

# PROGETTO PER LO SVILUPPO DI MODELLI AGROMETEREologici

## Sommario

- 1 INTRODUZIONE
- 2 FINALITÀ
  - 2.1 Irrigazione
  - 2.2 Difesa fitosanitaria
  - 2.3 Previsione di raccolta, conservazione e commercializzazione
- 3 MATERIALI E METODI
  - 3.1 Caratterizzazione meteorologica 2005
  - 3.2 Caratterizzazione climatica della regione Sicilia
  - 3.3 Indagini agro-fenologiche territoriali
  - 3.4 Indagini epidemiologiche finalizzate
  - 3.5 Bilancio idrico
  - 3.6 Misure micrometeorologiche
- 4 RISULTATI
  - 4.1 Indagini agro-fenologiche territoriali
  - 4.2 Indagini epidemiologiche finalizzate
  - 4.3 Bilancio idrico
  - 4.4 Misure micrometeorologiche

# 1 INTRODUZIONE

L'agroclimatologia può dare un rilevante contributo conoscitivo su quali siano le aree del territorio più adatte e interessanti per una moderna viticoltura di qualità. Gli studi topoclimatici, miranti alla produzione di mappe climatiche di vocazionalità territoriale, ad elevato dettaglio possono servire alla viticoltura di qualità, più di altre filiere agroalimentari, a trovare benefici concreti e immediati da tali studi. L'obiettivo finale è quello di individuare specifici indici bioclimatici legati agli aspetti qualitativi e fitosanitari della vite, derivanti da un'approfondita conoscenza dell'influenza delle variabili meteorologiche sul ciclo bioagronomico e sulle complessive caratteristiche qualitative dell'uva.

È noto che l'accumulo di calore durante la stagione di sviluppo e crescita della vite, e marcatamente durante il periodo di maturazione dell'uva, ha una notevole influenza sulla determinazione del contenuto di zuccheri nell'acino. Ma in Sicilia, un altro aspetto di grande importanza è quello legato al contenuto di acidità fissa delle uve: un'eccessiva disponibilità di calore durante il periodo di maturazione può determinare un alto abbattimento del contenuto acidico nel succo, con un conseguente peggioramento (eccessivo aumento) del rapporto zuccheri/acidi, il cui valore è legato fortemente alle caratteristiche di equilibrio dei mosti e dei vini che da essi ne deriveranno. Occorre allora studiare ulteriormente con attenzione l'evoluzione dei principali indici di qualità, mettendo eventualmente a punto elaborazioni nuove che siano mirate e più adatte alle particolari condizioni topoclimatiche della Sicilia e quindi in grado di definire in che modo nelle regioni caldo-aride i vari elementi meteorologici influenzano l'evoluzione qualitative delle uve, che certo avviene con ritmi e intensità diverse da quelle che ritroviamo negli ambienti più temperati settentrionali. Altro elemento che sta assumendo grande importanza negli ultimi anni, in cui si sta sempre più espandendo anche al sud e in Sicilia in particolare la coltivazione di vitigni a bacca rossa, è quello del contenuto in polifenoli delle uve. Tra i polifenoli vi sono infatti anche le sostanze coloranti e i precursori della struttura e del bouquet del vino. Un aspetto agro-bio-climatico di grande importanza è allora quello riguardante l'individuazione delle condizioni ambientali che consentono una maggiore sintesi di sostanze polifenoliche da parte della pianta di vite. È ormai accertato che uno degli elementi più importanti in tal senso è quello dell'escursione termica giornaliera, il cui effetto è peraltro già noto da tempo per altre specie vegetali agrarie, quali ad esempio alcuni agrumi. Allora, gli ambienti caratterizzati da maggiori valori giornalieri di escursione termica (differenza tra i valori minimi e i massimi) sono i più vocati ad ospitare i vitigni ai quali viene richiesto un maggiore contenuto di sostanze coloranti, o polifenoliche in genere. Stesso discorso, per quanto legato soprattutto alle cultivar a bacca rossa, da molti autori viene recentemente ritenuto interessante anche per alcuni vitigni ad uva bianca. Ma anche rispetto a tale problematica appare in qualche modo necessario

riconsiderare i criteri di elaborazione degli indici attualmente disponibili, guardando eventualmente a nuovi indicatori in grado di pesare correttamente e finemente l'evoluzione periodica delle temperature ambientali. Infine, per quanto riguarda gli aspetti fitosanitari della coltura, è noto il grande impatto determinato dal numero di ore di umidità relativa elevata, rispetto alla diffusione e alla dannosità delle malattie crittogamiche, quali ad esempio l'oidio o la botrite.

L'agrometeorologia è dunque la scienza che studia le relazioni tra l'ecosistema agricolo-forestale ed i fattori meteorologici e idrologici. Sono note le interazioni del clima con gli organismi viventi (piante, patogeni e insetti), in tale chiave l'agrometeorologia fornisce utili indicazioni per la migliore gestione delle attività agricole, zootecniche e forestali. Da qui l'importanza di monitorare ed indagare costantemente sulle regole che influenzano le relazioni tra il mondo biologico (organismi viventi) e quello fisico-climatico.

Grazie ai dati raccolti dalle stazioni agrometeorologiche si ha la possibilità di sviluppare modelli di previsione e simulazione agrometeorologici come supporto decisionale alle attività dei tecnici, delle singole Aziende Agricole e degli Enti preposti alla fornitura di Servizi (Regioni, Province, Cooperative, Consorzi, Associazioni, Cantine, ecc.). I dati raccolti dalle stazioni meteorologiche vengono elaborati grazie all'utilizzo di software e utilizzati per l'elaborazione dei dati climatici con i più noti e collaudati modelli previsionali oggi utilizzati. Questa tipologia di modelli fornisce informazioni sullo stato dei principali indici di rischio nella "lotta guidata", "integrata" e "biologica" alle avversità delle piante agrarie, consigliando i tempi e le modalità di intervento, in funzione della tipologia di prodotti antiparassitari utilizzabili per inibire o prevenire lo sviluppo dei parassiti. L'utilizzo dei modelli è in definitiva un utile strumento per meglio razionalizzare l'uso degli agrofarmaci, ottimizzandone e riducendone l'impiego ed ottenendo nel contempo risultati positivi sia per un risparmio economico, sia nel rispetto delle problematiche ambientali e di salute pubblica degli stessi operatori e dei consumatori. I dati climatici raccolti possono trovare impiego per altre numerose applicazioni agronomiche: studi e zonazione del territorio, calcoli di evapotraspirazione, sommatorie termiche, calcoli gradi giorno, previsione da brinate, automazione impianti irrigui, controllo climatico di serre, ecc. L'agrometeorologia concorre inoltre allo studio delle fasi di sviluppo delle colture (fasi fenologiche), il cui ritmo è fortemente dipendente da alcuni parametri climatici. In questo modo il progetto Agrometeorologia è fortemente collegato agli altri progetti riguardanti il Biologico e la Zonazione.

L'agrometeorologia può essere definita come la scienza che studia le interazioni in senso lato tra fattori meteorologici e idrologici da una parte e la vegetazione, sia essa coltivata che naturale, dall'altra. Si tratta di una disciplina che si colloca nell'ambito delle scienze applicate, è da considerare una scienza giovane in quanto esiste da circa cinquant'anni. Attualmente viene

utilizzata a livello operativo nell'ambito dei servizi di divulgazione agricola in più della metà dei paesi del mondo. In una decina di nazioni, caratterizzate da livelli economici e tecnologici più evoluti, viene anche applicata direttamente dagli stessi agricoltori.

Gli studi sulle applicazioni meteorologiche e climatologiche nell'ambito del settore agricolo, al di là delle esperienze consolidate lungo il corso della storia dell'uomo e delle sue attività lavorative ed economiche, cominciano ad essere approfonditi a livello scientifico dopo il 1700.

Nel corso degli ultimi tre secoli essi si sono quindi progressivamente estesi all'interno delle scienze agronomiche.

Nel 1913 fu istituita una specifica commissione (Commission for Agriculture Meteorology) nell'ambito dell'allora IMO (International Meteorological Organization) oggi WMO (World Meteorological Organization), una delle agenzie specialistiche dell'ONU. La commissione fu poi rifondata nel 1923 e tenne la sua prima seduta ad Utrecht, in Olanda, nel 1923.

Gli obiettivi che si propongono i programmi della commissione riguardano il supporto alle attività ed alle produzioni agricole e alimentari, anche promuovendo e stimolando la diffusione e la crescita di servizi specialistici in grado di aiutare le comunità agricole e rurali a sviluppare sistemi agricoli economicamente ed ecologicamente sostenibili, a migliorare la qualità e la quantità delle produzioni, a ridurre le perdite e i rischi, a ridurre i costi, ad aumentare l'efficienza dell'uso dell'acqua irrigua, del lavoro e dell'energia, a conservare le risorse naturali e ridurre l'inquinamento ambientale riconducibile alle attività agricole.

Il crescente fabbisogno mondiale di risorse alimentari, legato essenzialmente all'aumento considerevole della popolazione del Pianeta da un lato e l'intrinseca variabilità meteorologica, accompagnata spesso da una apparente crescente diffusione e intensificazione dei fenomeni estremi (alluvioni, siccità, estremi termici, ecc.) dall'altro suggeriscono un sempre maggiore ricorso alle applicazioni di tipo agrometeorologico.

La crescente espansione delle coltivazioni agricole nelle regioni semi-aride della Terra comporta una maggiore attenzione nell'uso delle limitate risorse idriche in quelle aree dove, per converso, risultano molto elevate le disponibilità di energia radiante e, quindi, le potenzialità fotosintetiche. In tali contesti, il contributo tecnico ed economico che può fornire l'agrometeorologia è pertanto davvero rilevante: da un attento monitoraggio ed eventuali previsioni dei fenomeni di siccità e delle conseguenze a valle di essi, alle strategie da impiegare per migliorare le tecniche di accumulo e conservazione delle acque.

Per contro, nelle aree meno aride e più industrializzate del mondo, le problematiche che possono coinvolgere attivamente le applicazioni agrometeorologiche sono di natura diversa. In tal caso, queste ultime possono infatti contribuire a ridurre i nuovi e spesso notevoli problemi legati

all'impiego eccessivo dei diversi input tecnologici, di tipo chimico e non (fertilizzanti, fitofarmaci, diserbanti, acqua irrigua, combustibili, plastica, ecc.) che conducono, in ultima analisi, sia al depauperamento delle risorse naturali non rinnovabili (acqua, suolo, aria, ecc.) sia a conseguenze dirette sulla salute degli operatori del settore e dell'intera collettività.

Attraverso l'agrometeorologia e l'agroclimatologia si possono raggiungere i seguenti obiettivi principali:

- migliorare l'efficacia e l'efficienza delle operazioni agricole: lavorazioni del terreno, semina e impianto delle colture, fertilizzazione, irrigazione, difesa fitosanitaria, interventi di controllo delle erbe infestanti, raccolta, conservazione e commercializzazione dei prodotti;
- diffondere e divulgare i sistemi e le tecniche colturali ecocompatibili;
- migliorare la produttività e la qualità delle produzioni agricole, zootecniche e forestali;
- ridurre i costi di produzione;
- aumentare la redditività delle imprese;
- diversificare della produzione e salvaguardare le biodiversità;
- ridurre l'inquinamento ambientale;
- migliorare la qualità di vita degli operatori agricoli.

Va innanzitutto precisato che nel caso in cui gli elementi del clima (radiazione solare, temperatura e umidità dell'aria, velocità e direzione del vento, precipitazioni, pressione atmosferica, ecc.) vengono analizzati in un'ottica di breve periodo (il giorno, la settimana, il mese, la stagione o l'anno corrente), allora si parla in senso stretto di meteorologia e quindi di dati ed elaborazioni di tipo meteorologico. Qualora invece gli stessi elementi vengono considerati in un'ottica di lungo periodo (in genere l'ultimo trentennio standard), più correttamente si parla di clima e quindi di dati ed elaborazioni di tipo climatologico. La meteorologia, infatti, è la scienza che studia i fenomeni dell'atmosfera terrestre; include la fisica, la chimica e la dinamica dell'atmosfera terrestre e, in generale, anche lo studio degli effetti diretti che l'atmosfera ha sul suolo, sugli oceani e sugli organismi viventi. Gli scopi che la meteorologia si prefigge sono di comprendere i fenomeni atmosferici, prevederli e modificarli. La meteorologia, a differenza della climatologia, si occupa dei singoli fenomeni o di una loro serie.

## **2 FINALITÀ**

Al fine di comprendere pienamente l'evoluzione dello stato delle coltivazioni e degli altri elementi dell'agro-ecosistema di cui esse stesse fanno parte (suolo, acqua, bassa atmosfera, insetti, funghi e altri elementi della biosfera, ecc.) si tratta, quindi, di ipotizzare, attraverso l'agrometeorologia

l'approfondita conoscenza delle relazioni esistenti fra uno o più parametri di tipo meteorologico e uno o più parametri di tipo bio - agronomico, Lo scopo è quello di conoscere, in maniera tempestiva e accurata la situazione attuale e quella prevedibile nell'immediato futuro, al fine di decidere sui più idonei e convenienti interventi agronomici da intraprendere, nell'ottica di un ottimale rapporto costi/benefici (non solo di tipo strettamente economico) legato al successo delle attività agricole, zootecniche e forestali.

## **2.1 Irrigazione**

I dati di radiazione solare, temperatura e umidità relativa dell'aria e intensità del vento consentono di stimare con accuratezza le perdite di acqua dalla coltura (considerata in tal caso come l'insieme del terreno, che perde acqua per evaporazione, e della pianta, che cede acqua per traspirazione) all'atmosfera, attraverso il processo fisico noto con il nome di evapotraspirazione. I dati delle precipitazioni consentono di stimare gli apporti utili per la coltura.

Possiamo considerare anche i parametri bio - agronomici della coltura, così da comprendere i fabbisogni idrici delle specie e delle varietà vegetali coltivate, studiare le caratteristiche del terreno (tessitura, caratteristiche idrologiche, ecc.) in cui si opera, studiare e mettere a punti i migliori impianti d'irrigazione.

Possiamo anche usare dei modelli matematici di bilancio idrico delle colture. Tali modelli, tenendo conto e integrando opportunamente i dati suddetti, permettono di stimare lo stato e l'evoluzione delle disponibilità idriche per le piante coltivate.

Aggiungendo al risultato del calcolo del bilancio idrico le informazioni di tipo previsionale, si può arrivare alla formulazione di una accurata informazione operativa per l'agricoltore.

Cioè si riesce a capire: se irrigare, quando irrigare (momento di intervento), quanto irrigare (volume di adacquamento, meglio dettagliato in numero di ore di intervento se si conoscono bene, appunto le caratteristiche degli impianti irrigui). Inoltre l'applicazione di questi modelli può consentire i seguenti vantaggi:

- riduzione degli eccessi irrigui, che si tradurrebbero in: sprechi di acqua, di lavoro e di energia;
- riduzione del dilavamento dei nutrienti (es. azoto) con conseguente riduzione dell'efficienza di fertilizzazione e nutrizione e aumento del rischio di inquinamento delle falde acquifere;
- riduzione dei rischi di malattie a carico dell'apparato radicale delle piante, dovute al ristagno di acqua nel terreno;
- riduzione dei rischi di sofferenza delle piante, conseguenti a uno scarso apporto irriguo, per sottostima dei fabbisogni idrici.

## **2.2 Difesa fitosanitaria**

I dati temperatura e umidità relativa dell'aria, ed eventualmente di altri parametri in funzione delle diverse colture e dei relativi agenti biotici (insetti, funghi, ecc.) potenzialmente dannosi per esse, consentono di stimare con accuratezza e tempestività il ciclo di sviluppo dei parassiti, individuando il momento di massima dannosità.

Utilizzando ed elaborando opportunamente questi dati si può arrivare alla formulazione di una accurata informazione operativa per l'agricoltore:

- se effettuare un intervento fitoiatrico;
- quando trattare (momento di intervento);
- come trattare (tipo di principio attivo, dose, ecc.).

L'applicazione di tali modelli può consentire i seguenti vantaggi:

- riduzione dell'impiego eccessivo e inopportuno di fitofarmaci, migliorando la qualità fitosanitaria dei prodotti agricoli, riducendo i rischi di tossicità per gli agricoltori e l'inquinamento ambientale;
- riduzione dei rischi di perdite produttive dovuti ad eventuali mancati interventi di difesa, per sottostima dei danni da avversità biotiche.

## **2.3 Previsione di raccolta, conservazione e commercializzazione**

I dati temperatura, precipitazioni ed eventualmente di altri parametri, in funzione delle diverse colture, consentono di stimare con accuratezza e tempestività, la previsione di produzione delle specie e delle varietà vegetali coltivate, in termini di quantitativi e qualitativi.

Attraverso l'insieme di questi dati si può arrivare alla formulazione di una accurata informazione operativa per l'agricoltore:

- previsione del periodo di raccolta;
- momento ottimale di raccolta.

L'applicazione di tali modelli può consentire i seguenti vantaggi:

- miglioramento delle quantità e delle qualità delle produzioni raccolte, aumentando la quota di pregio dell'intera produzione potenziale e quindi la redditività dell'attività produttiva;
- aumento del reddito aziendale, attraverso l'individuazione del momento migliore di raccolta, in relazione anche alle conoscenze tempestive dell'andamento dei prezzi nei più vantaggiosi mercati di destinazione.

Molti sono quindi gli aspetti qualitativi fortemente legati alle condizioni topoclimatiche del territorio. Ecco quindi l'importanza di conoscere meglio le relazioni fra la climatologia dettagliata e il suo impatto sulle caratteristiche qualitative delle produzioni vitivinicole. Molte cose si sapevano già: il compito dell'agrometeorologia e dell'agroclimatologia è allora soprattutto quello di quantificare i fenomeni noti e trovarne le relazioni analitiche, oltre alla eventuale definizione di nuove relazioni non ancora sufficientemente indagate.

In questo quadro di conoscenze un ruolo importante per l'utilizzo, l'interpretazione e la divulgazione delle informazioni deve essere svolto dall'assistenza tecnica che assolve a compiti importanti di indirizzo e sostegno della produzione agricola. Di indirizzo perché, soprattutto nel caso di assistenza svolta da servizi pubblici, asseconda le scelte politiche e ne facilita l'applicazione in ambito locale grazie all'azione di tecnici e strutture che diffondano dati, informazioni, supporti tecnico-economici. Il sostegno alla produzione prevede azioni volte ad avvicinare i bisogni reali della produzione agli aspetti generali di orientamento, riducendo i conflitti più o meno latenti tra i vari soggetti della filiera produttiva e l'Amministrazione. I servizi di assistenza svolgono, non da ultimo, un ruolo importante nella comunicazione e nel trasferimento delle esigenze nei due versi, con un indubbio vantaggio nella fase di incontro tra domanda e offerta. In tale processo l'agrometeorologia è un supporto alle scelte tecniche, e sempre più può espletare funzioni di equilibrio e ottimizzazione dell'attività agricola in relazione alla variabile meteorologica, contenendo i costi di produzione e facilitando il processo in atto che vede l'Agricoltura come strumento per l'applicazione di precisi orientamenti ambientali.

La produzione agricola europea sta attraversando un periodo di forti cambiamenti. A seguito della nuova politica agricola che prevede un progressivo abbandono del sostegno alla produzione, orientando i contributi alla superficie coltivata e all'attuazione di tecniche di produzione ecocompatibili, almeno per le grandi colture, si assiste ad un mutamento delle superfici coltivate e della tecnica produttiva, che, coinvolge tutte le componenti del sistema produttivo. L'assistenza tecnica ha di conseguenza subito modifiche sostanziali nel modo di porsi e di interferire col sistema produttivo. Sono cambiate le condizioni e gli obiettivi: non si tratta più di massimizzare la produzione o di produrre anche a discapito delle condizioni ambientali, in quanto il prodotto è sinonimo di reddito, ma di ridurre i costi di produzione e di rispettare i limiti naturali dell'ambiente di coltivazione. I nuovi obiettivi sono il frutto di una politica avviata nel corso dell'ultimo decennio con l'applicazione di alcuni regolamenti e direttive comunitarie, tra cui vanno ricordati il regolamento CEE 2078/92 e la direttiva nitrati (Dir 91/676), che trova piena applicazione nell'attuale documento di programmazione economica dell'Unione Europea "Agenda 2000". Le

parole chiave nel nuovo panorama agricolo - ambientale sono costituite da parole che richiamano in l'importanza che nei diversi ambienti viene attribuita all'attività agricola nell'impatto con l'ambiente. Si usano termini quali "produzioni eco-compatibili", attività agricola nella "salvaguardia dell'ambiente", produzioni agricole a "basso impatto ambientale", ecc. E se inizialmente tali termini avevano un significato concreto ma nascondevano spesso un modo di far agricoltura puramente tradizionale oggi il loro uso all'interno di azioni politiche, di programmi di ricerca e sviluppo e di azioni di mercato, ha di fatto introdotto una serie di innovazioni basate soprattutto sulla valorizzazione delle risorse naturali all'interno del sistema produttivo. Basti ricordare il concetto di "vocazionalità del territorio" per la coltivazione di determinate specie, quali la vite, la riduzione di molecole chimiche e di input energetici in agricoltura, la ricerca di un equilibrio tra esigenze ambientali e vincoli produttivi per comprendere quanto queste innovazioni abbiano mutato il modo di fare agricoltura. Il sostegno alla superficie e non alla produzione ha determinato una riduzione consistente dei costi di produzione, con conseguente riduzione delle rese. Non vi è dubbio che con il contenimento delle spese si sono ridotte anche le quote relative all'assistenza, ma d'altronde è noto che tali spese non sono quasi mai esplicite da parte dell'azienda; infatti spesso si tratta di costi aggiuntivi legati all'acquisto di prodotti o di costi sostenuti da cooperative e associazioni di produttori che si ripercuotono sulla remunerazione del prodotto, oppure di costi sostenuti dall'Amministrazione Pubblica interessata allo sviluppo dell'attività agricola in modo coerente con le linee generali di programmazione e gestione del territorio. In ogni caso l'assistenza tecnica è coinvolta in questa azione di riduzione dei costi, ridimensionando il proprio budget ma non necessariamente il proprio ruolo ed anzi, in un sistema nel quale si assottigliano i margini economici della produzione, cresce probabilmente il fabbisogno di informazioni e di assistenza al fine di ridurre eventuali errori o lacune nella gestione che possono aumentare il margine di incertezza dell'attività agricola. È altrettanto indubbio che tutto questo porti ad una modifica delle modalità e dei contenuti con cui si espleta l'assistenza tecnica, e non necessariamente i nuovi vincoli devono costituire un limite alla sua applicazione e al suo sviluppo. Prendono sempre più consistenza forme di assistenza indiretta indirizzata al territorio, suddiviso ad esempio in aree omogenee, cercando di analizzare gli aspetti principali dei vari temi (difesa, irrigazione, concimazione ed altro), evidenziando le variabilità interne dell'area e le anomalie del momento rispetto alla consuetudine, fornendo indicazioni di indirizzo generale e lasciando al singolo agricoltore la scelta per una eventuale personalizzazione dell'intervento. L'agrometeorologia gioca sempre più un ruolo strategico nella nuova organizzazione dell'assistenza tecnica, proprio per la sua capacità di considerare l'effetto che le condizioni climatiche, che di fatto costituiscono la vera variabilità tra un anno e l'altro, espletano sul comparto produttivo agricolo,

sull'ambiente, e sull'interazione tra i due sistemi. Molti programmi di assistenza e sviluppo realizzati in questi anni dalle Regioni prevedono l'uso prevalente di dati meteorologici e di tecniche di elaborazione ed interpretazione dei dati basate su tecniche e programmi largamente impiegati in agrometeorologia. Fra gli strumenti di indirizzo della produzione agricola più utilizzati vanno ricordati i disciplinari di produzione integrata che ricorrono spesso all'uso di bollettini periodici (di solito settimanali), dove la necessità di interventi (irrigazione, trattamenti, ecc.) viene definita sulla base di condizioni meteorologiche e di modelli agrometeorologici.

Con questo progetto ci si propone di realizzare attività di ricerca applicata volta allo sfruttamento delle informazioni agrometeorologiche in tempo reale che sono prodotte dalla rete agrometeorologica operativa della Sicilia. Pertanto per tale attività si era iniziato ad instaurare uno stretto raccordo operativo con il Servizio Agrometeorologico della Regione Siciliana.

In particolare il progetto vuole fare riferimento alle seguenti aree:

- Indagini agro-fenologiche territoriali
- Indagini epidemiologiche finalizzate
- Bilancio idrico a scala territoriale
- Misure micrometeorologiche

### **3 MATERIALI E METODI**

Tutte le prove sono state eseguite prendendo in considerazione le valutazioni agronomiche che secondo la tempistica sotto indicata rivisitata dopo la partenza ritardata della ricerca (che a causa della sua precoce interruzione non è potuta giungere a piena conclusione).

Attività	BIMESTRI											
	2005						2006					
	I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
Acquisizione serie storiche	■	■										
Acquisizione dati regionali	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Rilievo fasi fenologiche ed epidemiologiche		■	■	■	■			■	■	■	■	
Monitoraggio condizioni idriche		■	■	■	■	■		■	■	■	■	■
Analisi suolo	■	■	■				■	■	■			
Rilievi temperatura grappoli			■	■					■	■		
Elaborazione dati	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Realizzazione modelli previsionali									■	■	■	■
Realizzazione modelli gestionali											■	■
Relazioni finali												■

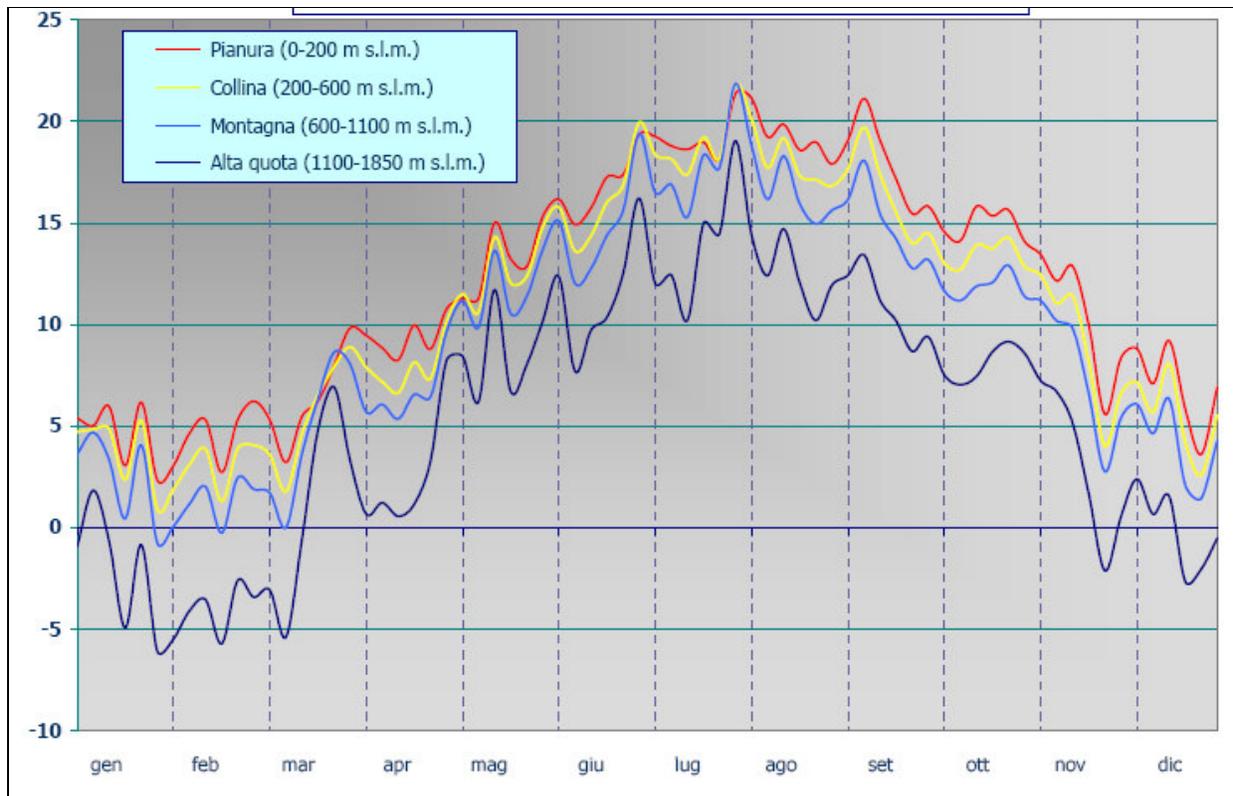
Secondo questa tempistica ci si possono porre obiettivi intermedi facilmente verificabili quali il reperimento dei dati storici e annuali, la predisposizione della sensoristica sui grappoli e nel suolo e le analisi del suolo.

### 3.1 Caratterizzazione meteorologica 2005

Grazie al lavoro svolto dall'Assessorato Agricoltura e Foreste Servizi allo Sviluppo, Unità Operativa 50 SIAS - Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano è possibile riportare sinteticamente l'andamento meteorologico dell'anno 2005, nei suoi diversi aspetti, qui rappresentati dalle diverse variabili rilevate dalla rete di stazioni agrometeorologiche del SIAS, talvolta confrontate con i valori climatici di riferimento dell'ultimo trentennio.

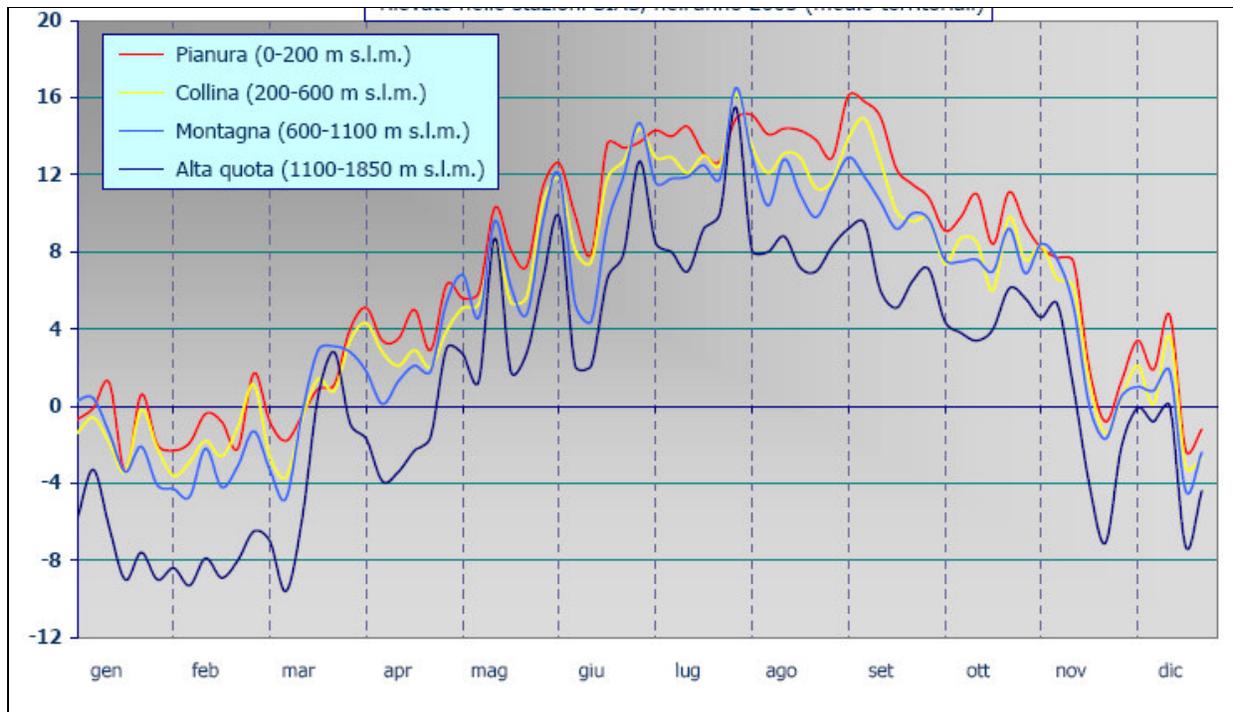
#### 3.1.1 Temperatura

Il 2005 è stato complessivamente un anno freddo lungo tutti i mesi. L'inizio d'anno è stato caratterizzato da valori termici ben sotto le medie climatiche, con scarti negativi di 6-7°C, un po' ovunque.



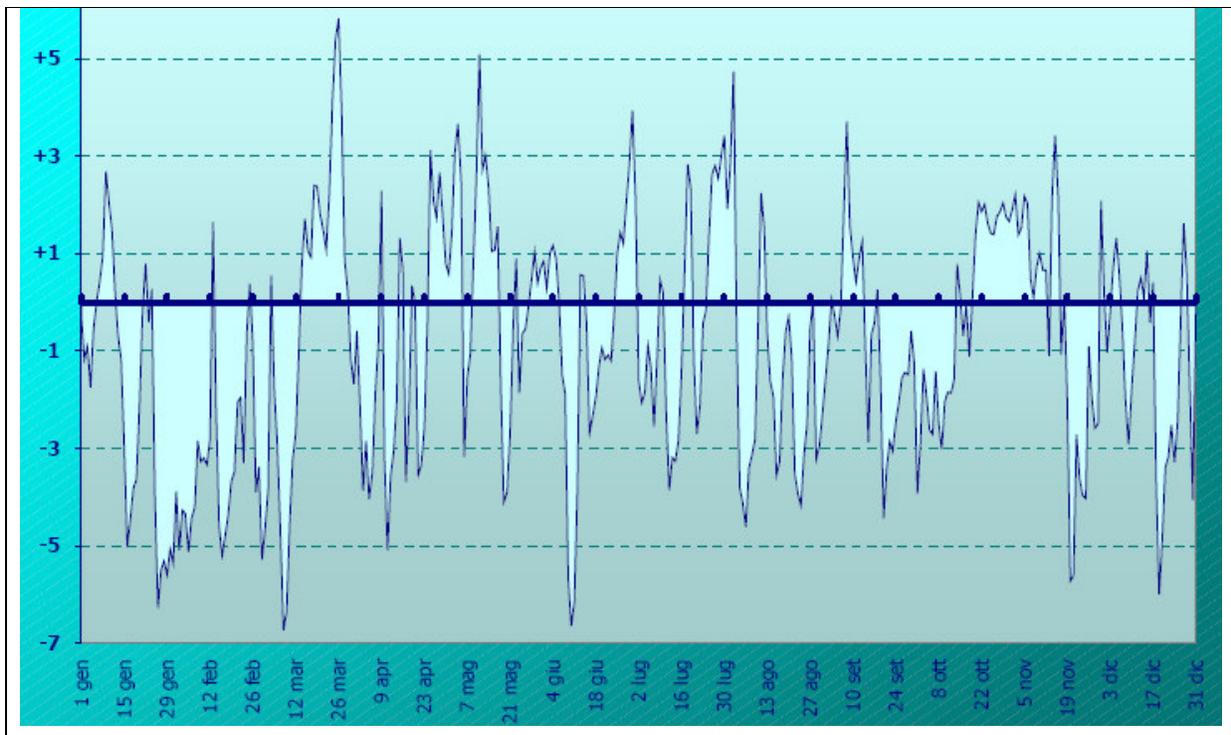
*Graf. 3.1: Andamento delle medie delle temperature minime pentadiche rilevate nelle stazioni SIAS, nell'anno 2005 (medie territoriali)*

Come ben evidenzia il grafico 3.2 i primi mesi del 2005, hanno visto temperature minime ben al di sotto dello zero anche nelle aree di pianura e collina. Quasi tutto il periodo invernale è stato caratterizzato da freddo intenso, con frequenti episodi di gelate. Tali condizioni si sono poi sostanzialmente protratte anche in marzo e aprile, sia pure intervallate da brevi episodi di venti meridionali caldi e secchi, che hanno portato un aumento delle temperature e che hanno inoltre invertito i gradienti termici verticali.



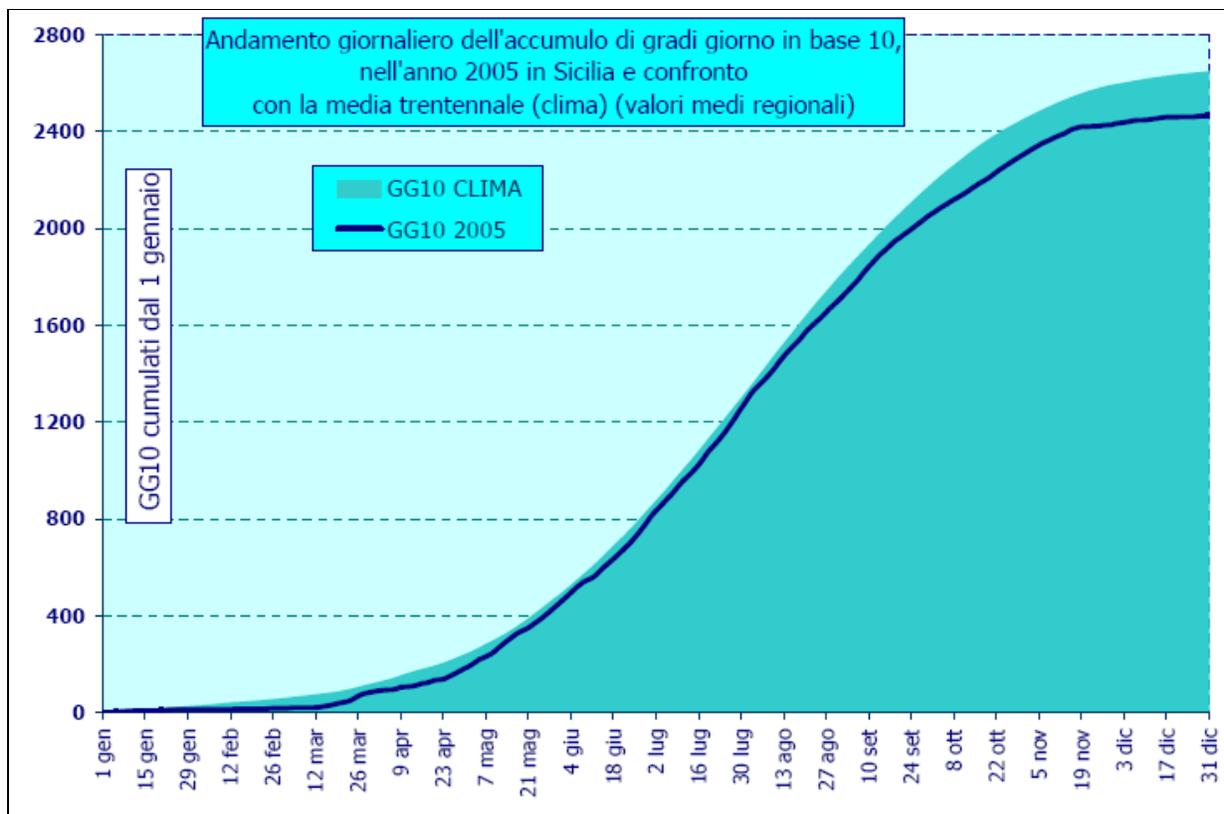
*Graf. 3.2: Andamento delle minime delle temperature minime pentadiche rilevate nelle stazioni SIAS, nell'anno 2005 (medie territoriali)*

Questa situazione è rappresentata dal grafico 3.3, che mostra gli scarti di temperatura media giornaliera dai corrispondenti valori climatici. Proprio da tale grafico risulta evidente come, soprattutto nei mesi invernali e in parte in quelli primaverili, vi siano stati lunghi periodi più freddi rispetto al clima, e come questi fenomeni siano stati presenti anche nel periodo estivo. L'estate è stata, infatti, molto fresca con temperature al di sotto delle medie anche in agosto.



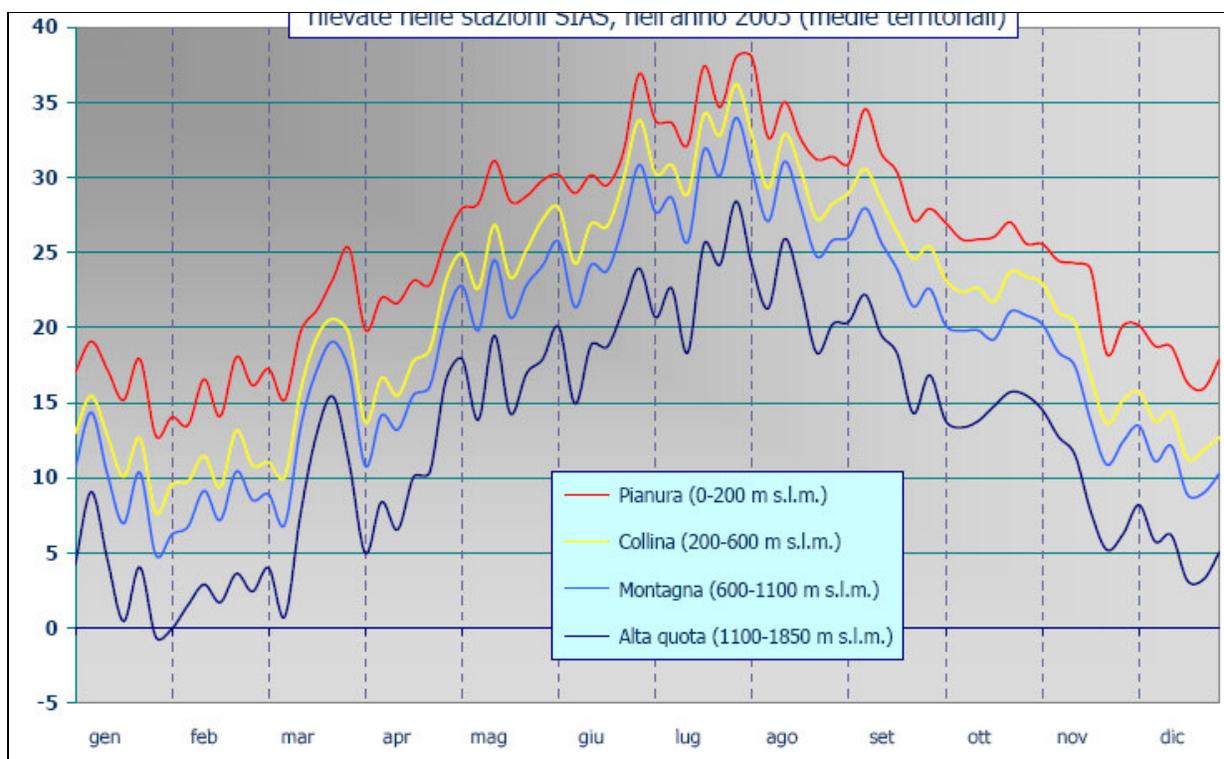
*Graf. 3.3: Andamento degli scarti di temperatura media giornaliera nell'anno 2005 in Sicilia (media regionale)*

L'elaborazione (grafico 3.4) dell'andamento dei gradi giorno in base 10 (differenza fra la temperatura media giornaliera e la soglia fissa di 10 °C) cumulati dal primo gennaio, che possono essere considerati come una valida rappresentazione media della disponibilità giornaliera di calore per la gran parte delle colture agrarie, evidenzia come l'accumulo di calore, durante l'anno, sia stato costantemente al di sotto della media climatica. In particolare nei mesi estivi si è registrato uno scarto negativo mantenutosi intorno a circa 200-250 GDD. Il ritardo fenologico è stato, quindi, significativo e costante. L'innalzamento termico registrato a fine ottobre non ha contribuito al recupero fenologico delle colture, ma come nel 2004, ha causato un aumento delle infestazioni di mosca delle olive. L'andamento fresco dell'estate, seguito poi da un'inconsueta e anomala risalita termica autunnale (ottobre) ha, infatti, causato gravi infestazioni di mosca, che hanno costretto gli agricoltori ad effettuare diversi interventi di controllo.

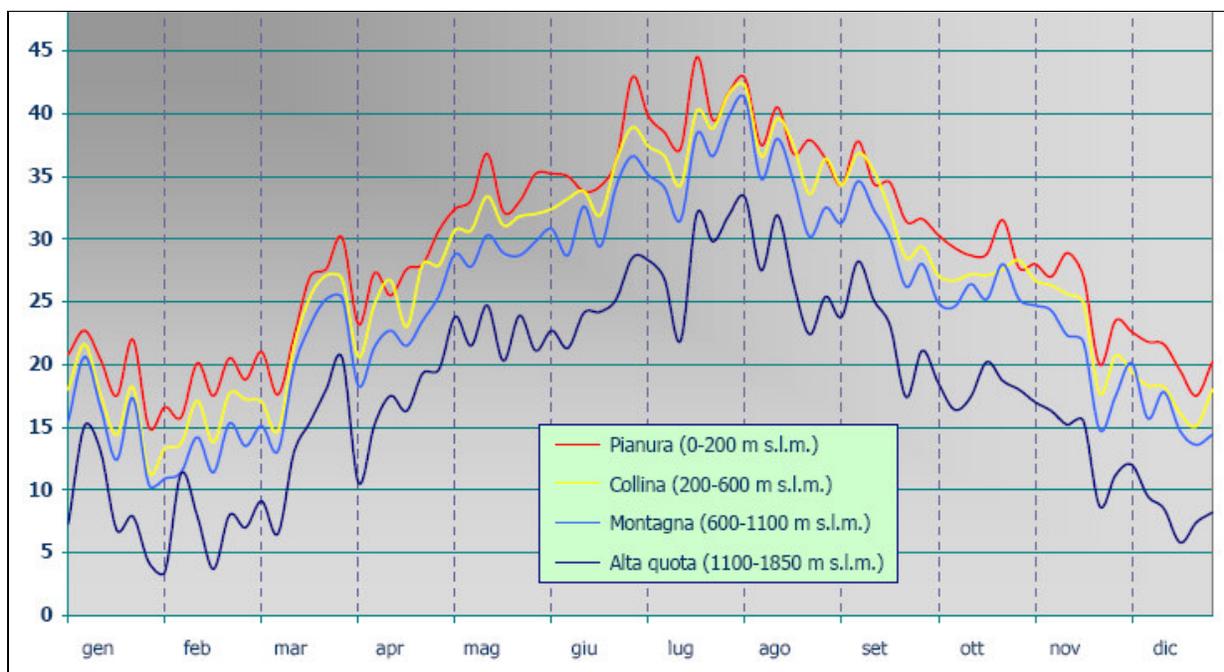


Graf. 3.4: Andamento giornaliero dell'accumulo di gradi giorno in base 10, nell'anno 2005 in Sicilia e confronto con la media trentennale (clima) (valori medi regionali)

I giorni più freddi dell'anno si sono verificati nell'ultima pentade di gennaio, la prima di febbraio e la prima pentade di marzo (giorno 9, in particolare), mentre quelli più caldi si sono avuti nella prima decade di agosto (giorno 2, in particolare) (grafico 3.5 e grafico 3.6).



Graf. 3.5: Andamento delle medie delle temperature massime pentadiche rilevate nelle stazioni SIAS, nell'anno 2005 (medie territoriali)



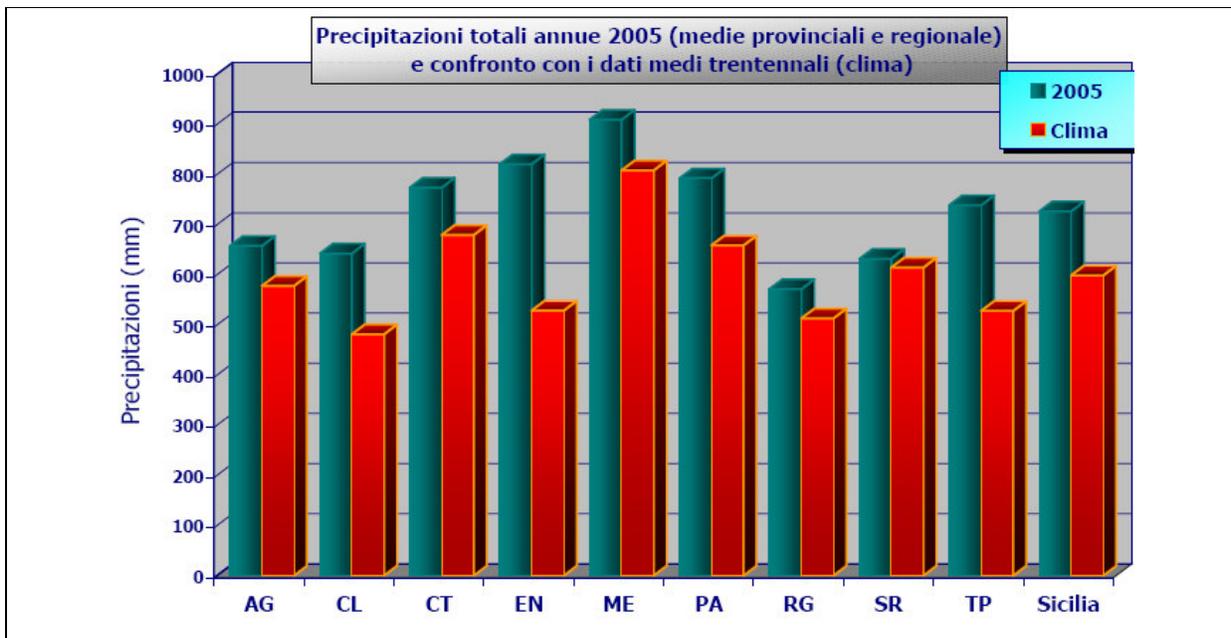
Graf. 3.6: Andamento dei massimi delle temperature massime pentadiche rilevate nelle stazioni SIAS, nell'anno 2005 (medie territoriali)

I grafici 3.1, 3.2, 3.5 e 3.6 mostrano la diversificazione territoriale della Sicilia dal punto di vista termico. Durante il corso dell'anno, generalmente, le aree più calde sono state quelle di pianura; i fenomeni di inversione termica, causati da venti caldi provenienti da sud (Scirocco e Libeccio), sono stati meno frequenti rispetto al 2004. Particolare rilievo hanno avuto i fenomeni di inversioni termica verificatesi a metà marzo, i primi giorni di maggio, a fine giugno e fine luglio, che hanno determinato in particolare un aumento delle temperature minime in collina e anche in montagna (grafico 3.2). In tali periodi si sono contestualmente registrati bassi valori dell'umidità relativa dell'aria (grafico 3.11) che hanno innalzato i valori di evapotraspirazione potenziale.

### 3.1.2 Piovosità

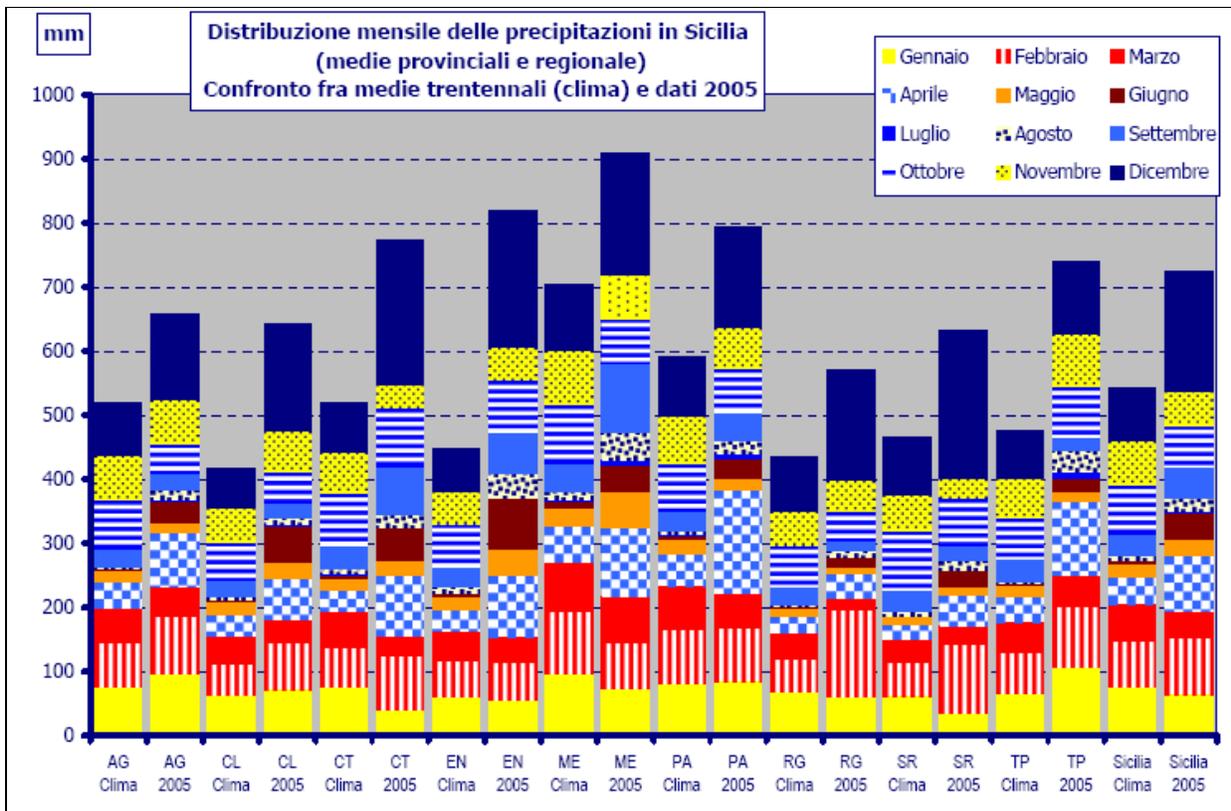
Anche il 2005 è stato un anno particolarmente piovoso come il 2003 e il 2004. In sintesi le zone dell'Etna, dei Nebrodi e delle Madonie, e in generale la parte orientale e alcune zone del Siracusano e del Trapanese, sono state le più piovose dell'anno. La zona costiera meridionale è risultata la zona meno piovosa.

Dal grafico 3.7, relativo alle precipitazioni totali annue aggregate a livello provinciale, risulta che la provincia in cui si è registrato lo scarto positivo maggiore rispetto al clima è stata Enna; a questa sono seguite in ordine, quelle di Trapani, Caltanissetta e Palermo. A livello regionale si è rilevato un incremento medio di circa il 20%, leggermente inferiore a quello registrato nel 2004 pari al 25%. Ma tali situazioni medie sono il risultato di una distribuzione non omogenea, sia nel tempo che nello spazio.



Graf. 3.7: Precipitazioni totali annue 2005 (medie provinciali e regionale) e confronto con i dati medi trentennali (clima)

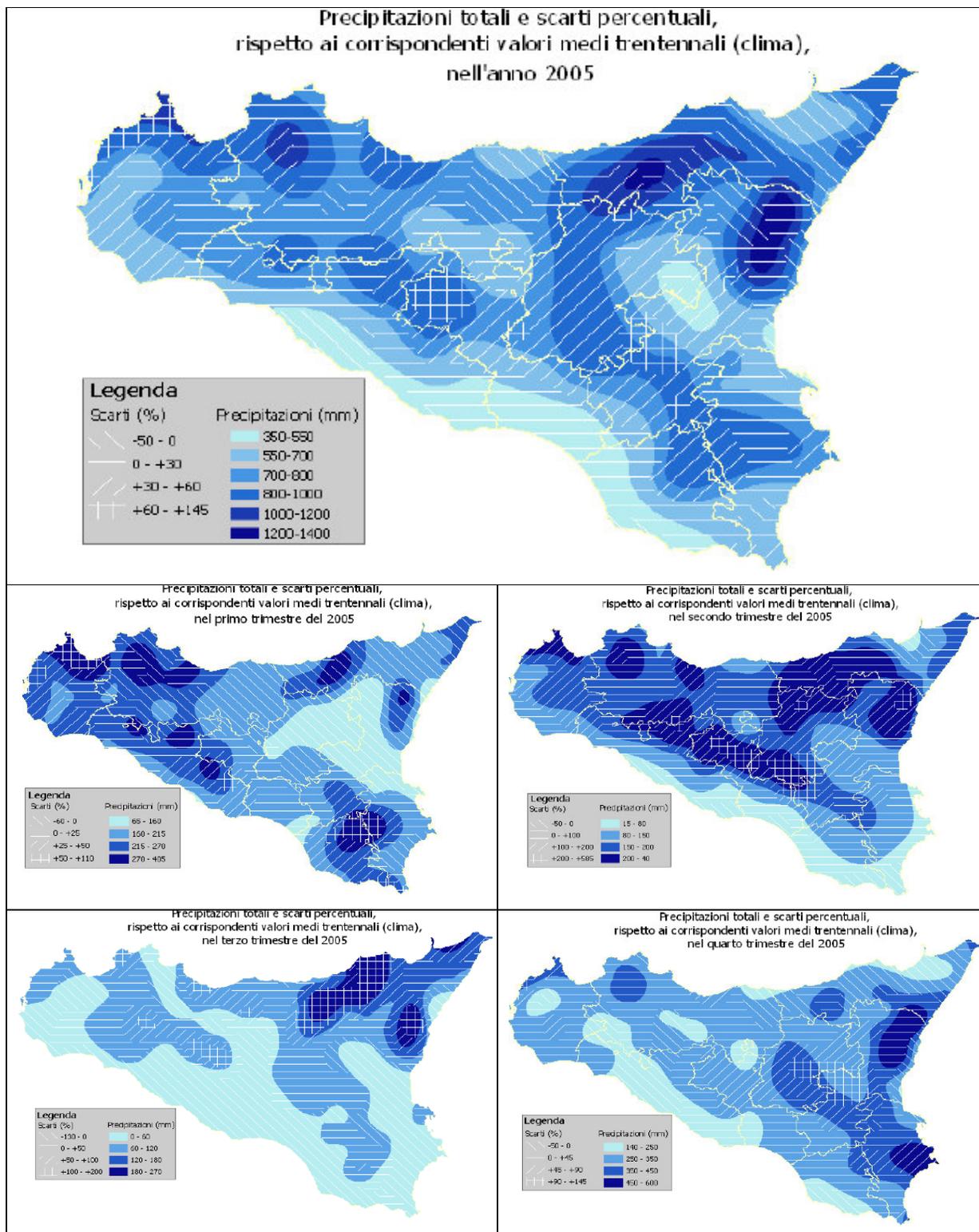
La distribuzione delle precipitazioni lungo i diversi mesi dell'anno è bene rappresentata dal grafico 3.8, da cui si evince che il mese in cui si è registrato l'incremento maggiore è stato quello di dicembre (con 100 m in più rispetto ai valori climatici), seguono aprile e giugno, che come nel 2004, è stato caratterizzato da abbondanti piogge, decisamente anomale per il periodo. Va precisato che tale ultimo confronto grafico vale solo in merito alla distribuzione mensile delle precipitazioni e non rispetto al totale annuo. Infatti, mentre la rappresentazione grafica del cumulado finale del 2005 corrisponde effettivamente alla somma dei dodici valori cumulati provinciali dell'intero anno, nel caso dei valori climatici non è corretto tenere conto del valore cumulato annuo presentato nel suddetto grafico, quale somma dei dodici valori mensili. Ciò deriva dalla modalità di calcolo statistico di detti valori, basato su valori del 50° percentile. In tal senso, infatti, va evidenziato che la somma dei dodici valori mensili al 50° percentile non corrisponde al valore del 50° percentile annuo, che risulta invece sempre superiore; esso nel nostro caso è quello presentato, per ciascuna provincia, nel grafico 3.7.



Graf. 3.8: Distribuzione mensile delle precipitazioni in Sicilia (medie provinciali e regionale) Confronto fra medie trentennali (clima) e dati 2005

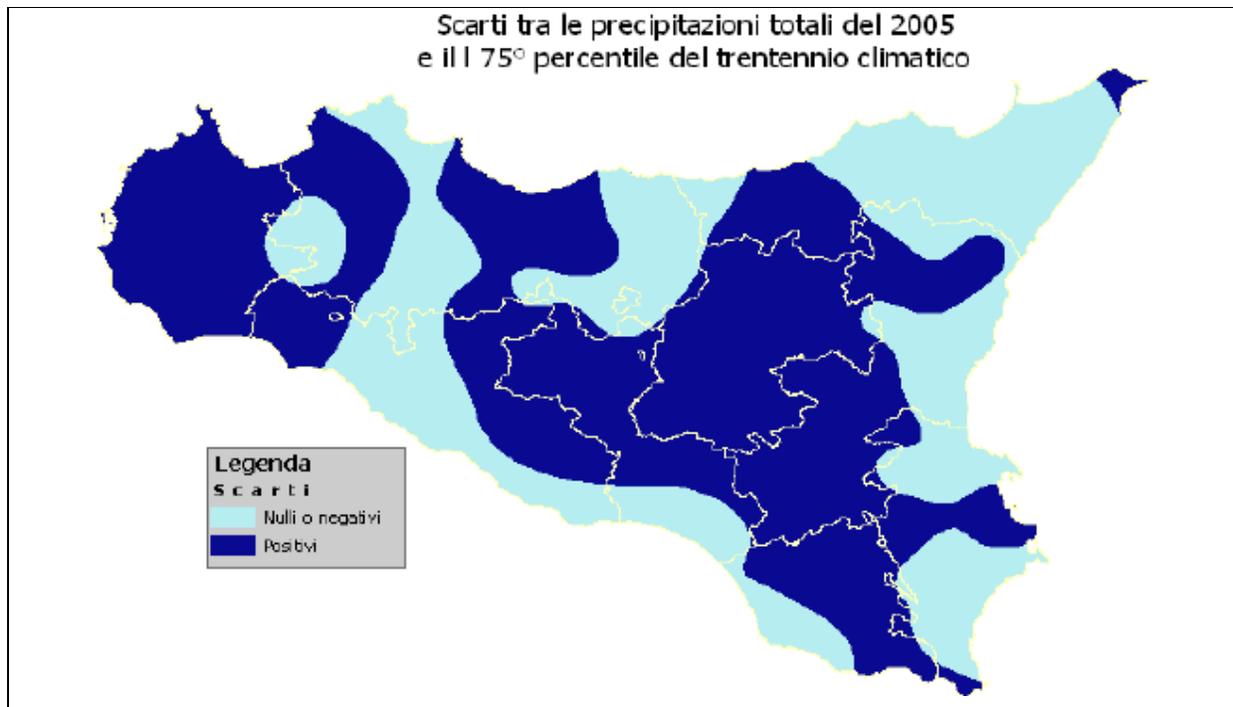
Per quanto concerne la distribuzione territoriale, possono risultare certamente di grande ausilio le 4 mappe trimestrali e quella annuale (mappe 1-5), nelle quali ritroviamo in un unico contesto la

rappresentazione cartografica dei totali di precipitazioni cadute nel periodo e degli scarti percentuali rispetto al clima (valori mediani trentennali). Dalla prima mappa si evidenzia bene che le aree in cui nel 2005 è piovuto più della media climatica sono state quelle di Enna e di alcune zone della costa trapanese, in cui i valori delle precipitazioni totali annuali, intorno a 800-1200 mm, sono risultate il doppio dei corrispondenti valori climatici. Nelle medie sono risultati invece gli elevati valori dei Nebrodi e dell'Etna. I valori totali annui più alti (fino a 1300 mm) registrati nei versanti nord-orientali dell'Etna (Linguaglossa) e in alcune aree dei Nebrodi (San Fratello), rientrano infatti nella media climatologica di queste stazioni. Dalla carta delle precipitazioni del primo trimestre si evince come il periodo sia stato caratterizzato da una significativa siccità, superiore a quella registrata nello stesso periodo del 2004; ciò vale per molte zone della Sicilia, ad eccezione soprattutto della costa occidentale Trapanese e un'area del Siracusano. Il secondo trimestre è iniziato con il mese di aprile più piovoso rispetto al clima, con scarti positivi in alcune aree interne e nei versanti nord-orientali dell'Etna. Anche nelle restanti aree della regione, sia pure in misura molto più ridotta, l'intero trimestre è stato all'insegna dell'abbondanza pluviometrica. Il terzo trimestre, quello estivo, è stato complessivamente caratterizzato da scarse quantità di piogge, con scarti negativi fino al 30%, soprattutto nell'area centromeridionale. La zona più piovosa dell'estate è stata quella nord-orientale, con scarti positivi fino al 200%, e valori totali fino a 270 mm. Nel mese di settembre in particolare, l'elevato numero di giorni piovosi, anche dove i valori totali mensili sono risultati complessivamente bassi, hanno in molti casi ostacolato la regolare esecuzione delle operazioni di raccolta, soprattutto la vendemmia. Il quarto trimestre ha visto confermare e rafforzare la tendenza generale dell'anno, consolidando gli scarti negativi lungo le aree costiere meridionali, e l'abbondanza pluviometrica della costa orientale, con valori fino a 600 mm. Nel periodo si sono registrati in molte stazioni scarti positivi fino al 300-400%. Dall'analisi di una particolare elaborazione, che mette a confronto i valori totali rilevati in alcune stazioni SIAS con i corrispondenti valori climatici (medie trentennali) a diversi livelli probabilistici, viene una definitiva e più accentuata conferma a quanto detto finora.



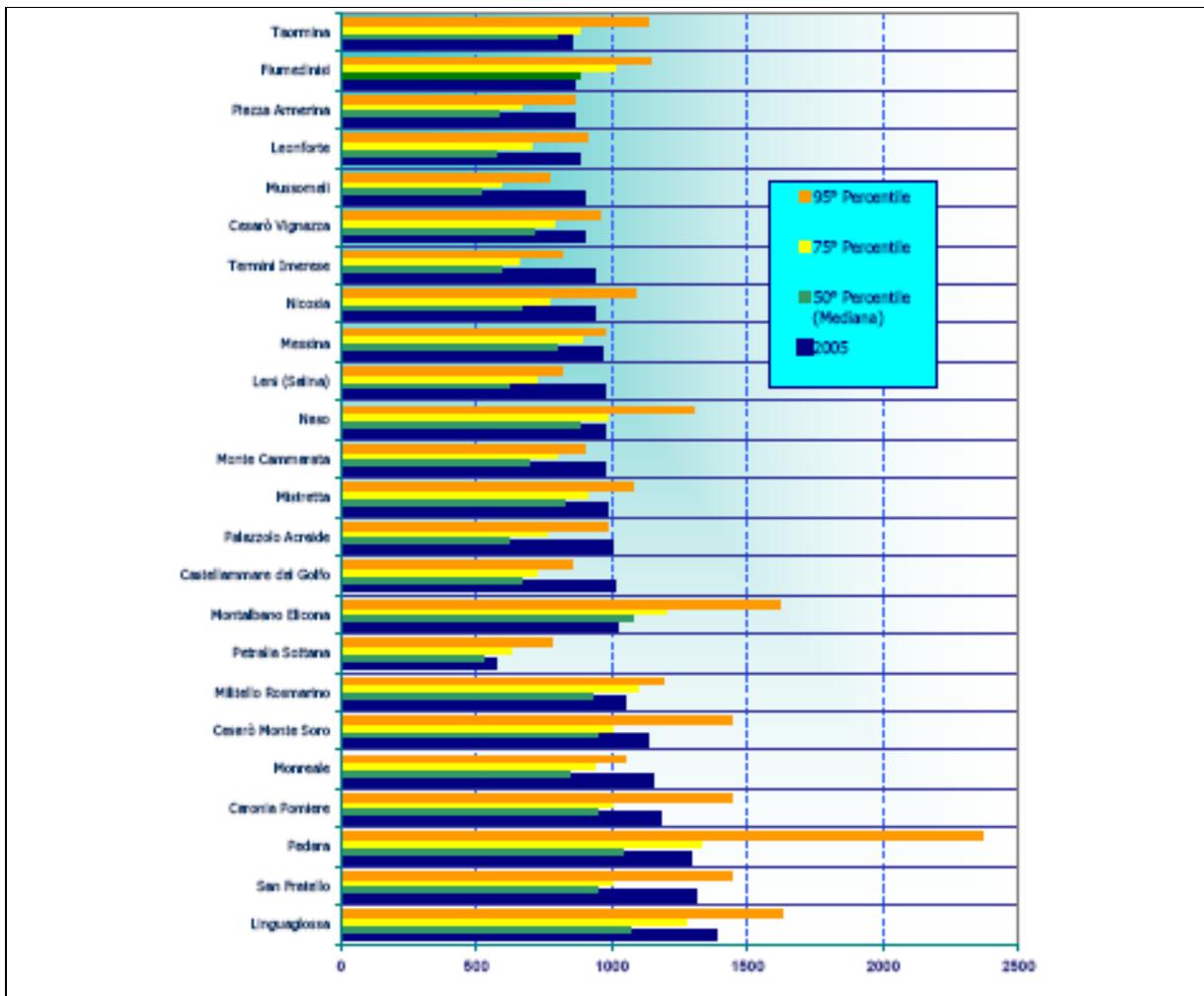
*Mappa 3.1-3.5: rappresentazione cartografica dei totali di precipitazioni cadute nel periodo e degli scarti percentuali rispetto al clima (valori mediani trentennali)*

La mappa 3.6 evidenzia le zone in cui nel 2005 i valori di precipitazioni totali hanno superato il 75° percentile della distribuzione climatica. L'uso dei percentili nella statistica applicata alla climatologia serve ad individuare con quale probabilità si possa verificare un determinato evento. Il 75° percentile ci indica il valore, in questo caso di precipitazione annuale, che ha una probabilità del 25% di essere superato, ovvero un valore che si supera solo in circa 7 anni ogni trentennio. L'analisi ci permette, quindi, di constatare come il 2005 sia stato un anno particolarmente piovoso per le province di Trapani e di Enna, in cui i valori della gran parte delle stazioni hanno superato la soglia del 75° percentile (in alcune anche quella del 95°). Di contro l'area costiera meridionale e quella orientale, come alcune zone della costa occidentale, hanno registrato una piovosità inferiore a questa soglia climatica. Nella provincia di Palermo, di particolare interesse risultano i valori di precipitazione totale registrati dalle stazioni di Termini Imerese e Monreale, con valori rispettivamente di 928 e 1145 mm, valori che non erano stati superati nel 75% e nel 95% degli anni del trentennio climatologico, i valori registrati in queste stazioni sono stati, infatti, di circa 250 mm in più rispetto al 75° percentile, e 100 mm in più rispetto al 95° percentile. Bisogna infine ricordare che durante l'anno si siano verificati particolari eventi estremi; ricordiamo per esempio l'evento di Santa Lucia quando, nel Siracusano e nel Catanese, sono caduti circa 200 mm in 20 ore, dalle ore 4 alle 24 del giorno 13 dicembre, appunto. Tale situazione di elevata anomalia pluviometrica ha provocato diversi danni principalmente in seguito allo straripamento dei corsi d'acqua, a frane ed erosione dei suoli. Tutto ciò a conferma del fatto che anche il 2005 è stato certamente un anno particolarmente piovoso e in alcuni casi anche anomalo, con grandi differenze nella distribuzione territoriale.



*Mappa 3.6: si evidenziano le zone in cui nel 2005 i valori di precipitazioni totali hanno superato il 75° percentile della distribuzione climatica*

Il grafico 3.9, che mette a confronto i valori totali rilevati in alcune stazioni SIAS con i corrispondenti valori climatici (medie trentennali) a diversi livelli probabilistici di non superamento (percentili), viene un'ulteriore conferma a quanto detto finora. Il grafico evidenzia in particolare come in diverse stazioni si siano registrati valori totali annui superiori al 75° e al 95° percentile; in alcuni casi essi hanno raggiunto valori intorno ai massimi trentennali o perfino superiori. Anche il 2005, come già il 2004, anche se un po' meno, è stato quindi certamente un anno molto piovoso e in alcuni casi anche anomalo. Tuttavia, nell'ambito degli ultimi tre anni, è stato di fatto il 2003 il vero anno eccezionale per le precipitazioni in Sicilia: in quel caso, i valori di gran parte delle stazioni SIAS si sono collocati sopra il 75° e spesso sopra il 95° percentile.



Graf. 3.9: Precipitazioni (mm) registrate in alcune stazioni SIAS e confronto con i diversi livelli probabilistici (percentili) climatici (trentennio 1965-1994)

### 3.1.3 Radiazione solare

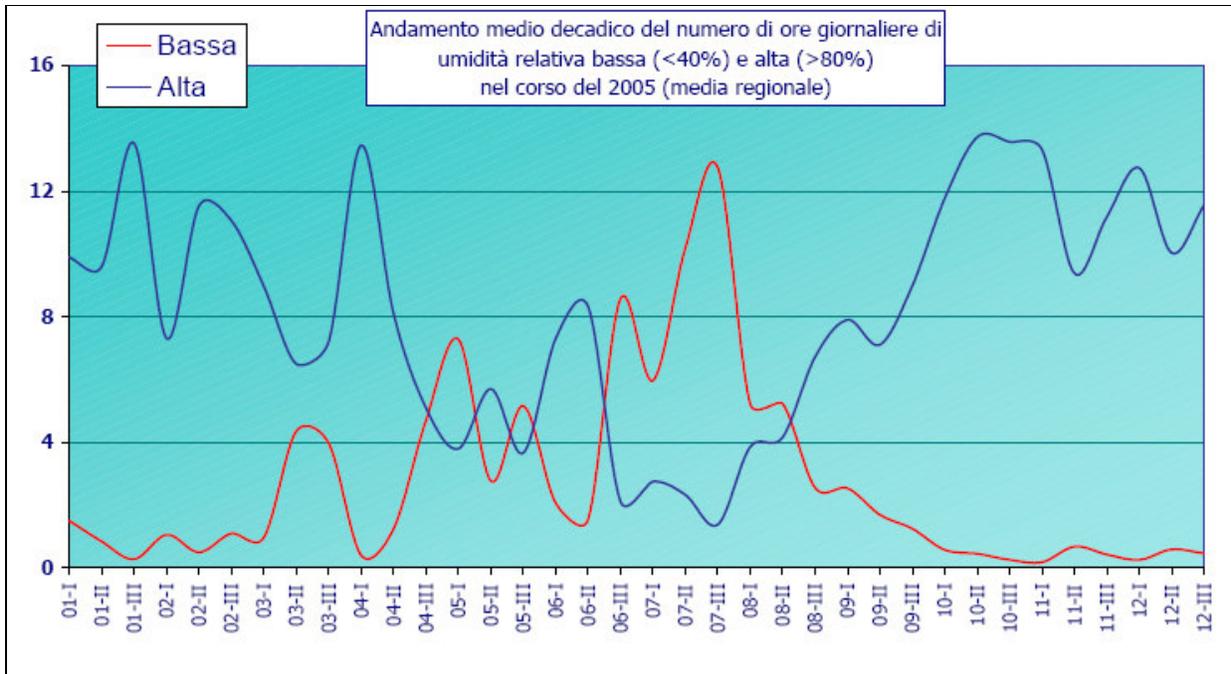
L'andamento della radiazione solare globale lungo il 2005 è presentato nel grafico 10. Come già detto lo scorso anno, è da precisare che si tratta di un dato medio regionale e che quindi, ad esempio, in qualche sito di alta quota in giornate estive con aria particolarmente secca sono stati registrati valori massimi fino a circa 32 MJ m<sup>-2</sup> giorno, mentre in alcune giornate invernali coperte da nubi e in siti particolarmente umidi si sono toccati valori minimi poco sopra il valore di zero (vedi tabella dei valori estremi). Vanno evidenziati, oltre ai bassi valori registrati nei primi mesi dell'anno, alcune particolari giornate di compatta ed estesa nuvolosità in periodi tipicamente assoluti, quali ad esempio: 5, 6 e 12 maggio; 1, 2, 9, 16, 17 e 18 giugno; 10 luglio; 3, 29 e 30 agosto; 9 e 12 settembre.



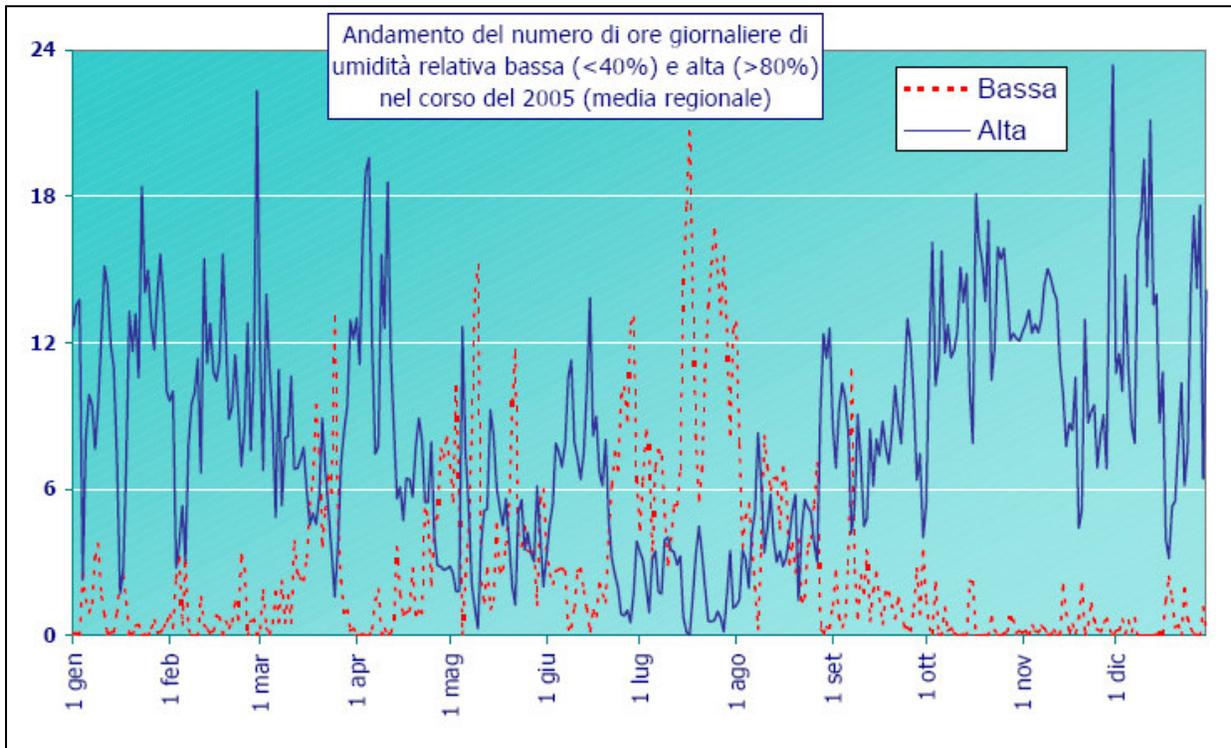
*Graf. 3.10: Andamento dei totali giornalieri di radiazione solare globale (MJ/m<sup>2</sup>) rilevati nelle stazioni SIAS, nell'anno 2005 (media regionale)*

### **3.1.4 Umidità relativa dell'aria**

Come consigliato e indicato dalla WMO (World Meteorological Organization), l'Organizzazione Meteorologica Mondiale facente capo all'ONU, l'andamento giornaliero del numero di ore di umidità relativa alta (>80%) e bassa (<40%), ci dà un'informazione molto ricca sulla reale situazione igrometrica registrata nel corso del 2005 in Sicilia. E' infatti in parte noto che i valori massimi e minimi giornalieri di umidità relativa non sono certamente sufficienti a rappresentare bene la grandezza meteorologica in questione. Dal grafico 3.11, in cui è presentato, l'andamento medio decadico del numero di ore di umidità relativa alta e bassa, si evidenzia innanzitutto come l'umidità relativa sia crescente progressivamente, passando dai mesi invernali a quelli estivi; in tale grafico, meglio che in quello dettagliato giornaliero (grafico 3.12) sono più chiaramente evidenziati i periodi in cui ci si è discostati molto rispetto alle tendenze tipiche stagionali.



Graf. 3.11: Andamento medio decadico del numero di ore giornaliere di umidità relativa bassa (<40%) e alta (>80%) nel corso del 2005 (media regionale)

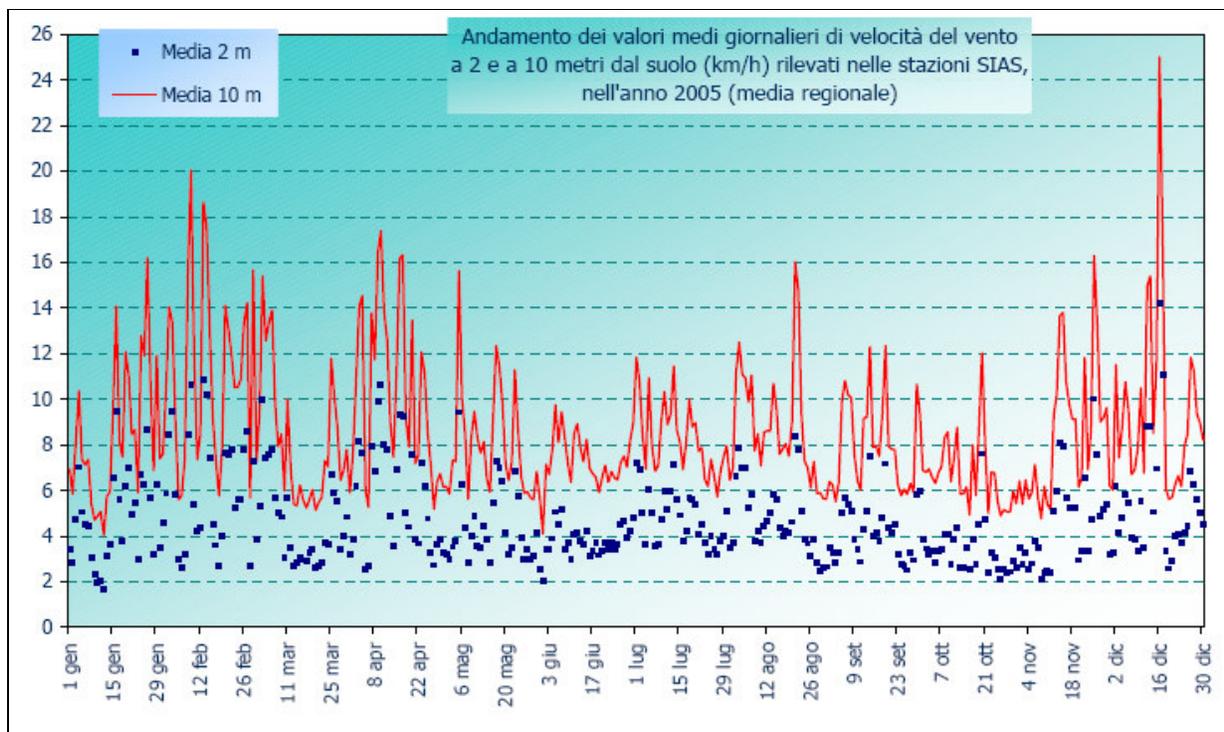


Graf. 3.12: Andamento del numero di ore giornaliere di umidità relativa bassa (<40%) e alta (>80%) nel corso del 2005 (media regionale)

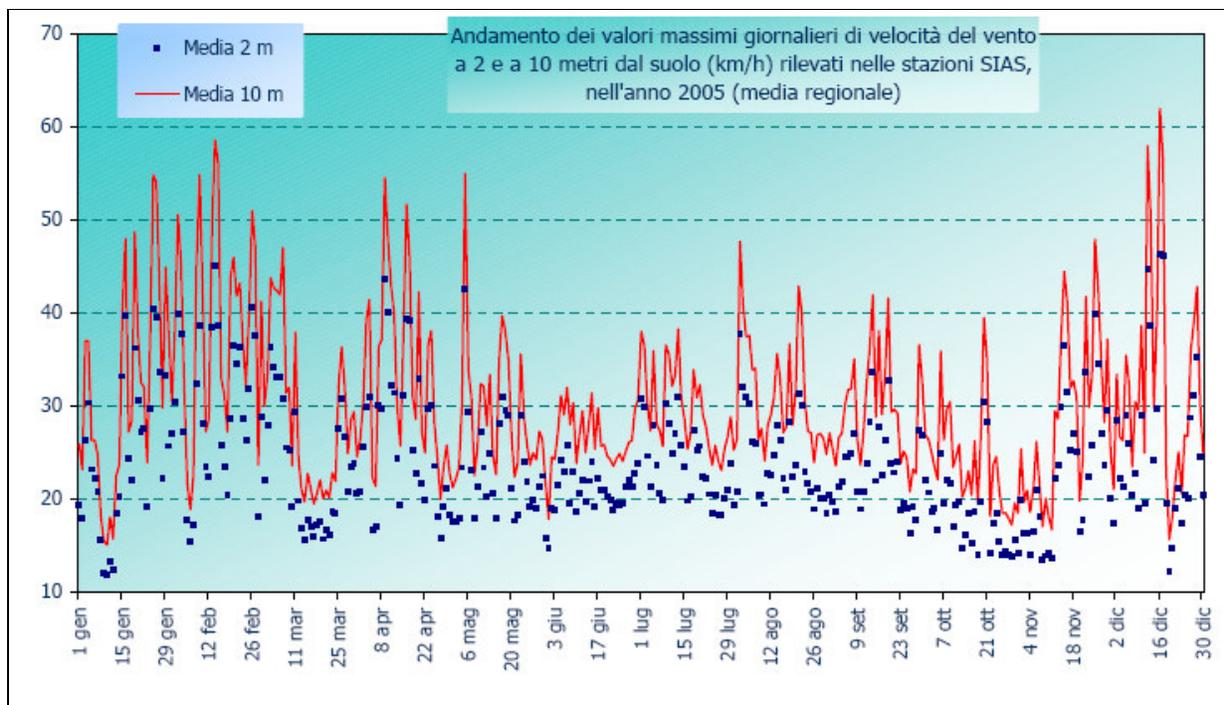
Dai due grafici precedenti risulta evidente come l'intero periodo estivo di quest'anno si collochi tra il 2003 e il 2004, presentandosi meno umido del 2004 ma più umido del 2003, in cui è stato invece certamente molto più elevato il numero di ore con umidità relativa bassa. Particolarmente umidi sono risultati la prima decade di aprile e la seconda decade di giugno, per ritornare a valori elevati nella seconda pentade di ottobre. Dal grafico 3.12, invece, si evidenziano meglio le singole situazioni giornaliere più particolari, che si sono discostate molto dall'andamento tipico del periodo. Così si può ad esempio evidenziare bene come siano stati veramente pochi i giorni nettamente secchi. Il livello igrometrico dell'aria frequentemente elevato ha delineato una quadro di particolare attenzione anche rispetto a potenziali problemi fitopatologici su molte colture, sia a carico dell'apparato radicale che aereo. In particolare in molte zone della regione, tra fine inverno e primavera, si sono registrati danneggiamenti alle colture cerealicole, causate da attacchi di mal del piede o di altre malattie del colletto e delle radici.

### **3.1.5 Ventosità**

Nel grafico 3.13 e nel grafico 3.14 sono rispettivamente rappresentati gli andamenti delle velocità del vento medie e massime rilevate nell'ambito della rete di stazioni agrometeorologiche del SIAS durante il 2005. Si tratta anche in tal caso, come già visto per altre variabili, di valori medi regionali. Il loro valore indicativo è importante essenzialmente per evidenziare quali e quanti siano stati i giorni più ventosi dell'anno, rimandando anche in tal caso alle analisi più dettagliate presenti nei bollettini provinciali decadici e regionali mensili, pubblicati periodicamente nelle specifiche sezioni. I giorni più ventosi dell'anno, come è facilmente riscontrabile dai due grafici, sono stati i seguenti: 9 e 14 febbraio; 9 e 16 aprile; 5 maggio; 16 e 17 dicembre. Quest'ultimo fenomeno, particolarmente intenso, è stato accompagnato nel Ragusano da un episodio di tromba d'aria, che ha causato danni ingenti, come in parte successo anche per gli altri anzidetti, diffusi venti impetuosi. L'evento del 16 e 17 dicembre è stato quello in cui si è registrata la velocità media regionale giornaliera più elevata dell'anno, che a 2 m dal suolo è stata pari a circa 14,2 km/h; il valore massimo (raffica) registrato quel giorno è stato di circa 92 km/h, rilevata a 2 m dal suolo a Fiumedinisi (ME); se in quella stazione vi fosse stato un sensore a 10 m dal suolo avrebbe molto probabilmente rilevato valori intorno a 110 km/h, essendo stato verificato, nei siti delle stazioni SIAS molto ventosi come quello di Fiumedinisi, un rapporto pari a circa 1,2, tra i sensori a 10 m e quelli a 2 m dal suolo. Gli eventi di Scirocco sono stati inferiori e più circoscritti rispetto al 2004.



Graf. 3.13: Andamento dei valori medi giornalieri di velocità del vento a 2 e a 10 metri dal suolo (km/h) rilevati nelle stazioni SIAS, nell'anno 2005 (media regionale)



Graf. 3.14: Andamento dei valori massimi giornalieri di velocità del vento a 2 e a 10 metri dal suolo (km/h) rilevati nelle stazioni SIAS, nell'anno 2005 (media regionale)

### 3.1.6 Evapotraspirazione potenziale

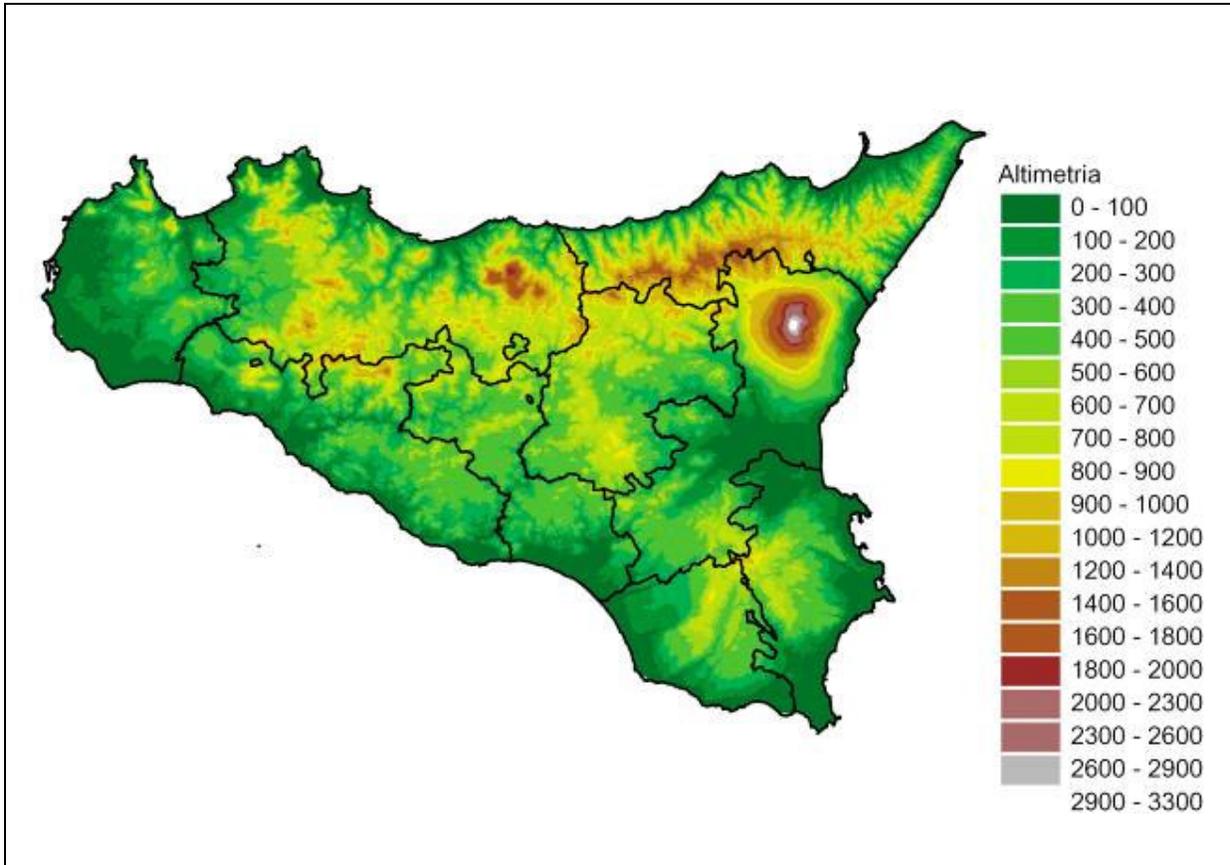
L'evapotraspirazione potenziale (ETP) giornaliera è stimata secondo il metodo di Penman-Monteith FAO, ormai riconosciuto e condiviso a livello internazionale come il più attendibile per le applicazioni su base oraria e giornaliera, a partire dai dati di radiazione solare, temperatura e umidità relativa dell'aria, intensità del vento, registrati dalle stazioni agrometeorologiche del SIAS. Ciò avviene già da tre anni e i dati sono regolarmente pubblicati sui bollettini provinciali decadici e sui bollettini regionali mensili, oltre che sulle pagine di questo nostro sito web. Come bene evidenziato dal grafico 3.15 e come già successo lo scorso anno, l'ETP è stata abbastanza bassa, e pressoché inferiore alle medie, nei periodi invernali (inizio e fine anno) e dell'autunno. Durante il periodo primaverile-estivo, l'evapotraspirazione ha mantenuto valori bassi fino ai primi di luglio, ma anche nel mese di agosto (grazie ai bassi valori di radiazione solare) i valori medi regionali raramente hanno superato i 6 mm/giorno. Ciò ha consentito alle aziende agricole di ricorrere meno frequentemente all'irrigazione delle colture, risparmiando un po' sui volumi stagionali e quindi anche sui costi di gestione.

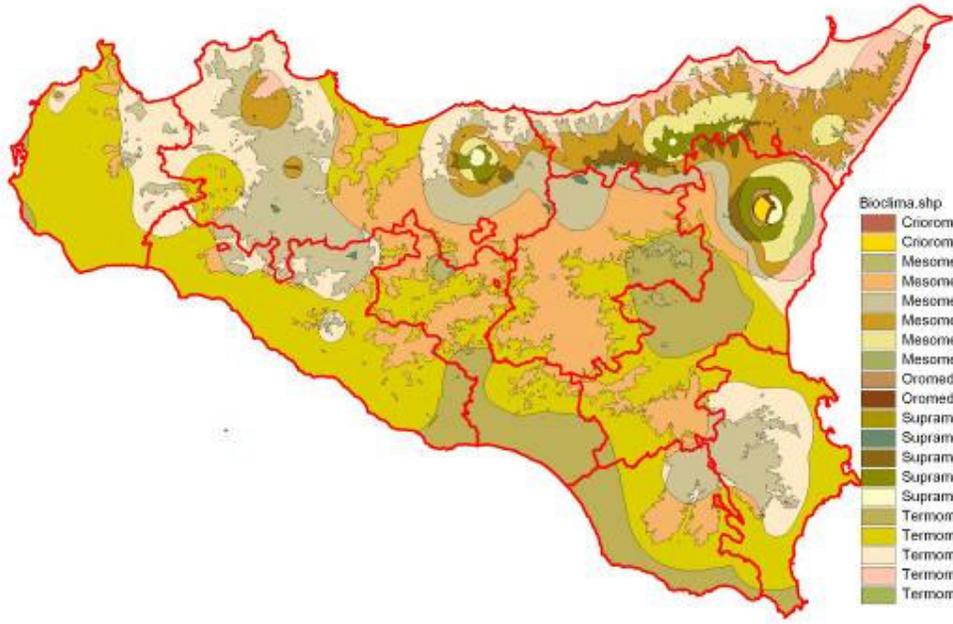


3.15: Andamento dell'evapotraspirazione potenziale giornaliera (ETP), (metodo Penman-Monteith FAO), nell'anno 2005 in Sicilia (media regionale)

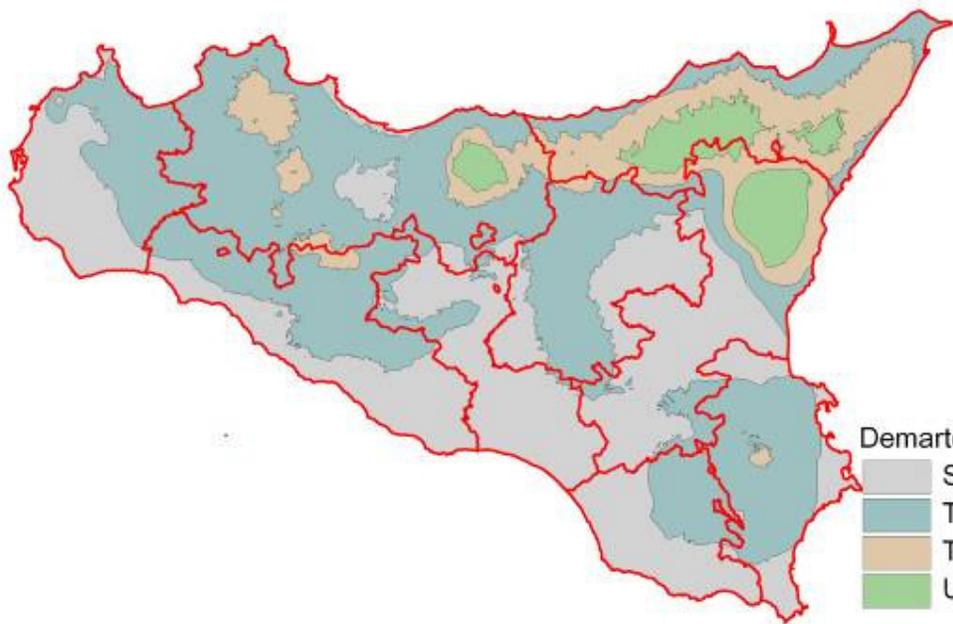
### 3.2 Caratterizzazione climatica della regione Sicilia

Il servizio SIAS della Regione Sicilia ha anche prodotto una serie di mappe, che riportiamo in parte, riguardanti la distribuzione spaziale delle principali grandezze climatiche nel territorio siciliano rispetto ai dati medi trentennali rilevati (vedi immagini seguenti)

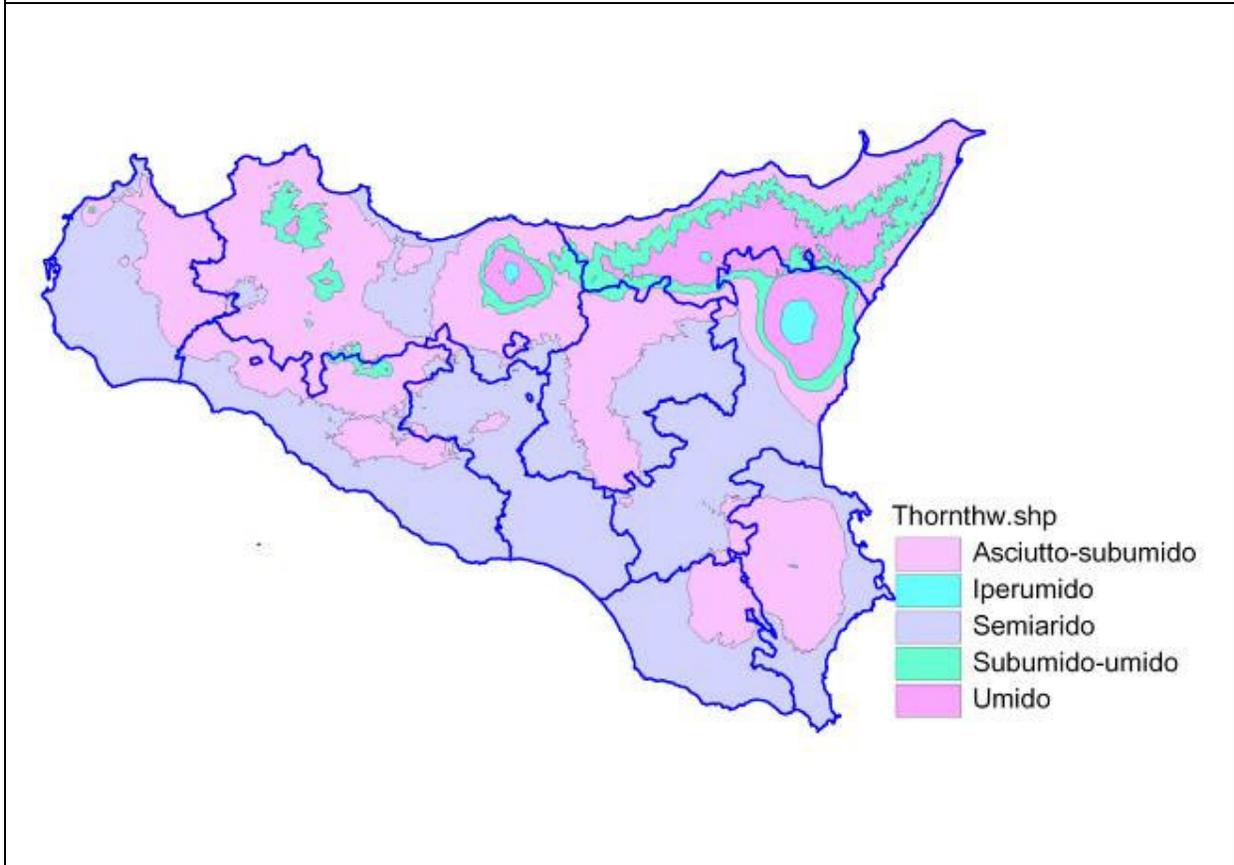
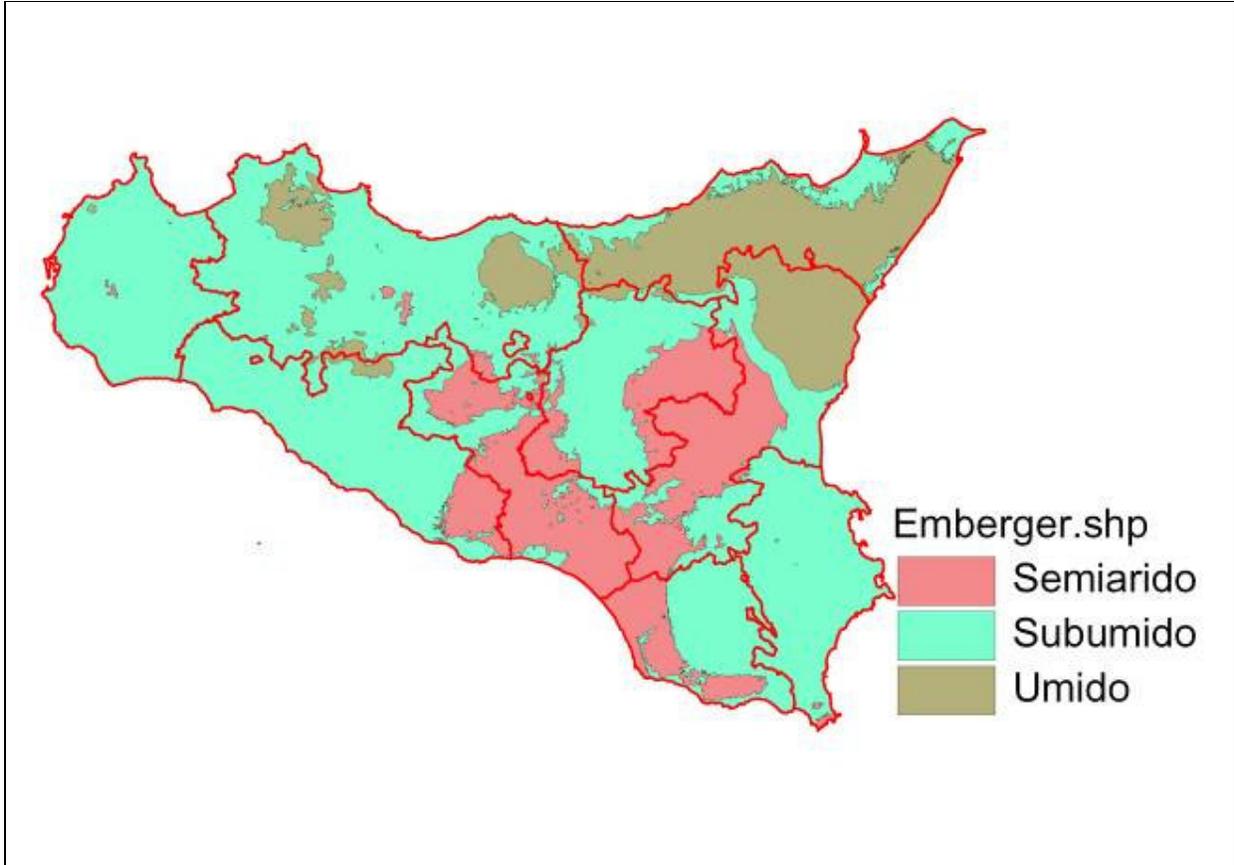


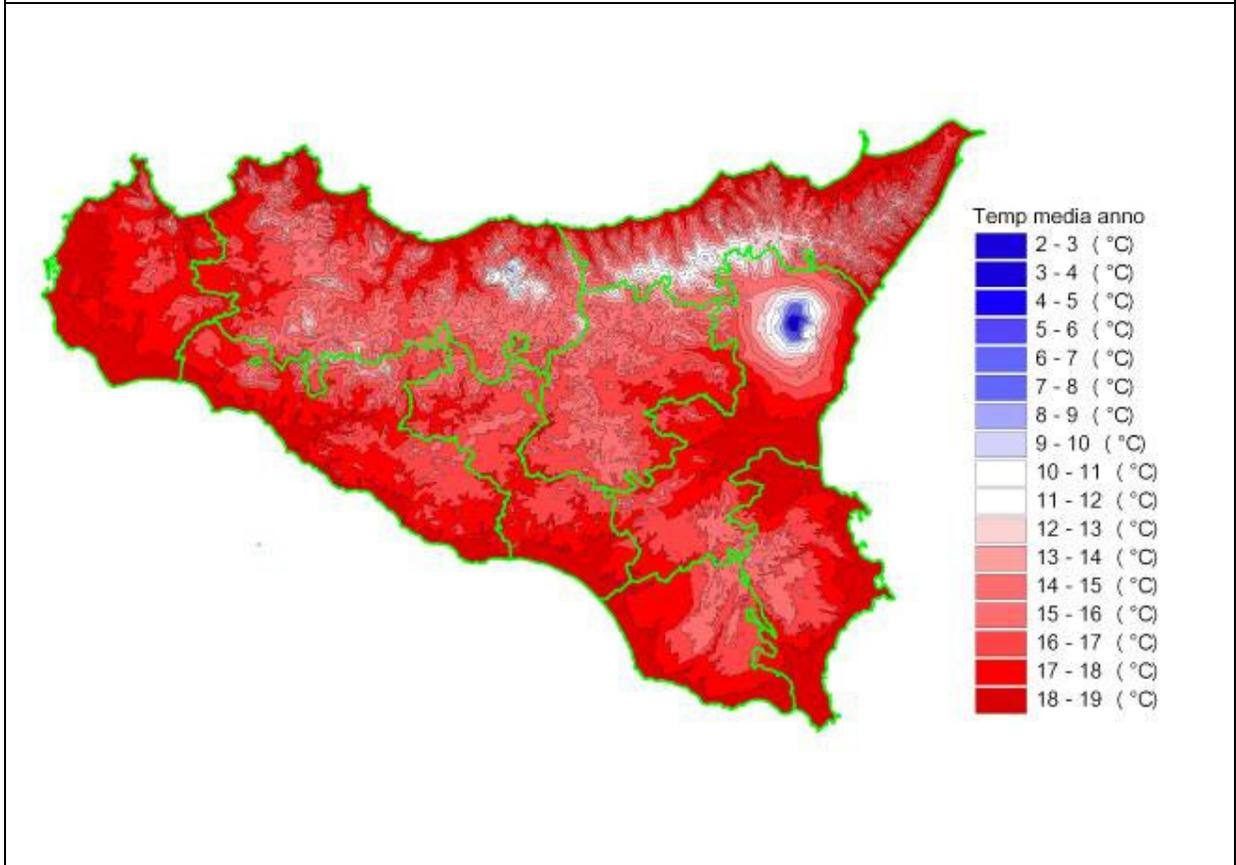
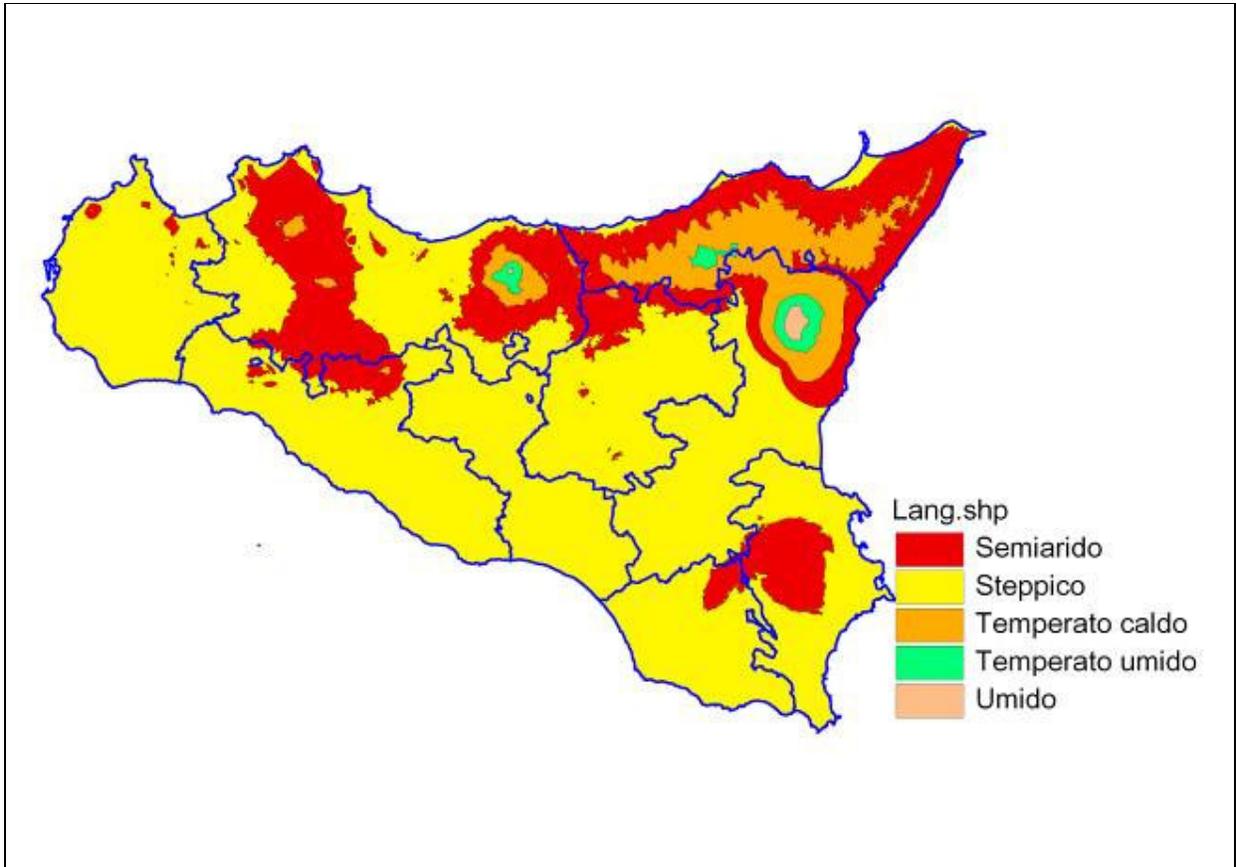


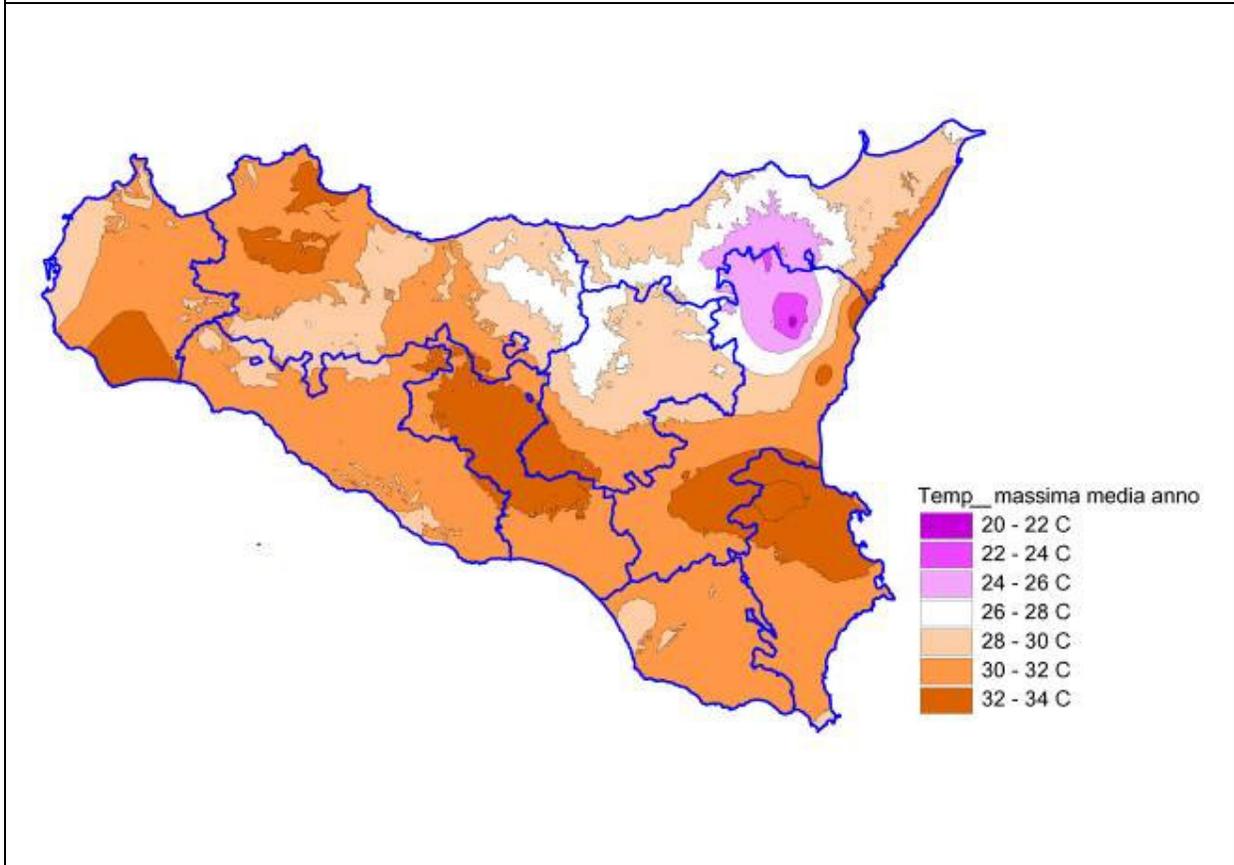
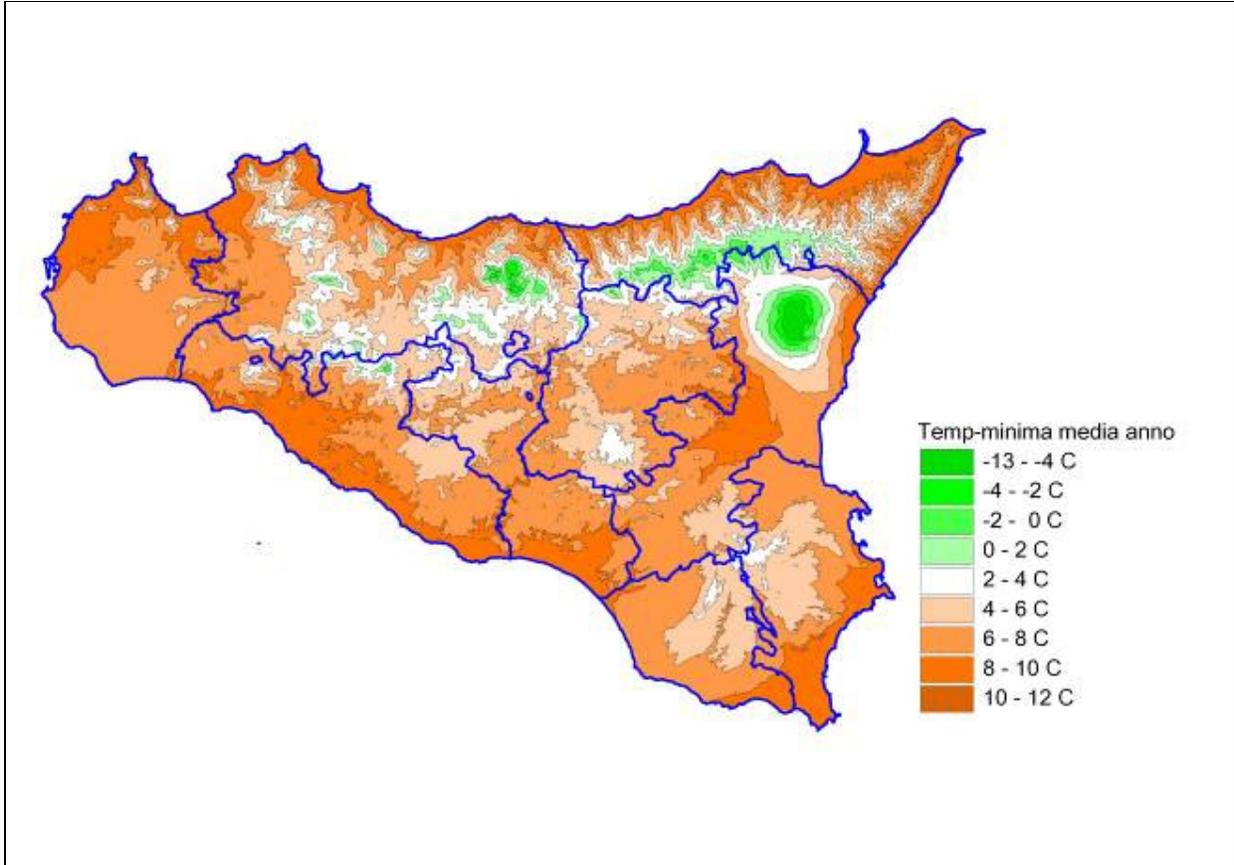
- Bioclima.shp
- Crioromediterraneo-Umido inferiore
  - Crioromediterraneo-Umido superiore
  - Mesomediterraneo-Secco inferiore
  - Mesomediterraneo-Secco superiore
  - Mesomediterraneo-Subumido inferiore
  - Mesomediterraneo-Subumido superiore
  - Mesomediterraneo-Umido inferiore
  - Mesomediterraneo-Umido superiore
  - Oromediterraneo-Umido inferiore
  - Oromediterraneo-Umido superiore
  - Supramediterraneo-Secco superiore
  - Supramediterraneo-Subumido inferiore
  - Supramediterraneo-Subumido superiore
  - Supramediterraneo-Umido inferiore
  - Supramediterraneo-Umido superiore
  - Termomediterraneo-Secco inferiore
  - Termomediterraneo-Secco superiore
  - Termomediterraneo-Subumido inferiore
  - Termomediterraneo-Subumido superiore
  - Termomediterraneo-Umido inferiore

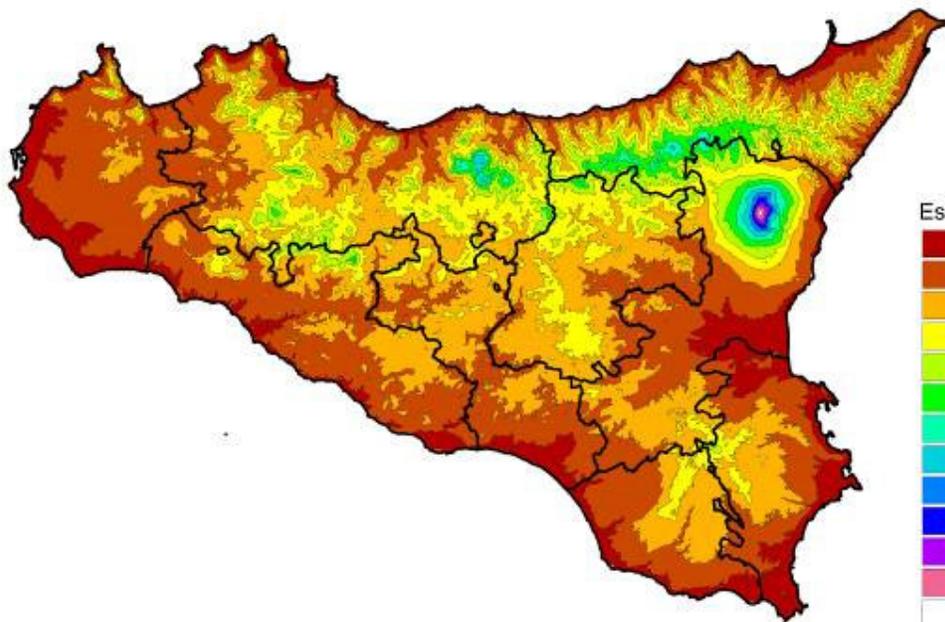


- Demarton.shp
- Semi arido
  - Temperato caldo
  - Temperato umido
  - Umido



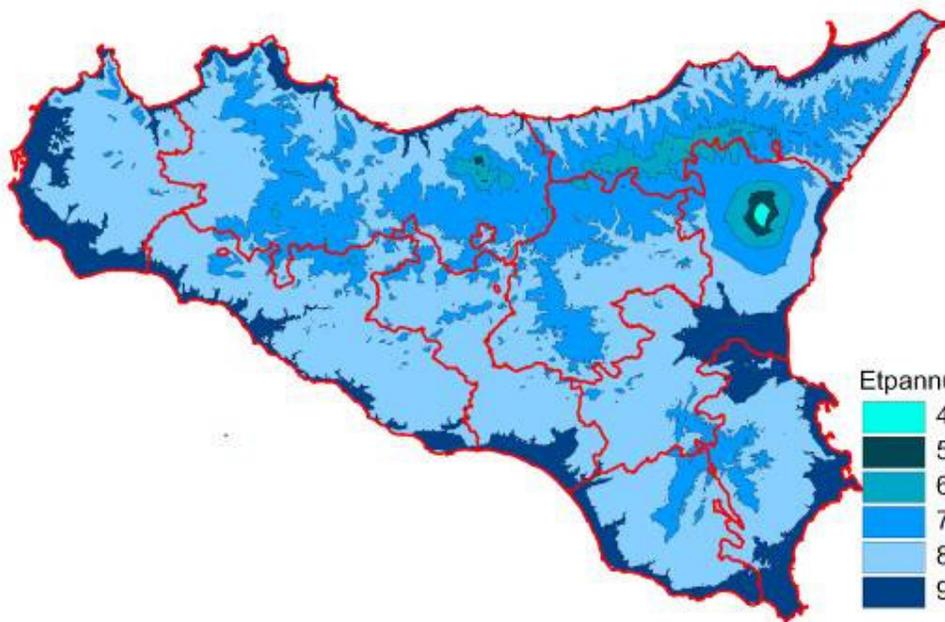






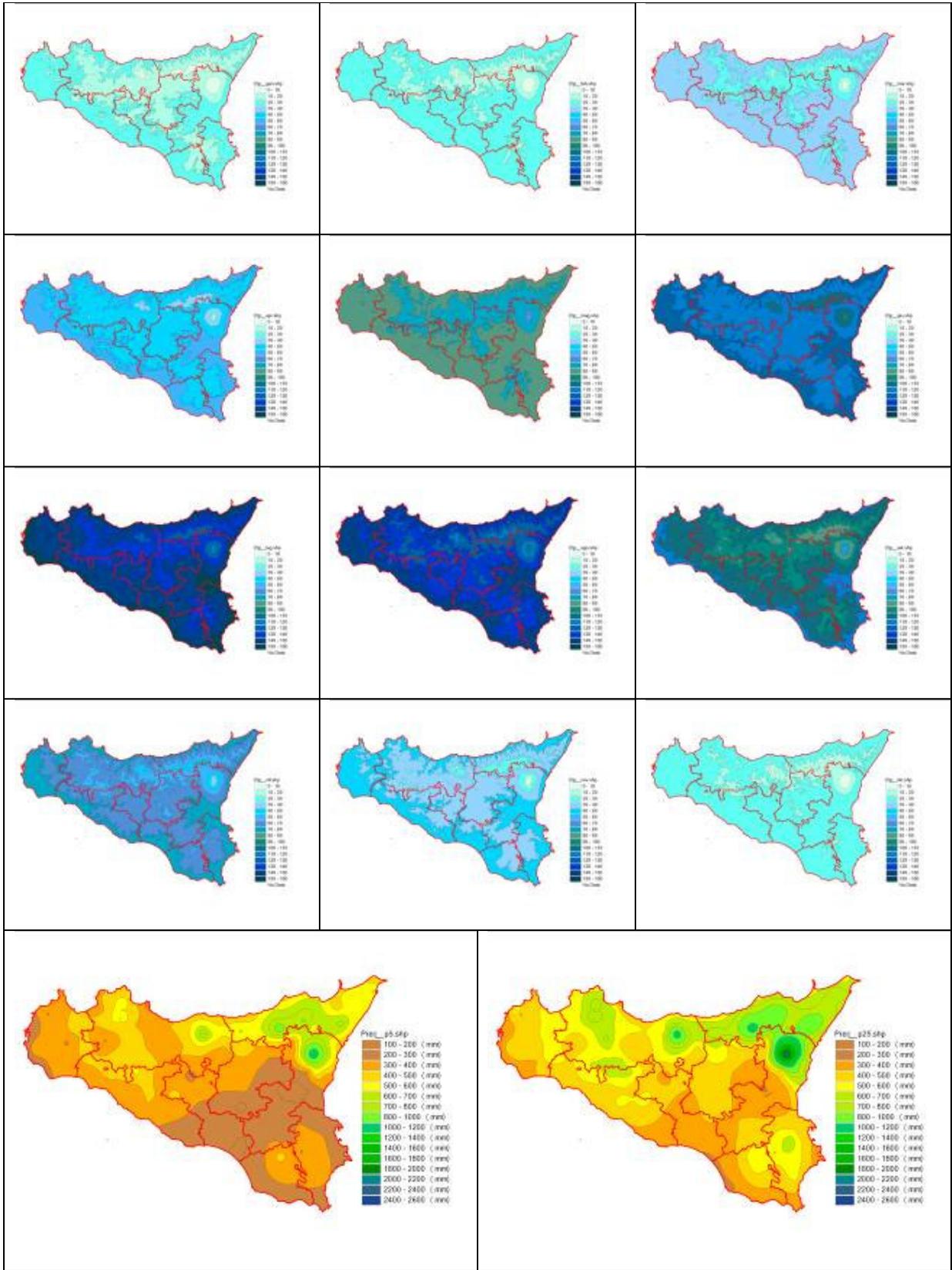
Escursione termica media

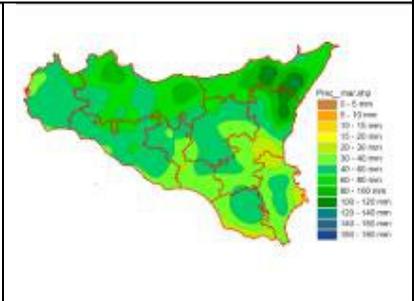
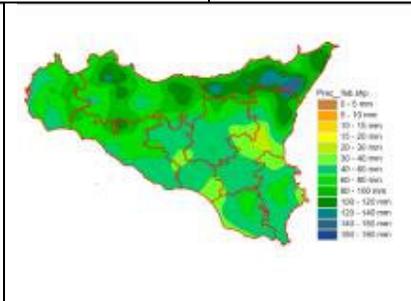
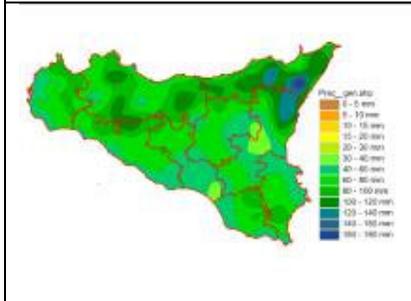
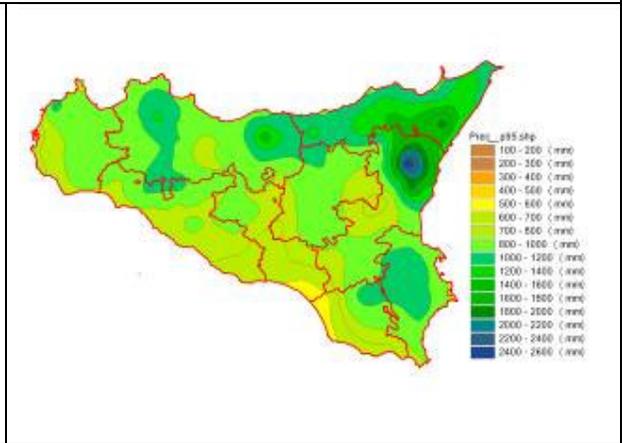
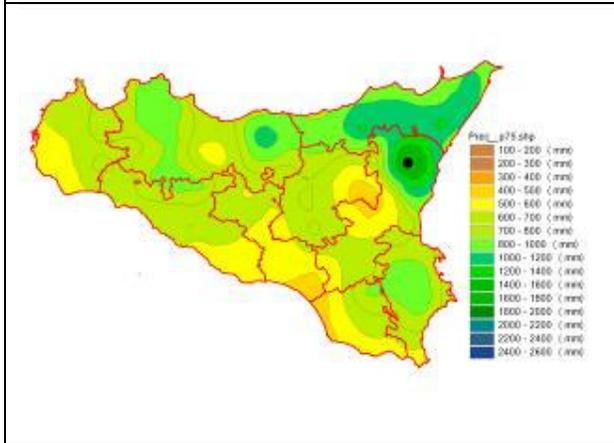
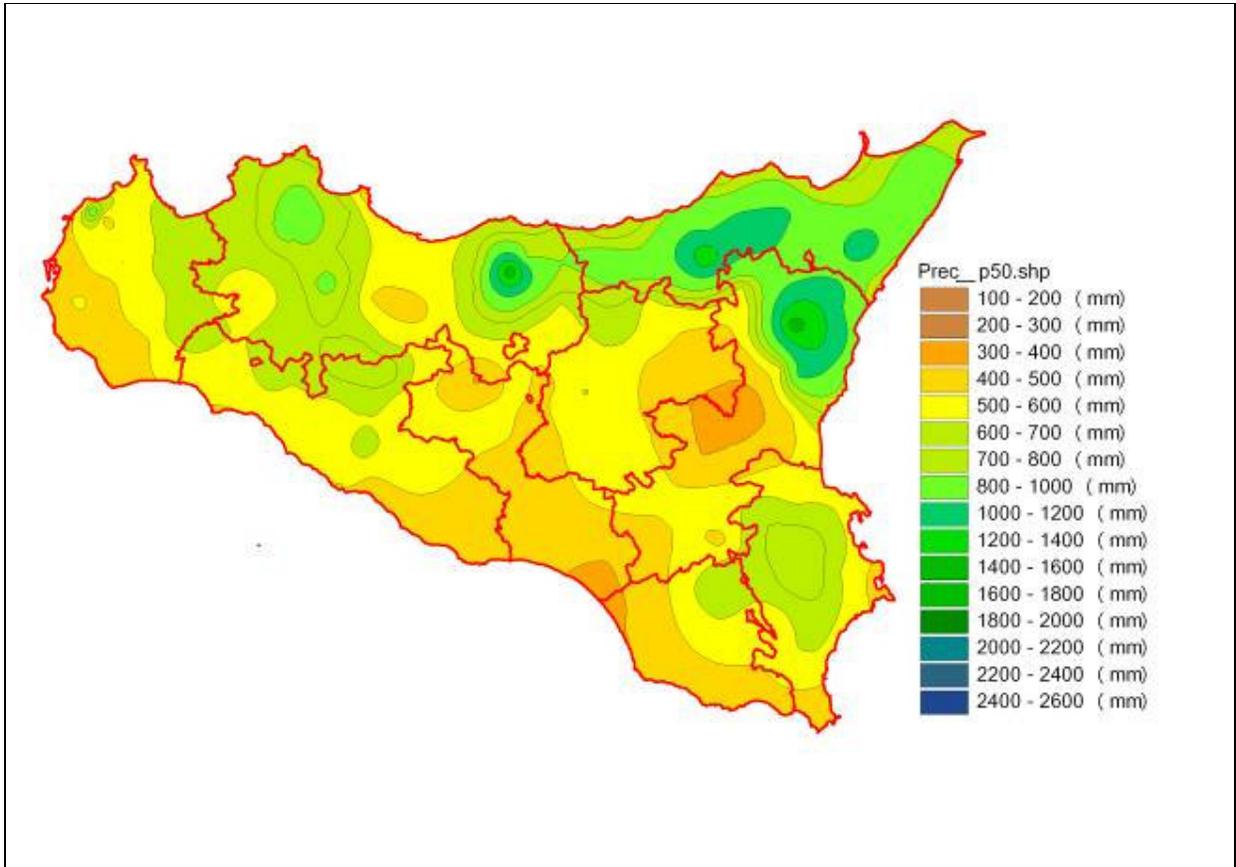
- 13 - 14
- 14 - 15
- 15 - 16
- 16 - 17
- 17 - 18
- 18 - 19
- 19 - 20
- 20 - 21
- 21 - 22
- 22 - 23
- 23 - 24
- 24 - 25
- 25 - 26

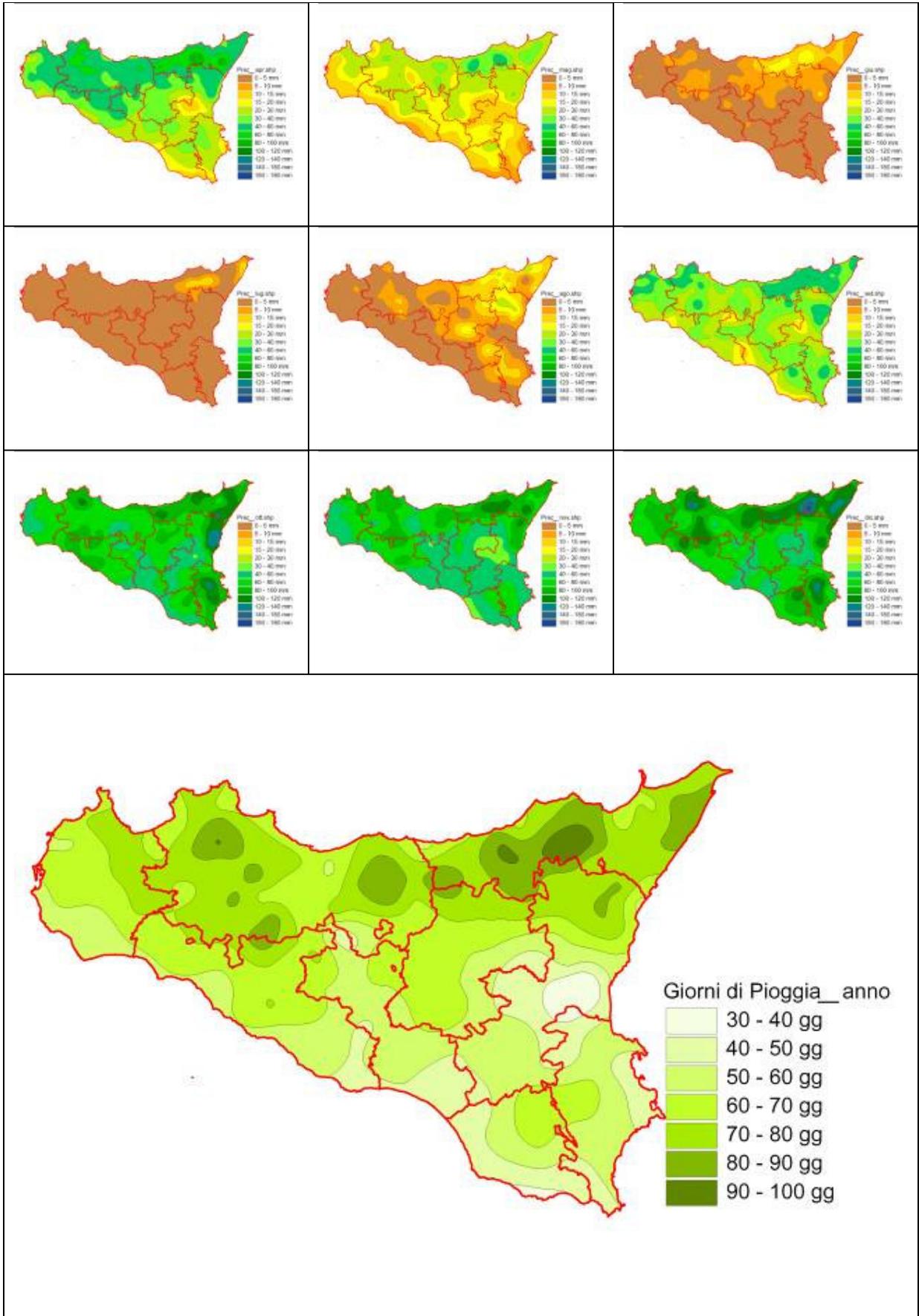


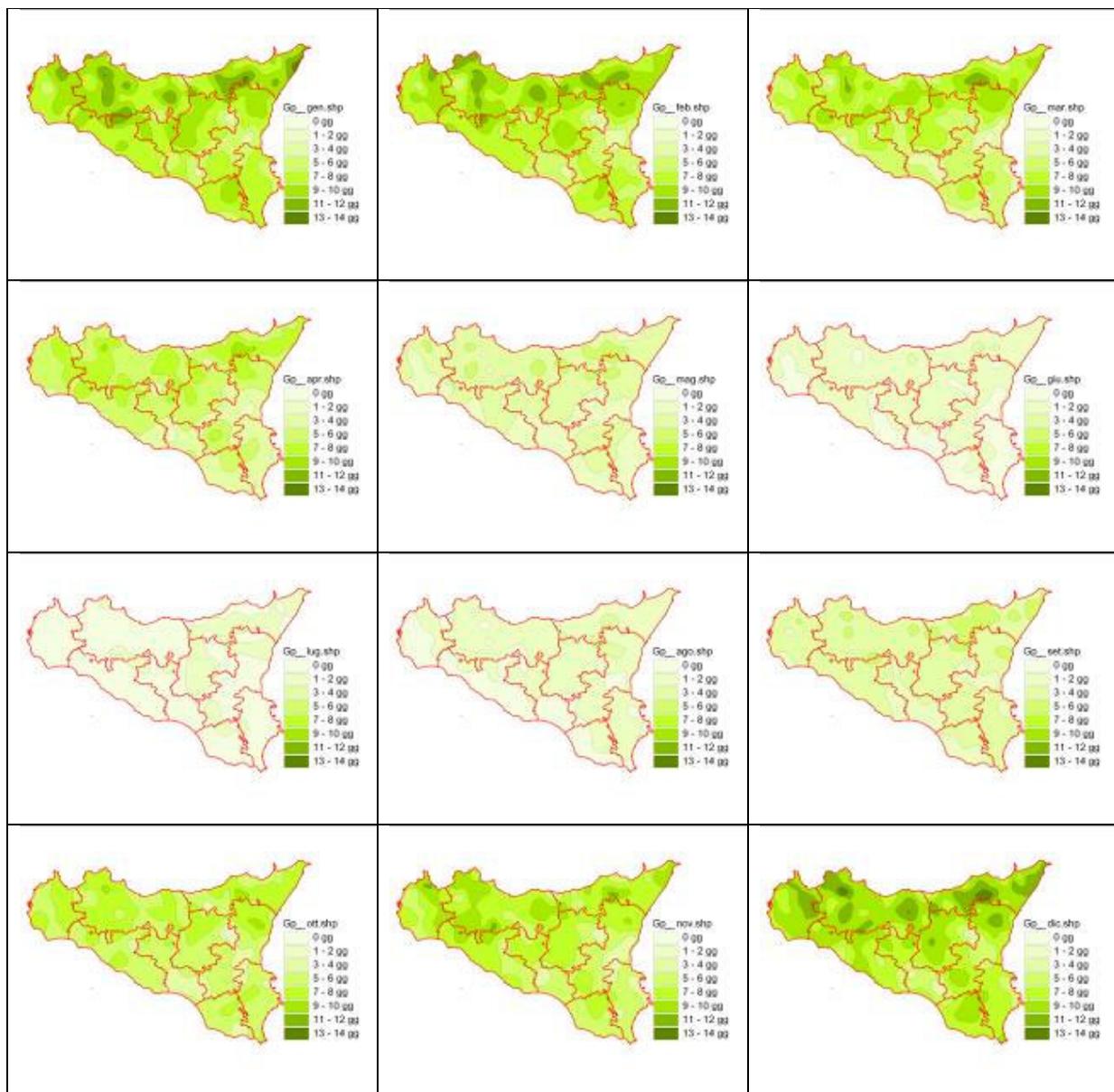
Etpannua.shp

- 400 - 500 ( mm)
- 500 - 600 ( mm)
- 600 - 700 ( mm)
- 700 - 800 ( mm)
- 800 - 900 ( mm)
- 900 - 1000 ( mm)









### 3.3 Indagini agro-fenologiche territoriali

L'agrofologia è la scienza che studia la sequenza di comparsa delle fasi di sviluppo dei vegetali ponendole in relazione con le diverse grandezze agrometeorologiche.

Nel caso specifico si sono effettuati rilievi a cadenza settimanale a partire dalla data di germogliamento e fino alla maturazione, secondo schede di rilevamento opportunamente standardizzate, dei dati necessari a valutare l'andamento della stagione vegetativa da correlare con le variabili agrometeorologiche.

Per quanto riguarda gli standard si è fatto riferimento agli standard fenologici nazionali definiti dall'UCEA nell'ambito del progetto di ricerca PHENAGRI del Mipaf.

Dal punto di vista operativo si sono monitorati i vigneti già indagati nel progetto ZONAZIONE.

### 3.4 Indagini epidemiologiche finalizzate

Uno degli aspetti principali nell'ambito delle produzioni agricole è sicuramente quello della protezione delle piante nei confronti delle malattie crittogamiche e degli insetti dannosi. L'incidenza del rischio di danno e quindi la necessità di intervenire con mezzi di difesa dipende innanzitutto dagli andamenti meteorologici stagionali.

Utilizzando i dati resi disponibili dalla rete di rilevamento regionale e monitorando gli andamenti delle infezioni per mezzo di schede opportunamente preparate è possibile valutare l'andamento nello spazio e nel tempo del rischio con riferimento all'area interessata dal progetto.

Dal punto di vista operativo si sono monitorati i vigneti già indagati nel progetto ZONAZIONE.

### 3.5 Bilancio idrico

L'alimentazione idrica costituisce un determinante primario della quantità e qualità delle produzioni viticole soprattutto in un ambiente estremo come quello siciliano, ove la riserva idrica è uno dei principali fattori limitanti.

Tale dato di fatto ci spinge ad indagare in termini quantitativi l'andamento delle disponibilità idriche nei suoli dell'area di progetto da un lato utilizzando tecniche modellistiche di bilancio idrico territoriale e dall'altro monitorando l'andamento reale del fenomeno con opportuni sistemi.

In particolare si pensa di utilizzare un modello di bilancio idrico a passo giornaliero che utilizzi come variabili guida le grandezze agrometeorologiche (precipitazioni, temperatura dell'aria, umidità relativa, vento, radiazione globale) prodotte dalla rete operativa della regione siciliana. Il serbatoio (AWC) rispetto al quale il bilancio sarà tenuto verrà definito a seguito della determinazione delle caratteristiche ideologiche del terreno con metodi di analisi fisica standard.

La conoscenza della fase fenologica della vite e delle modalità di conduzione del vigneto consentirà una scelta opportuna dei coefficienti colturali da utilizzare per il modello.

Il monitoraggio delle condizioni idriche dei suoli sarà effettuato con sonde potenziometriche che saranno periodicamente controllate dal personale incaricato dei monitoraggi di campagna. Il monitoraggio avverrà nei vigneti già indagati nel progetto ZONAZIONE prevedendo in ognuno di essi n.2 sonde poste rispettivamente a 30 e 70 cm di profondità.

Varietà	Vigneti	Sonde
NERO D'AVOLA	11	22
MERLOT	9	18
CABERNET SAUVIGNON	4	8
CABERNET FRANC	1	2
PETIT VERDOT	1	2
CHARDONNAY	1	2
INZOLIA	1	2
<b>TOT.</b>	<b>28</b>	<b>56</b>

### **3.6 Misure micrometeorologiche**

È nota l'influenza che la temperatura ha sulla sintesi e l'accumulo dei metaboliti secondari dell'uva. Sono quindi stati quindi effettuati monitoraggi delle temperature della chioma con opportuni sensori e grazie alla successiva analisi dei contenuti in materia colorante delle bacche sarà possibile effettuare delle correlazioni puntuali sulla influenza diretta della temperatura sulla qualità.

## **4 RISULTATI**

### **4.1 Indagini agro-fenologiche territoriali**

I dati riguardanti la raccolta delle informazioni sulla comparsa delle fasi fenologiche sono stati trattati, discussi ed elaborati nel progetto Zonazione in cui si sono correlati gli indici di precocità del ciclo vegetativo con le caratteristiche ambientali.

### **4.2 Indagini epidemiologiche finalizzate**

Nell'ambito del progetto Agrometeorologico erano previste indagini volte a valutare la comparsa delle diverse fasi fenologiche in funzione dell'andamento stagionale e in concomitanza a queste rilevazioni si effettuavano periodicamente rilevazioni al fine di valutare il rischio epidemiologico di ciascun vigneto oggetto di studio. Al fine di potere effettuare questo tipo di rilevamenti si è reso necessario approntare in ogni vigneto indagato opportune parcelle non trattate per valutare la data di comparsa delle malattie. Dal punto di vista operativo si sono monitorati i vigneti dislocati sul territorio oggetto del progetto Zonazione. Per la rilevazione dei dati di campo è stata opportunamente preparata una scheda di rilevazione (vedi Zonazione-Allegato 3).

Grazie all'impiego di tale scheda si è proceduto con la rilevazione dei dati fenologici ed epidemiologici a partire dal giorno 27 aprile 2005 fino al giorno 14 settembre 2005. Sono stati raccolti i dati all'incirca ogni dieci giorni e si è potuto seguire in questo modo il susseguirsi delle diverse fasi fenologiche nei diversi areali siciliani. Questi dati avrebbero dovuto essere correlati con i dati meteo ottenuti dalla rete regionale siciliana per valutare la correlazione tra andamento climatico, velocità di sviluppo delle diverse varietà di vite nei diversi areali e infine rischio di comparsa di malattie crittogamiche e da lepidotteri.

Alla fine della rilevazione i dati (riportati in allegato) permettono di valutare che l'annata 2005 è trascorsa senza grandi scostamenti dai normali parametri maturativi e ha permesso inoltre di valutare la presenza di infezioni crittogamiche da peronospora, oidio e botrite in particolare nelle seguenti aziende:

- ABS SAS: presenza di infezioni peronosporiche e oidiche sia su grappolo che su foglia a partire dal giorno 29 giugno e fino al raggiungimento della maturazione sia sulla varietà Inzolia che sulla varietà Damaschino.
- Azienda Di Bella Sebastiano: presenza di infezioni oidiche e bottriche solo su grappolo nel vigneto codificato ND01 (Nero d'Avola) a partire dai giorni 8 luglio 2005 e fino alla raccolta avvenuta in data 8 settembre. Nella stessa Azienda e sull'altro vigneto oggetto di studio di zonazione codificato come ND02 è invece stata rilevata solo una leggera infezione di oidio su grappolo all'epoca della vendemmia avvenuta in data 9/09/2005.
- Azienda Giovanni Hopps e figli sas: è stata rilevata la presenza di una leggera infezione oidica nel periodo vendemmiale in particolare al giorno 26 agosto sul vigneto di Syrah oggetto di studio di zonazione.
- Azienda Testa Filippo: è stata rilevata la presenza di una leggera infezione peronosporica sul vigneto di Inzolia sigliato 19 IZ con primi sintomi rilevati in data 18/7/2005 su foglia e fino al giorno 28/7/2005. Nei rilievi successivi in vendemmia l'infezione non si presentava più in maniera rilevabile.
- Azienda Villa del Casale: è stata rilevata una infezione oidica a partire dal giorno 02/8/2005 e fino al giorno 18/8/2005. Il vigneto di Chardonnay sigliato 21CH mostrava le foglie colpite in misura non particolarmente allarmante (classe 2). Nella stessa Azienda è stato osservato un attacco di peronospora su foglia anche in questo caso non allarmante sul vigneto Cabernet Franc sigliato 21CF.
- Azienda COS: è stato rilevato in questo caso un leggero attacco di peronospora su foglia sul vigneto di Frappato codificato 26FR01 in data 2/08/2005 e sul vigneto di Frappato codificato 26FR02 in data 7/07/2005. Nella stessa azienda i sintomi di peronospora sono stati rilevati anche nell'altro vitigno oggetto di studio, il Nero d'Avola codificato 26ND. In quest'ultimo caso la malattia è stata osservata in data 7/7/2005. In tutti e tre i casi i sintomi si sono riassorbiti nei rilievi successivi.

Non è stato possibile correlare i dati della comparsa dei diversi stadi fenologici con l'andamento meteorologico stagionale in quanto al momento della richiesta dei dati meteo è subentrato l'arresto di tutte le attività di ricerca. Un esempio di come sono stati rilevati i dati su fogli di calcolo (utilizzando la scheda sopracitata) è riportato di seguito:

VIGNETO	VARIETA'	DATA	C. BBCH	PERONOSPORA						OIDIO						BOTRITE						TIGNOLA						NOTE						
				DIFF.		INT.		ORG.		DIFF.		INT.		ORG.		DIFF.		INT.		ORG.		DIFF.		INT.		ORG.								
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
011Z	INZOLIA	27/04/2005	7-53																															
011Z	INZOLIA	03/06/2005	65-71																															
011Z	INZOLIA	29/06/2005	79		X			X		X		X		X																				
011Z	INZOLIA	14/07/2005	79	X		X				X		X		X																				
011Z	INZOLIA	28/07/2005	79							X		X		X																				
011Z	INZOLIA	10/08/2005	83	X		X				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
011Z	INZOLIA	29/08/2005	83	X		X				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
011Z	INZOLIA	06/09/2005	83-89	X		X				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
01DM	DAMASCHINO	27/04/2005	7-53																															
01DM	DAMASCHINO	03/06/2005	71																															
01DM	DAMASCHINO	29/06/2005	79		X			X		X		X		X																				
01DM	DAMASCHINO	14/07/2005	79									X		X																				
01DM	DAMASCHINO	28/07/2005	79									X		X																				
01DM	DAMASCHINO	10/08/2005	79-83	X		X				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
01DM	DAMASCHINO	29/08/2005	83	X		X				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
01DM	DAMASCHINO	06/09/2005	83-89	X		X				X		X		X		X		X		X		X		X		X		X		X				
02ND	NERO D'AVOLA	27/04/2005	53																															
02ND	NERO D'AVOLA	20/05/2005	60-61																															
02ND	NERO D'AVOLA	03/06/2005	71																															
02ND	NERO D'AVOLA	29/06/2005	79																															
02ND	NERO D'AVOLA	14/07/2005	79																															
02ND	NERO D'AVOLA	28/07/2005	83																															
02ND	NERO D'AVOLA	10/08/2005	89																															
02ND	NERO D'AVOLA	29/08/2005	83-89																															
02ND	NERO D'AVOLA	06/09/2005	89																															

### 4.3 Bilancio idrico

Per il calcolo del bilancio idrico si è provato ad utilizzare un software realizzato dall'ARSSA Abruzzo in collaborazione col prof. Acutis dell'Università di Milano e chiamato IRRIGUIDA che è gratuitamente disponibile su internet.

Il programma, realizzato con il linguaggio VISUAL BASIC indica i volumi irrigui e i turni di adacquamento per le principali colture erbacee di pieno campo e arboree.

Sono state implementate le seguenti colture:

- Erbacee: Mais (trinciato e da granella) , Pomodoro da industria, Tabacco (Virginia bright), Patata precoce, Patata tardiva, Barbabietola da zucchero (Fucino), Barbabietola da zucchero (fascia costiera), Melone
- Arboree: Pesco, Olivo, Vite da vino e da tavola, Actinidia, Melo, Susino, Ciliegio, Pero e Albicocco

Il Bilancio Idrico, calcolato su base giornaliera, è uno strumento versatile mediante il quale, attraverso il computo delle perdite e degli apporti, viene stimata la variazione del contenuto idrico del suolo interessato dall'apparato radicale delle colture.

Nella procedura semplificata contenuta nel software ARSSA-IRRIGUIDA le perdite sono costituite dall'evapotraspirazione delle colture e dalla percolazione dell'acqua al di sotto dello strato esplorato dalle radici, mentre per gli apporti sono considerate le piogge utili, le irrigazioni e gli apporti idrici dalla falda per risalita capillare.

In pratica la relazione semplificata che definisce le variazioni del contenuto idrico nel suolo è la seguente:

$$R(i) = R(i-1) + P_{ui} + I_i - E_{Tei} + A_{fi}$$

Dove:

**R(i)** = riserva idrica del terreno in un determinato giorno (mm)

**R(i-1)** = riserva idrica del terreno del giorno precedente (mm)

**P<sub>ui</sub>** = Piogge utili del giorno (mm) (non vengono considerate le piogge inferiori a 5 mm)

**I<sub>i</sub>** = irrigazioni del giorno (mm)

**E<sub>Tei</sub>** = evapotraspirazione effettiva della coltura del giorno (mm)

**A<sub>fi</sub>** = Apporto idrico dovuto alla falda

L'intervento irriguo viene consigliato quando si esaurisce la riserva facilmente utilizzabile, frazione dell'acqua disponibile, in funzione dell'obiettivo da raggiungere (produzione tecnica ottimale, produzione di massima convenienza economica ecc.).

Viene distribuita la quantità di acqua necessaria per riportare il terreno alla capacità di campo o frazione di essa. L'acqua che eccede la capacità di campo viene considerata persa per percolazione.

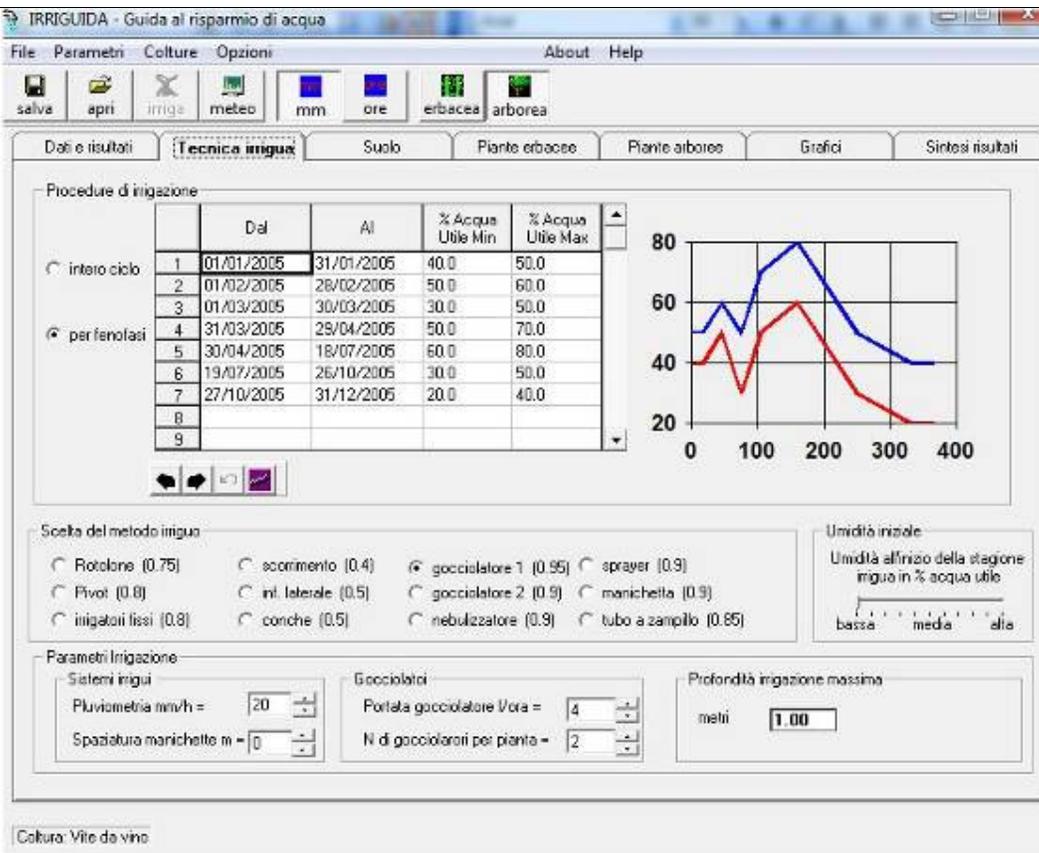
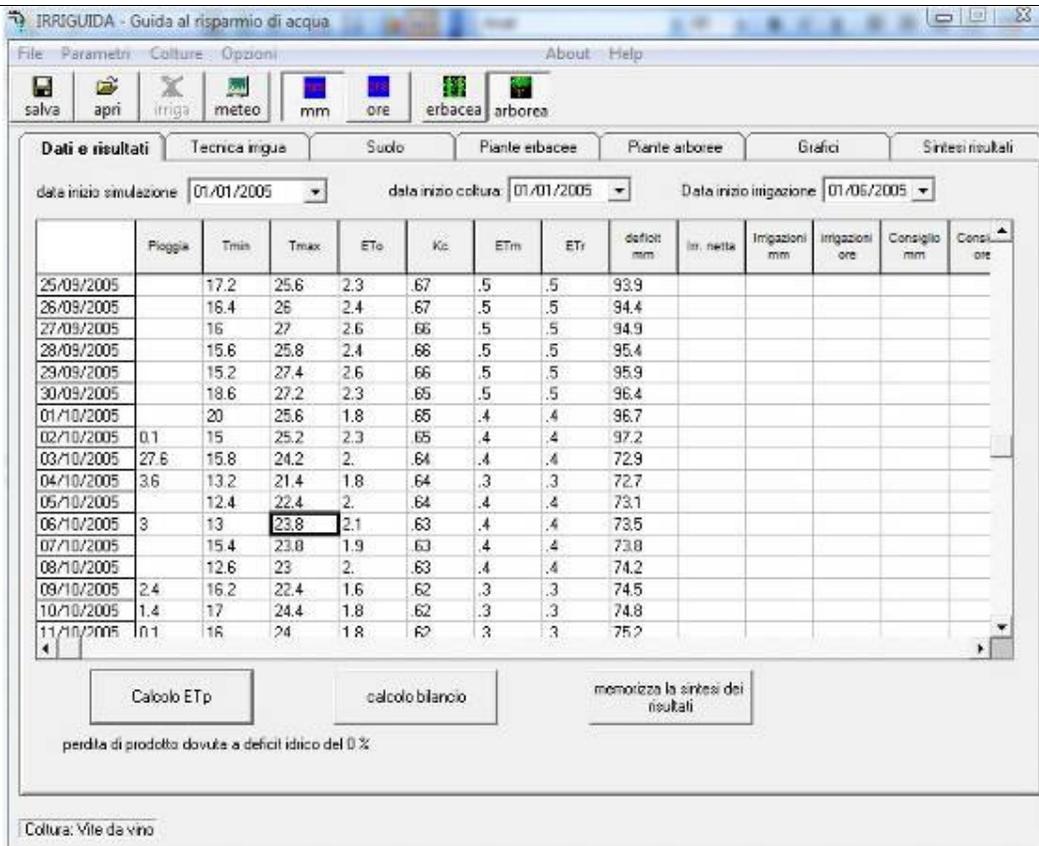
ARSSA-IRRIGUIDA consente di definire nella sezione Tecnica Irrigua diverse strategie di intervento irriguo quali:

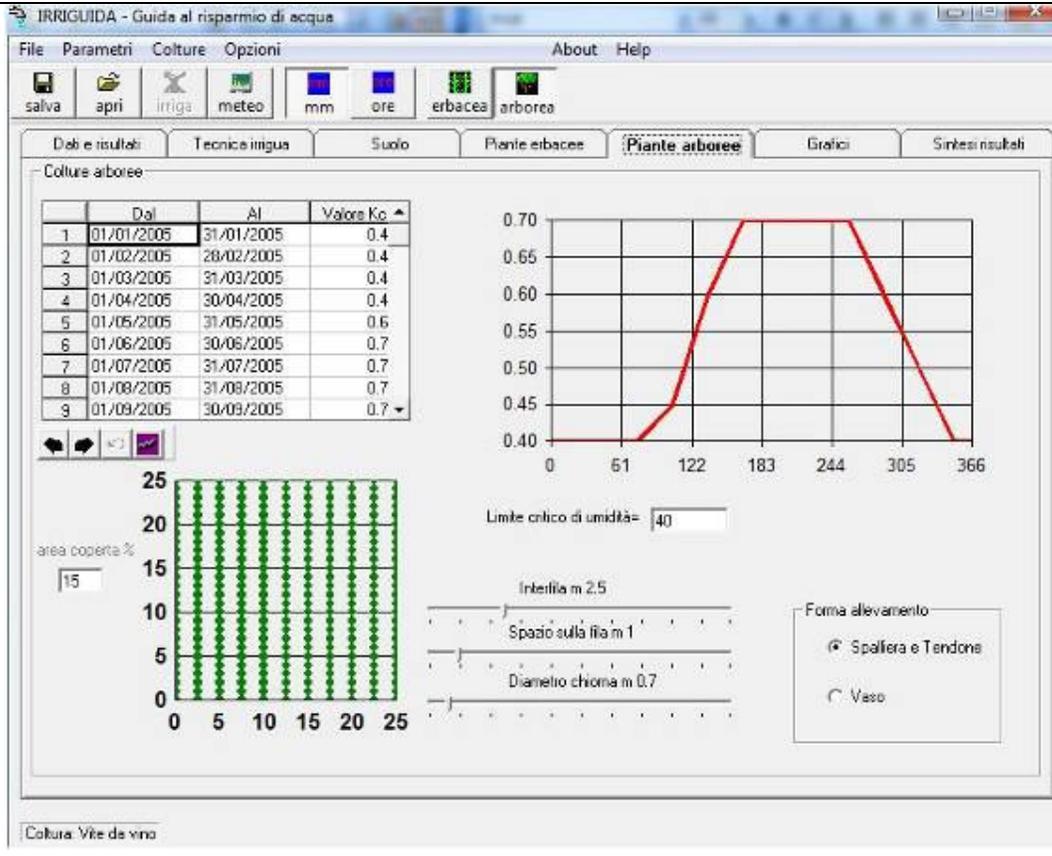
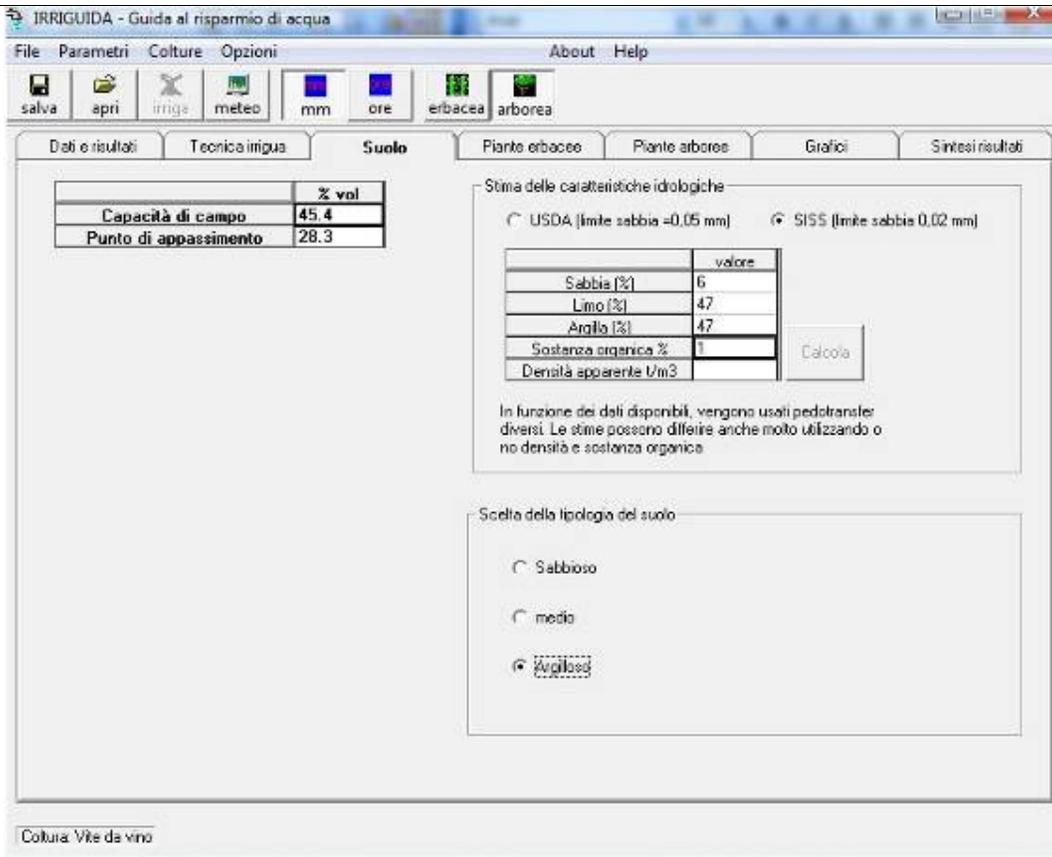
- Il contenuto idrico viene mantenuto all'interno di un intervallo costante espresso in % dell'acqua disponibile per tutto il ciclo vegetativo delle colture.
- Il contenuto idrico viene mantenuto all'interno di intervalli variabili, espressi in % dell'acqua disponibile, in funzione delle specifiche esigenze delle colture e di strategie improntate al risparmio idrico.
- Definizione di un volume irriguo costante in base ad un turno irriguo prefissato
- Definizione degli apporti irrigui espressi in percentuale dell'Evapotraspirazione di riferimento, dell'evapotraspirazione massima o di riferimento in funzione di un deficit programmato.

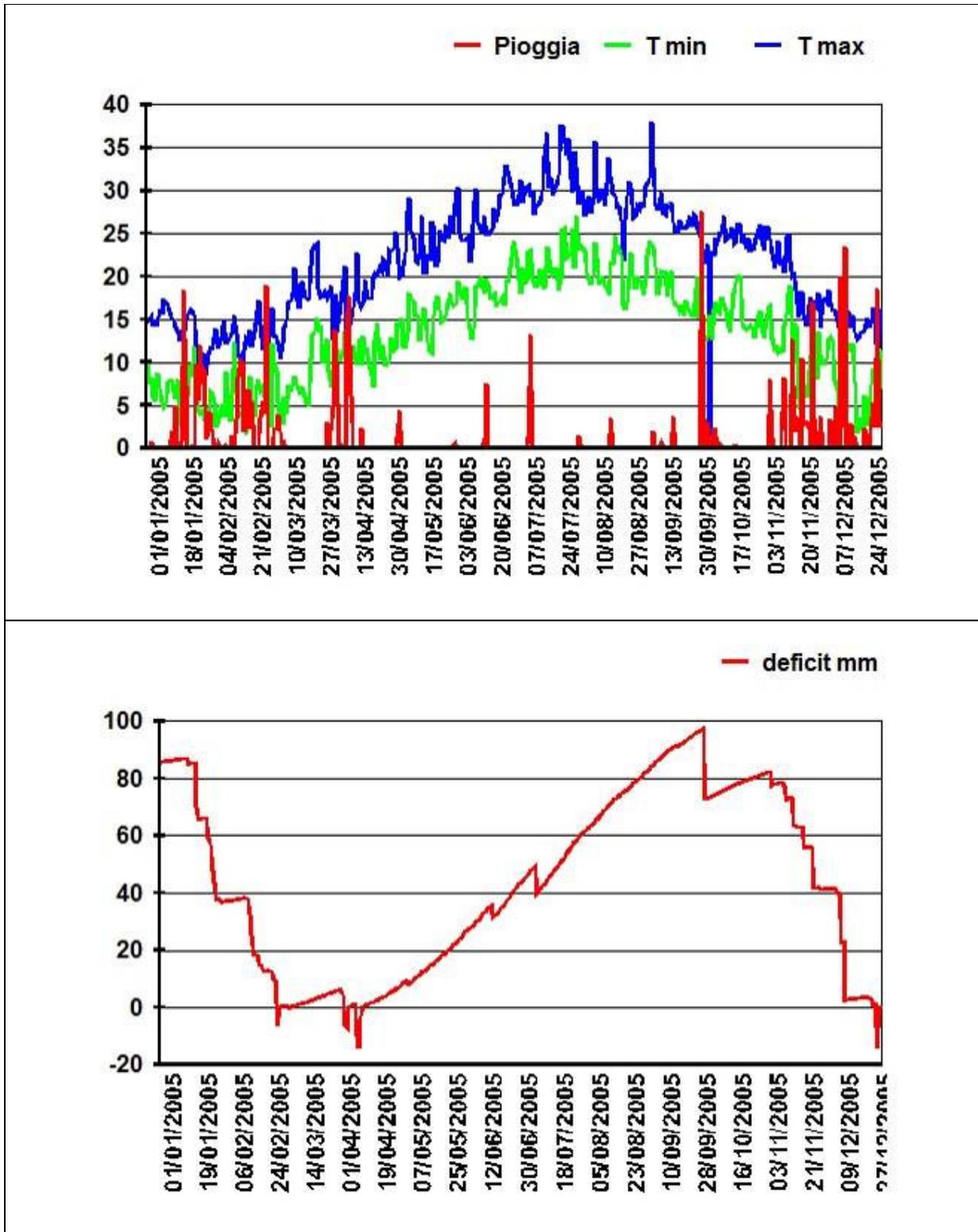
Per ulteriori specifiche riguardo alle caratteristiche di IRRIGUIDA si rimanda al manuale di istruzioni.

I dati meteo giornalieri relativi ad alcune stazioni regionali sono stati caricati su IRRIGUIDA per valutarne il funzionamento e l'adattabilità alle condizioni siciliane.

Il software sembra rispondere bene per quanto riguarda le caratteristiche di immissione dei dati e per i calcoli dei fabbisogni idrici ma non risponde quando si tratta di calcolare i volumi irrigui e i turni di adacquamento. Nelle figure successive si riportano alcune schermate delle simulazioni prodotte.

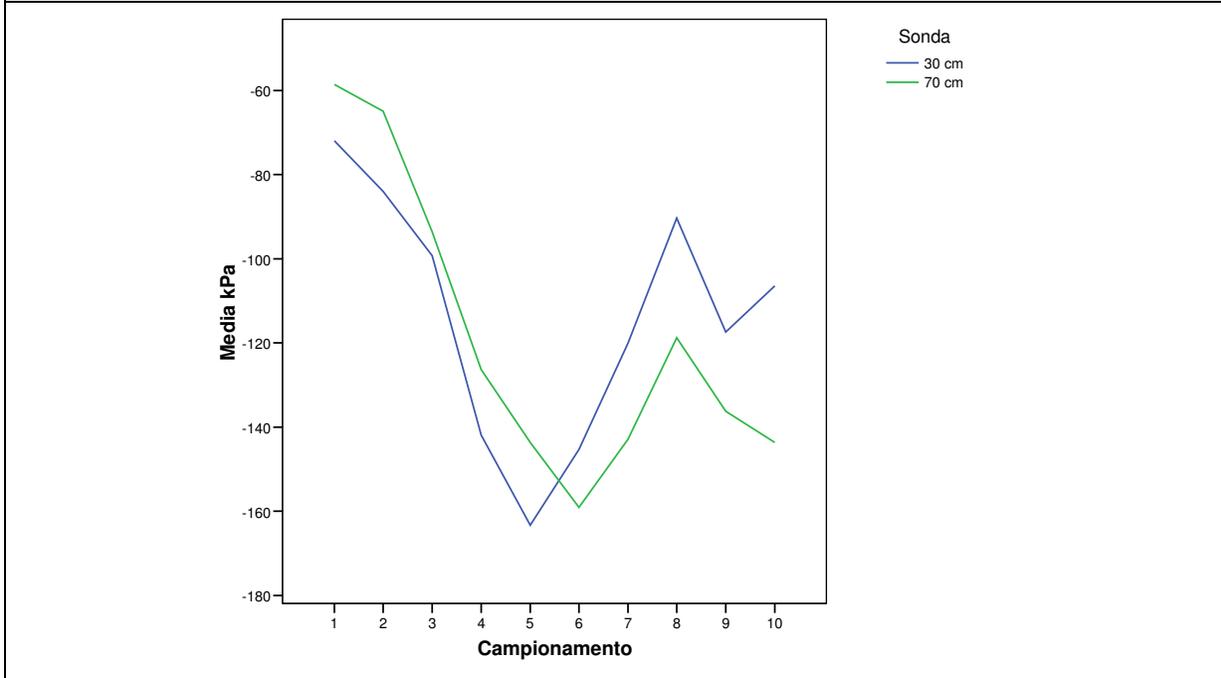
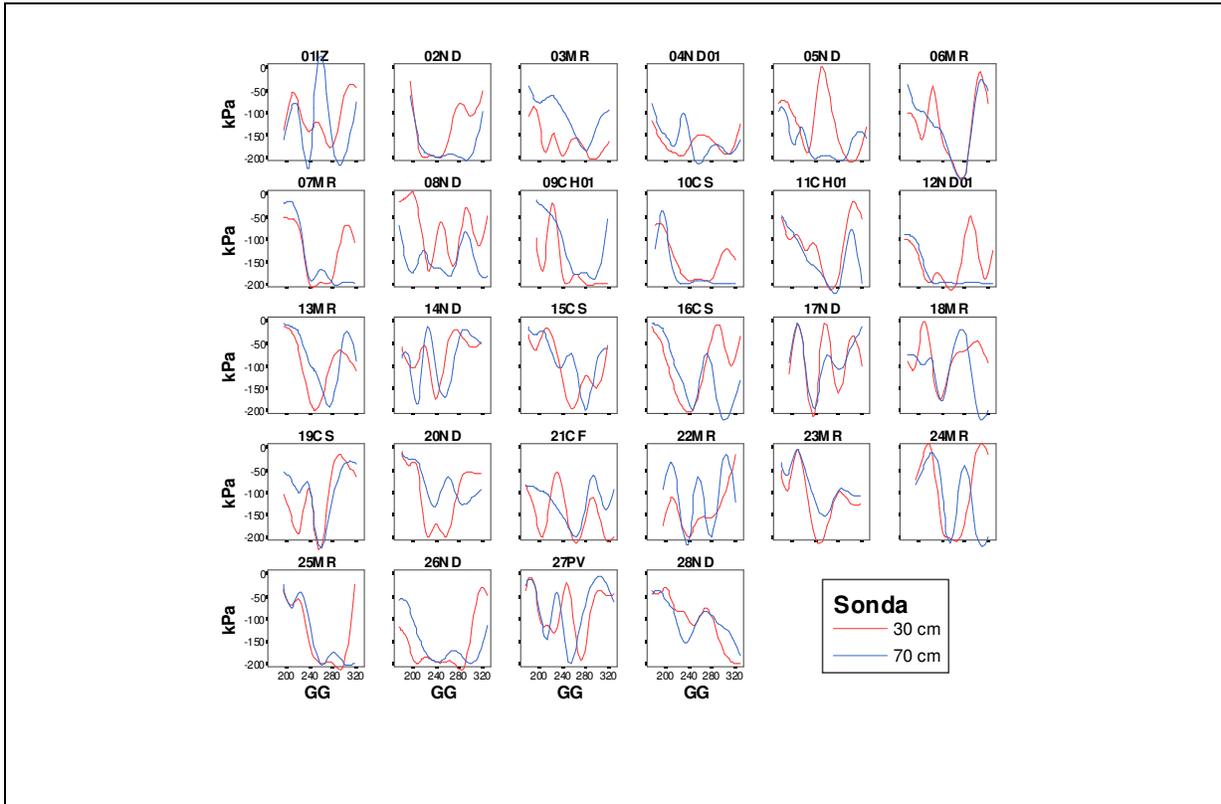


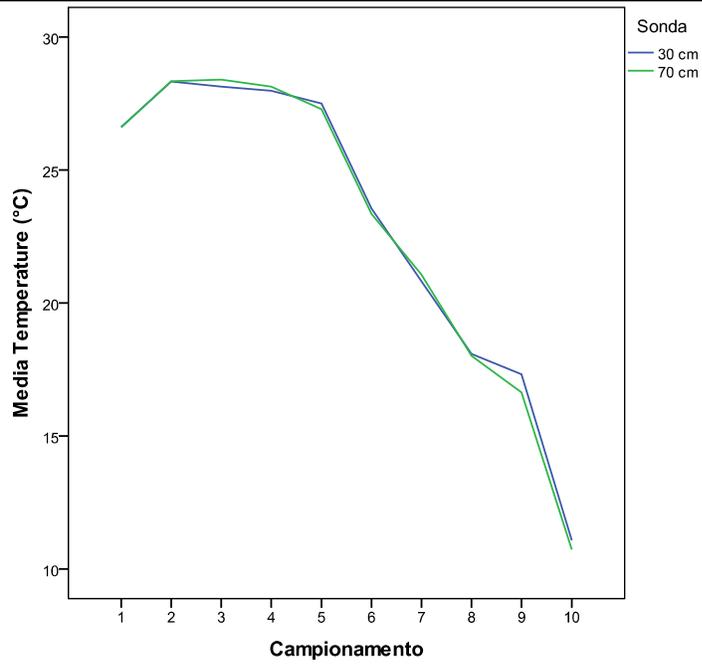
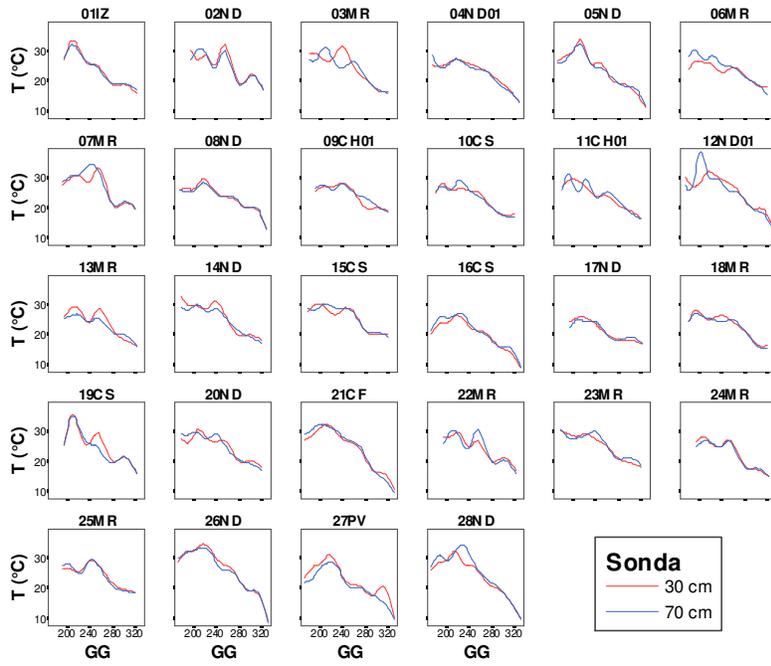




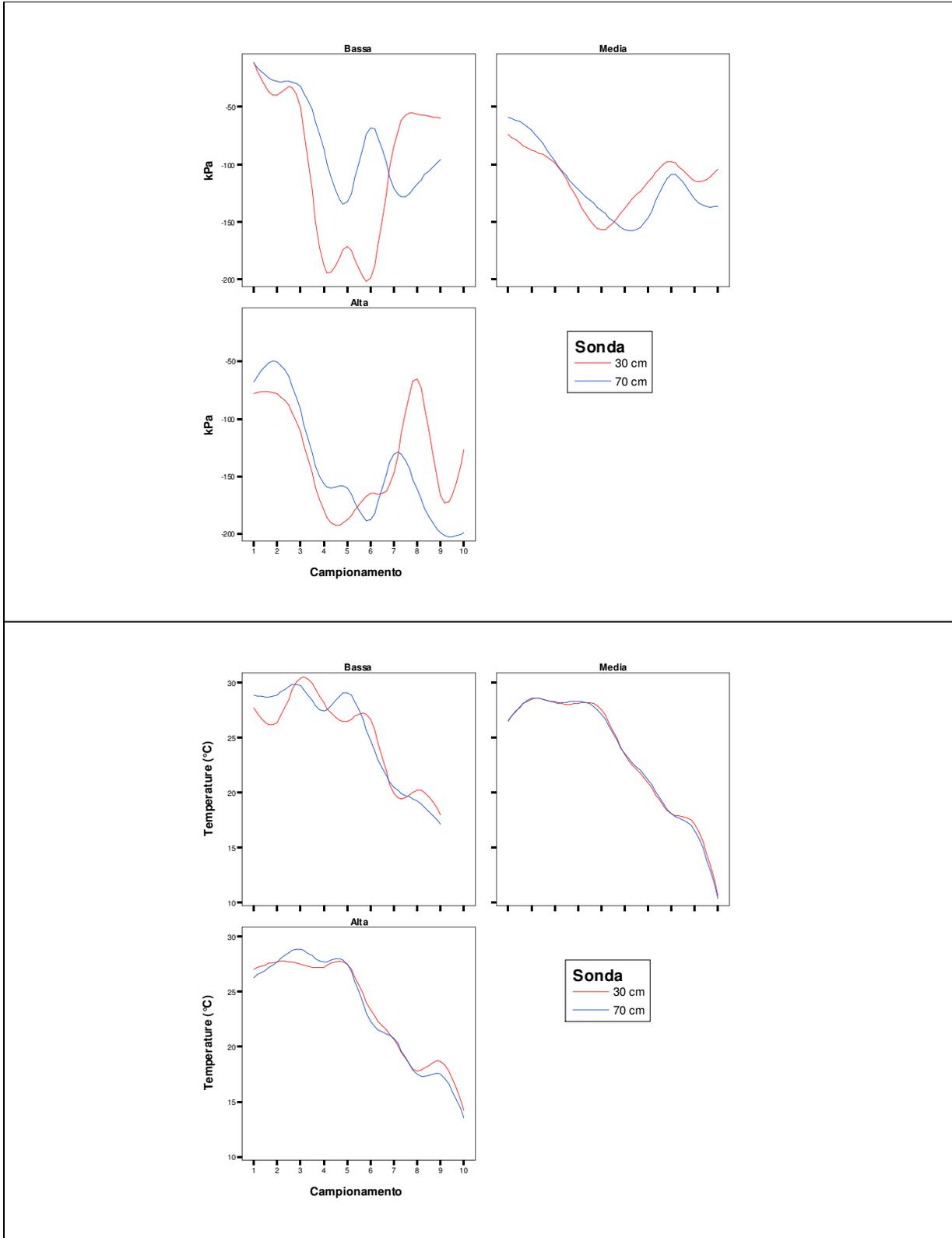
Le sonde potenziometriche poste nel terreno hanno fornito dati riguardanti la siccità dei suoli e la loro temperatura.

Nei grafici successivi sono riportati gli andamenti della resistività e della temperatura dei suoli nei diversi vigneti oggetto di indagine.

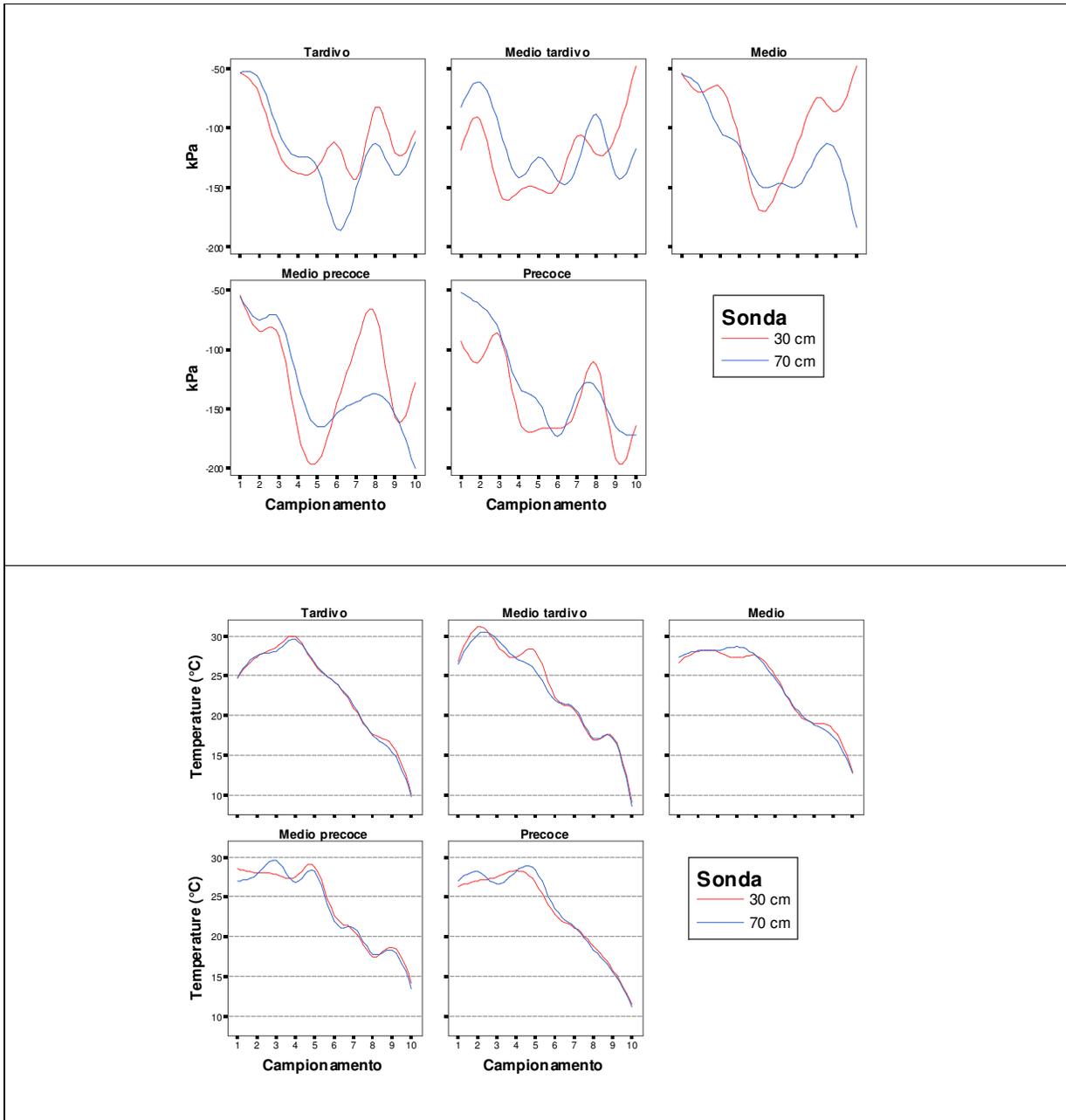




Il comportamento medio dei vigneti può essere raggruppato anche in funzione delle caratteristiche dei suoli; ad esempio per un parametro importante come l'AWC si osservano comportamenti differenti anche se non esaustivi per spiegare alcune tendenze.



Riorganizzando e confrontando i dati con l'indice fenologico di precocità del ciclo (IP) calcolato come per il progetto Zonazione si può osservare che temperature più alte dei suoli nelle prime fasi del ciclo vegetativo della pianta determinino una più marcata precocità complessiva dei vigneti.



La mancanza, dovuta alla precoce interruzione dell'attività sperimentale, dei dati puntuali delle precipitazioni e degli andamenti meteorologici nel corso dell'annata 2005 per i singoli vigneti non ha permesso di effettuare correlazioni tra i dati delle sonde e i comportamenti della pianta; questa mancanza ha anche impedito di calcolare i bilanci idrici di ogni vigneto per valutare se i momenti di

svuotamento della riserva idrica calcolata coincideva con i dati rilevati dai rilevatori peziometrici del suolo.

#### **4.4 Misure micrometeorologiche**

Non è stato possibile realizzare interpretazioni ed elaborazioni su questi dati in quanto tutto il database delle informazioni raccolte dai sensori posizionati nei vigneti all'interno e in prossimità della chioma non è mai stato consegnato in seguito al termine delle attività sperimentali.