti e unicamente nel periodo invernale. Difatti i torrenti sono oggetto di piene anche violente e di breve durata nelle stagioni invernali e magre prolungate per i rimanenti mesi dell'anno.

Di seguito sono trattati gli aspetti idrologici sia del lago Biviere e del suo principale immissario – in modo più approfondito –, che del T.^{te} Ficuzza e del Dirillo.

2.2.1 LAGO BIVIERE DI GELA

Elemento particolare caratterizzante il sistema sopra descritto ed in generale della fascia costiera qui analizzata, è il lago Biviere di Gela; con forma tipica dei laghi litoranei, si allunga mediamente a un paio di chilometri dalla linea di costa, parallelamente ad essa per circa 2.50 Km in direzione NO – SE.

Figura 2.2.1 - Foto panoramica (sud – nord) del Lago Biviere.



Nella parte orientale, in C.^{da} Mignechi, è presente l'unico emissario del lago, prima costituito da una piccola galleria con fondo a quota 6.20 m s.l.m. seguita da una canaletta a sfociare nel Dirillo. Dopo il progetto del Consorzio di bonifica, la galleria è stata sostituita da un canale di scarico che confluisce le acque del lago nel F.^{me} Dirillo o Acate, seguendo un percorso di 1,60 Km e con una portata prevista di circa 90 m³/sec.

É alimentato naturalmente dagli afflussi provenienti dalla Valle Torta e dall'apporto notevole delle falde freatiche e artificialmente dal canale proveniente dal Dirillo, raffigurato nella foto qui sotto.



Figura 2.2.2 - Canale di alimentazione proveniente dal Dirillo

Il fondo del lago è di natura limoso-argillosa e segue batimetricamente l'andamento degli strati a permeabilità bassa o bassissima: il perimetro a nord è costituito da arenarie e banchi di depositi alluvioni abbastanza cementati, mentre a sud sono presenti depositi di sabbia fine di origine eolica trattate con additivi per renderle impermeabili (*Piano generale di trasformazione del comprensorio di bonifica della Piana del Gela*". *Consorzio di Bonifica n°5 Gela, 1952*).

Nel Novembre 2002, il lago è stato oggetto di indagini geofisiche private (*"Progetto dei lavori di sistemazione del bacino imbrifero della Valle Torta e sistemazione a serbatoio per uso irriguo del Lago Biviere con l'utilizzazione delle acque del Fiume Dirillo"*. *Consorzio di Bonifica n°5 Gela, 1952*) che hanno ricostruito il profilo batimetrico-topografico: il Biviere risultava in condizioni di magra, suddiviso, come spesso si è verificato nei periodi estivi con svariati dislivelli, in due distinte pozze non comunicanti superficialmente.

In quest'ultimo lavoro il pelo libero è riportato a quota di circa 1.60 m s.l.m., a cui corrispondeva un volume di circa 380.000 m³ ed una superficie complessiva di 42 ha – di seguito è stata riprodotta una tabella riepilogativa con i dati dei rilievi, con scansione di dieci centimetri, riferiti ai corrispondenti valori ricavati dei volumi invasabili e dell'area planare – vedi tab. 2.2.1a.

Mentre nella tab. 2.2.1b vengono paragonati i dati topografici del rilievo del Novembre 2002 con quelli ricavati da rilievi utilizzati nel 1952 per i lavori di bonifica. Dall'esame incrociato dei dati riportati nelle tabelle si evidenzia una riduzione generalizzata dei volumi invasabili, riduzione in parte riferibile all'apporto solido del torrente Valle Torta.

Tab. 2.2.1 a - Valori del volume e dell'area calcolati rispetto alle quote rilevate del lago (range : -0,50 ÷ 8,00 m s.l.m.). GreenStream².

Quota (m s.m.)	Volume (m ³)	Area (m ²)	Quota (m s.m.)	Volume (m ³)	Area (m ²)
-0.5	0.00	2.00	3.8	1610500.39	666126.76
-0.4	4.12	350.42	3.9	1677683.20	677658.93
-0.3	128.24	2279.98	4	1746025.06	689101.70
-0.2	1045.33	20992.39	4.1	1815487.13	699998.26
-0.1	4475.12	45848.71	4.2	1886021.82	710839.58
0	10995.21	84741.99	4.3	1957741.45	723900.95
0.1	20718.57	108119.73	4.4	2030774.18	736572.82
0.2	32402.35	125265.07	4.5	2104949.95	746781.93
0.3	45727.24	141056.37	4.6	2180180.17	757858.04
0.4	60636.46	157170.76	4.7	2256523.56	769213.37
0.5	77000.35	170042.57	4.8	2334141.50	784271.21
0.6	94651.20	183198.59	4.9	2413657.95	806572.00
0.7	113891.80	201357.38	5	2495451.65	831732.11
0.8	134745.55	215520.41	5.1	2580100.41	864661.71
0.9	157025.12	230521.28	5.2	2669811.96	926720.73
1	181077.68	252221.59	5.3	2764123.11	956520.76
1.1	207665.06	280191.94	5.4	2860970.79	980145.50
1.2	237054.11	307439.29	5.5	2960083.24	1002558.48
1.3	269275.00	337329.60	5.6	3061366.02	1021996.75
1.4	304468.99	365630.48	5.7	3164379.02	1038089.20
1.5	342226.51	388660.94	5.8	3268930.03	1052846.02
1.6	382419.66	419125.27	5.9	3374895.33	1066243.14
1.7	425788.10	445126.55	6	3482154.22	1078704.19
1.8	471121.79	460907.55	6.1	3590622.74	1090647.15
1.9	517871.29	473754.36	6.2	3700223.09	1101024.03
2	565924.62	487884.22	6.3	3810783.84	1110019.98
2.1	615572.13	506517.30	6.4	3922208.03	1118374.88
2.2	666979.93	521000.89	6.5	4034444.02	1126288.03
2.3	719644.30	532093.43	6.6	4147457.28	1133924.72
2.4	773352.81	541838.49	6.7	4261222.97	1141348.26
2.5	827978.54	550524.02	6.8	4375723.90	1148666.43
2.6	883438.21	558594.03	6.9	4490957.16	1156009.84
2.7	939682.15	566226.83	7	4606930.46	1163479.15
2.8	996674.02	573577.43	7.1	4723662.45	1171144.87
2.9	1054393.21	580795.12	7.2	4841180.38	1179168.12
3	1112830.47	587938.38	7.3	4959518.37	1187447.40
3.1	1171980.97	595078.59	7.4	5078707.01	1196052.40
3.2	1231848.49	602296.52	7.5	5198784.73	1205102.05
3.3	1292458.31	610134.31	7.6	5319828.76	1214898.60
3.4	1353888.48	618559.66	7.7	5441882.64	1224609.05
3.5	1416202.11	628061.94	7.8	5564962.69	1234194.12
3.6	1479637.01	641124.36	7.9	5689113.91	1243062.74
3.7	1544452.89	654738.08	8	5814287.21	1247680.96

Tab. 2.2.1 b: Differenza tra i volumi invasati nel progetto del 1952 e quelli del Novembre 2002. GreenStream².

Quota (m s.m.)	Volume (m ³)		
	rif. 2002 (A)	rif. 1952 (B)	(A) - (B)
-0.5	0	45000	-45000
0.0	10995	109900	-98905
1.0	181078	278400	-97322
2.0	565925	593900	-27975
3.0	1112830	1139900	-27070
4.0	1746025	1899150	-153125
5.0	2495452	2858550	-363098
6.0	3482154	3809300	-327146
7.0	4606930	4909100	-302170
8.0	5814287	6090900	-276613

2.2.2 TORRENTE VALLE TORTA

Il T.^{te} Valle Torta è il principale immissario naturale del lago Biviere, ripreso nella foto a lato in direzione sud – nord;

Figura 2.2.2.1 – Torrente Valle Torta

sottende un bacino idrografico di 57,2 Km², con una larghezza variabile: a monte di 4 Km e di 3 Km a valle – i dati sono stati ricavati tramite misure su C.T.R. '97.

Si origina nell'altipiano di Niscemi, con altitudine massima di 345 m s.l.m. e



sbocco nel Biviere a circa 7 m s.l.m.; per uno sviluppo di circa 21 Km con altitudine media di 173.1 m s.l.m., suddivisibile in tre tratte con caratteristiche quasi omogenee:

Tabella 2.2.2.1 – Le tre tratte del Torrente Valle Torta

TRATTA	DENOM.	DA	QUOTA (m)	A	QUOTA (m)	LUNGHEZZA (Km)	DISLIVELLO (m)	PENDENZA MEDIA (%)
1°	T. ^{te} Pisciotto	Niscemi	~ 305	T. ^{te} Valle Ulmo	~ 160	6.00	145	2,4
2°	T. ^{te} Monacella	T. ^{te} Valle Ulmo	~ 160	Ponte Cubaitaro	~ 50	7.77	110	1,4
3°	T. ^{te}	Valle Ponte	~ 305	Lago	~ 7	4.60	43	0,94

TRATTA	DENOM.	DA	QUOTA (m)	A	QUOTA (m)	LUNGHEZZA (Km)	DISLIVELLO (m)	PENDENZA MEDIA (%)
	Torta	Cubaitaro		Biviere				

Dal profilo longitudinale si rileva che il torrente dalle origini allo sbocco nel lago non mantiene una regolarità altimetrica: la parte a monte si attesta su litotipi più competenti, presentando un alveo più stretto e pendii a coste; la parte più a valle, costituita da arenarie e depositi alluvionali, scorre su un fondo ampio mostrando il paleoalveo e pendii più dolci. A corollario del torrente vi sono altri corsi d'acqua più o meno interessanti per gli apporti solidi, tra i tanti si ritiene utile menzionare:

Tabella 2.2.2.2 – Altri piccoli corsi d'acqua immissari nel Torrente Valle Torta

TORRENTE	BACINO SOTTESO (Km ²)
Valle del Lupo	1.60
Val Pero	1.84
Rizza	1.10
Arce	3.30
Valle Roveto	2.52
Valle Ulmo	7.42
Valle Pozzo	9.50
Valle Fontanella	1.05

Per quanto riguarda le misure storiche del deflusso del torrente non si è potuto fare affidamento ai dati dell'unica stazione idrometrica del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano, in corrispondenza della località di Cubaitaro – funzionante alternamente per il solo 1968 –; quindi sono stati riportati dei dati selezionati dallo studio della GreenStream che, anche mediante modellazione matematica, sono stati ricostruiti per il ventennio '80 – '90 dell'area d'interesse:

Figura 2.2.2.2 - T.^{te} Valle Torta, portate medie giornaliere del 1981, anno secco. (ricostruito, GreenStream)

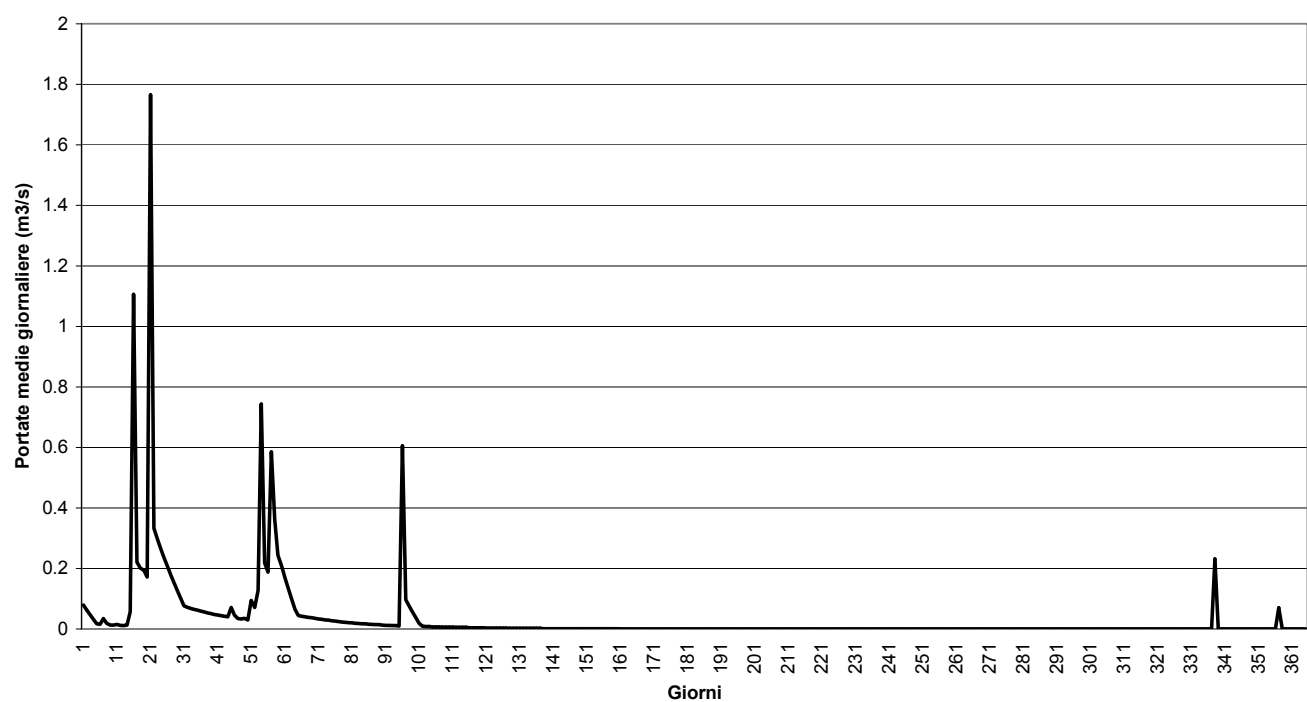


Figura 2.2.2.3 - T.^{te} Valle Torta, portate medie giornaliere del 1987. (ricostruito, GreenStream)

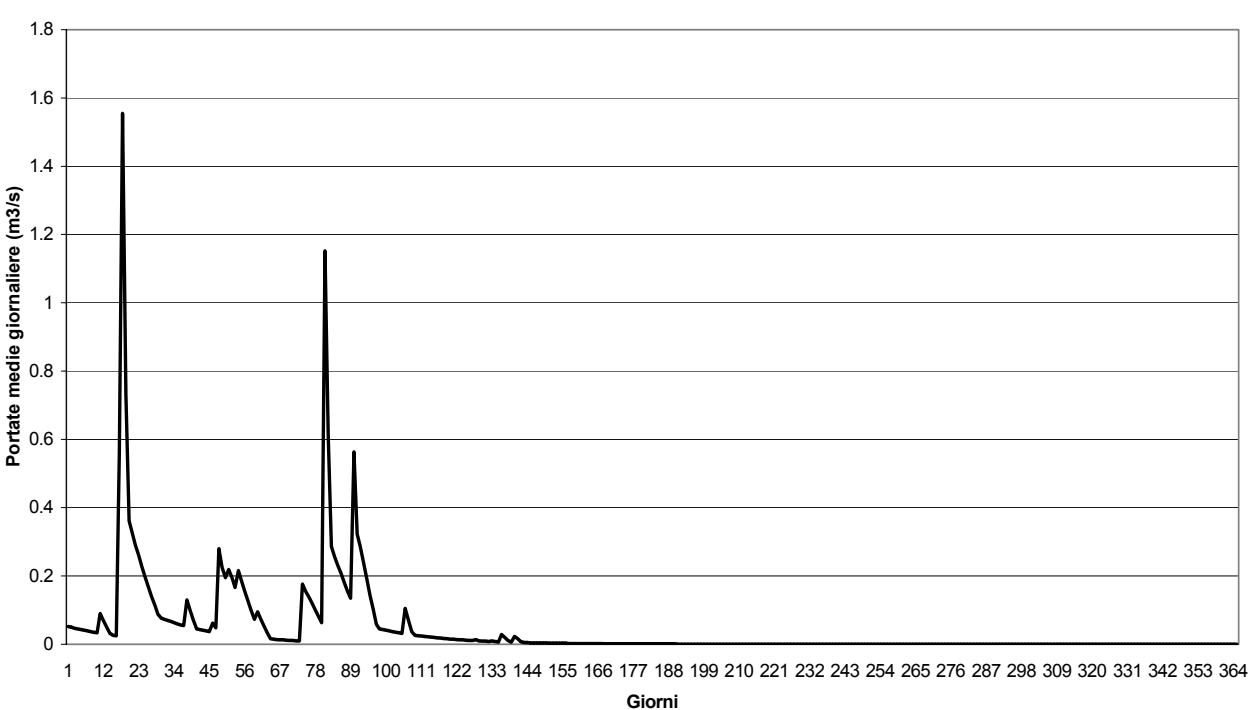


Figura 2.2.2.4 - T.^{te} Valle Torta, portate medie giornaliere del 1992. (ricostruito, GreenStream)

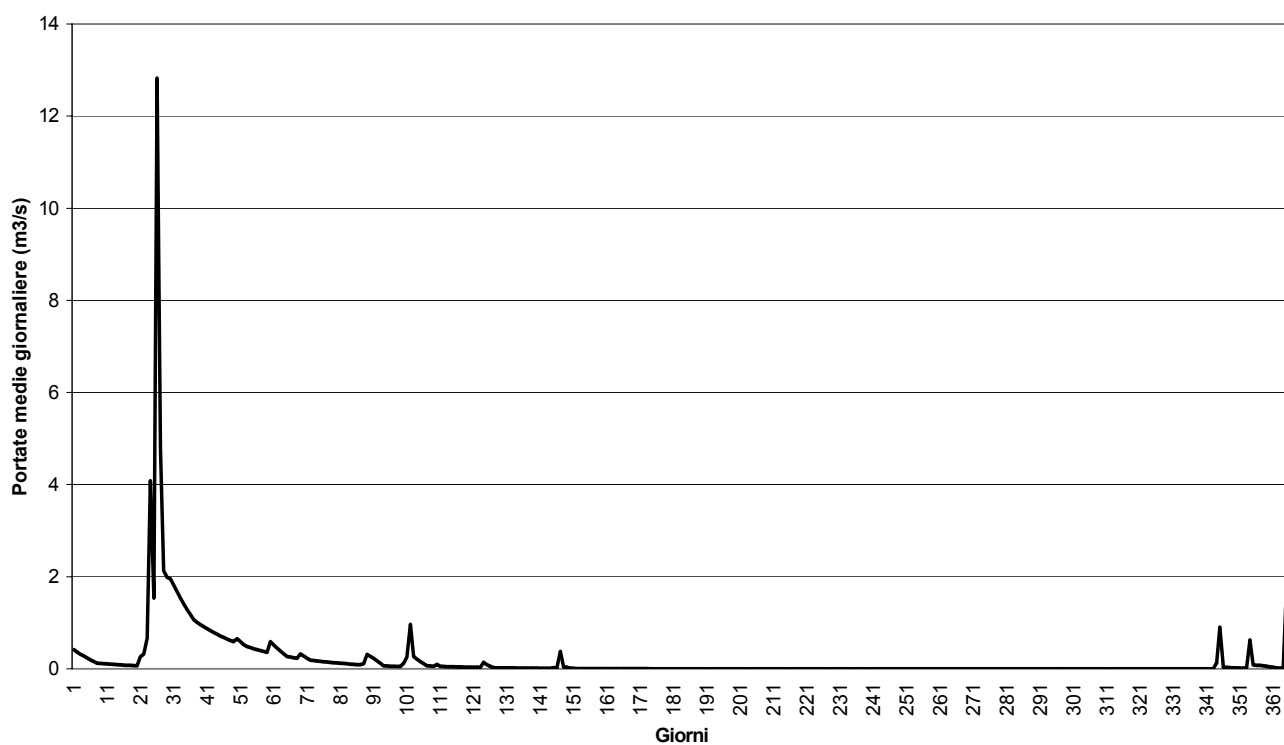


Figura 2.2.2.5 - T.^{te} Valle Torta, portate medie giornaliere del 1997. (ricostruito, GreenStream)

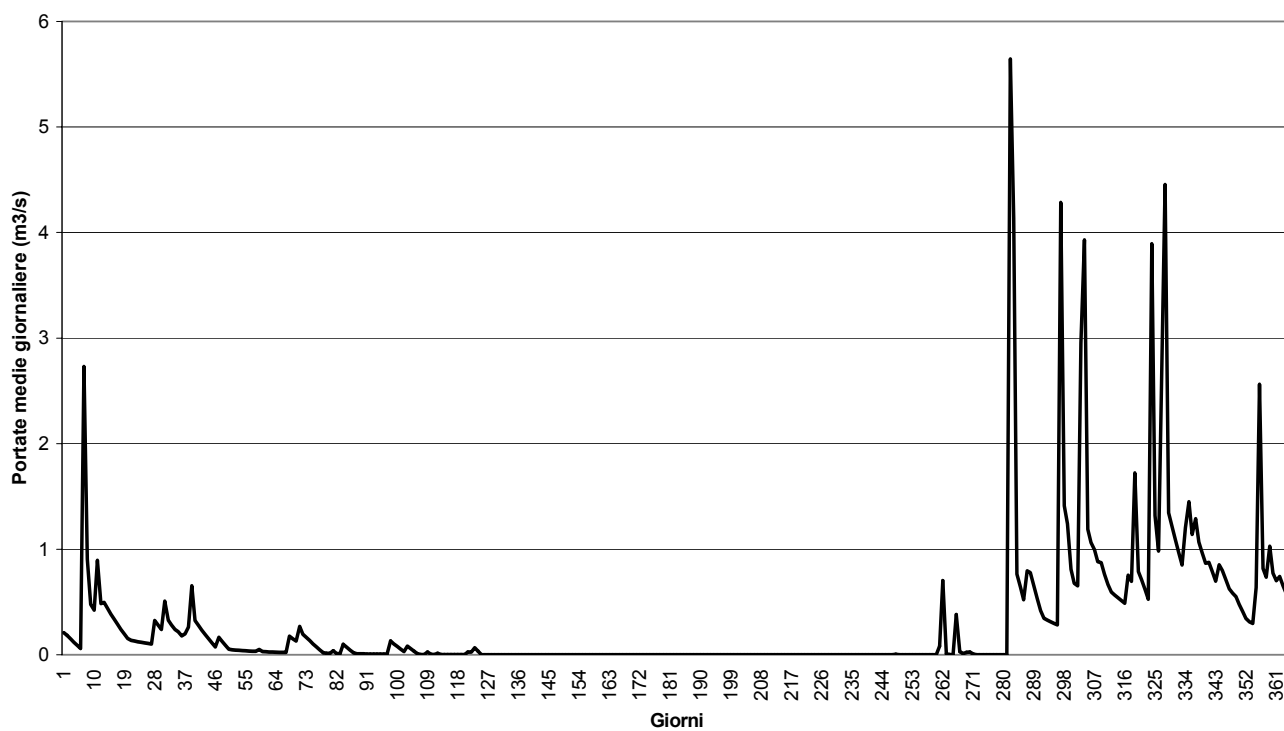
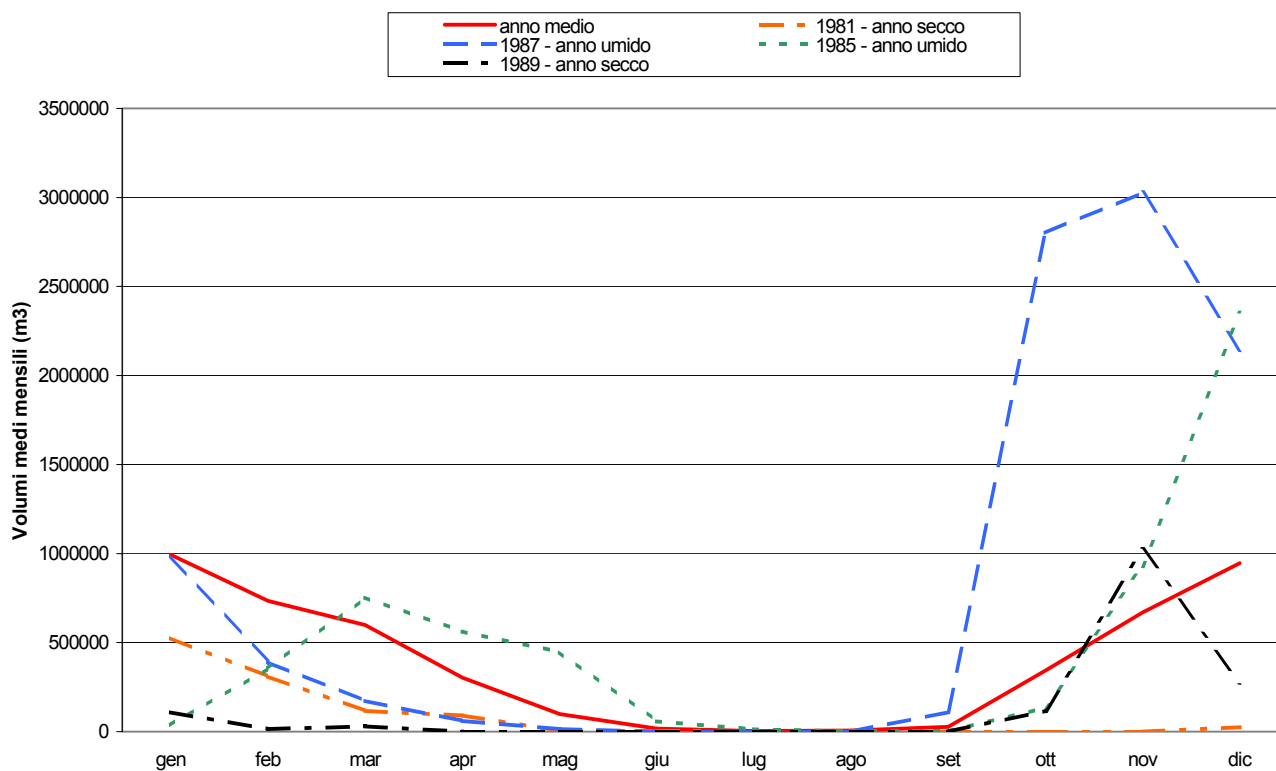


Figura 2.2.2.6 - T.^{te} Valle Torta, deflussi mensili. (ricostruito, GreenStream)



Da quest'ultimo diagramma si nota un regime idrologico medio (linea continua) caratterizzato da una elevata stagionalità con minimo assoluto a Luglio ($Q = 0.001 \text{ m}^3/\text{sec}$) ed un massimo assoluto a Gennaio ($Q = 0.371 \text{ m}^3/\text{sec}$).

Tabella 2.2.2.3 - T.^{te} Valle Torta, portate medie mensili (m³/sec). (ricostruito, GreenStream)

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
1974	0.033	0.055	0.087	0.025	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.040	0.000	0.021
1975	0.000	0.141	0.143	0.025	0.013	0.001	0.000	0.010	0.000	0.003	0.028	0.107	0.039
1976	0.068	0.630	0.529	0.112	0.026	0.012	0.001	0.000	0.000	0.560	1.544	1.334	0.400
1977	0.649	0.275	0.058	0.036	0.003	0.001	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.085
1978	0.249	0.113	0.019	0.447	0.108	0.017	0.004	0.001	0.000	0.001	0.192	0.313	0.122
1979	0.200	0.193	0.019	0.265	0.084	0.016	0.004	0.001	0.000	0.003	0.795	0.185	0.145
1980	0.341	0.069	0.147	0.084	0.016	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014	0.139	0.068
1981	0.196	0.128	0.043	0.035	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.034
1982	0.014	0.147	0.281	0.217	0.167	0.022	0.005	0.001	0.001	0.051	0.358	0.878	0.179
1983	0.140	0.225	0.235	0.027	0.006	0.001	0.000	0.000	0.101	0.805	0.494	0.373	0.201
1984	0.071	0.126	0.061	0.072	0.004	0.001	0.000	0.000	0.002	0.003	0.018	0.473	0.069
1985	2.036	1.088	0.677	0.619	0.193	0.041	0.009	0.002	0.000	0.009	0.021	0.000	0.388
1986	0.000	0.097	0.341	0.079	0.018	0.004	0.001	0.000	0.000	0.084	0.249	0.186	0.088
1987	0.190	0.112	0.161	0.070	0.010	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.045
1988	0.000	0.006	0.351	0.035	0.008	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.091	0.205	0.059
1989	0.040	0.006	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.395	0.103	0.050
1990	0.109	0.173	0.019	0.046	0.012	0.000	0.000	0.000	0.030	0.019	0.000	0.388	0.066
1991	0.861	0.945	0.324	0.164	0.068	0.011	0.002	0.000	0.009	0.280	0.229	0.616	0.289
1992	1.147	0.788	0.213	0.116	0.038	0.004	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.198	0.208
1993	0.351	0.088	0.104	0.009	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.178	0.405	0.592	0.145
1994	0.644	0.139	0.069	0.062	0.016	0.008	0.001	0.000	0.013	0.046	0.086	0.157	0.104
1995	0.101	0.009	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.049	0.008	0.000	0.297	1.294	0.149
1996	1.264	1.709	1.512	0.310	0.123	0.021	0.005	0.001	0.000	0.021	0.000	0.304	0.436
1997	0.369	0.161	0.065	0.023	0.006	0.000	0.000	0.000	0.043	1.046	1.168	0.800	0.308
1998	0.201	0.040	0.105	0.044	0.008	0.002	0.000	0.000	0.051	0.047	0.039	0.176	0.060

Dall'esame delle figure si evidenzia, come sopra riportato, un regime idrologico medio poliennale caratterizzato da un'elevata stagionalità; un'elevata variabilità su base mensile ed annua messa in risalto da un rapporto tra la portata media annua degli anni più umidi e più secchi, pari a 20.8 e un andamento dell'idrogramma di portata giornaliera caratterizzato da una risposta rapida e intensa ad eventi pluviometrici di particolare intensità, seguiti da lunghi periodi a deflusso nullo e/o trascurabile.

Per tali caratteristiche, la Valle Torta costituisce un tipico esempio di bacino mediterraneo: di modesta ampiezza con una non indifferente acclività, esposto ai venti mediterranei a causa dei quali vi si possono concentrare, in breve tempo, delle elevate precipitazioni che immediatamente arrivano a valle con delle piene improvvise, esondando nelle aree golenali, allargate, nello specifico, dalle ultime sistemazioni idrauliche.

2.2.3 TORRENTE FICUZZA

Il T.^{te} Ficuzza ha le proprie origini a meno di un chilometro a sud di Grammichele in provincia di Catania, tra P.^{gio} Morello (511 m) e P.^{gio} Marineo (528 m).

Ha una lunghezza di circa 43.00 Km: la prima tratta segue la direzione NE – SO con andamento meandriforme tra colline con fianchi poco acclivi fino alla confluenza del corso d'acqua Chianchitello (per una lunghezza di circa 10.50 Km); poi segue la direzione N – S per circa 19.50 Km fino ad un'ampia piana alluvionale in C.^{da} Terrana dove riceve le acque del Vallone omonimo; proseguendo quindi, nella valle Terrana, con direzione di nuovo NE – SO, per circa 13.00 Km, lungo i quali si immette anche il T.^{te} di Feudo Nobile, con andamento quasi rettilineo in un ampio alveo a bassissima pendenza. Si immette, a circa 1.00 ÷ 1.50 Km a sud-est del Lago Biviere, in destra idrografica del F.^{me} Acate – Dirillo – i dati sono stati ricavati tramite misure su C.T.R. '97 –.

Esso sottende un bacino appena superiore ai 290 Km² – compresi i contributi dei collettori laterali –, ma a fronte della ricerca effettuata sono risultati disponibili solo i dati relativi ad una porzione interna del bacino del torrente (cfr. Tab. 5.5.3a e Tab. 5.5.3b), registrati alla stazione idrometrografica di S. Pietro (SIMI: periodo 1974-86), stazione che sottende nel totale un bacino di 138.30 Km². (Assessorato LL.PP., Servizio Idrografico, Annali idrologici, Tipografia A.C., Palermo)

Tabella 2.2.3a- T.^{te} Ficuzza, portate medie mensili m³/sec, (1974-86).GreenStream, 2002

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic	anno
1974	0.295	0.327	0.332	0.326	0.266	0.235	0.088	0.035	0.160	0.458	0.254	0.086	0.238
1975	0.081	0.185	0.171	0.138	0.129	0.022	0.002	0.182	0.376	0.586	0.202	0.200	0.190
1976	0.177	0.377	0.364	0.275	0.203	0.149	0.060	0.091	0.091	0.839	2.130	0.830	0.464
1977	0.662	0.388	0.264	0.213	0.130	0.033	0.008	0.001	0.127	0.096	0.107	0.128	0.179
1978	0.186	0.232	0.230	0.289	0.259	0.141	0.017	0.032	0.023	0.028	0.132	0.220	0.148
1979	0.125	0.112	0.187	0.158	0.098	0.009	0.002	0.077	0.046	0.072	0.140	0.148	0.098
1980	0.173	0.189	0.300	0.191	0.172	0.043	0.008	0.001	0.030	0.045	0.071	0.104	0.110
1981	0.119	0.139	0.153	0.098	0.017	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.074	0.051
1982	0.107	0.207	0.133	0.116	0.091	0.014	0.000	0.000	0.000	0.122	0.368	0.549	0.142
1983	0.197	0.141	0.185	0.119	0.050	0.034	0.003	0.000	0.179	0.740	0.337	0.553	0.213
1984	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	0.136	0.150	0.171	0.166	0.028	0.002	0.000	0.000	0.000	1.876	2.194	0.668	0.450

Tabella 2.2.3b - T.^{te} Ficuzza, portate medie giornaliere gg-m³/sec, (1974-86).
GreenStream, 2002

anno/ giorni	10	30	60	91	135	182	274	355
1974	0.720	0.351	0.321	0.292	0.262	0.221	0.087	0.006
1975	0.509	0.241	0.185	0.165	0.145	0.130	0.057	0.001
1976	2.420	0.645	0.521	0.365	0.295	0.218	0.099	0.039
1977	0.665	0.490	0.325	0.235	0.145	0.120	0.053	0.001
1978	0.345	0.280	0.265	0.250	0.210	0.165	0.030	0.001
1979	0.228	0.181	0.163	0.146	0.128	0.082	0.021	0.002
1980	0.390	0.222	0.192	0.178	0.148	0.089	0.011	0.000
1981	0.184	0.149	0.120	0.101	0.066	0.008	0.000	0.000
1982	0.664	0.371	0.246	0.168	0.120	0.083	0.000	0.000
1983	0.877	0.319	0.243	0.213	0.153	0.117	0.019	0.000
1984	-	-	-	-	-	-	-	-
1985	-	-	-	-	-	-	-	-
1986	2.168	1.114	0.246	0.182	0.144	0.118	0.000	0.000

Figura 2.2.3.1 - T.^{te} Ficuzza, curva delle portate medie mensili, (1974-86). GreenStream, 2002

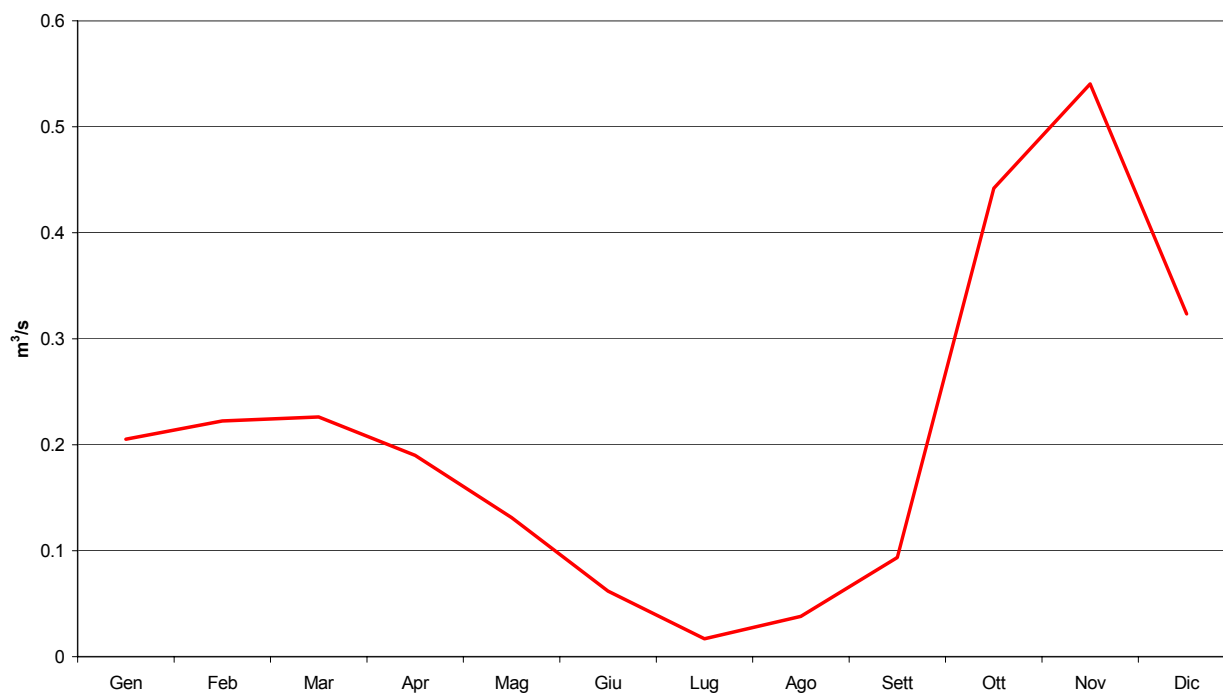
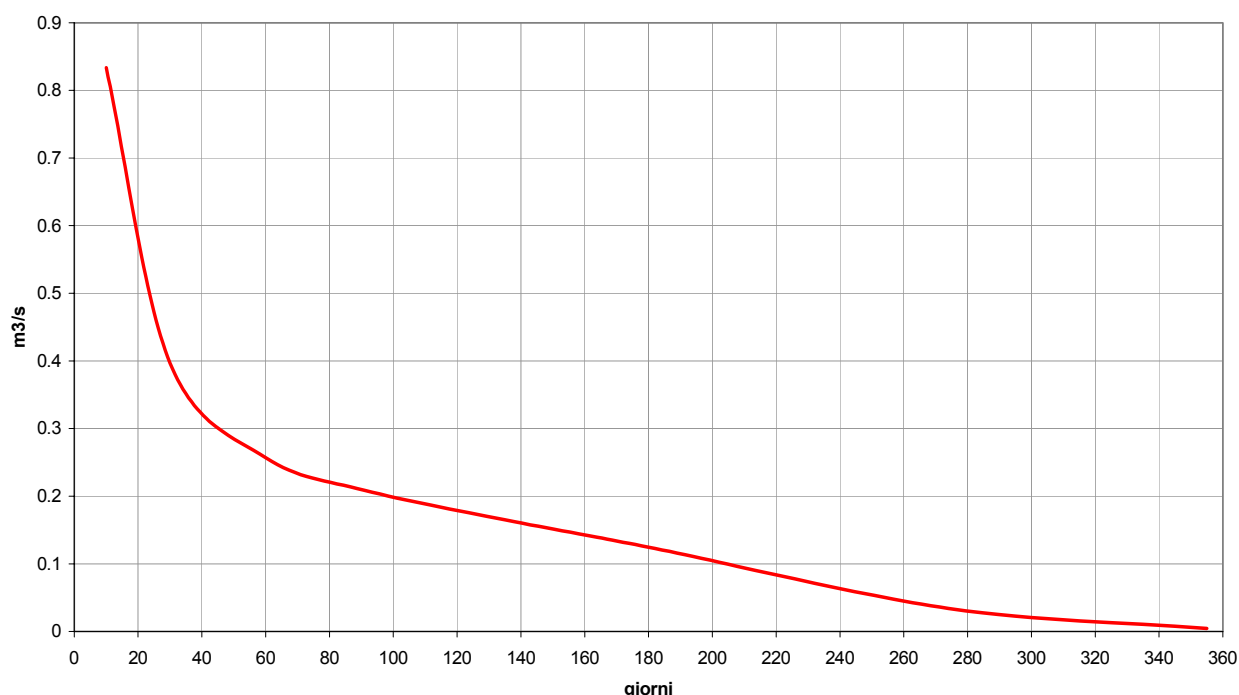


Figura 2.2.3.2 - T.^{te} Ficuzza, curva di durata delle portate medie giornaliere, (1974-86). GreenStream, 2002



I grafici indicano, anche per questo corso d'acqua, un regime idrologico medio poliennale caratterizzato da una significativa stagionalità con un minimo assoluto durante il periodo estivo: $Q = 0.017 \text{ m}^3/\text{sec}$ (Luglio); un massimo in autunno: $Q = 0.541 \text{ m}^3/\text{sec}$ in (Novembre).

2.2.4 TORRENTE ACATE O DIRILLO

Il fiume si sviluppa per circa 50 Km, nasce nel territorio di Licodia Eubea e Vizzini dallo sbarramento del lago Dirillo (diga Ragoletto), attraversa parte della provincia catanese, quella ragusana e sfocia a mare sul territorio gelese ad 1.50 Km a sud del Biviere. L'invaso è stato costruito nel 1961-62 ed utilizzato a scopo irriguo dal Consorzio di Bonifica dell'Acate ed a scopo industriale dall'ANIC di Gela: lo sbarramento sottende un bacino di circa 120 Km^2 .

Il corso d'acqua segue essenzialmente direzione NE-SO, su litotipi più competenti nel tratto settentrionale: sono per lo più calcari, calcari marnosi e arenarie; presenta alveo stretto, infossato e meandriforme tranne nei punti di confluenza degli affluenti maggiori come il V.^{ne} Salito ed il Mazzarronello. La tratta meridionale, appena a nord-ovest di Acate, incide terreni alluvionali, quindi un alveo meno incassato rispetto al piano campagna, più regolare con pendenze inferiori al 4%; in corrispondenza del P.^{te} Dittaino sulla statale n°115, il corso

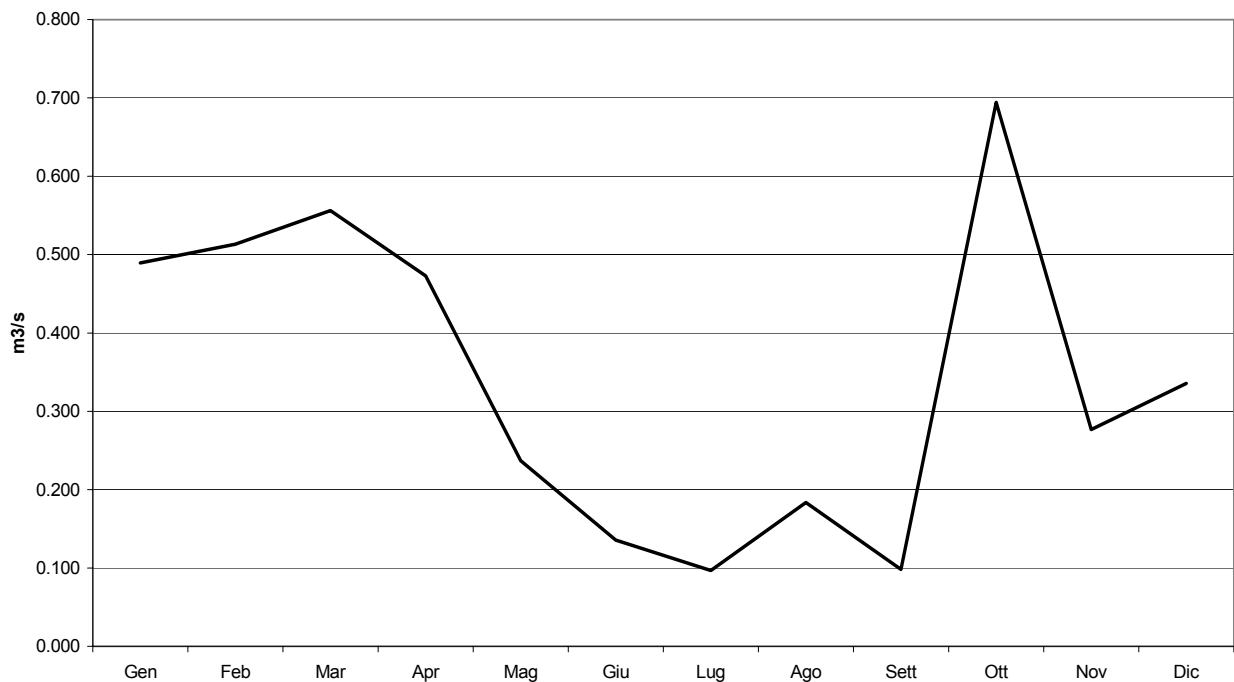
d'acqua si svolge in un ampio fondo valle alluvionale di 1.00÷1.50 Km di larghezza, molto regolare e pianeggiante solcato da collettori secondari e numerosi fossi e corsi naturali che si avvicinano all'alveo principale secondo il pronunciarsi di modeste pendenze trasversali connesse alla presenza di lievi depressioni. Come accade anche al T.^{te} Ficuzza che, circa cinque chilometri più a valle, confluisce direttamente nell'asta del Dirillo, aggiungendo ai già 360 Km² del bacino del Dirillo i suoi 290 Km². In totale alla foce, il Dirillo o Acate dovrebbe racchiudere un bacino idrografico di circa 750 Km², di cui una portata massima di circa 5.00 m³/sec viene deviata tramite un'opera di derivazione al lago Biviere.

I dati idrometrici utilizzati (fonte GreenStream) per la caratterizzazione del corso d'acqua e rappresentati qui di seguito, sono stati rilevati (1962-68) dalla stazione idrometrica del SIMI di Ponte Dirillo, ubicata poco più a monte dell'opera di presa del canale Dirillo – Biviere e che sottende un bacino idrografico utile di circa 233.70 Km², esclusi i 120 Km² del sottobacino dell'invaso Dirillo i cui deflussi sono regolati dalla diga Ragoletto.

Tabella 2.2.4 - Fiume Dirillo o Acate, portate medie mensili m³/sec. (1962-68) GreenStream, 2002

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic	anno
1962	0.384	0.363	0.710	0.128	0.078	0.089	0.061	0.692	0.020	2.720	0.495	0.348	0.512
1963	0.259	0.368	0.391	0.256	0.184	0.169	0.258	0.126	0.036	0.114	0.133	0.258	0.212
1964	0.899	0.719	0.705	1.540	0.273	0.276	0.120	0.165	0.183	0.134	0.236	0.397	0.468
1965	0.519	0.681	0.550	0.503	0.288	0.094	0.049	0.089	0.190	0.887	0.413	0.330	0.381
1966	0.447	0.429	0.385	0.298	0.614	0.169	0.093	0.124	0.167	0.899	0.431	0.477	0.379
1967	0.450	0.527	0.677	0.454	0.162	0.099	0.062	0.054	0.049	0.055	0.143	0.314	0.252
1968	0.468	0.507	0.476	0.132	0.059	0.053	0.035	0.035	0.043	0.052	0.087	0.224	0.180

Figura 2.2.4.1 - Fiume Dirillo o Acate, portate medie mensili m³/sec. (1962-68) GreenStream, 2002



In relazione al limitato periodo d'osservazione e sulla base dei dati disponibili dei valori dei deflussi in alveo in parte distorti dalla diga Ragoletto, il regime idrologico del torrente in questione appare meno variabile rispetto agli altri sopra citati: presenta due minimi estivi a Luglio e Settembre e due invernali a Marzo e Ottobre e gli scarti tra anno secco e quello umido sono nettamente minori rispetto ad esempio al T.^{te} Ficuzza.

2.3 Caratteristiche naturalistiche

All'interno del Bacino idrografico Acate e dei Bacini Minori Gela-Acate si trovano alcune aree naturalistiche, tra queste il Biviere di Gela che costituisce, per le sue caratteristiche, un contesto di notevole interesse ambientale. Nello specchio d'acqua si trovano infatti diverse specie di uccelli quali Moriglioni (*Aythya ferina*), Morette tabaccate (*Aythya nyroca*), Germani reali (*Anas platyrhynchos*), Fischioni (*Anas penelope*),. Le zone paludose ospitano inoltre il Cavaliere d'Italia (*Himantopus himantopus*) (nidificante), l'Avocetta (*Recurvirostra avosetta*), la Pittima reale (*Limosa limosa*) la rara Pernice di mare (*Glareola pratincola*). Sono state osservate anche alcune specie rare come il Gabbiano roseo (*Larus genei*), il Gabbiano corso (*Larus audouinii*), la Volpoca (*Tadorna tadorna*), il Piro piro fulvo (*Tryngites subruficollis*), il Piro piro terek (*Xenus cinereus*), lo Svasso collarosso (*Podiceps grisegena*), il Chiurlottero (*Numenius tenuirostra*), il Fenicottero (*Phoenicopterus ruber*), il Fistione turco (*Netta rufina*) ed il Cigno reale (*Cygnus olor*).Regolarmente vi svernano l'Upupa (*Upupa epops*), la Spatola, il Chiurlo maggiore (*Numenius arquata*), il Totano moro (*Tringa erythropus*), la Pettegola (*Tringa totanus*), la Pavoncella (*Vanellus vanellus*), il Beccaccino (*Gallinago gallinago*), il raro Frullino (*Lymnocyptes minimus*), il Falco di palude (*Circus aeruginosus*), il Pettazzurro (*Luscinia svecica*).

Il Biviere di Gela è il primo approdo per i migratori provenienti dal sud e rappresenta quindi un importante luogo di sosta. Uccelli di passo sono i ciconiformi come la bianca Garzetta (*Egretta garzetta*), l'Airone cenerino (*Ardea cinerea*), l'Airone rosso (*Ardea purpurea*), la Sgarza ciuffetto (*Ardeola ralloides*) ed anche alcuni rapaci come i poco comuni Falco pescatore (*Pandion haliaetus*) e Gufo di palude (*Asio flammeus*). Nella zona di Gela vi è stata una delle rare osservazioni nel periodo estivo di Biancone (*Circaetus gallicus*), un rapace che si nutre principalmente di rettili. Un'altra presenza interessante è la Tortora dal collare orientale (*Streptopelia decaocto*). Tra gli anfibi ricordiamo il Discoglossa (*Discoglossus pictus*), un anuro fino a qualche tempo fa molto diffuso ma allo stato attuale più raro anche per la competizione con la Rana Verde (*Rana esculenta* s.l.) ed il Rospo comune (*Bufo bufo*).Molti e interessanti sono gli insetti che popolano il Biviere e tra questi assumono particolare rilievo gli Odonati e i Ditiscidi.

La vegetazione del lago Biviere è quella caratteristica degli ambienti palustri. Nell'acqua vegetano il Ceratofillo comune (*Ceratophyllum demersum*), la Brasca delle lagune (*Potamogeton pectinatus*) e la Brasca comune (*Potamogeton natans*). Queste piante indicano che le acque del lago hanno un bilanciato apporto in nutrienti

(oligotrofiche).Lungo le rive ritroviamo la Lisca maggiore (*Typha latifolia*) (oggi quasi scomparsa), la Lisca lacustre (*Schoenoplectus lacustris*), la Cannuccia di palude (*Phragmites australis*) ed anche la Lisca marittima (*Bolboschoenus maritimus*), caratteristico di ambienti salmastri. Attorno al lago esiste un'abbondante vegetazione a Tamerici (*Tamarix* sp.) sia in forma arbustiva che arborea.

Di seguito vengono riportate in tabelle le specie animali protette (tab.2.3.1) e minacciate (tab.2.3.2).

Tabella 2.3.1 Specie animali protette presenti all'interno del Bacino idrografico Acate e Bacini Minori Gela-Acate

Specie animali protette	Riferimenti normativi	Riferimenti bibliografici
Coracias garrulus	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
elaphe situla	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
Testudo graeca	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
Testudo hermanni	L.N. 157/92; L.R. 33/97	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it

Tabella 2.3.2 Specie animali minacciate presenti all'interno del Bacino idrografico Acate e Bacini Minori Gela-Acate

Specie animali minacciate	Riferimenti bibliografici
Lanius senator	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
Melanocorypha calandra	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it
Sylvia undata	Banca dati Natura 2000 - Sito internet: www.minambiente.it

All'interno del bacino sono stati segnalati 4 SIC (Siti di Importanza Comunitaria) ed una ZPS (Zone di Protezione Speciale).Tra questi, come detto, il Lago Biviere di Gela ricopre una notevole importanza dal punto di vista naturalistico.

Il Lago Biviere di Gela è infatti, dopo la distruzione di altre importanti zone umide, il più grande lago costiero ed una delle più importanti zone umide della Sicilia. E' situato a circa 8 Km ad est dell'abitato di Gela. Riceveva le acque del fiume Dirillo, oggi convogliate alla diga di Ragoletto al servizio dell'industria chimica, mentre l'altro suo immissario, il torrente Valle Torta, è spesso prosciugato dalla siccità. Lo specchio d'acqua ha una superficie di circa 120 ettari ed ha un origine molto antica (Pleistocene): si tratta dell'ultimo lembo della palude che si estendeva tra il rilievo di Manfria e i primi contrafforti del tavolato Ibleo.

L'elenco e le caratteristiche delle diverse aree protette ricadenti nel Bacino sono riportate nella tabella 2.3.3 nella quale sono specificate per ciascuna area la denominazione e la superficie in ettari occupata.

Tabella 2.3.3 Tipizzazione delle esistenti aree naturali protette

Tipologia	Numero	Superficie (ha)	Denominazione
SIC	4	332,05	Biviere di Gela
		126,176	Monte Lauro
		6632,469	Bosco di Santo Pietro
		3171,565	Sughereta di Niscemi
ZPS	1	3602,102	Biviere e Macconi di Gela

2.3.1 ISTITUZIONE DELLA RISERVA NATURALE ORIENTATA “BIVIERE DI GELA”

L'esigenza di sviluppare regole certe sul risanamento ambientale, sul rischio idrogeologico e sulla bonifica dei siti inquinati, ha portato all'emissione del *Decreto di Attuazione del Decreto Legislativo n° 22 del 5 febbraio 1997 ("Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti, 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CE sugli imballaggi e sui rifiuti di imballaggio")* che, attraverso il suo dispositivo normativo e le relative procedure tecniche, definisce i confini, le responsabilità e le modalità di applicazione dell'art. 17 del decreto legislativo stesso. Infatti, mentre il D.Lgs. 22/97 sancisce i principi generali della gestione dei rifiuti, dei rifiuti pericolosi, degli imballaggi e dei rifiuti di imballaggi, nel suo decreto attuativo viene stabilito un criterio univoco in base al quale, se in un sito viene superata anche per una sola delle sostanze inquinanti indicate in tabella la concentrazione limite ivi prevista per il suolo, il sottosuolo e le acque superficiali e sotterranee, il sito in questione viene definito contaminato.

Con riferimento al Decreto Legislativo n° 22/97, l'art. 6 bis ha prescritto che i progetti relativi ad interventi di bonifica di interesse nazionale siano presentati al Ministero dell'Ambiente ed approvati con decreto dello stesso Ministero, di concerto con i Ministeri dell'Industria e della Sanità e d'intesa con la Regione competente; a seguito di ciò, l'art. 1, comma 4, della successiva *Legge n° 426/98* ha individuato come *primi interventi di bonifica di interesse nazionale* quelli compresi nelle seguenti aree industriali e siti ad alto rischio ambientale: Venezia (Porto Marghera), Napoli Orientale, **Gela** e Priolo, Manfredonia, Brindisi, Taranto, Cengio e Saliceto, Piombino, Massa e Carrara, Casal Monferrato, Litorale Domizio Flegreo ed Agro Aversano, Pitelli-La Spezia, Balangero, Pieve Vergonte.

Redatta la suddetta lista di siti, tra i quali figurava, appunto, Gela, è stata predisposta la *perimetrazione* di concerto con gli stessi Comuni interessati.

Facendo espresso riferimento al *Sito di Interesse Nazionale di Gela*, con decreto del *Ministro dell'ambiente del 10 gennaio 2000* è stata perimetrata la relativa area di Interesse pertinente il sito, già individuato con la Legge 426/98.

La Riserva Naturale Orientata (R.N.O.) “**Biviere di Gela**” ricade interamente all’interno del Sito di Interesse Comunitario/Zona di Protezione Speciale (SIC/ZPS) “**Biviere e Macconi di Gela**” istituito dal Ministero dell’ambiente col decreto del 3 aprile 2000 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana n. 65 del 22 aprile 2000 nell’ambito della direttiva 92/43/CEE “Habitat”, con codice del sito “Natura 2000” ITA050001 e direttiva 79/409/CEE “Uccelli”. Il limite del Sito di Interesse Comunitario (SIC) si identifica con quello della Zona Speciale di Conservazione (ZSC) all’interno della rete “Natura 2000”. I riferimenti regionali dell’area SIC/ZPS “Biviere e Macconi di Gela” sono pubblicati sulla Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana del 15/12/2000, n° 57.

Figura 2.3.1.1 - Sito di Interesse Comunitario/Zona di Protezione Speciale (SIC/ZPS) “Biviere e Macconi di Gela”



FONTE: GREENSTREAM - PIANO DI GESTIONE MONITORAGGIO E DI RICERCA DELL'AREA SIC "BIVIERE E MACCONI DI GELA" E RIQUALIFICAZIONE DELL'AMBITO DUNALE - LUGLIO 2003

L'area SIC si trova a circa 5 km ad Est della città di Gela, a partire dalla foce del fiume Gela e si estende fino alla foce del fiume Dirillo (o torrente Acate), con una fascia costiera di 6 Km ed una superficie che si aggira intorno ai 2000 ha.

Amministrativamente il SIC/ZPS "Biviere e Macconi di Gela" ricade per il 90% circa nel comune di Gela (prov. di Caltanissetta) e per la restante porzione nel comune di Acate, provincia di Ragusa, mentre la Riserva Naturale Orientata Biviere di Gela, contenuta nel SIC anzidetto, ricade interamente nel Comune di Gela.

Essa è individuabile nei seguenti fogli della C.T.R. della Regione Sicilia (1:10.000): Sez. 643120, Sez. 643160, Sez. 644090, Sez. 644130, Sez. 647010.

L'elemento più significativo dell'area SIC, la *Riserva Naturale Orientata "Biviere di Gela"*, anche detta Biviere di Gela, è stata istituita ai sensi dell'art. 4 della legge regionale n° 14/88 dall'Assessorato per il Territorio e l'Ambiente della Regione Siciliana con D.A. 585 del 1 settembre 1997, pubblicato nel Supplemento Operativo n° 1 alla Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana n° 3 del 16 gennaio 1998. Con tale decreto la Regione Siciliana affida, inoltre, la gestione della Riserva alla L.I.P.U. (Lega italiana protezione uccelli).

I confini della Riserva Naturale Orientata "Biviere di Gela" sono quelli compresi all'interno delle linee di delimitazione segnate sulla carta topografica I.G.M. in scala 1:25.000, F.g. 272 II S.O., II S.E.; tale area, come già detto, inserita con D.M. 10 gennaio 2000 all'interno del Sito di Interesse Nazionale di Gela, si estende su una superficie di circa 330 ha, di cui 120 ha di area umida.

La Riserva Naturale Orientata "Biviere di Gela" è stata istituita al fine di tutelare:

- vegetazione palustre e ripariale e specificatamente le associazioni di phragmites e leopoldia gussonei (gigliacea endemica puntiforme);
- lo svernamento, nidificazione e sosta della fauna migratoria di cui particolarmente alta è la percentuale del mignattaio (plegadis jaccinellus) e spatola (platalea leucordia), la presenza rilevante di pendolini (reniz pendolinus) nonché l'unica stazione di nidificazione in Sicilia della pernice di mare (glareola platincola);
- la presenza di discoglossus pictus nonché l'unica stazione di ditiscidi e popolamenti di odonati.

Le zone umide sono ambienti che hanno un'estrema importanza sul territorio da diversi punti di vista:

-
- idrogeologico - ricoprono un'importante funzione nell'attenuazione e regolazione dei fenomeni naturali come le piene dei fiumi o l'espansione delle maree. Le paludi lungo i corsi d'acqua, ad esempio, hanno un effetto "spugna": raccolgono, infatti, le acque durante le piene diluendo inquinanti, rallentando il deflusso delle acque e riducendo il rischio di alluvioni; esse restituiscono, poi, al fiume, durante i periodi di magra, parte delle acque accumulate. Sono, inoltre, importanti serbatoi per le falde acquifere. Altrettanto dicasi per le barene e i bassifondali inclusi nelle lagune che svolgono un ruolo importante di regolazione dei fenomeni idrodinamici e di attenuazione dei fenomeni erosivi;
 - chimico-fisico - sono "trappole per nutrienti". La ricca e diversificata vegetazione delle zone umide conferisce a questi ambienti la capacità di assimilare nutrienti (composti di P, N) e la possibilità di creare condizioni favorevoli per la decomposizione microbica della sostanza organica. Sono, dunque, dei "depuratori naturali";
 - biologico - paludi, delta dei fiumi, torbiere, lagune, più in generale tutte le zone umide rappresentano, a livello mondiale, una delle tipologie di habitat più importanti per la conservazione della biodiversità. Tra gli uccelli minacciati di estinzione a livello mondiale, ad esempio, 146 specie dipendono dalle zone umide, che rappresentano il terzo gruppo di ambienti per numero di specie minacciate (dopo le foreste e le praterie/savane);
 - produttivo - le zone umide, soprattutto costiere, sono tra gli ambienti più produttivi per quantità di biomassa e sono estremamente importanti per la riproduzione dei pesci e di conseguenza per la pesca. Lagune e laghi costieri, inoltre, ricoprono grande importanza per l'itticoltura o la molluschicoltura;
 - fruitivo e/o educativo - le zone umide sono utilizzate per svariate attività tra cui il birdwatching.

La Convenzione delle Zone Umide (Ramsar, Iran 1971) è un trattato intergovernativo che ha come missione *"la conservazione e l'uso corretto delle zone umide tramite l'azione nazionale e internazionale di cooperazione per raggiungere uno sviluppo sostenibile"*. Tale Convenzione è stata recepita in Italia dal DPR n° 448 del 13 marzo 1976. La Convenzione di Ramsar tutela nel mondo 1.224 siti (dati della Conferenza Ramsar del novembre 2002) pari a 105.8 milioni di ettari, un'area grande quanto il Portogallo.

Il Biviere di Gela è stato definito Zona Umida di Importanza Internazionale (Ramsar 1985) con il D.M. 300/87 che ha portato, subito dopo, all'istituzione della Riserva Naturale Orientata (R.N.O.) con D.A. 585/97.

Un ulteriore metodo di classificazione delle zone umide per meglio definirne le priorità di conservazione sono i criteri standardizzati **IBA** (Important Bird Areas) sulla base dei quali vengono selezionate quelle aree che ospitano importanti popolazioni di uccelli tenendo conto del grado di rarità e minaccia delle varie specie e delle frazioni della popolazione nazionale e continentale ospitate dai singoli siti.

I criteri per l'identificazione delle IBA ricalcano in buona parte i criteri (ornitologici) per la classificazione di Zone Umide di Importanza Internazionale ai sensi della convenzione di Ramsar, ma utilizzano precise soglie numeriche anche dove la convenzione si limita ad indicazioni più generiche.

Nel caso delle zone umide quindi, le IBA possono essere utilizzate per l'identificazione dei siti che andrebbero classificati ai sensi della convenzione.

L'inserimento del Biviere di Gela nella lista delle aree individuate con criteri IBA (Important Bird Areas) con codice IBA-1989 "IT149" e denominazione "Biviere e Piana di Gela" ha, peraltro, costituito base scientifica per la designazione della Zona di Protezione Speciale "Biviere e Macconi di Gela".

2.3.2 REGIME DEI VINCOLI

La Riserva Naturale Orientata "Biviere di Gela" è sottoposta a due categorie di vincoli: la prima è di tipo *paesaggistico*, imposta ai sensi della L. n° 1497/1939 e della L. n° 431/1985, la seconda è di tipo *territoriale* e discende da norme di altra natura.

L'area vincolata in base alla L. n° 1497/1939 comprende interamente il Biviere di Gela, mentre riguarda circa il 43% del SIC/ZPS "Biviere e Macconi di Gela" entro cui è compresa la riserva del Biviere di Gela stessa; tale vincolo è stato ratificato con provvedimento amministrativo della Soprintendenza di Caltanissetta con Decreto Assessoriale BB.CC.AA. del 18 aprile 1986 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale della Regione Siciliana n° 32 del 14 giugno 1986.

Tale vincolo si riferisce a bellezze di insieme appartenenti al sistema morfologico dei *"complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale"*, per la spontanea concordanza e fusione nel quadro paesistico fra

l'espressione della natura del Lago del Biviere e quella delle attività antropiche rappresentate principalmente dal variegato mosaico delle colture agricole, comprese quelle protette. Obiettivo del vincolo è la salvaguardia delle linee d'insieme, ma potrebbe anche riguardare ogni singolo elemento fisico compreso nell'ambito della zona assoggettata al regime di protezione nella misura in cui esso partecipa a formare il quadro paesistico o panoramico considerato nella sua globalità.

La legge n° 431/1985 potenzia l'apparato normativo della legge n° 1497/1939 garantendo l'estensione della protezione paesistica ad ambiti territoriali che ne erano ancora sprovvisti pur avendo tratti caratteristici meritevoli di tutela.

La norma compie un'evoluzione riformatrice del sistema con cui la legge n° 1497/1939 procede all'individuazione delle bellezze naturali (definite ora "beni ambientali") e alla loro conseguente sottomissione al regime di tutela (vincolo paesistico) ed abbandona il criterio estetico del paesaggio per abbracciare una concezione oggettiva e storicistica che fa capo alla sua accezione geografica.

Sulla base di questo nuovo indirizzo la legge n° 431/1985 supera la necessità – che era propria della legge n° 1497/1939 - di individuare singolarmente località determinate applicando criteri generalmente prefissati e passa ad una identificazione per categorie di zone omogenee di territorio non più denominate bellezze naturali ma definite dallo stesso titolo della legge come "zone di particolare interesse ambientale". Tali zone che vengono individuate sulla base di undici categorie generali (o tipologie territoriali), costruite di volta in volta SU dati geomorfologici o SU dati biofisici o sulle conformazioni prodotte da attività antropiche, sono quelle corrispondenti alle definizioni date alle lettere da a) ad m) del quinto comma dell'art. 1:

a) i territori costieri compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;

b) i territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi;

c) i fiumi, i torrenti ed i corsi d'acqua iscritti negli elenchi di cui al testo unico delle disposizioni di legge sulle acque ed impianti elettrici, approvato con regio decreto 11 dicembre 1933, n. 1775, e le relative sponde o piede degli argini per una fascia di 150 metri ciascuna;

d) le montagne per la parte eccedente 1.600 metri sul livello del mare per la catena alpina e 1.200 metri sul livello del mare per la catena appenninica e per le isole;

-
- e) i ghiacciai ed i circhi glaciali;*
 - f) i parchi e le riserve nazionali o regionali, nonché i territori di protezione esterna dei parchi;*
 - g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento;*
 - h) le aree assegnate alle università agrarie e le zone gravate da usi civici;*
 - i) le zone umide incluse nell'elenco di cui al decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448 (Convenzione di Ramsar);*
 - l) vulcani;*
 - m) le zone di interesse archeologico.*

Tra le undici categorie generali si possono così distinguere quelle che procedono ad una rilevazione diretta della forma paesaggistica protetta e quelle che si avvalgono di altri dati che solo indirettamente hanno attitudine a descrivere e quindi ad individuare delle caratteristiche realtà ambientali. Appartengono alla prima classe quelle enunciate alle lettere *a), b), c), d), e) g), l)*. Appartengono alla seconda classe le restanti categorie. Va infine precisato che per le tipologie di cui alle lett. *f)* ed *i)* i dati di riferimento sono a loro volta costituiti da particolari regimi amministrativi che hanno specifica attinenza con la protezione della natura. In questi casi, viene legalmente prestabilito il simultaneo concorso applicativo di diverse discipline e normative.

Nella fattispecie va comunque segnalato che, nonostante la norma escluda dal vincolo paesaggistico tutte le acque lacuali, nel caso del Biviere di Gela tale esclusione viene annullata se si considera che il lago Biviere è parte integrante della Riserva Naturale Orientata stessa nonché zona umida ai sensi della anzi citata Convenzione di Ramsar: il lago è quindi assoggettabile al vincolo paesaggistico di cui alle lettere *f)* ed *i)*.

Nel Biviere di Gela sono presenti ben cinque delle undici tipologie territoriali individuate dalla legge n° 431/1985, e precisamente quelle di cui alle lettere *b), c), f), g)* ed *i)*. A prescindere dalla loro dimensione l'elevato numero di ambiti presenti dà conto della molteplicità di elementi ambientali contenuti nella R.N.O. del Biviere di Gela e degli interventi di tutela, regionali, nazionali ed internazionali, che hanno interessato l'area.

I vincoli di cui alle lettere *b)* e *c)* sussistono dall'entrata in vigore della legge 431/1985, cioè dal 6 settembre 1985, in quanto attinenti a fatti materiali; i vincoli riferibili alle lettere *f)* ed *i)* invece sono attivi dal momento in cui hanno avuto efficacia gli atti giuridici ed amministrativi che hanno istituito i relativi ambiti territoriali.

Si fa notare, infine, che i vincoli individuati possono subire variazioni dinamiche nel tempo quanto a conformazione ed estensione. Ciò vale in modo particolare per quelli degli ambiti "più mobili" come la linea di battigia dello specchio lacustre del Biviere, in continua diminuzione.

La superficie interessata dall'ambito più rappresentativo dal punto di vista spaziale è costituito dalle *“zone umide incluse nell'elenco di cui al decreto del Presidente della Repubblica 13 marzo 1976, n. 448 (Convenzione di Ramsar)”* che superano di gran lunga tutti gli altri ambiti individuati.

Il vincolo relativo ai *“territori contermini ai laghi compresi in una fascia della profondità di 300 metri dalla linea di battigia, anche per i territori elevati sui laghi”*, nella fattispecie relativo al lago del Biviere, occupa una superficie di 223,92 ha misurata a partire dal perimetro riportato nella carta tecnica regionale. Tenendo conto che il calcolo andrebbe fatto sulla base del perimetro mediamente rilevato in un congruo numero di anni precedenti all'accertamento, la misura effettuata può essere considerata una sottostima di quella legale, dal momento che negli ultimi anni lo specchio lacustre, a causa di eventi naturali ed antropici, ha subito una sensibile riduzione del suo perimetro.

Per quanto riguarda l'ambito dei corsi d'acqua e delle relative sponde, la tutela interessa il torrente Valle Torta o Monacella sia come immissario del lago Biviere che come emissario artificiale dello stesso lago che scarica le acque nel fiume Acate-Dirillo.

Il vincolo di cui alla lettera f) presenta un'estensione di 331,22 ha corrispondente appunto alla riserva naturale orientata (RNO) "Biviere di Gela": la misura si riferisce sia all'area destinata a riserva (zona A) che a quella destinata a prereserva (zona B). A tal proposito si noti che le misure effettuate su carta tecnica regionale 1:10.000 evidenziano lievi scostamenti rispetto ai dati ufficiali (331,88 ha) calcolati su carta I.G.M. 1:25.000. Il dato complessivo è pressoché equivalente, tuttavia, se si confrontano i dati delle singole zone A e B, si registra una lieve differenza tra le misure, risultando la prima inferiore al dato ufficiale e la seconda superiore al dato ufficiale.

Per quanto concerne il vincolo apposto a boschi, foreste e terreni con vincolo di rimboschimento, per l'individuazione di questo ambito si è fatto riferimento alla legge regionale 6 aprile, n° 16, modificata ed integrata dalla legge regionale 19 agosto 1999, n° 13, per la quale si considera bosco una *“superficie di terreno di estensione non inferiore a 10.000 mq in cui sono presenti piante forestali, arboree o arbustive, destinate a formazioni stabili, in qualsiasi stadio di sviluppo, che determinano una copertura del suolo non inferiore al 50 per cento”*. In base alla medesima norma, sono inoltre ritenuti *“boschi,*

sempreché di dimensioni non inferiori a quelle di cui al comma 1, le formazioni rupestri e ripariali, la macchia mediterranea, nonché i castagneti anche da frutto e le fasce forestali di larghezza media non inferiore a 25 metri”.

Per l'individuazione geografica delle superfici boscate si è fatto riferimento al Piano agricolo-forestale redatto di recente dal comune di Gela, in base alla L.R. 15/91, ai fini della formazione del nuovo strumento urbanistico generale. Sono stati altresì consultati i dati planimetrici e catastali forniti dall'Azienda Foreste Demaniali di Caltanissetta e di Ragusa, le ortofoto e le cartografie sulle formazioni vegetali e sull'uso del suolo redatte dall'Aquater ai fini del piano di gestione del SIC/ZPS, ed infine sono stati condotti rilievi diretti, attesa la dubbia validità probatoria di alcuni elementi acquisiti.

Le superfici boscate afferenti al Biviere di Gela sono appartenenti alla categoria delle formazioni ripariali e macchia mediterranea e sono localizzate intorno alle sponde del torrente Valle Torta, nel tratto di affluenza al lago Biviere.

Infine, la zona umida denominata all'interno della R.N.O. del Biviere di Gela, dichiarata di importanza internazionale di tipo A ai sensi e per gli effetti della Convenzione di Ramsar, si estende su una superficie di 265,11 ha; tale misura si discosta lievemente da quella ufficiale, che è di 256 ha, essendo quest'ultima effettuata su carta I.G.M. 1:25.000.

2.3.3 VINCOLI TERRITORIALI

Nell'area del Biviere di Gela si individuano tre tipologie di vincoli territoriali.

La prima tipologia si riferisce al vincolo idrogeologico imposto ai sensi del R.D. 30 dicembre 1923, n° 3267 e dal R.D. 16 maggio 1926, n° 1126 al fine di preservare l'ambiente fisico e di garantire che tutti gli interventi antropici che vanno ad interagire col territorio non compromettano la stabilità dello stesso, né inneschino fenomeni erosivi e qualunque altro evento negativo con possibilità di danno pubblico.

La seconda tipologia è quella che si riferisce ad ambiti territoriali protetti (parchi e riserve) per fini di salvaguardia naturalistica. Questa seconda tipologia riflette fedelmente quella di cui alla lett. f) della legge 431/1985.

La terza tipologia, infine, concerne le fasce di rispetto di ambiti territoriali (coste, laghi e boschi) la cui ampiezza è definita in base all'art. 15 della legge regionale 78/1976 e successive modifiche ed integrazioni, in materia di edificazione di costruzioni.

Il vincolo idrogeologico

Il vincolo idrogeologico, in vigore dal 30 giugno 1954, interessa la quasi totalità della Riserva Naturale Orientata del Biviere di Gela, infatti oltre ad interessare la Zona A (destinata a riserva), si estende a buona parte della Zona B (destinata a preriserva) in direzione NO ed in direzione NE, quest'ultima comprendendo la zona del torrente emissario Valle Torta.

Il vincolo della riserva naturale orientata "Biviere di Gela"

Per l'estensione del vincolo territoriale costituito dalla riserva naturale orientata "Biviere di Gela" valgono i dati indicati in precedenza. Il contenuto specifico di questo vincolo varia in relazione alla diversa zonizzazione dell'area protetta, così come previsto dalla normativa regionale.

Il vincolo di inedificabilità

Infine, per quanto concerne la fascia di rispetto imposta dalla legge regionale 76/1976, il caso contemplato ("la fascia contermina ai laghi") risulta già contenuta nei vincoli paesistici della legge 431/1985. La fascia di rispetto intorno ai boschi, che è localizzata nella zona del torrente emissario Valle Torta, invece costituisce un'estensione del regime di tutela. L'ampiezza di questa fascia è stata oggetto di diversi provvedimenti legislativi. Di recente, con l'art. 89 della legge regionale 3 maggio 2001, n° 6, si è stabilita una modulazione della fascia di rispetto, variabile da un minimo di 75 m ad un massimo di 150 m in funzione della superficie boscata definita ai sensi della legge regionale 16/1996; lo stesso art. 89 consente peraltro l'inserimento di nuove costruzioni nelle zone di rispetto dei boschi per un indice di densità edilizia territoriale di 0,03 mc/mq.

Per le aree protette (parchi e riserve) è richiesta un'azione che va oltre un controllo puramente interdittivo delle stabili modificazioni dello stato dei luoghi; l'incompatibilità comprende anche l'esercizio di attività economiche, sociali e ricreative, in quanto la tutela può spingersi a vietare manifestazioni normalmente non aggressive dell'ambiente, con l'esercizio agro-silvo-pastorale e quindi precludere ogni possibile utilizzazione economica di terreni con conseguente obbligo di indennizzo. Il contenuto dell'azione di tutela dipende in via generale dalla tipologia di area protetta e dagli specifici regolamenti.

Nel Biviere di Gela, dunque, essendo tipologicamente individuato come riserva naturale orientata ai sensi dell'art. 6 della legge regionale 14/88, ferme restando le norme vigenti in materia di tutela dei beni culturali e ambientali e i vincoli già istituiti in base ad esse, sono consentiti interventi colturali, agricoli e silvo-pastorali, purché non in contrasto con la conservazione dell'ambiente naturale e sono vietate le attività che possono compromettere la protezione del paesaggio, degli ambienti naturali, della vegetazione, con particolare

riguardo alla flora ed alla fauna. Le specifiche attività consentite ed i divieti imposti nella zona A e nella zona B di preriserva sono contenuti nel Regolamento pubblicato sul S.O. alla GURS n. 3 del 16 gennaio 1998.

2.4 Vegetazione e Flora

La vegetazione del sistema costiero e retrocostiero del litorale di Gela, all'interno del quale ricade il Sito di Interesse Comunitario (SIC/ZPS) "Biviere e Macconi di Gela", è fortemente influenzato dall'azione antropica che si è manifestata sia come abusivismo edilizio che come sviluppo incontrollato di un sistema agricolo di tipo intensivo. L'area compresa tra la linea di costa e il Biviere di Gela risulta quasi interamente coperta da serre mobili che soppiantano quasi interamente gli ecosistemi naturali, che sono quindi pertanto fortemente compromessi; chiaramente la riduzione sostanziale degli habitat originari produce una conseguente diminuzione della diversità biologica dei sistemi naturali.

Ciò nonostante l'area presenta aspetti di notevole interesse, sia nella comunità di prateria e gariga che in quella legata ad ambienti lacustri, non soltanto per le specie che ospita, ma anche per la funzione di banca di germoplasma.

Essendo l'area oggetto di analisi limitata all'invaso e alla fascia immediatamente circostante, sono state prese in considerazione le comunità delle aree palustri, le comunità delle aree lacustri e le comunità dei canali e dei torrenti che all'invaso afferiscono e che da esso dipartono.

Sono inoltre prese in considerazione le aree del sistema retrocostiero limitrofe all'invaso occupate da comunità retrodunali di substrati sabbiosi.

Con riferimento ai sistemi individuati nel comprensorio, vengono di seguito elencate ed analizzate le comunità vegetali più frequentemente riscontrate nell'area SIC/ZPS e che maggiormente contribuiscono a caratterizzare il paesaggio vegetale.

SISTEMA RETROCOSTIERO

Morfologicamente caratterizzato da depressioni di varia ampiezza, riceve sia acque di origine meteorica che marina, apportate con il moto ondoso. In conseguenza di ciò, risente di forti oscillazioni stagionali della salinità. A ciò si aggiunga il fatto che, a partire dalla tarda primavera, la maggior parte di questi ambienti umidi salmastri si dissecca, aumentando la pressione selettiva sulle comunità vegetali.

Si verifica quindi che nelle acque stagnanti, poco profonde e ad elevata salinità dei pantani, l'insediamento di popolamenti monofitici di *Ruppia maritima* subsp. *maritima*, riferibili al *Ruppietum maritimae*.

Sui depositi limosi arricchiti dai residui organici lasciati dalle alghe in decomposizione, dove l'acqua è persistente fino all'inizio dell'estate, si insediano aspetti pauciflori di vegetazione alo-nitrofila, a dominanza di specie a ciclo effimero. In particolare, due associazioni riconducibili al *Thero-Suaedion*: il *Suaedetum maritimae* dominato da popolamenti quasi monofitici di *Suaeda maritima* e *Sarcocornia fruticosa* e il *Cressetum creticae* caratterizzato da *Cressa cretica*, quest'ultimo a maggiore igrofila. Le specie caratterizzanti sopracitate assumono una particolare rilevanza sia per frequenza che per copertura.

Fitocenosi pauciflore riferibili ai *Sarcocornietea* e *Sarcocornetalia fruticosa* dominate da *Sarcocornia perennis*, da *Arthrocnemum glaucum* e, più esternamente da *Sarcocornia fruticosa*, si rinvencono dove la salinità è più elevata, disposte secondo un gradiente di umidità e di salinità decrescente attorno ai pantani. Dagli studi svolti da Greenstream (2003) risultano all'interno del territorio indagato molto impoverite floristicamente in relazione alla pesante antropizzazione a cui sono state e continuano ad essere sottoposte.

Nelle depressioni dove l'acqua non ristagna per lunghi periodi, crescono *Inula crithmoides*, *Agropyron elongatum*, *Parapholis strigosa*, ed altre specie che costituiscono una comunità riferibile all'*Agropyro-Inuletum crithmoidis*, che associazione ad alofite con ruolo di trait d'union con le comunità legnose, quali la macchia ed i diversi stadi di degradazione ad essa connessa. Nelle stesse aree si riscontra la presenza del *Crossidium crassinervis-Pottietum commutatae*, associazione briofitica fotofila, alonitrofila, caratterizzata da numerose specie del genere *Pottia*. Si sottolinea all'interno della briocenosi la presenza di *Didymodon sicculus*, specie molto rara, nota in Italia solamente in poche località di Marche, Puglia e nell'isola di Linosa

Dal punto di vista fitogeografico, la comunità è dominata da taxa steno- ed eurimediterraneo, con incidenze rilevanti degli elementi paleotemperato e paleosubtropico. L'elemento esotico è rappresentato da neofite quali *Aster squamatus* e *Oxalis pes-caprae*. Nelle aree più elevate si istaurano comunità prative legate dinamicamente agli aspetti di macchia costiera dell'*Oleo-Ceratonion*. Queste vengono fisionomizzati da *Stipa capensis* in associazione con *Hioseris radiata*, *Hypochoeris hachyrophorus*, *Linum strictum*, *Lagurus ovatus*, *Medicago hyspida*, *Nigella damascena*, *Ononis mitissima*, *Plantago afra*,

Reichardia picroides, *Salvia verbenacea*, *Trachynia distachya*, *Trifolium campestre*, ecc. Si tratta di comunità instabili con tendenze evolutive verso aspetti a *Hyparrhenia hirta*.

SISTEMA DELLE ACQUE INTERNE

Le sponde del Biviere sono occupate da comunità disposte concentricamente attorno all'invaso in relazione con le oscillazioni del livello dell'acqua.

Analizzando dall'esterno verso l'interno abbiamo: le aree inondate prevalentemente in inverno, soprattutto localizzate nella porzione settentrionale, sono colonizzate da aggruppamenti di *Tamarix gallica* e *T. africana* con aspetto arborescente e da fitocenosi a fenologia stagionale, legate alla presenza più o meno continua di umidità nel suolo con bassi livelli di salinità.

Seguono le aree sommerse per gran parte dell'anno, occupate da due comunità pauciflore di vegetazione palustre riferibili allo *Scirpetum compacto-littoralis*, associazione poco diffusa in Sicilia caratterizzata da *Schoenoplectus litoralis*, e al *Typhetum latifoliae*, caratterizzate dalla più diffusa *Typha latifolia* posta sulla sponda a più debole pendio.

Più all'interno, dove l'inondazione permane per lunghi periodi, la vegetazione è costituita da densi popolamenti a *Phragmites australis*, riferibili alla forma tipica del *Phragmitetum*.

Si riscontrano inoltre aspetti frammentari su piccole superfici, in stazioni umide e leggermente saline poste ai margini del Biviere e nelle pozze sparse sul territorio, di una comunità caratterizzata da *Juncus maritimus*, *Juncus acutus*, *Holoschoenus australis*, *Carex estensa*, riferibile allo *Juncetum maritimi-acuti*.

Con riferimento alle specie riscontrate un ruolo significativo svolgono *Phragmites australis*, *Schoenoplectus litoralis*, *Typha latifolia*, *Holoschoenus australis*, *Dorycnium rectum*, *Juncus maritimus*, *Atriplex latifolia*, *Tamarix gallica*, *Pulicaria dysenterica*, *Rumex conglomeratus*, ecc.

Da rilevare la presenza di *Retama raetam* subsp. *gussonei*, taxa endemico. Di interesse fitogeografico sono anche le seguenti specie rare o in via di scomparsa: *Crypsis schoenoides*, *Lythrum tribracteatum*, *Lippia nodiflora* e *Melilotus messanensis*, *Chenopodium botryodes* Sm., quest'ultima segnalata solo di recente nei tratti periodicamente sommersi che si disseccano durante il periodo estivo del Biviere, precedentemente nota finora in Italia solo per il litorale veneto-friulano, laziale e campano, ed infine *Leptochloa fusca* (L.) Kunth subsp. *uninervia* (J. Presl) N. Snow, una avventizia americana, recentemente rinvenuta nel nord Italia e nuova per la flora sicula, la quale si

presenta piuttosto sporadica al Biviere, dove è però facilmente osservabile nel periodo autunnale su substrati fangosi. (Giusso del Galdo, Sciandrello, 2003.)

L'elemento esotico è rappresentato da *Aster squamatus*, neofita invasiva frequentissima in queste comunità dove ha probabilmente sostituito la vegetazione originaria, e da grandi individui di *Cyperus* sp., recentemente segnalati come probabili introduzioni da parte di uccelli svernanti.

La comunità a idrofite è caratterizzata da aspetti dei *Parvopotametalia*, costituite più esternamente in prevalenza da popolamenti monofitici di *Potamogeton pectinatus* riferibili al *Potametum pectinati*, e più internamente da una fascia più ampia dominata da *Ceratophyllum demersum*, inquadrata nel *Ceratophylletum demersi*.

Il Biviere è, nella porzione centrale e nella fascia settentrionale occupata da popolamenti monotipici di *Potamogeton nodosum*.

E' stata saltuariamente rilevata nel Biviere la presenza dell'idrofita flottante *Lemna gibba*, che forma delle chiazze monospecifiche, riferibile al *Lemnetum gibbae*.

Questa comunità è caratterizzata dal contingente subcosmopolita che è l'unico rappresentato nella componente vascolare. Un certo interesse fitogeografico e vegetazionale viene conferito dalla presenza di *Potamogeton nodosus*.

Infine, da rilevare la presenza di componenti algali dei generi *Chara* e *Cladophora* particolarmente espressive in estate.

Si ritiene fondamentale per la caratterizzazione del sito, porre l'accento sulla presenza di taxa, relativamente alla componente fanerogamica, presenti nell'area ed inclusi nella lista rossa nazionale e segnalati per la Rete Natura 2000.

I fenomeni di inquinamento all'interno dell'area in esame sono principalmente correlati all'abbandono di rifiuti, con particolare riguardo alle materie plastiche dell'attività ferricola, in discariche abusive sia all'interno della Riserva sia lungo le scarpate dei torrenti che affluiscono al Lago Biviere con conseguente trasporto dei rifiuti stessi anche all'interno del Lago.

Altri fenomeni diffusi, legati alla contravvenzione al regolamento della Riserva sono invece da attribuire al pascolo abusivo, alla caccia, all'abusivismo edilizio, sbancamenti ed alla serricoltura praticata all'interno della Riserva anche in aree demaniali.

Dagli atti acquisiti si deduce altresì che i fenomeni di caccia, bracconaggio, pesca e pascolo abusivo si sono sensibilmente ridotti nel corso degli ultimi anni grazie agli interventi di prevenzione e contrasto attuati da parte dell'Ente Gestore.

2.5 Caratterizzazione del sistema delle utilizzazioni nel bacino idrografico "Acate e Bacini Minori tra Gela e Acate"

2.5.1 IL SISTEMA DELLE UTILIZZAZIONI POTABILI

Il bacino del Fiume Acate o Dirillo comprende parte dei territori delle province di Catania, Ragusa e in minima parte di Caltanissetta. I comuni i cui territori urbani ricadono totalmente o in parte nel bacino sono, per la provincia di Catania, Caltagirone, Grammichele, Licodia Eubea, Mazzarrone e Vizzini, per la provincia di Ragusa, Acate, Chiaramonte Gulfi e Monterosso Almo ed infine, per la provincia di Caltanissetta, Gela e Niscemi.

La morfologia è di tipo pianeggiante nella zona costiera e collinare nell'entroterra. Nella zona orientale invece, il bacino è interessato dai rilievi dei Monti Iblei.

Le risorse idriche presenti nel territorio di bacino e finalizzate al soddisfacimento del fabbisogno idropotabile sono esigue. Esse sono costituite principalmente da pozzi e, in misura minore, da sorgenti che rispettivamente forniscono acqua potabile per circa 3 milioni di metri cubi/anno e 0.6 milioni di metri cubi/anno.

Nelle Tabelle 2.5.1.1 e 2.5.1.2 sono riportate le caratteristiche dei pozzi e delle sorgenti presenti all'interno del territorio del bacino.

I sistemi acquedottistici locali sono, per la provincia di Catania, gli acquedotti di Caltagirone, Grammichele, Mazzarrone, Vizzini e Licodia Eubea, per la provincia di Ragusa gli acquedotti di Chiaramonte Gulfi, Acate, Monterosso Almo, mentre per la provincia di Caltanissetta l'acquedotto Vittoria- Gela gestito dall'EAS.

Nel territorio del bacino è presente anche un'importante fonte non convenzionale costituita dal dissalatore di Gela gestita dall'Agip. Annualmente l'EAS, gestore dei principali sistemi di adduzione della Sicilia Sud-Occidentale, ha prelevato da tale fonte circa 7 milioni di metri cubi d'acqua dissalata destinata a soddisfare i fabbisogni dei comuni serviti dal sistema di adduzione denominato "Dissalata di Gela" e ricadenti al di fuori del territorio del bacino in oggetto.

Complessivamente quindi pozzi e sorgenti rendono mediamente disponibili circa 130 l/s pari a circa 4.1 milioni di metri cubi per anno; i fabbisogni idropotabili del bacino ammontano a circa 9.4 milioni di metri cubi per anno che vengono soddisfatti con apporti idrici provenienti dai bacini limitrofi.

Si ritiene opportuno precisare che tali valutazioni sono suscettibili di variazione data la sensibile variazione stagionale e/o annuale che possono presentare le portate delle fonti idriche nonché la stessa attendibilità dei dati forniti spesso dal personale degli uffici tecnici comunali.

Tabella 2.5.1.1 Sorgenti destinate all'uso potabile

<i>Provincia</i>	<i>Denominazione acquedotto di appartenenza</i>	<i>Denominazione risorsa</i>	<i>Q media [l/s]</i>	<i>Volume medio annuo [m³/anno]</i>	<i>Sfruttamento</i>	<i>Anno entrata in esercizio</i>	<i>Funzionalità</i>	<i>Regime</i>	<i>Quota prelievi [m s.l.m.]</i>
CL	Acquedotto Comunale Niscemi	Sorgente Polo	10,00	315.360	idoneamente sfruttata	1960	sufficiente	perenne	200
RG	ACQUEDOTTO DI ACATE	SORGENTE MUTI	2,00	60.000	idoneamente sfruttata	1930	sufficiente		
RG	ACQUEDOTTO DI MONTEROSSO ALMO	SORGENTE TIMPA CALORIO	8,00	252.288	idoneamente sfruttata	1920	sufficiente		
Totale			20,00	630.720					

Tabella 2.5.1.2 Pozzi destinati all'uso potabile

<i>Provincia</i>	<i>Denominazione acquedotto di appartenenza</i>	<i>Denominazione risorsa</i>	<i>Q media [l/s]</i>	<i>Volume annuo derivato [m³/anno]</i>	<i>Sfruttamento</i>	<i>Anno entrata in eserc.</i>	<i>Funzionalità</i>	<i>Profondità [m]</i>	<i>Diametro [mm]</i>	<i>N. pozzi</i>
CL	Vittoria-Gela	POZZI PANTANELLI	17,00	536.112	n.d.	1.980	sufficiente	45	300	6
CL	Niscemi	POZZO MACIONE	12,00	378.432	idoneamente sfrutt.	n.d.	n.d.	90	300	1
CT	CALTAGIRONE	Pozzi Ramione		0	idoneo	1988	sufficiente	80	250	4
CT	CALTAGIRONE	Pozzi Gigli		0	idoneo	1988	sufficiente	80	250	2
CT	CALTAGIRONE	Costa Baira	5,00	157.680	idoneo	1985	sufficiente	80	300	3
CT	CALTAGIRONE	Bosco di Mezzo		0	idoneo	1980	sufficiente	46	300	2
CT	CALTAGIRONE	Bellia	18,00	567.648	idoneo	1924	sufficiente	100	300	1
CT	CALTAGIRONE	Polla Carrozza	18,00	567.648	idoneo	1921	sufficiente	170	300	1
CT	GRAMMICHELE	Pozzo Monumenta	5,00	157.000	idoneo	1986	sufficiente	80		1
CT	GRAMMICHELE	Pozzo Fontanelle	8,00	252.000	idoneo	>1990	sufficiente	120		3
CT	MAZZARONE	Pozzo Mascione	10,00	350.000	idoneo	>1990	sufficiente	200		2

RG	ACQUEDOTTO CHIARAMONTE GULFI	POZZO MUTI	1,50	47.304		1980	buona	45		1
RG	ACQUEDOTTO CHIARAMONTE GULFI	POZZO CORULLA	2,50	78.840		1987	buona	130		1
RG	ACQUEDOTTO DI CHIARAMONTE GULFI	POZZO MUTI CANZERIA	4,17	131.400	sottosfruttato	1969	sufficiente	18		1
RG	ACQUEDOTTO MONTEROSSO ALMO	POZZO SUDANO	10,00	121.530	idoneamente sfruttato	1998	buona	178		1
Totale			111,17	3.505.857						

2.5.2 IL SISTEMA DELLE UTILIZZAZIONI IRRIGUE

Il bacino ha una estensione pari a 775 Km², di cui l' 75% è rappresentato da superficie agricola utile (circa 585 Km²). Il bacino si caratterizza per la presenza di zone estremamente varie dal punto di vista colturale, a causa della forte antropizzazione (150 Km²), le colture predominanti risultano il seminativo (217 Km²) localizzato nella parte alta del bacino in territorio di Vizzini e Licodia Eubea, e i vigneti (63 Km²) localizzati in territorio di Mazzarrone, gli oliveti (36 Km²) e agrumeti (21 Km²); le colture orticole, in serra e non, occupano circa 41 Km².

Soltanto il 30 % della superficie coltivata viene di fatto irrigata, circa 176 Km², di questi circa 12 Km² con reti collettive; il bacino, rientra nel territorio afferente al CB 8 Ragusa, comprensorio irriguo "Acate" comparto irriguo "Valle Acate", attrezzato per 26,1 km² ed irrigato per circa 8,3 Km²; al CB 9 Catania, CB 7 Caltagirone, CB 4 Caltanissetta, che non hanno nei territori considerati comprensori attrezzati; al CB 5 Gela, comprensorio irriguo "Disueri" irrigato per 1 Km² e comprensorio "Biviere" irrigato per 2.7 Km². La restante parte, circa 159 Km² sono terreni irrigati con risorse private sotterranee.

Le fonti di approvvigionamento del CB 8 sono rappresentate dal serbatoio Ragoletto (o Dirillo) e dalla traversa sul torrente Mazzaronello, per un totale di 1.9 Mmc, quelle gestite dal CB 5 sono l'invaso Disueri e il Biviere di Gela per un totale di 0.8 Mmc. Il totale delle risorse consortili è pari a 2.7 Mmc. I fabbisogni complessivi del bacino ammontano a 53.3 Mmc che vengono soddisfatti per la restante parte con risorse private, per lo più sotterranee (50.7Mmc).

In conclusione i prelievi idrici dal bacino in oggetto sono riassumibili in 2.7 Mmc per i fabbisogni irrigui del bacino, a cui sottrarre circa 0.5 Mmc in quanto prelievi dall'invaso Disueri nel bacino di Gela e sommare 1.36 Mmc per i fabbisogni del bacino Ippari che utilizza acque provenienti dall'invaso Ragoletto, più 50.7 Mmc di risorse sotterranee, per un totale di circa 55 Mmc.

2.5.3 IL SISTEMA DELLE UTILIZZAZIONI INDUSTRIALI

All'interno di questo bacino idrografico ricade l'area industriale di Gela, ne consegue una presenza molto rilevante di industrie petrolifere, petrolchimiche, ma anche di stabilimento per la lavorazione di materiali metallici e non e per la fabbricazione di apparecchi meccanici.

Per i consumi dell'ASI di Gela è noto un valore medio di risorse prelevate da pozzi pari a circa 536.000 m³/anno, le acque di tali pozzi vengono immesse nell'acquedotto della dissalata ad integrazione di quelle prodotte dal dissalatore, circa 1,9 Mm³/anno (Relazione sullo Stato dell'Ambiente in Sicilia 2002). Tuttavia la maggior parte delle risorse idriche richieste dall'ASI di Gela provengono dall'invaso Dirillo (o Ragoletto) i cui volumi industriali medi prelevati fra il 1963 e il 1987 risultano pari a 8,65 Mm³. Tra il Consorzio di Bonifica dell'Acate, ora Consorzio di Bonifica 8, e ENICHEM – ANIC nel 1971 fu stipulata una convenzione per l'utilizzo delle acque invasate nel serbatoio Ragoletto. Si conveniva che annualmente i primi 12,5 Mm³ di acqua invasata sarebbero stati così ripartiti: 6,5 Mm³ all'ANIC e 6,0 Mm³ al Consorzio, mantenendo lo stesso rapporto in caso di apporti più bassi al serbatoio. Ulteriori eventuali afflussi sarebbero stati suddivisi egualmente (al 50%).

3 L'ATTIVITÀ AGRICOLA NELLA ZONA CIRCOSTANTE IL “BIVIERE DI GELA”

3.1 Premessa

Data la singolare circostanza per cui la Riserva Naturale Orientata “Biviere di Gela”, si trova interamente compresa all'interno del SIC/ZPS “Biviere e Macconi di Gela” (estesa 3.639,79 ha di cui 460,03 ha, pari a quasi il 13%, rappresentati da superficie improduttiva e 3.179,76 ha da superficie agraria e forestale), si pone, per lo studio dell'utilizzo del suolo nella zona circostante il “Biviere di Gela”, l'attenzione su tutto ciò che riguarda lo stesso SIC/ZPS.

L'area limitrofa al Biviere di Gela è fortemente caratterizzata dalla presenza di strutture antropiche rappresentate da serre per la coltivazione dei prodotti agricoli. Tali strutture sorgono essenzialmente su tutto il cordone dunale spingendosi sino a ridosso della battigia.

Figura 3.1.1 - Cordone dunale con cumuli di rifiuti di varia natura



Occupano dunque gran parte della duna sia nella sua porzione interna, quella più vecchia e stabilizzata (duna relitta), sia sulla parte più ridossata al mare in prossimità della

spiaggia, dove la duna più giovane è sottoposta maggiormente ai fenomeni di erosione dovuti all'azione meteo-marina. In effetti in alcuni tratti del paesaggio costiero la duna è fortemente erosa e le serre spesso sono state rese inagibili dai continui smottamenti.

Figura 3.1.2 - Impianti serricoli lungo la linea di costa



Tra le serre, disposte in direzione parallela e perpendicolare alla linea di costa, sono state ricavate delle strade imbrecciate utilizzate per il passaggio dei mezzi per il carico e lo scarico dei prodotti agricoli, dei materiali di costruzione e per l'accesso alle serre stesse. I rari spazi liberi presenti, localizzati nelle immediate vicinanze della strada che corre parallela alla duna sono ancora ricoperti da vegetazione ma in alcuni casi sono stati spianati per far posto a strutture di rimessaggio o adibiti ad accumulo rifiuti.

Figura 3.1.3 - Tranci di tubazioni



Andando verso lo stabilimento petrolchimico, in prossimità della caserma del Corpo Forestale Regionale, le serre occupano gli spazi più arretrati lasciando ancora parzialmente intatta la duna e la vegetazione che vi cresce rigogliosa, sebbene attraverso tale vegetazione siano presenti delle strade imbrecciate che deturpano il paesaggio e la morfologia della duna stessa. Inoltre, lungo tali strade sono presenti numerosi siti degradati dalla presenza di rifiuti.

Figura 3.1.4 - Impianti serricoli nei pressi del lago



L'area entro cui si trova il Biviere di Gela presenta dal punto di vista morfologico tre tipologie principali: la fascia collinare, i terrazzi di raccordo con la zona litoranea e la fascia costiera comprendente la zona dunale e la spiaggia.

Nella fascia collinare e di raccordo prevalgono le colture arboree, i seminativi ed i seminativi arborati mentre nella fascia costiera, all'interno della quale è individuabile il Biviere, sono molto diffuse le colture protette.

Di seguito si riporta la legenda con la descrizione delle varie classi utilizzate:

Seminativo semplice: i seminativi semplici, a volte irrigui, sono prevalentemente diffusi sulle pendici delle colline e nei terrazzi subpianeggianti dove è coltivato soprattutto il frumento

duro in rotazione con leguminose da granella e il maggese, ortaggi di pieno campo e carciofo.

Seminativo arborato: in quest'unità sono identificate le superfici coltivate a seminativo, prevalentemente asciutto di collina in cui insistono arboree miste (olivo, mandorlo e più raramente fruttiferi). Tale forma di gestione è propria dei terreni agricoli di collina e marginali.

Colture agrarie legnose: sono diffuse soprattutto nella parte collinare, sono raggruppate in essa tutte le coltivazioni arboree (mandorlo, olivo, fruttiferi) intervallate da piccole superfici coltivate a seminativo (ortaggi di pieno campo e cereali).

Colture protette: sono le aree sotto serra o tunnel prevalentemente localizzate nella fascia costiera ma anche nelle aree collinari soprattutto dove è disponibile acqua di pozzo e terreno adatto (fondovalle). Tali colture sono in forte espansione, determinando, a fronte di elevati redditi unitari, un notevole sfruttamento del territorio con problemi di impatto ambientale.

Aree boscate: sono le aree dove sono state realizzate opere di rimboschimento e comunità vegetali autoctone (sclerofille sempreverdi.)

Vegetazione riparia: rappresentano le superfici presenti lungo i canali e corsi e specchi d'acqua.

Vegetazione litoranea: sono alcuni tratti residui di macchia mediterranea e di duna ormai quasi completamente scomparsa.

Incolto: rappresentano tratti marginali del territorio, aree erose e degradate.

Aree urbanizzate: soprattutto cave e piccoli agglomerati rurali.

Corpi d'acqua: si è indicato il lago del Biviere.

Spiaggia: rappresenta la stretta striscia litoranea di spiaggia, ormai quasi completamente occupata da serre.

3.2 L'agricoltura gelese attraverso i dati censuari

Sulla base dei dati del V Censimento dell'agricoltura (2001), le aziende agrarie censite nel territorio di Gela risultano 2.910, con un'estensione media pari a 2,87 ha.

Altre informazioni desumibili dai dati censuari riguardano le coltivazioni presenti, rispetto alle quali si evidenziano alcune variazioni della composizione relativa nel periodo compreso tra il II (1980) ed il V censimento generale dell'agricoltura (2000). Gli ultimi dati disponibili indicano che l'83,27% della SAU è occupato da seminativi 6.654, 07 ha, la cui consistenza, tuttavia, ha subito una flessione di circa un terzo nel corso dell'ultimo decennio, piuttosto pronunciata in relazione al fatto che si era mantenuta pressoché costante intorno ai 10.000 ha negli anni passati. In flessione, dopo un sensibile aumento registrato durante gli anni '80, appaiono le colture arboree che occupano circa 1.160 ha, corrispondenti al 14,51 % della SAU, mentre prati permanenti e pascoli, con 177,43 ha, incidono in misura pari al 2,22 %. Una frazione minima di superficie risulta destinata ai boschi, mentre del tutto assente appare l'arboricoltura da legno.

La disaggregazione dei dati per principali coltivazioni consente inoltre di evidenziare che, nell'ambito dei seminativi, come prevedibile, sono le colture cerealicole a risultare maggiormente presenti, ed in particolare il frumento (rispettivamente, 3.430,83 e 3.419,47 ha), mentre del tutto irrisoria appare l'incidenza di colture ortive in pieno campo (451,17 ha) e di foraggiere avvicendate (43,65 ha). In corrispondenza del primo gruppo di colture citato si segnalano inoltre 922 aziende cerealicole, equivalenti all'8,01% del totale provinciale e coincidenti, peraltro, con quelle che coltivano frumento, mentre le colture orticole e le foraggiere interessano, rispettivamente, 292 e 5 aziende.

Relativamente alle colture arboree, la distinzione per principali categorie rivela una prevalenza della coltivazione della vite, presente con varietà da vino e da mensa, che occupa una superficie pari a 622,42 ha (di cui circa il 52% irrigua), distribuiti in 718 aziende, seguita da quella dell'olivo con 411,92 ha e 435 aziende.

Relativamente alla coltivazione della vite da vino è utile ricordare che parte del territorio di Gela risulta compreso nella zona di produzione a denominazione di origine controllata del "Cerasuolo di Vittoria" (cfr. D.P.R. 29 maggio 1973) ottenuto dalla vinificazione delle uve del Frappato di Vittoria (minimo 40%) e del Nerello Calabrese (massimo 60%) con una resa massima di uva non deve essere superiore ai 100 q.li per ettaro, territorio che si estende anche nei territori dei Comuni di Acate, Chiaramonte Gulfi, Comiso, Santa Croce Camerina, Ragusa e Vittoria (in provincia di Ragusa), bufera, Mazzarino, Niscemi e Riesi (in provincia di Caltanissetta), Caltagirone, Licodia Eubea e Mazzarrone (provincia di Catania).

Mentre, tuttavia, per la vite i dati censuari mostrano una sostenuta contrazione, potendosi rilevare una sensibile riduzione sia nelle superfici, passate già negli anni precedenti l'ultima rilevazione censuaria da 3.241, 89 ha (1970) a 1.534,78 (1990), con una riduzione del 52% circa, ulteriormente accentuatasi nel corso dell'ultimo decennio ed un numero di aziende che da 2.168 sono scese nello stesso periodo a 1.218 (-44%), per l'ulivo si osserva un trend differente. Nel corso degli anni '90, infatti, si registra un'inversione di tendenza con un aumento rilevante tanto per le aziende (58%) che per le superfici (32%).

Tra le altre specie arboree, principalmente costituite da drupacee ed in particolare mandorlo, in misura poco significativa sono presenti anche gli agrumi (arancio, principalmente) che occupano circa 56 ha di superficie e 60 aziende. Anche per questa coltivazione il confronto con i precedenti dati censuari mostra comunque una riduzione per entrambe le grandezze considerate (superfici ed aziende); occorre tuttavia precisare, che l'agrumicoltura della zona anche in passato era poco rappresentata (poco più di 172 ha e di 94 aziende nel 1970) ed il suo ulteriore ridimensionamento è comunque attribuibile anche ai numerosi interventi promossi dall'operatore pubblico a favore della riqualificazione dell'offerta varietale attuata nel corso degli ultimi anni attraverso la riconversione delle piantagioni e che ha favorito gli impianti nelle zone maggiormente vocate mediante l'erogazione di contributi all'estirpazione degli arborei più vecchi.

Quanto invece alle altre essenze arboree presenti, si tratta spesso di mandorleti ed altre drupacee distribuite in modo irregolare sul territorio, per lo più come piante sparse e solo in taluni casi in impianti specializzati in cui è possibile rinvenire l'adozione di tecniche di coltivazione intensive ad elevato impiego di capitali e lavoro. Anche relativamente a questo raggruppamento di colture è possibile comunque evidenziare una riduzione delle superfici occupate nel corso del periodo esaminato a fronte del deperimento biologico di tali piantagioni, scarsamente rinnovate dagli agricoltori della zona, ma la cui incidenza rispetto alle altre coltivazioni arboree è stata marginale anche in passato. I dati disponibili riportati nella tabella di riferimento mostrano in proposito una superficie complessiva di 64,34 ha e 101 aziende al 2000, con una contrazione, rispetto al 1970, di poco meno dell'89% per le prime, e del 33% circa per le seconde, i cui valori erano, rappresentati da 568,30 ha e 301 aziende.

Per ciò che concerne la zootecnia, pur potendosi segnalare una consistenza marginale nell'ambito dell'agricoltura del territorio gelose, a fronte di una presenza modesta di aziende con allevamenti bovini, si assiste invece ad un'interessante trend espansivo degli

allevamenti di altre specie (ovini e caprini), che, al di là della consistenza attualmente assunta sembra indicare una certa tendenza al rinnovamento dell'attività zootecnica. Le aziende interessate ad allevamenti ovini risultano le più diffuse (14 in tutto) con circa 3.400 capi allevati pressoché raddoppiati rispetto alla precedente rilevazione censuaria, mentre quelle con allevamenti caprini risultano pari a 10 con 1.117 capi allevati, pari soltanto a 76 nel 1990. In proposito occorre inoltre aggiungere che è proprio nell'area nissena che si concentra una aliquota elevata del patrimonio ovi-caprino siciliano.

Relativamente agli allevamenti di specie equine ed avicole si segnala, invece, una contrazione delle aziende, passate durante l'ultimo periodo intercensuario da quattro ad una con una flessione anche nel numero dei capi che, nello stesso periodo, da 33 sono scesi a 8. Permane ancora un'unica azienda con allevamento di specie avicole (1.000 capi circa), benché nel 1990 ne fossero presenti tre con oltre tremila capi complessivamente allevati.

3.3 La “Superficie Agricola Utilizzata”

La distribuzione della superficie

La superficie territoriale del SIC/ZPS è di 3.639,79 ha di cui 460,03, pari a quasi il 13%, rappresentati da superficie improduttiva e 3.179,76 ha da superficie agraria e forestale.

La superficie improduttiva è occupata da aree urbanizzate, strade, cave, corpi d'acqua, incolti improduttivi e spiaggia. La parte più consistente è localizzata nella Piana del Signore, dove si trova il settore Nord 2 del Consorzio ASI di Gela per l'insediamento di nuovi agglomerati industriali e l'area cimiteriale.

La superficie agraria e forestale è invece costituita da superficie agricola utilizzata (SAU) (2.942,81 ha, pari al 92,55%), da aree boscate (181,55 ha, equivalente al 5,71%) e da superficie agricola non utilizzata (55,40 ha, pari al 2% circa). Quest'ultima è rappresentata dall'insieme dei terreni non utilizzati a scopi agricoli per una qualsiasi ragione, ma suscettibili di essere utilizzati a scopi agricoli ed esclude dunque eventuali terreni abbandonati.

L'utilizzazione della Superficie Agricola Utilizzata

La distribuzione della SAU per principali categorie di coltivazioni (v. Tab. 3.3.1) appare piuttosto diversificata potendosi rinvenire seminativi (1.816,4 ha, pari al 61,72% della SAU), colture protette (serre e tunnel, 714,22 ha, pari al 24,27%) e colture legnose (principalmente vigneti e oliveti, estesi per 412,19 ha, equivalenti al 14,01% della SAU).

Tabella 3.3.1 – Ripartizione della Superficie Agraria Utilizzata, (SAU)

Superficie Agraria Utilizzata (SAU)	ha	%
SEMINATIVI		
Seminativo semplice		
Maggese	63,574	2,16
Frumento duro	699,314	23,76
Leguminose	63,574	2,16
Carciofo	296,681	10,08
Altre ortive	148,337	5,04
Seminativo arborato		
Maggese	27,246	0,93
Frumento duro	299,706	10,18
Leguminose	27,246	0,93
Carciofo	127,149	4,32
Altre ortive	63,573	2,16
COLTURE PROTETTE (serre e tunnel)		
Ortive in coltura esclusiva		
<i>Pomodoro da mensa</i>	128,56	4,37
<i>Altre (peperone, melanzana, cetriolo, zucchini, melone, ortaggi da foglia)</i>	8,75	0,30
Ortive in doppia coltivazione		
<i>Pomodoro - pomodoro</i>	514,24	17,47
<i>Pomodoro - altre ortive (peperone, melanzana, cetriolo, zucchini, melone, fagiolino, anguria)</i>	57,14	1,94
<i>Fiori e piante ornamentali</i>	5,53	0,19
COLTIVAZIONI LEGNOSE AGRARIE		
Vite da tavola		
<i>A controspalliera</i>	22,06	0,75
<i>A tendone</i>	66,19	2,25
Vite da vino		
<i>Forma di allevamento</i>		
<i>A controspalliera</i>	26,48	0,90
<i>Ad alberello</i>	79,43	2,70
<i>A tendone</i>	26,48	
Olivo per la produzione di olive da olio	171,09	5,81
Agrumi e fruttiferi vari	20,47	0,70
Totale SAU	2942,81	100

Tra i seminativi prevalgono i seminativi semplici (1.271,48 ha) destinati, principalmente, alla coltivazione del grano duro, mentre poco meno di un terzo (circa 545 ha) è invece occupato da seminativi arborati in cui il frumento è consociato a piante di olivo, mandorlo o ad altri fruttiferi secondo i canoni tipici dell'agricoltura estensiva mediterranea. Solo in minima parte la coltivazione del frumento è tuttavia esercitata secondo i criteri delle rotazioni colturali, in quanto si privilegia nettamente la monosuccessione del grano. Solo il 10% circa delle superfici destinate a seminativi è, infatti, in rotazione con il frumento (circa 90 ha a "maggese" ed altrettanti a leguminose da granella) mentre appare decisamente maggiore l'aliquota di seminativi coltivati in alternanza con ortive da pieno campo, fra le

quali risulta di maggiore diffusione il carciofo (423,83 ha) rispetto ad altre colture orticole di importanza minore (211,91 ha).

Quanto alle colture protette, la cui superficie complessivamente occupata risulta pari a circa 714 ha, prevale l'adozione di sistemi colturali intensivi "in doppia coltivazione" (571,38 ha) rispetto a sistemi colturali in coltura esclusiva (142,85 ha). Tra le coltivazioni maggiormente diffuse si segnala il pomodoro da mensa (nelle sue diverse varietà, da quello a grappolo a quello ciliegino) cui seguono peperone, melanzana, zucchino ecc. Poco diffusa è invece la presenza di alcune serre in cui si esercita la floricoltura (circa 5,5 ha) con piantagioni poliannuali (rose, gerbere e garofani) ed annuali (gladioli e lillium).

Tra le colture legnose è invece la vite ad essere maggiormente presente (220,64 ha) con impianti a tendone per la produzione di uva da tavola (circa 66 ha) ed impianti per la produzione di uva da vino (132,39 ha) a diverso grado di specializzazione. Circa 79 ha sono infatti costituiti da vigneti ad alberello e poco più di 26 ha, rispettivamente, sono invece occupati da vigneti a tendone e a controspalliera.

Contenuta la presenza di agrumeti e di altri fruttiferi (pesco e mandorlo) - nel complesso la superficie occupata risulta pari a circa 20 ha - in relazione alle caratteristiche pedoclimatiche della zona, poco adatte ad ospitare altre coltivazioni legnose.

La tipologia di cereali coltivati è riconducibile essenzialmente al frumento duro. In genere tale specie viene coltivata in monosuccessione e talvolta in rotazione con il maggese (nudo o lavorato) o con altre essenze erbacee da frutto (leguminose da granella o oleaginose).

Accanto alla categoria dei cereali rivestono una certa importanza anche le ortive da pieno campo (35% della SAU a seminativo). Le specie coltivate sono essenzialmente carciofo, ma anche pomodoro rosso a grappolo, peperone, melanzana. Inoltre è possibile riscontrare piccolissime quantità di superfici investite con indivia, lattuga, cavolo broccolo, cavolfiore, cicoria, ecc. localizzate nel territorio di Acate.

Il carciofo è comunque l'ortiva da pieno campo più importante. Occupa, infatti, una superficie pari a circa un terzo di quella investita a seminativo. La varietà più diffusa è il "Violetto di Provenza" che, con 298,68 ha, occupa circa il 70% della superficie a carciofo. Tale cultivar tende tuttavia ad essere sostituita con il clone precoce C3 della "Romanesco" che oggi occupa circa 127,15 ha (30% della superficie a carciofo). Entrambe le varietà hanno quasi totalmente sostituito la "Nostrano" che in passato trovava ampio utilizzo per le caratteristiche di rusticità e di resistenza ai parassiti.

La serricoltura è quasi totalmente destinata alle ortive. Le principali specie coltivate sono pomodoro, peperone, melanzana, zucchina, cetriolo e melone. Per la floricoltura si investono, invece, porzioni differenti di superficie aziendale a diverse specie e varietà. Le specie floricole annuali maggiormente coltivate sono gladiolo, lillium ed altre minori (crisantemo, tulipano, iris), mentre tra le specie a ciclo poliennale si annoverano il garofano, seguito dalla rosa, gerbera, ed altre specie meno incidenti come la sterlizia e la gypsifila).

Le aziende hanno una superficie media intorno a 0,70 ha, di cui circa 0,40 ha in ambiente protetto. La superficie aziendale a coltura ortiva aumenta a 0,50 ha per effetto delle superfici ripetute. Se però consideriamo la superficie media delle aziende a indirizzo floricolo notiamo un lieve aumento del parametro, che si assesta a valori medi compresi tra 0,7 – 1,5 ha. La superficie diminuisce notevolmente per le serre con fiori da recidere con una estensione media intorno a 0,1 – 0,2 ha. Ciò è determinato dal maggior valore delle produzioni floricole rispetto alle ortive e dalle maggiori esigenze da un punto di vista termico. Inoltre, la carenza di aziende di notevoli dimensioni è determinata dal tipo di impresa prevalente. Incidente è invece l'importanza relativa della superficie protetta ed orticola sulla totale aziendale. Tale fattore trova spiegazione nell'elevato valore degli indici economici della coltivazione in serra rispetto a quella in pieno campo, causando la riduzione al minimo della superficie inutilizzata. Il numero medio di serre per azienda oscilla tra 6 e 9, mentre soltanto un numero ridotto di aziende (intorno al 5-10%) presenta una superficie frammentata di norma in 2-3 appezzamenti.

Analizzando l'entità degli investimenti fondiari è ovvio che il costo di impianto della serra rappresenta la voce di spesa maggiormente onerosa. Meno incidenti sono invece i costi preliminari di impianto e le opere irrigue. In riferimento a tale tipologia di investimento fondiario è importante sottolineare come la presenza di falde freatiche piuttosto superficiali abbia consentito la creazione di pozzi che da soli garantiscono il necessario approvvigionamento idrico. L'emungimento avviene grazie ad elettropompe sommerse nel caso dei pozzi trivellati ed a elettropompe o motopompe poste nel piano di campagna per i pozzi di limitata profondità. La portata è in genere sufficiente anche nel periodo estivo, quando la maggiore siccità richiede un aumento sia del numero che del volume delle adacquate.

Per quanto riguarda il tipo di serra, rispetto al passato si registra una notevole varietà di tipologie costruttive. Accanto a forme relativamente economiche come la capannina in

legno e copertura in PVC o polietilene, si riscontra anche la presenza di impianti più recenti con elementi portanti in cemento vibrocompresso, metallo o acciaio zincato. In ogni caso la forma prevalente è la serra mista, con struttura portante in cemento armato, telaio in legno e copertura in film plastico. Tale struttura ha quasi totalmente sostituito le capannine in legno, dove gli elementi portanti erano costituiti da pali di castagno per la struttura verticale e da un'intelaiatura in abete su cui si collocava il film di copertura. Questa nuova soluzione consente infatti, a parità di ingombro, un aumento delle superfici coperte, conseguente alla maggiore resistenza alle sollecitazioni verticali del cemento armato rispetto al legno.

Tuttavia in fase di crescente diffusione è la serra mista in legno, cemento e vedril che, con un costo di impianto inferiore alla serra in acciaio e vetro, assicura il miglioramento delle condizioni termiche.

Generalmente, risulta diffuso l'impiego, sia per il colmo che per le pareti laterali, di un doppio film plastico, in modo da ridurre la condensazione del vapore acqueo sul tetto della serra ed assicurando un aumento della temperatura interna.

Per rifornire il terreno degli elementi nutritivi indispensabili nelle prime fasi del ciclo produttivo si effettua una concimazione di base o di pre-trapianto che, nel caso di disponibilità locale e di prezzi ragionevoli, potrebbe essere condotta impiegando del letame. Se in passato era ampiamente usato lo stallatico bovino, per gli ottimi effetti chimico-fisici sul terreno, la carenza di tale concime sul mercato ha determinato un orientamento verso altri materiali come gli insaccati organici o letame pecorino, pollina ecc. Le esigenze per ettaro riferite alla coltivazione esclusiva sono di circa 100 q/ha. Se non sono disponibili concimi organici si può ricorrere a fertilizzanti di sintesi come solfato ammonico (19-21% di N), perfosfato minerale (19-21% di P_2O_5) e solfato di potassio (50-52% di K_2O). Per soddisfare le esigenze del pomodoro in microelementi si impiegano inoltre solfato di ferro (20% di FeO) e solfato di magnesio (10% di MgO). Eventuali correzioni del pH del terreno possono essere condotte in relazione ai casi impiegando zolfo o calcio.

Per garantire la disinfezione del terreno prima dell'impianto frequente è l'uso di bromuro di metile (circa 40-50 g/m²). Marginale è l'impiego di prodotto alternativi come danzomet o altri (metamsodium, fenamiphos etc.).

La lotta antiparassitaria prevede l'utilizzo di numerosi prodotti classificabili in fungicidi, insetticidi ed "altri". L'impiego dei vari principi attivi è subordinato alla tipologia di infezione presente o suscettibile. L'elenco analitico dei vari principi attivi è riportato nella scheda

tecnica. Per la lotta antiparassitaria si registra un gran numero di formulati impiegati con una notevole variabilità sia o per i principi attivi che per le concentrazioni impiegate. Tuttavia i trattamenti sono per lo più rivolti alla lotta di un serie di patologie favorite dalle condizioni di umidità e di temperatura dell'ambiente confinato. I vari formulati impiegati sono in genere a base di zineb, ziram, zolfo esteri fosforici ed altri principi attivi.

Le esigenze idriche vengono soddisfatte con circa 3.500 m³/ha nella coltivazione esclusiva di pomodoro mentre in caso di doppia coltivazione pomodoro-pomodoro i fabbisogni aumentano notevolmente (circa 8.000 m³/ha).

La concimazione effettuata dopo l'impianto deve provvedere a rifornire il terreno di quegli elementi necessari a garantire lo sviluppo vegetativo e la produzione. La fertilizzazione di copertura o post-impianto si articola fundamentalmente in tre interventi, di cui il primo condotto già dopo quindici giorni dall'impianto, in modo da garantire un regolare sviluppo delle piantine. In genere si utilizzano concimi ternari NPK, con un maggior apporto di azoto che rappresenta l'elemento maggiormente necessario per favorire un idoneo sviluppo vegetativo (1:0,5:0,5). Tali composti si utilizzano anche nel secondo intervento condotto dopo la differenziazione del primo palco fiorile mentre, per il terzo intervento condotto dopo l'allegagione di almeno quattro palchi fiorili, si utilizzano composti ternari con un più alto titolo di potassio (1:0,5:2) visto che le necessità di tale elemento aumentano durante la fase di sviluppo delle bacche. Attraverso l'irrigazione si possono poi apportare i microelementi come boro, manganese, zinco, etc. in quantità pari a circa 20-30 kg/1.000 m².

3.4 *Compatibilità delle serre con la conservazione dell'Habitat*

La serricoltura è considerata attività agricola "intensiva". Gli impianti utilizzati, nell'area della riserva, sono di tipo a "capannina". La struttura portante di esse è realizzata con pali in legno, adesso via via soppiantati, sempre più spesso, da strutture più stabili in ferro zincato. La copertura è di tipo plastico (film plastico in PVC). All'interno è posto un altro film plastico sulla parte aerea con lo scopo di creare una camera d'aria, che attutisca gli sbalzi termici. Sul terreno, infine, viene steso un film plastico nero che funge da pacciamatura. L'irrigazione è effettuata a "scorrimento" e ultimamente anche con ali gocciolanti.

L'acqua per irrigare le colture è attinta da pozzi di falda superficiale ed a volte di falda sotterranea tramite pozzi artesiani. Il terreno su cui sono insediate le colture in serre, è stato fortemente livellato per agevolare le irrigazioni a scorrimento. La coltura predominante è il pomodoro.

Le aree dunali, comprese tra il lago Biviere ed il mare, fino a qualche decennio fa rappresentavano uno dei più importanti habitat dunali d'Italia. L'inizio delle attività intensive della serricoltura ha dato il via ad un susseguirsi di opere modificatorie di tale habitat. Molte aziende, oltre a praticare lo sbancamento, vendevano la sabbia in eccesso, particolarmente richiesta negli anni 70-80 per il contemporaneo boom dell'abusivismo. Tutta l'area interessata era in quegli anni servita da un sistema di distribuzione idrica gestito dal Consorzio di Bonifica della Piana di Gela. Con l'avanzare degli sbancamenti tutti i servizi pubblici di distribuzione irrigua furono smantellati. Con il diffondersi della serricoltura si è avuta anche una particellarizzazione dei fondi. L'esigenza sempre più pressante di approvvigionamento idrico inoltre determinò una proliferazione di pozzi che ebbe come conseguenza una progressiva salificazione della falda. Questa per effetto ridusse, sempre più spesso, i vari tipi di cultivar ad uno solo, il pomodoro.

All'interno delle serre, prima di avviare il processo produttivo del pomodoro, sul suolo è applicata la sterilizzazione con gas di bromuro di metile che ha la funzione di eliminare i nematodi ma ha come conseguenza complementare la distruzione di ogni forma di vita, anche monocellulare, fino ad una profondità di 30-40 cm. Questo tipo di coltivazione del pomodoro, avvenendo in ambiente chiuso e fuori stagione, necessita di numero stimoli per la crescita e la difesa da malattie ed insetti. Pertanto durante le varie fasi di crescita delle colture, sono utilizzati diversi insetticidi per tenere sotto controllo i parassiti. L'abuso di tali prodotti chimici ha selezionato nel tempo gruppi di insetti resistenti che sempre più rendono inefficaci questi prodotti. In particolare va citata la virosi del pomodoro malattia trasmessa dalla mosca bianca e dagli afidi. Questi insetti ormai si sono immunizzati contro molti dei pesticidi in uso, spingendo gli agricoltori alla ricerca di fitofarmaci sempre più potenti. Oggi è molto diffuso l'uso di cocktail che comprendono tipi diversi di insetticidi spesso dei più tossici per l'uomo (I° CLASSE) ma anche questi iniziano ad esseri inefficaci.

Gli anticrittogamici necessari per la lotta verso le varie muffe sono usati in dosi sempre più massicce, con gli stessi effetti della lotta alla mosca bianca.

Nella fase produttiva sono utilizzati anche ormoni vegetali (NA) per l'allegagione dei frutti e per un miglior sviluppo delle piante. I pomodori sono apireni (senza semi) per conseguenza dell'uso di questi ormoni.

Nella fase di raccolta, quando è necessario, è usato l'etilene per accelerare il processo di maturazione.

A fine coltura, due volte l'anno, vengono smaltite quantità enormi di massa vegetale che comprendono anche quantità di scarti di prodotto. In conseguenza di ciò vengono a realizzarsi numerose discariche.

La copertura plastica, delle serre, impedisce il normale assorbimento delle acque piovane nel suolo determinando forti concentrazioni d'acqua ai bordi delle strutture e favorendo il ruscellamento delle stesse, con tutte le conseguenze di erosione del suolo.

3.5 Il sistema agrario delle coltivazioni arboree

La coltivazione delle specie arboree presenta rispetto alle colture erbacee un'importanza secondaria in termini di superficie. Solo il 14% della SAU totale è infatti destinato alla coltivazione di tale categoria di colture. Tra le specie presenti si annovera l'olivo la cui importanza sembra aumentare rispetto al passato a seguito di impianti specializzati relativamente giovani, ma anche agrumeti e fruttiferi vari come pescheti o mandorleti. È comunque la vite la specie arborea di maggiore interesse.

All'esercizio della viticoltura viene destinata nel SIC/ZPS una superficie pari a 220,63 ha. Una localizzazione puntuale non è possibile visto che tale coltivazione è presente su tutto il territorio, tuttavia un'ampia zona, prossima a contrada Mignechi, è interessata dalla presenza di almeno 50 ha destinati alla viticoltura in regime irriguo.

Nel territorio in esame la vite viene allevata sia per l'ottenimento di uva da tavola che di uva da vino. Tuttavia, in termini di superficie investita, si nota una netta prevalenza delle aziende che destinano il prodotto alla vinificazione (132,38 ha) anziché al consumo diretto (75,85 ha). In entrambi i casi tuttavia l'attività produttiva viene svolta prevalentemente in aziende specializzate, anche se è possibile trovare forme di consociazione in cui la vite è affiancata da altre colture come cereali, ortaggi o olivi.

Figura 3.5.1 - Vitigni nei pressi del lago



Con riferimento alle esigenze idriche, i volumi unitari medi sono stimabili in circa 2.500 – 3.000 m³/ha per l'uva da tavola e 1.200 m³/ha per quella da vino.

Le concimazioni di copertura apportano una quantità di principi attivi pari a circa 70–140 kg/ha di azoto, 120–160 kg/ha di fosforo e 70–150 kg/ha di potassio e vengono effettuate con l'ausilio di concimi ternari a lenta cessione completi di microelementi. In genere si fanno 4-5 interventi di cui i primi due con concimi idrosolubili a più alto titolo di azoto e fosforo, mentre i seguenti sono caratterizzati da un maggiore titolo di potassio. Durante il ciclo, se si reputa necessario, è possibile intervenire apportando chelato di ferro, mentre la concimazione organica si fa in genere ogni 2-3 anni in funzione della disponibilità di letame, apportando circa 500–1000 kg/ha di concime.

La lotta antiparassitaria si concretizza essenzialmente nell'utilizzo di fungicidi, peraltro gli interventi insetticidi ed acaricidi hanno importanza minore. In genere si fanno due trattamenti per il tripide in corrispondenza della fioritura, mentre per la tignola sono sufficienti tre trattamenti tra giugno e luglio. La lotta agli acari viene condotta prevalentemente con due somministrazioni di principi attivi, di cui una in primavera ed una in estate, mentre le ormonature per favorire l'ingrossamento degli acini dell'uva da tavola

sono poco praticate. Se effettuate, si tratta di due interventi mossi tra maggio e giugno in corrispondenza dei trattamenti antiparassitari.

3.6 I fattori di pressione dell'agricoltura

La presenza di coltivazioni agricole, soprattutto di tipo intensivo, nel SIC/ZPS genera inevitabilmente delle esternalità negative sull'ambiente.

Le pressioni esercitate dall'attività agricola sul territorio sono essenzialmente riconducibili:

- all'emungimento delle risorse idriche e conseguentemente ai rischi di depauperamento delle falde superficiali e profonde;
- all'impiego di svariati fitofarmaci (insetticidi e fungicidi di varia natura e diverso grado di persistenza nell'ambiente) utilizzati per un'efficace difesa delle colture, soprattutto da avversità biotiche;
- all'utilizzo di concimi distribuiti sul terreno o sull'apparato fogliare delle piantagioni per indurre un incremento delle rese di produzione;
- all'uso di materiale plastico per la copertura nelle serre e nei vigneti destinati alla produzione di uva da mensa.

Questi fattori di pressione ambientale sono da porre in correlazione con le elevate rese unitarie che contraddistinguono le coltivazioni agricole presenti nell'area; le favorevoli condizioni pedoclimatiche del territorio consentono, infatti, di ottenere quantitativi di produzione alquanto sostenuti, sia in pieno campo che in ambiente protetto. Relativamente ai seminativi, per il frumento duro si segnalano circa 30 quintali/ettaro ed oltre 90.000 capolini/ettaro per il carciofo, mentre tra le coltivazioni legnose, per la vite, sia nell'ambito delle produzioni da mensa che in quelle da vino, si registrano quantitativi unitari di produzione elevati nelle diverse forme di allevamento presenti. Analoghe considerazioni possono desumersi con riferimento alle produzioni orticole in serra, in cui la tendenziale prevalenza del regime della doppia coltivazione consente di massimizzare la funzione di produzione.

Tabella 3.6.1 – Rese medie delle colture

Tipo di coltura	Resa	Unità di misura
Frumento duro	30	q/ha
Carciofo		
<i>Romanesco</i>	97.000	capolini/ha
<i>Violetto di Provenza</i>	90.000	capolini/ha
Pomodoro in serra		
<u>In coltivazione esclusiva</u>		
<i>Rosso a grappolo</i>	110	q/1.000m ²
<i>Cherry</i>	65	q/1.000m ²
<u>In 1° coltivazione</u>		
<i>Rosso a grappolo</i>	106	q/1.000m ²
<i>Cherry</i>	54	q/1.000m ²
<u>In 2° coltivazione</u>		
<i>Rosso a grappolo</i>	108	q/1.000m ²
<i>Cherry</i>	57	q/1.000m ²
Pomodoro in pien'aria	400	q/ha
Peperone in serra		
<u>In coltivazione esclusiva</u>	45	q/1.000m ²
<u>In 2° coltivazione</u>	45	q/1.000m ²
Peperone in pien'aria	35	q/1.000m ²
Melanzana	48	q/1.000m ²
Cetriolo		
<u>In coltivazione esclusiva</u>	83	q/1.000m ²
<u>In 2° coltivazione</u>	68	q/1.000m ²
Zucchini	73	q/1.000m ²
Melone	42,5	q/1.000m ²
Floricole		
<i>Fiore reciso</i>	600.000	steli/ha
<i>Vaso</i>	140.000	vasi/ha
Vite		
<u>da vino</u>		
<i>Controspalliera</i>	85	q/ha
<i>Alberello</i>	53	q/ha
<i>Tendone</i>	277	q/ha
<u>da tavola</u>		
<i>Controspalliera</i>	95	q/ha
<i>Tendone</i>	335	q/ha
Olivo	56	q/ha
Agumi e altri fruttiferi	275	q/ha

Con riferimento alle risorse idriche utilizzate nell'area di indagine, si osserva essenzialmente un'unica forma di provenienza, rappresentata dall'autoapprovvigionamento in quanto sono estremamente diffusi pozzi aziendali privati dotati di impianti di sollevamento, con trascurabili derivazioni da acque fluenti (comunque non autorizzate) o invasi privati come laghetti o vasconi di raccolta. Il ruolo

dell'approvvigionamento consortile risulta abbastanza marginale¹, ed assente il ricorso ad acque reflue.

L'impiego delle risorse idriche destinate ad usi irrigui (v. Tab. 3.6.2) nel SIC/ZPS appare particolarmente sostenuto in relazione agli ordinamenti produttivi presenti. Sulla base delle indicazioni tecnico-agronomiche di questi ultimi è possibile segnalare che, a fronte di una superficie irrigata di circa 1.768 ettari (equivalenti al 60% della SAU) i fabbisogni idrici complessivi si attestano intorno a 8,5 milioni di m³, con un valore medio unitario per ettaro di superficie che sfiora i 4.800 m³.

Tabella 3.6.2 – Fabbisogni irrigue delle colture

Tipo di coltura	Superficie (ha)	Fabbisogno idrico unitario e medio (m ³ / ha)	Fabbisogno idrico totale (m ³)
Seminativo^a			
<u>Seminativo semplice</u>			
Carciofo	296,681	5.000	1.483.405
Altre ortive	148,337	4.000	593.348
Totale	445,018	4.667^c	2.076.753
<u>Seminativo arborato</u>			
Carciofo	127,149	5.000	635.745
Altre ortive	63,573	4.000	254.292
Totale	190,722	4.667^c	890.037
totale seminativo	635,74	4.667^c	2.966.790
Ortive			
<u>Ortive in coltura esclusiva</u>			
Pomodoro da mensa	128,56	4.000	514.240
Altre (peperone, melanzana, cetriolo, zucchini, melone, ortaggi da foglia)	8,75	4.000	35.000
<u>Ortive in doppia coltivazione</u>			
Pomodoro - Pomodoro	514,24	8.000	4.113.920
Pomodoro - Altre ortive (peperone, melanzana, cetriolo, zucchini, melone, fagiolino, anguria)	57,14	8.000	457.120
Fiori e piante ornamentali	5,53	2.000	11.060
Totale	714,22	7.185^c	5.131.340
Coltivazioni legnose agrarie			
Vite^b			
<u>Da tavola</u>	88,25	2.800 ^c	247.100
<u>Forma di allevamento</u>			
Controspalliera	22,06	2.800	61.768
Tendone	66,19	2.800	185.332
<u>Da vino</u>	52,96	1.200 ^c	63.552
<u>Forma di allevamento</u>			
Controspalliera	26,48	1.200	31.776
Alberello	79,43	0	0
Tendone	26,48	1.200	31.776
Totale	220,63	1.408^c	310.652
Olivo per la produzione di olive da olio	171,09	1.600	273.744
Agrumi e fruttiferi vari	20,47	4.500	92.115
Totale coltiv. Legn. Agr.	412,19	888^c	365.859
TOTALE	1.768	4.794^c	8.475.049

a - al netto della superficie investita a frumento, maggese e leguminose

b - al netto della superficie coltivata ad alberello

c - valore medio ottenuto rapportando il fabbisogno idrico totale alla superficie complessivamente occupata dalle colture

Relativamente alle singole colture presenti nell'area indagata, sulla base dei corrispondenti fabbisogni idrici unitari è possibile evidenziare la notevole incidenza delle colture orticole in

serra che assorbono quasi il 61% dei volumi idrici complessivamente considerati, con un picco particolarmente accentuato, come prevedibile, nel caso delle coltivazioni orticole effettuate in ambiente protetto in doppia coltivazione. Significativo, inoltre, il ruolo delle coltivazioni orticole in pieno campo (carciofo principalmente), cui appare attribuibile un fabbisogno complessivo di circa 2 milioni di m³ nel caso di seminativi semplici e di quasi 3 milioni di m³ nel caso di seminativi arborati.

Meno rilevante, invece, l'incidenza delle colture legnose in quanto presenti in misura poco rappresentativa nel territorio di riferimento (circa 412 ettari di SAU), il cui fabbisogno medio unitario appare piuttosto contenuto (poco meno di 900 m³) con un corrispondente valore totale non superiore a 400 mila m³.

Relativamente all'impiego dei fitofarmaci utilizzati (v. Tab. 3.6.3), le sollecitazioni ambientali più rilevanti provengono dalle coltivazioni serricole; occorre tuttavia evidenziare che nell'ambito dei seminativi si ricorre all'impiego di diserbanti in pre o post-emergenza nella coltivazione del frumento duro, che tuttavia non necessita di altri interventi di difesa e controllo dei parassiti con prodotti di sintesi che vengono invece utilizzati, anche in relazione al decorso stagionale, nel caso dei carciofeti (rispettivamente 11 e 9 kg circa di fungicidi ed insetticidi per ettaro).

Tabella 3.6.3 – Fitofarmaci distribuiti, per coltura e tipologia

(tonnellate)						
Tipo di coltura	Bromuro di metile	Fungicidi	Insetticidi	diserbanti	Altri	Totale
Seminativo^a						
<u>Seminativo semplice</u>						
Frumento duro	-	-	-	17,62	-	17,62
Carciofo	-	3,26	2,67	2,67	-	8,60
Altre ortive	-	6,54	5,34	-	148,337	160,22
totale	-	9,81	8,01	20,29	148,337	186,45
<u>Seminativo arborato</u>						
Frumento duro	-	-	-	7,55	-	7,55
Carciofo	-	1,40	1,14	1,14	-	3,69
Altre ortive	-	2,80	2,29	-	63,573	68,67
Totale	-	4,20	3,43	8,70	64	79,91
Totale seminativo	-	14,01	11,44	28,99	211,91	266,35
Ortive						
<u>Ortive in coltura esclusiva</u>						
Pomodoro da mensa	51,42	5,67	4,63	-	128,56	190,28
Altre (peperone, melanzana, cetriolo, zucchini, melone, ortaggi da foglia)	3,50	0,39	0,32	-	8,75	12,95
Totale	54,92	6,06	4,94	-	137,31	203,23
<u>Ortive in doppia coltivazione^b</u>						
Pomodoro - Pomodoro	205,70	36,28	29,62	-	822,784	1.094,38
Pomodoro - Altre ortive (peperone, melanzana, cetriolo, zucchini, melone, fagiolino, anguria)	22,86	4,03	3,29	-	91,424	121,60
Fiori e piante ornamentali	2,20	4,16	0,49	-	5,53	12,38
Totale	230,75	44,48	33,40	-	919,74	1.228,37
Totale ortive	285,68	50,53	38,35	-	1.057,05	1.431,60
Coltivazioni legnose agrarie						
Vite	-	10,50	-	-	-	10,50
Olivo per la produzione di olive da olio	-	10,27	1,37	1,37	-	13,00
Agrumi e fruttiferi vari	-	0,94	2,53	0,74	-	4,21
Totale coltiv. Legn. Agr.	-	21,71	3,90	2,11	-	27,72
TOTALE	285,68	86,25	53,69	31,10	1.268,96	1.725,67

a - al netto della superficie investita a maggese e leguminose

b - Il totale odei fitofarmaci (ad eccezione del Bromuro di Metile) è calcolato riducendo del 40% il doppio delle dosi somministrate alla coltura esclusiva

Tra le colture legnose emerge un sostenuto ricorso a fungicidi di sintesi nei vigneti soprattutto nell'ambito delle uve da mensa, ma non meno trascurabile risulta l'impiego di fungicidi, insetticidi e diserbanti nell'ambito dell'agrumicoltura e dell'olivicoltura della zona.

Tra le colture protette, siano esse espletate in regime di doppia coltivazione o meno, o rappresentate da coltivazioni floricole, si segnala il diffuso ricorso al bromuro di metile quale unico metodo di disinfestazione del terreno (400 kg/ha) ed un successivo impiego di fungicidi, insetticidi ed altri fitofarmaci che nell'ambito dei cicli di produzione più intensivi raggiungono la consistenza maggiore (quasi 71 kg/ha per i fungicidi e 58 kg/ha per gli insetticidi).

I quantitativi di fitofarmaci complessivamente immessi nell'ambiente nell'area oggetto di studio per l'espletamento di attività agricole risultano pertanto mediamente pari, annualmente, a circa 1.726 tonnellate di formulati diversi, con un carico medio unitario annuo pari a 58,7 t/ha, costituiti da 286 tonnellate di bromuro di metile, esclusivamente impiegato in ambiente protetto, 86 tonnellate di fungicidi, buona parte dei quali costituiti da molecole di sintesi ad attività sistemica (stante il limitato ricorso a tecniche di coltivazione biologica nel territorio in esame) di cui il 58,6% utilizzato nelle serre; 54 tonnellate circa di insetticidi (il 71,4% utilizzato nelle serre) tra i quali non mancano formulati di I e II classe e

31 tonnellate, circa, di diserbanti non sempre costituiti da prodotti commerciali contenenti molecole capaci di degradarsi rapidamente in elementi naturali nel terreno e quasi interamente impiegati in pieno campo e soggetti a lisciviazione nei terreni più sciolti.

Maggiori indicazioni in merito all'impatto dell'attività agricola sull'ambiente possono ricavarsi esaminando la distribuzione dei formulati utilizzati dagli agricoltori per la difesa delle colture in funzione della classe tossicologica di appartenenza, distinta per principali categorie di prodotto e per principio attivo. E' noto, infatti, che variabili di natura tecnica possono determinare un diverso impatto sull'ambiente dei formulati commerciali, cui risultano attribuibili diversi tempi di carenza o tempi di sicurezza; limiti di tolleranza; tempi di rientro.

Tabella 3.6.4 – Prodotti fitosanitari distribuiti, per classe di tossicità (tonnellate)

CATEGORIA DI FITOFARMACI	Classe di tossicità					Totale
	molto tossico T+	tossico T	nocivo Xn	irritante Xi	non classificato	
Insetticidi	14,10	12,83	23,34	2,05	1,38	53,69
Fungicidi			26,58	8,88	50,78	86,24
Diserbanti	3,82		26,15		1,13	31,10
Bromuro di metile	285,69					285,69
Altri			1.268,96			1.268,96
Totale	303,61	12,83	1.345,02	10,92	53,29	1.725,67

Tabella 3.6.5 – Elenco analitico di prodotti fitosanitari distribuiti, per classe di tossicità

Prodotti fitosanitari	t
MOLTO TOSSICI T+	
Insetticidi	
Metomil	14,10
diserbanti	
Diquat + Paraquat	3,82
altri	
Bromuro di metile	285,69
TOTALE	303,61
TOSSICI T	
Insetticidi	
Ciexatin	0,03
Clorpirifos etile	0,05
Endosulfan	12,74
TOTALE	12,83
NOCIVI Xn	
Insetticidi	
Abamectina	3,82
Acrinatrina	2,57
Cipermetrina	3,83
Clorpirifos metile	3,80
Deltametrina	2,56
Dicofol	1,52
Dimethoate	0,68
Imidacloprid	3,83
Malathion	0,68
Propargite	0,04
Fungicidi	
Cymoxanil	4,99
Furalaxyl	0,02
Metalaxil	6,65
Ossiclorulo di rame	5,54
Rame (da Idrossido)	9,38
Clodinafop-propargyl	24,98
Diuron	0,06
Diserbanti	
Granstar tribenuron-methyl	0,20
Propaquizafop	0,85
Simazina	0,06
Altri	
1,3 dicloropropene	634,48
fenamiphos	253,79
Metam sodio	380,69
TOTALE	1.345,02
IRRITANTI Xi	
Insetticidi	
Olio minerale bianco	2,05
Fungicidi	
Esaconazolo	3,58
Famoxate	3,58
Myclobutanil	1,70
Pyrifenox	0,03
TOTALE	10,92

Tabella 3.6.6 – Elementi fertilizzanti contenuti nei concimi distribuiti, su tutta la superficie concimabile

Tipo di coltura	tonnellate		
	Azoto	Anidride fosforica	Ossido di potassio
Seminativo ^a			
<u>Seminativo semplice</u>			
<i>Frumento duro</i>	76,92	69,93	87,41
<i>Carciofo</i>	68,24	44,50	44,50
<i>Altre ortive</i>	42,03	19,90	58,10
Totale	187,19	134,34	190,02
<u>Seminativo arborato</u>			
<i>Frumento duro</i>	32,97	29,97	37,46
<i>Carciofo</i>	29,24	19,07	19,07
<i>Altre ortive</i>	18,01	8,53	24,90
Totale	80,22	57,57	81,44
Totale seminativo	267,41	191,91	271,45
Ortive			
<u>Ortive in coltura esclusiva</u>			
<i>Pomodoro da mensa</i>	35,35	17,68	54,64
<i>Altre (peperone, melanzana, cetriolo, zucchini, melone, ortaggi da foglia)</i>	2,49	1,30	3,36
Totale	37,85	18,97	58,00
<u>Ortive in doppia coltivazione ^b</u>			
<i>Pomodoro - Pomodoro</i>	254,55	127,27	393,39
<i>Pomodoro - Altre ortive (peperone, melanzana, cetriolo, zucchini, melone, fagiolino, anguria)</i>	26,23	14,04	37,75
<i>Fiori e piante ornamentali</i>	1,93	1,38	2,75
Totale	282,70	142,69	433,89
Totale ortive	320,55	161,66	491,89
Coltivazioni legnose agrarie			
<i>Vite</i>	23,17	30,89	24,27
<i>Olivo per la produzione di olive da olio</i>	17,11	8,55	12,83
<i>Agrumi e fruttiferi vari</i>	2,46	1,64	3,07
Totale coltiv. Legn. Agr.	42,73	41,08	40,17
TOTALE	630,69	394,65	803,51

a - al netto della superficie investita a maggese e leguminose

b - il totale dei fertilizzanti è calcolato riducendo del 20% il doppio delle dosi somministrate alla coltura esclusiva

Tabella 3.6.7 – Elementi fertilizzanti contenuti nei concimi distribuiti, per ettaro di superficie concimabile

Tipo di coltura	Kg/ha		
	Azoto	Anidride fosforica	Ossido di potassio
Frumento	110	100	125
Carciofo	230	150	150
Pomodoro	275	137,5	425
Peperone	225	125	350
Melanzana	350	140	400
Cetriolo	300	150	420
Zucchini	325	150	425
Melone	225	175	325
<u>Ortive in doppia coltivazione^a</u>			
<i>Pomodoro - Pomodoro</i>	495	248	765
<i>Pomodoro - Altre ortive (peperone, peperone, cetriolo, zucchini, melone, fagiolino, anguria)</i>	459	246	661
Floricole	350	250	500
Vite	105	140	110
Olivo	100	50	75
Agrumi	120	80	150

a - il totale dei fertilizzanti è calcolato riducendo del 20% il doppio delle dosi somministrate alla coltura esclusiva

L'analisi presentata è stata elaborata coerentemente con i principi normativi della legislazione di riferimento attualmente in vigore in materia fitoiatrica (DPR 290/01 e D.Lgs. 194/95) secondo la quale, come noto, è possibile distinguere cinque diverse categorie di formulati commerciali in funzione della diversa classe di pericolosità:

prodotti molto tossici, contrassegnati con la lettera T+ (corrispondenti a quelli precedentemente denominati di 1^a classe), contraddistinti da un rischio di intossicazione mortale per inalazione, ingestione o contatto e per i quali l'acquisto può essere effettuato esclusivamente da personale con adeguate capacità professionali attestate dal possesso di regolare licenza d'acquisto ("patentino"), rilasciata dall'Ufficio Provinciale per l'agricoltura competente per territorio;

prodotti tossici, contrassegnati con la lettera T (anch'essi compresi nella precedente classificazione nei prodotti di 1^a classe), per i quali sussiste un rischio di intossicazione grave per inalazione, ingestione o contatto e per i quali l'acquisto avviene con le stesse modalità della categoria precedente;

prodotti nocivi, contrassegnati con la lettera Xn (corrispondenti ai prodotti di 2^a classe nella precedente classificazione), rappresentati da prodotti fitoiatrici pericolosi per inalazione, ingestione o contatto e per i quali non sussistono particolari vincoli all'acquisto;

prodotti irritanti, contrassegnati con la lettera Xi (classificati, precedentemente, nella 3^a e 4^a classe), contraddistinti da un rischio trascurabile ed acquistabili senza specifiche autorizzazioni;

prodotti non classificati, (classificati anch'essi, precedentemente, nella 3^a e 4^a classe) costituiti da prodotti privi di tossicità e pertanto acquistabili senza limitazioni specifiche.

Figura 3.6.1 - Contenitori metallici e plastici per prodotti chimici



E' opportuno inoltre ricordare che numerose molecole sono impiegate in differenti formulati con caratteristiche non sempre analoghe e diversa concentrazione di principio attivo, cui corrispondono modalità di distribuzione differenti e impatti sull'ambiente variabili in relazione alle diverse modalità d'azione espletate sugli organi bersaglio, alla loro fitotossicità ed ai relativi effetti collaterali che ne determinano specifici spettri d'azione e selettività.

L'analisi svolta con riferimento ai principali indicatori tossicologici utilizzabili mostra che circa 303,6 tonnellate (il 18% del totale) dei prodotti fitosanitari distribuiti nell'area di

indagine appartengono alla categoria “molto tossici”; 12,8 tonnellate (meno dell’1%) alla categoria “tossici”; 1.345 tonnellate (equivalenti a circa il 78%) ai prodotti fitosanitari “nocivi”; 10,9 tonnellate (0,6%) a prodotti irritanti e 53,3 tonnellate (poco più del 3%) alla categoria prodotti fitosanitari “non classificati”.

Al primo gruppo (prodotti “molto tossici”) si ascrivono un insetticida a base di metomil, un diserbante a base di diquat+paraquat ad azione disseccante ed i geodisinfestanti a base di bromuro di metile, che rappresentano uno dei prodotti più impiegati nella zona (286 tonnellate pari al 16,6% del totale). La categoria dei prodotti “tossici” è invece rappresentata esclusivamente da insetticidi a base di ciexatin, clorpirifos etile ed endosulfan, mentre la categoria dei prodotti “nocivi” utilizzati, appare più articolata. Oltre ad un maggior numero di insetticidi con formulati a base di 10 diverse molecole, compaiono fungicidi, diserbanti ed altri prodotti che trovano impiego in svariate coltivazioni, sia in pieno campo, che in serra. Tra i prodotti “irritanti” gli insetticidi impiegati sono costituiti da olii minerali bianchi (2 tonnellate, pari allo 0,2%) mentre i fungicidi adottati sono a base di esaconazolo, famoxate, myclobutanil e pymetrozine; in complesso si tratta di poco meno di 9 tonnellate di prodotti, equivalenti a circa lo 0,5% del totale. Tra i prodotti fitosanitari appartenenti alla categoria “non classificati”, i più utilizzati dopo quelli “nocivi” e “molto tossici” (53 tonnellate circa, pari a poco più del 3%), oltre a insetticidi e fungicidi si rinvencono anche diserbanti a base di glyphosate (1,1 tonnellate, pari a meno dello 0,1%), estremamente diffuso per interventi in postemergenza anche nei seminativi e caratterizzato da una buona degradabilità nel suolo.

In relazione alle singole molecole costitutive i principi attivi dei formulati commerciali utilizzati, la distribuzione per classe tossicologica di appartenenza rivela in modo più immediato che sono soltanto tre i principi attivi “molto tossici”, il 94% dei quali è tuttavia rappresentato da bromuro di metile, poco meno del 5% da metomil (insetticida) e l’1% da diquat+paraquat (diserbante). La definitiva entrata in vigore del divieto di impiego dei geodisinfestanti a base di bromuro di metile potrebbe pertanto determinare a breve (dal 1 gennaio 2005) una sensibile riduzione di un fattore di pressione ambientale pericoloso ed attualmente distribuito in proporzioni rilevanti da parte dei serricoltori della zona.

La categoria dei prodotti “tossici”, costituita esclusivamente da insetticidi, si caratterizza per una evidente prevalenza di un unico prodotto (endosulfan) il cui impiego incide per oltre il 99% sul totale dei volumi complessivamente utilizzati, mentre nella categoria “nocivi” circa il 47% è rappresentato da 1,3 dicloropropene ed il 28,3% da metam sodio—entrambi

nematocidi - e la restante parte da numerosi altri prodotti costituiti da insetticidi, fungicidi e diserbanti. Contenuto anche il numero di principi attivi utilizzati ed appartenenti alla categoria dei prodotti “irritanti” (5 in tutto e prevalentemente costituiti da fungicidi, mentre più ampia appare la distribuzione tra i prodotti “non classificati” in cui prevalgono nettamente fungicidi di vario genere, tra cui spiccano ciprodinil+fludioxonil (oltre 7 tonnellate, pari al 13% circa) e procymidone (8,4 tonnellate, pari al 16%), oltre agli insetticidi a base di indoxacarb (6,3 tonnellate, equivalenti a poco meno del 12%).

Il quadro riepilogativo che è possibile trarre rispetto ai volumi di prodotti fitosanitari complessivamente immessi nell'ambiente dagli agricoltori dell'area SIC/ZPS esaminata, mostra una prevalenza di prodotti “nocivi” (1.269 tonnellate, pari al 74% circa del totale). Il 17% dei quantitativi di fitofarmaci utilizzati è tuttavia costituito da prodotti a base di bromuro di metile, appartenente come già ribadito alla classe di maggiore pericolosità (“molto tossico”) ed utilizzato nelle colture protette. Le coltivazioni in serra, attualmente, costituiscono dunque l'ordinamento produttivo con maggiori rischi di esternalità negative sull'ambiente. Non meno trascurabile peraltro appare l'impiego di insetticidi (quasi 54 tonnellate, pari al 3% circa) di cui 14 tonnellate (26% della categoria) sono costituite da prodotti “molto tossici” e quasi 5 tonnellate (24% della categoria) da prodotti tossici.

Meno intenso, invece, risulta l'impiego di fungicidi (86 tonnellate, pari al 5% dei prodotti complessivamente utilizzati), rispetto ai quali si ravvisa, inoltre, una prevalenza di quelli appartenenti alla classe “non classificati” (51 tonnellate, pari al 59% della categoria) e dunque costituiti da molecole a più contenuto impatto ambientale. Quanto ai diserbanti, a fronte di un volume annuo complessivamente distribuito pari a 31 tonnellate (equivalenti a poco meno del 2% del totale), è opportuno evidenziare la distribuzione di quasi 4 tonnellate di prodotti “molto tossici” (pari al 12% della categoria) e di 26 tonnellate di prodotti “nocivi” (cui corrisponde l'84% della categoria) ed un limitato ricorso di prodotti “non classificati”.

Quanto agli elementi fertilizzanti utilizzati si registra un apporto elevato, sia in termini assoluti che per unità di superficie, di azoto, anidride fosforica e ossido di potassio.

Il quantitativo medio annuo di azoto distribuito è pari a circa 630 tonnellate, equivalenti a 21,4 t/ha di SAU. Gli impieghi più elevati si registrano in corrispondenza dei seminativi (267 t pari a circa il 42%) e soprattutto delle coltivazioni in serra (321 tonnellate, pari al 50%) ed in particolare per quelle in cui si attua la doppia coltivazione (283 tonnellate equivalenti a poco meno del 45%). Meno intenso, apparentemente, il ricorso alle concimazioni azotate per le coltivazioni legnose cui si destinano circa 43 tonnellate annue (7%).

Interessante quanto si osserva rispetto ai quantitativi distribuiti per unità di superficie che mostrano valori medi unitari non inferiori a 100 kg/ha e punte di 495 kg/ha per il pomodoro in serra ma con punte piuttosto elevate anche nell'ambito delle coltivazioni in pieno campo.

In relazione alla natura tendenzialmente sabbiosa dei terreni della zona emergono dunque alcune perplessità per i rischi di percolazione nelle falde idriche ed i conseguenti problemi di inquinamento ambientale che possono essere causati da un eccesso di nitrati ed altre molecole a base di azoto nel terreno.

Relativamente all'impiego di anidride fosforica si registra un impiego medio annuo pari a poco meno di 395 tonnellate, equivalenti a 13,4 tonnellate/ha di SAU, con valori medi unitari maggiori, nell'ambito delle coltivazioni floricole (250 kg/ha) e delle orticole in serra (248-246 kg/ha per le produzioni in doppia coltivazione). Occorre tuttavia segnalare che i quantitativi più elevati vengono distribuiti in pieno campo (192 tonnellate, pari al 48% circa, nei seminativi). Le coltivazioni in serra, infatti, usufruiscono di circa 162 tonnellate annue di anidride fosforica (41% del totale) mentre le coltivazioni legnose di poco più di 41 tonnellate annue (1,3%).

L'analisi dei quantitativi di concimi utilizzati consente inoltre di evidenziare un sostenuto utilizzo di ossido di potassio (804 tonnellate annue) evidenziabile oltre che dal rapporto relativo tra i volumi complessivamente distribuiti di unità fertilizzanti nell'area indagata (1:0,6:1,2) anche attraverso la pressione per unità di superficie agricola utilizzata (27 t/ha di SAU). Il dato è alquanto anomalo ma trova ragione nel fatto che il potassio viene lautamente utilizzato per far fronte agli elevati fabbisogni delle coltivazioni in serra ed in particolare del pomodoro, nell'ambito delle quali svolge una funzione determinante per il raggiungimento di adeguati standard di serbevolezza del prodotto destinato al consumo fresco.

E' infatti nell'ambito delle produzioni orticole in serra che si utilizza circa il 61% di ossido di potassio (492 tonnellate) con impieghi unitari di 765 kg/ha nella successione pomodoro-pomodoro in regime di doppia coltivazione e di 661 kg/ha in quella pomodoro-altre ortive. Sostenuto inoltre il ricorso a tale concime anche nell'ambito delle coltivazioni floricole (500 kg/ha) ed in una parte delle coltivazioni in pieno campo (272 tonnellate, pari al 33,8% nei seminativi) in funzione della diffusa presenza di colture orticole ad elevato reddito (soprattutto carciofo). Più contenuta, invece, l'incidenza rilevabile tra le coltivazioni legnose (40,2 tonnellate, pari al 5% del totale).

Per quanto concerne la pressione sull'ambiente svolta dall'impiego di materie plastiche nelle serre e tunnel per la coltivazione di piante orticole e floricole nonché nella coltivazione dei vigneti a tendone per la produzione di uve da mensa, risulta che i materiali utilizzati sono prevalentemente costituiti da film plastici flessibili in Polivinilcloruro e Polietilene, di colore nero per la realizzazione di pacciamatura sul terreno e trasparenti per le coperture delle piantagioni.

Un primo fattore di pressione esercitato da tali materiali sull'ambiente è rappresentato dall'alterazione paesaggistica del territorio che risulta estremamente visibile anche a grande distanza e che si manifesta in una marcata modificazione negativa del paesaggio dunale e retrodunale dell'area e dunque in un'esternalità negativa non trascurabile.

L'impatto è inoltre accresciuto dalla pronunciata concentrazione territoriale delle superfici protette, che, come si è detto, risultano prevalentemente ubicate in prossimità della costa. L'alterazione ambientale ha inoltre effetti sull'habitat dell'area tenuto conto che la riflessione della radiazione solare prodotta dai materiali plastici influenza il naturale comportamento dell'avifauna stanziale e migratoria della zona.

Esiste infine un altro fattore di pressione ambientale costituito dalla degradabilità dei materiali plastici, parte dei quali vengono abbandonati nell'area al termine del loro utilizzo, nonostante che per le plastiche bianche sia possibile procedere al loro conferimento a locali Centri di Raccolta che provvedono al ritiro dei film consegnati dagli agricoltori tramite erogazione di un valore monetario di 0,05 euro/kg. Le plastiche dovranno poi essere consegnate ai Consorzi di Recupero Plastiche (CO.RE.PLA.) in quanto il materiale plastico è considerato dalla vigente normativa un rifiuto solido speciale.

La durata tecnica di impiego dei materiali plastici è comunque differente: per le plastiche bianche è pari mediamente a 2 anni mentre per quelle nere (di fatto abbandonate) ad un anno. Rispetto all'incidenza complessiva sul territorio esaminato si stima che l'impiego complessivo di tali materiali si attesta intorno ad oltre 2.152 tonnellate con una percentuale di sostituzione annua valutabile intorno al 50%. La pressione per unità di superficie varia in funzione della tipologia di coltura, potendosi osservare un'incidenza di 1,2 t/ha nel caso dei vigneti "a tendone" e di 2,9 t/ha nel caso delle colture in serra. Appare comunque significativo che l'incidenza media annua nell'intero territorio si attesti intorno a 0,7 t/ha di SAU.

4. L'ATTIVITÀ INDUSTRIALE

4.1 Generalità

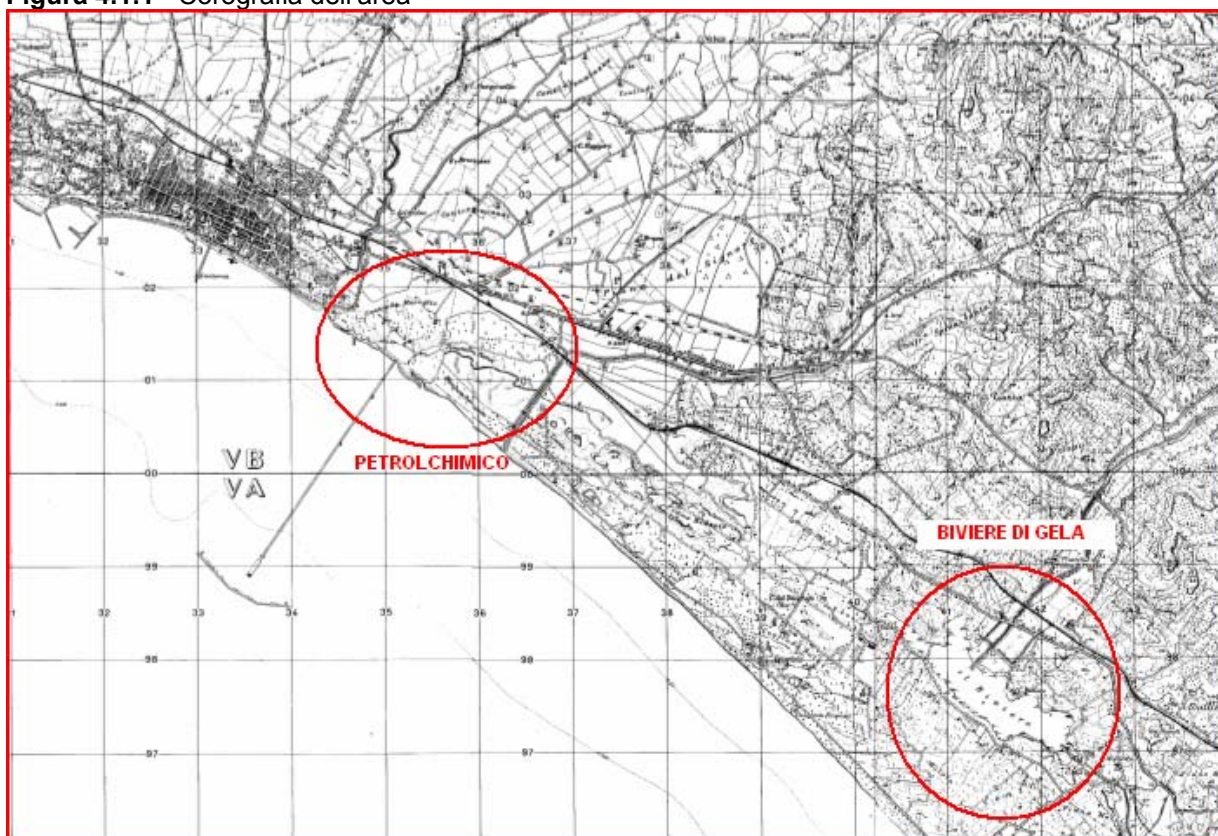
La posizione geografica del territorio di Gela è compresa tra 1° 39'45" di longitudine Est dal meridiano di Monte Mario a Roma (14° 13'12" di longitudine est meridiano di Greenwich) e tra 37°00'05" e 37°10'15" di latitudine Nord.

La città, posta nella parte meridionale della provincia di Caltanissetta, a sua volta, confina: a Nord con i comuni di Butera e Mazzarino, ad Est con quelli di Caltagirone, Niscemi, ed Acate, ad Ovest con Licata ed a sud è bagnata dal Canal Grande di Sicilia.

Il centro urbano sorge in massima parte su una collina che si estende da Est verso Ovest, per circa 4 Km, fiancheggiando la costa, con una elevazione massima di 67 metri; la collina, dal punto di vista geologico, risale all'era quaternaria ed è formata da strati di argilla e scisti marini non ancora ben consolidati. Nel lato orientale (Molino a Vento) la collina è più stretta e va gradualmente allargandosi fino a raggiungere circa 700 metri in quello occidentale (Capo Soprano).

Sul lato ad est, subito dopo il fiume Gela, insiste lo stabilimento petrolchimico.

Figura 4.1.1 - Corografia dell'area



All'interno dello stabilimento petrolchimico sono presenti le società Raffineria di Gela S.p.A. (già AgipPetroli), Syndial S.p.A. (già Enichem), Polimeri Europa, Sviluppo Sardegna, Agricoltura S.p.A., ISAF.

Attualmente sono operative attività di raffinazione (Raffineria di Gela) e sintesi di prodotti petrolchimici (Syndial, Polimeri Europa).

Lo stabilimento è suddiviso in 32 isole con circa 26 Km di strade principali e si sviluppa su un'area di 5 milioni di mq. delimitata:

- a Nord, dalla SS 115 Gela - Vittoria e dalla ferrovia Gela - Siracusa;
- ad Est, da terreni agricoli;
- a Sud, dal demanio marittimo;
- ad Ovest, dal fiume Gela.

Gli impianti Raffineria di Gela S.p.A. (già Agip Petroli) relativi allo Stabilimento GPL (Ex-Agip Gas) e il Deposito Interno, sono separati dai precedenti ed ubicati in adiacenza degli stessi in direzione Est.

Figura 4.1.2 - Petrolchimico di Gela



Sull'intero territorio ad est della città di Gela opera la società Eni Divisione E.&P. S.p.A. dedicata alle attività estrattive di petrolio grezzo.

Alla fine degli anni '50, la scoperta di petrolio greggio nel sottosuolo gelose da parte dell'AgipMineraria costituì un elemento decisivo per la realizzazione di uno Stabilimento Petrolchimico a lavorazione integrata.

Nel 1959 la Società ANIC (Azienda Nazionale Idrogenazione Combustibili) e la Società Finanziaria Sofid (Società Finanziaria Idrocarburi) costituiscono la Società ANIC Gela S.p.A.

Nel 1962 entrano in esercizio i primi impianti di raffinazione con una capacità di 3 milioni di t/anno di grezzo.

Gli investimenti attuati nel corso degli anni hanno consentito un continuo sviluppo delle strutture di raffinazione portando la capacità di raffinazione a 5 milioni di t/anno.

La morfologia del territorio in esame presenta zone collinari (Gela) ed estese zone pianeggianti. I caratteri morfologici della zona sono strettamente connessi con la natura dei terreni affioranti, rappresentati prevalentemente da terreni argillosi e sabbiosi che, data la loro facile erodibilità, determinano l'esistenza di forme blande collinari che si alternano a zone pianeggianti di natura alluvionale.

L'idrografia è rappresentata da numerosi corsi d'acqua, il più importante dei quali è l'omonimo fiume Gela, lungo 60 km e largo circa 25 metri, la cui origine risale ai versanti delle montagne di Piazza Armerina, e i fiumi Maroglio e Dirillo. Il regime idraulico è prevalentemente a carattere di secca alternati a piene nei mesi autunnali ed invernali. Altri corsi d'acqua minori (distanti più di cinque km dallo Stabilimento), sono i torrenti Gattano, Comunelli e Monacella.

Il golfo di Gela forma un arco regolare e molto ampio, al cui centro è ubicata la città; le sue coste si estendono per circa 65 km , di cui oltre 20 km appartengono al territorio di Gela.

Ad Est dello Stabilimento, si trovano terreni agricoli, il lago Biviere ad una distanza di circa 8 km, Lo Scalo Merci – Stazione F.S. di Gela (CL), lo Stabilimento G.P.L. e il Deposito

4.2 Gela, area ad elevato rischio di crisi ambientale

L'art. 7 della legge 8 luglio 1986 n°349, come modificato dall'art. 6 della legge 28 agosto 1989 n°305, prevede la possibilità, da parte del Consiglio dei Ministri e su proposta del Ministro dell'Ambiente, di dichiarare "aree ad elevato rischio di crisi ambientale" gli ambiti territoriali ed i tratti marittimi caratterizzati da gravi alterazioni negli equilibri ambientali.

La Regione Siciliana, con atto n° 26.358 del 25 maggio 1988, inoltra richiesta al Ministero dell'Ambiente per la dichiarazione di area ad elevato rischio di crisi ambientale per gli ambiti territoriali interessati dal polo chimico siciliano, in particolare per la fascia sud-

orientale dell'isola. Sulla base della documentazione tecnica prodotta dalla Regione e dell'istruttoria svolta, il Ministero dell'Ambiente ha proposto nel maggio 1990 la dichiarazione di area ad elevato rischio di crisi ambientale per i territori di Augusta-Priolo-Melilli-Siracusa-Floridia-Solarino e di Gela-Niscemi-Butera, trasmettendo tale proposta alle Commissioni parlamentari competenti per il parere previsto dalla normativa. Il Consiglio dei Ministri, sulla base del parere favorevole espresso dalla XIII Commissione del Senato in data 19 luglio 1990 e dalla VIII Commissione della Camera in data 1 agosto 1990, ha deliberato, con D.P.C.M. del 30 novembre 1990, per la dichiarazione di aree ad elevato rischio ambientale dei suddetti territori.

In seguito, col Decreto del Presidente della Repubblica del 17 gennaio 1995, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n°100 del 2 maggio 1995, viene approvato il Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio della provincia di Caltanissetta.

Il piano di risanamento consta di due parti: la prima contiene una dettagliata descrizione delle zone interessate; la seconda individua gli obiettivi e le strategie operative.

Il Piano approvato sulla base dello studio conoscitivo sullo stato dell'ambiente, definisce un programma di interventi di risanamento. Tale studio individua il Biviere di Gela fra le principali aree di interesse naturale e paesaggistico ed indica i principali fattori di compromissione riconducibili a cause antropiche.

Fra gli interventi programmati è compresa la Riqualificazione ecologica del Biviere di Gela, codice Intervento G3-1/C, consistenti nel:

- ripristino e valorizzazione dell'area a mezzo di un piano di gestione complessiva finalizzato alla conservazione delle caratteristiche naturali e contemporaneamente alla fruizione diversificata (turistico-ricreativa e scientifica) nel rispetto delle esigenze biologiche delle entità faunistiche presenti;
- bonifica delle aree contaminate dallo scarico dei rifiuti solidi e dallo sversamento dei liquami;
- chiusura dei varchi con regolamentazione dell'ingresso del pubblico in modo da ridurre la pressione antropica sull'area;
- predisposizione di apposite strutture per la gestione del tempo libero con parcheggi ed aree attrezzate;
- realizzazione di un museo naturalistico quale punto di riferimento sia per il pubblico, sia per le attività didattiche e scientifiche.

La cifra stanziata per tali interventi ammontava a 3.400 milioni di lire "da accertare sulla base delle procedure previste dal D.P.R."; con riferimento alle priorità di attuazione, sono

state assegnate sia il livello I (interventi fondamentali rispetto alla problematiche principali dell'area a rischio) che il livello II (interventi complementari rispetto alle problematiche principali oppure fondamentali rispetto a problematiche minori).

Gli interventi programmati per l'area in esame sono stati aggiornati dal Comitato nella riunione del 24 febbraio 1999. Allo stato attuale, mentre i progetti a titolarità privata sono stati quasi integralmente realizzati, i progetti a titolarità pubblica, invece, non sono ancora stati del tutto attuati. Per l'attuazione degli interventi di risanamento i Prefetti di Caltanissetta e di Siracusa (quest'ultimo avente competenze sull'area di Priolo) sono stati nominati Commissari Delegati.

Per una sua immediata localizzazione, l'area in oggetto ricade nella porzione orientale della tavoletta "Gela" Foglio 272 II S.O. e nella parte nord occidentale di "Ponte Dirillo" Foglio 272 II S.E. dell'Istituto Geografico Militare italiano, si individua un punto pressoché baricentrico di coordinate N = 4097265, E = 2461470 nella rappresentazione conforme di Gauss – Boaga (Sistema nazionale – fuso est).

La morfologia del luogo è il risultato, su vasta scala, di fenomeni di accumulo e di erosione causati dalle recenti vicissitudini geologiche, comunque posteriori ai depositi circostanti di era quaternaria, caratterizzanti le aree costiere della parte centro meridionale dell'Isola e della continua modellazione dei depositi di spiaggia.

Le caratteristiche morfometriche risultano sensibilmente modificate:

- le sponde del lago hanno subito nel corso degli anni svariate modifiche naturali, una delle caratteristiche dei laghi costieri è proprio quella di possedere delle sponde non definite in quanto facilmente soggette ad esondazioni dovute al repentino innalzamento del livello del mare;
- ancora le sponde sono state soggette a modifiche antropiche, soprattutto nell'ultimo quarantennio, per scongiurare in alcuni punti gli allagamenti tanto deleteri alla coltivazione locale, ad ovest sono stati costruiti degli argini artificiali con materiale dragato direttamente dal fondo del lago, a sud invece è stato impermeabilizzato.

Il profilo morfologico attuale dell'area limitrofa, è caratterizzato da una fisiografia prevalentemente collinare interrotta da modeste piane alluvionali deposte dai torrenti presenti, la zona in esame appare tipicamente costiera: si passa da bassi rilievi collinari degradanti dolcemente verso la costa a montonature tipiche del paesaggio dunale in vicinanza della battigia.

La maggior parte dei depositi di questa piana sono stati trasportati dai due corsi d'acqua più importanti che attraversano questa parte meridionale dell'Isola: il fiume Gela e il Dirillo o Acate; rispettivamente ad ovest ed a est del territorio investigato. La disomogenea costituzione litologica degli affioramenti ha prodotto una morfologia a tratti differenziata, dando origine a versanti con situazioni di degrado per fenomenologie corrosive e di deformazioni strutturali facilitate dalle dislocazioni tettoniche, dall'intensa azione erosiva delle acque di scorrimento superficiale e di quelle marine nella porzione più meridionale. A grandi linee, la regione manifesta aspetti collinari con alcuni tratti che superano di poco quota 150 m nell'intera parte centro-orientale, sub-pianeggianti al top dei rilievi collinari con

modeste spianate d'erosione e aspetti pianeggianti con dune leggermente degradanti verso mare sulla costa. In modo piuttosto generico, è possibile inserire una linea immaginaria, parallela alla linea di costa passante per le sponde nord del Biviere, che suddivide il comprensorio investigato in due fasce morfologiche, distinte per altimetria ed aspetto: la fascia retro-costiera e quella propriamente di costa.

5.2 Sistema idrogeologico

L'esame della litologia di copertura del comprensorio del Lago Biviere, unitamente alla descrizione dei reticoli idrografici superficiali, consente di prevedere un sistema articolato di circolazione delle acque sotterranee concernenti il sistema lacuale. In definitiva, con la verifica idrogeologica di dettaglio e con la valutazione dei diversi punti d'acqua cartografati, sembrerebbe possibile confermare la presenza di diversi acquiferi con deflussi idrici preferenziali che variano, in maniera molto sensibile, in funzione sia degli spessori dei depositi marini della successione pleistocenica e delle coltri alluvionali, che della costituzione litologica degli stessi.

A tale successione fa riscontro una struttura idrogeologica che individua due corpi acquiferi principali:

- *Acquifero sabbioso – limoso superficiale*, ospitante una falda freatica di modeste dimensioni, confinata alla base dal tetto dell'*acquifero argilloso limoso* sottostante.
- *Acquifero lentiforme profondo, di natura sabbiosa*, limitato alla sola parte centro-settentrionale dell'area investigata, ospitante una falda in pressione.

A seguito dei risultati riferibili alla piezometria della falda superficiale, dalla quale si evince il ruolo sostanzialmente alimentante del lago nel periodo piovoso, nell'intento di definire meglio il rapporto falda-lago anche in periodi idrologicamente secchi, e quindi con invasi ridotti nel bacino lacuale, si riportano le tabelle del Piano regionale di risanamento delle acque in relazione alla portata delle principali sorgenti sul bacino del F.^{me} Dirillo in cui ricade l'area esaminata, ma anche le tabelle relative al limitrofo bacino del F.^{me} Gela; infine si riporta anche la tabella dei dati relativi ai carichi piezometrici del novembre del 2002, quando il lago presentava condizioni minime di invaso, con superficie libera dell'acqua attestata alla quota di circa 1,50 m s.l.m.

I risultati di tali misure, unitamente ad alcuni dati caratteristici dei pozzi, sono riportati nella tabella seguente:

Sigla	Tipo	Profondità (m)	Quota p.c. (m s.m.)	Livello acqua (m.s.m.)
1A	trivellato	40,00	30,30	0,20
2A	vasca	10,00	23,00	15,30
3A	trivellato	30,00	8,30	-1,70
4A	trivellato	40,00	18,80	1,00
5A	vasca	10,00	8,40	-0,40
6A	vasca	10,00	6,50	-0,20
7A	vasca	9,00	7,20	1,40
8A	vasca	10,00	8,60	2,90
9A	trivellato	30,00	22,00	14,20
10A	trivellato	24,00	25,40	10,00
11A	vasca	10,00	7,30	0,30
12A	trivellato	30,00	6,50	-3,20
13A	trivellato	20,00	31,20	21,50
14	vasca	10,00	8,70	4,40
15A	trivellato	40,00	7,00	-3,00
16	trivellato	50,00	37,50	11,90
17	vasca	17,00	16,70	4,60
18	vasca	7,00	10,00	7,40
19	vasca	15,00	19,70	6,00
20	trivellato	40,00	31,60	5,30
21	vasca	12,00	10,40	1,60
22	vasca	8,00	8,60	7,30
23	vasca	10,00	7,90	4,80
24	vasca	15,00	5,80	Secco
25	trivellato	40,00	19,85	0,15
26	vasca	5,00	13,50	11,50
27	trivellato	30,00	28,00	14,00
28	trivellato	51,00	42,00	5,30
29	trivellato	50,00	55,00	25,65
30	trivellato	45,00	33,50	-0,20
31	trivellato	50,00	28,90	0,20
32	trivellato	50,00	18,00	-7,80
33	trivellato	50,00	24,00	-5,00
34	vasca	8,00	3,60	-1,50
35	trivellato	30,00	27,60	-2,10
36	vasca	10,00	6,00	-0,14
37	vasca	10,00	6,20	-0,80
38	vasca	10,00	4,80	0,58
39	vasca	7,00	4,00	-1,68
40	vasca	10,00	23,00	16,80

Sigla	Tipo	Profondità (m)	Quota p.c. (m s.m.)	Livello acqua (m.s.m.)
41	vasca	25,00	65,00	46,20
42	vasca	10,00	42,00	37,00
43	trivellato	30,00	105,00	92,00
44	trivellato	30,00	58,00	38,60
45	vasca	12,00	28,00	16,00
46	vasca	6,00	18,00	14,20
47	vasca	8,00	17,00	10,70
48	vasca	8,00	17,50	11,50
49	trivellato	60,00	65,00	24,40
50	vasca	8,00	4,00	-1,40
51	vasca	12,50	8,00	-2,20
52	vasca	10,00	20,00	12,00
53	trivellato	40,00	21,00	-8,60

Di seguito invece, vengono riportati i dati disponibili in letteratura, in merito alle sorgenti del bacino del F.^{me} Dirillo (Fig. 5.2.1) e del bacino del F.^{me} Gela (Fig. 5.2.2):

3. PORTATA DELLE PRINCIPALI SORGENTI

Bacino del F. DIRILLO

DENOMINAZIONE	N. S.I.	N. c.m.p.	COORDINATE GEOGRAFICHE						QUOTA	Formazione acquifera	DATI ANTERIORI AL 1975 (CATALOGO C.M.P.)							DATI RECENTI 1975-1982							Uso		
			Latitudine			Longitud.					PORTATA MISURATA					Portate ricostr. (anno 1986)		PORTATA MISURATA					Operatore				
			0	I	II	0	I	II			N. misure	Minima	Data	Massima	Data	Media	Portata minima ricostruita	Port. media ricostruita	N. misure	Minima	Data	Massima		Data		Media	
			0	I	II	0	I	II																			
Tavol. 272 II NE Polo	1.068	3	37	06	03	01	59	38	172	Calcareniti	144	10	8/70	22	10/56	15	13	17	14	20	12	9/79	17	5/78	14	S. I. (1)	Civ.
Tavol. 273 I SO Testa d'Acqua	1.638	19	37	10	08	02	17	30	540	Vulcaniti	73	14	11/60	45	5/63		20	27	23								Civ.
Tavol. 273 II SO Timpa di Calorio	1.611	13	37	04	58	02	18	26	550	Calcarei	12	10	6/69	17	3/69		10	14	11								Civ.
Tavol. 273 II NO Testa dell'Acqua Canalazzi	1.639 1.617	7 21	37	09	58	02	17	31	520 480	Vulcaniti Calcarei	30 6	9 7	10/36 11/74	22 18	11/59 3/73	14	10 8	20 14	16 11	20	5	11/78	15	3/79	10	S. I.	Civ. Civ.
Tavol. 273 III NE Garrano 2	1.657	1	37	06	04	02	10	02	300	Calcareniti	2	6	9/50	8	10/29	7	4	7	7								Irr.
Tavol. 273 III SE Morana Goma G. Fegotto Favatotta	1.655 1.666 1.667 1.680	3 2 4 6	37	05	55	02	10	48	270	Calcareniti	1	7	10/29				3	4	4								Irr.
Tavol. 273 III SE Morana Goma G. Fegotto Favatotta	1.666 1.667 1.680	2 4 6	37	02	30	02	12	43	340 355 341	Calcareniti Calcarei Calcarei	1 1 2	10 6 9	10/30 10/29 10/29				4 3 4	6 4 6	5 3 5							Civ. Irr. Civ.	
Tavol. 273 III SO Lenzacane	1.673		37	02	19	02	02	49	70	Calcareniti	1	8	10/29							2	12	6/82	12	7/82	12		Inu.
Tavol. 273 III NO Bottaccio	1.605	1	37	08	40	02	03	02	320	Calcareniti	1	24	10/29				12	16	13								Irr.
Tavol. 273 IV SE Acqua della Lav. F.na di Fr.sco Masciana	1.591 1.594 1.596	2 5 6	37	12	14	02	12	55	525 495 460	Vulcaniti Serie solf. Vulcaniti	20 1 112	4 9 0	10/60 10/29 1/63	6	2/60	5	4 5 2	4 6 20	4 6 22								Civ. Irr. Civ.

(1) Misure periodiche della portata di circa 300 sorgenti eseguite tra il 1976 ed il 1982 dal Servizio Idrografico per conto della Cassa per il Mezzogiorno.

(2) Studi e indagini relative al reperimento di acque sotterranee per l'approvvigionamento idrico del sistema VI Cud orientale della Sicilia (Ragusano) Studio ACQUATER Luglio 1980 per conto CASMEZ.

Fig. 5.2.1: Caratteristiche delle principali sorgenti nella porzione meridionale del bacino del F.^{me} Dirillo. (ARTA, 1986)

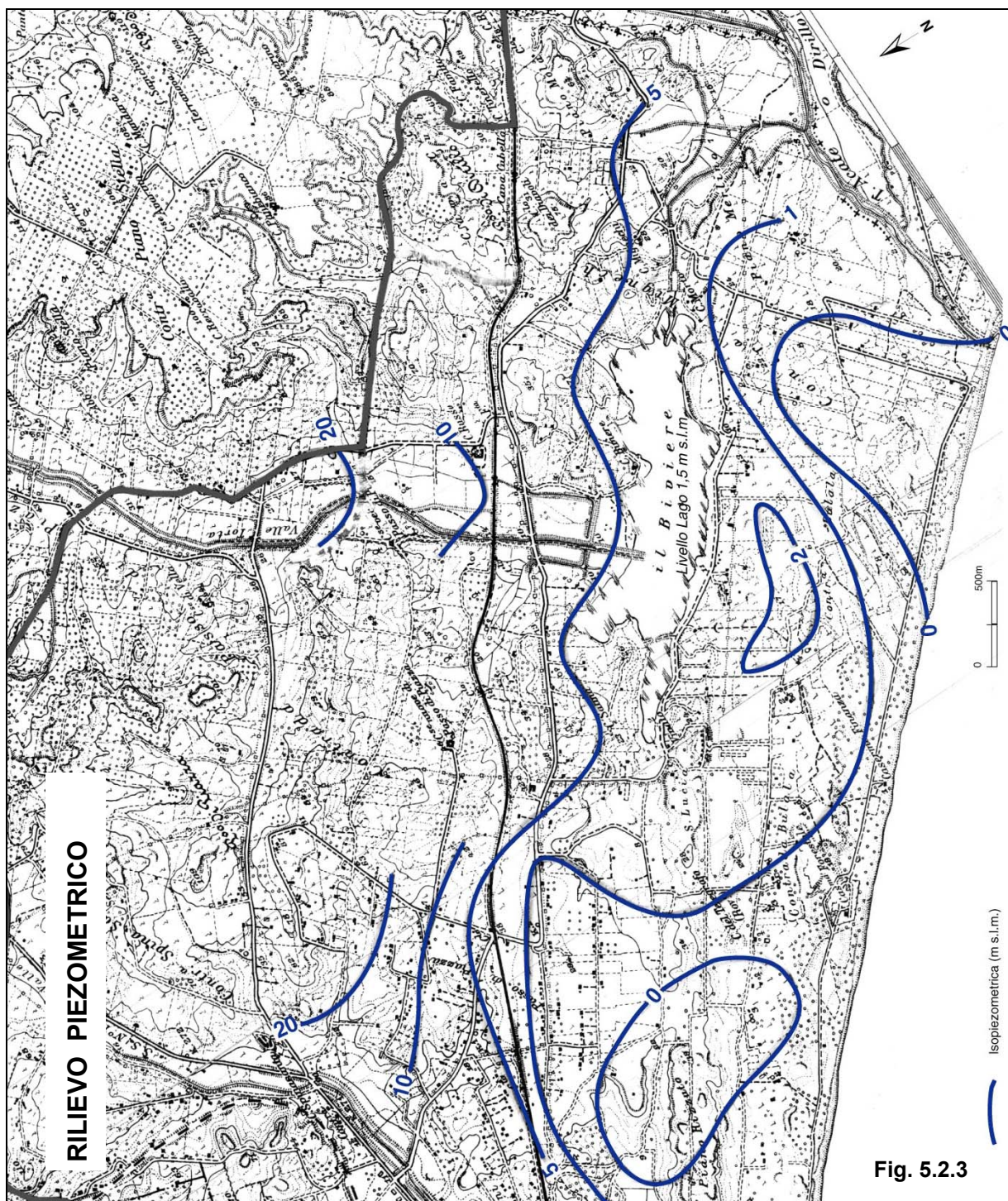
3. PORTATA DELLE PRINCIPALI SORGENTI

Bacino: GELA

DENOMINAZIONE	N. S.I.	N. c.m.p.	COORDINATE GEOGRAFICHE						QUOTA	Formazione acquifera	DATI ANTERIORI AL 1975 (CATALOGO C.M.P.)							DATI RECENTI 1975-1982							Uso																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
			Latitudine			Longitud.					PORTATA MISURATA					Portate ricostr. (anno 1986)		PORTATA MISURATA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
			0	I	II	0	I	II			N. misure	Minima	Data	Massima	Data	Media	Portata ricostruita	Port. media ricostruita	Port. media ricostruita	Port. media ricostruita	N. misure	Minima	Data	Massima		Data	Media	Operatore																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Tavol. 268 II ME																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						

Fig. 5.2.2: Caratteristiche delle principali sorgenti nella porzione orientale del bacino del F.^{me} Gela. (ARTA, 1986)

L'analisi di questi dati relativi alle sorgenti disponibili ed ai carichi piezometrici, presenti nell'area, si è conclusa con una prima ricostruzione della morfologia della superficie piezometrica; i risultati di tale interpretazione sono riportati nello stralcio cartografico modificato di Fig. 5.2.3.



Analizzando le linee di deflusso sotterraneo si osserva una modesta riduzione dei carichi piezometrici nell'acquifero sabbioso costiero e la presenza di una soglia di permeabilità che, oltre a limitare l'ingressione di acqua marina, impedisce il recapito diretto a mare delle acque di falda. Falda che, nel periodo siccitoso, sembra alimentare l'invaso sicuramente da monte, mentre a valle la presenza di un alto piezometrico induce un riflusso parziale dell'acqua sotterranea verso il lago stesso. Ma una repentina variazione del livello delle

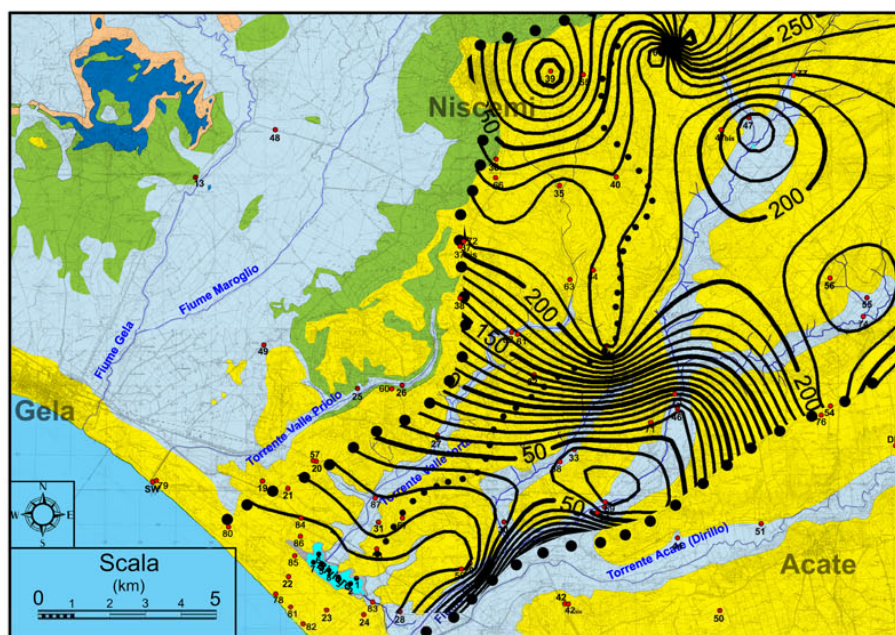
acque del lago (massimo invaso primaverile con 5.00 m s.l.m. massimo depauperamento autunnale con livello anche a quote inferiori ai 2.00 m s.l.m.) porterebbe ad un disequilibrio temporaneo, con una inversione della tendenza e progressiva alimentazione generalizzata a valle, ma anche a monte della falda.

La morfologia piezometrica mette in evidenza l'accentuata pendenza a monte del lago, con tendenza ad un incremento progressivo in approssimazione al lago stesso, in conseguenza dell'effetto di richiamo esercitato dal bacino.

I gradienti che si determinano sono molto elevati nel settore centrale della parte di monte, dove si raggiungono valori mediamente prossimi al 10 ‰, con incrementi progressivi verso il lago, mentre sulle parti marginali la pendenza della superficie piezometrica si attenua, riducendosi a valori non superiori al 2-3 ‰, e le isopieze tendono ad arretrare su entrambi i lati.

Nel settore di valle la piezometria tende ad orizzontalizzarsi ed i gradienti decrescono ulteriormente, non superando il valore indicativo dell'1‰.

La permeabilità primaria nel complesso sabbioso e sabbioso argilloso varia, da alta nei termini superiori più sabbiosi e calcarenitici, a medio-bassa nei suoi termini inferiori che gradualmente vanno verso il complesso marnoso argilloso impermeabile. La geometria dei complessi idrogeologici fa ipotizzare un unico acquifero che però localmente diventa a falde sospese per la presenza discontinua d'intercalazioni più argillose nel complesso sabbioso e sabbioso argilloso.



- Legenda**
- Complesso argilloso-limoso lacustre (Permeabilità bassa)
 - Complesso alluvionale (Permeabilità variabile)
 - Complesso sabbioso e sabbioso-argilloso (Permeabilità da alta a medio bassa)
 - Complesso marnoso argilloso (Impermeabile)
 - Complesso della serie evaporitica. (molto permeabile)
 - Complesso argilloso marnoso (Impermeabile)
 - Limite del Bacino idrografico F. Ficuzza
 - Limite del sottobacino idrografico Torrente Valle Torta
 - Isopiezometriche (equidistanza 10 metri)

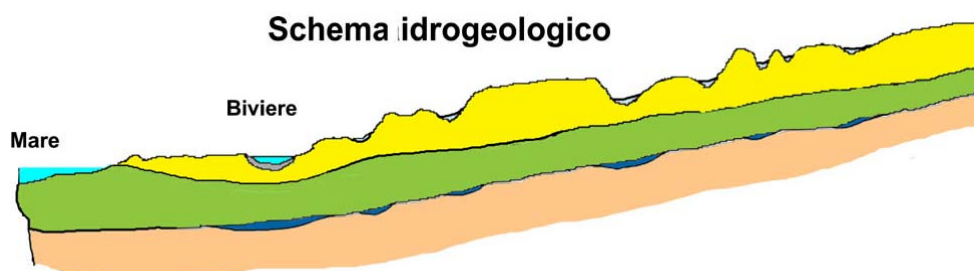


Fig. 5.2.4 Carta idrogeologica e Schema idrogeologico.

In base ai livelli piezometrici misurati durante i campionamenti è stato ricostruito l'andamento della superficie piezometrica che mostra in generale delle linee di flusso in direzione NE-SW. Volendo indagare in particolare nelle vicinanze del lago, si può notare come lo specchio libero del lago si trovi tra le isopiezometriche 5 e 2,5 con un gradiente

idraulico di $2.5 \cdot 10^{-3}$. Anche se dalla ricostruzione della piezometria non si intravede un pericolo reale di intrusione marina e da precisare che il campionamento al quale si fa' riferimento non rappresenta il periodo di massima siccità.

Da lavori svolti in precedenza (GreenStream SpA, 2003) in seguito ad un rilevamento di dettaglio delle quote piezometriche intorno al lago effettuato nel Novembre del 2002 (periodo di magra) si è osservata una generale caduta dei carichi piezometrici, anche al di sotto del livello del mare, causa imputata non solo alla siccità del periodo ma anche agli intensi emungimenti locali per scopi irrigui. In particolare lungo la linea di costa si sono ricostruite due depressioni piezometriche al di sotto del livello del mare, una a ovest e una a sud del lago. Proprio in corrispondenza di quest'ultima e continuando verso est potenzialmente si possono verificare fenomeni di intrusione marina dal momento che l'andamento del letto impermeabile dell'acquifero (Complesso marnoso argilloso) lungo la costa scompare sotto il livello del mare andando da ovest verso est. Inoltre sempre lungo la costa si possono osservare delle sabbie scarsamente cementate intercalate al complesso marnoso argilloso. Da testimonianze raccolte dai proprietari dei terreni vicino la costa (C.da Bulàla) è stato riferito che più volte durante scavi di pozzi a vasca, dopo uno strato di circa 2 metri di argille marnose si è dovuto abbandonare lo scavo per problemi di stabilità del terreno in quanto gli anelli posizionati al fondo continuavano a sprofondare verso il basso, inoltre l'acqua aveva un sapore salmastro molto accentuato. Ciò porta ad ipotizzare che si possono avere anche problemi di intrusione puntuale.

Va precisato che da un punto di vista idrogeologico la falda non è a contatto diretto col mare solo ad ovest poiché lì il complesso marnoso argilloso segna un limite idrogeologico impermeabile, verso est invece il limite impermeabile diventa a potenziale imposto, limite molto labile che dipende dall'equilibrio idraulico dinamico che si instaura tra la falda e mare. Il valore altimetrico di 8 m s.l.m., quota massima di invaso del Biviere di Gela, corrisponde al volume massimo di invaso, pari a circa $5.8 \times 10^6 \text{ m}^3$, e ad una superficie complessiva rispettivamente di $1.2 \times 10^6 \text{ m}^2$ di specchio d'acqua. Il periodo di massimo invaso si osserva in primavera, con livelli medi di circa 3 m s.l.m. che corrisponde ad una capacità di invaso di circa $1.1 \times 10^6 \text{ m}^3$, mentre il massimo depauperamento si ha in autunno-inverno, con livelli inferiori ai 2 m s.l.m e corrispondente capacità di invaso di circa $0.6 \times 10^6 \text{ m}^3$. al di sotto dei quali il lago si divide in due unità distinte.

Va comunque precisato che in occasionali periodi di elevata precipitazione sull'area vengono convogliate nel lago le acque della Diga Dirillo. In questi casi il lago

raggiungendo un livello di 5.50 m riversa le acque in eccesso provenienti dalla diga a mare dando la possibilità alla fauna ittica di interagire con la fauna ittica marina.

I calcoli effettuati sulla base dei dati termopluviometrici forniscono un valore di evapotraspirazione reale (Turc, 1954; Santoro, 1970) pari a 345.50 mm/anno, mentre con il metodo Thornthwaite risulta pari a 304 mm/anno. Riportando i valori medi mensili stimati di evapotraspirazione contro i valori di precipitazione, risulta evidente che la ricarica meteorica in falda avviene soltanto alcuni mesi della stagione autunnale – invernale, in particolare da Novembre a Febbraio. Dal momento che il territorio in esame ricade per metà nell'area del topoiato di Gela e per la restante parte nell'area del topoiato di Niscemi, si prende in considerazione una precipitazione media di 385.5 mm/anno.

Considerando l'evapotraspirazione calcolata con il metodo Thornthwaite, la precipitazione effettiva ($P_e = P - E_{tr}$) risulta pari a e 81.5 mm/anno. Utilizzando un coefficiente di infiltrazione potenziale C.I.P. pari a 90% (In quanto la litologia che quasi interamente affiora nell'area è costituita da sabbie e calcareniti) si stima che l'infiltrazione efficace è circa $I = 73.3$ mm/a, che moltiplicata per l'intero bacino di appartenenza da una stima del volume di acqua che si infila, pari a 2×10^7 m³/a. La rimanente parte della precipitazione efficace (P_e) è la quantità di acqua che scorre superficialmente per ruscellamento (circa 2.3×10^6 m³/a) di cui comunque solo una parte, le acque del bacino Torrente Valle Torta, arrivano al lago con un volume pari a circa 0.47×10^6 m³/a, mentre il resto sfocia direttamente a mare. La quantità di acqua proveniente dal bacino Dirillo invece ammonta a circa 1.9×10^6 m³/a considerando naturalmente la parte di bacino a valle dell'omonima diga, che si estende per circa 234 km². Per semplicità in figura 5.2.5 viene riportato uno schema del bilancio idrogeologico.

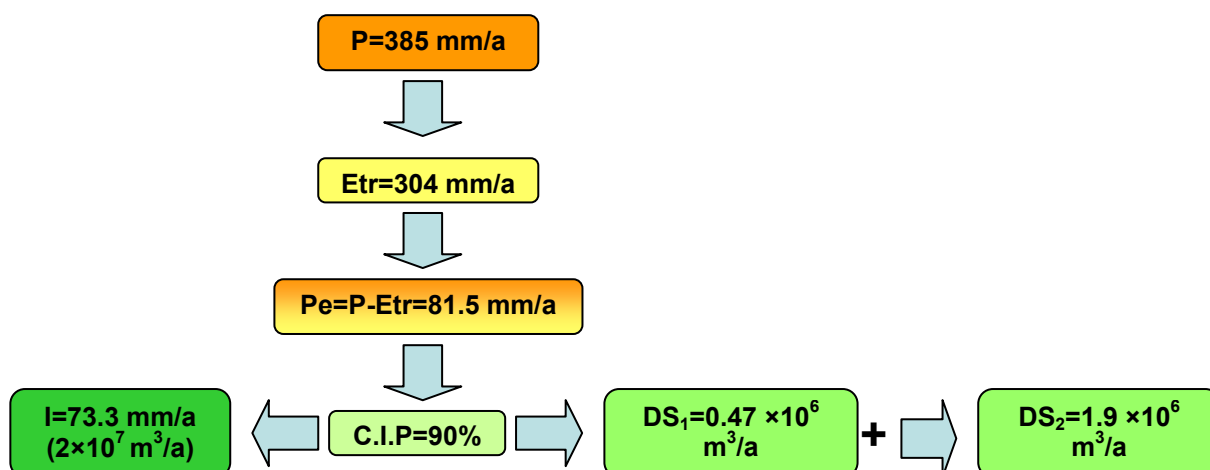


Fig. 5.2.5 Schema del bilancio idrogeologico

Immaginando ragionevolmente una sezione media dell'acqua di falda a monte del lago (alta 5 m e lunga 2 km), parallela all'andamento delle isopiezometriche in quel tratto e utilizzando una permeabilità di 9×10^{-5} m/s, e un gradiente idraulico ricavato dall'andamento delle isopiezometriche in quel tratto, e facendo lo stesso ragionamento a valle, per stimare il volume in uscita, si ottiene una portata dell'acqua di falda verso il lago di circa $Q_e = 0.24 \times 10^6$ m³/a, mentre a valle la portata in uscita dal lago è stimato in $Q_u = 0.11 \times 10^6$ m³/a.

Infine non si può trascurare l'acqua precipitata direttamente dentro il lago che ammonta a circa $P_d = 0.46 \times 10^6$ m³/a.

Mediante la formula del Visentini (1974) per l'evaporazione degli specchi d'acqua, modificata con la curva sperimentale proposta da Calvi et al. (2001) è stata stimata l'entità dell'evaporazione media mensile dal lago (E.m.), con valore pari a circa 1445 mm/anno pari ad un volume di 0.75×10^6 m³/a. Ciò porta a dedurre che il contributo dovuto alle acque di ruscellamento e precipitazione diretta (2.83×10^6 m³/a) è circa 26 volte superiore a quello della falda, e che la sola evaporazione dello specchio libero del lago è circa 7 volte quello dovuto all'alimentazione della falda (Fig. 5.2.6).

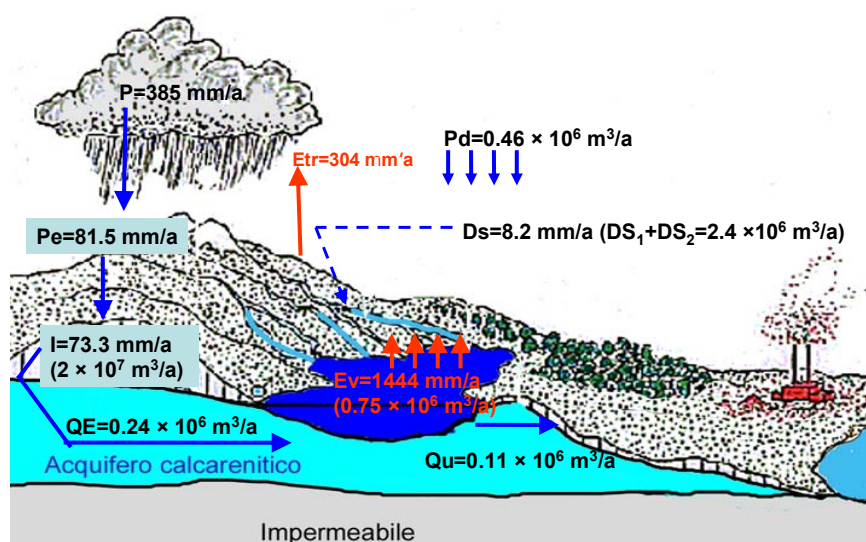


Fig. 5.2.6 Schema del bilancio idrogeologico del lago Biviere.

Dal bilancio idrogeologico di massima stimato si può dedurre che l'alimentazione del lago è essenzialmente dovuta ad apporti superficiali dei due immissari, mentre la falda gioca un ruolo molto marginale nell'alimentazione del lago, anzi nei periodi di massimo invaso del

lago, si possono avere inversioni dei flussi nella parte a monte, dove il lago rappresenta l'alimentazione per la falda.

Le forti escursioni dei carichi idraulici nel lago, quindi modificano profondamente i rapporti di immissario ed emissario tra i due corpi idrici, invertendo il flusso delle acque, in base alle forti variazioni di carico idraulico tra i due corpi idrici.

Dal bilancio idrogeologico del lago è stato stimato che per far andare in secca nel periodo estivo basta una riduzione delle precipitazioni del 20%.

Il sovrasfruttamento della falda è avvalorato oltre che dalle anomalie piezometriche anche dalla stima del fabbisogno idrico colturale nell'area in oggetto, resa possibile da dati ISTAT aggiornati al 2000 riguardo le superfici coltivate in funzione del tipo di coltura. Con questa base la stima del fabbisogno idrico colturale ammonta a $1.2 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$, cioè circa il 60 % della potenzialità idrica della falda che è di appena $2 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$.

5.3 Geomorfologia

Da un'analisi topografico-altimetrica tutta la zona è caratterizzata da bassi rilievi collinari che degradano dolcemente verso la costa, con quote massime di 366 m s.l.m. nelle vicinanze di Niscemi, e di 120-130 m s.l.m. in prossimità della riserva naturale "Biviere di Gela". Dal punto di vista geomorfologico nell'area si individuano delle valli orientate NE-SW, manifestazione superficiale di una serie di fratture sepolte determinatesi durante le ultime fasi di tettonica attiva nel quaternario, in corrispondenza delle quali si sono impostati i principali corsi d'acqua, ai margini dei quali si sono depositati i sedimenti alluvionali terrazzati in più ordini, risultato finale dell'erosione di sedimenti depositati precedentemente ai lenti sollevamenti locali che hanno costretto i corsi d'acqua ad approfondire i propri alvei per raccordarsi al mare.

Elemento significativo della riserva è il lago con una superficie di massimo invaso di circa 120 ettari, una quota di 8 metri s.l.m., distante dal Mar Mediterraneo circa un chilometro e mezzo.

Il lago Biviere ha una forma ellittica irregolare ed è orientato in direzione NW-SE parallelamente alla linea di costa. La morfologia appiattita del fondo del lago è il risultato del raggiungimento di uno stadio di maturità morfologica. Nell'entroterra non sono presenti evidenti fenomeni di instabilità; pesanti invece sono stati nel tempo gli interventi dell'uomo che hanno modificato drasticamente quelli che erano gli originali elementi morfologici.

Numerosi e diffusi sbancamenti e lavori di livellamento per insediare attività produttive fino alla linea di costa hanno profondamente modificato il paesaggio; sono state aperte cave di materiale sabbioso o argilloso per laterizi, gradonati i pendii per consentire l'insediamento di lavorazioni agricole, soprattutto lungo il litorale, un tempo interessato dalle tipiche morfologie dunali, oggi osservabili soltanto in ristretti tratti.

Dall'analisi di foto aeree del 1938 e del 1997, risulta in maniera evidente lo stato di arretramento della linea di costa. Questo fenomeno è evidenziato, tra l'altro, dalla presenza, in mare, di resti di camicie di pozzi, usati in passato per l'irrigazione. Il fenomeno di arretramento, attivo già dal 1867, è più evidente lungo il margine occidentale dell'area con un arretramento medio su tutta la linea di costa di circa 100 metri e un arretramento massimo in alcuni punti di 250 metri avutosi nell'arco di pochi decenni (GreenStream S.p.A.,2003). La causa di questo fenomeno è imputabile alla realizzazione delle dighe lungo i principali corsi d'acqua che hanno limitato significativamente gli apporti di materiale solido a mare, e alla costruzione del molo del petrolchimico, che ha modificato l'incidenza delle correnti marine di fatto diminuendo l'apporto di sedimenti lungo la costa.

5.3.1 INQUADRAMENTO TETTONICO-STRUTTURALE

Nella zona sud-occidentale della Sicilia si sviluppano due bacini terziari: il piccolo bacino di Castelvetro e la grande fossa di Caltanissetta. In quest'ultima si sono verificati colamenti gravitativi con trasporto di esotici provenienti dalle aree insorgenti a N.W. della fossa stessa. Questi hanno subito nel tempo un graduale spostamento da N.W. a S.E. arrivando nel Pliocene e Quaternario ad interessare anche la porzione nord-occidentale dell'avampese Ibleo.

Nel territorio in esame si possono distinguere diversi eventi tettonici principali:

- *Fase compressiva paleocenica miocenica* che ha portato all'instaurarsi di una struttura a pieghe irregolari della serie argillosa e marnosa rispettivamente del Cretaceo-Oligocene e del Tortonian. Si tratta di una struttura molto irregolare con pieghe in parte rovesciate verso sud.
- *Evento tettonico intra-messiniano* che ha portato alla suddivisione del ciclo evaporitico in due complessi distinti, uno superiore e uno inferiore. All'inizio di questa fase erano emerse le aree delle Madonie-Peloritani e dei Sicani. Da queste

zone provenivano abbondanti clasti e le soluzioni arricchite in solfati che portarono alla deposizione dei Gessi del secondo ciclo.

- *Fase compressiva* posteriore alla deposizione dei trubi. Questa fase corrisponde alla prima fase tettonica compressiva post-orogena, di età medio-pliocenica, individuabile nella discordanza angolare che separa i trubi dalle sovrastanti argille marnose azzurre (Di Geronimo et al., 1978). Sono state individuate due principali pieghe anticlinali con asse di orientamento rispettivamente N.E. - S.W. e N.W.-S.E. ai cui nuclei si sono impostati l'asta del Torrente Maroglio e del F. Gela.
- *Fase traslativa* al limite del Pliocene sup. e Santerniano che ha dato origine alla falda di Gela. Tale fase determina deboli piegamenti a sinclinale delle sabbie Plio-pleistoceniche e delle sottostanti argille marnose. In tale fase si assiste ad un'ulteriore accentuazione delle pieghe già esistenti.
- *Fase intra-pleistocenica di sollevamento* che ha determinato un leggero inarcamento dei terreni sabbiosi plio-pleistocenici.

L'area in esame ricade nel "Bacino centrale siciliano", meglio noto come "Fossa di Caltanissetta".

Strutturalmente, l'intero "Bacino centrale siciliano", rappresenta l'avanfossa, compresa quindi, tra una catena in sollevamento e un'area di avampaese stabile. Successivamente alla fase parossistica dell'orogenesi alpina, il Bacino di Caltanissetta subì una diversa evoluzione geodinamica, che portò a una distinzione del bacino in tre settori:

- ✓ Settore Centuripe-Enna
- ✓ Settore M. Navone-Piazza Armerina
- ✓ Settore occupato dalla Falda di Gela

Le formazioni dell'avanfossa, in parte sovrascorse sull'avampaese Ibleo, costituiscono il settore della "Falda di Gela". Le successioni plio-pleistoceniche che formano la falda sono costituite dal basso verso l'alto da trubi, marne, in discordanza dalle marne argillose a *Globorotalia inflata*. Al di sopra di questi livelli, tettonicamente trasportati, seguono marne siltose e alternanze di sabbie e siltiti a *Hyalinea baltica*. Il tetto di questa falda è stato riconosciuto nel pozzo petrolifero Gela 1, eseguito dall'AGIP mineraria, intorno a 1000 m. di profondità.

I terreni affioranti all'interno dell'area in esame rappresentano un intervallo stratigrafico compreso tra il Mesozoico e il Quaternario.

5.3.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

I terreni più antichi sono costituiti da un complesso caotico di argille plastiche scagliose, varicolori con inclusi elementi litoidi eterogenei. Tale complesso è riferibile al Cretaceo-Oligocene. Segue un complesso marnoso con intercalazioni di lenti sabbiose, in discontinuità stratigrafica. Tale complesso è riferibile alla porzione più pelitica della Formazione Cozzo Terravecchia del Tortoniano. Superiormente, affiorano i terreni appartenenti alla serie evaporitica, chiusa al tetto dalla deposizione dei trubi, che segnano il passaggio dal Messiniano sup. al Pliocene inf. Questi depositi sono normalmente in discordanza sulla serie evaporitica e segnano il ritorno a condizioni di salinità normali.

Il Pliocene medio è caratterizzato da un complesso marnoso-sabbioso, in netta trasgressione sui trubi. Le sabbie sovrastanti, che completano e chiudono il complesso marnoso-sabbioso, sono riferibili al Pleistocene inferiore. Un ulteriore complesso, con caratteristiche simili al precedente, ma in discordanza angolare, è stato riconosciuto nella zona compresa tra Caltagirone-Niscemi-Gela di età riferibile al Pleistocene medio sup. In fine il Quaternario recente è costituito da depositi lacustri, alluvionali, terrazzati e non.

5.4 Inquadramento geochimico

I dati geochimici consistono nei risultati delle analisi chimiche, isotopiche e delle determinazioni chimico fisiche delle campagne di campionamento effettuate a Luglio del 2003 e ad Aprile e Novembre 2004 per un totale di circa 60 punti di campionamento per ogni campagna, più i campionamenti bimestrali delle acque dei laghi per tutto il periodo di ricerca.

Al principio è stata fatta una prima trattazione statistica dei dati sia descrittiva che di distribuzione multivariata.

Questa trattazione è stata ritenuta significativa, in quanto permette di fare una prima distinzione, prendendo in considerazione la distribuzione della conducibilità misurata.

Considerando i campioni della falda (escludendo i valori anomali e quelli dei laghi), sono state considerate 18 classi di frequenza di conducibilità, e calcolato il numero di valori compreso in ciascuna classe.

L'interpretazione dei dati ci permette di individuare almeno tre famiglie di acque:

- acque a conducibilità $<2100 \mu\text{S/cm}$
- acque a conducibilità $>2100 \mu\text{S/cm}$

-
- acque a conducibilità $>4100 \mu\text{S}/\text{cm}$

Procedendo dalle acque meno saline a quelle più saline si registra un aumento delle concentrazioni medie di quasi tutti gli elementi disciolti, ad eccezione dello ione HCO_3^- e della quantità di silice, che aumentano, ma solo leggermente. Il pH mostra invece valori medi inferiori nelle acque più saline.

Dalla matrice di correlazione si evidenzia una marcata correlazione tra gli elementi più abbondanti e il TDS (Totale dei solidi disciolti) mentre non c'è correlazione tra il TDS e il pH o la pCO_2 suggerendo quindi che il contenuto di sali disciolti è funzione della solubilità dei minerali e non dell'aggressività delle acque. Il contributo di sali evaporitici è avvalorato dalla elevata correlazione tra Ca^{2+} - SO_4^{2-} e Na^+ - Cl^- .

La factor analysis dei costituenti chimici ha generato quattro fattori che insieme costituiscono 84,8 % di varianza. Il factor 1 che costituisce il 23.5 % della varianza totale, rappresenta il fattore principale, caratterizzato da tutti quegli elementi legati alla serie evaporitica, quali Ca^{2+} , SO_4^{2-} e Sr^{2+} . Il secondo fattore associato con pH, pCO_2 , SiO_2 , HCO_3^- , rappresenta il 22.1% del totale, e individua un processo di dissoluzione di carbonati. Il terzo fattore, legato al K^+ Br^- NO_3^- , con il 19.9% della varianza totale, suggerisce che l'apporto di questi elementi sia prevalentemente legato ad uso di fertilizzanti. Il quarto fattore, legato al TDS, Na^+ e Cl^- , con il 19.3% della varianza totale, suggerisce che l'apporto di questi elementi potrebbe essere legato ad un contributo marino o sedimenti di origine marina.

Una seconda distinzione è stata fatta prendendo in considerazione il diagramma classificativo di Langelier-Ludwig (Langelier W.F. & Ludwig H.F., 1942) (Fig. 5.4.1).

Il diagramma mostra che la maggior parte delle acque sono essenzialmente di tipo clorurato-solfato-alcaline. Da una prima osservazione si può notare come le acque seguano un trend evolutivo dal campo bicarbonato-alcalino-terroso verso il campo cloro-solfato-alcalino. I punti rappresentativi delle acque del lago sembrano essere più direttamente attribuibili ad una alimentazione delle acque, con conducibilità maggiore, già evolute.

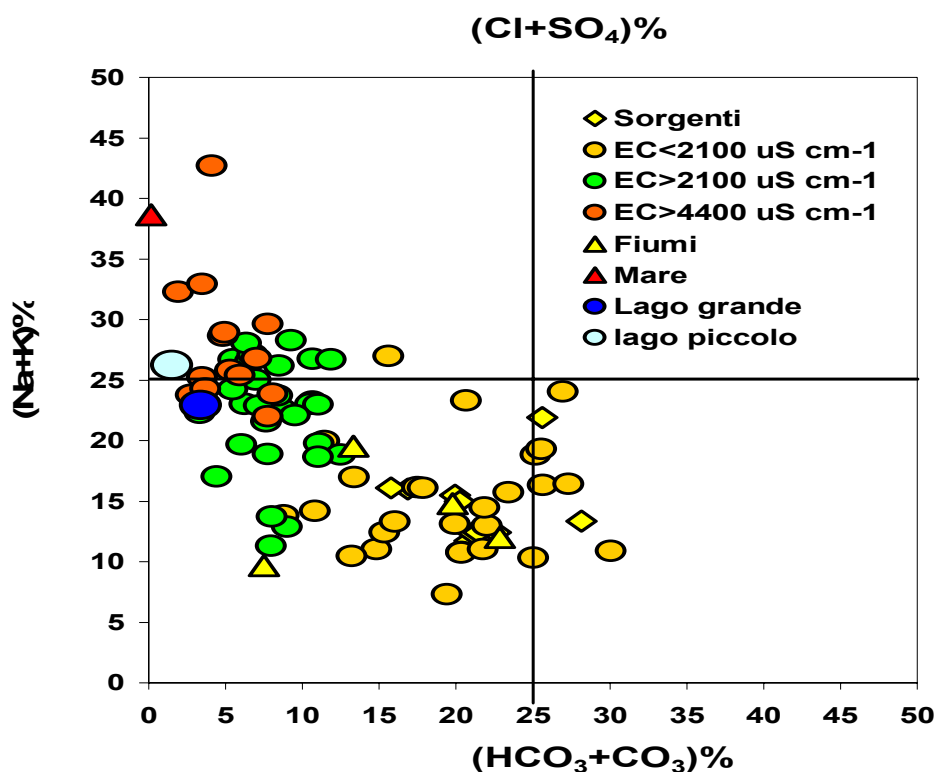


Fig. 5.4.1 Diagramma Classificativo Langelier-Ludwig.

Affiancando al diagramma classificativo di Langelier-Ludwig, dei diagrammi triangolari che prendono in considerazione la componente cationica ($\text{Na}^+ - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$) e la componente anionica ($\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Cl}^-$), si nota come nelle acque a maggiore conducibilità si ha prevalenza di ioni Na^+ , Cl^- e SO_4^{2-} , mentre nelle acque a conducibilità minore, la prevalenza di ioni Ca^{2+} e HCO_3^- fa ipotizzare un'interazione predominante con carbonati di calcio. Inoltre in tutti i campioni si osserva una grande variabilità composizionale, evolvendo per quanto riguarda i cationi da termini calcici a sodici, mentre per quanto riguarda gli anioni si ha una dispersione ampia all'interno dei tre settori. Considerando un diagramma triangolare che tenga conto delle fasi a carbonato di calcio e a solfato di calcio ($\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$) si nota come al progressivo aumento della conducibilità delle acque vi è un trend lineare in direzione del rapporto $\text{Ca}^{2+}/\text{SO}_4^{2-}$ tipico del gesso o dell'anidrite, il che suggerisce un controllo del chimismo sostanzialmente dovuto a calcite, aragonite, anidrite o gesso (Fig 5.4.2).

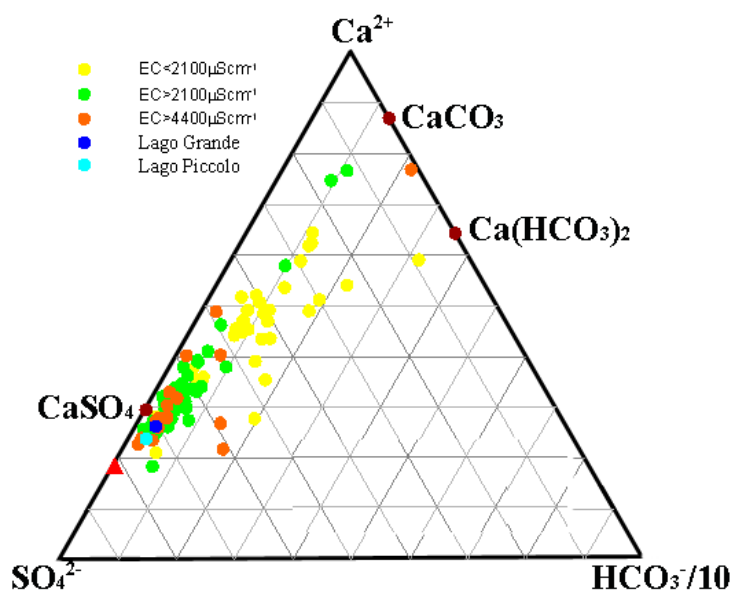


Fig. 5.4.2 Diagramma triangolare (SO_4^{2-} - Ca^{2+} - $\text{HCO}_3^-/10$).

In particolare il diagramma suggerisce che le acque ricche in HCO_3^- progressivamente si arricchiscono in SO_4^{2-} durante la circolazione fino ad arrivare, come termine ultimo, ai punti rappresentativi delle acque del lago.

Gli indici di saturazione del gesso variano da -2.6 a -0.2 , andando dalle acque meno saline a quelle a più alto contenuto di sali, suggerendo come queste acque siano in grado di portare in soluzione ancora gesso. Questo trend richiede un relativo decremento nel contenuto di HCO_3^- , probabilmente dovuta alla precipitazione di CaCO_3 durante la dissoluzione dei gessi, in modo da mantenere condizioni di saturazione delle acque rispetto alla calcite. I calcoli degli indici di saturazione indicano condizioni di saturazione o leggera sovrassaturazione in calcite per quasi tutti i campioni.

La concentrazioni di magnesio per i campioni a conducibilità $< 2100 \mu\text{S cm}^{-1}$ è sempre nettamente inferiore alla concentrazione di calcio. Questo significa che in generale l'interazione con rocce carbonatiche favorisce il rilascio di calcio piuttosto che magnesio. Le acque a conducibilità $> 2100 \mu\text{S cm}^{-1}$ mostrano in media una diminuzione del rapporto Ca/Mg . Considerato che l'apporto di calcio può essersi al più mantenuto costante, questo comporta un contemporaneo aumento degli apporti di magnesio. La buona correlazione del Mg^{2+} con il SO_4^{2-} lasciano ipotizzare la stessa l'origine, probabilmente dovuta all'utilizzo in zona di fertilizzanti costituiti da solfato di magnesio. In particolare altri elementi, quali Br^- , K^+ e NO_3^- , denotano una chiara origine antropica, mostrando variazioni temporali, con concentrazioni più elevate in inverno e primavera e più basse in estate e autunno, trend osservato in molte altre aree intensamente coltivate (Khadija et al., 2000; Dworkin, 2003).

La mappa di distribuzione della conducibilità e delle concentrazioni degli elementi maggiori evidenziano sostanzialmente distribuzioni simili tra loro, con basse concentrazioni nelle zone interne di alimentazione a N.E. del bacino, in aumento in direzione S.O., verso la direzione di flusso principale della falda ed in corrispondenza delle principali vallate, fino a raggiungere il massimo della concentrazione in prossimità del lago e della costa (Fig. 5.4.3).

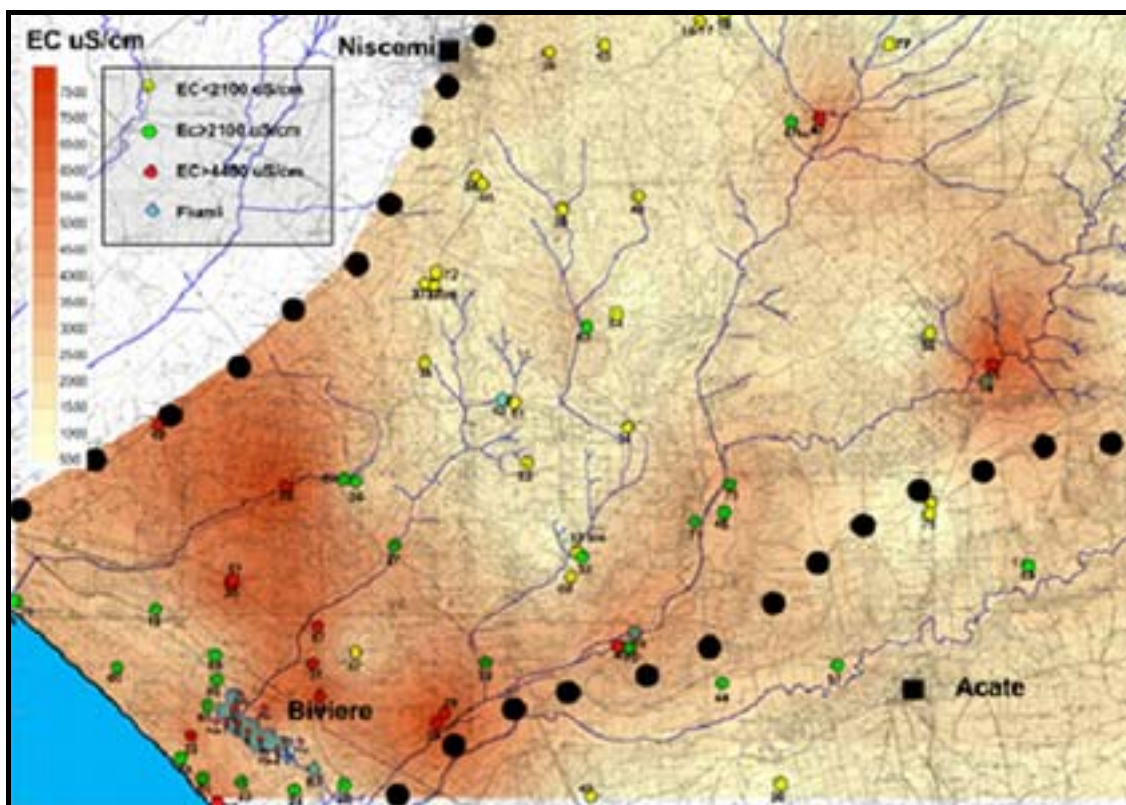


Fig. 5.4.3 Mappa di distribuzione della conducibilità

Tale distribuzione potrebbe essere dovuta sia all'interazione delle acque con litologie di natura differente (in corrispondenza delle vallate affiorano le argille sabbiose etc. Q2a, e sono assenti le sabbie gialle etc. Q2s), oppure potrebbe anche essere legato ad un apporto di origine antropica, dato che in corrispondenza delle vallate si ha il maggiore addensamento di aree coltivate (Coltivazioni di tipo intensivo in serre con più cicli di produzione all'anno). L'utilizzo di indici idrogeochimici come il rapporto Mg/Ca indicano che le acque non risentono dell'influenza marina. Solo per pochi punti di campionamento il rapporto Cl^-/HCO_3^- è > 20 indicando così una possibile interazione marina, anche se

bisogna essere molto cauti in quanto anche altri fattori possono produrre risultati analoghi, quali ad esempio interazione con sedimenti di origine marina.

I dati isotopici, comunemente usati in studi idrogeologici regionali per identificare regimi di flusso e aree di alimentazione possono essere usati anche per evidenziare processi di mixing a diversa composizione isotopica. Plottando i valori del $\delta^{18}\text{O}$ contro Cl^- (Fig.5.4.4) si può ipotizzare un processo di mixing con acqua marina solo per alcuni punti di campionamento ad alta conducibilità, che comunque non supera il 10%.

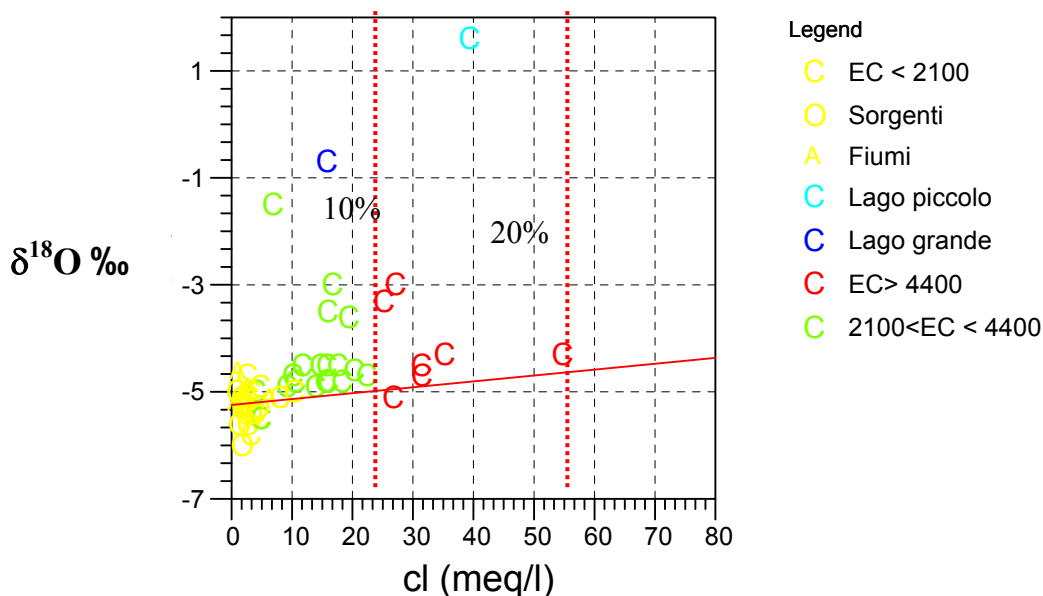


Fig. 5.4.4 Grafico binario $\delta^{18}\text{O}$ ‰ vs Cl (meq/l)

Il rapporto di adsorbimento del sodio, insieme alla misura di conducibilità fornisce la base per la classificazione delle acque in riferimento al rischio salino e alla pericolosità dovuta al Na^+ . Normalmente acque con valori SAR superiori a 8 non dovrebbero essere utilizzate in agricoltura. Dal diagramma Wilcox (indice SAR/Conducibilità) emerge che quasi tutte le acque a $\text{cond.} > 4.100 \mu\text{S/cm}$ hanno indice $\text{SAR} > 8$ e poco meno della metà dei punti campionati presentano acque che possono essere utilizzate solo in particolari tipi di suoli ben drenati e a bassa velocità di scambio cationico. Inoltre in base alla classificazione proposta da Giardini L. et al.(1993) quasi tutte le acque campionate devono essere usate solo in casi eccezionali in quanto presentano elevati tenori di Selenio. Non tenendo conto di questo elemento avremmo comunque tutte le acque a $\text{Cond} > 4.100 \mu\text{S/cm}$ nell'ultima classe, quindi da usare sempre in casi eccezionali, e da tenere costantemente sotto controllo, mentre le acque a conducibilità inferiore risulterebbero comprese tra la seconda

e la terza classe. Per le acque ricadenti nelle altre classi è prevista, una certa attenzione nei volumi irrigui annui da utilizzare.

I campioni mensili di pioggia relativi al periodo Agosto 2003 - gennaio 2005 mostrano valori di composizione isotopica compresi tra -6.8‰ e -1.0‰ $\delta^{18}\text{O}$ vs V-SMOW e -36.0‰ e -6.0‰ δD vs V-SMOW, con un valore medio ponderato di $\delta^{18}\text{O} = -5.1$ e $\delta\text{D} = -26.4$.

Nel diagramma $\delta^{18}\text{O}/\delta\text{D}$ (Fig. 5.4.5) quasi tutti i campioni di pioggia ricadono tra la MWL (Craig, 1961; Dansgaard, 1964) e la MMWL (Gat et al., 1970) allineati lungo la retta: $\delta\text{D} = 5.6 \delta^{18}\text{O} + 2.1$

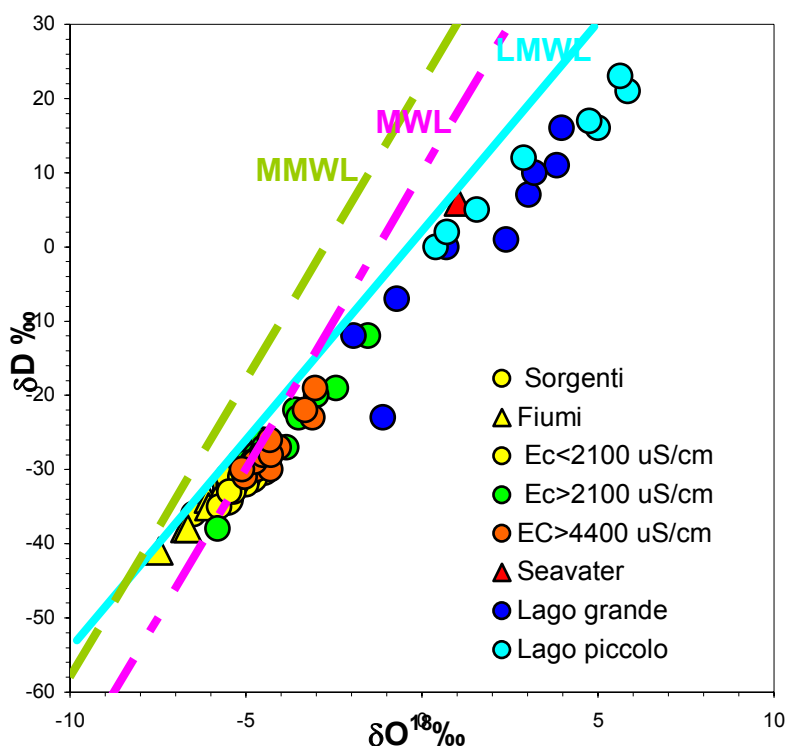


Fig. 5.4.5 Diagramma binario $\delta^{18}\text{O}$ vs δD

Le discrepanze della nostra LMWL, sia con la relazione valida a livello globale sia con quella determinata per il bacino del Mediterraneo, possono essere spiegate con l'intervento di processi di non equilibrio che avvengono in fase di condensazione. In particolare, in ambienti lacustri o in climi aridi, caratterizzati da scarse precipitazioni, dove le gocce d'acqua durante la loro caduta evaporano, si riscontrano valori del rapporto $\delta^{18}\text{O}/\delta\text{D}$ più bassi, compresi solitamente tra 4 e 6, e un valore di intercetta prossimo a zero o negativo (Gonfiantini, 1986). Ayalon et al. (1998) trova che la relazione $\delta^{18}\text{O}/\delta\text{D}$ è fortemente influenzata dalla quantità di pioggia: eventi piovosi intensi, generalmente maggiori di 20 mm, cadono sulla MMWL con pendenza di ~ 8 e un eccesso in deuterio di 20-30‰; di contro, eventi piovosi di bassa intensità (< 20 mm) definiscono dei trend lungo

delle linee di evaporazione con pendenze < 8 ed eccesso in deuterio $< 20\text{‰}$. Grassa (2002) ottiene per l'area dell'altopiano Ibleo una relazione simile, con valori del rapporto $\delta^{18}\text{O}/\delta\text{D}$ pari a 6.14 ed intercetta uguale a 6.8. Tale rapporto si abbassa a 5.98 se si considerano le precipitazioni < 65 mm/mese.

Un altro utile confronto può essere effettuato con il parametro "eccesso in deuterio" definito da Dansgaard (1964) per le acque meteoriche globali come $d = \delta\text{D} - 8 \delta^{18}\text{O}$. L'eccesso di deuterio ha un valore medio mondiale di 10‰ , ma può variare localmente di $\pm 5\text{--}22 \text{‰}$. L'eccesso in deuterio dipende principalmente dall'umidità nell'atmosfera e rappresenta una misura delle condizioni di disequilibrio isotopico nelle quali il vapore d'acqua atmosferico si forma. L'eccesso in deuterio $d=10 \text{‰}$, osservato in media nelle precipitazioni attuali, corrisponde ad una umidità relativa media sugli oceani di circa 80%, mentre $d=5\text{‰}$ indica una umidità relativa del 90% (Merlivat e Jouzel, 1979). Il basso valore di eccesso in deuterio è quindi probabilmente legato alla formazione di nubi locali, che si formano in mare in condizioni di elevata umidità relativa.

L'effetto altitudine, comunemente osservato nelle precipitazioni di molte località, potrebbe essere usato per identificare le zone potenziali di ricarica di acqua sotterranea. Un valore quantitativo di questo effetto altitudine può essere determinato considerando i campioni delle sorgenti campionate a sei differenti quote. Questa correlazione definisce un effetto altitudine di circa -0.17‰ per $\delta^{18}\text{O}$ e di -1.10‰ δD per 100 m. L'intervallo a scala globale riscontrato per l'effetto altitudine per i valori di $\delta^{18}\text{O}$ e δD nelle precipitazioni varia da -0.15 a 0.5‰ per i $\delta^{18}\text{O}$ e da -1 a -4‰ per il δD ogni 100 m di aumento di quota (Yurtserver and Gat, 1981; Clark and Fritz, 1997). I nostri risultati ricadono nella parte più bassa di questo intervallo, ipotizzando un valore di $\delta^{18}\text{O} = 5.5 \text{‰}$ per una quota di 300 metri.

Nel diagramma $\delta^{18}\text{O}/\delta\text{D}$ i punti rappresentativi delle acque dei laghi, e in maniera meno accentuata anche le acque sotterranee, mettono in evidenza un processo di evaporazione che è caratteristico di falde superficiali. La composizione isotopica dei campioni nel diagramma $\delta^{18}\text{O}/\delta\text{D}$ cadono a destra della LMWL e vengono descritti dalla seguente regressione lineare: $\delta\text{D} = 5.4\delta^{18}\text{O} - 2.8$.

La pendenza della retta è inferiore a quella della LMWL, ciò suggerisce che le acque sotterranee subiscono processi di evaporazione dal suolo. Anche prendendo in considerazione valori isotopici della falda si ottengono due gruppi di acque con un $\delta^{18}\text{O} = -5.0 \text{‰}$ per le acque a bassa salinità, dove la falda è più profonda e $\delta^{18}\text{O} = -4.5 \text{‰}$ per le

acque ad alta salinità, dove la falda è più superficiale, denotando quindi valori più bassi rispetto la media ponderata che indicano quindi processi di evaporazione dal suolo.

Anche le mappe di distribuzione del $\delta^{18}\text{O}$ e δD sembrano riflettere l'andamento della morfologia, con valori più negativi nella zona più interna del bacino, corrispondente ad un alto morfologico e valori più positivi lungo le principali vallate (Fig. 5.4.6). Tale distribuzione potrebbe essere legata sia ad un effetto altitudine che a un processo di evaporazione da suolo, più spinto nelle valli e verso la costa la dove la falda è più superficiale.

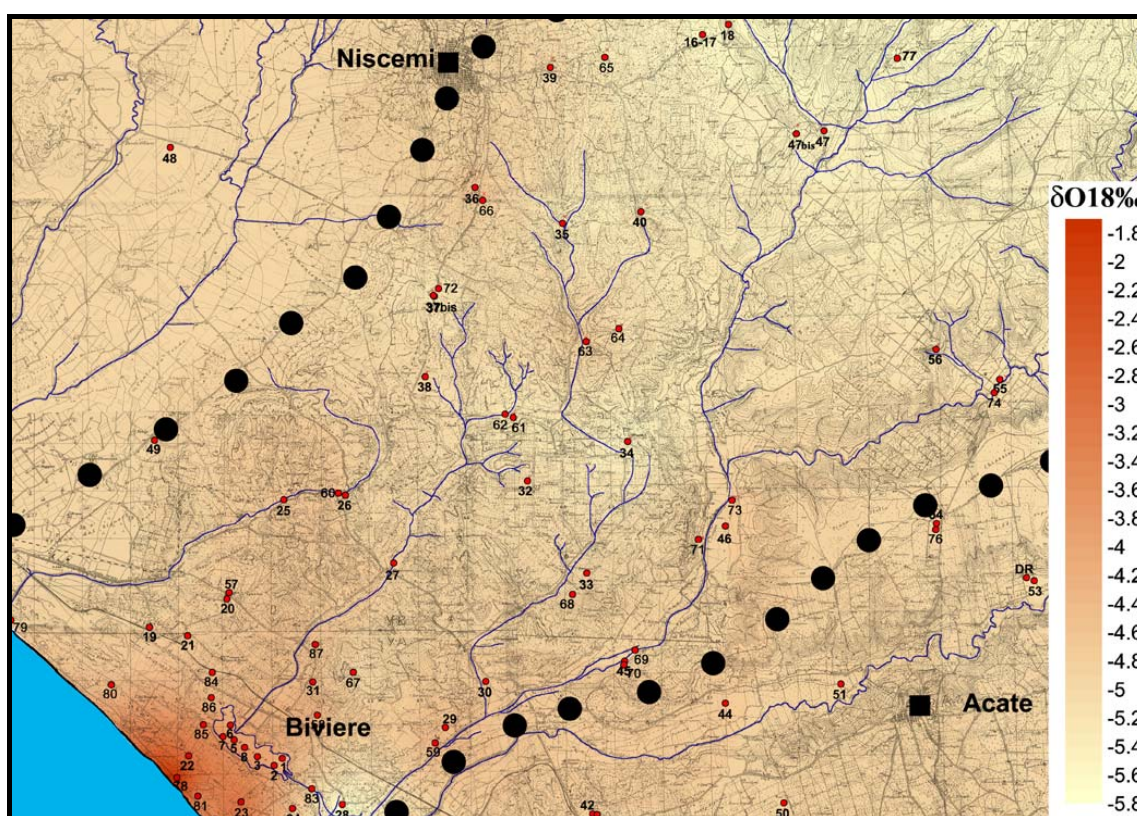


Fig. 5.4.6 Mappa della distribuzione del $\delta^{18}\text{O}$.

I campioni delle acque dei due laghi considerando lo stesso periodo di osservazione hanno una composizione isotopica differente, sia quando si presentano come unità separate sia quando costituiscono un unico corpo d'acqua, mantenendo in media tra i due una differenza più o meno costante, pari a circa 2.3 ‰.

I dati evidenziano inoltre variazioni temporali, con campioni di lago maggiormente arricchiti raccolti a Novembre ($\delta^{18}\text{O}$ =3.4 ‰ e δD =12 ‰ e $\delta^{18}\text{O}$ =5.8 ‰ e δD = 21 ‰ rispettivamente per il Lago Grande e il Lago Piccolo), e campioni più impoveriti a Gennaio ($\delta^{18}\text{O}$ =1.9 ‰ e δD =12 ‰ e $\delta^{18}\text{O}$ =0.4 ‰ e δD = 0 ‰ rispettivamente per il Lago Grande e il Lago Piccolo).

Confrontando i dati di $\delta^{18}\text{O}$ delle precipitazioni mensili con quelli di composizione isotopica dei laghi e della falda si nota uno sfasamento di circa 1 mese e mezzo, per i laghi e di circa 3 mesi e mezzo per la falda confermando un'alimentazione principale dovuta ad acque superficiali.

Un'attenta analisi dei dati relativi alle variazioni temporali del solfato e del cloro nel campione del lago grande mette in evidenza una inversione stagionale dove il solfato è presente in concentrazioni maggiori nei periodi di piena mentre il cloro diventa preponderante nei periodi di magra. Ciò è da mettere in relazione con le acque del canale artificiale che convoglia nel lago le acque del Dirillo, molto ricche in solfato rispetto al cloro, nel periodo di piena idrologica, e alle acque di falda povere in solfato rispetto al cloro che quindi danno un contributo anche se limitato della falda nei periodi di magra idrologica.

Da un bilancio di massa calcolato partendo dalla composizione isotopica del lago grande a novembre ($\delta\text{O}^{18}=3.8\text{‰}$) e a gennaio ($\delta\text{O}^{18}=-1.9\text{‰}$) considerando un contributo dell'acqua del canale artificiale che ha un $\delta\text{O}^{18}=-5.1\text{‰}$ si ottiene un contributo del 65 %. Utilizzando questa percentuale per determinare la concentrazione che deve avere l'acqua del canale per portare la concentrazione di cloro e solfato del lago da novembre a gennaio si ottengono delle concentrazioni molto simili alle concentrazioni effettivamente analizzate del campione del canale. Ciò porta alla conclusione che anche il bilancio di massa come quello idrogeologico portano ad ipotizzare che l'alimentazione del lago è dovuta quasi esclusivamente alle acque di ruscellamento, anche se l'inversione di questi due elementi nei periodi di magra fanno pensare anche ad un'alimentazione molto limitata ad opera delle acque di falda.

Le concentrazioni medie dei metalli in traccia determinate nei tre campionamenti mostrano le più alte concentrazioni in Aprile e Novembre, in particolare Ni, Cu, Zn e Sb, risultano ben correlati, assumendo comunemente valori al di sotto dei limiti delle acque sotterranee (D.L.152/99). Solo pochi campioni, mostrano valori di Ni al di sopra dei limiti (Fig. 5.4.7).

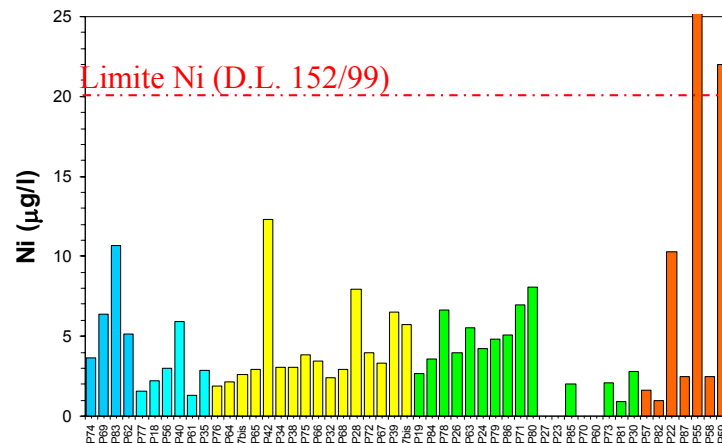


Fig. 5.4.7 Istogramma delle concentrazioni di Nichel.

V e Cr invece non sembrano mostrare variazioni stagionali e si mantengono sempre sotto i limiti, mentre As, Se e Mn (Fig. 5.4.8a – b – c) presentano valori che sono al di sopra del limiti, con concentrazioni massime di 16 µg l⁻¹ per l'As, 64 µg l⁻¹ per il Se 1200µg l⁻¹ per il Mn.

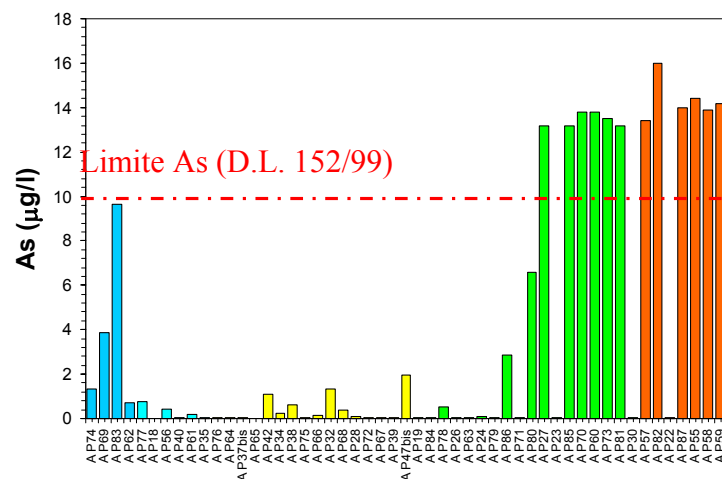


Fig. 5.4.8a Istogramma delle concentrazioni di Arsenico.

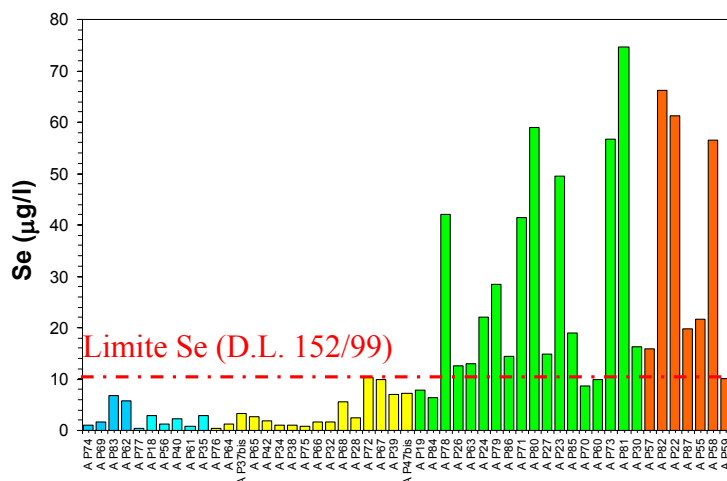


Fig. . 5.4.8b Istogramma delle concentrazioni di selenio.

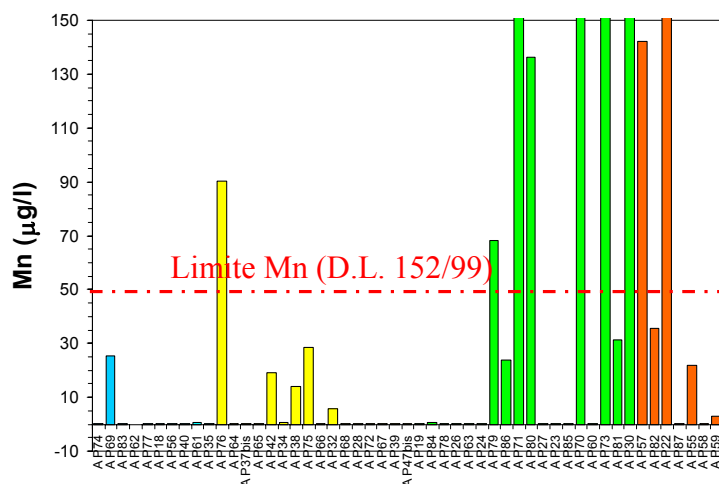


Fig. . 5.4.8c Istogramma delle concentrazioni di Manganese.

I metalli in traccia nelle acque dei due laghi, pur mostrando concentrazioni differenti, con valori più elevati nel lago Piccolo, presentano tenori in, Cu, Zn, Sb, Cr e V inferiori ai limiti (D.L.152/99) tranne che per il Ni che invece supera i limiti nel lago piccolo solo nei periodi di massima siccità. Se e As, nel lago Piccolo, e solo in alcuni periodi dell'anno, hanno concentrazioni prossime o leggermente superiori ai limiti di accettabilità.

Nelle acque sotterranee, normalizzando As e Se con il TDS si possono distinguere due gruppi di acque di cui quelle con un elevato rapporto Se/TDS e As/TDS si trovano lungo le principali vallate dove l'attività agricola è più intensa.(As e Se si trovano in numerosi pesticidi e erbicidi, e il Se, in particolare, è presente come additivo nei teloni in PVC poiché migliora la resistenza al calore).

Il mancato effetto accumulo nel tempo è da mettere in relazione all'ambiente fortemente dinamico dei laghi. Infatti, sebbene gli elementi in traccia vadano prontamente in soluzione in ambienti acidi, in ambiente lacustre alcalino, precipitano sul fondo con i sedimenti. Anche la componente fitoplanctonica potrebbe giocare un ruolo nel determinare le basse concentrazioni nella colonna d'acqua. Ad esempio, la rimozione di Zn da parte della componente fitoplanctonica è stato un fattore determinante nel controllo delle concentrazioni di Zn nel lago eutrofico di Zurigo (Sigg et al, 1987).

Dalle misure di alcuni parametri chimico-fisici del lago (temperatura, pH, conducibilità, Eh e ossigeno disciolto), è stata rilevata un'assenza di gradienti verticali e orizzontali nel periodo in cui si presentava come due unità distinte, con valori dei parametri misurati abbastanza diversi, in particolare il corpo idrico ad ovest presentava una salinità quasi doppia rispetto al corpo idrico ad est. Anche quando il lago supera i 2 metri s.l.m. per cui i due corpi idrici si uniscono, si ha un gradiente orizzontale di tutti i parametri chimico-fisici che scompaiono solo in particolari condizioni di piena idrologica. Evidentemente la sezione di acqua che mette in comunicazione le due estremità del lago superando una certa area di scambio e quindi, superando un certo livello del lago prossimo a 5 metri, riesce a omogeneizzare le acque.

La morfologia appiattita agevola l'azione del vento nell'annullare eventuali stratificazioni termiche, ma non sempre. Si ritiene infatti che i due eventi di moria di pesci avvenuta nel giro di una notte a Luglio del 2003 nel lago est e dopo qualche mese nel lago ovest, sia legato proprio ad una stratificazione delle acque con accumulo sul fondo di acqua povera in ossigeno e accumulo di sostanze tossiche dovute a processi di decomposizione organica, rimessi in circolo in una notte particolarmente fredda, nel momento in cui la temperatura dell'acqua superficiale raggiungeva quella in profondità, diminuendo la differenza di densità dei due strati formati, tanto che un normale vento poteva riomogeneizzarli, provocando, anche se per poco tempo, condizioni proibitive soprattutto per pesci di taglia grossa. I due eventi di moria quindi si sono verificati in tempi diversi in quanto diverso è il rapporto superficie-volume, diversa è la morfologia e quindi diverse devono essere le condizioni climatiche che causano la riomogeneizzazione delle acque. Un altro parametro molto importante è il contenuto di N dell' NH_3 che è più o meno letale in funzione del pH. Per ambienti con pH simile a quello del lago (pH=8), le concentrazioni letali LC_{50} (dose che provoca la morte del 50% degli organismi in 4 giorni) e LC_{20} (dose che provoca la morte del 20% degli organismi in 30 giorni) dell'azoto ammoniacale, sono rispettivamente di 0.42 mg/l e di 0.07 mg/l. Nel periodo di monitoraggio si è notato un

superamento del LC_{50} solo a gennaio del 2004 pari a 1.2 mg/l, mentre il superamento del LC_{20} si è avuto più volte nei mesi di piena idrologica da novembre ad aprile.

5.5 Conclusioni studio idrogeochimico

Dall'analisi delle considerazioni e degli studi riportati nei paragrafi precedenti e dei dati finora ottenuti si possono avanzare le seguenti conclusioni.

Dallo studio idrogeologico è emerso che:

- I principali acquiferi del bacino idrogeologico si localizzano nei depositi alluvionali e calcarenitici;
- La geometria dei complessi idrogeologici che ospitano l'acquifero localmente determinano un sistema a falde sospese per la presenza discontinua d'intercalazioni più argillose nel complesso sabbioso e sabbioso argilloso;
- La geometria del complesso impermeabile che costituisce il letto dell'acquifero determina un limite impermeabile a S.O. che cambia diventando un limite a potenziale imposto andando verso S.E., limite molto labile che dipende dall'equilibrio idraulico dinamico che si instaura tra la falda e mare;
- L'andamento della superficie piezometrica mostra in generale delle linee di flusso in direzione NE-SW con una soggiacenza che va a diminuire nella stessa direzione di flusso e in corrispondenza delle valli. In particolare nelle vicinanze del lago, che si trova tra le isopiezometriche 5 e 2,5 con un gradiente idraulico di $2.5 \cdot 10^{-3}$;
- Da studi precedenti (GreenStream SpA, 2003) in seguito ad un rilevamento di dettaglio delle quote piezometriche intorno al lago effettuato nel Novembre del 2002 (periodo di magra) si è osservata una generale caduta dei carichi piezometrici, anche al disotto del livello del mare, causa imputata non solo alla siccità del periodo ma anche agli intensi emungimenti locali per scopi irrigui determinando un pericolo reale di intrusione marina.

Il sovrasfruttamento della falda è avvalorato oltre che dalle anomalie piezometriche anche dalla stima del fabbisogno idrico colturale nell'area in oggetto, resa possibile da dati ISTAT aggiornati al 2000 riguardo le superfici coltivate in funzione del tipo di coltura. Con questa base la stima del fabbisogno idrico colturale ammonta a circa $1.2 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$, cioè circa il 60 % della potenzialità idrica della falda che è di appena $2 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{a}$;

- Dal Bilancio idrogeologico si stima che il contributo dovuto alle acque di ruscellamento e precipitazione diretta sono circa 26 volte superiori a quello della falda, e che la sola evaporazione dello specchio libero del lago è circa 7 volte quello

dovuto all'alimentazione della falda. si può dedurre che l'alimentazione del lago è essenzialmente dovuta ad apporti superficiali dei due immissari, mentre la falda gioca un ruolo molto marginale, anzi nei periodi di massimo invaso, si possono avere inversioni dei flussi d'acqua nella parte a monte.;

- Le forti escursioni dei carichi idraulici nel lago, quindi, modificano profondamente i rapporti di immissario ed emissario tra i due corpi idrici, invertendo il flusso delle acque, in base all'andamento delle precipitazioni. E' stato stimato che per far andare in secca il lago nel periodo estivo basta una riduzione delle precipitazioni del 20%.

Dallo studio idrogeochimico è emerso che:

- Si tratta di un unico acquifero dove il contenuto di sali disciolti è funzione della solubilità dei minerali e non dell'aggressività delle acque.

Il trend evolutivo va dal campo bicarbonato-alcalino-terroso verso il campo cloro-solfato-alcalino, con termine ultimo le acque del lago. Anche dalle mappe di isoconcentrazione degli elementi maggiori e del TDS si evidenziano sostanzialmente distribuzioni simili tra loro, con basse concentrazioni nelle zone interne di alimentazione a N.E. del bacino, in aumento in direzione S.O., verso le direzioni di flusso principale della falda e in corrispondenza delle principali vallate, fino a raggiungere il massimo della concentrazione in prossimità del lago e della costa.

- Sono stati individuati quattro processi importanti:
 - Interazione con litologie evaporitiche, quali Ca^{2+} , SO_4^{2-} e Sr^{2+}
 - Dissoluzione di litologie ricche in carbonati.
 - Apporto di K^+ , Br^- , NO_3^- , legati ad uso di fertilizzanti.
 - Apporto di Na^+ e Cl^- , legato ad un contributo marino o sedimenti di origine marina.

L'utilizzo di indici idrogeochimici come il rapporto Mg/Ca e il rapporto $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ indicando una possibile interazione marina, o quantomeno una interazione con sedimenti di origine marina.

Anche i dati isotopici fanno ipotizzare un processo di mixing con acqua marina inferiore al 10%, ma solo per alcuni punti di campionamento ad alta conducibilità e in prossimità della linea di costa.

- Da un punto di vista della qualità delle acque a scopo irriguo il rapporto di adsorbimento del sodio (indice SAR) insieme alla misura di conducibilità mette in

evidenza il reale rischio salino e la pericolosità dovuta alle alte concentrazioni di sodio. Poco meno della metà dei punti campionati presentano acque che possono essere utilizzate solo in particolari tipi di suoli ben drenati e a bassa velocità di scambio cationico. Inoltre in base alla classificazione proposta da Giardini L. et al. (1993) quasi tutte le acque campionate si devono usare solo in casi eccezionali in quanto presentano elevati tenori di Se, e comunque devono essere utilizzate con particolari accorgimenti per evitare concentrazioni dell'inquinante tali da procurare fenomeni di fitotossicità ed accumulo.

- Dall'analisi dei dati isotopici si è ottenuta una LMWL con coefficiente angolare che mette in risalto il contesto climatico tipico di zone aride, caratterizzate da scarse precipitazioni, mentre il basso eccesso di deuterio si può spiegare con la formazione di nubi che si formano in condizioni di elevata umidità relativa.

Il gradiente isotopico -0.17‰ per $\delta^{18}\text{O}$ e di -1.10‰ δD per 100 m ha permesso di calcolare una quota di alimentazione media intorno ai 300 metri, con un valore medio del $\delta^{18}\text{O} = -5.5\text{‰}$.

La pendenza rappresentativa delle acque di falda e dei laghi con equazione ($\delta\text{D} = 5.4\delta^{18}\text{O} - 2.8$), differente dalla LMWL con equazione ($\delta\text{D} = 5.6\delta^{18}\text{O} + 2.1$), portano ad ipotizzare processi di evaporazione.

Sia i dati isotopici che chimici, nonché il bilancio di massa e quello idrogeologico, portano alla conclusione che l'alimentazione del lago è dovuta quasi esclusivamente alle acque di ruscellamento, anche se l'inversione di concentrazione del SO_4^{2-} e Cl^- nei periodi di magra fanno pensare anche ad un'alimentazione molto limitata ad opera delle acque di falda.

- Le concentrazioni medie dei metalli in traccia nei tre campionamenti mostrano le più alte concentrazioni in Aprile e Novembre, ma sempre al di sotto dei limiti delle acque sotterranee (D.L.152/99). In particolare Ni, Cu, Zn e Sb, risultano ben correlati, evidenziando un'origine comune. Solo pochi campioni, mostrano valori di Ni al di sopra dei limiti.

V e Cr, pur mantenendosi sempre sotto i limiti, non sembrano mostrare variazioni stagionali evidenziando quanto meno un'origine diversa dai precedenti. As, Se e Mn presentano valori che sono al di sopra dei limiti.

I metalli in traccia nelle acque dei due laghi, pur mostrando concentrazioni differenti, con valori più elevati nel lago Piccolo, presentano tenori in, Cu, Zn, Sb, Cr e V inferiori ai limiti (D.L.152/99) tranne che per il Ni che invece supera i limiti nel

lago piccolo solo nei periodi di massima siccità. Se e As, nel lago Piccolo, e solo in alcuni periodi dell'anno, hanno concentrazioni prossime o superiori ai limiti di accettabilità.

Normalizzando As e Se con il TDS si sono individuate le principali aree d'inquinamento lungo le principali vallate dove l'attività agricola è più intensa.

- Dalle misure dei più importanti parametri chimico-fisici è stata rilevata un'assenza di gradienti verticali e orizzontali nel periodo in cui il lago si presentava come due unità distinte, con valori dei parametri misurati abbastanza diversi, in particolare il corpo idrico ad ovest presentava una salinità quasi doppia rispetto al corpo idrico ad est. Anche quando il lago supera i 2 metri s.l.m. per cui i due corpi idrici si uniscono, si continua ad avere una differenza dei parametri chimico-fisici e solo particolari condizioni di piena, superando il livello dei 5 metri, si ha quel ricambio d'acqua tra est e ovest capace di eliminare qualsiasi differenza. La morfologia appiattita fa sì che normalmente l'azione del vento annulli eventuali stratificazioni termiche, ma non sempre, in quanto, anche se sporadicamente, si sono avuti episodi di anossia che hanno provocato la morte di ingenti quantità di fauna ittica. Inoltre è stato superato l'LC₂₀ del contenuto di azoto ammoniacale periodicamente nei mesi di piena idrologica che vanno da novembre ad aprile, e anche se solo una volta, a gennaio del 2004 è stato superato l' LC₅₀ raggiungendo una concentrazione pari a 1.2 mg/l.

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Sulla scorta delle campagne di analisi condotte da Greenstream (2003), da A.R.P.A. (2004-2005) sulle acque superficiali e dal C.F.T.A. dell'Università di Palermo sulla falda idrogeologica nel biennio 2003-2005, si possono formulare le seguenti considerazioni:

- l'assenza di gradienti verticali imputabili ad eventuale stratificazione termica nelle acque del Biviere;
- percentuali di saturazione dell'ossigeno disciolto di gran lunga superiori ai limiti, imputabile alla produzione di ossigeno disciolto da parte del fitoplancton;
- la trasparenza è compresa fra i 10 e 20 cm in tutti i punti. Risulta quindi bassa ma, a causa della limitata profondità del lago, lo strato eufotico, cioè quello attraversato dalla radiazione solare in maniera sufficiente alla vita di organismi autotrofi, si estende dalla superficie a 30-60 cm di profondità e include, quindi, ampie zone del lago.
- le concentrazioni di fosforo totale sono quasi sempre superiori al valore guida;
- i tensioattivi anionici sono sempre superiori al limite prefissato;
- il livello trofico dell'invaso appare particolarmente elevato indicando uno stato di acque ipereutrofizzate (un livello di trofia particolarmente elevato con il 98% di probabilità che siano acque ipereutrofizzate e il 2% eutrofizzate);

dallo studio idrogeochimico inoltre è emerso che:

- sono stati individuati quattro processi importanti:
 - interazione con litologie evaporitiche, quali Ca^{2+} , SO_4^{2-} e Sr^{2+}
 - dissoluzione di litologie ricche in carbonati.
 - apporto di K^+ , Br^- , NO_3^- , legati ad uso di fertilizzanti.
 - apporto di Na^+ e Cl^- , legato ad un contributo marino o sedimenti di origine marina.
- l'utilizzo di indici idrogeochimici come il rapporto Mg/Ca e il rapporto $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ indicando una possibile interazione marina, o quantomeno una interazione con sedimenti di origine marina;
- anche i dati isotopici fanno ipotizzare un processo di mixing con acqua marina inferiore al 10%, ma solo per alcuni punti di campionamento ad alta conducibilità e in prossimità della linea di costa;

-
- da un punto di vista della qualità delle acque a scopo irriguo il rapporto di adsorbimento del sodio (indice SAR) insieme alla misura di conducibilità mette in evidenza il reale rischio salino e la pericolosità dovuta alle alte concentrazioni di sodio.

Al fine di una prima ed integrata classificazione dello stato ecologico del lago Biviere si è valutato lo stato trofico così come indicato in tabella 11 del D.L.152/99. La classe attribuita è quella che emerge dal risultato peggiore tra i quattro parametri indicati.

PARAMETRO	CLASSE 1	CLASSE 2	CLASSE 3	CLASSE 4	CLASSE 5
Trasparenza (m)	> 5	≤ 5	≤ 2	≤ 1,5	≤ 1
Ossigeno ipolimnico (%di saturazione)	> 80%	≤80%	≤60%	≤ 40%	≤ 20%
Clorofilla “a” (µg/L)	< 3	≤ 6	≤ 10	≤ 25	> 25
Fosforo totale (P µg/L)	<10	≤ 25	≤ 50	≤ 75	> 100

Successivamente alle analisi che hanno portato alla classificazione attuale del Biviere, ARPA Sicilia nell’ambito del “Piano di Monitoraggio dei corpi idrici superficiali” ha effettuato una nuova campagna di prelievi in data 26/08/05.

I risultati analitici confluiti nel *1° rapporto intermedio* datato ottobre 2005 mostrano un miglioramento dei parametri *Ossigeno ipolimnico (%di saturazione)*, *Clorofilla “a” (µg/L)*, *Fosforo totale (P µg/L)*, tranne del parametro “Trasparenza” che ad oggi mantiene il Biviere all’interno della classe V.

Lo stato ecologico del Biviere continua ad appartenere alla **V classe**, la peggiore .

I risultati delle indagini mostrano che lo stato ambientale del Biviere è “**Pessimo**”, nonostante i bassi valori rilevati con le analisi dei metalli pesanti e dei composti organici.

Stato Ecologico ⇒	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
Concentrazione inquinanti di cui alla Tabella 1 ⇓					
≤ Valore Soglia	ELEVATO	BUONO	SUFFICIENTE	SCADENTE	PESSIMO
> Valore Soglia	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	SCADENTE	PESSIMO

Infine si è applicato un ulteriore metodo integrato, proposto dal D.L. 152/99 per valutare lo stato ecologico e chimico delle acque marine costiere. Si tratta dell'indice trofico TRIX che è così formulato:

Indice trofico TRIX = $[\text{Log}_{10} (\text{Cha} \cdot \text{D\%O} \cdot \text{N} \cdot \text{P}) + 1,5] / 1,2$ Cha= clorofilla “a” (mg/m³) D%O= ossigeno disciolto come deviazione % assoluta della saturazione (100-O₂D%) P= fosforo totale (mg/ m³) N= N-(NO₃ + NO₂ + NH₃) (mg/m³)

I valori che si ottengono possono essere confrontati con la seguente scala di valutazione

Indice di trofia	Stato
2 - 4	ELEVATO
4 - 5	BUONO
5 - 6	MEDIOCRE
6 - 8	SCADENTE

Nel caso del Biviere l'Indice TRIX è 7,6 per il Lago Grande e 7.9 per quello Piccolo, quindi in entrambi gli specchi si hanno valori propri di ambienti giudicabili “SCADENTE” e a questo giudizio segue, sempre in relazione alla stesso Decreto Legge, una schematica identificazione delle principali condizioni:

Stato SCADENTE	Elevata torbidità delle acque Diffuse e persistenti anomalie nella colorazione delle acque Diffuse e persistenti ipossie/anossie nelle acque bentiche Morie di organismi bentonici Alterazione/semplificazione delle comunità bentoniche Danni economici nei settori del turismo, pesca ed acquacoltura
-----------------------	--

Sia i dati isotopici che chimici, nonché il bilancio di massa e quello idrogeologico, portano alla conclusione che l'alimentazione del lago è dovuta quasi esclusivamente alle acque di ruscellamento, anche se l'inversione di concentrazione del $\text{SO}_4^{=}$ e Cl^- nei periodi di magra fanno pensare anche ad un'alimentazione molto limitata ad opera delle acque di falda.

Inoltre dal bilancio idrogeologico si stima che il contributo dovuto alle acque di ruscellamento e precipitazione diretta sono circa 26 volte superiori a quello della falda, e che la sola evaporazione dello specchio libero del lago è circa 7 volte quello dovuto all'alimentazione della falda. Si può dedurre perciò che l'alimentazione del lago è essenzialmente dovuta ad apporti superficiali dei due immissari, mentre la falda gioca un ruolo molto marginale, anzi nei periodi di massimo invaso, si possono avere inversioni dei flussi d'acqua nella parte a monte.

Sulla scorta di queste ultime considerazioni si è proceduto ad esaminare la situazione da punto di vista degli impatti antropici sia di natura urbana che agricola, del bacino del Torrente Valle Torta, bacino principale di alimentazione naturale del Biviere di Gela, i cui limiti e elementi di caratterizzazione sono descritti nella tavola n.1 allegata (scala 1:100.000).

L'unico significativo impatto di origine urbana è dato dallo scarico del depuratore del Comune di Niscemi (CL) nel torrente Monachello affluente del Valle Torta, che ha i seguenti dati caratteristici:

Comune: Niscemi (CL)

Abitanti Istat 91: 26.998;

Abitanti Istat 2001: 27.641;

Volumi immessi in rete: 1.711.780 m3/anno;

Fabbisogno : 3.085.932 m3/anno;

Tipologia: biologico a massa sospesa;

Fanghi : letti di essiccamento.

L'area del bacino del Torrente Monachello- Valle Torta ha una estensione di circa ha 7.745 e presenta le seguenti caratteristiche di uso del suolo (descritti nella tavola n.2 allegata –a scala 1:50.000):

Tabella 1

	ETTARI	%
Acque ferme (laghi, stagni)	78,21	1,01%
Agrumeti	29,74	0,38%
Boscaglie igrofile a tamerici e/o oleandro (Tamaricetalia)	34,63	0,45%
Boscaglie ripali a prevalenza di pioppo italico (Populion albae)	1,81	0,02%
Campo coltivato, seminativo	1.710,89	22,09%
Campo ortivo	1.338,40	17,28%
Cespuglieti e boscaglie ripali a prevalenza di salici (Salicion albae)	57,65	0,74%
Città, centri abitati ; incl. villaggi (86 .2) ed aree industriali (86 .3)	97,03	1,25%
Frutteti	145,18	1,87%
Garighe acidofile (Cisto-Ericion)	74,05	0,96%
Garighe calcicole (Rosmarinetalia)	3,40	0,04%
Garighe termo-mediterranei (Thymeti)	61,47	0,79%
Greti di torrenti con vegetazione erbacea (Epilobietalia fleischeri, Stipion calamagrostidis); include la vegetazione submediterranea (Epýlobio dodonaei-Scrophularietum caninae) delle Langhe ed Appennino Setterionale (24 .227 aggiunto)	2,24	0,03%
Macchia a ginestra spinosa	90,90	1,17%
Macchia a olivastro e/o lentisco (Oleo-Ceratonion)	43,46	0,56%
Oliveti	1.357,37	17,52%
Orti in pieno campo	2,47	0,03%
Parchi con vegetazione coltivata	1,76	0,02%
Praterie a prevalenza di ampelodesma (Avenulo-Ampelodesmion)	1,66	0,02%
Prati aridi mediterranei (Thero-Brachypodietea)	217,78	2,81%
Rimboschimenti a Eucalpti	42,77	0,55%
Rupi calcaree (Potentilletalia caulescentis - alta quota, Asplenietalia glandulosi - bassa quota)	1,90	0,02%
Serre	168,06	2,17%
Sugherete tirreniche (Erico-Quercion ilicis)	518,12	6,69%
Vegetazione ad alofite con dominanza di chenopodiacee succulente	1,30	0,02%

Vegetazione dei canneti (Phragmiton)	26,62	0,34%
Vegetazione delle aree ruderali e delle discariche	0,40	0,01%
Vegetazione di paludi subsalse (Juncetalia maritimi)	40,29	0,52%
Vegetazione mediterranea delle aree incolte (Echio-Galactition tomentosae)	270,07	3,49%
Vigneti	294,28	3,80%
Zone Agricole Etereogene	1.031,89	13,32%
 TOTALI	 7.745,81	 100,00%

Nella tabella n.1 sono evidenziate (in grassetto) le tipologie di coltivazioni a rilevante impatto sul territorio che rappresentano quasi il 73% di tutta la superficie del bacino.

Relativamente alle singole colture e sulla base dei corrispondenti fabbisogni idrici unitari è possibile evidenziare la buona incidenza delle colture orticole in serra, con un picco particolarmente accentuato nel caso di coltivazioni orticole effettuate in ambiente protetto in doppia coltivazione. Significativo inoltre il ruolo delle coltivazioni orticole in pieno campo e delle colture legnose (oliveti, vigneti e frutteti).

La presenza di coltivazioni agricole, soprattutto di tipo intensivo genera inevitabilmente delle esternalità negative nell'ambiente. Le pressioni esercitate dall'attività agricola sul territorio sono essenzialmente riconducibili:

- all'emungimento delle risorse idriche e conseguentemente ai rischi di depauperamento delle falde superficiali e profonde;
- all'impiego di svariati fitofarmaci (insetticidi e fungicidi di varia natura e diverso grado di persistenza nell'ambiente) utilizzati per una efficace difesa delle colture, soprattutto da avversità biotiche;
- all'utilizzo di concimi distribuiti sul terreno o sull'apparato fogliare delle piantagioni per indurre un incremento delle rese di produzione;
- all'uso di materiali plastico per la copertura nelle serre e nei vigneti destinati alla produzione di uva da mensa.

Relativamente all'impiego di fitofarmaci le sollecitazioni ambientali più rilevanti provengono dalle coltivazioni terricole, anche se nell'ambito dei seminativi si ricorre all'impiego dei diserbanti in pre o post-emergenza nella coltivazioni del frumento e nel caso dei carciofeti. Tra le colture legnose emerge un sostenuto ricorso ai fungicidi di sintesi nei vigneti, soprattutto nell'ambito delle uve da mensa, ma non meno trascurabile risulta l'impiego di fungicidi, insetticidi e diserbanti nell'ambito della olivicoltura e agrumicoltura della zona.

Tra le culture protette si segnala il diffuso ricorso al bromuro di metile quale unico metodo per la disinfestazione del terreno ed un successivo impiego di fungicidi, insetticidi ed altri fitofarmaci che nell'ambito dei cicli di produzione più intensivi raggiungono la consistenza maggiore (quasi 71 kg/ha per i fungicidi e 58 kg/ha per gli insetticidi).

Il carico medio unitario annuo dei fitofarmaci complessivamente immessi nell'ambiente per l'espletamento di attività agricole risulta pari a circa 58,7 t/ha, costituite da bromuro di metile, fungicidi (buona parte dei quali costituiti da molecole di sintesi ad attività sistemica), insetticidi e diserbanti.

L'analisi svolta con riferimento ai principali indicatori tossicologici mostra che i prodotti fitosanitari distribuiti nell'area appartengono alla categoria molto tossici, tossici, ai prodotti fitosanitari "nocivi", a prodotti irritanti ed alla categoria di prodotti fitosanitari "non classificati".

Quanto agli elementi fertilizzanti utilizzati si registra un apporto elevato, sia in termini assoluti che per unità di superficie, di azoto, anidride fosforica e ossido di potassio. Gli impieghi più elevati si registrano in corrispondenza dei seminativi e soprattutto delle coltivazioni in serra ed in particolare per quelle in cui si attua la doppia coltivazione. Meno intenso, apparentemente, il ricorso alle concimazioni azotate per le coltivazioni legnose.

Relativamente all'impiego di anidride fosforica si registra un impiego medio annuo pari a circa 13,4 t/ha di SAU, con valori medi unitari maggiori, nell'ambito delle coltivazioni in serra.

Si sono evidenziate nella tavola n.3 (scala 1:100.000) le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola mettendo in rilievo la situazione anche in tutto il bacino principale "Acata e bacini minori tra Acata e Gela".

Nella tavola n.4 (scala 1:100.000) si sono evidenziate nel sottobacino Valle Torta le zone vincolate dal punto di vista ambientale (zone SIC, ZPS, aree di riserva regionale e zone boscate), infine nella tavola n. 5 (scala 1:100.000) sono state evidenziate le zone di apporto di azoto ad uso agricolo.

Per il programma preliminare delle azioni per la diminuzione degli impatti antropici diffusi di origine agricola, non potendo elaborare interventi puntuali in un territorio con un impatto così diffuso, anche sulla scorta dei dati sopra riportati e di quelli elaborati per la realizzazione della "Carta della vulnerabilità all'inquinamento di origine agricola, saranno di obbligatoria applicazione le misure vincolanti descritte nel Codice di buona pratica agricola approvato con D.M. del 19/04/99 e integrato con le disposizioni riportate nel D.D.G. n.121 del 24/02/05 della Regione Siciliana.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- Agricoltura S.p.A. in liquidazione – Stabilimento di Gela. Piano di Caratterizzazione della proprietà Agricoltura S.p.A. in liquidazione - Febbraio 2002;
- Aquater, Eni Group – Progetto di realizzazione del metanodotto di importazione dalla Libia – Piano di gestione, monitoraggio, ricerca dell'area SIC “Biviere e Macconi di Gela” e riqualificazione dell'ambito dunale;
- Aureli A., 1983 – “*Problems arising from surexploitation aquifers in Sicily*”. 8th Salt Water Intrusion Meeting Geol. Appl. e Idrogeologia, Bari.
- Aureli et alii, 1987 – “*Condizioni di vulnerabilità di acquiferi in zona a forte insediamento industriale di tipo petrolchimico*”. Mem. Soc. Geol. It., 37 (1987), 35-52, 11 ff.
- Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente Sicilia - Approvazione di atti relativi all'incidenza di nitrati di origine agricola nell'inquinamento delle acque - Decreto del 17/02/03 dell'Assessorato dell'Agricoltura e delle Foreste;
- Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente Sicilia - Studio di fattibilità per l'individuazione di un servizio integrato di interventi per la protezione delle coste, la difesa dei litorali dall'erosione ed il ripristino del trasporto solido fluviale litoraneo nel territorio della Regione Sicilia (2002);
- Bartolo G., Brullo S., Marcenò C., 1982 – *La vegetazione costiera della Sicilia sud-orientale*. CNR, Coll. Final. “Promozione Qual. Ambiente”, AQ/1/226.
- Bear J., 1979 – “*Hydraulics of Groundwater*”. McGraw-Hill, New York.
- Beretta G.P., 1992 – “*Idrogeologia per il disinquinamento delle acque sotterranee*”. Pitagora Editrice, Bologna
- Brullo S., Furnari F., 1971 – *Vegetazione dei pantani litoranei della Sicilia sud-orientale e problema di conservazione dell'ambiente*. – Pubbl. Ist. Bot. Univ. Catania, pp. 14.
- Brullo S., Guarino R., Ronsisvalle G., 1998 – *La vegetazione del litorale di Manfredonia, presso Gela (Sicilia), area soggetta a vincolo archeologico*. Arch. Biogeobot. 4(1): 91-107.

-
- Brullo S., Marcenò C., 1985 – *Contributo alla conoscenza della classe Quercetea ilicis in Sicilia*. – Not. Fitosoc. 19 (1): 183-229.
 - Calvo S., Barone R., Naselli Flores L., Fradà Orestano C., Dongarrà G., Lugaro A., Genchi G. – Il Naturalista Siciliano, Vol. XVII Suppl. 1993, organo della Società Siciliana di Scienze Naturali - Limnological studies on lakes and reservoirs of Sicily - Tip. Luxograph, Palermo;
 - Campo G., Collura P., Giudice E., Puleo G., Andreotti A. & Ientile R., 2001. Osservazioni sulla migrazione primaverile di uccelli acquatici nel Golfo di Gela. Avocetta, 25: 185.
 - Carapezza A., 1988. Settanta Eterotteri nuovi per la Sicilia. *Naturalista sicil.*, 12: 107-126.
 - Chiesa G., 1988 – “*Inquinamento delle acque sotterranee*”. Hoepli, Milano 1988.
 - Chiesa G., 1992 – “*La ricarica artificiale delle acque sotterranee*”. Ed. Geo- Graph, Milano.
 - Civita M., 1986 – “*Proposta di legenda per la redazione della carta della vulnerabilità dell'inquinamento dei corpi idrici sotterranei*”. C.N.R. Gruppo Nazionale per la difesa delle catastrofi idrogeologiche;
 - Comune di Gela – Piano regolatore generale, stralcio geo-litologico;
 - Consorzio di Bonifica n°5 Gela - Piano generale di trasformazione del comprensorio di bonifica della Piana del Gela – 1952;
 - Consorzio di Bonifica n°5 Gela - Progetto dei lavori di sistemazione del bacino imbrifero della Valle Torta e sistemazione a serbatoio per uso irriguo del Lago Biviere con l'utilizzazione delle acque del Fiume Birillo - 1952.
 - Di Geronimo I. e Costa B., 1978 – “*IL Pleistocene di Monte dell'Apa (Gela)*”. Riv. It. Pal., vol.4 (4), 1121-1158.
 - Di Geronimo I. et alii, 1979 – “*Dati preliminari sulla neotettonica della Sicilia centrale*”. In “Contributi preliminari alla realizzazione della Carta Neotettonica d'Italia”. Pubbl. P. F. Geodinamica, 391-429.

-
- Di Grande A. e Muzzicato C., 1986 – “*Il Neogene alloctono (Falda di Gela) ed il Pleistocene dei dintorni di Monte della Guardia (Gela)*”. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat., vol. 19 (327), 131-152.
 - Fetter C.W.Jr., 1980 – “*Applied Hydrogeology*”. Charles E. Merrill Publishing Company, Columbus
 - Fetter C.W., 1998 – “*Contaminated hydrogeology*”. Pearson Education, 1998.
 - Grasso M. et alii, 1998 – “*Geological Map of the Licata Fold Belt (South Central Sicily) : Explanatory Notes*”. Annales Tectonicae, vol.12 (1-2-51-58).
 - GreenStream, 2003 – “*Progetto di realizzazione del metanodotto di importazione dalla Libia – Procedura SIA – Attività di compensazione*”. Piano di gestione monitoraggio e di ricerca dell’area SIC “Biviere e Macconi di Gela” e riqualificazione dell’ambito dunale.
 - Eni S.p.A. Divisione Agip - Distretto di Gela, Rapporto di Caratterizzazione, Relazione tecnica - Dicembre 2002;
 - Enichem S.p.A. - Stabilimento di Gela, Piano di Caratterizzazione della proprietà Enichem S.p.A. - Febbraio 2002;
 - Ferro G., 1978/1979 – *La vegetazione di Butera (Sicilia meridionale)*. – Atti Ist. Bot. Lab. Critt. Univ. Pavia, s. 6, 13: 51-118.
 - Frei M., 1937 – *Studi fitosociologici su alcune associazioni litorali in Sicilia (Ammophiletalia e Salicornietalia)*. Nuovo Giorn. Bot. It., n.s., 44 (2): 273-294.
 - G. Giusso del Galdo, S. Sciandrello 2003 - ATTI 98° CONGRESSO SBI 24-26 SETT. 2003 CATANIA - Contributo alla flora dei dintorni di Gela (Sicilia meridionale)
 - Galesi R., Giudice E., Mascara R., 1994 – *Vegetazione ed avifauna degli acquitrini di Piana del Signore – Spinasantà (Gela, Sicilia)*. – Naturalista sic., s. 4, 18(3-4): 287-296.
 - Hydrographic Department, British Admiralty - Mediterranean Pilot, Vol. I, Ninth Edition;
 - Ilardi V., Spadaro V., Angelini A., 2000 – Biodiversità vegetale e livelli di naturalità in un’area sensibile della costa Centro-meridionale della Sicilia sottoposta ad elevato impatto ambientale. – Quad. Bot. Ambientale Appl., 9(1998)

-
- Indagine sullo stato trofico dei laghi siciliani finalizzata alla loro caratterizzazione, alla elaborazione di piani di risanamento ed alla indicazione di linee generali per una razionale utilizzazione delle acque. 1987-1988. Convenzione tra Laboratorio di Ecologia Acquatica- Dipartimento di Scienze Botaniche, Università di Palermo e Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana.
 - Industria Siciliana Acido Fosforico S.p.A. in liquidazione – Stabilimento di Gela. Piano di Caratterizzazione della proprietà ISAF S.p.A. - Febbraio 2002;
 - ISTAT (annate varie) - Censimento generale dell'agricoltura;
 - ISTAT (annate varie) - Censimento generale della popolazione;
 - ISTAT (annate varie) - Censimento generale industria e servizi;
 - Leonardi S., Maugeri G., Poli E., 1976 – *La macchia mediterranea sulle dune costiere della Sicilia meridionale*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 52(3): 153-158.
 - LIPU & WWF (a cura di), 1999. *Nuova Lista Rossa degli Uccelli nidificanti in Italia*. Riv. ital. Orn., 69: 3-43.
 - Lo Valvo M., Massa B. & Sara' M. (red.), 1993. Uccelli e paesaggio in Sicilia alle soglie del terzo millennio. *Naturalista sicil.*, 17 (suppl.): 1-373.
 - Lojacono Pojero M., 1888-1904 – *Flora sicula*. Tip. Virzì, Palermo.
 - MALCEVSCHI S., BISOGNI L. & GARIBOLDI A., 1996. *Reti ecologiche ed interventi di miglioramento ambientale*. Il Verde Editoriale S.r.l. Milano.
 - Maugeri G., Leonardi S., 1974 – *Esempio di macchia a Ginepro e Lentisco nella Sicilia Meridionale*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 50: 1-2.
 - May R.M. & Southwood T.R.E., 1990. Introduction. Pp.1-22 in: Shorrocks B. & Swingland I.R. (ed.), *Living in a patchy environment*. Oxford Univ.Press, Oxford, New York, Tokyo.
 - PERROW M. R. & DAVY A. J., 2002. *Handbook of Ecological Restoration*. Vol. 2. Cambridge Univ. Press.
 - Polimeri Europa S.p.A. - Stabilimento di Gela, Piano di Caratterizzazione della proprietà Polimeri Europa S.p.A. - Febbraio 2002;

-
- Provincia di Caltanissetta, Assessorato Territorio e Ambiente, Dipartimento Tecnico: Lettura conoscitiva del Territorio della Provincia di Caltanissetta: Lago Biviere di Gela;
 - Raimondo F.M., 1975 – *Nota su alcune neofite della flora siciliana*. Arch. Bot. Biogeogr. Ital., 51 (3): 134-140.
 - Raimondo F.M., Gianguzzi L., Ilardi V., 1994 – *Inventario delle specie “a rischio” nella flora vascolare nativa della Sicilia*. Quad. Bot. Ambientale Appl., 3(1992): 65-132.
 - Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente – Censimento dei corpi idrici;
 - Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente – Parchi e riserve in Sicilia - Edizioni Arbor;
 - Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente – Relazione sullo stato dell’ambiente in Sicilia 2002;
 - Ronsisvalle G.A., 1971 – *Lembi di vegetazione naturale nei dintorni di Gela (Sicilia meridionale)*. Boll. Acc. Gioenia Sci. Nat. Catania, s. 4, 11(1-2): 119-125.
 - Ronsisvalle G.A., 1972 – *Conservazione del paesaggio nelle spiagge della Sicilia meridionale*. Giorn. Bot. It. 106 (5): 298.
 - Ronsisvalle G.A., 1979 – *Vegetazione psammofila del litorale tra Gela e Mazara del Vallo (Sicilia Meridionale)*.-Boll. Accad. Gioenia Sci. Nat. Catania, s. 4, 13(10): 9-25.
 - S. Calvo, R. Barone, L. Naselli Flores, C. Fradà Orestano, G. Dongarrà, A. Lugaro & G. Genchi - 1993 “*Limnological studies on lakes and reservoirs of Sicily*”. Naturalista Siciliano vol. XVII (suppl. 1993)
 - Schilleci F., 2000. Reti ecologiche e strumenti di pianificazione. *In Folio*, 9: 35-50.
 - Sortino M., Marcenò C., 1974 – *La vegetazione del litorale di Licata (Sicilia meridionale)*. Boll. Stud. Inf. Reale Giard. Colon., 26: 111-115.
 - Tucker G.M., Heath M.F., 1994. *Birds in Europe: their conservation status*. BirdLife Int., Cambridge, UK.
 - Ufficio Territoriale di Governo di Caltanissetta, Piano di Emergenza Esterno, Impianti industriali a rischio di incidente rilevante; sito di Gela - Novembre 2002;
 - Vito Maria Amico - Dizionario topografico della Sicilia (Palermo, 1859);

-
- Università degli Studi di Palermo - Dipartimento di Chimica e Fisica della Terra ed Applicazioni alle Georisorse e ai Rischi Naturali (C.F.T.A.) - “Idrogeochimica del lago Biviere di Gela” Biennio 2003-2005;
 - Sogesid S.p.A. - Attività di supporto per la redazione del Piano di Tutela delle Acque “Caratteristiche dei bacini idrografici significativi – caratterizzazione del bacino idrografico "Acate e bacini minori tra Gela e Acate" Anno 2005