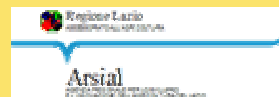


This project is cofunded by the
EUROPEAN UNION LIFE+ PROGRAM



SUSTGREENHOUSE

Rapporto di studio sulla situazione territoriale



A project implemented by

- ARSIAL Agenzia Regionale per lo Sviluppo e l'Innovazione dell'Agricoltura del Lazio
- Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali (Facoltà di Agraria "Alma Mater Studiorum" - Università di Bologna)



SUSTGREENHOUSE
www.sustgreenhouse.eu



LIFE + Environment Policy and Governance

**Progetto: SUSTGREENHOUSE “La serra sostenibile: azione dimostrativa per una
serricoltura intensiva a zero emissioni” (LIFE+ 07 ENV/IT/000516)**

**RAPPORTO DI STUDIO SULLA SITUAZIONE TERRITORIALE
comprensivo di dati ambientali ed economici
dell’area del Salto di Fondi (LT)**

Maggio 2009



CONTENUTO

PREMESSA	2
FONDI E IL SALTO DI FONDI	2
CLIMATOLOGIA	7
IDROGEOLOGIA	15
IL PAESAGGIO FORESTALE DELLA PIANA DI FONDI PRIMA DELLE BONIFICHE INTEGRALI	19
LA VEGETAZIONE DELLE PIANA E DELLE SPONDE LACUSTRI	21
LA FAUNA ITTICA DEL LAGO E NEI CANALI IMMISSARI	22
L'ISTITUZIONE DEL PARCO DEL MONUMENTO NATURALE DEL LAGO DI FONDI	24
EVOLUZIONE E STATO ATTUALE DEL SETTORE AGRICOLO DELLA PIANA DI FONDI	26
VINCOLI E NORMATIVE INSISTENTI SUL SALTO DI FONDI	31
L'AREA SEDE DEL PROGETTO LIFE+	38
IL SALTO DI FONDI	38
CARATTERISTICHE DEI SUOLI COLTIVATI	41
CARATTERISTICHE FISICO-CHIMICHE	47
GIUDIZIO GENERALE SUI TERRENI AGRARI COLTIVATI	55
LA TIPOLOGIA DEGLI APPRESTAMENTI SERRICOLI E LA REALTÀ PRODUTTIVA DEL SALTO DI FONDI: EVOLUZIONE E CONTESTO ATTUALE	57
TUTELA DELLE FALDE: LA SOSTITUZIONE DELL'IMPIEGO DI ACQUA DI FALDA CON L'ACQUA DELL'IMPIANTO COLLETTIVO, GLI IMPIANTI CONSORTILI	68
CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE DELLE ACQUE DI FALDA	70
RINGRAZIAMENTI	80
ALLEGATI	81
COSTI MEDI DI PRODUZIONE DELLE PIU' IMPORTANTI SPECIE COLTIVATE NEL COMPENSORIO AGRICOLO DEL SALTO DI FONDI	81
ANALISI CAMPIONI DI TERRENO E DI ACQUA DI POZZO DI AZIENDE DEL COMPENSORIO SALTO DI FONDI	88

Premessa

Fondi e il Salto di Fondi

La città di Fondi ed il suo ampio territorio amministrato (abitanti 36.257, superficie 142,26 km², altitudine 8 m s.l.m. -min -2, max 956, Latitudine 41° 21' 18.36" N, Longitudine 13° 25' 55.92" E) occupano l'ultimo lembo meridionale della Pianura Pontina, un vasto territorio profondamente manipolato e ridisegnato dall'uomo nel breve arco degli ultimi decenni con tale intensità da rendere difficile individuare siti e contesti non plasmati a misura e funzione delle umane necessità.



*La piana di Fondi in foto area 3d da satellite
con evidenziata in rosso l'area progettuale del Salto di Fondi (Google Earth ©)*

Città conosciuta fin dall'epoca romana con il nome di Fundi, ma di fondazione ancora più antica, come dimostrato dalle rovine delle mura ciclopiche, è situata ai piedi dei monti Ausoni, in una fertile pianura



costiera. Il suo territorio comprende un litorale sabbioso di 13 Km sul Mar Tirreno. Nel territorio comunale si trova il lago di Fondi, il lago S. Puoto, in comproprietà con la vicina Sperlonga, e parte del Lago Lungo. Fondi si trova al Km 120 della S.S. n.7 Appia. Attività prevalenti: agricoltura, artigianato e commercio di ortofrutta di rilevanza nazionale grazie anche alla presenza del MOF (Mercato Ortofrutticolo Fondi), uno dei centri di raccolta e smistamento di prodotti ortofrutticoli di rilevanza Europea.

La storia del Comune è stata segnata profondamente dalla sua situazione di città di confine, soprattutto a partire dal IX secolo fino al 1870, tra il Regno di Napoli, di cui faceva parte, e lo Stato Pontificio. Il territorio era stato governato a latifondo fino alla metà del XIX secolo, ma già a partire dalla fine del XVIII secolo, la distribuzione di nuove terre coltivabili e la suddivisione dei latifondi fra famiglie di lavoratori e contadini ha significato un progressivo cambiamento culturale e sociale nelle popolazioni, con momenti significativi di lotte sociali e migrazioni storiche di centinaia di chilometri dei nuovi coloni e dei pionieri.

Nel 1931 ebbe inizio la bonifica agraria della Piana Pontina ad opera dell'ONC, l'Opera Nazionale Combattenti (creata nel 1917 allo scopo di fornire assistenza economica, tecnica e morale ai reduci della prima guerra mondiale), con l'esproprio di 18.000 ettari di terre di latifondo. Anche nell'Agro Fondano la bonifica agraria, sebbene avviata per iniziative private coatta, ha modificato profondamente l'habitat naturale e le condizioni socio-economiche di questo territorio. La colonizzazione delle terre improduttive, la realizzazione di sistemi idraulici e di comunicazione viaria, la riforma sanitaria di acquitrini e paludi infestate dalla malaria; tutto questo, all'inizio dell'era moderna ha mobilitato le grandi riserve produttive che hanno permesso di fornire le risorse alimentari necessarie al notevole aumento di popolazione che si verificava in concomitanza. Nei territori interessati avvenivano cambiamenti radicali dell'ambiente con effetti catastrofici per la natura esistente, a volte per il clima ed indubbiamente per il paesaggio. Popolazioni diverse improvvisamente si trovarono a stretto contatto con fenomeni di perdita di identità culturale e riduzione di biodiversità etnologica; ma, allo stesso tempo, si introdussero nuovi comportamenti e nuove abitudini, assieme a nuove colture e nuove specie di animali di allevamento



Inquadramento Geologico

L'area oggetto d'indagine ricade all'interno della Piana di Fondi (Carta Geologica d'Italia, F.170) che si estende per circa 90 kmq ed è delimitata ad ovest e a nord dal massiccio carbonatico degli Ausoni, a est dagli Aurunci, a sud dal mar Tirreno.

Gran parte dell'area presenta una morfologia piatta con quote prossime al livello del mare che giungono spesso a valori negativi.

Strutturalmente la dorsale lepino-ausona è costituita da una successione carbonatica sovrascorsa verso NE, nel Tortoniano superiore, sulla dorsale simbruino-ernica e sul bacino della Valle Latina, a sua volta passivamente trasportato come bacino marginale nel Messiniano inferiore. Queste aree, durante il Pliocene ed il Pleistocene, sono state interessate da una tettonica estensionale, sviluppata attraverso sistemi di faglie normali ad andamento NW-SE e, localmente, NE-SW. Il processo estensionale disloca e ribassa in tutta l'area le dorsali verso SW, mediante faglie planari che bordano le attuali depressioni della Pianura Pontina.

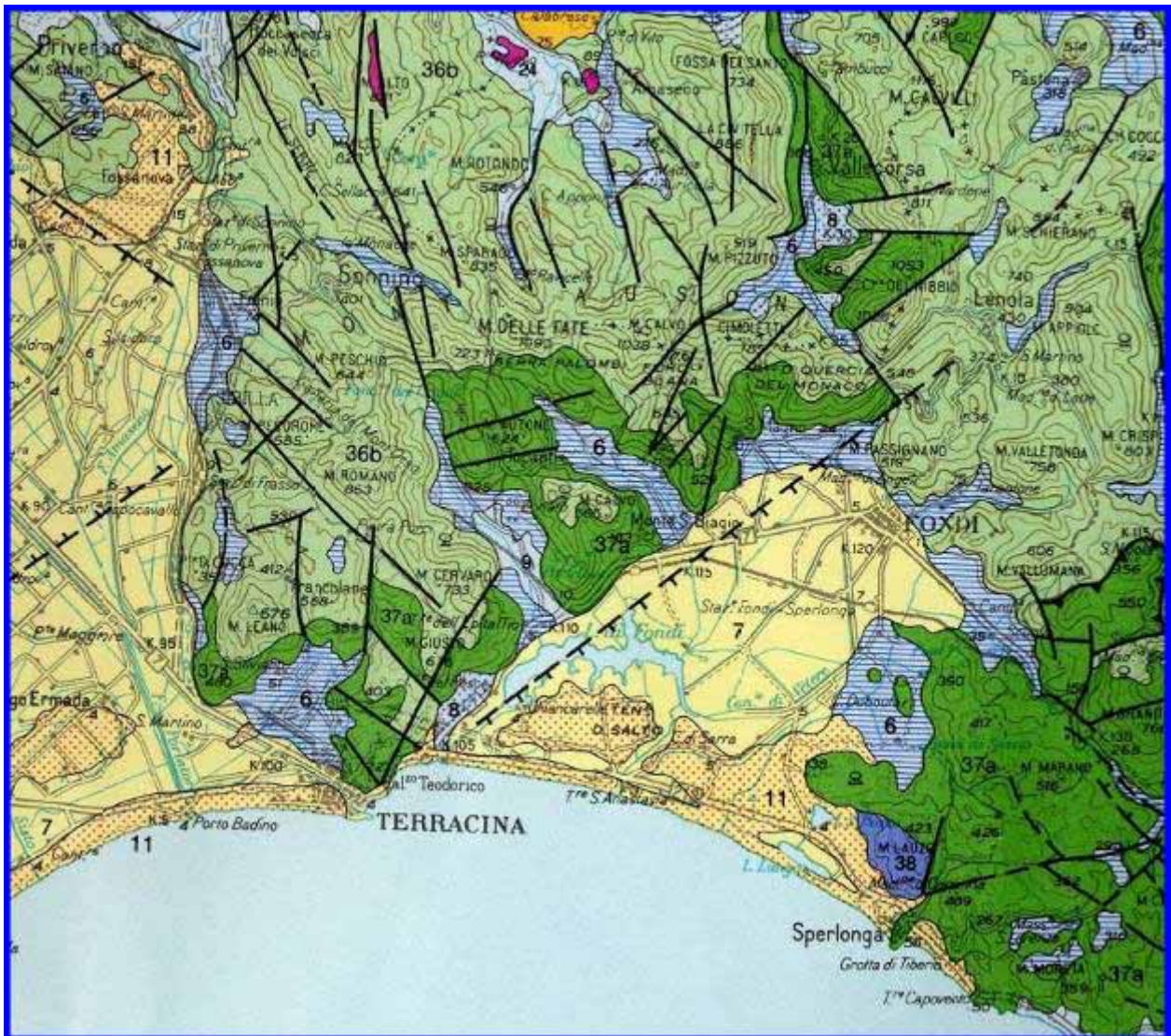
I rilievi montuosi sono costituiti, per la maggior parte, da calcari e dolomie in facies di piattaforma carbonatica che vanno dal Triassico superiore (220 Ma) al Paleocene (66 Ma), con uno spessore di circa 4.000 m. In corrispondenza della piana affiorano, invece, i depositi quaternari, caratterizzati da formazioni di diversi ambienti continentali, litoranei e lacustri.

Il rilevamento geologico nella zona di indagine ha rivelato quanto segue:

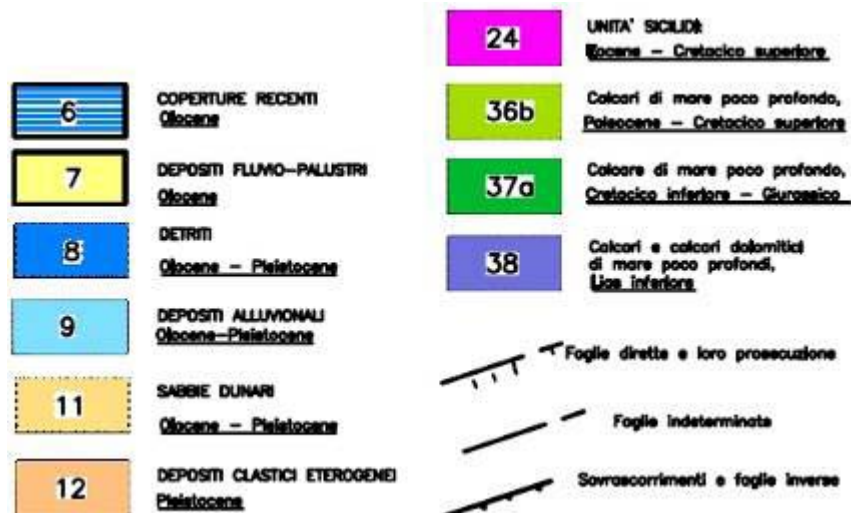
i rilievi carbonatici che bordano la piana sono costituiti da calcari detritici a pasta fine con alternanze di dolomie saccaroidi; la macrofauna è rappresentata da rari livelli a piccole *Nerinee* e *Requenie*. Le associazioni microfossilifere sono caratterizzate da *Salpingoporella dinarica*, *Cuneolina laurenti*, *Cuneolina camposauri* e *Bacinella irregularis* nella parte bassa; da *Cuneolina pavonia parva*, *Pezzata simplex* e *nummoloculina heimi* nella parte alta. Si notano talora al tetto livelli calcarei a *Sellialveolina viallii*. Lo spessore di questo complesso calcareo, è rilevante, ma il suo computo rimane difficile per la presenza di numerose faglie: la potenza approssimata calcolata in più punti è dell'ordine dei 500 metri.

Lungo la fascia costiera affiorano i litotipi prevalentemente sabbiosi delle dune antiche e recenti, mentre nella parte centrale della piana sono presenti i depositi di colmata delle depressioni bonificate, sovrastanti a sedimenti di ambiente palustre e salmastro. Nella zona prossima ai massicci carbonatici, infine, affiorano i detriti provenienti dalla degradazione dei pendii, misti a terra rossa, e i depositi di conoide fluviale. In particolare:

- la duna antica è costituita da litotipi sabbiosi in gran parte d'origine eolica del Pleistocene superiore. Nella parte inferiore le sabbie sono chiare con una frazione maggiore di granuli di quarzo. A circa 0.5 m. di profondità s'incontra un orizzonte a concrezioni allumino-ferriche, "Alios" o "Ortstein", relitto paleopedologico;



Carta degli ambiti geologici e litostratigrafici (elaborazione CAD)





- le terre umifere sono costituite da estensioni di torba a idrofite, nerastra, talvolta stratificata, con intercalate lenticelle con abbondanti molluschi dolcicoli (*Planorbis*, *Physa*, *Neritina*, *Bythinia*, ecc). I suoli scuri, acidi che si presentano con i caratteri di torbo-scopeto sono detti “cuora” e possono considerarsi come gli equivalenti per la Piana di Fondi, della brughiera lombarda;
- alle falde dei rilievi carbonatici ed allo sbocco di depressioni vallive si estendono le terre rosse a matrice argillosa, con abbondanti frammenti calcarei angolosi; vi è tuttavia presente sempre una componente di derivazione da piroclastiti (pirosseni e biotite).

Climatologia

Nel Lazio si rinvencono i regimi pluviometrici tipici dell'Italia peninsulare centrale, ma con una tendenza verso caratteri già mediterranei che si fanno spiccati nel Lazio meridionale costiero.

La regione è fortemente influenzata dalla marittimità, come mette in evidenza il progressivo scarico di umidità delle correnti d'aria tirreniche a contatto con l'orografia. Il fatto che le medie dei mesi invernali scendano solo raramente al di sotto dei 5°C indica un clima generalmente mite.

Una partizione del territorio laziale, molto diversa da quella fisica lo distingue in Alto Lazio, a nord, comprendente le regioni della Tuscia (distinguibile in Maremma Viterbese e Teverina), della Sabina, dell'Alto Reatino e del Cicolano, e Basso Lazio, a sud, che comprende la Ciociaria, l'Agro Pontino e l'Agro Fondano. Una terza fascia trasversale costituita dalla Campagna Romana e dalla valle dell'Aniene unisce queste due fasce molto differenziate e complesse.

Esaminando più in dettaglio, il Lazio è suddivisibile in 15 province fitoclimatiche, caratterizzate da una particolare vegetazione che è in rapporto con il tipo di clima.



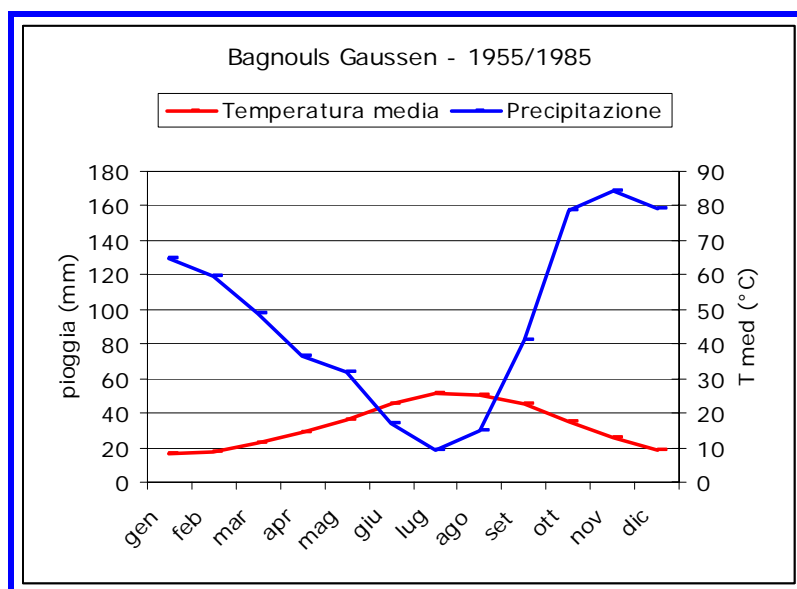
Suddivisione delle 15 province climatiche del Lazio

L'area di studio (Piana di Fondi e promontori del Lazio meridionale) è classificata come termotipo termomediterraneo superiore, con ombrotipo umido inferiore/subumido superiore della regione xeroterica (sottoregione mesomediterranea).

È caratterizzata da precipitazioni abbondanti, soprattutto nella Piana di Fondi, e variabili (727÷1133mm), con apporti estivi compresi tra 61 e 83 mm. La temperatura media è piuttosto elevata, con aridità intensa e

prolungata da maggio ad agosto. Freddo poco accentuato anche nei mesi invernali, con temperatura media delle minime del mese più freddo piuttosto elevata, superiore ai 6.5°C.

Per meglio comprendere le caratteristiche climatiche della zona in esame, si riportano i diagrammi di Bagnouls- Gaussen, riferiti alle misure di temperatura media e precipitazione registrate dalla stazione pluviometrica di Fondi dell'Istituto Idrografico (1955-1985).



Diagrammi di Bagnouls- Gaussen, temperatura media e precipitazione (stazione pluviometrica di Fondi dell'Istituto Idrografico 1955-1985)

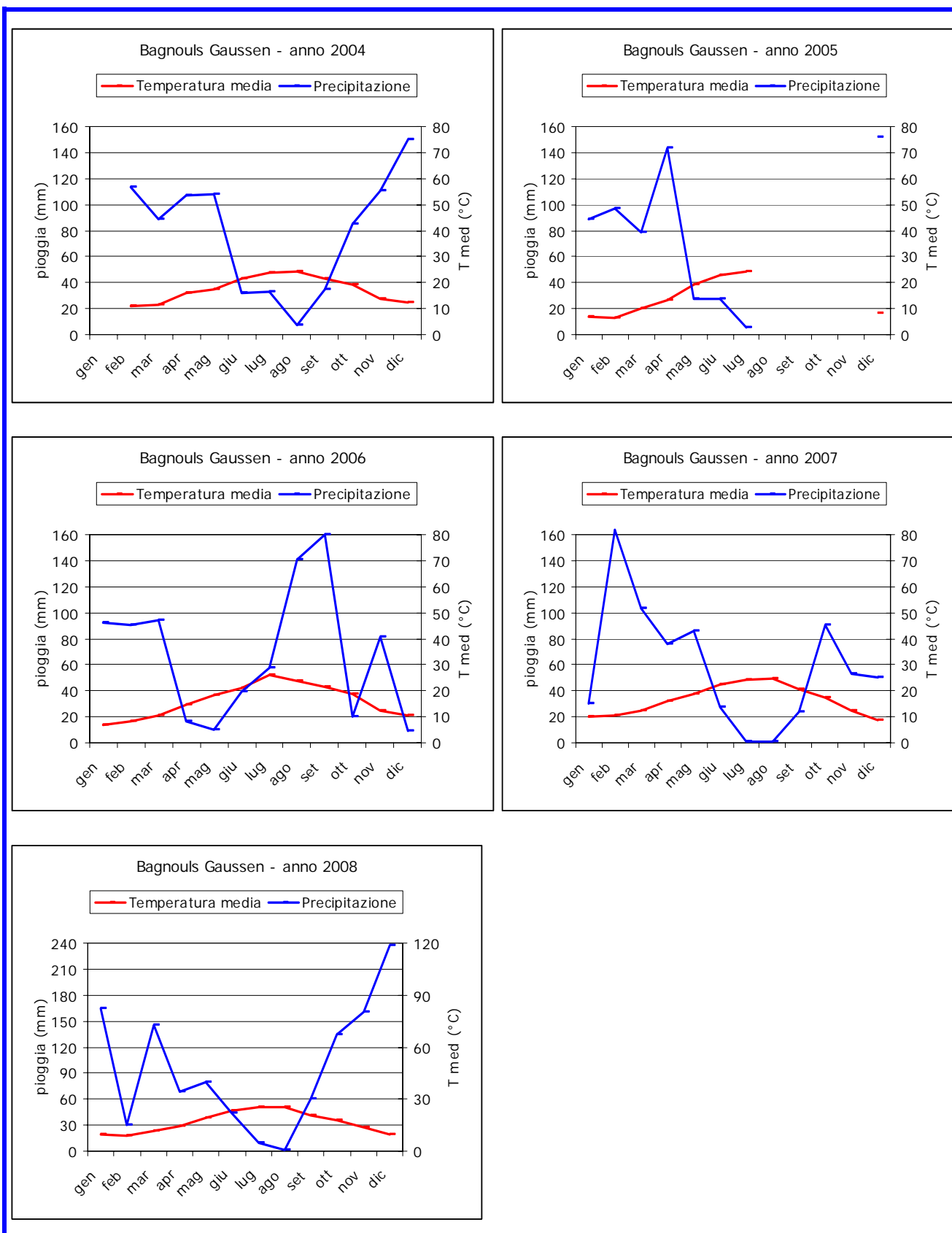
Risultano evidenti i mesi aridi, definiti come quelli caratterizzati da precipitazioni (in mm) minori o uguali al doppio della valore della temperatura media: giugno, luglio e agosto.

E' utile confrontare i dati di detta serie storia con quanto registrato negli ultimi 5 anni dalla stazione agrometeorologica del SIARL, ubicata a Fondi in località Capratica.

In particolare salta all'occhio la peculiarità climatica dell'anno 2006, che ha fatto registrare precipitazioni rilevanti in mesi generalmente aridi e caratterizzato, in evidente controtendenza, ottobre e dicembre come mesi aridi.

Secondo le classificazioni dell' Eredia possiamo convenire che il clima del comprensorio oggetto di studio (area del salto di Fondi) presenta le stesse caratteristiche generali del clima della piana di Fondi: clima umido-temperato con valori leggermente variati in quanto la località di Salto di Fondi si trova nell'area tutta compresa tra il lago di Fondi e la linea costiera; sono quindi più accentati gli influssi dovuti alla vicinanza del mare, con modificazioni sul microclima (temperatura, umidità, ventosità ecc..) tipiche delle zone costiere.

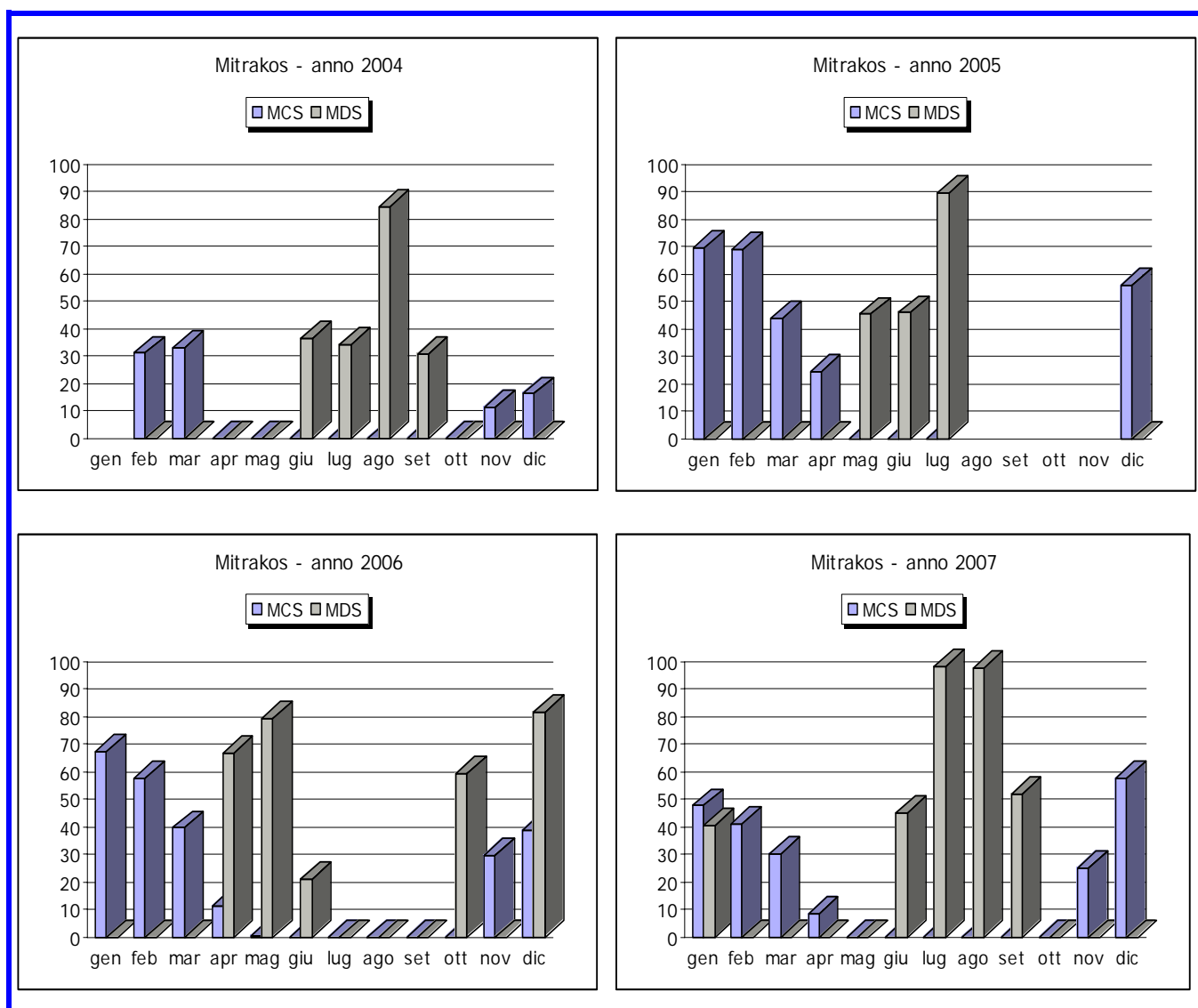
Le catene montuose dei monti Ausoni e Aurunci racchiudono la vallata sul versante Nord-Est proteggendola così dalle correnti fredde provenienti da Nord.

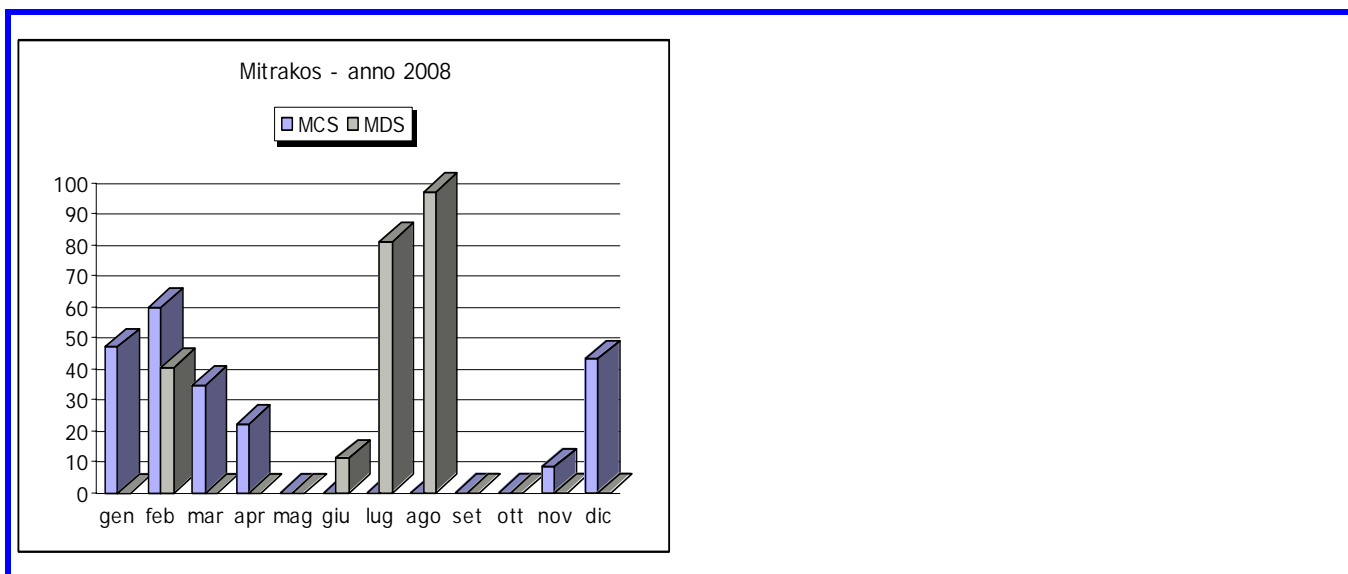


Diagrammi di Bagnouls- Gausсен, temperatura media e precipitazione
(stazione SIARL di Capratice 2004-2008)

Altri indici bioclimatici proposti da Mitrakos sono l' MCS (monthly cold stress) e l'MDS (monthly drought stress), per definire, rispettivamente, l'intensità e la durata del freddo mensile e l'intensità e la durata dell'aridità mensile. L'MCS si basa sulle temperature minime mensili e sul valore soglia di 10°C (inteso come soglia dell'attività vegetativa), l'MDS sull'ipotesi che precipitazioni mensili inferiori a 50 mm inducono, in ambiente mediterraneo, uno stress colturale.

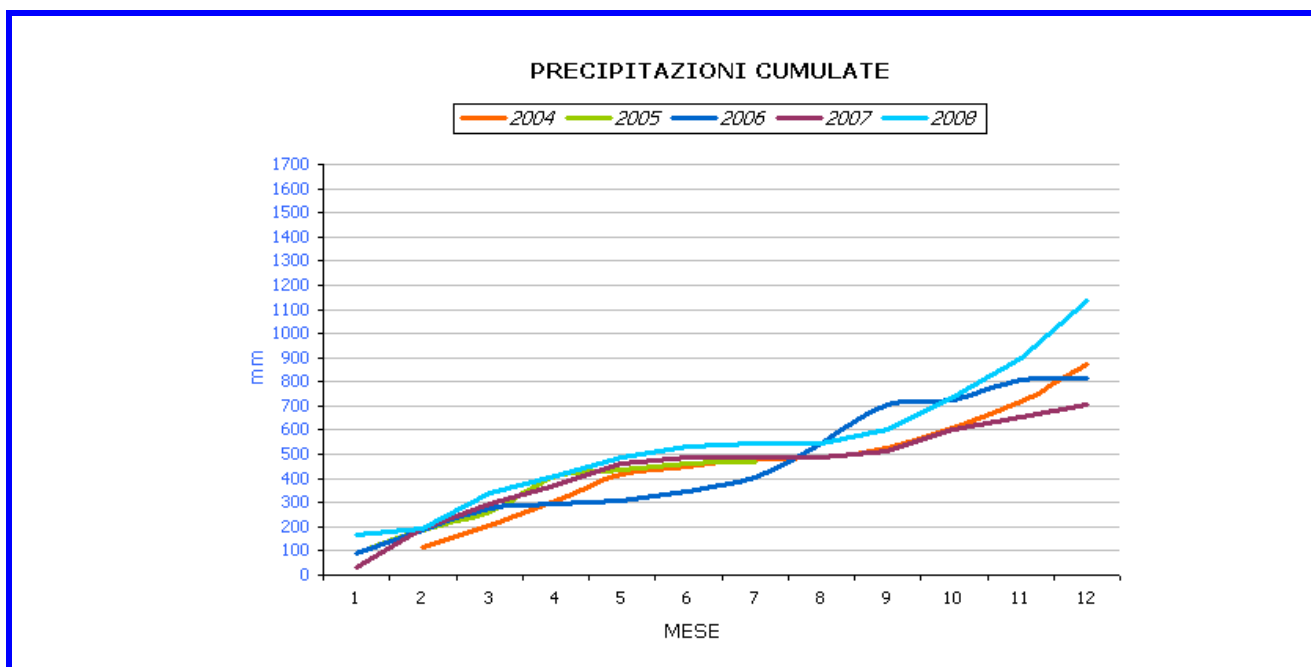
Nei grafici seguenti sono riportati i diagrammi di Mitrakos degli ultimi 5 anni per la stazione agrometeorologica del SIARL, ubicata a Fondi in località Capratica. Sono evidenti gli scostamenti dalle medie stagionali soprattutto per quanto concerne l'aridità mensile, nella tarda primavera e nell'autunno del 2006.

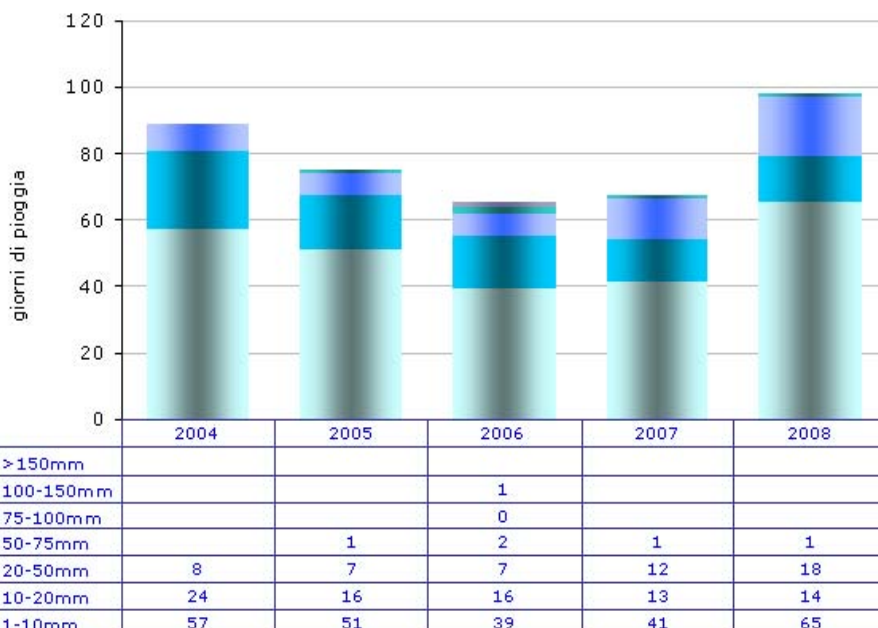




Diagrammi di Mitrakos – MCS e MDS (stazione SIARL di Capratica 2004-2008)

Ai fini di una corretta individuazione delle caratteristiche climatiche della zona è utile analizzare anche l'andamento delle precipitazioni degli ultimi anni, infatti, dai grafici seguenti risulta evidente, da una parte come l'ultimo anno si siano ripristinate condizioni di "normalità" rispetto ai due anni precedenti, dall'altra come siano aumentati i giorni con precipitazioni eccezionali, comprese nel range 20-50 mm.

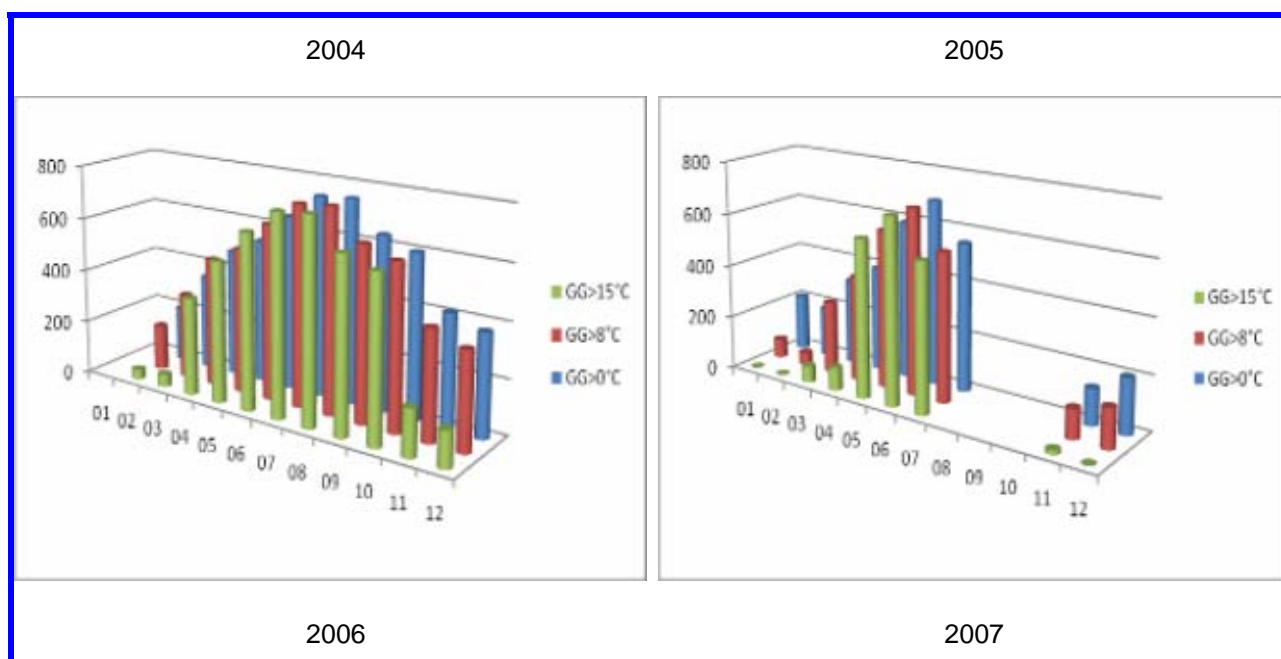


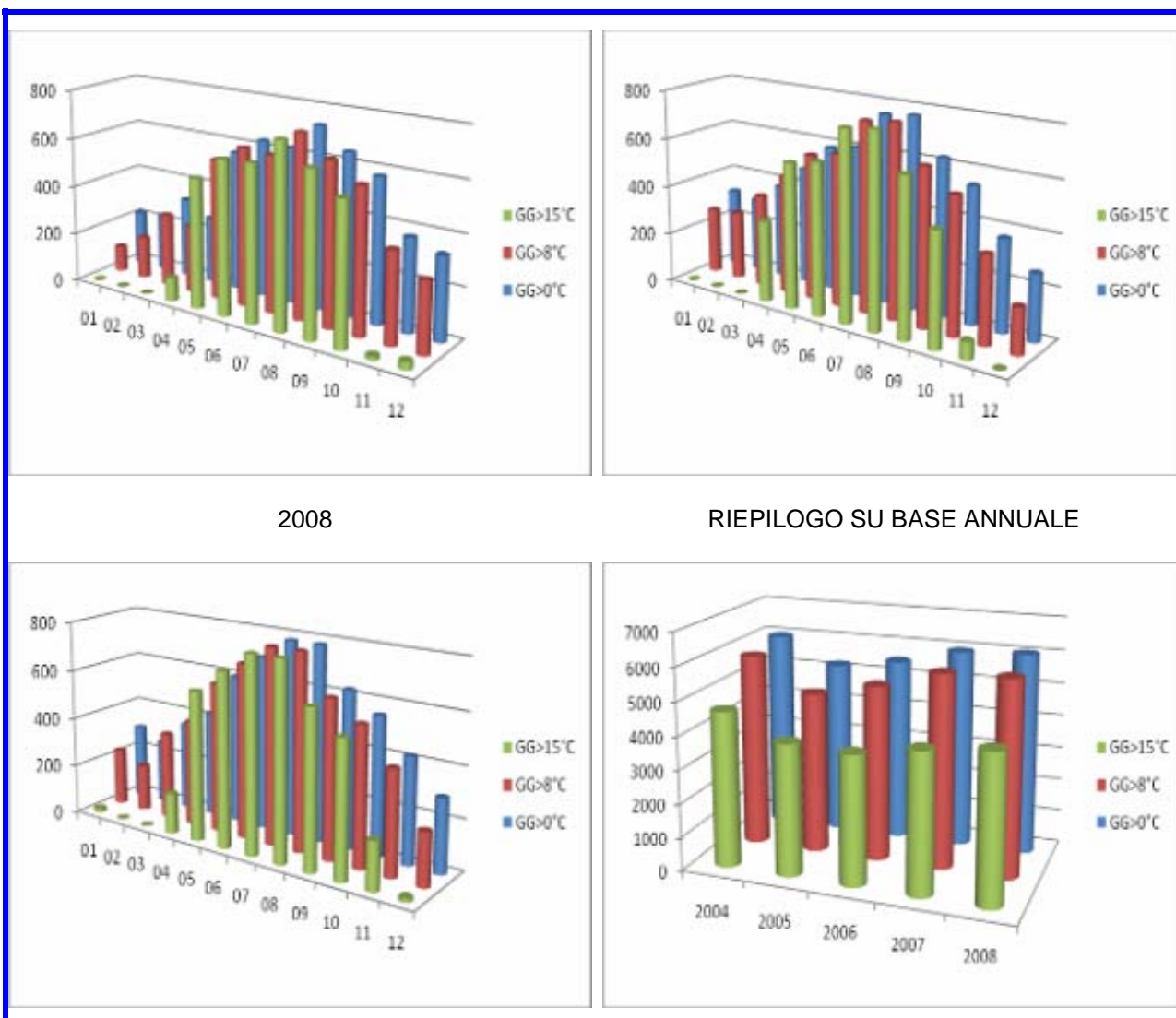


Precipitazioni cumulate e giorni di pioggia (stazione SIARL di Capratica 2004-2008)

L'analisi dei gradi giorno, ovvero dell'accumulo termico, calcolato sulle soglie di 0°C, 8°C e 15°C, è indice del lieve aumento delle temperature medie, avvalorato anche da un esame più approfondito dell'evapotraspirazione (ET0), in aumento negli ultimi anni.

Nei grafici che seguono sono riportati i gradi giorno relativi agli ultimi 5 anni e il riepilogo rispetto ai valori cumulati.





L'analisi dei gradi giorni (stazione SIARL di Capratica 2004-2008)

In sintesi si può rilevare che normalmente le temperature più alte si hanno nel mese di luglio (32 ° C) mentre le punte più basse (4 ° C) si toccano nel mese di gennaio. Nel corso dell'anno 2002 durante il mese di gennaio e febbraio si è registrato un sensibile aumento di giornate con minime notturne inferiore allo zero (34 giorni) anche nelle zone mitigate dall'influsso del lago e del mare.

La piovosità media del bacino è di 1040 mm di pioggia distribuita in 85 giorni, sussiste una notevole variazione da zona a zona, infatti mentre nelle aree interne e pedemontane abbiamo un valore medio di 1231 mm, nella zona costiera (Barchi , Salto, San Puoto etc.) abbiamo una precipitazione media di 830 mm.

I venti raggiungono una velocità di 4-5 m/sec in primavera ed estate e 7 m/sec in autunno inverno, con una prevalenza da sud-ovest nel periodo primaverile-estivo e da est nel periodo autunno-invernale.



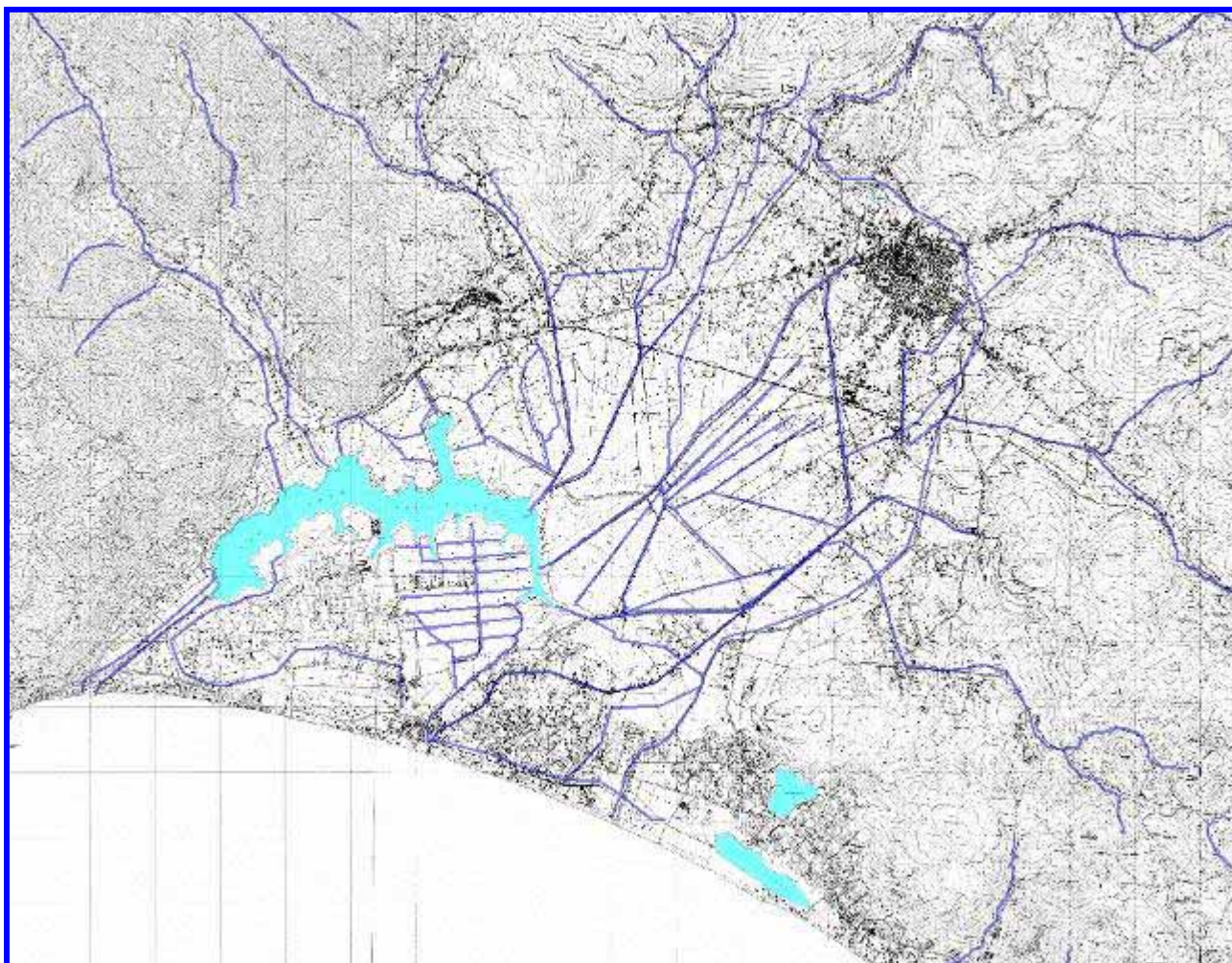
I calcoli relativi ai bilanci idrici dei suoli devono tener conto oltre che dei dati pluvio-termometrici, anche di alcune caratteristiche dei suoli quali la capacità di campo, il punto di appassimento, l'acqua utile, la densità apparente, la profondità degli apparati radicali delle piante, l' altezza della falda freatica.

Sinteticamente possiamo documentare che la capacità idrica del suolo raggiunge lo zero durante i mesi di giugno, luglio, agosto e settembre mentre l'eccedenza prevale nel mese di dicembre e gennaio.

Per le colture in pieno campo, in teoria, sono necessari apporti di 6 - 8 mc g/Ha per giugno, 20 - 24 mc g/Ha per luglio , 35 - 40 mc g/Ha per agosto , 28-32 mc g/Ha per settembre.

Idrogeologia

L'acquifero dell'unità idrogeologica della Piana di Fondi, è costituito da depositi quaternari di varia natura ed origine, con un grado di permeabilità variabile in funzione della granulometria anche se complessivamente si tratta di terreni poco permeabili. I massicci carbonatici, sede di falde idriche di notevole importanza, alimentano direttamente i litotipi più permeabili posti a contatto con essi.



Carta idrografica della Piana di Fondi (SIT Regione Lazio)

La circolazione idrica sotterranea avviene per falde sovrapposte, anche se non è obiettivamente possibile distinguerle tra loro, sia per le caratteristiche deposizionali dei sedimenti, sia per l'esistenza di "flussi di drenanza".

Nell'area in esame (Salto di Fondi) occorre, tuttavia, distinguere un'ampia fascia costiera costituita da depositi sabbiosi di duna, i quali hanno una circolazione idrica che può essere considerata autonoma. Le acque, infatti, defluiscono in parte verso l'interno (con recapito preferenziale nel Lago di Fondi e relativi emissari) ed in parte verso mare.



La parte più occidentale della piana è occupata dal Lago di Fondi insediato in una criptodepressione risalente a epoche in cui tutta la zona era geomorfologicamente caratterizzate da ampi bacini lacustri.

Nel corso della trasgressione versiliana con la stabilizzazione del livello marino, si sono verificati intensi fenomeni di colmamento che sono proseguiti sino a determinare uno status molto prossimo all'attuale forma del lago anche se ancora all'inizio del novecento i contorni non erano ancora ben definiti e molti terreni prossimi ai bordi, denominati "*pantani*" erano acquitrinosi anche durante il periodo estivo.

Solamente le importanti opere di bonifica idrauliche intraprese sin dagli anni 30 hanno reso possibile il prosciugamento di queste vaste aree (oltre 2.000 ettari) altrimenti sottratte alle attività di sfruttamento, oltre che migliorare notevolmente anche la qualità stessa dell'acqua del lago non più contaminata dagli essudati organogeni (solfuri, mercaptani, etc...) risultanti dalla putrefazione delle matrici vegetali riparie.

Il lago ha una superficie di 3,9 kmq; un perimetro di 29,3 km, una lunghezza di 4 km e una larghezza di 1,3 km, la profondità media è di 9 mt con una profondità max di 21 mt.

Il lago ha una forma falciiforme, con gli apici rivolti verso il mare, il perimetro è molto articolato in numerose insenature (con termine dialettale "*ngogne*") e punte.

Il bacino è collegato al mare, da cui dista ca. 2 km, mediante il Fosso di Canneto (2,3 km) e il Fosso di S. Anastasia (3,1 km). Il lago è ubicato al piede dei versanti meridionali della dorsale carbonatica mesozoica di Monte Giusto (676 m) e di Monte Calvo (565 m), ed è delimitato da accumuli di sabbia rossa riferibili alla "duna antica" di età quaternaria, che al più si elevano a quote di pochi metri sul livello del mare.

Al lago fanno capo alcuni corsi d'acqua naturali, con regime dei deflussi regolari, alimentati da numerose sorgenti pedemontane della falda carsica regionale; ad essi si associa un complicato reticolo di canali di bonifica la cui portata, variabile nel tempo, è influenzata soprattutto dal funzionamento di alcune idrovore (Barchi, Chiancarelle, Giglio) ubicate nei settori orograficamente più depressi dell'area ripariale del bacino.

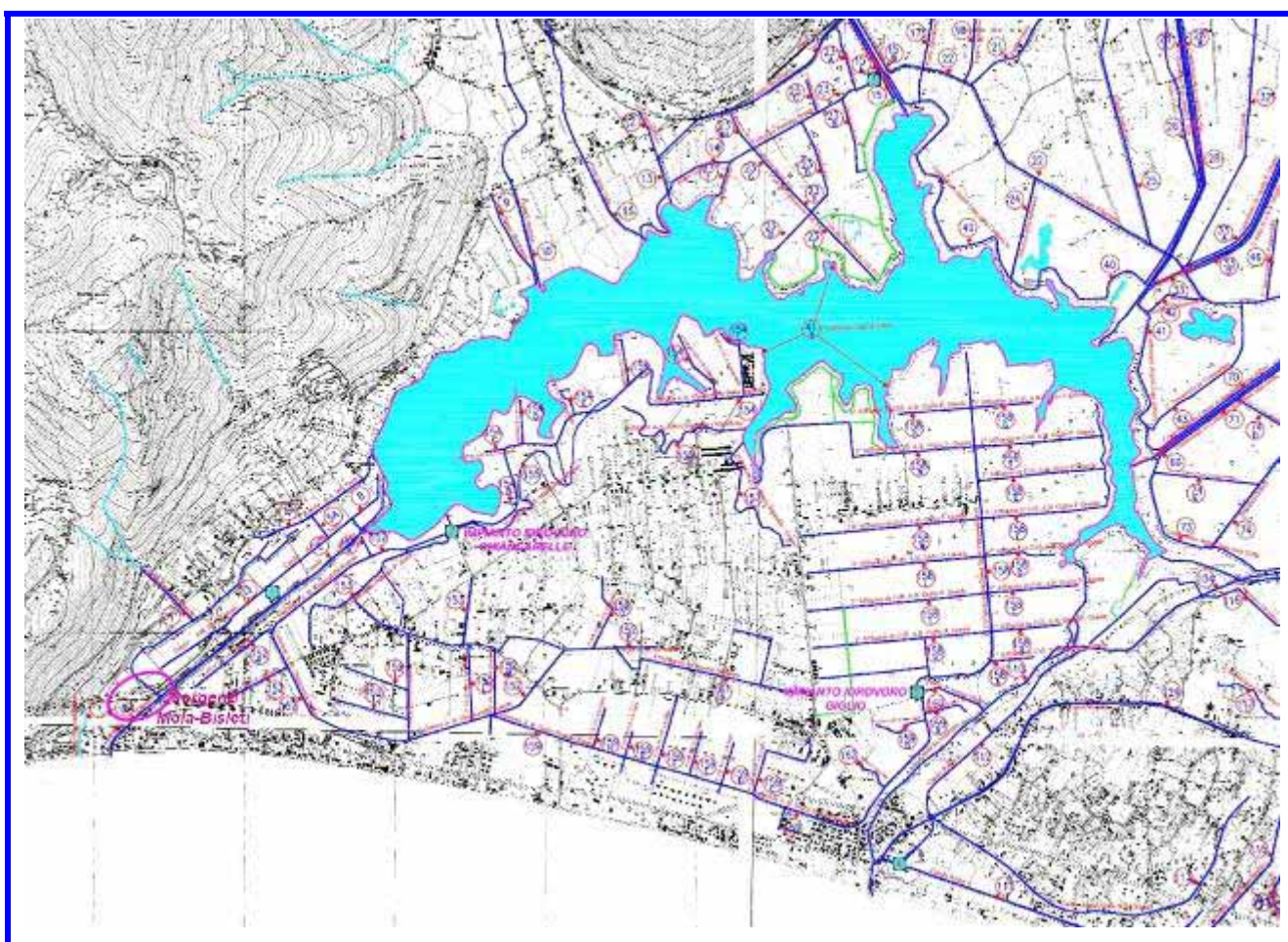
Oltre a questi sversamenti, nel lago sono confluiti, nel corso degli ultimi decenni, anche numerosi scarichi di reflui urbani, civili e di attività zootecniche che hanno minato seriamente i delicati equilibri vitali dell'habitat del lago. Attualmente la situazione è in via di progressivo miglioramento grazie all'entrata in funzione di nuove reti fognarie servite da depuratori.

Per la sua forma e per la notevole lunghezza dei suoi affluenti al mare, il lago non è particolarmente sensibile alle interferenze delle maree salienti e calanti, per cui si vengono a creare delle situazioni in cui prendono il sopravvento dei processi di sversamento verso il mare delle acque interne sgorganti delle risorgive profonde e quelle percolanti dalle aree montane circostanti. Tutto ciò conferisce alle caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua del lago alcune particolarità che le rendono assai difformi da quelle degli altri laghi costieri laziali.

La campagna circostante presenta delle quote altimetriche leggermente inferiori o assai prossime alla quota del lago stesso, da qui la necessità di porre in sicurezza idraulica tutto il territorio con l'innalzamento di arginature. Nonostante la presenza di queste importanti opere non sono mancati, anche in tempi recenti (1985) gravi fenomeni di esondazioni che hanno interessato centinaia di ettari.

Le arginature del lago sono all'attenzione di importanti progetti di riqualificazione ambientale che mirano, oltre al mantenimento dell'efficienza della sicurezza idraulica, anche alla fruizione sociale di questi habitat con la realizzazione di piste ciclo-pedonali e punti di osservazione e sosta dai quali si può godere delle tante bellezze naturali offerte all'osservatore.

All'altezza dell'incrocio fra la via Appia e la Via Flacca si trova l'area di captazione delle sorgenti Mola – Bisleti, presso cui il Consorzio di Bonifica ha il diritto di captare una portata fino ad un massimo di 500 litri al secondo da distribuire tramite gli impianti consortili in pressione e tutti gli utenti del comprensorio del Salto. Ogni azienda avrebbe quindi l'opportunità di sostituire i prelievi dalla falda freatica (pozzi privati) con questa fonte idrica, andando così a ridurre sensibilmente l'impatto sull'ambiente determinato dall'emungimento in falda freatica (subsidenza intrusione salina).



— Canali principali e secondari *Carta idrografica dell'Area del salto (elaborazione CAD)*

— Canali di scolo

— Corsi d'acqua naturali principali e secondari

■ Impianti idrovori

— Arginatura laghi

■ Laghi



Legenda

Carta dei sistemi idrogeologici (elaborazione CAD)

- 1a** Complesso litologico a differente permeabilità e circolazione idrica.
- 4b** Complesso a bassa permeabilità per porosità.
- 4c** Coltri alluviali e colluviali di ridotto spessore e di varia natura. Terreni a bassa permeabilità generalmente costituenti la fascia soggetta a percolazione delle acque meteoriche.
- 6a** Complesso ad alta permeabilità per carsismo e fratturazione.

- Principali movimenti tettonici**
- Fughe dirette e loro prosecuzione
 - Forme di drenaggio emergente**
 - Curva leopiezza e sua probabile prosecuzione
 - Verso di scorrimento idrica sotterraneo
 - Falda idrica in prossimità del piano campagna
 - Area di interesse naturalistico
 - Decariche di rifiuti solidi urbani
 - Allineamento di sorgenti
- Limite del sistema acquifero e sua probabile prosecuzione**
- Scambio idrico trascurabile
 - Deflusso sotterraneo

Il paesaggio forestale della Piana di Fondi prima delle bonifiche integrali

La vegetazione naturale che insisteva nella pianura fondana antecedente le opere di bonifica integrale del xx secolo, sia idraulica che socio-economica, presentava dei peculiari aspetti derivanti dalla forte idromorfia del territorio (livelli della falda, impaludamenti, torbiere, etc) che determinava un ambiente molto diversificato a seconda della morfologia e delle stratificazioni degli orizzonti podologici.

Ciò consentiva l'instaurarsi di popolamenti forestali alquanto difforni da quelli consentiti dalle sole condizioni microclimatiche, con la comparsa di foreste mesofile costituite da specie arboree più adatte a climi settentrionali e montani. Pertanto, accanto alle piante delle foreste mediterranee (lecci e sugherete) troviamo delle formazioni forestali definite " "querceti misti planiziali" a caducifoglie con presenza di Cerro (*Quercus cerris*), Farneto (*Quercus frainetto*), Farnia (*Quercus robur*). Queste erano, dato il loro notevole sviluppo (h. mt 25-30), dominanti su uno strato arboreo intermedio (h. mt 7-10) formato da Acero campestre (*Acer campestre*), Orniello (*Fraxinus ornus*), Carpino bianco (*Carpinus betulus*), Carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), Carpinella (*Carpinus orientalis*).

In uno strato ancora inferiore come sottobosco, ritroviamo il Prugnolo (*Prunus spinosa*), il nespolo (*Mespilus germanica*), la lonicera (*Lonicera etrusca*), il pero selvatico (*Pirus piraster*).



Maestoso esemplare di sughera secolare

Nelle zone con quote più elevate, sui terreni sabbiosi nei pressi delle dune rivierasche (zona tra il lago e la linea di costa) dominano le querce sempreverdi quali il Leccio (*Quercus ilex*) e la Sughera (*Quercus suber*) associate ad un sottobosco arbustivo di lentisco, eriche, mirti, filliree e altri arbusti della flora mediterranea.

Nelle zone depresse, con frequenti impaludamenti invernali, nei pantani e a bordo del lago predominava il bosco idrofilo con Farnia e frassino meridionale (*Frexinus oxicarpa*), Ontano nero (*Alnus glutinosa*), Olmo campestre (*Ulmus minor*).

Lungo i corsi d'acqua, sulle sponde, troviamo formazioni di Pioppo tremulo (*Populus tremula*), Pioppo nero (*Populus nigra*), Salice (*Salix alba*).

La composizione e la distribuzione di questi gruppi e formazioni di piante assumeva una forte connotazione molto accentuata dal variare delle condizioni morfologiche del terreno, dalla tessitura e dalle condizioni della falda freatica. Certamente convivevano realtà con gruppi di piante assai difformi per età e vastità, con aree occupate certamente di difficile perimetrazione.



Esemplare pluri-secolare di pino domestico

La vegetazione delle piana e delle sponde lacustri

In molti tratti delle sponde del lago e lungo i canali troviamo una forte presenza di Cannuccia di palude (*Phragmites australis*) anche dove l'acqua raggiunge il metro di altezza. In passato, da queste cenosi che occupavano vaste aree, si distaccavano delle formazioni aggregate galleggianti, delle vere e proprie isole vegetali che, navigavano per effetto delle correnti, chiamate "ballene". Ora a seguito del contenimento artificiale (chimico e meccanico) dei canneti ripari, operato dell'uomo, non si ha più la comparsa di questi fenomeni.

Associata alla cannuccia, troviamo il Falasco (*Cladium mariscus*), lo zigolo (*Cyperus longus*) e vari Carici (*Carix elata*)

Da segnalare ancora alcune presenze assai rare quali: le Felci (*Osmunda regalis* e *Thelypteris palustris*), la Soldinella acquatica (*Hydrocotyle vulgaris*), la mazza d'oro (*Lysimachia vulgaris*).

A causa dell' inquinamento, la vegetazione sommersa si è negli ultimi anni alquanto ridotta e limitata a poche specie tolleranti come il Millefoglio (*Myriophyllum spicatum*), la Brasca delle paludi (*Potamogeton pectinatus*), il Ceratofillo comune (*Ceratophyllum demersum*).



Le sponde lacustri in un'immagine degli anni '50 che testimonia i frequenti fenomeni di sversamento antecedenti alla costruzione delle arginature



La fauna ittica del lago e nei canali immissari

Sulla qualità delle acque del lago, dei suoi affluenti ed emissari, opera una forte pressione antropica, azione che viene ad essere determinata dalle inevitabili concentrazioni in sito di svariati composti chimici

Gli elementi inquinanti arrivano ad essere qui sversati in quanto il lago stesso è da considerarsi, data la sua posizione geografica, come un inevitabile ricettacolo di tutte le sostanze organiche, inorganiche, di sintesi o naturali che nel corso dei secoli vi hanno transitato o vi si sono accumulate sul fondo.

Inevitabilmente, le poderose opere di bonifica integrale che hanno interessato nel XX secolo, tutta la piana di Fondi, hanno stravolto i naturali ritmi dei cicli dell'acqua in tutti gli ambiti: il lago, i canali, le falde superficiali e profonde. In particolare si è assistito negli ultimi 30-40 anni ad un sensibile incremento del contenuto salino dell'acqua del lago, fenomeno testimoniato anche dalla modificata composizione della popolazione delle specie ittiche attualmente presenti.

A questi fattori vanno affiancati gli elementi indotti dalla antropizzazione dell'ambiente, in particolare si deve alla forte dinamicità del comparto agricolo (orticoltura, zootecnica) la maggior ricaduta negativa sui parametri qualitativi dell'acqua. Senza dimenticare inoltre la pressione derivante dagli sversamenti di reflui civili sia delle popolazioni residenti che quelli indotti dalla presenza turistica estiva.

Anche le operazioni di manutenzione, spurgo e gestione di sponde e fondali delle canalizzazioni, con interventi meccanici, comunque inevitabili per garantire la sicurezza idraulica di tutto il territorio attuato, incidono pesantemente sugli habitat della popolazione ittica.

In particolare risultano danneggiate le specie ittiche che completano il loro ciclo vitale solamente in acque dolci. Di queste almeno 8 erano presenti all'inizio del secolo scorso, ora sono praticamente estinte o si censiscono rari esemplari:

- il luccio (*Esox lucius*) e l'alosa (*Alosa fallax*) sono estinti;
- il cobite (*Cobitis taenia*) e la cagnetta (*Blennius fluviatilis*) sono a rischio di estinzione;
- lo spinarello (*Gasterosteus aculeatus aculeatus*), molto numeroso in passato, è assai raro;
- la rovella (*Rutilus rubilio*), la tinca (*Tinca tinca*) e il cavedano (*Squalius cephalus*) sono in forte contrazione.

Il contesto generale evidenzia pertanto un forte indebolimento della popolazione delle specie autoctone, la pressione antropica arriva sino a minacciarne la loro sopravvivenza a vantaggio di specie importate di notevole minor pregio quali: il cafalo (*Mugil cephalus*), il muggine calamita (*Liza ramada*), il muggine labbrone (*Oedalechilus labeo*) il latterino (*Atherina boyeri* e *A. hepsetus*).

Sono poi presenti, con tendenza alla diminuzione la spigola (*Dicentrarchus labrax*), l'anquilla (*Anguilla anguilla*).

A seguito del degrado qualitativo della popolazione ittica del lago e dei canali anche la pesca amatoriale e professionale ho subito una pesante contrazione, ed è proprio dalle testimonianze dei pescatori che si conferma il processo in atto. Oggi la pesca si limita a poche specie : la muggine calamita, il cefalo, l'anguilla ed il carassio dorato (sempre più presente, invadente, ma di scarsa valenza alimentare) . Sempre più rare la tinca e le spigole.

E' auspicabile che sin da ora e così nel corso dei prossimi anni, con la sempre più sentita sensibilità ai problemi ambientali da parte di ampi settori della cittadinanza, siano avviate tutte le procedure orientate al recupero, salvaguardia e rigenerazione dei siti ancora poco contaminati e contestualmente agire sul fronte del contenimento dell'immissione di elementi turbativi i cicli naturali.



Superstiti esemplari di sughere utilizzati come delimitazione dei campi agrari



L'istituzione del Parco del Monumento Naturale del Lago di Fondi

Con decreto del Presidente della Regione Lazio n° T0400 il 01/08/2006 è stato istituito il Monumento Naturale del Lago di Fondi. Atto politico di grande rilevanza, con esso viene istituita una riserva naturale 1.746 ha che rientra nel sistema dei Parchi, monumenti ed aree protette del Lazio.

Il lago è stato riconosciuto come SIC (Sito di Importanza Comunitaria) per la realizzazione della rete ecologica europea " Natura 2000" secondo quanto previsto dalla normativa CEE 92/43 nota come "Direttiva Habitat".

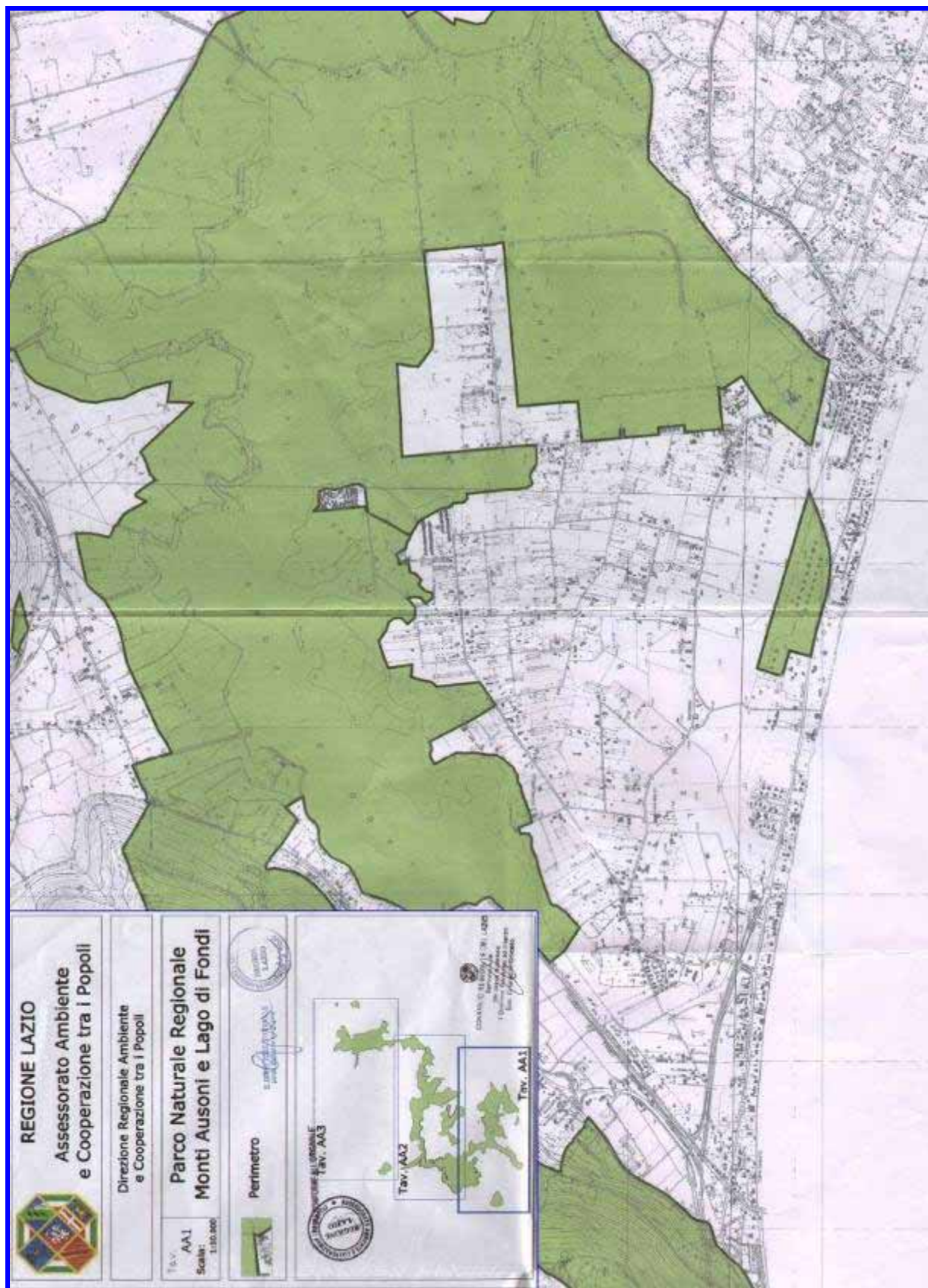
Il 19 novembre 2008 il Consiglio regionale del Lazio ha approvato a maggioranza la legge (L.R. n. 21/2008) che istituisce il Parco naturale regionale dei Monti Ausoni e lago di Fondi nonché l'ente di gestione del parco stesso che amministrerà anche il monumento naturale Tempio di Giove Anxur (Terracina). In totale il nuovo Parco ha un'estensione di oltre 12 mila ettari e si estende fra le Province di Frosinone e Latina, comprendendo parte dei Comuni di Amaseno, Monte S. Biagio, Castro dei Volsci, Pastena, Roccasecca dei Volsci, Sonnino, Terracina, Vallecorsa, Lenola, Fondi .

I Monti Ausoni rappresentano la dorsale appenninica più vicina alla costa di tutto l'Appennino laziale ed insieme ai Monti Lepini e Aurunci si configurano come aree protette di interesse regionale, già individuate nello Schema di Piano regionale dei parchi e delle riserve del '93. E' stato inoltre approvato a maggioranza un ordine del giorno che impegna la Giunta a decidere la sede del costituendo Ente parco in base a due criteri: il comune che avrà conferito una parte percentualmente significativa del proprio territorio al Parco e il comune che avrà apportato al Parco il maggior numero di siti di interesse comunitario (S.I.C.) e di zone di protezione speciale (Z.P.S.).

Attualmente è in atto l'operazione di insediamento ed avviamento dell'autorità di gestione del parco.

Con il preciso intento di preservare la sua valenza paesaggistico-ambientale ma anche come custode di alcune piante molto rare, con minaccia di estinzione, come :

- Ibisco di palude (*Hibiscus palustris*)
- Ibisco litorale (*Kosteletzkya pentacarpos*)
- Campanella selvatica (*Ipomea sagittata*)
- Trifoglio patente (*Trifolium patente*)
- Coltellaccio (*Sparganium emersum*)
- Zigolo (*Cyperus eragrostis*)
- Ninfea gialla (*Nuphar lutea*)
- Orchide palustre (*Orchis palustre*)
- Saldinella acquatica (*Hydrocotyle vulgaris*)



Mappa dei limiti del Parco Naturale Regionale dei Monti Ausoni e Lago di Fondi



Evoluzione e stato attuale del settore agricolo della Piana di Fondi

L'intensa attività bonificatrice a cui è stata sottoposta tutta la pianura fondana nel corso del secolo scorso ha di fatto sconvolto radicalmente tutto l'assetto naturale quasi integro così come era stato ereditato dai periodi antecedenti l'antropizzazione spinta a cui si assiste nel periodo post-bellico. Da una economia prettamente silvo-pastorale, di caccia e pesca, si è passati gradualmente, nelle zone in piano, alla messa in coltura di terreni resi lavorabili, con franco di coltivazione tale da consentire l'accesso ai traini animali.

Con le lavorazioni sono stati introdotti i cereali autunno-vernini (grano duro, grano tenero, orzo) prati ed erbai polifiti, le fave, il favino, il mais.

Mentre nelle zone più elevate, di mezza costa e ben esposte prese piede la coltivazione della vite, in particolare nella zona di Barchi, Monte San Biagio, San Raffaele e nei terreni alti del Salto di Fondi ove è stata praticata con molto successo la coltura del moscato di Terracina, noto vitigno con spiccate connotazioni aromatiche.

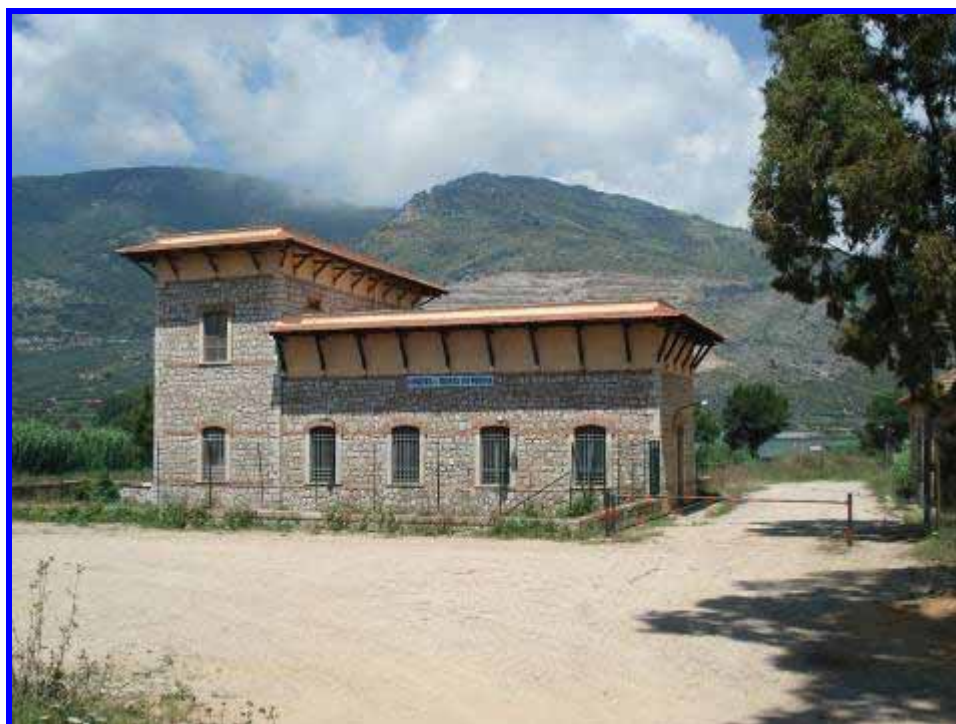
La documentazione sull'importanza della trasformazione storica del territorio del Salto di Fondi può essere sintetizzata attraverso una rappresentazione dei cambiamenti sopravvenuti sia nel paesaggio che nelle viste aeree, a volo d'uccello con la comparazione cronologica attraverso la documentazione aerea disponibile.

Per quanto riguarda il paesaggio, esiste una raccolta storica di fotografie dell'epoca della Bonifica presso il Consorzio di Bonifica Sud Pontino. Queste possono essere utilizzate per tracciare l'evoluzione del paesaggio agricolo dal 1930 ad oggi. Ad esempio l'area attorno all'idrovora di Chiancarelle si è evoluta soprattutto nelle formazioni boschive (Eucalyptus) artificiali e nelle macchie selvatiche. Mentre le sponde lacustri hanno visto un notevole accrescimento delle formazioni spontanee a macchia descritte nel precedente capitolo "*La vegetazione delle piana e delle sponde lacustri*".

Per quanto riguarda le testimonianze aeree della trasformazione del paesaggio, ai fini progettuali, si sono reperite dall'IGM – Istituto Geografico Militare – di Firenze le foto aeree di un volo del 1954 sopra i territori di Fondi, Monte S. Biagio, Terracina e Sperlonga, che sono rappresentative dell'area progettuale e adiacenze.



L'idrovora di Chiancarelle negli anni '50



L'idrovora di Chiancarelle nello stato attuale



Esempio di paesaggio di sponda lacustre negli anni '50



Esempio di paesaggio di sponda lacustre nello stato attuale



L'analisi visiva di queste immagini può essere messa a confronto con la documentazione, già in possesso di ARSIAL di un altro volo del 1982, realizzato dalla ditta SIAT per la Regione Lazio e infine, con quella delle attuali immagini da satellite (Image 2009 © DigitalGlobe).

Si è scelto come area di raffronto la località progettuale Sustgreenhouse adiacente alla serra dimostrativa ed alla struttura di servizio di "Chiancarelle", lungo via Sugarelle, sulla riva centro-occidentale del lago del Salto.

Gli originali dei tre tipi di rappresentazione fotografica sono stati elaborati ed uniformati (effetti cromatici, scala, posizionamento, ecc...) per facilitare la comparazione attraverso un'analisi di immagine che mette in evidenza le trasformazioni avvenute nel territorio.

In particolare si evidenzia, dal raffronto delle immagini riportate nella pagina successiva, come la situazione del 1954 (prima foto in alto) rappresentasse un'area agricola con presenza di casali di bonifica ad intervalli spaziali ben delineati e proporzionati alle esigenze della conduzione familiare allora in uso, con un tessuto di infrastrutture stradali ridotto all'essenziale e collegata a discreta viabilità pedonale (sentieri e tratturi) Spicca, inoltre, la presenza di vaste aree verdi, con alberi isolati, alberature, siepi e macchie naturali in particolare in vicinanza dell'area lacustre.

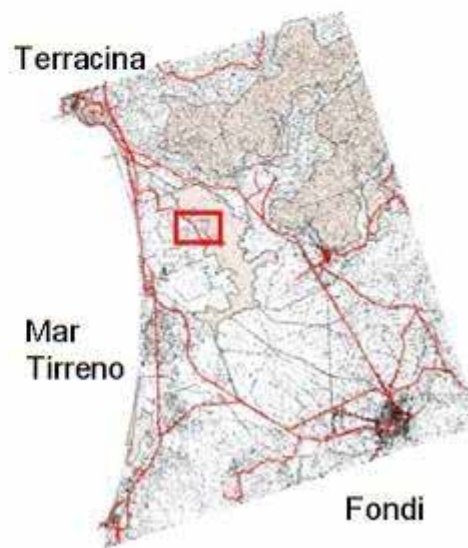
A distanza di quasi 30 anni (seconda foto a metà pagina) appare una frammentazione fondiaria più accentuata, con la presenza di diversi insediamenti abitativi soprattutto lungo la strada principale, la realizzazione di infrastrutture viarie secondarie ben delineate, la messa a coltura di aree precedentemente a prato-pascolo con la scomparsa degli alberi e macchie isolate prima presenti all'interno di tali aree, la nascita delle prime strutture di orticoltura protetta, serre, che all'epoca erano essenzialmente in telaio di legno, a tunnel stretto. In compenso, nell'area delle Chiancarelle (in alto a sinistra) si nota uno sviluppo boschivo a Eucalyptus prima inesistente.

Dopo altri 27 anni, nel 2009 (ultima foto in basso), la situazione di occupazione antropica degli spazi si è ulteriormente incrementata: lo sviluppo di strutture abitative si è portato anche nelle aree interne più distanti dalle vie principali e soprattutto l'utilizzo di serre ha avuto un incremento esponenziale, con la copertura di buona parte delle aree agricole prima coltivate a cielo aperto (nell'immagine le coperture serricole appaiono in diverse tonalità di grigio, a seconda del grado di vetustà del loro rivestimento plastico). Anche la tecnologia degli impianti si è diversificata, con strutture portanti in metallo e spazi standardizzati di quasi 1.500 mq. La delimitazione delle aree a serricoltura intensiva con quelle naturali riparie segue passo passo il confine dell'area della Riserva del Monumento Nazionale del lago del Salto.



1954

Localizzazione dell'area



1982

500 m



2009

Localizzazione della serra sostenibile



Vincoli e normative insistenti sul Salto di Fondi

Nell'area del Salto sussistono differenti vincoli di tutela del territorio:

Area di tutela integrale, corrispondente alla fascia di rispetto del lago di Fondi (Cfr. cartografia riportata nel capitolo "L'istituzione del Parco del Monumento Naturale del Lago di Fondi") ;

Area di tutela paesaggistica, corrispondente al territorio del Salto di Fondi, delimitato dalla Via Appia, il tratto sud del perimetro della fascia di rispetto del lago, il canale S. Anastasia, il lato nord della fascia costiera, ed un tratto del canale Canneto (Cfr. cartografia riportata a fine capitolo);

Area di tutela limitata, corrispondente alla fascia costiera compresa tra il canale S. Anastasia e la Via Appia.

Il territorio compreso nella definizione "Sub-Ambito 13/3" è caratterizzato dalla presenza di una singolarità geografica di eccezionale rilevanza paesaggistica e naturalistica: il Lago di Fondi. Intorno ad esso, il Sub-Ambito comprende una parte della Piana di Fondi, vasta area di produzione agricola morfologicamente regolare ed uniforme, fino alla relativa fascia costiera marina, che presenta come è ovvio suoi caratteri particolari e va considerata a se. Nel Sub-Ambito si è inoltre ritenuto di far rientrare il nucleo urbano di Monte S.Biagio con il suo ambito, il quale, pur distaccandosi orograficamente dalla restante parte del territorio compreso nel perimetro, risulta ad esso complementare sotto il profilo dell'unità paesaggistica.

Quella del Lago di Fondi è un'area umida di rilevante interesse idrobiologico, floro-faunistico e paesaggistico.

L'area di tutela Paesaggistica coincide con il territorio denominato "**Il Salto**" che è in effetti un'isola, essendo circondato completamente dalle acque del Lago di Fondi, dal Mar Tirreno e dai due canali, Canneto verso Terracina, e Sant'Anastasia verso Sperlonga. Questa vasta distesa pianeggiante, un tempo malsana e poco abitata perché in parte paludosa, in parte coperta da fitta foresta, si è completamente trasformata in seguito ai successivi interventi di bonifica di cui l'ultimo, decisivo, risale al secondo dopoguerra. Attualmente l'area, attraversata da un sistema di canali, è interamente e variamente coltivata.

L'area di tutela limitata presenta caratteri naturalistici e paesaggistici simili a quelli dell'area a tutela Paesaggistica: anch'essa un tempo paludosa e malsana, quest'area fu poi sottoposta a bonifica e avviata ad una utilizzazione agricola. Oggi essa è interamente coltivata sia ad ortaggi, sia, in minima parte a frutteti e oliveti alquanto parcellizzati.



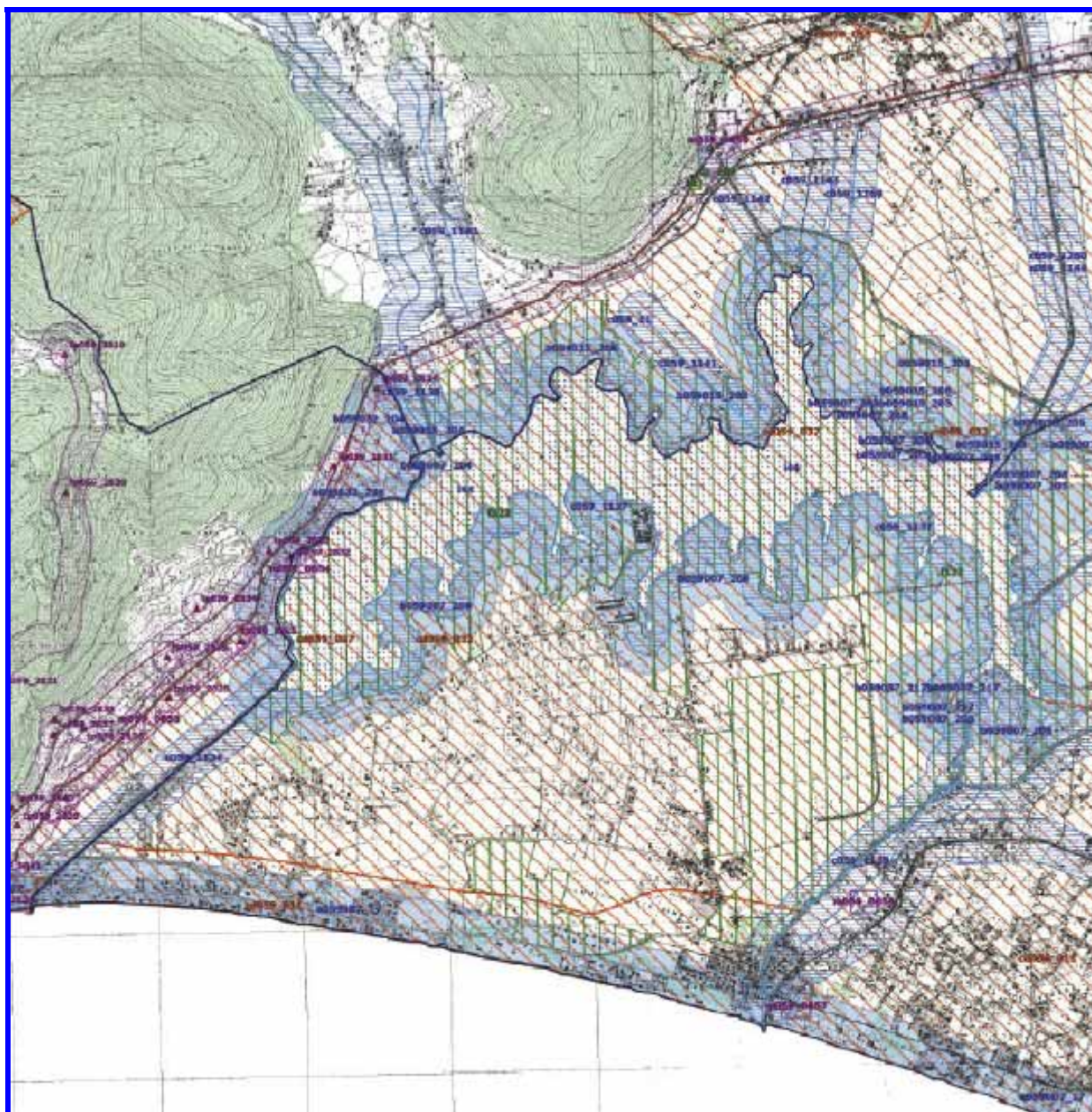
Assai diffuse sono, le coltivazioni in serra con apprestamenti fissi, che per la loro estensione divengono, elemento caratterizzante del paesaggio.

L'area sud del Lago di Fondi: ancora più fitta è qui la rete di canali che irrigano il territorio, intensamente e modernamente coltivato. Lungo la via Appia, che per un lungo tratto costituisce il limite nord-occidentale dell'area, si trovano alcuni importanti resti archeologici, tra i quali soprattutto s'impongono la Torre dell'Epitaffio, facente parte della serie di fortificazioni di guardia edificate nel XV secolo nell'area costiera, cui è annessa una Porta ad arco, e poco più oltre, la Portella, monumento costituito da un arco racchiuso tra due torrioni.

L'Epitaffio e la Portella segnavano i due punti di dogana al confine tra lo Stato Pontificio e il Regno di Napoli; il tratto di territorio tra i due monumenti era zona neutra.

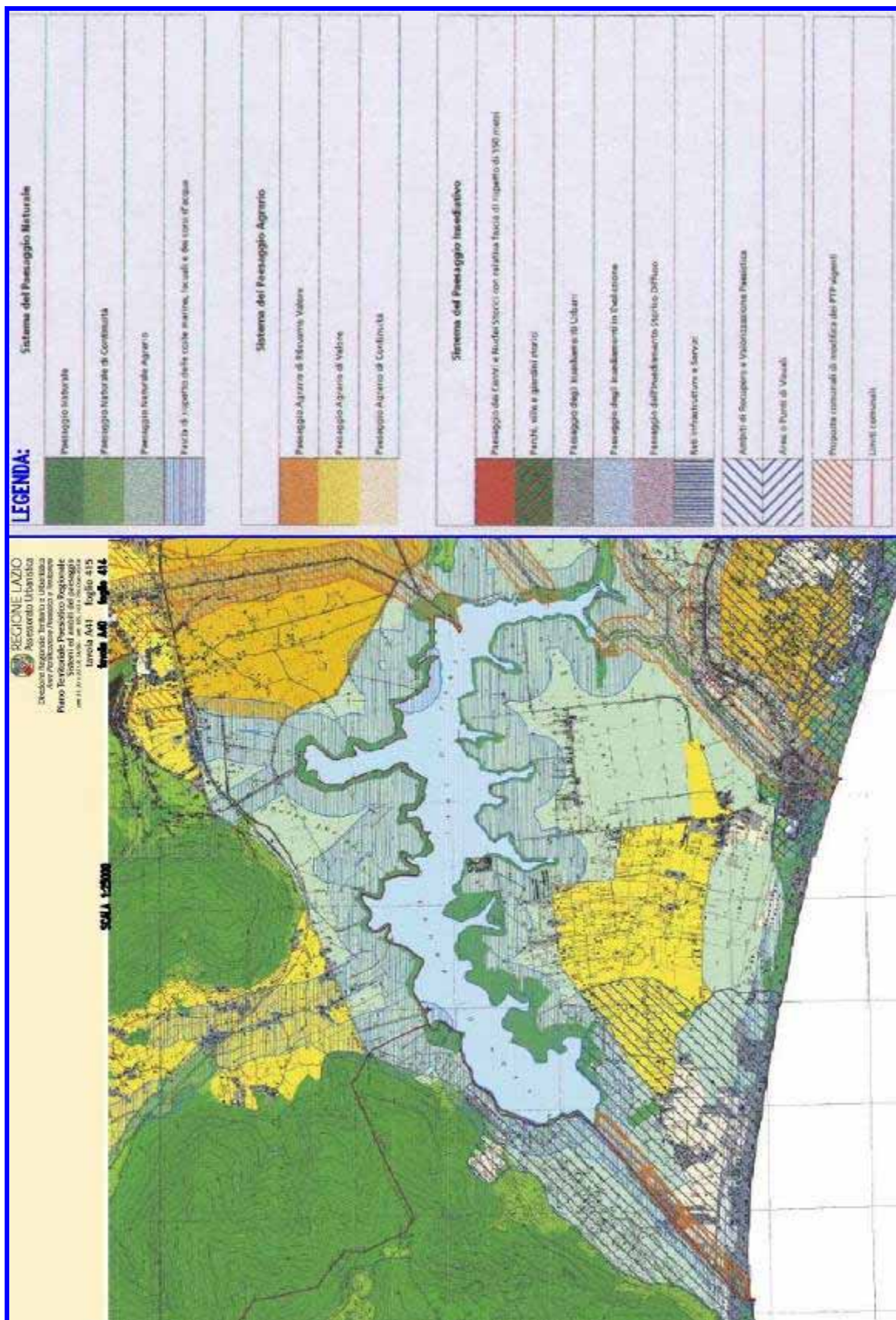
La zona Litoranea si presentava fino a qualche decennio fa come un'area costiera di incontaminata bellezza. La strada litoranea scorreva tra aree coltivate e lembi di pineta che si allungavano verso la spiaggia. In molti tratti la spiaggia appariva delimitata verso l'entroterra da un cordone di dune. Questo quadro naturalistico e paesaggistico è oggi gravemente minacciato dalla diffusa edificazione che nell'ultimo ventennio ha interessato il litorale demaniale, con scarsi varchi verso il mare e pochi lotti ineditati.

La zona comprendente il centro abitato di Monte S.Biagio e l'area circostante, riveste un valore paesaggistico particolare. Notevolmente suggestiva, infatti, è la posizione dell'antico centro (se ne ha memoria dal 1099) che, collocato ad anfiteatro sulla pendice sud-occidentale del Monte Calvo, domina dall'alto la Piana di Fondi fino al mare. Intorno ad esso si articola il vario panorama delle ultime propaggini verso sud-ovest dei Monti Ausoni, caratterizzati da un tipo di vegetazione in cui la macchia si alterna a lembi di bosco (sugherete, faggete).

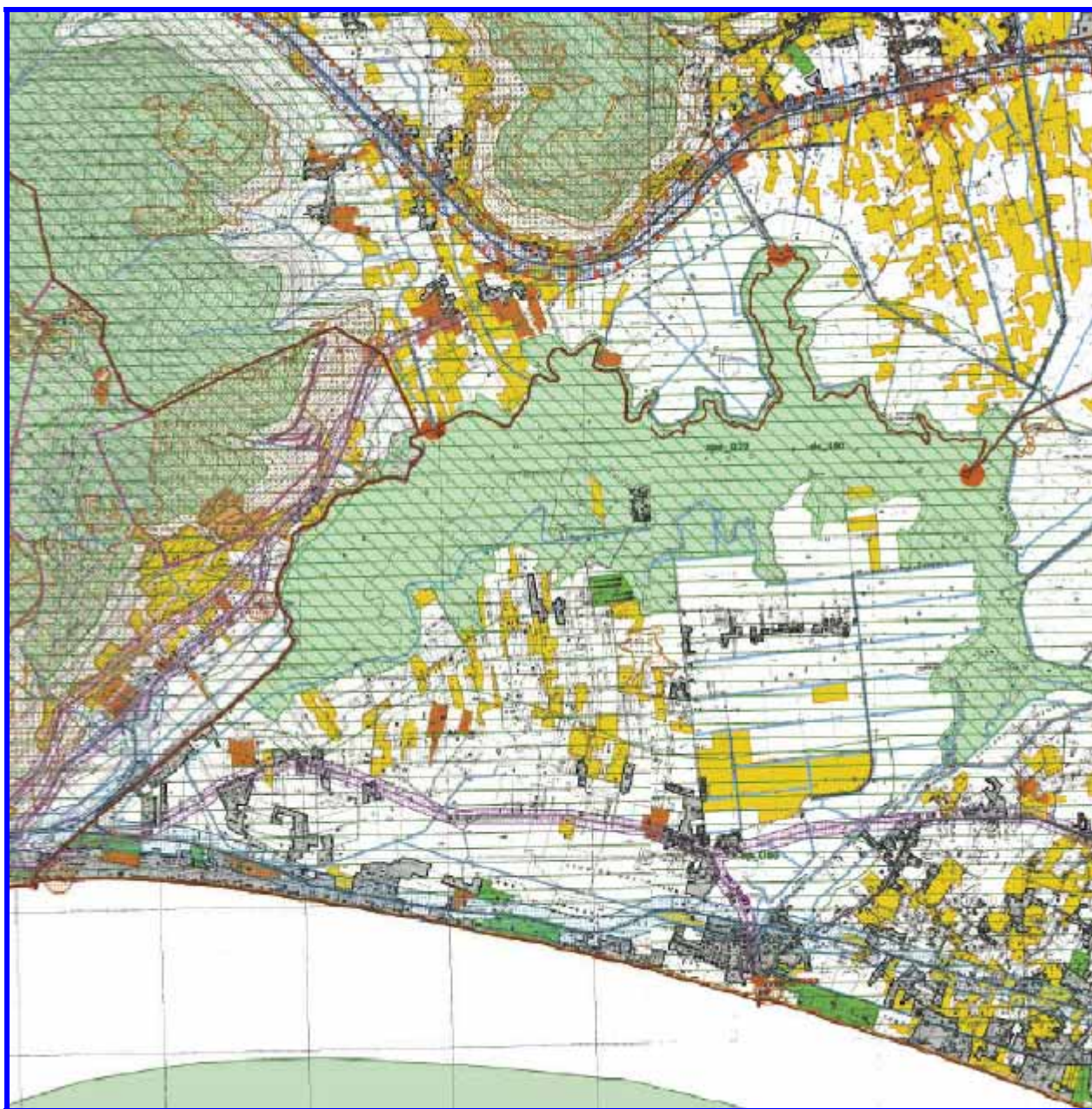


Ricognizione cartografica delle aree tutelate per legge

Ricognizione delle aree tutelate per legge art. 134 co. 1 lett. b) e art. 142 co. 1 D.lvo 42/04				
VINCOLI RICOGNITIVI DI LEGGE		a058_001	a) costa del mare	art. 5 L.R. 24/98
		b058_001	b) costa dei laghi	art. 6 L.R. 24/98
		c058_001	c) corsi delle acque pubbliche	art. 7 L.R. 24/98
		d058	d) montagne sopra i 1200 metri (artt. 140 e 144 D.lvo 42/04 - L.R. 17/08/83 n.37)	art. 8 L.R. 24/98
		f058_001	f) parchi e riserve naturali	art. 9 L.R. 24/98
		g058	g) aree boscate n.b. le aree boscate perone da incendi non sono rappresentate nel presente elaborato	art. 10 L.R. 24/98
		h058_001	h) università agrarie e uso civico n.b. gli usi civici non sono integralmente rappresentati nel presente elaborato	art. 11 L.R. 24/98
		i058_001	i) zone uniche	art. 12 L.R. 24/98
		m058_001	m) aree di interesse archeologico già individuate	art. 13 co 3 lett. a L.R 24/98
		m058_001	m) ambiti di interesse archeologico già individuati	art. 13 co 3 lett. a L.R 24/98
		mp058_001	m) aree di interesse archeologico già individuate - beni puntuali con fascia di rispetto	art. 13 co 3 lett. a L.R 24/98
		m058_001	m) aree di interesse archeologico già individuate - beni lineari con fascia di rispetto	art. 13 co 3 lett. a L.R 24/98



Cartografia del Piano Territoriale Paesistico Regionale "PTPR"



Cartografia del Patrimonio naturale e culturale vincolato ai sensi del PTRG



LEGENDA: Beni del patrimonio naturale e culturale e azioni strategiche del PTPR

Beni del Patrimonio Naturale		
nl_001	Zone a conservazione speciale SSI di interesse comunitario	
np_001	Zone a conservazione speciale SSI di interesse nazionale	Direttiva Comunitaria SIDI/SCIE (Marek Sopoty) (L. n. 348/2000)
pr_001	Zone a conservazione speciale SSI di interesse regionale	
ps_001	Zone a protezione speciale (Comunione UNR) italiani	Direttiva Comunitaria PROTECTE (DGR 2402 del 1/9/2002) (DGR 091 del 10/1/2003)
pp_001	Ambito di protezione delle attività vinicole (APV) Bardonecchia, ZAC, ZRC, FC)	L.R. 10/2009 n. 17 (DGR 2807/2006 n. 481)
pl_001	Dist. Paesaggistico Insieme nell'elenco ufficiale delle Aree Protette	Conferenza Stato Regioni (Delibera 20/1/2006 - 17 agosto 2006)
pn_001	Zone a conservazione indiretta	
pr_001	Schemi del Piano Regionale dei Parchi Anali	Art. 48 L.R. 29/87 (DGR 11/06/99) (DGR 11/06/00)
pr_001	Schemi del Piano Regionale dei Parchi Regionali	
pr_001	Parchi, nuclei, aree rurali (Carta del VPS del 1990)	Carta del VPS del 1990
pr_001	Paesaggio idrografico	Intesa Stato Regioni (CTR 1/10/200)
pr_001	Geositi (ambiti geologici e geomorfologici) Anali	Direzione Regionale Cultura
pr_001	Geositi Regionali	
pr_001	Flora iberlandica	
Beni del Patrimonio Culturale		
cp_001	Beni della lista del patrimonio mondiale dell'UNESCO (BIC culturali)	Classificazione di Parigi 1972 (legge di ratifica: 104 del 4 e 19/7)
pr_001	Beni del patrimonio archeologico (Anali)	art. 10 D. 10/4/2004
pr_001	Beni del patrimonio archeologico (Regionali - zona di rispetto: 500 mt.)	
pr_001	Cantieri archeologici, necropoli, restati	"Piemonte Habitat" (Unione Archeologica Nazionale) (Ufficio di Soprintendenza per i Beni Culturali di Torino)
pr_001	Viabilità antica (zona di rispetto: 50 mt.)	"Carta Archeologica" - nel: Giuseppe Cap...

pr_001	Beni del patrimonio monumentale storico e architettonico (Anali)	art. 10 D. 10/4/2004
pr_001	Beni del patrimonio monumentale storico e architettonico (Regionali - zona di rispetto: 500 mt.)	art. 15 L.R. 24/88 art. 60 co. 2 L.R. 30/88
pr_001	Parchi, giardini e ville storiche	art. 40 co. 2 L.R. 30/88
pr_001	Viabilità e infrastrutture storiche	art. 40 co. 2 L.R. 30/88
pr_001	Beni anali	art. 60 co. 2 L.R. 30/88 L.R. 58/83
pr_001	Beni giuridici (zona di rispetto: 100 mt.)	
pr_001	Beni giuridici (zona di rispetto: 100 mt.)	
pr_001	Beni giuridici (zona di rispetto: 100 mt.)	Carta del VPS del 1990
pr_001	Viabilità di grande comunicazione	
pr_001	Ferrovie	L.R. 27 del 05/11/2007
pr_001	Grandi infrastrutture (aerporti, porti e centri ferroviari)	
pr_001	Resisto urbano	Carta del VPS del 1990
pr_001	Aree ricreative interne al tessuto urbano (ambiti urbani, zone special, camping, etc.)	Carta del VPS del 1990

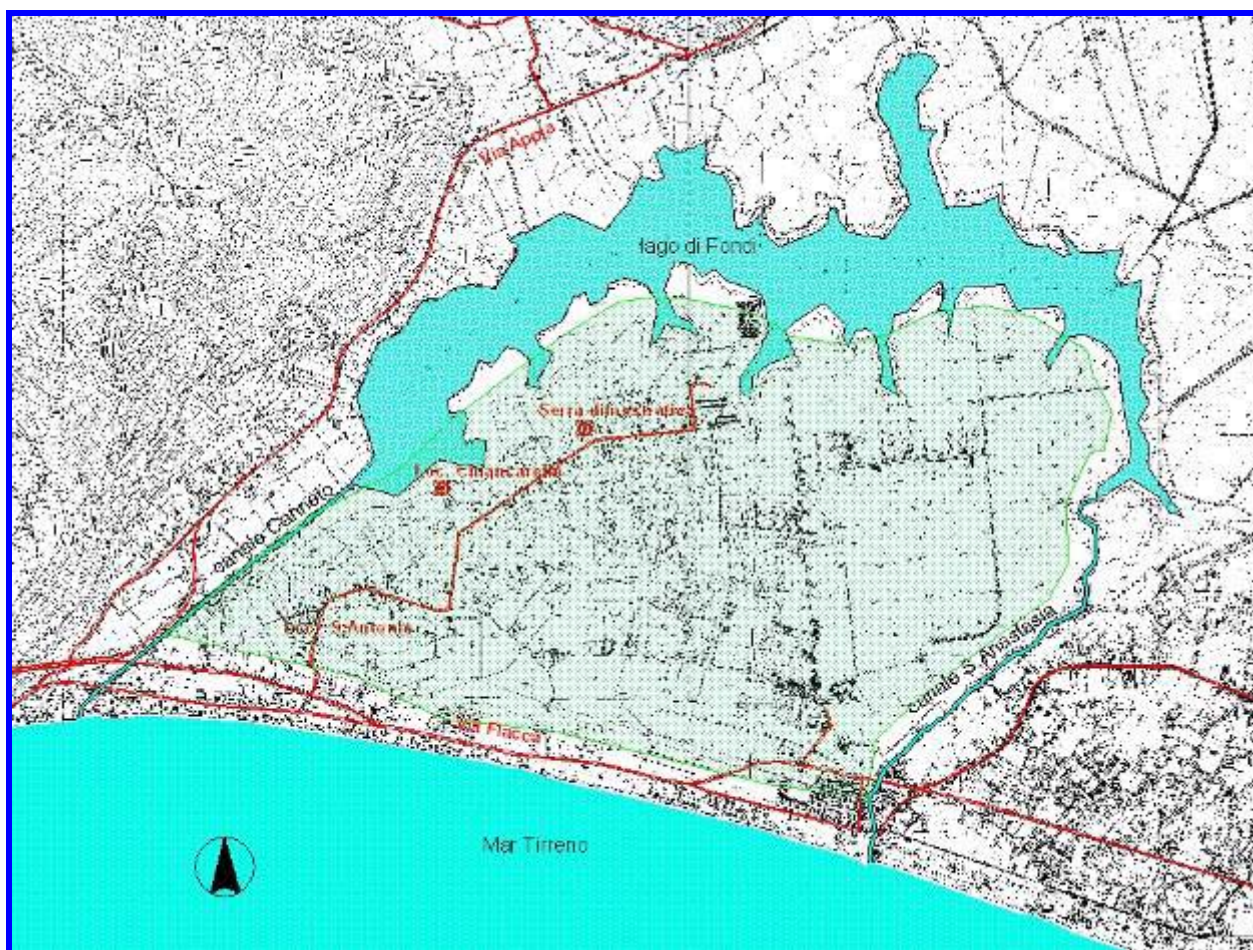
Ambiti prioritari per i progetti di conservazione, recupero, riqualificazione, gestione e valorizzazione del paesaggio regionale art. 143 D. 10/4/2004

pr_001	Punti di vista	art. 37 co. 10 L.R. 24/88
pr_001	Paesaggio panoramico	art. 37 co. 10 L.R. 24/88
pr_001	Parchi archeologici e culturali	art. 20 co. 1 L.R. 24/88
pr_001	Sistemi agrari e carattere permanente	art. 30 co. 2 L.R. 24/88
pr_001	Aree con fenomeni di frantumazione fondiaria e processi insediativi diffusi	art. 31 co. 1 L.R. 24/88
pr_001	Discariche, depositi, cive	

L'area sede del progetto LIFE+

Il Salto di Fondi

Lo studio è stato condotto nell'ambito del comprensorio "Salto di Fondi". Come evidenziato nella cartografia sottostante, i confini del comprensorio sono: a nord il lago di Fondi; a sud la costa del mare Tirreno; a est il canale S. Anastasia e ad a ovest il canale Canneto. Il canale Canneto ed il canale Sant'Anastasia sono gli emissari naturali a mare del lago di Fondi. L'estensione complessiva di quest'area si aggira attorno a 900 ettari.



Il comprensorio progettuale del Salto di Fondi (elaborazione GIS dalla CTR Regione Lazio)

Sino all'inizio del Novecento, il paesaggio del Salto di Fondi, non differiva molto da come appariva nei secoli precedenti e già in epoca romana tutta la piana della città di Fondi veniva ad essere fortemente caratterizzata dalla forte ed inarrestabile presenza dell'espansione colonizzatrice.

Sul lastricato della strada consolare Appia, qui presente nel tratto che congiunge la città di Terracina con Fondi, sono transitati genti ed eserciti costretti ad una lunga deviazione verso l'interno abbandonando la linea litorale perché impediti da impenetrabili selve, boschi e paludi.

“Saltus” –bosco - è l'etimo che testimonia e perpetua nel tempo la natura selvaggia ed incontaminata di questa ampia isola di terra di circa 15 chilometri quadrati, costretta tra gli stessi elementi naturali che l'hanno generata: la costa tirrenica, il lago di Fondi, le catene montuose dei monti Aurunci che la racchiudono a corona.

Così come accade in tante altre parti della terra, sono poi le opere dell'uomo a plasmare e rendere funzionale a precisi fini tutto ciò che altrimenti resterebbe nelle mani degli eventi naturali. Nel corso della morfo-pedogenesi, il lago di Fondi, così come ben evidenziato nelle cartografie allegate, ha trovato nel canale Canneto e nel canale Sant'Anastasia il naturale giusto sbocco a mare. Questi due canali rendono possibile un secolare fenomeno di osmosi, tra due mondi, quello marino e quello lacustre, permanentemente attivo, governato dal ciclico alternarsi delle maree.



Esempio di area depressa sotto al livello lacustre nel Salto di Fondi

La salinità elevata delle acque marine è solo in parte stemperata e diluita quando viene a confondersi nell'acqua del lago, ove gli apporti delle acque di pioggia raccolte e di alcune risorgive del fondo lacustre

mitigano la concentrazione di sali ma non in quantità sufficiente a mettere al riparo tutta la zona fondana dai gravissimi pericoli della progressiva salinizzazione ambientale.

La forte antropizzazione che grava ed ha gravato su questi territori da molti decenni se, da un lato, grazie alle opere di bonifica idraulica e successiva colonizzazione delle terre selvatiche, ha reso praticabili e sfruttabili vaste aree, dall'altro ha minato quei delicati e fragili equilibri naturali che presiedono il ciclo dell'acqua esponendoli a contaminazioni gravi e durature e la cui gravità non è ancora agevolmente quantificabile.



Evidenti affioramenti della falda nelle aree depresse sono ancora un problema per le attività agricole nel Salto di Fondi



Caratteristiche dei suoli coltivati

Nel corso della pedogenesi, le acque provenienti dai bacini imbriferi dei gruppi montuosi che racchiudono la piana di Fondi, frequentemente ostacolate a mare dalle dune sabbiose, hanno coperto e impaludato l'area di Salto formando orizzonti molto eterogenei con prevalenza di strati superficiali torbosi alternati a sabbie e depositi salmastri.

L'area, nel suo insieme è formata prevalentemente da suoli provenienti da recenti alluvioni, la maggior parte dell'area si è evoluta su substrati ghiaiosi-argillosi rimescolati a tufi, sabbie e materiali vulcanici, sovrapposti da strati di argille lacustri nelle zone prospicienti il lago e il canale Canneto.

L'intera area pianeggiante viene permanentemente mantenuta prosciugata grazie ad una moderna ed efficiente canalizzazione di regimazione delle acque superficiali e sottosuperficiali dall'attività continua di alcuni impianti idrovori funzionanti dagli inizi della bonifica (idrovora Chiancarelle e idrovora Giglio, cfr. cartografia allegata) mediante sollevamento idraulico, ciò ha reso possibile l'insediamento delle attività agricole sia nei terreni soggetti, in passato, ad allagamenti periodici stagionali che nei terreni permanentemente allagati e paludosi.

All'interno del comprensorio è stato possibile, con un lavoro di indagine sul campo individuare delle sub-aree omogenee per la loro origine pedogenetica riconducibili alle tipologie descritte di seguito secondo la classificazione di riferimento F.A.O.

Histosuoli eutrici e districi

Individuati nella zona B

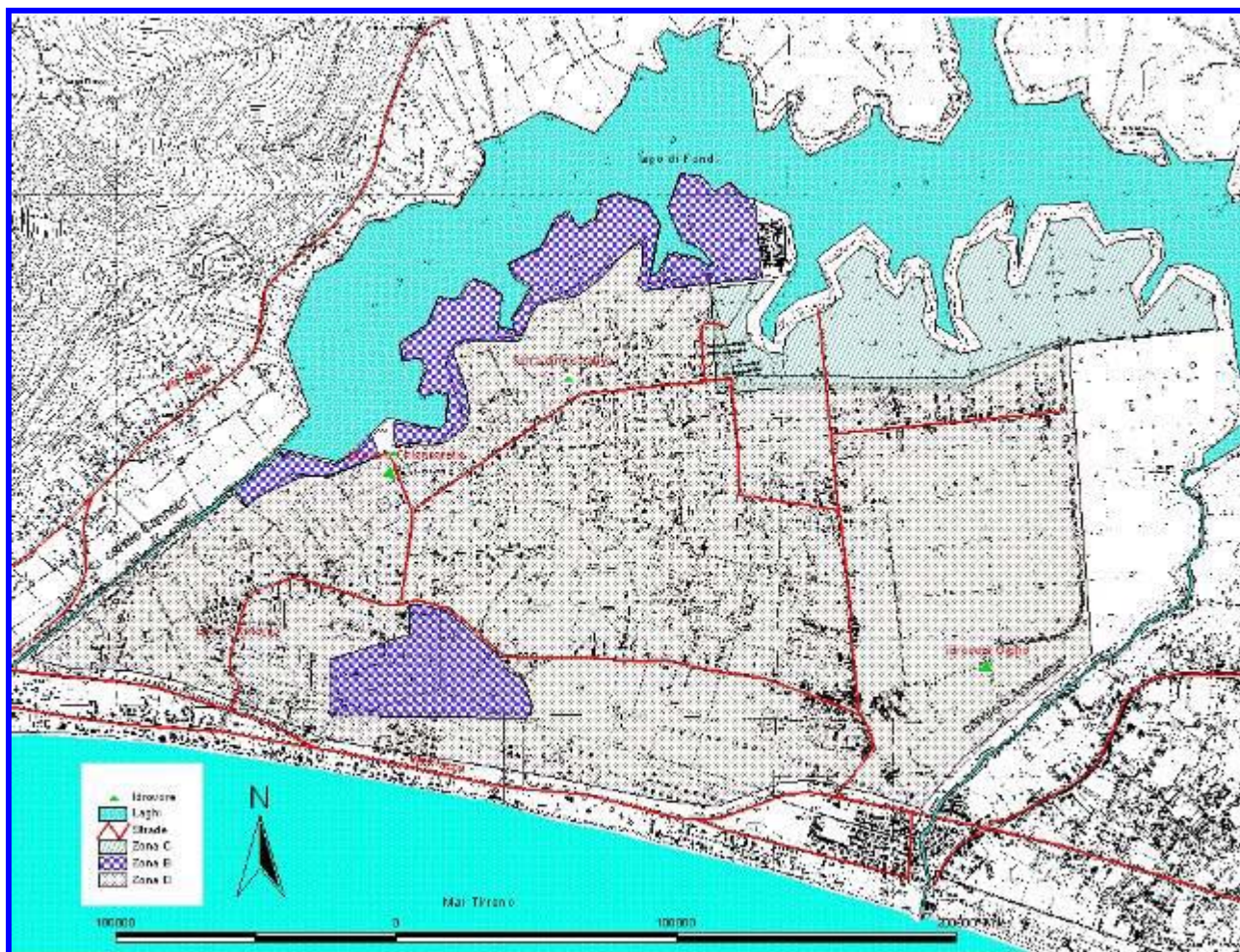
I terreni che fanno parte di questa associazione sono localizzati là dove fino a pochi decenni fa, esistevano paludi e valli impaludate sul fondo delle quali si andavano via via accumulando strati di materiale organico indecomposto. Presentano un orizzonte superficiale ricco in sostanza organica più o meno evoluta strettamente condizionata dalla presenza di falda superficiale e dalle condizioni di reazione dell'ambiente (pH). Sono suoli a forte idromorfia, con falda freatica oscillante da 80 a 100 cm, presentano un reazione variabile da acida (districi) a sub-acida (eutrici); le due tipologie sono di difficile individuazione data la loro frequente sovrapposizione o contiguità. Prevale una tessitura variabile da franco a franco – argillosa.

Gleysuoli calcici

Individuati nella zona C

Sono suoli idromorfi, con falda attorno ai 100 cm, con orizzonte superficiale nero, ricco in sostanza organica, con reazione sub acida o neutra con tessitura variabile da franco a franco-argillosa con buona permeabilità. Un secondo orizzonte a profondità variabile è caratterizzato dalla forte presenza di materiale calcareo organogeno di origine marina frammisto a sabbie sottili. Questa formazione presenta un elevato contenuto

di calcare, è poco permeabile, di fatto crea un ambiente assai limitativo allo sviluppo degli apparati radicali inoltre provoca un accumulo di sali solubili portando progressivamente questi suoli verso una maggior salinizzazione.



Salto di Fondi - classificazione dei suoli con riferimenti FAO (elaborazione GIS dalla CTR Regione Lazio)

Gleysuoli mollici

Individuati nella zona D

Sono molto simili all'unità precedente, la falda viene rilevata ad una profondità oscillante attorno ai 150 cm e presentano il vantaggio di una maggior profondità e franco di coltivazione anche se gli orizzonti profondi, torbosi, presentano una accentuata e permanente idromorfia.

Le unità di suolo individuate, sono frequentemente alternate e contigue, ciò rende difficile se non impossibile individuare la reale distribuzione ed estensione delle stesse all'interno del comprensorio.



Classificazione dei terreni secondo U.S.B.R.

Questo metodo si basa sulle caratteristiche fisico, chimiche e biologiche dei suoli ed inoltre contempla lo studio delle interferenze indotte dalla topografia, dalla presenza di falda e dal potere drenante etc...

Questi fattori possono essere modificabili (con opportuni interventi di sistemazione idraulica) o non modificabili, pertanto all'aumentare del grado di non-adattabilità naturale sono necessarie opere di intervento tecnologico con investimenti di capitali. Dal giudizio di valutazione e convenienza economica degli interventi previsti si procede ad una classificazione dei terreni, classificazione da considerare contingente al momento di studio, nel preciso contesto socio-economico attuale e di riferimento generale.

La possibile disponibilità di nuove tecnologie potrebbe rendere conveniente la messa a coltura di terreni attualmente penalizzati.

Con questa metodica i terreni vengono ordinati e attribuiti nel modo seguente:

- **tre classi arabili: classe 1, classe 2 classe 3**
- **una classe limitatamente arabile : classe 4**
- **una classe non idonea all'aratura : classe 6**

i terreni compresi nelle classi 1-2-3 , anche se con vari e distinti gradi di giudizio, possono normalmente e convenientemente essere sottoposti ad investimenti intensivi o estensivi in quanto per le loro caratteristiche di profilo colturale (tessitura e struttura) , franco di coltivazione, pH, grado di saturazione basica, salinità permettono una redditività più o meno correlata ai fattori di limitazione (es: falda superficiale, zone di idromorfia accentuata da orizzonte impermeabile, accumulo di salinità etc..) il cui superamento o adeguamento necessita di interventi strutturali e permanenti (rete scolante aziendale, sub-drenaggio periodico o permanente etc....).

La classe 4 , definita limitatamente arabile , se adeguatamente migliorata ed investita di risorse finanziarie , potenzialmente può esprimere una redditività talvolta anche superiore ai terreni delle classi precedenti.

Questa opportunità non è mai riscontrabile, per insuperabili limiti oggettivi, per i terreni della classe 6. Per questi terreni possono essere previsti solo usi diversi e alternativi alla pratica agricola.

La classificazione del comprensorio Salto di Fondi secondo il metodo USBR è stata fatta con il metodo "diretto " operando direttamente sul territorio, con rilevamenti mirati, contestualmente sono stati eseguiti prelievi, in sub-aree omogenee di campioni di suolo sottoposti poi successivamente alle analisi fisico-chimiche di laboratorio secondo le procedure riconosciute dalla S.I.S.S – metodi normalizzati di analisi del suolo.

I fattori pedologici più limitanti in questo areale originato ed evoluto su suoli alluvionali, con accentuata idromorfia controllata da prelievi continui (sollevamento idraulico) sono:

- le zone a drenaggio limitato od ostacolato da uno strato marnoso calcareo e di deposito marino;
- la reazione (pH) dello strato arabile;

- la salinità : presenza di sali solubili;
- il drenaggio: limitazione dovuta alla presenza di falda superficiale;
- la topografia: pendenze e quote.

<i>Profondità limitata da strato calcareo</i>	<i>Reazione (pH)</i>	<i>Salinità (EC) mmohs/ cm</i>	<i>Falda superficiale</i>
>100 cm nessuna limitazione classe 1	> 6,5 nessuna limitazione classe 1	< 1,5 nessuna limitazione classe 1	> a 100 cm classe 2
< 100 cm z 1 limitazioni progressive	< 6,5 m2 limitazioni graduali	>1,5 limitazioni progressive	< a 100 cm classe 3

Tab. 1 - Fattori pedologici limitanti nell'area del salto di Fondi

Classe 1

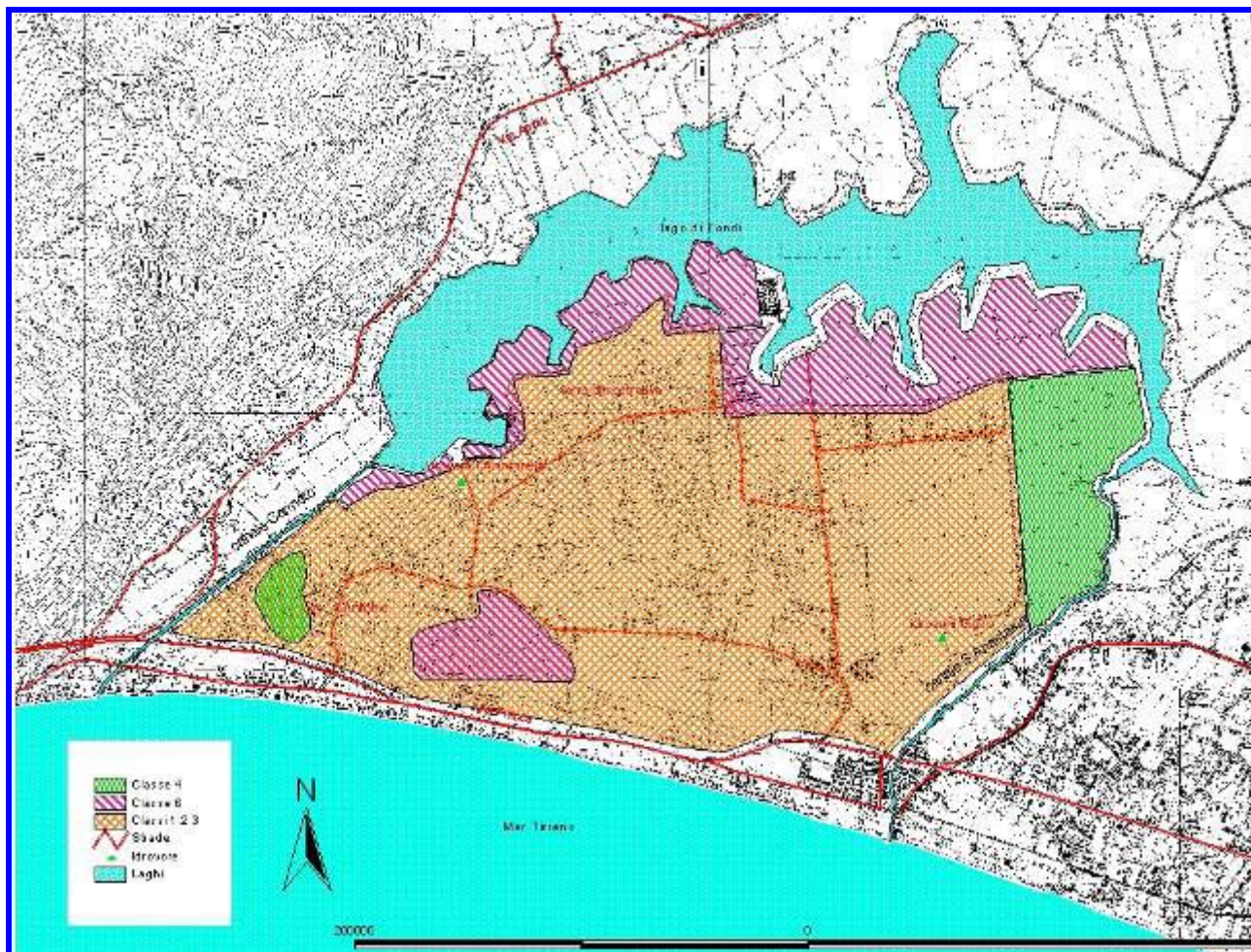
Le aree con terreni aventi caratteristiche tali da essere inseriti in questa classe sono molto ristrette.

Il comprensorio è compreso in una vasta depressione, con punti caratterizzati da orizzonti superficiali di accumulo calcareo (zona ex tenuta Bisleti), sono rilevati diversi gradi di saturazione basica con una netta prevalenza di campioni a reazione acida (acidità organica degli Histosuoli) con zone a falda superficiale (< a cm.100), con il pericolo di risalite e affioramenti salini con aumento progressivo della presenza del sodio nel complesso di scambio.

Classe 2

Terreni con leggere limitazioni di drenaggio, falda compresa tra i 100 e 150 cm di profondità. Sono terreni che permettono ogni tipo di agricoltura sia intensiva (orticoltura in serra e pieno campo) che estensiva, cerealicoltura , colture arboree, etc...

È una classe ampiamente presente nel comprensorio, comprende i terreni con tessitura equilibrata, di buona fertilità, medio impasto, ben dotati di sostanza organica privi di scheletro, con assenza o moderata presenza di sali solubili. E' una classe molto frequente all'interno delle zone podologiche B e C precedentemente descritte.



Salto di Fondi - classificazione dei suoli con riferimenti USBR (elaborazione GIS dalla CTR Regione Lazio)

Classe 3

Appartengono a questa classe terreni con accentuate limitazioni di suolo e di drenaggio, inoltre presentano frequentemente valori di conducibilità elettrica dell'estratto suolo-acqua 1:2 superiori a 1,5 mmS/cm. La falda freatica oscilla su valori prossimi o inferiori a 100 cm.

Possono esprimere la loro potenziali agronomica, tendenzialmente alta, se sottoposti a continue attenzioni per la regimazione delle acque di falda e opportuni interventi di drenaggio permanente, con la tenuta in piena efficienza delle canalizzazioni primarie.

Rientrano in questa classe i terreni con accentuata dotazione di argilla (> del 35%), con buona capacità di ritenzione idrica, necessitano di attente cure per la conservazione di una buona struttura flocculata, aggregata, condizione indispensabile per conseguire elevate performances produttive. In particolare torna oltremodo indispensabile garantire un buon drenaggio, evitare situazioni di asfissia e prevenire il danno derivante dall'uso di acqua saline-sodiche (azione diretta sul complesso di scambio con sostituzione del

calcio con il sodio) arrecanti danni gravi sullo stato di aggregazione colloidale, con processi di deflocculazione e collasso strutturale. Sono presenti prevalentemente nelle Zona D (lato sud del comprensorio – tenuta del Salto, il Giglio).

Classe 6

Sono stati individuati alcuni terreni riconducibili ad un' area con elevata idromorfia indotta da una falda alta, moderatamente presente in superficie anche durante il periodo estivo. L'elevato grado di saturazione permanente di fatto ne ostacola le lavorazioni permettendo un uso ristretto allo sfruttamento a pascolo o prato-pascolo (zona del Serbatoio).



Esempio di terreno in area marginale, non utilizzabile perché prossimo alle arginature del lago di Fondi



Caratteristiche fisico-chimiche

Per la loro origine geopedologica, i terreni del Salto, grazie alle opere di bonifica idraulica iniziate negli anni 30 del secolo scorso, si sono evoluti su sedimenti stratificati di spessore variabile ove prevalgono orizzonti organici (strati torbosi) ricoperti da strati variabili di sabbia sedimentata a ridosso delle barriera di dune costiere che delimitavano un'ampia zona lagunare naturalmente inclusa tra il lago di Fondi, il mar Tirreno, i canali Canneto e Sant'Anastasia.

L'evoluzione dei suoli è stata fortemente caratterizzata dalla loro tessitura, dalla idromorfia (determinante sono state le variazioni del livello della falda freatica) e per la dotazione naturale di sostanza organica che si è originata dalla stratificazione di biomasse vegetali e animali accumulate nel corso dei secoli e ivi organicate.

Questo enorme patrimonio di humus stabile è stato intaccato e depredato sin dai primi anni della messa a coltura dei terreni e solo parzialmente mantenuto e reintegrato con abbondanti apporti di letami bovini quando ancora il modello agricolo prevalente della zona era ad indirizzo cerealicolo-zootecnico (fine anni sessanta).

Con l'affermarsi della orticoltura e l'espandersi della serricoltura la situazione dei terreni ha subito una progressiva ed irreversibile evoluzione verso un decremento della originale fertilità organica naturale che consentiva elevate produzioni anche con il minimo apporto di fertilizzanti.

Per poter descrivere la situazione attuale nella quale, si trovano a dover operare gli orticoltori, si è ricorso all'esame dei certificati di analisi fisico-chimiche reperibili presso le aziende stesse, per la precisione sono stati esaminati i dati di 25 aziende scelte a caso fra gli 80 soci di una importante cooperativa locale.

Le analisi, eseguiti da un laboratorio abilitato e certificato, sono state eseguite secondo i metodi ufficiali italiani.

Elaborando i dati estrapolati dai certificati di 25 aziende agricole è possibile delineare quelle che sono le costanti più significative presenti dei territori studiati.

Caratteristiche fisiche

Tessitura

Nell'agro del Salto di Fondi, prevalgono nettamente i terreni a tessitura franco- sabbiosa, con reazione (pH) tendenzialmente sub-acido (con intervalli da 5,9 a 6,7), con assenza pressoché totale di calcare totale e calcare attivo.



La netta prevalenza di terreni sabbiosi richiede una particolare ed accorta gestione della fertirrigazione in quanto tutti gli apporti di alcuni sali minerali – in particolare **l'azoto in forma nitrica** - eccedenti il reale fabbisogno delle colture, vengono inevitabilmente lisciviati con perdite molto alte verso le falde freatiche con gravi fenomeni di inquinamento ambientale.

Dalle analisi chimiche dell'acqua dei pozzi artesiani emerge, con sempre maggior frequenza, una presenza in crescita dei nitrati, il cui percolamento è facilitato nei terreni sabbiosi. Questa situazione deve essere assolutamente prevenuta ed evitata in quanto, la contaminazione delle falde freatiche, implica una grave minaccia all'ambiente. Il legislatore è intervenuto nel merito legiferando in materia (direttiva nitrati e codice delle corrette pratiche agronomiche) anche se, nel mondo agricolo, tuttora non c'è stata una sufficiente presa di coscienza del problema.

Struttura

La struttura è determinata dal come si aggregano le diverse particelle minerali del terreno per effetto dei colloidali organici ed inorganici, deve essere mantenuta in ottime condizioni per favorire la penetrazione dell'aria e dell'acqua al fine di creare un ambiente ottimale per la crescita delle radici, per l'assorbimento dei nutrienti, per l'attività microbica. Nel contesto produttivo ciò si consegue attraverso le giuste lavorazioni ed i corretti apporti di sostanza organica.

La netta prevalenza della frazione sabbiosa è garanzia di una discreta stabilità strutturale che permette una buona circolazione dell'aria tellurica, inoltre grazie a frequenti lavorazioni di rippatura seguite da lavorazioni superficiali si garantisce un buon livello di ossigenazione del profilo.

La pratica dell'irrigazione localizzata (manichette) associata alla permeabilità del profilo ed alla presenza più o meno superficiale della falda freatica ha posto alcune problematiche, questo aspetto è particolarmente sentito nella zona pianeggiante di via Falascosa, all'interno del Salto, ove alcune aziende, per superare microaree sofferenti per asfissia, hanno fatto ricorso all'azione miglioratrice del drenaggio permanente con tubi in politene.

Capacità di scambio cationico (CSC) e composizione del complesso di scambio (cfr. Tab. D negli allegati)

Tale capacità indica la proprietà che ha un terreno a trattenere e scambiare gli elementi nutritivi (cationi) impedendo così il loro dilavamento.

Viene misurata in milleivalenti per 100 gr di terreno.

Il valore medio di riferimento è di 10 – 20 meq/ 100 gr, solitamente più basso nei terreni sabbiosi e più alto nei terreni torbosi e argillosi.

Nei terreni del comprensorio irriguo, la capacità di scambio cationico totale (espressa in meq/ gr) presenta generalmente, nonostante l'elevata presenza della frazione sabbiosa, valori normali e solo in alcuni casi,



valori alti. Ciò è da imputare sicuramente all'azione di colloidali stabili umo-argillosi e umici originati dalla sostanza organica presente con valori molto discordanti; infatti sono presenti terreni con S.O inferiori a 1,5 % (poveri) da 1,6 a 2,5 % (medi) maggiori di 2,5 % (ben dotati).

Circa la composizione del complesso di scambio sono frequenti gli squilibri del rapporto calcio/magnesio con valori del magnesio tendenzialmente elevati. Infatti il calcio è presente nel complesso di scambio con percentuali medio basse (45-55%).

Il calcio oltre che essere un catione importante per la nutrizione vegetale è essenziale per impartire ai suoli condizioni ottimali di reazioni, struttura e attività biologica.

Particolare attenzione deve essere rivolta alla presenza del catione Sodio nel complesso di scambio, infatti è risaputo che le piante reagiscono con livelli diversi di sensibilità o tolleranza in funzione della specie o della varietà. Normalmente con valori di Sodio scambiabile superiore al 15% del complesso di scambio si verificano fenomeni negativi quali:

- dispersione della frazione colloidale (deflocculazione);
- insolubilizzazione di micronutrienti (ferro, rame, manganese);
- sintomi di tossicità fisiologica alle piante coltivate.

Nel comprensorio studiato questa eventualità non esiste e la presenza del sodio nel complesso di scambio si mantiene a percentuali decisamente basse, da 0,5 a 2%.

La reazione (pH)

Il pH è l'unità di misura della reazione del terreno, che può risultare acido, neutro, alcalino ed i relativi gradi intermedi.

Per l'80% dei terreni coltivati nel comprensorio del Salto la reazione risulta essere subacida con il valore del pH compreso tra 6,0 – 6,7, con una prevalenza verso il valore più alto. Il valore medio risulta infatti essere di 6,66.

Il restante 20% ha reazione neutra (6,8 – 7,2) o lievemente alcalino.

In queste condizioni, con valore molto prossimi alla normalità, non sono necessari gli accorgimenti correttivi che vengono adottati per migliorare la reazione del terreno. In realtà, le correzioni con apporti di calcio nei terreni acidi o di gesso, o zolfo nei terreni alcalini risultano essere utili in quanto si viene a colmare il deficit di questi nutrienti indipendentemente dal loro reale effetto correttivo.

Nell'insieme la reazione media riscontrata si mantiene quindi a valori ottimali ai fini della disponibilità degli elementi nutritivi.

Le più importanti colture ortive dell'area trovano quindi, nel fattore reazione del terreno (pH), una realtà molto favorevole, congeniale quindi alla disponibilità di elementi e per l'attività microbica del suolo.



Il calcare

Tutti i terreni esaminati risultano essere molto poveri di calcare (dichiarato assente), cioè l'insieme dei carbonati di calcio, magnesio, potassio, sodio, espresso come carbonato di calcio.

Questa assenza di carbonati trae origine dalla particolare evoluzione pedologica che ha caratterizzato queste zone lagunari nel corso delle ere geologiche. L'assenza di carbonati di calcio non induce pertanto i noti effetti negativi verso l'assorbimento del ferro e del fosforo.

La salinità

questo parametro viene determinato tramite la misurazione della conducibilità elettrica ed è strettamente correlato alla quantità e qualità dei sali presenti nella soluzione del suolo, è fortemente influenzata dalla porosità, dalla permeabilità, dalla composizione chimica delle acque di irrigazione. Nei terreni del Salto, grazie alla elevata presenza della frazione sabbiosa ed il buon drenaggio, la salinità del profilo colturale non presenta alcuna situazione di eccesso. Il valore medio della conducibilità è basso, pari a 0,87 mS/cm₂.

E.S.P. (percentuale di sodio scambiabile)

La quasi totalità delle aziende presenta nei terreni una percentuale di sodio scambiabile sensibilmente inferiore al 15% (soglia di inizio rischio da sodio) con un valore medio del 6,4%. Solamente tre aziende superano (di poco) la soglia di rischio. Pertanto la zona, grazie alla prevalenza della frazione sabbiosa, non è potenzialmente soggetta alla salinizzazione da sodio.

La sostanza organica

Riveste un ruolo di grande importanza sulla fertilità globale del terreno coltivato, determinandone direttamente od indirettamente le più importanti proprietà fisico-chimiche e biologie. Tutte le pratiche agronomiche devono tendere al mantenimento della frazione organica facilitando la sua evoluzione verso la formazione di humus stabile.

I terreni tendenzialmente sabbiosi sono soggetti ad una accentuata mineralizzazione della s. organica, richiedono pertanto elevati e costanti apporti di matrici organiche di buona qualità. Gli agricoltori ne sono ben consapevoli, da qui le forti somministrazioni di letami (oltre 10-15 t / 1.000 mq) ancora facilmente reperibili in zona, provenienti dagli allevamenti bovini e bufalini esistenti.

L'errore molto frequente è quello di non considerare gli apporti di azoto ed altri elementi contenuti nel letame o altre matrici organiche, che vanno invece ben valutati nel quadro del piano di concimazione, evitando così gravi fenomeni di eccesso di azoto, che sappiamo essere molto lisciviabile per la frazione eccedente i reali fabbisogni delle piante.



Nei terreni sabbiosi una buona dotazione di sostanza organica deve essere del 2 – 2,2 % , eventuali valori più alti sono certamente positivi mentre la tendenza verso valori più bassi è un segnale di un progressivo impoverimento del terreno e ciò implica necessari e doverosi incrementi in somministrazioni. I terreni argillosi (presenti in netta minoranza) sono normalmente ben dotati di sostanza organica mentre i terreni sabbiosi (prevalenti) sono per un buon 30% già poveri di s. organica con valori medi prossimi al 1,5%. Con una tendenza verso il basso.

Per le aziende che hanno la tessitura sabbiosa, è molto più razionale quindi incrementare le spese colturali nel reperire matrici organiche di qualità, evitando spese inutili verso concimi chimici che non fanno altro che apportare elementi già accumulati a livelli molto alti, ben al di sopra delle soglie di sufficienza. Questi aspetti verranno meglio illustrati nella sezione riguardante gli elementi nutritivi.

Il rapporto Carbonio/azoto (C/N)

Ci fornisce una utile indicazione per la tendenza della mineralizzazione dei residui organici operata dalla carica microbica.

I valori prossimi a 10 stanno a testimoniare un buon processo di mineralizzazione della componente organica, il dato medio delle aziende indagate è pari a 8,96, mentre è presente una certa frequenza di terreni che hanno il C/N pari a 5 – 6 il che sta a significare una buona presenza e disponibilità di azoto nel profilo.

Gli elementi nutritivi

- macroelementi (azoto, fosforo, potassio)

Una caratteristica costante: di tutti i campioni analizzati evidenzia un accumulo molto alto di macroelementi nutritivi in particolare del fosforo e del potassio, con livelli medi molto al di sopra della norma. I valori medi sono riportati nella Tab. 2 .

I terreni esaminati presentano una “sufficiente” dotazione di azoto con un valore medio del 1,23^{g/100} , risulta comunque che un terzo delle aziende ha una dotazione inferiore all'1 ^{g/100}, pertanto da considerarsi “scarsa”. E' risaputo che l'azoto è per la quasi totalità integrato nella sostanza organica e che il suo lento rilascio dipende da svariati fattori oggetto di continui studi. Nonostante le difficoltà è doveroso sforzarsi per impostare un corretto “apporto bilanciato” dell'elemento, ottenendo elevate produzioni senza provocare negativi effetti sull'ambiente (inquinamento) e sulla qualità degli alimenti (eccesso di nitrati).

MACRO elementi			(A x 450 kg)	(C x10.000 mq)	- riduzione %	Disponibilit à per ettaro kg:
	<i>Valori Medi determ inati</i>	<i>Valori Normali</i>	<i>Grammi per metro quadro</i>	<i>Kg per Ettaro</i>	<i>Per: - Insolubilizzazione - lisciviazione</i>	
<i>Azoto ‰</i>	1,23	1‰	553,5	5535	1% del totale	55,35
<i>Fosforo ppm</i>	419,7	30 -50	188,8	1880	- 10%	1700
<i>Potassio ppm</i>	546,4	80 -180	245,8	2458	- 20%	1721

Tab. 2 - *Disponibilità dei macroelementi (valori medi) presenti in 25 aziende del Salto di Fondi*

- mesoelementi (calcio, magnesio, sodio)

Per una corretta nutrizione delle piante, la loro importanza è pari a quella degli elementi “ maggiori” ed in particolare bisogna porre attenzione al rapporto quantitativo che si è instaurato tra di loro nel contesto del complesso di scambio, in quanto eventuali squilibri determinano gravi fenomeni di fisiopatie (marciume apicale, necrosi etc..). Pertanto è molto importante stabilire, tramite l’analisi del terreno, l’esatta situazione di campo in cui ci si trova ad operare.

Nel contesto dei terreni del Salto risulta una netta tendenza verso l’impoverimento del calcio mentre si rileva una elevata presenza di magnesio; il sodio si mantiene su valori prossimi alla normalità (cfr. dati in Tab. 3).

	<i>Milligrammi/kg</i>	
<i>MESO elementi</i>	<i>Valori Medi determinati</i>	<i>Valori Normali</i>
<i>calcio</i>	2816	3500-3800
<i>magnesio</i>	463,2	300
<i>sodio</i>	278,6	250

Tab. 3 - Disponibilità di mesoelementi (valori medi) presenti in 25 aziende del Salto di Fondi

- microelementi

Errati convincimenti fanno sì che la situazione sia critica per quanto riguarda i micronutrienti (boro, zinco, manganese, ferro) infatti questi, in particolare boro, zinco e rame, sono accumulati con livelli di concentrazioni che in molte aziende superano la soglia di potenziali “ danno da tossicità”.

Questo è il risultato di somministrazioni ripetute ed inutili, ingiustificate, frutto di convincimenti errati da parte degli agricoltori e di insufficiente sensibilizzazione dello staff tecnico che opera, a vario titolo, nella zona (tecnici di rivendite, o liberi professionisti).

E' senza ombra di dubbio errato e pericoloso perseverare la somministrazione di elementi che, oltre che essere presenti nel terreno a concentrazioni così elevate da soddisfare decine di cicli colturali per più anni, presentano gravi problemi da accumulo sia nel profilo colturale che nelle acque.

Ulteriori apporti di microelementi sono ininfluenti ai fini della produzione, comportano un vero e proprio rischio ambientale, ed un inutile spesa economica.

Per le aziende risulterebbe invece molto conveniente lavorare nella direzione di “rendere disponibili” questi elementi nutritivi accumulati agendo sia sulla reazione del terreno che dell'acqua di irrigazione.

La reazione di entrambi (terreno e acqua) deve attestarsi verso livelli di leggera acidità con valori di pH tendenti a 6,5 ed evitando di provocare uno scarto molto accentuato.

Rapporti tra gli elementi (cfr. Tab. C negli allegati)



- rapporto calcio/magnesio

Il valore di questo rapporto assume una importanza assai significativa relativa agli effetti di antagonismo tra i due cationi con ripercussioni sulla loro disponibilità e successiva azione nella crescita e sviluppo delle pianta coltivata.

Per le aziende prese in esame la situazione accusa un sensibile squilibrio per **eccesso di magnesio** nei confronti del calcio. Infatti il valore del rapporto medio risulta essere di 4,1 quando la normalità richiede un valore prossimo a 6.

Da qui la necessità di riequilibrare questo rapporto in particolare in quelle aziende dove, dalle analisi, risulta un ulteriore peggioramento. Da questo punto di vista anche l'acqua irrigua interviene in modo positivo come nel caso della sorgente Bisleti, che risulta essere molto ricca di calcio.

- rapporto potassio/magnesio

Se il rapporto K / Mg (espresso in meq) risulta essere superiore a 1 denota una tendenza alla carenza di Mg. Ciò non risulta in nessuna dei terreni esaminati, così come il valore medio di 25 campioni è pari a 0,4.



Giudizio generale sui terreni agrari coltivati

Dalle analisi fisico-chimiche e pedologiche effettuate in laboratorio sui campioni di terreno prelevati in aree campione (sub-aree omogenee) emerge un quadro estremamente variabile e come già precedentemente accennato, risulta oltremodo difficile delimitare e circoscrivere queste macro-aree omogenee per tessitura, parametri fisico-chimici etc...

Il commento dei dati analitici di seguito esposti, vuole essere un primo livello di giudizio, comunque ritenuto utile e sufficiente per tracciare delle linee guida comportamentali da adottare.

Dai dati disponibili e riportati in Tab. 2 e Tab. 3, emerge in tutta chiarezza una situazione ormai tipica e comune a tutti i comprensori orticoli soggetti a intensi cicli di sfruttamento: un accumulo molto alto di macroelementi nutritivi in particolare del fosforo e del potassio, con livelli medi molto al di sopra della norma e la situazione è ancor più critica per quanto riguarda alcuni micronutrienti (boro, zinco, manganese) cumulati a concentrazioni che superano la soglia del danno da tossicità.

All'interno delle quattro zone pedologiche individuate l'evoluzione dei suoli è caratterizzata dalla tessitura, dalla idromorfia (livello della falda freatica) e dalla dotazione naturale di sostanza organica.

Nella zona indagate prevalgono nettamente i terreni a tessitura franco-sabbiosa, con reazione (pH) tendenzialmente sub-acido, acido (con intervalli da 5,9 a 6,7) con assenza pressoché totale di calcare totale e calcare attivo.

La capacità di scambio cationico totale (espressa in meq/ gr) presenta, nonostante l'elevata presenza della frazione sabbiosa, valori normali, in alcuni casi alti; ciò è da imputare sicuramente all'azione di colloidali stabili umo-argillosi e umici originati dalla sostanza organica presente con valori molto discordanti; infatti sono presenti terreni con S.O. < a 1,5 % (poveri) da 1,6 a 2,5 % (medi) > di 2,5 (ben dotati).

Circa la composizione del complesso di scambio (Tab. 3), sono frequenti gli squilibri del rapporto calcio/magnesio con valori del magnesio tendenzialmente elevati; infatti il calcio è presente nel complesso di scambio con percentuali medio basse (45-55%).

Il calcio oltre che essere un catione importante per la nutrizione vegetale è essenziale per impartire ai suoli condizioni ottimali di reazioni, struttura e attività biologica.

Particolare attenzione deve essere rivolta alla presenza del catione Sodio nel complesso di scambio, infatti è risaputo che le piante reagiscono con livelli diversi di sensibilità o tolleranza in funzione della specie o della varietà, normalmente con valori di Sodio scambiabile superiore al 15% del complesso di scambio si verificano fenomeni negativi quali:

- dispersione della frazione colloidale (deflocculazione);
- insolubilizzazione di micronutrienti (ferro, rame, manganese);



- sintomi di tossicità fisiologica alle piante coltivate.

Con riferimento alla classificazione dei suoli salini secondo l'U.S. Salinità Laboratori Staff, i terreni analizzati presentano una accentuata tendenza alla salinizzazione, in particolare nelle località Falascosa, Chiancarelle e Sugherelle, dove il Sodio scambiabile supera il 15% ed il contenuto di sali solubili è poco elevato ($< a 4$ mS/cm). Da una ulteriore indagine, con infittimento dei punti di analisi, emergerà con chiarezza la conferma della tendenza in atto, cioè un processo graduale di salinizzazione sodica con gravi ripercussioni sulla potenzialità generali di questi terreni.

Sulla base delle risultanze dello studio pedologico e agronomico condotto ai fini del presente progetto sono emersi alcuni aspetti che, seppur con gradienti diversi da zona a zona, da azienda ad aziende, confermano quanto sostenuto anche dagli stessi tecnici e agricoltori attivi nel territorio:

il comprensorio presenta gravi limitazioni di natura idropedologica, in particolare là dove i terreni sono interessati da una falda superficiale. Le falde superficiali, se costituite da acqua salmastre come nella zone Falascosa e Canneto, arrecano, per effetto della risalita capillare, ulteriori danni per accumulo di sali sodici nel profilo colturale anche negli orizzonti normalmente esplorati dagli apparati radicali delle piante.

Accanto alle pratiche correttive che vengono normalmente raccomandate per affrontare queste emergenze (apporti di calcio sottoforma di gesso), risulta strategico tenere in perfetta efficienza il sistema di smaltimento delle acque per prevenire i fenomeni di riduzione, con il formarsi di sostanze tossiche ai vegetali quali i sali ferrici, i solfuri ed i mercaptani od orizzonti di accumulo di ossidi insolubili.

I valori del rapporto Carbonio/Azoto (C/N) sono prevalentemente medio-bassi (6-9), il che sta ad indicare una rapida mineralizzazione della sostanza organica disponibile. Inevitabilmente sono state intaccate le riserve naturali pedogenetiche della sostanza organica.

Gli agricoltori, consapevoli di ciò, tra un ciclo colturale e l'altro, sopperiscono al depauperamento della sostanza organica con abbondanti somministrazioni di ammendanti organici (di matrice varia: stallatici, polline, etc.). Ciò attenua anche i danni per eccesso di salinità.



La tipologia degli apprestamenti serricoli e la realtà produttiva del Salto di Fondi: evoluzione e contesto attuale

Evoluzione socio-economica

Sono trascorsi oltre quattro decenni da quando i primi pionieri dell'orticoltura fondana iniziarono a sfruttare l'elevata fertilità dei terreni che, al completamento della bonifica, verso la fine degli anni cinquanta, venivano progressivamente resi disponibili ad ogni sorta di investimento.

Inizialmente si è passati dalla palude, alla coltivazione di prati e pascoli, cereali, dando inizio inoltre all'espansione del settore zootecnico.

Dopo l'insediamento degli abitanti del nord (coloni della numerosa comunità veneta insediata presso la tenuta Bisleti – anni 1930) scesi in occasione della bonifica pontina, la vicinanza con la Campania ha sicuramente giovato al rinnovamento dell'agricoltura sud pontina, dove grazie alla presenza dei primi nuclei di coltivatori-ortolani provenienti dalla provincia di Caserta, si iniziarono a sfruttare le innate potenzialità e vocazionalità del luogo: clima continentale mite-temperato con rari fenomeni di minime termiche invernali, massime estive ben tollerate dalle specie coltivate ed una elevata disponibilità idrica.

A questo si associano le differenti tipologie di suolo che passano da un terreno sabbioso presente nelle zone costiere, ad un terreno di medio impasto-argilloso ben dotato di sostanza organica delle zone più interne.

Per l'orticoltura di Fondi, è stata quindi una vera opportunità dalla quale già molte famiglie traevano buoni guadagni, che furono poi incrementati con il ricorso alle prime produzioni anticipate o meglio dette "primizie" ottenute con l'ausilio di "protezioni".

Queste inizialmente (fine anni 50) venivano ottenute con semplici accorgimenti strutturali: piccole lastre di vetro (trenta – quaranta centimetri per lato) conficcate inclinate nel terreno, in seguito con la disponibilità dei materiali plastici (anni 60) si passò all'utilizzo dei primi tunnel e tinnellini a protezione delle piantine, che così protette dai pericoli del gelo, venivano messe a dimora con alcune settimane di anticipo.

Si trattava di apprestamenti totalmente chiusi dove all'interno, si creavano per effetto serra, condizioni termiche che consentivano alle piantine messe in precedenza a dimora di svilupparsi quando ancora all'esterno la temperatura non aveva raggiunto livelli adeguati.

Il lato negativo di questo tipo di protezione, era quello di non offrire una valida difesa ai prolungati abbassamenti di temperatura o alle forti insolazioni, tali da provocare squilibri funzionali, appassimenti o addirittura la morte stessa della pianta.

Pochi anni più tardi (inizio anni 70) per la proverbiale dinamicità degli agricoltori, si iniziarono a predisporre nuovi apprestamenti protettivi, concepiti come una vera e propria costruzione, dotata di copertura in materiale trasparente che prenderà il nome dal francese "serra".

Le prime serre in legno, costituite generalmente da una struttura portante, a volte limitata al solo tetto, erano ricoperte totalmente da film plastici che avevano una durata di circa un anno.



Le prime serre costruite agli inizi degli anni 70 con intelaiatura in legno

Da questo momento in poi iniziarono a concentrarsi nella provincia di Latina e più precisamente nei comuni del litorale Pontino: Nettuno, B.go Sabotino, Sabaudia, B.go Montenero, S. Felice Circeo, Terracina, Fondi, Sperlonga e Minturno le prime vere e proprie produzioni di ortaggi in coltura protetta.

Dopo alcuni anni (fine anni 70) si iniziarono a vedere le prime serre in ferro-vetro, costruite da industrie specializzate che provvedevano al montaggio e alla messa in opera, ma non si affermarono a causa dell'alto costo e della facile vulnerabilità del vetro agli agenti atmosferici (vento e grandine), assai frequenti nella zona.

Dalle tradizionali serre singole in legno, dell'ampiezza massima di 1000 mq circa, ci si è orientati negli ultimi anni alla realizzazione di strutture d'acciaio zincato multiple, con un'ampiezza che varia dai 2000 ai 5000 mq di superficie e portanti al colmo una finestra ad apertura computerizzata per il controllo delle condizioni climatiche interne, con delle aperture laterali semoventi poste a 70-80 cm dal terreno che interessano tutta la lunghezza delle serre. Il materiale di copertura più diffuso è il polietilene a bassa densità con spessore che varia da 0,14 a 0,20 mm utilizzato come film singolo o in coostrusione o con altri prodotti compatibili (es. E.V.A.). Di norma si scelgono film trattati precedentemente con additivi antigoccia in modo da aiutare lo scivolamento della condensa sulla superficie del film, diminuendo la virulenza di malattie. Ottenendo inoltre così più trasparenza e di conseguenza maggiore luminosità .



Le serre attualmente costruite con intelaiatura in ferro zincato, grondaie e sistemi di apertura laterale e in testata.



Assetti strutturali

Le condizioni climatiche generalmente miti che caratterizzano questo areale consentono la coltivazione durante i mesi invernali in assenza di interventi di riscaldamento, anche se le strutture serricole sono corredate di sistemi antibrina, localizzati nella parte esterna delle serre, e da impianti di soccorso interno che vengono attivati in concomitanza con pericolosi abbassamenti della temperatura.

Lo stretto dialogo tra tecnici, progettisti di serre e utilizzatori, ha fatto sì di prendere accorgimenti e soluzioni ad hoc per ogni singolo aspetto della produzione.

La svolta innovativa è stata proprio quella di passare da serra fredda a serra calda, e da serra singola a gruppo comunicante sfruttando al massimo la resa termica dei materiali di copertura nell'unità di volume, infatti le realtà aziendali più professionalizzate hanno già optato per tipologie strutturali monocamerali con superficie lavorabile che supererà i 3 – 4.000 m².

Le sempre maggiori richieste della grande distribuzione organizzata ed il consumatore, sempre più esigente in fatto di alimentazione, fanno sì che il mercato sia sempre in continua evoluzione, sempre attento alle novità tecnologiche, ma anche e soprattutto alla qualità e salubrità del prodotto.

A fronte dell'ampia diffusione registrata negli ultimi anni delle tipologie di serre in ferro-plastica che interessano ormai l'0-85% dell'intera superficie serricola marginalizzando le serre in legno al restante 15-20%, a conferma della validità tecnologica e funzionale di questa tipologia, si lamenta l'assenza di strumentazione e apparecchiature tecnologiche in grado di fornire un adeguato supporto alle pratiche della irrigazione e fertirrigazione.

Una netta minoranza di produttori si è dotato di unità fertirriganti automatiche (banchi di controllo) in grado di apportare in modo uniforme ed omogeneo le giuste quantità di unità fertilizzanti alle colture, intervenendo inoltre sulla correzione della reazione dell'acqua (pH), così da modularlo in funzione delle fasi fenologiche della coltura.

La quasi totalità delle aziende procede, in fertirrigazione alla somministrazione dei sali chimici idrosolubili (semplici o complessi) con l'ausilio dell'iniettore tipo Venturi, noto per la sua conclamata irregolarità sul risultato della uniformità degli interventi.

Così come anche la gestione delle condizioni microclimatiche delle serre (apertura/chiusura dei laterali e delle finestre di colmo – se presenti) viene effettuata manualmente e per più volte nel corso della giornata qualora il variare delle condizioni climatiche esterne le richieda.

Oggi il mercato offre diverse soluzioni d'avanguardia nella tecnica costruttiva delle strutture in grado di controllare e regolare i principali fattori del microclima, quali temperatura, umidità dell'aria, ventilazione, intensità della radiazione. Risulta semplice trovare i più svariati sistemi di controllo basati su sensori e regolatori automatici che oltre a rilevare, hanno la capacità di registrare giornalmente tutti i parametri.



Di fatto, a causa di alcuni fattori quali l'eccessiva frammentazione delle unità produttive, la accentuata precarietà economica del particolare momento storico di tutto il settore orticolo specializzato, associati ad altre emergenze (stanchezza dei terreni, aggravarsi della qualità dell'acqua), hanno seriamente demotivato l'evoluzione tecnologica di tutto il comparto.

Attualmente la superficie delle coltivazioni orticole in coltivazione protetta (serre fisse in ferro-plastica o legno-plastica) risulta essere di circa 85 ettari pari al 10 % dell'intera SAU, suddivisi in circa 240 imprese; anche le orticole in pieno campo occupano la stessa superficie e pertanto le colture orticole specializzate hanno un peso determinante per l'economia agricola in generale ed inevitabilmente condizionano l'evoluzione della qualità ambientale strettamente interfacciata con tutte le pratiche agricole attuate: lavorazioni, concimazioni, irrigazioni, difesa fito-sanitaria etc.

La superficie media aziendale delle colture protette non supera i 3.000-4000 m². Ciò sta a testimoniare l'elevata frammentazione poderale e la conduzione diretta quale forma di conduzione predominante nell'intera area.

La vocazionalità della zona e l'ordinamento culturale attuale

Inizialmente, la coltivazione di questi terreni si caratterizzò per effetto della "cultura" dei coloni veneti i quali impostarono i piani colturali, dei poderi a loro assegnati, importando dalle zone di provenienza la coltivazione del mais, dalla pianta veniva raccolta a mano la pannocchia ben asciutta mentre quando ancora verde veniva cimata per ottenere foraggio. Al mais si avvicendavano altri cereali: frumento tenero, orzo.

Successivamente alle colture estensive, gli stessi bonificatori iniziarono la coltivazione di orticole estensive: cocomero, meloni, carciofo.

Negli anni 60 I terreni più fertili vengono acquistati da agricoltori provenienti da zone limitrofe (Terracina, Gaeta) ed impiantarono vigneti spinti dalle ottime rese economiche dei vitigni tipici della zona: il moscato di Terracina (zona S. Antonio), apprezzato sia come uva da tavola che per il vino e la cv. Regina Italia (zone dune litoranee). Successivamente, per le mutate realtà economiche di redditività delle colture arboree si assiste ad una progressiva ed irreversibile diffusione delle colture orticole.

L'arboricoltura, all'interno del comprensorio si riduce sensibilmente con le specie tipiche della zona: oliveto e vigneto con piccole superfici, alberature e filari presenti in quasi tutte le aziende con i prodotti destinati all'auto consumo. Una importante realtà imprenditoriale privata, è presente a sud del comprensorio, zona Falascosa – Tenuta del Salto, prevalentemente impiantata ad Actinidia allevata a tendone con irrigazione a goccia.

Tutto l'assetto agricolo della zona viene ad essere rforte,mente interessato all'introduzione di coltivazioni orticole specializzate, grazie al forte contributo di orticoltori provenienti da comprensori limitrofi (provincia di caserta).



Attualmente le coltivazioni maggiormente praticate sono il pomodoro da mensa, nelle varie tipologie (insalatario verde, rosso a grappolo, costoluto, ciliegino), lo zucchini (raccolto con il fiore, prerogativa tipica della zona), la melanzana, il peperone, in minor misura la fragola e altre orticole (fagiolo, lattuga, cipolla, aromatiche etc..)

Le colture estensive praticate sono prevalentemente foraggere: mais, cereali da foraggio, prati polifiti, prati naturali.

La presenza di serre è diffusa in tutto il territorio (cfr. cartografia riportata in seguito), ad esclusione di alcune zone: le zone a forte limitazione idromorfica (zona del serbatoio), le zone a ridosso dell'abitato di Sant. Antonio ed all'interno della tenuta del Salto (importante realtà podereale estesa per oltre 100 ettari).

Le serre insistono su terreni con diversa origine geopedologica, interessando di fatto tutte le diverse zone pedologiche e le diverse classi di appartenenza (classi 1, 2, 3) individuate e riportate nella cartografia precedentemente esposta.

Anche le colture orticole a pieno campo, le coltivazioni cerealicole e le foraggere sono presenti in modo puntiforme ed irregolare, interessano sempre superfici modeste : 0,5 – 1 ettaro per i cereali, più estese le superfici delle foraggere: 1-2 ettari.

Gli agricoltori sono sempre più costretti, per motivi economici (ammortamento degli investimenti, valorizzazione del capitale terra, minor redditività delle colture rispetto al passato) ad intensificare lo sfruttamento delle risorse disponibili praticando più cicli colturali nello stesso anno, disattendendo ai principi della corretta agronomia (riposo periodico) e mantenendo permanentemente coperti gli apprestamenti serricoli, impedendo così anche l'azione di lavaggio e lisciviazione dei sali accumulati nel profilo per azione delle precipitazioni piovose.

L'intensa attività di sfruttamento dei terreni porta inevitabilmente all'acuirsi di problematiche già ampiamente dibattute tra gli agricoltori stessi: per ottenere le alte produzioni raggiunte negli ultimi anni si è di fatto sostituita alla fertilità naturale dei suoli (valorizzata dalle importanti opere di bonifica idraulica) una fertilità "artificiale" mantenuta attiva grazie a continui, ripetuti e ingenti apporti di fertilizzanti chimici di sintesi e organici industriali. Ciò è già stato ampiamente dimostrato a commento della realtà che è emersa dallo studio delle risultanze avute con l'analisi chimica dei terreni del comprensorio. L'uso smodato ed eccessivo di sali nutrienti che si accumulano nel profilo, infine, porta come conseguenza diretta una accentuazione dei danni derivati dall'impiego di acque anche moderatamente salmastre, prelevate dai tanti pozzi aziendali attivati in questi ultimi anni.



Le strutture produttive

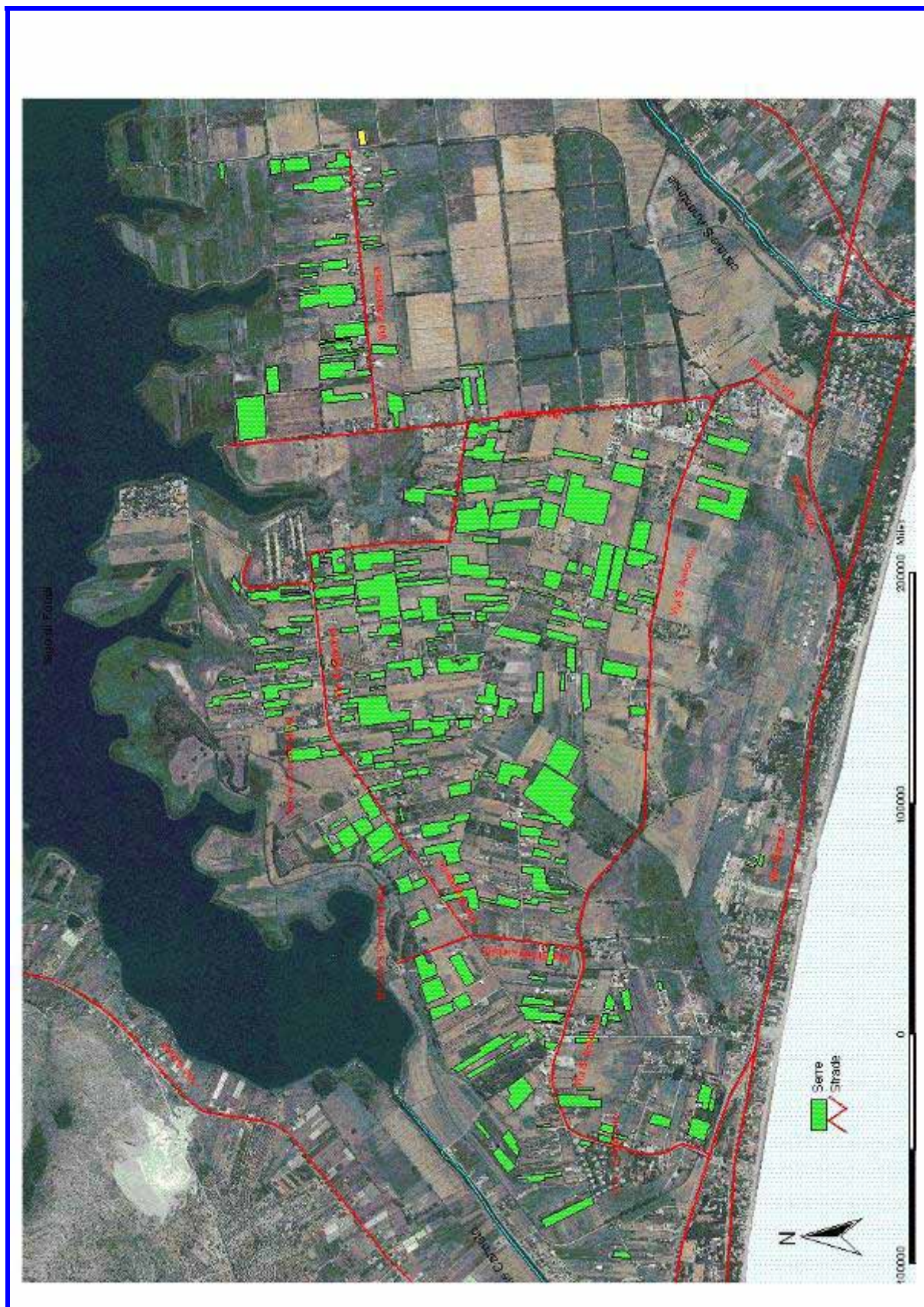
Il territorio del Salto di Fondi comprende circa 634 Ha di superficie utile agraria (SAU).

Sottratte le tare, pari a circa 60 Ha, la SAU complessiva servita dal comprensorio è di circa 570 Ha, dei quali ben 85 Ha sono attualmente utilizzati per colture intensive in serra.

Sono state individuate, in totale, n. 881 aziende, 228 delle quali coltivano gli 85 Ha allestiti a serra.

<i>Estensione aziendale</i>	< 5000 m ²	da 5.000 a 10.000 m ²	> di 10.000 m ²	<i>Totale</i>
<i>N° di aziende</i>	128	90	10	228

*Tab. 4 - Comprensorio del Salto di Fondi:
aziende orticole in coltura protetta suddivise per classe di superficie*



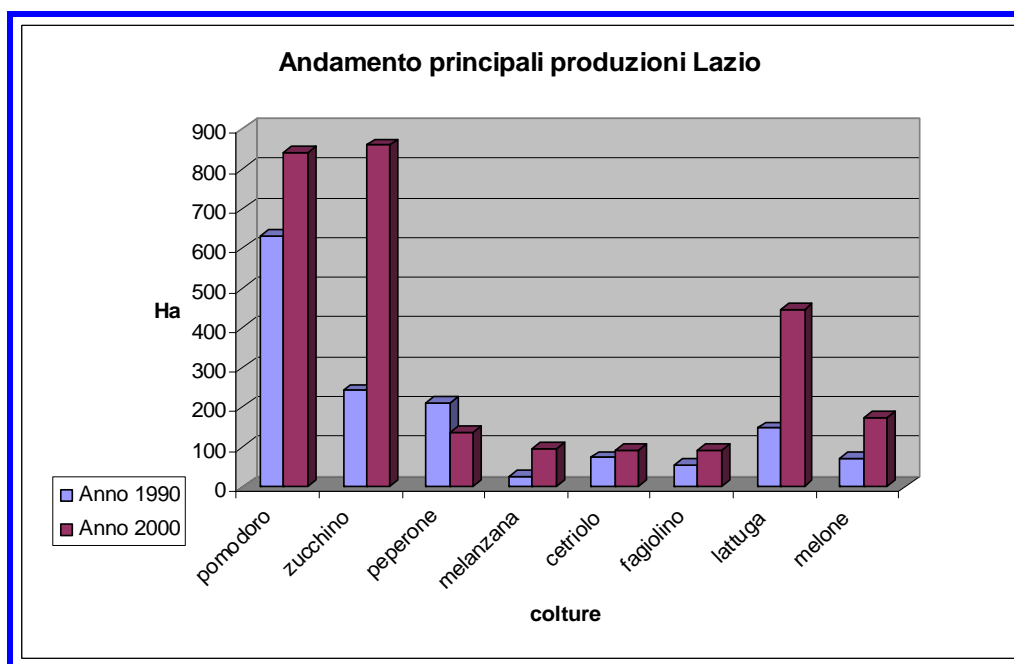
Salto di Fondi – cartografia a mosaico delle serre esistenti (elaborazione GIS da foto da satellite)

I costi di produzione e la redditività delle colture più importanti

Nel contesto più generale della dinamica cui si assiste circa la diffusione delle coltivazioni orticole nel Lazio nell'intervallo temporale che va dal 1990 al 2000 possiamo notare una forte diffusione della coltivazione dello zucchini, della melanzana e del pomodoro (dati censimenti ISTAT)

Colture in serra del Lazio (superficie in ha)				
Coltura	anno			variazione +/- % (1990-2000)
	1990	1995	2000	
pomodoro	630	725	840	33,3
zucchini	242	398	860	255,4
peperone	210	119	136	-35,2
melanzana	27	24	95	251,9
ceetriolo	73	73	92	26,0
fagiolino	55	68	91	65,5
lattuga	147	264	445	202,7
melone	72	66	174	141,7

Tab. 5 – Superfici colture protette del Lazio (fonte dati ISTAT)



Similmente a quanto accade nella diffusione di queste importanti coltivazioni nell'ambito regionale, così anche nel comprensorio del Salto di Fondi si assiste ad una spiccata vocazionalità con una accentuazione particolare verso la zuccina, tendenza motivata dalla redditività della coltura stessa (cfr. negli Allegati i Costi medi di produzione della zuccina in Tab. B), che trova in questo comprensorio una combinazione ottimale dei fattori di produzione (vocazionalità pedologica, tipologia strutture serricole, professionalità degli operatori, clima favorevole, contiguità al Mercato ortofrutticolo di Fondi). I dati delle produzioni sotto riportati sono stati resi disponibili dall'ufficio commerciale della Cooperativa Salto di Fondi, che gestisce la produzione di circa la metà della superficie serricola del Salto e pertanto può essere considerata assai rappresentativa della situazione produttiva del comprensorio.

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
zuccina	741,3	956,7	1348	1003,4	1232,5	1346,2	1319,3	1392,2	1625,7
pomodoro	1185,2	1415,5	1610,6	1860,3	2115,5	1560,5	1858,4	2139	2374,3
peperone	200	244,4	242,3	168,4	215,8	445,6	403,3	261	261,3
melanzana	455	662	627,4	814,4	758	800,8	551,4	658,3	509
cetriolo	183,3	244,1	250	178,8	131,5	185,1	212,6	350,8	433
fragola	26,4	31,5	30,9	26,1	42,8	37,6	18,9	15,3	14,2
insalata	19,5	45,4	62,2	87,5	116,5	62,4	99,9	57	64,1
bietola coste	81,6	58,4	72,1	93,7	63,1	61,5	60,7	52,3	66,5
fagiolo	45,6	64,5	70,1	35,9	45,7	75,6	65	62	46,2
brassiche	36,3	30,1	41,8	40,4	57,8	38,6	59,6	50,1	58,1
fichi	0,15	0,2	0,2	0,31	0,34	0,14	0,593	0,3	0,897
Totale produz.	2974,35	3752,8	4355,6	4309,21	4779,54	4614,04	4649,69	5038,3	5453,3

Tab. 6 – Produzioni in t conferite dai soci della Cooperativa del Salto anni 2000-2008

Esaminando la dinamica dei quantitativi conferiti dalla base sociale della Cooperativa Salto nell'intervallo temporale che va dal 2000 al 2008, si nota la conferma di quanto sopra esposto: ancora una forte conferma della zuccina che vede un incremento pari al 119% e del pomodoro con un incremento del 100,3%. Zuccina e pomodoro si confermano quindi come due colture "strategiche", che vanno insieme a formare la maggior parte della PLV del territorio. Infatti, possiamo notare che peperone e melanzana si attestano a livelli quantitativi molto inferiori, mentre la fragola tende addirittura alla scomparsa.

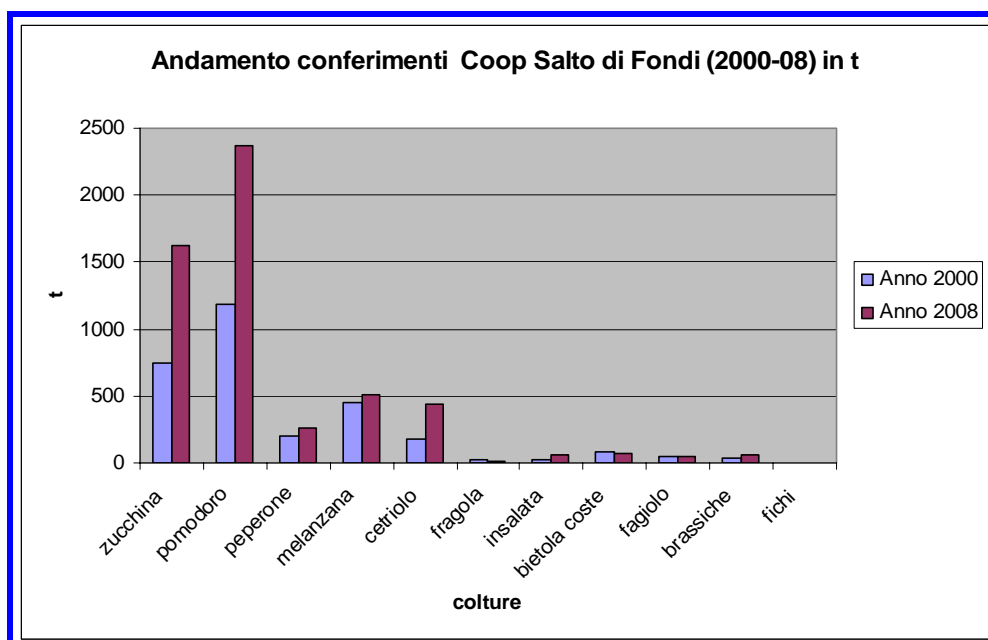
Ovviamente non mancano negli ordinamenti colturali altre orticole "minori", fagiolo, bietola da coste, brassiche, anche se utili ai fini di una allargamento delle rotazioni agrarie, ma comunque di gran lunga inferiori per l'importanza del loro contributo in termini di redditività per le aziende.

Un sensibile incremento viene registrato per le insalate (+228%) ed il cetriolo (+136%).

Così come è interessante notare che tra i prodotti di nicchia sta occupando una certa importanza l'offerta dei fichi come frutto fresco, con un aumento produttivo nel periodo considerato di quasi il 500%.

	anno2000	% tot	anno2008	% tot	variazione +/- %
zucchina	741,3	24,9	1625,7	29,8	119,3
pomodoro	1185,2	39,8	2374,3	43,5	100,3
peperone	200	6,7	261,3	4,8	30,7
melanzana	455	15,3	509	9,3	11,9
cetriolo	183,3	6,2	433	7,9	136,2
fragola	26,4	0,9	14,2	0,3	-46,2
insalata	19,5	0,7	64,1	1,2	228,7
bietola coste	81,6	2,7	66,5	1,2	-18,5
fagiolo	45,6	1,5	46,2	0,8	1,3
brassiche	36,3	1,2	58,1	1,1	60,1
fichi	0,15	0,0	0,897	0,0	498,0
Totale produz.	2974,35	100,0	5453,297	100,0	83,3

Tab. 7 – Dinamiche dei conferimenti nel periodo 2000-2008 alla Cooperativa del Salto





Tutela delle falde: la sostituzione dell'impiego di acqua di falda con l'acqua dell'impianto collettivo, gli impianti consortili.

Lo stato di salute delle acque di falda lascia presagire un progressivo ed irreversibile processo di accentuazione della salinizzazione dei pozzi; diverse analisi evidenziano che, anche se lenta e graduale da zona a zona, è in atto una infiltrazione di acqua marina nelle falde freatiche di acqua dolce, fenomeno ampiamente documentato e riscontrabile nei pozzi situati nelle vicinanze della costa (zona Canneto) e della sponda del lago (zona Falascosa).

Le riflessioni sopra citate, associate alle conclusioni derivate con la lettura dei dati delle analisi pedologiche ed idrologiche, focalizzano gli aspetti e le emergenze agro-ambientali del comprensorio del Salto di Fondi.

L'opzione dei prelievi da pozzi si continuerà a realizzare soltanto fino a quando gli imprenditori avranno acquistato la certezza di una disponibilità alternativa - nello specifico di un'opportunità concreta - capace di soddisfare le loro esigenze imprenditoriali e saranno in grado di rilevare in essa un sicuro vantaggio economico.

In assenza di politiche istituzionali (nazionali, regionali o locali) che prevedano in modo coatto la cessazione degli emungimenti freatici, ovvero di altri elementi di controllo e limitazione (prelievi limitati, prelievi controllati e a controllo volumetrico con l'applicazione di tariffe etc.), la sostituzione sarà probabilmente graduale ma progressiva.

Le aziende disposte volontariamente ad aderire ed utilizzare la rete collettiva fin dal primo momento, saranno quelle che già accusano pesanti ripercussioni economiche, sul piano produttivo e qualitativo generale dell'azienda, provocate dall'irreversibile e costante peggioramento della qualità dell'acqua dei singoli pozzi aziendali.

Ciò riguarda in modo particolare, le aziende che hanno un indirizzo orticolo specializzato, con coltivazioni in serra, con più cicli colturali nell'arco dell'anno, con i terreni a forte presenza di sodio nel complesso di scambio (ad alto rischio di alcalinizzazione sodica - ESP: percentuale di sodio scambiabile > 15%), accentuata dalla mancata lisciviazione naturale per effetto delle piogge.

Questi fenomeni negativi, associati, come frequentemente lo sono, alla mediocre se non pessima, qualità dell'acqua di falda del pozzo aziendale (SAR > di 7, conducibilità > 2.000 mS/m), saranno il vero elemento di supporto decisionale per aderire alla rete consortile.

All'interno del comprensorio del Salto di Fondi questa situazione è già diffusamente presente ed è in continua evoluzione, strettamente correlata alla dinamica dell'evoluzione di infiltrazioni da parte di acque marine nelle falde freatiche, sempre più soggette a questo deleterio fenomeno (cfr. Allegato Analisi campioni di terreno e di acqua di pozzo di aziende del comprensorio Salto di Fondi).

Attualmente, da una prima indagine in loco, è emerso che almeno il 40% delle aziende orticole specializzate si trova in situazione di forte limitazione produttiva e di sviluppo per manifesti ed eclatanti problemi di salinità, ciò risulta confermato dalle analisi eseguite sui pozzi aziendali e riportate in allegato.



In particolare le aree più interessate dall'inquinamento da salinità sono presenti nella zona Falascosa; anche molte aziende della zona Sant'Antonio e Sugherelle accusano sensibili riduzioni produttive, attenuate dalla diversa natura dei suoli.



Caratteristiche chimico-fisiche delle acque di falda

Nel corso dello studio pedologico sono stati prelevati campioni di acqua presso pozzi artesiani e sottoposti ad analisi fisico-chimica.

Nella tab. C degli Allegati sono riportati i risultati analitici di alcune aziende campione rappresentative.

Le acque di falda analizzate sono a reazione subalcalina, non presentano valori anormali di pH, con contenuto basso o medio di sali solubili, presentano valori di SAR da normali a medio, medio alti.

Con riferimento alla classificazione U.S.D.A. diversi pozzi presentano alti pericoli di salinizzazione del terreno con basso pericolo di alcalinizzazione (classe C3S1), mentre abbiamo un alto pericolo di salinizzazione e alcalinizzazione per l'acqua di classe C4S4.

Il grado di contaminazione delle acque di falda da parte delle infiltrazioni di acqua marina viene determinato attraverso un parametro di riferimento individuato dal limite di Todd¹.

Pertanto, confrontando l'indice di Todd di una determinata risorsa idrica, con i valori convenzionalmente accettati e di seguito riportati, è possibile definire in quale "classe di contaminazione" ricade:

- Classe 1) < 0,5 acqua di falda non contaminata
- Classe 2) 0,5 – 1,3 acqua di falda lievissimamente contaminata
- Classe 3) 1,3 – 2,8 acqua di falda lievemente contaminata
- Classe 4) 2,8 – 6,6 acqua di falda moderatamente contaminata
- Classe 5) 6,6 – 15,60 acqua di falda sensibilmente contaminata
- Classe 6) > 15,60 acqua di falda fortemente contaminata

La contaminazione salina dei corpi idrici della zona fondana (sorgenti, corsi d'acqua, falde freatiche superficiali e profonde) assume aspetti estremamente variabili e certamente meritevoli, data la gravità del fenomeno, di essere studiati in tutta la loro complessità. Per quanto riguarda i pozzi situati in zone costiere è importante avere un riferimento circa la dinamica del pericolo di salinizzazione delle falde. Diversi agricoltori

¹ Questo parametro viene utilizzato per ottenere elementi sul reale stato di contaminazione dell'acqua di falda da parte di acqua salata marina.

Il limite di Todd viene determinato rapportando la concentrazione degli ioni cloro (presenti nell'acqua marina), e gli ioni carbonato e bicarbonato (presenti nell'acqua di falda); applicando la formula riportata (con valori in meq), grazie a queste dotazioni specifiche, è possibile determinare il parametro :

Cl_{-}

$\frac{Cl_{-}}{HCO3^{-} + CO3^{-}} = \text{Indice di Todd}$

Il valore 0,5 dell'indice segna il confine tra le situazioni in cui si verificano le contaminazioni delle falde dolci con la penetrazione di acque salate.



testimoniano che, nell'arco degli ultimi 10–15 anni, questo deleterio fenomeno è sempre andato incrementandosi.

Questo aspetto esula dagli scopi del progetto, pertanto ci si è limitati a consultare alcuni certificati di analisi fisico-chimiche disponibili presso aziende agricole della zona del Salto di i seguito riportati:

Sorgente Mola Bisleti	anno 2009 = 2,08	acqua di falda lievemente contaminata
Pozzo G.Carocci (pressi canale Canneto)	anno 2002 = 4,5	acqua di falda moderatamente contaminata
	anno 2006 = 4,68	acqua di falda moderatamente contaminata
Pozzo az. Tranquilli (Via Falascosa)	anno 2004 = 2,25	acqua di falda lievemente contaminata
Pozzo az. Rufo = (Via s. Antonio)	anno 2006 = 6,48	acqua di falda sensibilmente contaminata

Nonostante il limitato numero di analisi disponibili, il che riduce la validità statistica del campione, si evince che nella totalità dei certificati esaminati sono assenti sia la classe 1 e classe 2 mentre la maggior frequenza interessa la classe 3 e superiori.

Da ciò si evince che nei contesti agricoli, prospicienti la linea di costa, caratterizzati da una intensa e ormai trentennale attività orticola specializzata, le infiltrazione di acque salate sono rese possibile a causa dell'indebolimento delle falde stesse a causa degli intensi prelievi nel corso dell'anno e per la mancata "rigenerazione naturale". Questo è imputabile anche alle modificate condizioni climatiche, con precipitazioni ridotte e concentrate in pochi eventi, con forte intensità e mancata infiltrazione negli strati profondi dovuta al fenomeno del ruscellamento superficiale. Nel comprensorio del Salto, oltre all'intrusione del cuneo salino di origine marina abbiamo la concomitante azione invasiva da parte del corpo idrico del lago di Fondi con caratteristiche di salinità molto alta, prossima ai valori dell'acqua di mare. L'apporto di acqua di pioggia attraverso i suoi affluenti interni va a mitigare la salinità del lago solamente nel corso della stagione piovosa ed in particolare nella parte prossima al lato fondano.

Diversi agricoltori che praticano da almeno 30 anni l'orticoltura in aziende agricole situate in prossimità delle sponde del lago testimoniano che all'inizio della loro attività (anni '70 – '75) attingevano direttamente l'acqua dal lago e le coltivazioni non accusavano alcun danno da salinità. Successivamente a causa del peggioramento qualitativo dell'acqua per l'aumentata salinità, dovettero rinunciare ai prelievi dal lago per passare alla trivellazione di pozzi artesiani andando così a captare l'acqua dalle falde freatiche profonde. Molto probabilmente si sono così venute a creare le premesse che stanno alla base di quei processi che iniziarono ad intaccare, in modo irreversibile i delicati equilibri idro-geologici che per secoli hanno preservato tutto il territorio del Salto dai pericoli incombenti della salinizzazione ambientale.



La maggior parte dei pozzi presenta indici prossimi a valori di soglia di pericolosità, in alcuni casi il livello di rischio si sta sempre più alzando a testimonianza di una sempre più progressiva salinizzazione delle falde freatiche.

Le caratteristiche fisico-chimiche delle acque prelevate dai pozzi artesiani situati nella zona “ Sugherelle “ sono in perfetto equilibrio aniono-cationico, sono prossimi a valori di neutralità, presentano bassi valori dell'indice S.A.R (< 3). Attualmente diverse aziende stanno utilizzando senza limitazioni applicative queste acque, adatte sia per irrigazioni in aspersione soprachioma che in manichetta.

Molto più complessa è la realtà della zona “ Falascosa “. Infatti, analizzando i dati disponibili viene alla luce un situazione alquanto contraddittoria: pozzi distanti poche centinaia di metri presentano caratteristiche fisico-chimiche diametralmente opposte, in alcuni la conducibilità elettrica e l'indice SAR rientrano all'interno di valori soglia più che normali ($EC < a 800 \text{ mmS/cm} - SAR < a 3$) in altri pozzi questi parametri assumono valori di elevata pericolosità di salinizzazione e alcalinizzazione: $EC > a 3.000 \text{ mmS/cm}$ e indice SAR > di 10 con un accentuato squilibrio cationico con concentrazioni di Sodio superiori a 400 mmgr / litro.

L'aumento di emungimenti avvenuto nel corso degli ultimi anni ha sicuramente accentuato il fenomeno del progressivo inquinamento sodico apportato dalle infiltrazioni di acque salmastre profonde. Tenendo conto anche del percolamento dell'elemento Sodio rimesso in circolo con le indispensabili irrigazioni sia in serra che in campo aperto, associato ai sali dei concimi chimici non asportati dalle colture, così accumulati e lisciviabili in falda, è da prevedere nel breve e medio periodo un sensibile e progressivo accentuarsi del fenomeno di salinizzazione e alcalinizzazione sia dei terreni che delle acque disponibili con gravi ricadute sul generale livello di fertilità e potenzialità produttiva di tutto il comprensorio.

Dal punto di vista agronomico i terreni più esposti a questo pericolo sono quelli a tessitura franca e franco-argillosa con una elevata presenza di colloidali argillosi, per la loro alta capacità di scambio cationico, vengono così a trovarsi con un alta presenza di sodio nel complesso di scambio, sodio che può essere allontanato solo con onerose e antieconomiche pratiche di correzione, quali la calcitazione con minerali del gesso o l'impiego di abbondanti volumi irrigui dopo aver individuato il fabbisogno di lisciviazione (L.R.)

I terreni coltivati all'interno delle serre sono ancora più esposti al grave pericolo della salinizzazione dei terreni estensivi in quanto, oltre che essere sottoposti ad un maggior sfruttamento di cicli colturali ravvicinati (2 cicli, in alcuni casi 3 cicli nell'arco di una annata), con uso smodato ed irrazionale di fertilizzanti chimici, non ricevono l'azione dilavante e liscivante delle acque piovane o ciò avviene in un intervallo assai breve nei momenti che coincidono con la sostituzione dei materiali plastici di copertura.

Le stesse problematiche evidenziate nella zona “Falascosa” sono state riscontrate anche nei terreni e nei pozzi della parte pianeggiante del comprensorio di “Barchi” con una aggravante derivata da una più alta frequenza di terreni con maggior dotazione in argilla e limo (vedi dati riportati nelle allegati) con una più alta C.S.C., soggetti quindi ad un maggior rischio di saturazione sodica del complesso di scambio con pesanti ricadute sulla struttura e attività biologica del terreno coltivato.



Caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua in generale

In questa sede non andremo ad un approfondimento particolare di tutti gli aspetti fisici e chimici, concentreremo l'attenzione su alcuni, quali la salinità e la composizione in micro e macronutrienti, essendo questi i riferimenti essenziali per operare nella direzione di possibili interventi correttivi e/o migliorativi da apportare all'acqua stessa per renderla utilizzabile quando, a causa di elementi turbativi, ciò non è possibile e quindi torna indispensabile riportare i parametri stessi nei limiti di tollerabilità ed equilibrio.

I parametri più frequentemente indagati sono:

- La reazione (pH);
- La salinità (espressa come conduttività elettrica, correlata alla quantità e qualità dei sali disciolti con induzione di fenomeni osmotici a livello radicale);
- Il S.A.R. (Sodium Adsorption Ratio) indice dei rapporti tra Sodio, Calcio e Magnesio;
- La concentrazione dei singoli ioni (anioni e cationi, in particolare Boro e Cloro).

Rimangono poi, il B.O.D , il C.O.D e gli aspetti microbiologici, parametri questi non oggetto di indagine. Così come non affronteremo gli aspetti riguardanti la presenza di inquinanti organici, fitofarmaci e metalli pesanti.

Reazione (pH)

E' un parametro basilare in quanto regola tutte le funzioni biologiche, nei casi in cui è squilibrato può provocare turbative ai processi metabolici e fisiologici dei microrganismi così come può modificare la struttura e la qualità in senso lato dei terreni.

Per l'uso irriguo agricolo si considerano ottimali le acque che hanno il valore del pH compreso tra 6,0 e 8,5.

Sono da evitare le acqua che presentano valori di accentuata acidità ($\text{pH} < 5$) o alcalinità ($\text{pH} > 9$)

Salinità e sodio

La salinità di un'acqua è direttamente correlata alla presenza e alla dissociazione di sali minerali, un sale quindi induce salinità in funzione della sua concentrazione e della sua dissociazione (costante di solubilità).

I sali più frequenti sono i cloruri, i solfati , i nitrati e i bicarbonati degli elementi alcalini e alcalino-terrosi (Na, K, Ca, Mg)

La salinità si misura in TDS (Total Dissolved Solids) espresso in mg/litro o in x mille.

In base a tale parametro definiamo "salmastra" l'acqua con valori di TDS superanti il 2 per mille e "moderatamente salata" nei valori compresi tra 2 e 5 per mille.



Il TDS è un dato grossolano, non esprime direttamente l'effetto osmotico, che è invece correlato alla conduttività elettrica dell'acqua EC_W espressa in mS/cm (Siemens) a 25 °C.

Un altro parametro molto utile è il valore della salinità espressa in meq/litro, con semplici calcoli si possono ottenere valori attendibili partendo dalla salinità (/mille).

$$\text{Salinità (0/oo)} = 0,64 \times (EC/1000)$$

$$\text{Concentrazione salina (meq/litro)} = 10 \times EC \times 1,09$$

Definiamo "salmastra" l'acqua con valori di EC_W superiori a 3 mS/cm (3.000 . S/cm).

Il parametro EC_W espressa in S/cm (Siemens) a 25 gradi C non è affidabile per caratterizzare la qualità dell'acque ad uso irriguo, infatti esso non tiene conto della qualità dei Sali, in particolare nei confronti del Sodio.

Per valutare con completezza la qualità dell'acqua di un corpo idrico (sorgente, pozzo, falda) è necessario quantificarne analiticamente i diversi sali ionizzati ivi contenuti ed i rapporti tra questi, è risaputo che i diversi gradienti di concentrazione ionica si ripercuotono sia sulla struttura del terreno che a livello di assorbimento radicale.

Sono disponibili alcuni metodi per stimare i danni arrecati sia alla pianta (zona della rizosfera), che a livello di terreno (stato di aggregazione, struttura).

I terreni argillosi (argilla > 35-40%) sono particolarmente danneggiati da alti valori del sodio, con fenomeni decrescenti passando da argille montmorillonitiche ,a illite-vermiculite e caolinite.

Un metodo è calcolare il valore dell' indice S.A.R. (Sodium Adsorption Razio) con la seguente formula

$$SAR = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Non è stato adottato il SAR CORRETTO, (recentemente proposto) che vede l'inserimento nella formula delle interferenze dei carbonati e bicarbonato in quanto questi, dalle determinazioni analitiche effettuate, sono praticamente assenti (vedi dati riportati nelle tabelle di riferimento).

Parametro	Unità di misura	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Reazione pH	-	6-8,5	5-6/ 8-9	5-10	<4/>10
Conduttività EC_W	. S/cm	<750	750-2500	2500-4000	> 4000

SAR		<6	6-20	20-28	>28
Sodio	mmg/litro	<50	50-180	180-210	> 210
Cloruri		<100	100-250	250-350	>350
Boro		<0,3	0,3-2	2-4	>4

Tab. 8 - Limiti di accettabilità per i parametri chimici fondamentali

Classi di salinità

- EC 1 : bassa = acqua idonee per tutti i terreni;
- EC 2 : media = acqua da usare in terreni ben drenanti e su specie tolleranti;
- EC 3 : alta = acqua per terreni molto drenanti e con specie ben tolleranti il sodio;
- EC 4 : alta = acqua normalmente non utilizzabile in agricoltura.

Classi di sodicità

- S1: bassa = Na < a 50 mmgr/l, idonea per l'uso in tutti i tipi di terreno.
- S2: media = Na da 50-180 mmgr/l, apprezzabili danni nei terreni argillosi, con alta CSC, con drenaggio limitato, con assenza di calcio, già fitotossicità fogliare per l'impiego in aspersione.
- S3: alta = Na da 180-210 mmgr/l, apporti dannosi di sodio nel complesso di scambio, danni elevati se in presenza di terreni idromorfi, con falda superficiale e drenaggio ridotto.
- S4: molto alta = Na > di 210 mmgr/l, l'uso ripetuto e prolungato genera pesanti ripercussioni a livello strutturale (flocculazione della frazione argillosa) e microbiologico. E' fondamentale l'adozione di particolari accorgimenti: metodo irriguo, modalità di distribuzione, gestione della sostanza organica, drenaggio alla massima efficienza.

Caratteristiche chimiche dell'acqua di alcuni pozzi artesiani e della sorgente Bisleti

Determinazioni	Unità' di misura	Valori
Reazione (pH)		7,72

Conducibilità	s/cm	2840
S.A.R		6,03
Sodio	millg/litro	310
Potassio	millg/litro	11
Magnesio	millg/litro	54
Calcio	millg/litro	111
Cloruri	millg/litro	720
Solfati	millg/litro	101
Carbonati	millg/litro	<0,01
Bicarbonati	millg/litro	346
Ferro	millg/litro	<0,01
Ammoniaca (NH 4)	millg/litro	0,13
Nitrati	millg/litro	1,3
Nitriti	millg/litro	<0,01
Fosforo totale	millg/litro	0,19

Tab. 9 - Parametri chimico-fisici delle acque della sorgente Mola - Bisleti

In osservanza ai metodi ed ai parametri di classificazione riportati nelle tabelle precedenti, si evince in modo diretto che le caratteristiche fisico-chimiche dell'acqua disponibile e captata dalle sorgenti Mola - Bisleti, presentano per alcuni parametri dei valori leggermente anomali,

Classe di salinità = media: acqua da usare in terreni ben drenanti e su specie tolleranti

Classe di Sodicità = alta: l'uso ripetuto e prolungato genera pesanti ripercussioni a livello strutturale (flocculazione della frazione argillosa) e microbiologico, in particolare nelle coltivazioni in serra su terreni ricchi di argilla in particolare se di tipo montmorrillonitico o illitico. E' fondamentale l'adozione di particolari accorgimenti: metodi irriguo, modalità di distribuzione, gestione della sostanza organica, drenaggio alla massima efficienza, corretti piani di concimazione.

Indice SAR = basso: adottando i criteri della classificazione in base alla conducibilità elettrica e al SAR (Wilcox e Durum) le acque della sorgente Bisleti sono riconducibili alla classe: EC4 S2



Pertanto sono acque che possiamo considerare idonee all'uso irriguo in tutti i tipi di terreni, anche se persistono delle limitazioni in quei contesti pedologici particolarmente dotati di argille già ricche di sodio nel complesso di scambio (terreni salso-sodici) ed in particolare nei terreni sottostanti alle serre con ripetuti cicli di coltivazione senza poter fruire dell'azione dilavante delle piogge (lisciviazione del sodio in eccesso).

La concentrazione dei singoli ioni (cloruri, solfati, boro e altri elementi)

Gli effetti e le correlazioni più significative che apportano le concentrazioni dei singoli ioni presenti e diluiti nelle infinite tipologie di acque impiegate in agricoltura sono ampiamente dibattute nella bibliografia scientifica, non mancano anche letture diverse e a volte contraddittorie dello stesso fenomeno.

Ci preme ricordare che cloro e zolfo sono elementi essenziali per la crescita delle piante e solamente a concentrazioni elevate nell'acqua per uso irriguo possono arrecare danni.

Non è così per il boro, infatti questo elemento è tossico anche a modeste concentrazioni..

Limiti di accettabilità per i parametri chimici fondamentali - tolleranza delle specie coltivate

In orticoltura, l'impiego di acque salmastre, (caratterizzate cioè da una conducibilità elettrica (EC pari o maggiore di 3000 S/cm a 25 ° C) genera due problemi:

- Aumento della salinità del terreno
- Anomalo valore del potenziale osmotico della soluzione circolante

Come conseguenza diretta si assiste ad una maggior difficoltà dell'assorbimento dell'acqua da parte delle radici (stress idrico) e accumulo di agenti stressogeni (sodio e altri) nelle diverse parti della pianta con la comparsa di gradienti diversi di fitotossicità strettamente correlati al tasso di sodio nei siti di accumulo all'interno di tessuti vegetali delle radici, del fusto, delle foglie e dei frutti.

Nelle diverse specie, la morfologia dell'apparato radicale svolge un ruolo determinante nel graduare l'assorbimento e la mobilità degli ioni stressogeni, in particolare del sodio.

Le diverse specie orticole presentano gradi diversi di tolleranza alla salinità presente nel terreno, pertanto l'azione stressogena dell'acqua salmastra si differenzia e varia in funzione delle specie e delle cultivar presenti in campo.

I decrementi produttivi indotti dai due fattori (salinità del terreno, salinità dell'acqua) sono riportati nella tabella 10.

Questi decrementi riassumono, ciò che di fatto, viene compromesso con maggior o minor intensità nei parametri biometrici della pianta:

- Riduzione della biomassa ipogea (radici)
- Riduzione della biomassa epigea (fusto e foglie)

- Minor numero di fiori allegati
- Minor numero di frutti
- Pezzatura ridotta

Verso la stessa specie coltivata (pomodoro, zucchini, lattuga etc....) gli effetti dell'uso di acqua salmastra sono strettamente correlati al tipo di terreno (tessitura e struttura) e alla quantità di acqua impiegata.

Il tipo di terreno viene ad essere determinante ed in particolare è la tessitura (frazioni sabbia-limo-argilla) il parametro più condizionante e limitante l'uso di acque a gradi diversi di salinità. Infatti i terreni con alta percentuale sabbiosa (> 40%) risentono meno dell'azione negativa del sodio così come è molto facile rimuovere il sodio stesso con lavaggi o acque piovane.

Nei terreni con media o alta dotazione di argille il pericolo ed i danni della salinità sia del terreno che dell'acqua sono molto più accentuati con seri rischi di acutizzazione, per arrivare poi ad ostacolare di fatto il risultato economico della coltura.

Coltura	100%		90%		75%		50%		0%	
	EC t	EC a	EC t	EC a	EC t	EC a	EC t	EC a	EC t	EC a
Zucchini	4,7	3,1	5,8	3,8	7,4	4,9	10,5	6,7	15	10
Pomodoro	2,5	1,7	3,5	2,3	5	3,4	7,6	5	13	8,4
Cocomero	2,5	1,7	3,3	2,2	4,1	2,9	6,3	4,2	10	6,8
Fragola	1	0,7	1,3	0,9	1,8	1,2	2,5	1,7	4	2,7
Sedano	1,8	1,2	3,4	2,3	5,8	3,9	9,9	6,6	18	12
Patata	1,7	1,1	2,5	1,7	3,8	2,5	5,9	3,9	10	6,7
Peperone	1,5	1	2,5	1,5	3,3	2,2	5,1	3,4	8,6	5,8
Lattuga	1,3	0,9	2,1	1,4	3,2	2,1	5,1	3,4	9	6
Carota	1	0,7	1,7	1,1	2,8	1,9	4,6	3	8,1	5,4

Tab. 10 - Tolleranza di alcune specie di interesse orticolo e loro produttività potenziale in rapporto alla salinità del terreno (EC t) e alla salinità dell'acqua di irrigazione (EC a), valori espressi in mS/cm (valori in % decrescenti)



Problematiche sulla tolleranza delle specie attualmente coltivate

Per alcune colture praticate nelle aziende del comprensorio del Salto di Fondi, in particolare per la fragola e la lattuga in coltura protetta, sussistono le condizioni per il manifestarsi di sintomatologie da stress salino essendo queste due specie molto sensibili alla salinità, assieme al sedano.

Si vuole puntualizzare che anche i valori di riferimento per le colture tolleranti (pomodoro, zucchini) sono da considerare con molta cautela per quanto riguarda le ricadute sui livelli produttivi e qualitativi, in particolare per le varie tipologie di pomodoro è risaputo infatti che coltivazioni irrigate con acque salmastre ($\text{mS/cm} < \text{di } 3,5 - 4$) conseguono ottimi risultati produttivi. È di primaria importanza praticare interventi e soluzioni agronomiche in grado di prevenire o attenuare fenomeni di accumulo di salinità nel profilo colturale, ciò vale in particolare per la coltivazione dello zucchini, il quale risulterà essere molto sensibile all'azione combinata di acque sub-salmastre impiegata su terreni ad elevata ESP (sodio +15% del complesso di scambio). Questa situazione è molto frequente all'interno delle aziende orticole specializzate del comprensorio, in particolare nelle zone a falda freatica alta, terreni argillosi, accumulo di salinità per apporti smodati ed irrazionali di nutrienti chimici non utilizzati dalle piante.



Ringraziamenti

Questo lavoro è stato realizzato nell'ambito del progetto "SUSTGREENHOUSE - La serra sostenibile: azione dimostrativa per una serricoltura intensiva a zero emissioni" (LIFE07 ENV/IT/000516), nel mese di maggio del 2009. Maggiori informazioni si possono reperire sul sito www.sustgreenhouse.eu

Si ringrazia in particolare il Programma LIFE+ che ha permesso la realizzazione del progetto co-finanziandolo al 50%.

Si ringrazia il Consorzio di Bonifica Sud Pontino per la documentazione analitica e cartografica messa a disposizione, nonché per le fotografie storiche d'archivio.

Si ringrazia la Cooperativa di produttori agricoli del Salto (O.P.) per la collaborazione nella messa a disposizione dei dati produttivi.

Si ringrazia il SIARL ed in particolare Paolo Onorati ed Elvira Cacciotti per l'aiuto fornito con la messa a disposizione degli applicativi GIS cartografici e per la fornitura ed elaborazione dei dati climatici.

Si ringrazia il Servizio Patrimoniale di ARSIAL ed in particolare Francesco Cocciardi per la collaborazione fornita nella restituzione cartografica dei dati CAD.

Autori

Testo e documentazione:

Stefano Poppi, Agronomo - Dip. DISTA "Alma Mater Studiorum" – Università di Bologna

Revisione, editing e cartografia GIS:

Stefano Carrano – ARSIAL-STQ

Climatologia:

Monica Bevere – ARSIAL-SIARL

Cartografia CAD:

Luigi Iannitti – Consorzio di Bonifica Sud Pontino

Responsabile di progetto

Giuseppe Izzo – ARSIAL-STQ



Allegati

Costi medi di produzione delle più importanti specie coltivate nel comprensorio agricolo del Salto di Fondi

Scheda Pomodoro rosso a grappoli

Ciclo estivo –autunnale

Trapianto: 3° decade di luglio

Fine ciclo: novembre

Cultivar: Giordan

Sesto di impianto: a fila singola, 40 cm x 90 cm

Piante/mq : 2,77

Piante/Ha: 27.777

Piante per fila: 164

Produzione prevista kg: 10 per m².

Irrigazione: con manichetta forata cm. 20 – una sola per fila, portata: 1,8 – 2 L/ ora/ foro

Tecnica colturale: pianta allevata a fusto singolo, con tutore in spago sintetico.

Calcolo degli ammortamenti: la quota annuale di ammortamento, della plastica di copertura (politene)

I dati riportati (costi e mezzi tecnici) nella tabella seguente, sono stati rilevati presso una serra formata da tre archi (22,5 x 66 = m² 1485) ospitante 25 file per una lunghezza di 64 m e per comodità di raffronto sono ricalcolati su una superficie di 1.000 m². con un investimento colturale di 2.770 piantine.

POMODORO ROSSO A GRAPPOLO - Costi di produzione, anno 2008

Descrizione		Quantità	Costo unitario	Totale parziale
<i>Operazioni colturali</i>		<i>Ore/kg/ql</i>		
	Vangatura mecc.35cm	2	40	80
	Affinamento 20cm	1,5	35	52,5
<i>Solarizzazione</i>	plastica			250
	m.opera	6	7,25	43,5
<i>Pacciamatura</i>	plastica			180
	m.opera	4	7,25	29
<i>Ammendanti</i>	letame	100	1	100
	spandimento	2	40	80
<i>Impianto irriguo</i>	manichette			50
	m.opera	3	7,25	21,75
<i>Piantine</i>		2770	0,25	692,5



Trapianto		6	7,25	43,5
Costo acqua irrigazione		mc 400	0,14	56
Tutori	spago politene	30	3,5	105
M.opera 1° legatura		18	7,25	130,5
Cura delle piante	scacchiature (7-8 interventi)	110	7,25	797,5
Fitofarmaci	m.opera	11	7,25	79,75
Principi attivi	fungicidi			130
	insetticidi			140
Concimi idrosolubili				200
Bombi		1	90	90
	rete antievasione			120
Governo serra	Operazioni varie	20	7,25	145
Raccolta (casse)		75	7,25	543,75
Fine ciclo	estirpazione piante	60	7,25	435
			<i>Euro/m²</i>	
Ammortamenti e materiali	Plastica di copertura		3,6	600
	montaggio + acc.		0,3	90
	struttura serra		11	603,5
Compenso capitale fondiario				160
Spese generali				200
Costo totale di produzione				6248,75
Produzione prevista		10000		
Costo unitario al kg				0,62
M. opera			% risp. Tot	%
Solarizzazione		43,5	0,02	1,9
Pacciamatura		29	0,01	1,3
Impianto irriguo		21,75	0,01	1,0
Trapianto		43,5	0,02	1,9
Cura delle piante		928	0,41	40,9
Trattamenti		79,75	0,04	3,5
Governo serra		145	0,06	6,4
Raccolta (casse)		543,75	0,24	24,0
Fine ciclo		435	0,19	19,2
		2269,25		
Operazioni colturali				
Vangatura 35cm		80	0,38	37,6
Affinamento 20cm		52,5	0,25	24,7
Spandimento letame		80	0,38	37,6



		212,5		
Mezzi tecnici				
Plastiche + spago		585	0,33	33,5
Fitofarmaci		270	0,15	15,5
Piantine		692,5	0,40	39,6
Concimi idrosolubili		200	0,11	11,4
		1747,5		
Materiali vari				
Bombi		90	1	
		90		
Ammortamenti				
Amm. Plastica		690	0,533518905	53,4
Amm. Struttura		603,3	0,466481095	46,6
		1293,3		
		Kg	€/Kg	€ Totale
Produzione lorda vendibile		10000	0,63	6300
Totale costi di produzione		10000	0,62	6200
Reddito netto (1000 m²) €				100
Guadagno netto/Kg			0,01	
RIEPILOGO COSTI PRODUZIONE SUP.1000 MQ.				
m.opera	2269,25	40,4%		
operazioni colturali	212,5	3,8%		
mezzi tecnici	1747,5	31,1%		
materiali vari	90	1,6%		
ammortamenti	1293,3	23,0%		
	5612,55			

Tab. A – Costi di produzione pomodoro rosso a grappolo

Per il calcolo delle quote di ammortamento della serra sono stati seguiti i seguenti criteri:

1) costo della struttura fissa (completo di materiali e montaggio + costi accessori) : € 11 per m².

2) durata del periodo tecnico-economico della struttura: anni 15

3) tasso di interessese: 7%

4) quota spettante per ciclo: $Q_{ann/2} = (1207/2) = € 603,5$

ammortamento della plastica di copertura:

costo del politene: $3,6 €/m^2 = € 3.600 (1.000 mq)$

durata del politene: anni 3

quota annuale: $3.600 / 3 = 1.200$

ammortamento x ciclo (6 mesi) = € 600

montaggio della plastica

tariffa: € 0,3/ m²

$(1.000 m^2 \times 0,3) = 300$

$300 : 6 \text{ cicli} = 50 €$

ammortamento totale (plastica + montaggio) di 1.000 m² = € 650

Compenso fondiario: valore di mercato del terreno: 80.000 €/ha, tasso 2%, su 1.000 m² quota € 160

Tutti i prezzi indicati (struttura, materiali, m.o.) sono IVA-comprensivi

costo acqua per irrigazione: tariffa servizio consortile



Riepilogo costi di produzione pomodoro rosso a grappolo (2008) per 1000 m²



Scheda Zucchini con fiore

Ciclo estivo: inverno-primavera

Trapianto: prima decade di novembre

Fine ciclo: fine maggio-inizio giugno

Cultivar: tipologia Greyzini

Sesto di impianto: a fila singola, 60 cm x 120 cm

Piante/mq : 0,72

Piante/Ha: 13.888

Produzione prevista kg 6 per pianta pari kg 8,3 per m².

Irrigazione: con manichetta forata cm. 20 – una sola per fila, portata: 1,8 – 2 L/ ora/ foro

Solarizzazione: non è prevista in quanto segue la coltura del pomodoro già solarizzata

Tecnica colturale: pianta allevata a fusto singolo, con tutore in spago sintetico.

I dati riportati (costi e mezzi tecnici) nella tabella seguente sono stati rilevati in una serra formata da tre archi (22,5 x 66 = m² 1485) ospitante 19 file per un a lunghezza di 64 m, per comodità di confronto riportati a 1.000 mq. con un investimento colturale di 1.388 piantine.

ZUCCHINO CON FIORE - Costi di produzione, anno 2008

Descrizione voci		Quantità	Costo unitario	Totale parziale
<i>Operazioni colturali</i>		Ore/kg/ql		
	Vangatura mecc. 35cm	2	40	80
	Affinamento 20cm	1,5	35	52,5
<i>Baulatura-Pacciamatura - manichette</i>	m.opera	20	7,25	145
<i>Plastica pacciamatura + manichette</i>		80	3,6	288
<i>Piantine</i>		1338	0,15	200,7
<i>Trapianto</i>		6	7,25	43,5
<i>Tutori</i>	spago politene	15	3,6	54
<i>m.opera 1° legatura</i>		14	7,25	101,5
<i>Cura delle piante</i>				
<i>Fitofarmaci</i>	m.opera	8	7,25	58
<i>Principi attivi</i>	fungicidi- insetticidi			150
<i>Concimi di fondo</i>	Nitrofoska gold	80	1,2	96
<i>Concimi idrosolubili</i>	Nitrato ammonico	15	0,6	9
	Nitrato di calcio	15	0,6	9



	20 - 20 - 20	3	4	12
Costo acqua irrigazione		500 mc	0,14	70
Biostimolanti		1	20	20
Governo serra	Operazioni varie	10	7,25	72,5
Raccolta (casse)		150	7,25	1087,5
Fine ciclo	estirpazione piante	22	7,25	159,5
			Euro/m ²	
Ammortamenti e materiali	Plastica di copertura			600
	montaggio + acc.			90
	struttura serra			603,5
Compenso capitale fondiario				160
Spese generali				488,04
Costo totale di produzione				4650,24
Produzione prevista		8300		8300
Costo unitario al kg				0,56
Mano d'opera				
Baulatura-Pacciamatura - manichette				145
Trapianto				43,5
Cura delle piante				101,5
Trattamenti				58
Governo serra				72,5
Raccolta (casse)				1087,5
Fine ciclo				159,5
Totale m. opera				1667,5
Operazioni colturali				
Vangatura 35cm				80
Affinamento 20cm				52,5
Mezzi tecnici				
Plastiche + spago				342
Fitofarmaci				150
Piantine				200,7
Concimi idrosolubili				146
Irrigazione				70
Ammortamenti				
Amm. Plastica				690
Amm. Struttura				603,3
		Kg	€/Kg	€ Totale

Produzione lorda vendibile	8300	0,98	8134
Totale costi di produzione	8300	0,56	4580,24
Reddito netto (1000 m²) €			3555
Guadagno netto /Kg		0,42	
RIEPILOGO COSTI PRODUZIONE SUP.1000 MQ.			
M.opera	1667,5	42,4%	
Operazioni colturali	132,5	3,4%	
Mezzi tecnici	838	21,3%	
Ammortamenti	1293,3	32,9%	
	3931,3		

Tab. B – Costi di produzione zucchini da fiore

Per il calcolo delle quote di ammortamento della serra sono stati seguiti i seguenti criteri:

1) costo della struttura fissa (completo di materiali e montaggio + costi accessori) : € 11 per m².

2) durata del periodo tecnico-economico della struttura: anni 15

3) tasso di interessese: 7%

4) quota spettante per ciclo: $Q_{ann}/2 = (1207/2) = € 603,5$

ammortamento della plastica di copertura:

costo del politene: 3,6 €/m² = € 3.600 (1.000 mq)

durata del politene: anni 3

quota annuale: 3.600 / 3 = 1.200

ammortamento x ciclo (6 mesi) = € 600

montaggio della plastica

tariffa: € 0,3/ m²

(1.000 m² x 0,3) = 300

300 : 6 cicli = 50 €

ammortamento totale (plastica + montaggio) di 1.000 m² = € 650

Compenso fondiario: valore di mercato del terreno: 80.000 €/ha, tasso 2%, su 1.000 m² quota € 160

Tutti i prezzi indicati (struttura, materiali, m.o.) sono IVA-comprensivi

costo acqua per irrigazione: tariffa servizio consortile



Riepilogo costi di produzione zucchini con fiore per 1000 m²



Analisi campioni di terreno di aziende del comprensorio Salto di Fondi

	<i>Sugherelle Azienda Di Girolamo</i>	<i>Chian- Carelle Azienda Nogarotto</i>	<i>Chian- Carelle Varrone Attilio</i>	<i>Chian- Carelle Tranquilli Rosanna</i>	<i>Chian- Carelle Grossi Domenico</i>
<i>Tessitura (USDA)</i>	sabbioso	f.limoso	f.sabbioso	f.sabbioso	f.sabbioso
<i>Scheletro</i>	Tracce	0%	Ass	Ass	Ass
<i>Sabbia %</i>	73.36	57	82	80	76
<i>Limo %</i>	10.14	16	4	8	12
<i>Argilla %</i>	16.50	27	14	12	12
<i>pH (in acqua)</i>	5.87	7,2	4,9	6,7	6,0
<i>Calcare totale</i>	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
<i>Calcare attivo</i>	Assente	Assente	Assente	Assente	Assente
<i>Sostanza organica S.O.%</i>	1,40	2,20	0,96	2,07	1,14
<i>Carbonio organico g/100 gr.</i>	0,81	1,28	0,56	1,20	0,66
<i>Rapporto C/N (s.o.x58 %)/N tot.</i>	7,64	8.0	10.0	9,756	6,61
<i>Ca/Mg</i>		4.297	2.017	2.119	2.537
<i>Mg/K</i>	1.42	2.711	4.98	1.629	2.545
<i>Azoto tot. g/kg</i>	1,06	0,16	0,056	0,123	0,10
<i>Fosforo ass.ppm come P</i>		84	35	206	90
<i>Fosforo ass.ppm come P2O5</i>	344				

<i>BASI DI SCAMBIO</i>					
<i>Idrogeno ppm</i>			2.0	1.0	1.40
<i>Potassio ppm</i>	272	650	209	757	277
<i>Calcio ppm</i>	2068	3875	1075	1338	915
<i>Magnesio ppm</i>	166	550	325	385	220
<i>Sodio pp.</i>	78	600	231	80	472
<i>C.S.C. meq/100 gr</i>			9,777	12.229	9.278
<i>Boro sol. in acqua ppm</i>	0.42	1.16	0.49	1.43	1.12
<i>Ferro ass.ppm</i>	118	23	83	53	203
<i>Rame ass. ppm</i>	5.05	16	2,4	4.5	17.3
<i>Manganese ass.ppm</i>	400	4.3	133	14.5	267
<i>Zinco.ass. ppm</i>	4.80	6.0	0.50	23	11.4
<i>S.A.R.</i>	0.17				
<i>E.S.P.</i>	1.14	9.2	10.272		22.118
<i>Conducibilità mS/cm</i>	0.38	0.722	0.170	0,766	0,803
<i>zolfo</i>	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.	n.r.

*Tab. C - Parametri chimico-fisici – località Sugherelle e Chiancarelle
anno di analisi 2002*

	<i>Capacità Di scambio Cationico Meq/100 gr</i>	<i>Idrogeno meq. 100/gr. CSC%</i>	<i>Potassio meq. 100/gr. CSC%</i>	<i>magnesio meq. 100/gr. CSC%</i>	<i>calcio meq. 100/gr. CSC%</i>	<i>sodio meq. 100/gr. CSC%</i>
<i>Varrone</i>	24,67	11.50 46,62 %	0.82 3,32%	1.98 7,66%	10.01 40,58%	0.45 1,82%
<i>Trani</i>	25,407	0.170 0,675%	1.215 4,78%	5.082 20%	14.375 56,58%	4.565 17,97%
<i>Iacovacci</i>	25,41	13.20 51,95%	0.84 3,31%	0.99 3,90%	10.21 40,18%	0.17 0,67%
<i>Di Girolamo</i>	29,63	20.60 69,52%	0.58 1,96%	0.82 2,77%	7.38 24,92%	0.25 0,84%
<i>Nogarotto</i>	28,154	n.r.	1.662 5,90%	4.508 16,01%	19.375 68,82%	2.609 9,27%
<i>Varrone Attilio</i>	9,777	0.200 2,05%	0.535 5,47%	2,664 27,25%	5.375 54,98%	1.004 10,27%
<i>Tranquilli Rossana</i>	12,29	0.100 0.82%	1.936 15.83%	3.156 25.81%	6.690 54,71%	0.348 2,84%
<i>Grossi Domenico</i>	9,278	0.140 1,51%	0.708 7,64%	1.803 19,44%	4.575 49,31%	2,052 22,12%

*Tab. D - Parametri del complesso di scambio
anno di analisi 2002*

		Zona Barchi Carocci G.Piero.	Zona Falascosa Semenzato Giovanni	Zona Falascosa Tranquilli Luciano	Zona Sugherelle Pecchi Maria
determinazione	u.m.				
pH		7,3	6.91	7.5	6.1
conducibilità	mS/cm	2860	590	3850	424
S.S.P.		n.r	32.38		
S.A.R.		8,46	1.36	10.58	1.44
S.A.R.integrato			2.49		
Indice di Eaton		Nr	-1.51		
Limite di Todd		Nr	1.14		
durezza	Gr.F	37,4	19.9	33,4	12.8
Boro	mg/l	0,30	n.r.	0.287	
Azoto	C.O.D		n.r.		
Sodio	mg/l meq./l	350	44.00 1.914	480	33,5
Potassio	mg/l meq./l	14	1.70 0.043	7.0	1.84
Magnesio	mg/l meq./l	18	19.92 1.638	45	5.2
Calcio	mg/l meq./l	100	46.40 2.315	82	32.4
Manganese	mg/l	n.r	n.r.	200	10
Zinco	mg/l		n.r.	n.r	110
Cloruri	mg/l meq./l	631	99.00 2.792	542	40.4
Solfati	mg/l meq./l	86	48.00 0.999	618,5	26.8
Carbonati	mg/l meq./l	Assenti	Assenti	assenti	Assenti
Nitrati	mg/l			9,0	33.6
Bicarbonato	mg/l	4,8	148.80	415	140.3



	meq./l				
Ossigeno	mg/l		n.r.		
Ferro	mg/l		0.00	200	
Fosfati	mg/l		0.08		n.r.
CLASSIFICA CONDUCIBILITA' SAR		C3S2	C1S1	C3S2	C1S1

Tab. E - Analisi campioni di acqua di pozzo