

UNIVERSITA'  
DEGLI STUDI DI PADOVA

Corso interfacoltà SS.MM.FF.NN ed AGRARIA in  
SCIENZE E TECNOLOGIE PER L'AMBIENTE

L'EVOLUZIONE DELLA TEMPERATURA IN UN AMBIENTE DELLA  
PIANURA VENETA NELL'ULTIMO QUARANTENNIO : IMPLICAZIONI PER I  
SERVIZI DI INFORMAZIONE AGROMETEOROLOGICA.

RELATORE: Prof. Antonio Berti  
CORRELATORE Dott. Alessandro Chiaudani

Laureando: Aldo Sartori

A.A. 2004-2005

## INTRODUZIONE

### L'esito conosciuto a priori

La previsione dei risultati di un qualsiasi evento che avvenga nel rispetto delle 4 condizioni fondamentali (casualità, mutua esclusione, uguale possibilità ed indipendenza), non richiede nessun dato sperimentale: il risultato di ogni singola ripetizione dell'evento è imprevedibile, ma ne è prevedibile l'esito su un elevato numero di ripetizioni.

A lungo termine infatti, si stabiliscono regolarità e leggi: le probabilità del verificarsi di un evento, rispetto quelle di ogni possibile alternativa, possono essere calcolate con precisione crescente man mano che aumenta il numero delle osservazioni.

Hanno contribuito a chiarire la natura del concetto di probabilità:  
il **teorema di Bernoulli** (pubblicazione postuma del 1713) chiamato "legge dei grandi numeri", che può essere così sintetizzato: un evento, che abbia probabilità costanti  $P$ , in una serie di prove tende a  $P$ , al crescere del numero di tentativi;  
**l'enunciazione di Laplace** contenuta ne "Teoria analitica delle probabilità" (pubblicazione del 1812):  
la probabilità di un evento casuale è il rapporto tra il numero di casi favorevoli ed il numero di casi possibili, purché siano tutti equiprobabili.

All'approccio di entrambi viene attribuita la definizione della **probabilità classica**.

Senza trucco e senza inganno, dunque, le verifiche sperimentali potranno allontanarsi dai dati attesi solo per quantità trascurabili, determinate da eventi casuali o da errori di misura. Senza attendere alcuna rilevazione od osservazione, appare sufficiente il solo ragionamento logico per calcolare con precisione le probabilità.  
E non solo le leggi matematiche determinano queste probabilità.  
Man mano che si andavano comprendendo i meccanismi della natura, in molte discipline si evidenziavano regolarità. Esse permettono di stimare in anticipo e con rilevante precisione i risultati di esperimenti od osservazioni: in biologia è il caso delle leggi di Mendel o della legge di Hardy-Weinberg.

Per il calcolo della probabilità di un evento, devono tuttavia essere previamente conosciute le diverse probabilità di ogni altro evento possibile, il che pone severo limite alla possibilità di stima della probabilità a priori nella ricerca sperimentale.

Per corrispondere alle esigenze di stima nei casi ove non possa presuppirsi la vigenza di casualità ed equiprobabilità ( assai frequenti in natura ), occorre un diverso approccio, quale quello di **Von Mises** che scrive (pubblicazione del 1920):  
- la probabilità di un evento casuale è il limite a cui essa tende al crescere del numero delle osservazioni, in una serie di esperienze ripetute nelle stesse condizioni.

Viene così ad essere utilizzata la frequenza (quando si mantiene approssimativamente costante nelle varie ripetizioni), come stima della probabilità di un evento sperimentale.

Per apprendere ed usare statistica, va dapprima compreso che solo una corretta applicazione del campionamento e una scelta appropriata dei test permettono di rispondere alla domanda inferenziale di verifica dell'ipotesi nulla, con la quale si pone il seguente quesito:

" Nell'ipotesi che le differenze fra gruppi di osservazioni empiriche siano dovute a fattori esclusivamente casuali, quale è la probabilità che fra tutte le alternative possibili si presenti proprio la situazione descritta dai dati raccolti o una ancora più estrema?"

Se tale probabilità risulta alta, convenzionalmente uguale o superiore al 5%, si imputeranno le differenze a fattori puramente casuali.

Al contrario, se la probabilità risulta bassa, inferiore al valore prefissato, si accetta come verosimile che le differenze siano dovute a fattori non casuali, rientranti tra i criteri che distinguono i gruppi di dati, e si parlerà di differenze "significative" o "molto significative" se tale probabilità risultasse inferiore od uguale rispettivamente al 5% od al 1%.

La semplicità delle linee logiche generali della procedura dell'inferenza statistica non deve trarre in inganno : le analisi e le conclusioni infatti trovano complicazioni per l'elevata variabilità dei dati, a motivo soprattutto di tre cause che, in ordine crescente d'importanza, sono:

- 1) gli **errori di misurazione**, generati da strumenti e da differenze nell'abilità dei ricercatori;
- 2) l'**unicità dei campioni**, per cui i dati utilizzati in una ricerca non sono mai identici a quelli rilevati in qualsiasi altra;
- 3) la presenza di vari **fattori contingenti di disturbo** che, come il tempo e la località, possono incidere diversamente sul fenomeno in osservazione, con intensità e direzioni ignote.

A partire dalla raccolta dei dati, il contenuto della statistica moderna può essere sinteticamente e schematicamente riassunto come segue:

- 1) la **STATISTICA DESCRITTIVA** si occupa delle modalità di presentazione dei dati in tabelle e grafici mediante l'utilizzo di indici sintetici che descrivono la loro distribuzione (forma, tendenza centrale, variabilità);
- 2) la **STATISTICA MATEMATICA** procede al calcolo delle probabilità e trova riferimenti nelle distribuzioni teoriche (normale gaussiana, binomiale, poissoniana etc);
- 3) la **STATISTICA INFERENZIALE** si adopera per dedurre leggi generali, a partire da un campione di dati variabili, mediante ipotesi parametriche (su media, varianza, .. ) e funzionali (sull'intera distribuzione), trova riferimenti in distribuzioni uni- o pluri-variate, utilizza procedure parametriche e non parametriche, effettua test per uno o più campioni.

**La scoperta delle leggi della natura attraverso la procedura per un test d'inferenza**  
(ovvero dal campione variabile all'Universo).

La procedura da seguirsi per condurre un test d'inferenza può essere schematicamente riassunta come segue:

- 1) **IPOTESI** (ipotesi nulla ed alternativa);
- 2) **RACCOLTA DEI DATI** (scelta del tipo di scala; individuazione delle caratteristiche della distribuzione dei dati);
- 3) **SCELTA DEL TEST** (in base all'ipotesi, al tipo di scala ed alle caratteristiche dei dati);
- 4) **RISULTATO DEL TEST** (probabilità di ottenere quel risultato nella condizione espressa dall'ipotesi nulla)
- 5) **DECISIONE** ( scelta tra le due ipotesi - probabilità  $\alpha$ )
- 6) **ANALISI DEL TEST E DEI DATI PER UN NUOVO ESPERIMENTO** (potenza a posteriori e a priori, probabilità  $\beta$ )

I risultati cui si perviene a partire dai pochi o molti casi (campioni, dati) realmente raccolti e trattati non devono restare limitati ad essi, ma poter essere estesi a tutta la popolazione od universo. Di effettivo interesse sono infatti le conclusioni che possano venire generalizzate, così che la ricerca rivesta una importanza generale e contribuisca alla costruzione di teorie scientifiche, di modelli o semplicemente di ipotesi che possono essere universalmente validi.

Una condizione essenziale e preliminare all'uso dei metodi di statistica inferenziale è che il campione sia corretto, che non riporti in modo distorto od alterato la frequenza delle caratteristiche presenti nella popolazione.

I dati che si raccolgono per analisi statistiche possono quindi essere discreti o continui.

Le misure possono essere raggruppate in 4 tipi di scale, che godono di proprietà formali differenti; di conseguenza, esse ammettono operazioni differenti.

Una scala di misurazione dei fenomeni biologici ed ambientali, come per tutte le discipline, può essere:

- 1) nominale o classificatoria (unica relazione tra elementi: identità – la sola operazione ammessa è il conteggio degli appartenenti ad una categoria);
- 2) ordinale o per ranghi (consente solo test non parametrici: non potendosi definire distanze tra i valori, non si può fare riferimento alla distribuzione normale per la quale sono essenziali parametri la media e la varianza);
- 3) ad intervalli (consente operazioni solo sulle differenze, come sotto meglio precisato);
- 4) di rapporti (origine reale: 0=quantità nulla – i valori stessi, oltre alle differenze, possono essere moltiplicati o divisi per costanti senza alterarne il rapporto – esempi: l'altezza, la distanza, la velocità, l'età, il peso, il reddito, la temperatura in gradi Kelvin).

In particolare va osservato che la scala di intervalli aggiunge la proprietà di misurare le distanze o differenze tra tutte le coppie di valori; essa si fonda su una misura oggettiva e costante, anche se il punto di origine e l'unità di misura sono arbitrari (ad esempio la scala di temperatura, misurata in gradi Celsius o Fahrenheit( ma non Kelvin) od il tempo, misurato secondo calendari differenti).

Valori di temperatura possono essere facilmente ordinati secondo l'intensità del fenomeno, godendo inoltre della proprietà di diretto confronto e quantificazione delle differenze tra loro; le date di qualsiasi calendario, non importa se gregoriano, islamico, ebraico o cinese, possono essere tra loro ordinate dalla più antica a quella più recente e le differenze temporali sono oggettivamente misurate con precisione.

Tuttavia un limite della scala ad intervalli, importante per la elaborazione statistica, è che non gode di un'altra proprietà importante: il rapporto tra coppie di misure.

In una scala ad intervalli, non i valori, ma solo le differenze tra essi sono quantità continue e isomorfe alla struttura dell'aritmetica. Per le sole differenze sono permesse tutte le operazioni: possono essere tra loro sommate, elevate a potenza oppure divise, determinando le quantità che stanno alla base della statistica parametrica.

Da una scala d'intervalli è possibile scendere ad una scala di ranghi (es.: utilizzando solo l'informazione dell'ordine dei valori) oppure ad una scala nominale (es.: suddividendo le misure in alte e basse, sopra o sotto un valore prefissato). Pertanto, la scala d'intervalli gode anche delle proprietà definite per le due scale precedenti.

In talune situazioni, pur disponendo di dati misurati su scale d'intervalli o di rapporti, è conveniente scendere nel tipo di scala per eseguire test non parametrici, seppure con una perdita d'informazione.

La distribuzione dei dati e la distribuzione delle frequenze cumulate forniscono informazioni non dissimili, essendo possibile passare con facilità dall'una all'altra. Sono diverse nella loro forma, (la

prima a campana, la seconda sigmoide, di tipo asintotico) come si vedrà con maggiore evidenza nelle rappresentazioni grafiche; si prestano ad analisi differenti e la scelta è fatta sulla base del loro uso statistico.

Lo scopo di una rappresentazione grafica è quello di evidenziare in modo semplice all'occhio, con un'istantanea impressione, le quattro caratteristiche fondamentali di una distribuzione di frequenza (tendenza centrale, variabilità, simmetria e curtosi).

I vantaggi di una visione sintetica e di facile lettura, viaggiano tuttavia di pari passo con almeno due inconvenienti fondamentali: la carenza di precisione e la soggettività, consentendo diverse letture dei medesimi dati.

In certi casi risulta pertanto preferibile, ai fini di una elaborazione mediante i test e di un confronto dettagliato dei parametri, proporre la tabella degli esatti dati.

### **Statistica e meteorologia**

La statistica inferenziale permette di trarre conclusioni su tutta una popolazione, quando se ne conoscono solamente pochi elementi, raggruppati in uno o più campioni: ciò è di fondamentale importanza anche nell'ambito delle scienze ambientali, dove lo studio di fenomeni spesso pone problemi collegati all'impossibilità od improponibilità (tempo, risorse ..) di misurare ogni individuo di una popolazione, così che l'universo statistico finisce per essere popolato con quella porzione, in massimo grado possibile rappresentativa dell'universo di provenienza, che è il campione.

I ricercatori nelle scienze ambientali, infatti, molto raramente conoscono tutta la popolazione; di conseguenza, i metodi statistici di norma utilizzati sono riferiti quasi esclusivamente alla descrizione, all'analisi e al confronto di campioni.

Per esempio, nello studio della temperatura, come dell'inquinamento o di qualunque altro fenomeno, può essere utile vedere quali sono le zone o i periodi che rientrano in piccole estensioni percentuali attorno ai valori massimi o minimi.

A valori così rari, facilmente corrispondono cause anomale, che di norma è interessante analizzare in modo più dettagliato. Nello studio di qualunque fenomeno biologico od ecologico, le misure particolarmente piccole o eccezionalmente grandi rispetto ai valori normali quasi sempre evidenziano cause specifiche, meritevoli di attenzione.

In discipline come la meteorologia viene comunemente utilizzato l'intervallo medio, utile nel caso di una serie di dati sulla temperatura, ove non esistono mai valori anomali: a partire dalla T minima e dalla T massima, infatti, il calcolo della media è immediato ed il valore ottenuto si avvicina notevolmente alla media aritmetica, che richiederebbe un accurato disegno sperimentale ed un numero elevato di osservazioni.

Per analogia, in meteorologia sovente questo metodo è stato utilizzato anche per il calcolo della precipitazione media mensile. Ma in questo caso il procedimento appare criticabile, fors'anche errato: nel caso della precipitazione infatti il fenomeno presenta un'elevatissima variabilità, con la presenza di valori che possono essere anomali e che influenzano fortemente sia l'intervallo medio che la media interquartile (media tra il 1° ed il 3° quartile – naturalmente risente in misura più ridotta della presenza di valori estremi).

## **Utilità nell'acquisizione, registrazione, elaborazione e diffusione di dati e studi sulla meteorologia : la situazione italiana.**

Per comprendere se, dove e come possa essere possibile realizzare previsioni a scala temporale inter-annuale e stagionale e se possono essere tentate con successo le simulazioni di fluttuazioni climatiche, è di fondamentale importanza lo studio della variabilità della circolazione atmosferica e del come essa sia ripartita tra le varie scale spaziali e temporali.

Lo studio delle relazioni della variabilità locale con la variabilità di larga scala permetterebbe di mettere a punto schemi di regionalizzazione del clima e di produrre scenari o previsioni climatiche ad alta risoluzione a partire da simulazioni di modelli di circolazione generale anche a bassa risoluzione.

Va considerato che la variabilità atmosferica sulle scale temporali inter-stagionale ed inter-annuale è dominata da molti fenomeni, che interagendo tra di loro determinano la complessa fenomenologia meteorologica al suolo nelle diverse aree climatiche del globo terrestre.

Ad esempio, sul Nord dell'Italia (area alpina e valle padana), il clima locale è caratterizzato da un insieme molto complesso di fattori e risulta essere la risposta finale e la conseguenza di una lunga e complessa catena di connessioni meteorologiche, a partire dalla struttura della circolazione globale fino alla permanenza di tipiche strutture di tempo meteorologico sul continente europeo e poi anche sull'area del Nord Italia.

Mettere a punto uno schema di regionalizzazione del clima per la regione Italiana può discendere dalla individuazione delle relazioni fra il clima regionale e la circolazione di larga scala.

La climatologia della regione italiana si è basata per lungo tempo sull'analisi di un limitato numero di serie temporali storiche curate da alcuni istituti, di durata prossima ad un centinaio di anni, oppure di gruppi più numerosi di serie temporali relativamente brevi, dell'ordine di alcune decine di anni. Si tratta sostanzialmente:

-dei data-set delle rilevazioni registrate presso le stazioni gestite originariamente dal **Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale**, affidati poi in gestione alle regioni, il cui recupero (presso talune regioni già attuato, per altre in corso) presuppone quantomeno la digitalizzazione (dagli originali supporti cartacei) e la validazione secondo metodologie standardizzate, al fine di consentire l'applicazione di moderne tecniche di descrizione ed analisi.

Questa rete di stazioni è la più densa fra quelle disponibili in Italia, copre l'intero territorio nazionale ed ha una durata sufficiente da permettere uno studio completo non solo del clima medio ma anche della sua variabilità sia annuale che decadale. Tale data-set comprende dati giornalieri di precipitazione giornaliera cumulata e di temperatura massima e minima per periodi diversi da stazione a stazione, che comunque possono estendersi dal 1920 ai giorni nostri.

-dei data-set di altri organismi che raccolgono dati meteorologici in modo continuo e sistematico e cioè:

a) su scala nazionale

**l'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria (UCEA)** del Ministero di Agricoltura e Foreste che persegue finalità agricole studiando gli effetti sulle colture dei fenomeni meteorologici (dal 1988 gestore della Rete Agrometeorologica Nazionale RAN con l'obiettivo di disporre, a regime, di una Rete con una densità di circa 250 stazioni nell'intero territorio nazionale, mediante l'integrazione con le Reti nazionali (SMAM, Servizio Idrografico, UCEA) e locali (Servizi meteo e agrometeo regionali, consorzi di difesa, etc.), così da permettere il pieno utilizzo operativo dei modelli agro-meteorologici con una risoluzione di circa 30 x 30 km.)

il Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, nell'ambito del Sistema Informatico Agricolo Nazionale (SIAN) in concessione all'AGRISIEL s.p.a., intraprende nel 1988 la costituzione di una Banca Dati Agroclimatica Nazionale (raccolta centralizzata di una selezione dei dati rilevati dalle reti meteorologiche nazionali esistenti e di altri di natura agronomica e territoriale ad essi collegati) e della Rete Agrometeorologica Nazionale (progettata ad integrazione delle reti di stazioni già esistenti ed in grado di interconnettersi con i Servizi Agrometeorologici Regionali). I dati rilevati e le loro elaborazioni vengono diffusi attraverso il Bollettino Agrometeorologico Nazionale, redatto a cura di UCEA.

il **Servizio Idrografico** del Ministero dei Lavori Pubblici che misura i parametri utili a caratterizzare il territorio sotto il profilo idrologico;

il **Servizio Meteorologico della Aeronautica Militare** del Ministero della Difesa i cui rilievi meteorologici sono indirizzati alla navigazione aerea ed alla previsione del tempo;

l'**ISTAT** che non dispone di propria rete per i rilievi, ma raccoglie e pubblica i dati dei due servizi nazionali precedenti;

b) reti di limitata estensione o densità e stazioni locali, destinate ad asservire a specifiche finalità, sviluppatesi nel dopoguerra in relazione al rinnovato interesse per la meteorologia suscitato dalle necessità di rimodernare la produzione

**Istituti del Consiglio Nazionale delle Ricerche;**

**Istituti Universitari;**

**Istituti Sperimentali del Ministero dell'Agricoltura;**

**Cassa per il Mezzogiorno** (dai primi anni '50 - cessata);

**Consorzi ed enti vari di bonifica;**

**Assessorati delle Regioni;**

**Camere di Commercio;**

**Centro Internazionale Alti Studi Agronomici Mediterranei;**

**ENEL;**

**ENEA;**

**ANAS;**

**RAI;**

**privati;**

c) su scala delle Regioni amministrative, conseguentemente all'espansione ed intensificazione della pratica irrigua nelle aree servite da reti pubbliche di distribuzione, la meteorologia viene riconosciuta come un importante strumento che può qualificare l'assistenza tecnica, in particolare quella volta alla gestione irrigua, alla previsione locale del tempo ed alla difesa antiparassitaria.

Così a partire dagli anni '70, mancando un servizio agrometeorologico nazionale, le Regioni avviano o studiano programmi regionali o provinciali di assistenza su base agrometeorologica, assistendosi dapprima alla costituzione di numerosi **Servizi Agrometeorologici Regionali** (SAR), che prevedono l'attivazione di reti regionali di rilevamento meteorologico, e poi alla implementazione della rete di connessioni (iniziate già dai consorzi di bonifica) in conseguenza alle urgenti necessità di coordinamento (delle attività di rilevamento, di elaborazione e diffusione dei dati) nel frattempo emerse non solo in

relazione alla forte espansione delle irrigazioni, ma anche in risposta ad esigenze di tutela del territorio che in quegli anni, nel critico reiterarsi di disastrosi effetti di eventi meteorici, si palesava in tutta la sua fragilità.

Purtroppo, le serie spesso imponenti di dati rilevati sul territorio nazionale dai vari servizi male si integrano tra di loro, differenziandosi sensibilmente per tipo e numero dei parametri rilevati, garanzia di corretta installazione e gestione delle stazioni, effettiva disponibilità per i potenziali utenti dei dati rilevati e delle necessarie informazioni di dettaglio sulla gestione e sulla ubicazione delle stazioni e degli strumenti in particolare.

Qualora si voglia portare avanti uno studio di cambiamenti climatici o di variabilità decadale del clima un controllo molto importante risulta l'analisi per verifica della omogeneità delle serie mensili, da far precedere al lavoro di analisi e descrizione dei dati stessi a partire dalle serie di medie mensili per poi arrivare all'analisi delle serie di dati giornalieri che permettono di studiare oltre alla variabilità dei valori medi anche quella di frequenza degli estremi.

## **Quadro della situazione regionale**

Negli anni più recenti, alla globalizzazione delle produzioni e del commercio dei prodotti agricoli, si è accompagnato il superamento delle strategie di produzione nel comparto primario basate sul perseguimento delle massime produzioni a favore di quelle fondate sulla tipizzazione e sulla valorizzazione delle produzioni. A ciò si è aggiunta l'assunzione sempre più evidente da parte del sistema produttivo agricolo di valenze inerenti la salvaguardia dell'ambiente, con la riduzione dell'impatto dei sistemi e delle tecnologie di produzione (low input technologies) sulla qualità degli ecosistemi.

Come conseguenza è venuta crescendo la richiesta da parte degli imprenditori agricoli di sistemi e servizi di assistenza tecnica innovativi, finalizzati all'utilizzazione più economicamente conveniente dei mezzi di produzione ed alla riduzione dell'impatto di queste sugli agroecosistemi, rispetto ad un non lontano passato in cui sembrava sufficiente fare affidamento sulla relazione di proporzionalità che lega la pressione dei mezzi produttivi (lavorazioni, concimi chimici, antiparassitari, ecc.) alle rese.

In linea con questo recente orientamento produttivo, negli ultimi 15 anni si è assistito progressivamente e con una certa regolarità, all'istituzione nelle diverse regioni di servizi specifici per le informazioni agrometeorologiche.

Attualmente quasi la totalità delle regioni, anche se con schemi organizzativi e funzionali diversi, presentano questa tipologia di servizi in relazione alla loro ormai acclarata utilità, se non addirittura indispensabilità, non solo per le attività agricole ma anche per molti altri settori produttivi e non, anche a fronte di un elevamento del livello professionale e di maturità imprenditoriale che contraddistingue, tra le altre, la nostra regione.

La valenza extra-agricola di queste strutture, principalmente derivante dalla capacità e dalla necessità istituzionale di operare un rilevamento sistematico delle caratteristiche meteorologiche del territorio regionale e di utilizzare le stesse per produrre informazioni di tipo previsionale, è evidente anche considerando che in numerose regioni questi servizi rappresentano l'unico ente che effettua un monitoraggio sistematico e dettagliato di numerosi parametri caratterizzanti le locali condizioni meteorologiche ed agrometeorologiche, nonché una loro tempestiva diffusione mediante numerosi sistemi di comunicazione.



Questi Servizi costituiscono una realtà consolidata di carattere nazionale; il ruolo da questi svolto ed il livello di professionalità e di affidabilità dei servizi forniti è stato riconosciuto in alcune regioni (Calabria, Emilia Romagna, Lazio, Piemonte, Sardegna e Veneto), designando questi enti come soggetti di riferimento per la meteorologia e come i rappresentanti regionali presso il costituendo Servizio Meteorologico Nazionale Distribuito, istituito con l'art. 111 della L. 112/99.

Seppur presentando differenze strutturali, organizzative e funzionali anche marcate, tra i diversi S.A.R. una decina di regioni sono dotate di radar-meteo (sistema attivo che emette un fascio di microonde e misura il segnale riflesso, sfruttando l'effetto Doppler, ossia elaborando i diversi tempi di attesa del segnale di ritorno); alcune hanno anche stazioni munite di strumentazione dedicata alla ricostruzione dei profili verticali di temperatura del PABL.

## **Il Centro Meteorologico di Teolo dell'ARPA del Veneto**

### Struttura e Servizi

Il Centro Meteorologico di Teolo (CMT) è struttura specializzata dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione dell'Ambiente del Veneto (ARPAV), deputata alla realizzazione e gestione operativa di un sistema integrato per il monitoraggio dei fenomeni ambientali.

Le informazioni prodotte dal sistema vengono utilizzate per diverse finalità che includono il controllo del territorio, le previsioni meteorologiche in scala locale e la produzione di informazioni agrometeorologiche.

In sintesi le attività del CMT sono:

- lo studio, controllo e previsione a breve-medio termine dei fenomeni atmosferici in scala regionale e locale (Servizio Meteorologico);
- l'acquisizione, elaborazione e diffusione di informazioni agrometeorologiche per una corretta gestione delle pratiche agricole (difesa fitopatologica, irrigazione, diserbo, ecc.) rispettosa dell'ambiente (Servizio Agrometeorologico).
- il monitoraggio della risorsa idrica per una corretta gestione del territorio e dei corsi d'acqua regionali, e fornitura di un servizio di informazione idrometeorologica di base come supporto a momenti operativi e preventivi (Servizio Idrologico).

Tali attività sono supportate dai Servizi:

- Rete di telemisura, composta da circa 200 stazioni automatiche per il monitoraggio del territorio, collegate in tempo reale con il centro di calcolo del Centro. Le stazioni finalizzate al supporto delle attività agricole sono oltre 60 e controllano la zona di pianura e le colline del Veneto. I dati vengono utilizzati per diversi scopi quali le previsioni meteorologiche, la modellistica di simulazione epidemiologica, i bilanci idrici per l'irrigazione, la climatologia, ecc..;
- CED, a supporto della strumentazione tecnica specializzata nella raccolta dei dati sul territorio, esiste un sistema informativo finalizzato alle più svariate elaborazioni gestito dal Centro Elaborazione Dati che consente di gestire, in tempo reale, una vasta gamma di informazioni e la loro diffusione;
- uffici di supporto (ad es. il centro operativo di Rovigo svolge attività relative alla gestione e manutenzione della rete, di controllo e validazione dati riferite al territorio provinciale.

## Il servizio Agrometeorologico del CMT

Il servizio Agrometeorologico del CMT elabora le informazioni che consentono agli operatori agricoli da un lato una programmazione delle attività colturali (trattamenti antiparassitari, diserbo, concimazioni, ecc.) dall'altro, la riduzione dell'impatto ambientale conseguente l'utilizzo di sostanze chimiche, in funzione dell'andamento meteo.

Vengono redatte e diffuse a tal fine note informative, i bollettini agrometeorologici, riguardanti l'andamento dell'annata agraria e gli interventi colturali più idonei, in relazione ai terreni (bilancio idrico) ed al rischio fitopatologico.

Tale servizio viene realizzato in collaborazione con La Direzione Fitosanitaria Regionale, Università, Strutture tecniche di sostegno, Associazioni di categoria, Cooperative e Consorzi.

The screenshot shows the website interface for the Agrometeorological Service of the CMT. The header includes the ARPAV logo and the text 'UNITA' OPERATIVA AGRO-BIOMETEOROLOGICA' and 'CENTRO METEOROLOGICO DI TEOLO'. The main content is organized into two columns: 'Agrometeorologia' and 'Biometeorologia'. Under 'Agrometeorologia', there are buttons for 'bollettini agrometeorologici', 'dati agro-meteorologici', 'indici agro-meteorologici', 'colture agrarie', 'avversità', 'rete fenologica', 'AgrometeoTurist', 'angela', and 'irriweb'. Under 'Biometeorologia', there are buttons for 'pollini' and 'disagio fisico'. A list of indices is displayed in a blue box: 'indice decennale di aridità', 'indice vocazionalità vite', 'anomalia annuale evapotrasp', 'anomalia decadale evapotras', 'anomalia temperature', 'anticipo stagionale', and 'anomalia piogge'. At the bottom, there are sections for 'Meteo' (Meteo Veneto), 'La rete' (ultime 24h, giorni precedenti), 'Remote sensing' (meteosat, radar), and 'V° censimento' (ISTAT AGRICOLTURA VENETA). A sidebar on the left contains 'bibliografia', 'staff', 'scrivici', and 'siti agrometeo'.

## Bollettini Agrometeorologici

Le informazioni agrometeorologiche dall'Ufficio di agrometeorologia vengono rese disponibili tramite:

- Bollettino agrometeorologico provinciale, trisettimanale che associa alle previsioni meteo le indicazioni agronomiche e fenologiche di interesse per il comparto agricolo; è visualizzabile sul sito web e viene inoltre diffuso tramite diversi media (All. A);

- Bollettino "Agrometeo...informa", bi-settimanale specifico di carattere agronomico redatto per 23 zone mirate distribuite sul territorio regionale; anch'esso è visualizzabile sul sito web e viene distribuito su richiesta a mezzo fax o per posta (All. B).

Questo bollettino è un bollettino agrometeorologico preciso e dettagliato, che svolge un servizio di informazione bisettimanale sulle condizioni meteorologiche e sulla influenza di queste nelle attività agricole, a disposizione di Aziende, Tecnici ed Enti operanti in agricoltura.

Il servizio è stato attivato in via sperimentale nel 1994, nell'ambito del progetto "Agrometeorologia per il bacino scolante nella Laguna di Venezia", ed è attualmente in via di ampliamento per nuove aree della Regione.

Agrometeo... informa è realizzato in collaborazione con la Direzione Fitosanitaria Regionale, con l'Università e con le Strutture di assistenza tecnica fitopatologica e interaziendale.

Nell'ambito dei vari settori colturali (frutticolo, viticolo, orticolo e colture estensive) il bollettino si occupa di irrigazione, di lavorazioni, di concimazione, di fitopatologia, di climatologia e delle problematiche connesse all'interazione dei fattori meteorologici con le pratiche colturali.

il bollettino fornisce degli strumenti utili per fare un'agricoltura redditizia con il massimo rispetto dell'ambiente ponendo l'attenzione su:

- la gestione della risorsa idrica
- le sorgenti inquinanti agricole di origine diffusa
- la corretta gestione degli input chimici
- la programmazione produttiva in funzione agroclimatica

Secondo i dati diffusi da ARPAV, alla fine del 1995 gli utenti postali di "Agrometeo...informa" erano circa 2000 rappresentati da: Agricoltori, Tecnici ed Enti vari; al termine del 1996 il numero è aumentato a circa 4250; nel 1997 gli utenti sono stati 6000, nel 1998 sono diventati 7300 per raggiungere nel 2000 circa quota 8000. Inoltre 400 amministrazioni comunali ricevono il bollettino tramite "Posta elettronica". A queste cifre bisogna aggiungere anche un numero crescente di utenti che richiedono direttamente "Agrometeo...Informa" secondo la modalità "Fax su richiesta"; nel 1998 sono stati 1575 per salire a 1910 nel 2000.

Nel 2000 è stata condotta una nuova indagine statistica all'interno del bacino di utenza. Le informazioni sono state raccolte con l'ausilio di un questionario a risposte prevalentemente chiuse.

La ricerca si è proposta i seguenti obiettivi:

1. verificare il periodo di maggiore utilità di "Agrometeo...informa";
2. conoscere il tempo di ricezione di "Agrometeo...informa" per valutare l'efficacia del servizio;
3. individuare gli strumenti e/o mezzi di comunicazione disponibili presso gli utenti;
4. conoscere l'indirizzo culturale aziendale prevalente degli utenti, per fornire indicazioni mirate;
5. individuare l'ambito e la tipologia di attività svolta dagli utenti, per il soddisfacimento di nicchie di mercato diverse dal tradizionale settore aziendale agricolo.

### **Il servizio Rete di Telemisura**

La rete è composta da circa 200 stazioni automatiche per il monitoraggio del territorio e collegate in tempo reale con la centrale di acquisizione, Centro di Calcolo del CMT. Le stazioni finalizzate al supporto delle attività agricole sono oltre 60 e controllano la zona di pianura e le colline del Veneto. I dati vengono utilizzati per diversi scopi quali le previsioni meteorologiche, la modellistica di simulazione epidemiologica, i bilanci idrici per l'irrigazione, la climatologia, ecc..

La rete di monitoraggio, in relazione alle diversificate esigenze dei servizi forniti, presenta diverse tipologie di stazioni con differenti dotazioni di sensori.

Le tre principali tipologie di stazioni, in funzione dell'ambito territoriale sono:

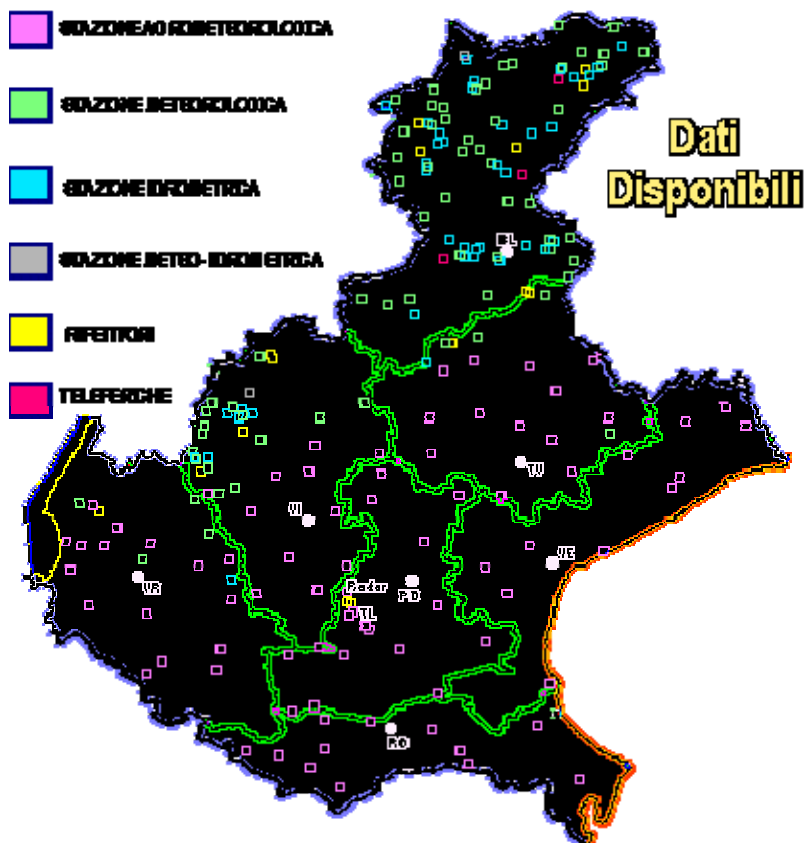
- a) meteorologica;
- b) agrometeorologica;
- c) idrometrica.



Il monitoraggio quantitativo delle risorse idriche viene effettuato tramite l'Ufficio Idrologico di Belluno.

Oltre alla gestione operativa del sistema, che comprende le operazioni di acquisizione, validazione e archiviazione dati, tale settore si occupa della predisposizione di una serie di prodotti e servizi, finalizzati all'utenza esterna o prodotti e servizi particolari, legati a specifiche esigenze dell'utenza.

La diffusione sull'intero territorio regionale risulta quella di seguito rappresentata:



In particolare nella Provincia di Padova sono attive una ventina di stazioni:

<b>Provincia di PADOVA</b>				
Stazioni Agrometeorologiche	Coordinate Gauss-Boaga fuso Ovest		Quota m s.l.m.	Anno attivazione
	X	Y		
<u>Agna</u>	1732500	5004921	2	1992
<u>Balduina Sant'Urbano</u>	1703222	5001188	8	1994
<u>Ca' Oddo (Monselice)</u>	1715662	5008292	6	1996
<u>Ca' di Mezzo (Codevigo)</u>	1746929	5012991	6	1996
<u>Campodarsego</u>	1727668	5042147	15	1992
<u>Codevigo</u>	1743297	5014716	0	1992
<u>Este (loc. Calaone)</u>	1708384	5013285	69	1991
<u>Faedo Cinto Euganeo</u>	1711449	5020414	247	1994
<u>Galzignano (Via Ca' Demia)</u>	1715064	5019974	13	2004
<u>Grantorto</u>	1714504	5052654	31	1991
<u>Legnaro</u>	1731296	5025799	8	1991
<u>Masi</u>	1695166	4999008	8	1994
<u>Montagnana</u>	1693723	5012987	13	1990
<u>Ponte Zata (Tribano)</u>	1723829	5007659	4	1996
<u>San Pietro Viminario</u>	1721214	5012297	5	1992
<u>Teolo</u>	1709767	5024532	158	1992
<u>Trebaseleghe</u>	1736015	5054913	23	1995
<u>Cittadella</u>	1717437	5060795	56	1991
<u>Monte Grande Rovolon F2</u>	1709358	5026653	454	1992
<u>Orto Botanico di Padova</u>	1725465	5031295	12	2000

Tra di esse, per i motivi che si spiegheranno più avanti, ci si è occupati in particolare della stazione di Legnaro, della quale si riporta in appendice (All.C) il report dei dati grezzi, ancora suscettibili di parziali modifiche dopo validazione, relativi al periodo 15/08/2005 – 13/10/2005.

## SCOPO DELLA TESI

Come visto in precedenza, il Servizio Agro meteorologico dell'ARPAV fornisce numerosi servizi diversi all'utenza finale. Essi si basano su serie storiche degli andamenti termo-pluviometrici che, attualmente, si riferiscono generalmente al periodo 1963-1990. Un obiettivo primario del Servizio è quindi quello di estendere le serie storiche di riferimento fino all'attualità, sfruttando i dati raccolti nel frattempo dalla nuova rete di Telemisura. La presente tesi si inserisce in questo quadro, puntando a fornire delle indicazioni preliminari sulle metodologie richieste per l'estensione delle serie storiche. Per questo studio si è fatto riferimento allo specifico sito di Legnaro – PD (stazioni della Facoltà di Agraria dell'Università di Padova e CSIM-CMT), per il quale erano disponibili sia rilievi effettuati con strumentazioni classiche, di tipo meccanico che con strumentazioni elettroniche per un periodo di sovrapposizione sufficientemente esteso.

I principali obiettivi del presente studio sono quindi stati:

- **la raccolta, controllo e gestione di serie storiche di dati, su una stazione, necessarie per lo studio della variabilità temporale alle scale di interesse;**
- **la quantificazione della variabilità inter-annuale**
- **l'individuazione di termini di confronto di misure della temperatura effettuate da strumentazioni diverse**
- **la valutazione della possibilità di estendere le serie storiche**

## MATERIALI E METODI

I due set di dati utilizzati provengono dalle registrazioni dei rilievi effettuati presso due autonome stazioni collocate entrambe nell'area della Azienda Sperimentale Agraria "Lucio Toniolo" dell'Università di Padova, inserita nell'ambito territoriale amministrativo del Comune di Legnaro, Provincia di Padova, Regione Veneto, Italia.

Il luogo è sito alla quota di circa 7 m sul livello di medio mare, georeferenziato alle coordinate UTM : 45°20'52'' latitudine Nord; 11°57'12'' longitudine Est).

Le due stazioni, allestite su di una superficie a prato di festuca ampia 4000 mq e recintata, distanti tra loro circa x m, in modo indipendente sono attualmente gestite:

1) l'una dalla Facoltà di Agraria, Dipartimento DAAPV

Variabili misurate	Temperatura dell'aria Radiazione globale Velocità del vento Direzione del vento Pioggia Umidità relativa Evaporazione (da classe A) Temperatura del terreno (quote -5, -10, -20 cm) Profondità della falda ipodermica
Strumenti	termografo meccanico schermato in cassetta di legno a ventilazione naturale
Epoca di installazione	anni 1960-1970

2) l'altra dal Centro Meteorologico di Teolo, centro specializzato della Agenzia Regionale di Prevenzione e Protezione dell'Ambiente (ARPA) del Veneto, presso la quale è confluita la struttura che già faceva capo al Centro Sperimentale di Idrologia e Meteorologia (CSIM) istituito dal Consiglio Regionale Veneto ed operante dal 1988.

Variabili misurate	Temperatura dell'aria (°C a due metri h) Radiazione globale (W/mq) Precipitazione (mm) Umidità relativa (%) Velocità del vento Direzione del vento Bagnatura fogliare (% tempo) Temperatura del suolo (quote 0, -10)
--------------------	---

Strumenti

elettronici (per la temperatura è presente sensore a variazione di resistenza con precisione di +/- 0,15°C e sensibilità <0,1°C : THERMISTORE da Thermally sensitive resistor : la resistenza elettrica nel semiconduttore varia con la temperatura con relazione non lineare; la linearizzazione viene ottenuta utilizzando insieme più resistori collegati tra loro ed associati a resistenze di valore stabilito – il sensore è protetto da schermo antiradiante in policarbonato a ventilazione naturale )

Epoca di installazione

1991

La stazione agrometeorologica di Legnaro è stata presa come stazione guida, corrispondendo alla necessità di disporre, relativamente ad un congruo periodo di tempo, di duplice misurazione della temperatura, con strumentazione meccanica ed elettronica.

Tale condizione risultava soddisfatta a Legnaro, a partire dal Febbraio 1992, per la coesistenza temporale e la quasi-coincidenza spaziale delle stazioni di rilievo DAAPV-UNIPD (meccanica) e CSIM-ARPAV (elettronica) le quali hanno acquisiti autonomamente i dati analizzati.

Una volta acquisiti i data set relativi ai dati sopra citati si è proceduto ad una prima disamina strutturale, si è raggruppato il set di dati di interesse e si è quindi creato un nuovo archivio riorganizzandone la struttura secondo necessità.

Dai dati relativi alla Tmax ed alla Tmin si è ricavato per semplice media il dato Tmed, dato che è stata quindi aggregato per le unità decadali, sulle quali ci si prefiggeva di lavorare, ritenendo tali unità di opportuna ampiezza per descrivere l'andamento nell'intervallo di tempo considerato senza essere eccessivamente influenzate dalla variabilità intrinseca, del ciclo giornaliero o di quello stagionale.

Le unità decadali corrispondono agli intervalli temporali compresi 1°-10°, 11°-20° e 21°-30° (o 28° o 31°) giorni del mese.

Il confronto tra le misure effettuate mediante strumenti elettronici e meccanici ha rivelato in un primo momento alcune discordanze e si è quindi cercato un meccanismo di correzione e ripetuto il confronto dopo la sua applicazione.

Allo scopo di poter procedere al confronto del “reale” andamento medio delle serie, non risultando essere stata effettuata registrazione abbinata all'epoca della messa in funzione della nuova strumentazione di misura, si è quindi utilizzata la serie temporale dei dati acquisiti tra il '92 ed il 2001 per la quale risultava disponibile oltre alla misura elettronica (ARPAV-CSIM) anche quella meccanica (DAAPV-UNIPD), dati indipendentemente acquisiti in posizione praticamente coincidente presso limitrofa stazione.

Le due serie sono state quindi comparate tramite analisi di regressione, ottenendo dei coefficienti di correzione per standardizzare e ed omogeneizzare i dati rilevati con le strumentazioni meccaniche (periodo 1963-1990) a quelli delle strumentazioni elettroniche (periodo 1992-2004) che attualmente proseguono nei rilievi.

Sulla base della procedura di standardizzazione individuata si effettua la correzione della serie storica per conformarla a quella attuale e si procede quindi a nuovo confronto con le serie così risultanti (serie elettronica '92-2004, serie originale '63-90, serie corretta '63-90 e serie quarantennale composta dall'insieme della prima e della terza '63-2004).



Si è successivamente valutato l'effetto delle modificazioni ambientali sullo sviluppo potenziale di mais e frumento, facendo riferimento a due fasi fenologiche basilari del ciclo di sviluppo (fioritura e maturazione fisiologica). Si sono quindi ricavati i valori di gradi utili (HU) con formula semplificata  $GDD = T_{med} - T_b$  if  $T_{med} > T_b$  or  $=0$  if  $T_{med} \leq T_b$ , dove le temperature di base da letteratura sono rispettivamente pari a  $T_b=0$  per il frumento e  $T_b=8$  per il mais, utilizzando le diverse serie storiche disponibili.

Per la valutazione dell'anomalia termica si è fatto ricorso alla metodologia già usualmente utilizzata presso il Servizio Agrometeorologico del CMT che, a partire dal valore medio di temperatura ed alla deviazione standard, prevede l'attribuzione a fasce di scostamento dalla media secondo i valori soglia  $T_{lim} = media \pm z * \sigma$ , dove  $z = 1.65, 1.3, 0.85$ .

L'ampiezza delle bande è commisurata approssimativamente sugli intervalli di probabilità 5, 10, 20, 80, 90 e 95 % in simmetria sulla distribuzione normale.

Viene poi calcolato il relativo indice attribuendo valori da 0 a 6 alle 7 classi di soglia. Valori intermedi vengono interpolati considerandosi la corrispondenza di indice = 3,5 per valore di scostamento dalla media nullo; l'attribuzione dell'indice consente poi la spazializzazione dei dati e la loro eventuale rappresentazione geografica (raster, kriging, cokriging).

## RISULTATI

### 1) *Confronto tra rilevazioni con strumentazione meccanica ed elettronica.*

Come già riportato in precedenza, nel periodo 1992-2001 sono state attive nella Stazione di Legnaro sia la strumentazione elettronica dell'ARPAV che le strumentazioni meccaniche del DAAPV. Ciò ha permesso di confrontare le due serie di rilievi, accoppiando le misure giornaliere di temperatura media. Dalla serie di dati sono stati tolti tutti i casi in cui non era disponibile una delle due informazioni; si è inoltre effettuato un controllo preliminare che ha permesso di identificare dei periodi di malfunzionamento delle strumentazioni meccaniche, probabilmente collegati a problemi di staratura degli strumenti. Si è comunque potuta considerare una serie di circa 2500 coppie di valori giornalieri che hanno permesso di ottenere la relazione lineare riportata in Fig. 1.

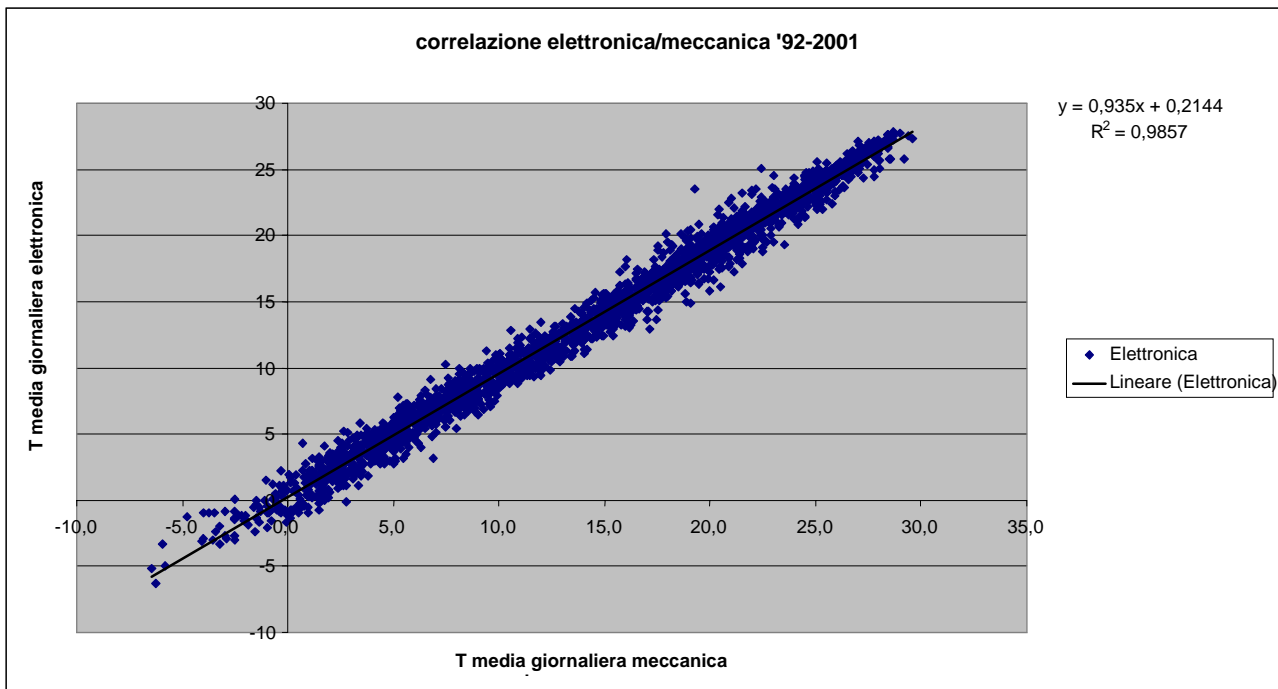


Fig. 1: Confronto tra temperature medie giornaliere rilevate con strumentazioni meccaniche (x) ed elettroniche (y).

Questa relazione evidenzia una tendenza delle strumentazioni meccaniche di sovrastimare le temperature rispetto alle strumentazioni elettroniche, ma anche l'ottima correlazione tra i dati rilevati dai due tipi di strumentazione ( $R^2=0.94$ ). La retta di regressione calcolata può quindi essere impiegata per standardizzare i dati ricavati in precedenza dalle strumentazioni manuali rispetto a quelli attualmente rilevati con strumenti elettronici.

## 2) *Andamenti termici medi del periodo 1963-2004*

L'andamento medio della temperatura della stazione di Legnaro nel periodo 1992-2004 (rilevazioni con strumentazioni elettroniche) presenta una marcata differenza rispetto all'andamento medio della serie storica 1963-1990 (strumentazioni meccaniche) (Fig. 2). Tale differenza è imputabile a variazioni di carattere climatico generale, ma è anche influenzata dalla diversa risposta dei sensori utilizzati. Innanzitutto si sono quindi standardizzate le serie storiche sulla base della relazione tra misure meccaniche ed elettroniche precedentemente identificata. La nuova serie storica per il periodo 1963-1990 (serie corretta) si differenzia da quella originale per una riduzione della temperatura media annua e quindi si discosta maggiormente dalla media dell'ultimo dodicennio (Fig. 2). Riunendo queste due serie storiche si ottiene una serie quarantennale (1963-2004), il cui andamento medio è riportato in Fig. 2. Nel caso della Stazione di Legnaro, quest'ultima serie si presenta sostanzialmente simile alla serie storica 1963-1988 non corretta, a causa del maggior peso dei dati del primo trentennio rispetto a quelli più elevati dell'ultimo dodicennio.

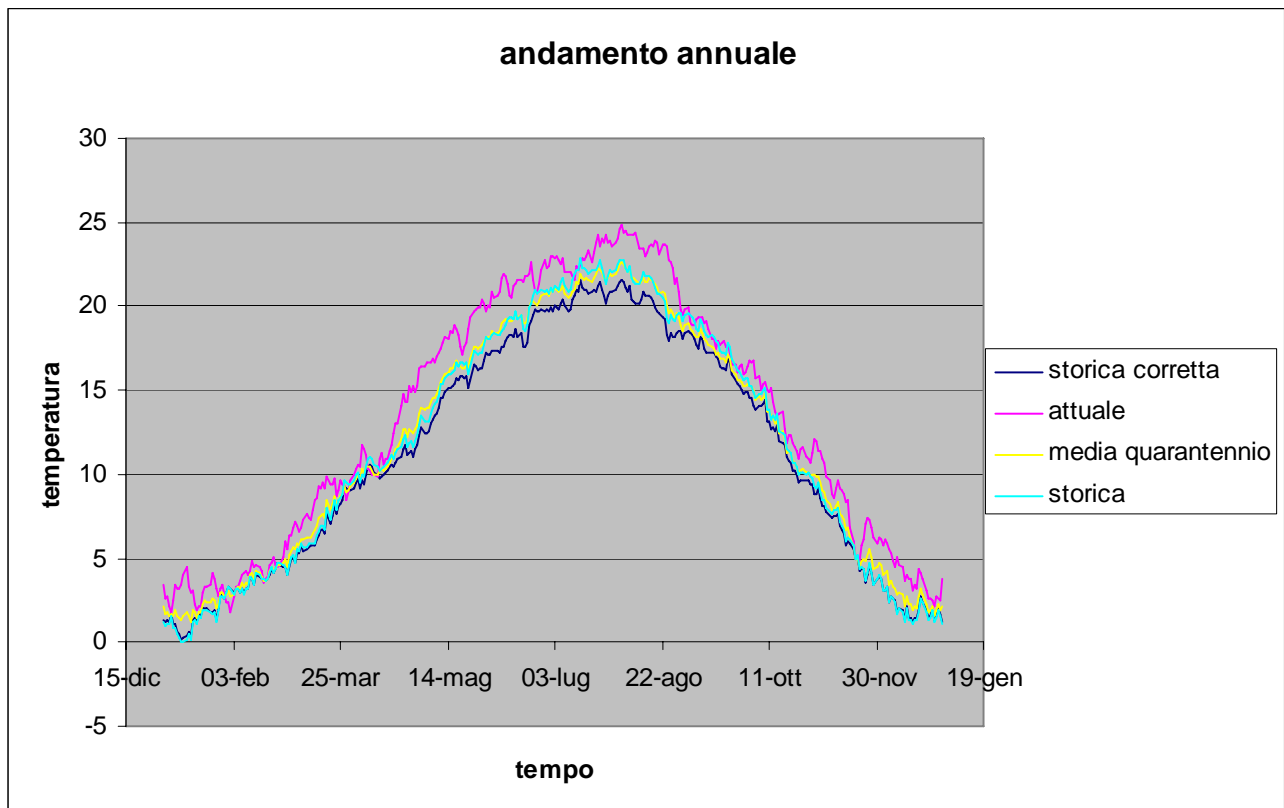


Fig. 2: Andamento medio annuale delle serie storiche della temperatura media della Stazione meteorologica di Legnaro.

La disponibilità di una serie storica sul quarantennio con dati omogenei permette però di valutare meglio l'evoluzione climatica del periodo considerato (Fig. 3): ad una periodo di relativa stabilità negli anni '70 e prima metà degli '80 ha fatto seguito una fase di rapido aumento delle

temperature medie. Nel corso del quarantennio si è comunque osservato un incremento della temperatura media annua con un tasso di circa  $0.074\text{ }^{\circ}\text{C anno}^{-1}$ .

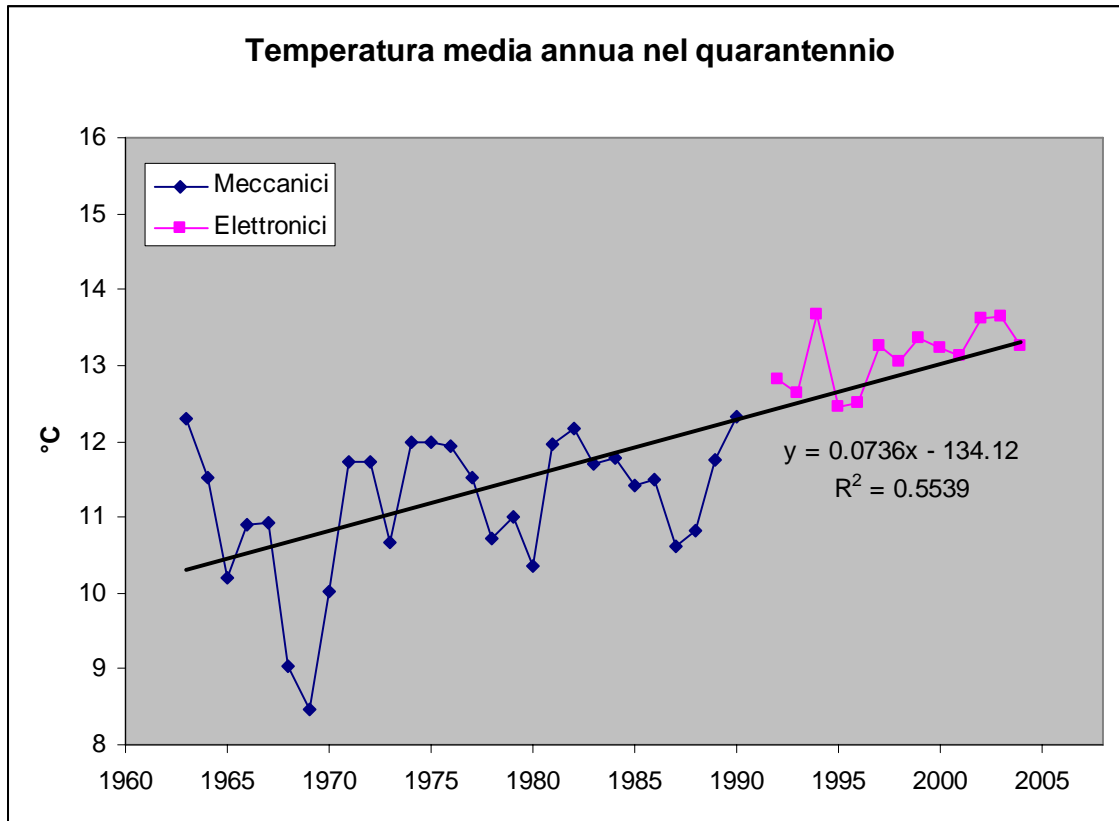


Fig. 3: Evoluzione della temperatura media annua per la Stazione meteorologica di Legnaro nel quarantennio considerato.

Confrontando l'andamento medio dell'ultimo dodicennio con quello del trentennio precedente (dati corretti), si evidenzia una differenza media di circa  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$  (Tab. 1), con marcata dinamica intra annuale (Fig. 4), con incrementi di temperatura particolarmente sensibili nel periodo primaverile estivo e con aumenti meno spiccati, ma comunque rilevanti per la fase di inizio inverno.

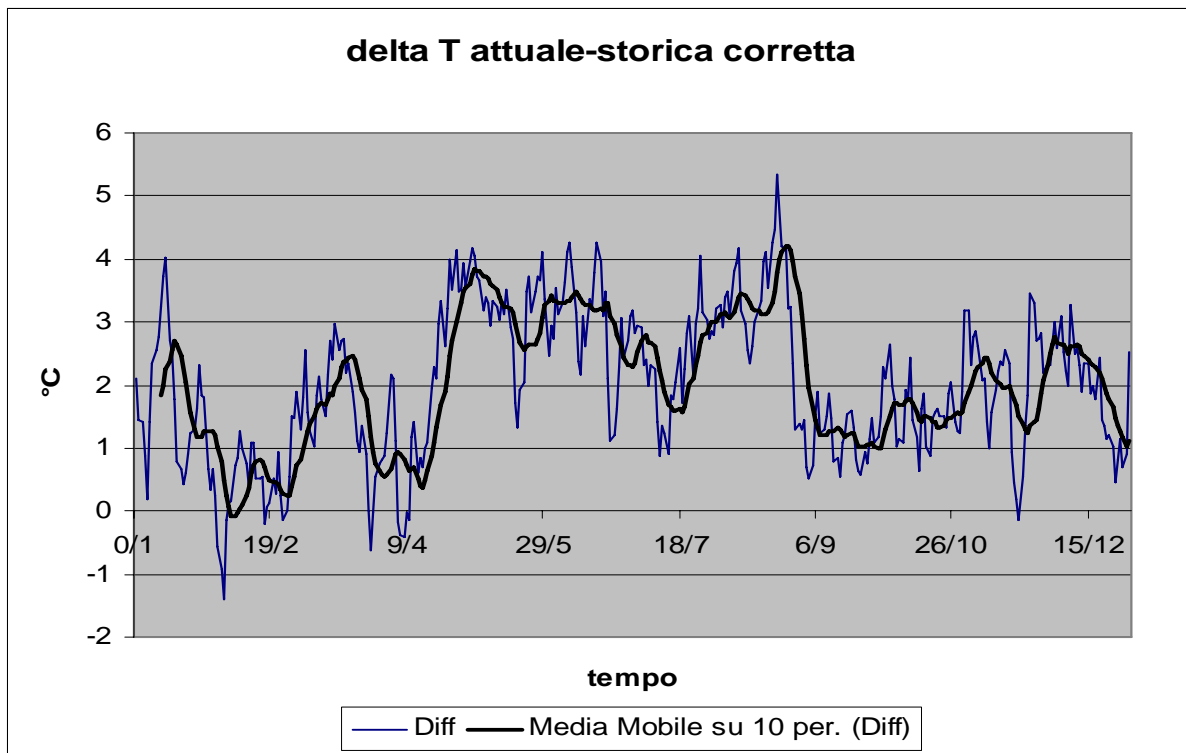


Fig. 4: Andamento giornaliero della differenza della temperatura media giornaliera tra il periodo 1992-2004 ed il periodo 1963-1990 (serie corretta).

Tab. 1: Differenza della temperatura media giornaliera tra il periodo 1992-2004 ed il periodo 1963-1990 (serie corretta)

Parametro	°C
Media	2,02
mediana	1,98
1° quart	1,13
3° quart	2,96
min	-1,39
max	5,35

### 3) *Variazioni della fenologia in relazione alle variazioni climatiche locali*

La serie storica originale 1963-2004, quella estesa al quarantennio e la serie storica dell'ultimo dodicennio sono state impiegate per la valutazione dello sviluppo fenologico di mais e

frumento, scelte come colture tipo con ciclo rispettivamente estivo ed autunno-primaverile. Per il frumento si è considerata una semina nella prima decade di ottobre mentre per il mais si è fatto riferimento ad un ibrido classe FAO 600 seminato nella seconda decade di marzo (semina anticipata) o nella seconda decade di aprile (semina ritardata).

Sulla base delle serie storiche considerate si è calcolato l'andamento dell'accumulo di gradi utili di temperatura (Heat Units – HU °C), con la seguente formula:

$$HU = \begin{cases} T_m - T_b & \text{se } T_m > T_b \\ 0 & \text{se } T_m \leq T_b \end{cases}$$

Dove  $T_m$  è la temperatura media giornaliera e  $T_b$  la temperatura di base per la coltura considerata.

Le temperature di base e le somme termiche necessarie per la fioritura e la maturazione fisiologica considerate sono riportate nella Tab. 2.

Tab. 2: Principali parametri fenologici considerati.

Coltura	T <sub>b</sub> (°C)	Σ HU per la fioritura (°C giorno)	Σ HU per la maturazione (°C giorno)
Frumento	0	1200	2250
Mais	8	820	1750

In linea con la metodologia impiegata dal Servizio Agrometeorologico dell'ARPAV, si è considerato l'andamento termico corrispondente all'anno medio e a due anni estremi tali da includere nell'intervallo l'80% dei valori possibili.

Per tutte le situazioni colturali analizzate si nota una sostanziale similitudine tra le previsioni fenologiche effettuate sulla base della serie storica 1963-1988 e quarantennale. Considerando l'andamento climatico dell'ultimo dodicennio, invece, è evidente un accumulo di gradi utili notevolmente accelerato, con un più veloce raggiungimento degli stadi fenologici considerati (Figg. 5, 6 e 7).

Gli andamenti vengono ricavati a partire dal presupposto che una coltura necessita, per completare un determinato ciclo, di una quantità di calore determinabile nella somma termica dei gradi di temperatura raggiunti nel periodo ed eccedenti la temperatura di base, caratteristica della specie o della cultivar coltivata.

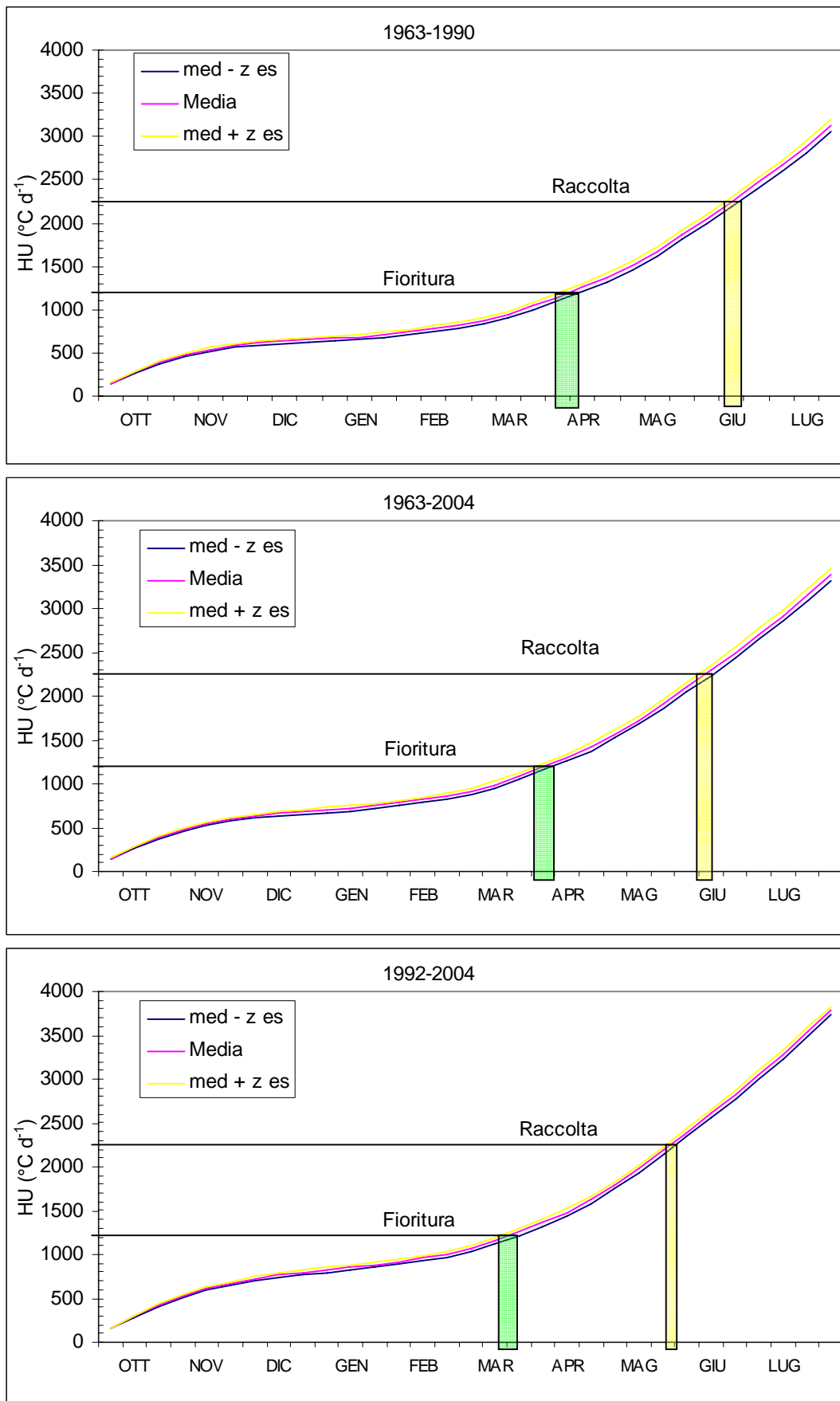


Fig. 5: Cronologia dello sviluppo fenologico del frumento con le differenti serie storiche impiegate.

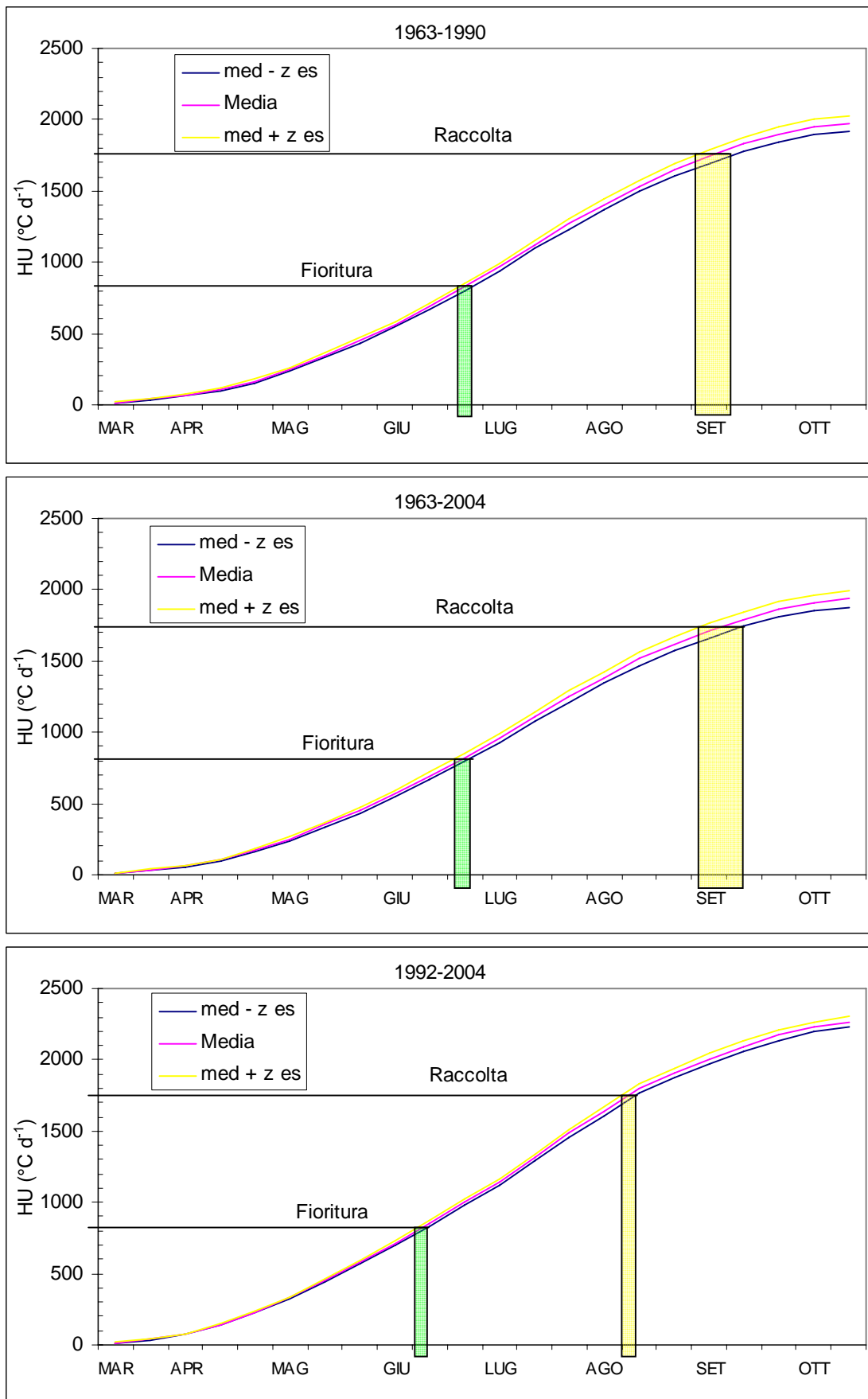


Fig. 6 Cronologia dello sviluppo fenologico del mais in semina precoce (20 marzo) con le differenti serie storiche impiegate.



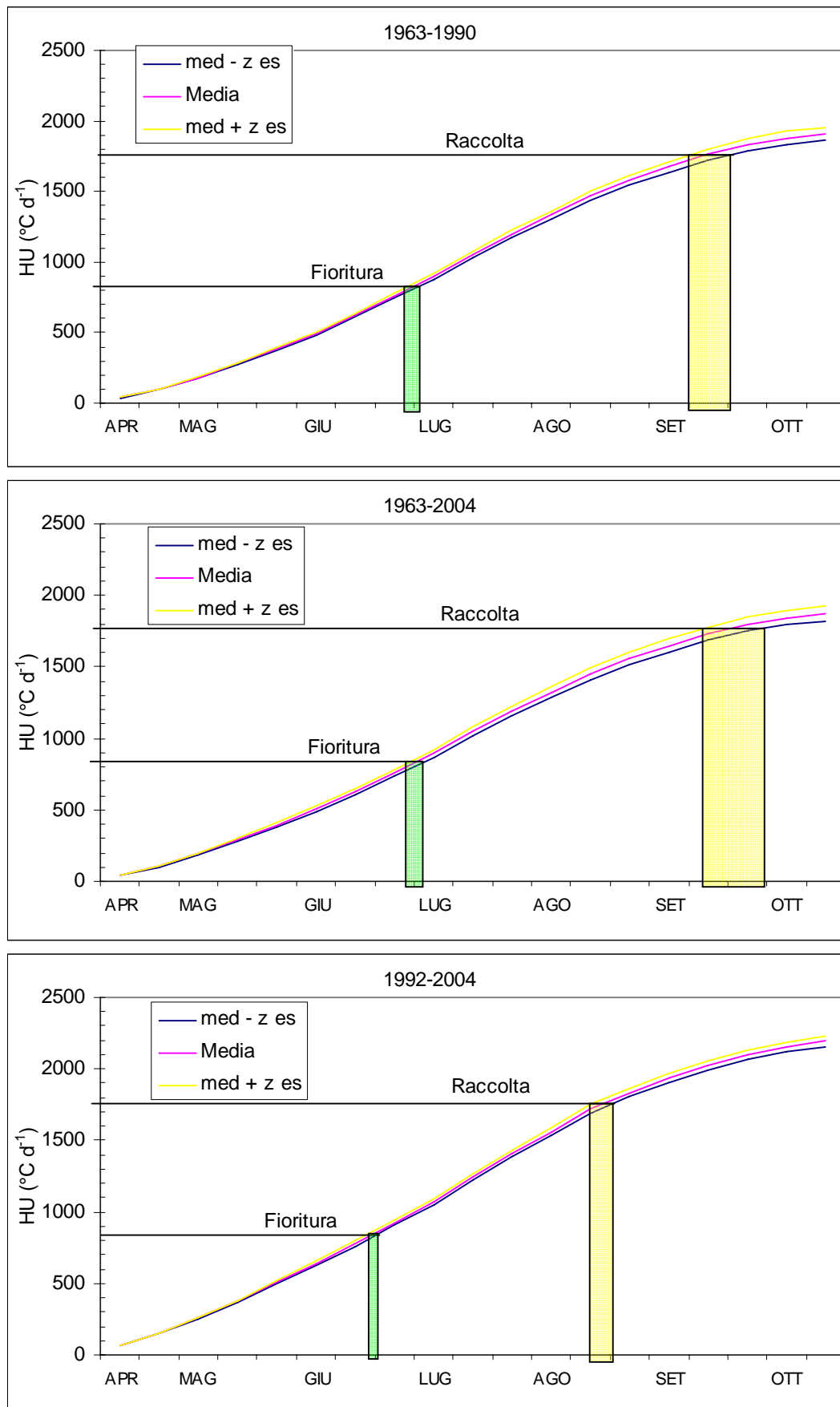


Fig. 7 Cronologia dello sviluppo fenologico del mais in semina ritardata (20 aprile) con le differenti serie storiche impiegate.

Un confronto più diretto dell'anticipo di maturazione riscontrabile sulla base della serie storica più recente è riportato in Fig. 8, che fa riferimento al solo anno medio.

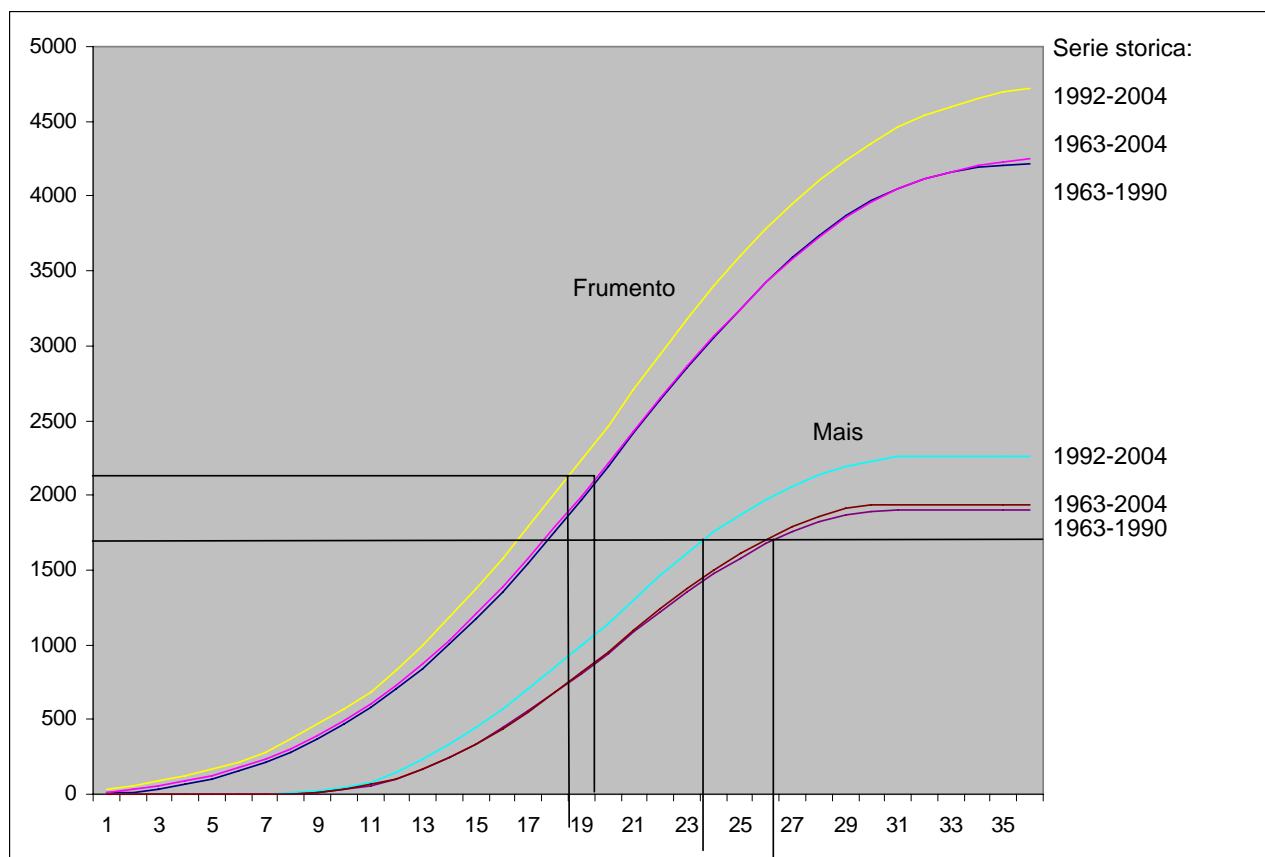


Fig. 8: Andamento medio dell'accumulo di gradi utili per frumento e mais nell'anno medio, considerando diverse serie storiche di riferimento.

Nel constatare che la somma termica, sia per le fioriture che per le raccolte, è sempre anticipata nella serie attuale rispetto a quella storica, si impone all'attenzione la verifica di come cambia il quadro, in termini agrometeorologici, nel prendere a riferimento l'una piuttosto che l'altra.

La situazione riscontrata sembra comunque trovare innumerevoli riscontri nei fatti con la pratica di anticipare le semine ed i raccolti, che risulta essersi diffusa nell'ultimo periodo.

#### 4) *Analisi delle anomalie termiche*

Sulle serie temporali considerate si è quindi effettuata l'analisi di frequenza delle probabilità di superamento mediante la tecnica del ranking.

Per la valutazione dell'anomalia termica si è fatto ricorso alla metodologia già usualmente utilizzata presso il Servizio Agrometeorologico del CMT che, a partire dal valore medio di

temperatura e dalla deviazione standard, prevede l'attribuzione a fasce di scostamento dalla media secondo i valori soglia  $z(p) = \text{media} \pm z \cdot \text{devst}$ , dove  $z = 1.65, 1.3, 0.85$ .

L'ampiezza delle bande è commisurata approssimativamente sugli intervalli di probabilità 5, 10, 20, 80, 90 e 95 % in simmetria sulla distribuzione normale.

Viene poi calcolato il relativo indice attribuendo valori da 0 a 6 alle 7 classi di soglia. Valori intermedi vengono interpolati considerandosi la corrispondenza di indice = 3,5 per valore di scostamento dalla media nullo; l'attribuzione dell'indice consente poi la spazializzazione dei dati e la loro eventuale rappresentazione geografica (raster, kriging, cokriging).

Con le tre serie storiche, meccanica, elettronica e quarantennale corretta, appartenenti ad un'unica stazione e quindi giocoforza non spazializzabili, la rappresentazione viene attuata sulle trentasei decadi dell'anno e si ricava dall'attribuzione di ciascun valore ad una delle classi sopra definite, considerando l'annata 2004.

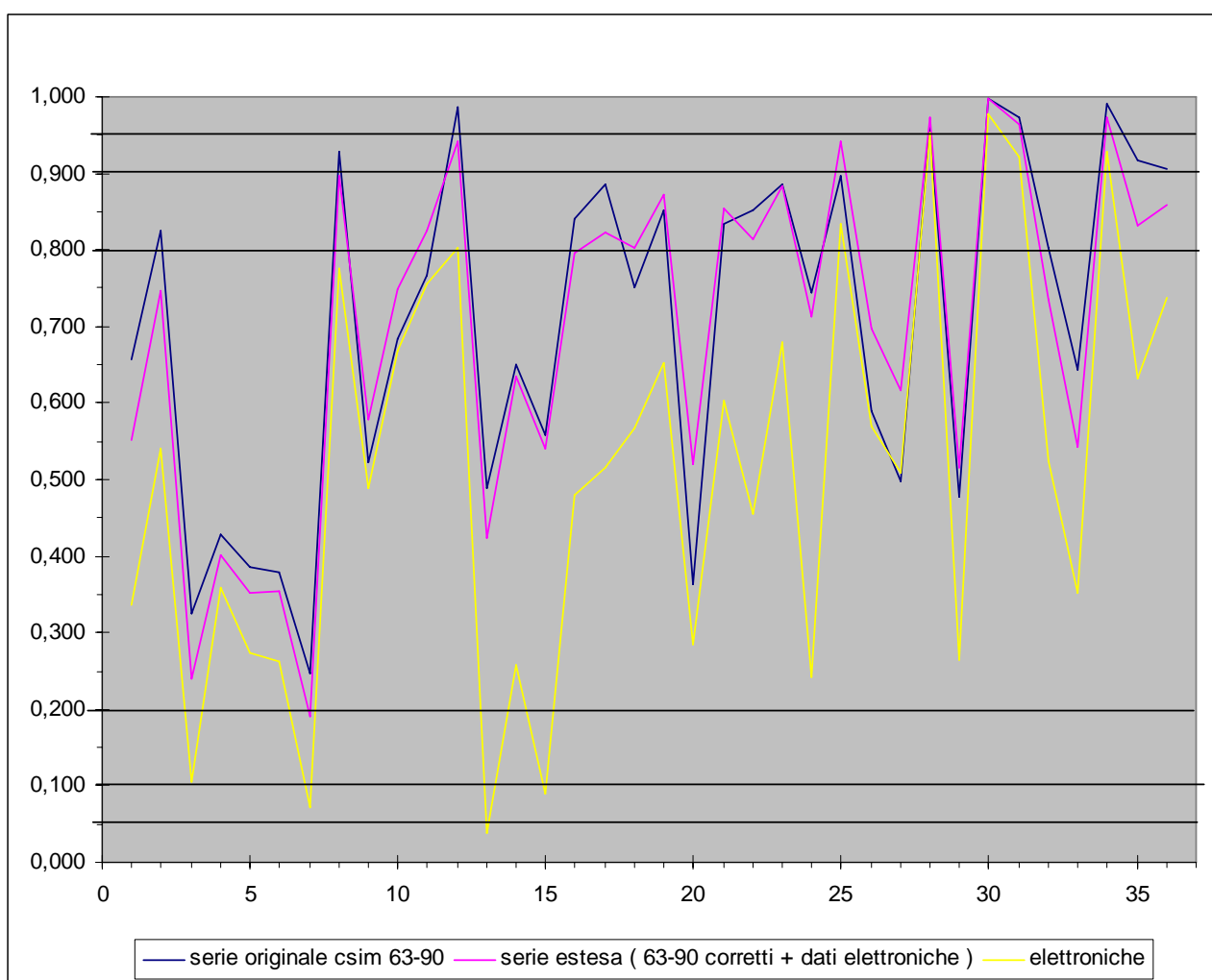


Fig 9: Andamento dell'anomalia termica decadale per l'annata 2004, considerando diverse serie storiche di riferimento

Tab. 3: Distribuzione di frequenza dell'anomalia termica decadale per l'annata 2004, considerando diverse serie storiche di riferimento

		Serie di confronto		
		1963-1988	1963-2004	1992-2004
		n. decenni		
Eccezionalmente elevata	(classe 0)	5	4	2
Molto elevata	(classe 1)	3	2	2
Elevata	(classe 2)	8	10	2
Normale	(classe 3)	19	19	26
Bassa	(classe 4)	0	1	1
Molto bassa	(classe 5)	0	0	2
Eccezionalmente bassa	(classe 6)	0	0	1

L'analisi evidenzia una diversa distribuzione numerica nelle classi per gli elementi decadici utilizzando differenti serie come riferimento climatico. Utilizzando le due serie storiche più lunghe, l'annata 2004, portata ad esempio nel precedente grafico Fig. 9, potrebbe essere classificata come calda, presentando frequenti deviazioni dalla normalità nelle classi più alte. Utilizzando come riferimento l'ultimo dodicennio, invece, l'annata presenta un andamento sostanzialmente normale, con la comparsa, semmai, di alcune anomalie termiche nella direzione delle temperature basse.

I dati puntuali della probabilità di superamento sono infine interpolati con funzione sigmoidale, come di seguito rappresentato Fig. 10 a titolo esemplificativo per le seconde decenni dei mesi di Febbraio, Giugno e Settembre.

Gli andamenti della probabilità di superamento mettono ancora in evidenza la marcata differenza dell'andamento termico nel periodo considerato: a parità di temperatura, la probabilità di superamento calcolata sulla base della serie storica dell'ultimo dodicennio è infatti sempre superiore a quelle ricavate con le altre serie storiche, in linea con l'aumento medio della temperatura ambientale.

Oggetto di ulteriore approfondimento potrà essere la rivisitazione delle serie dell'intero dataset regionale, a partire dalle situazioni che, analogamente a Legnaro, attuano la doppia registrazione di misura, meccanica e elettronica della temperatura.

La spazializzazione del dato, come nel caso della rappresentazione delle carte di anomalia termica potranno essere soggette a revisioni, od a doppia prospettiva.

Potrà inoltre essere considerata l'analisi di altri parametri quali la precipitazione, l'indice relativo alla siccità SPI, l'indice della qualità climatica CQI etc.

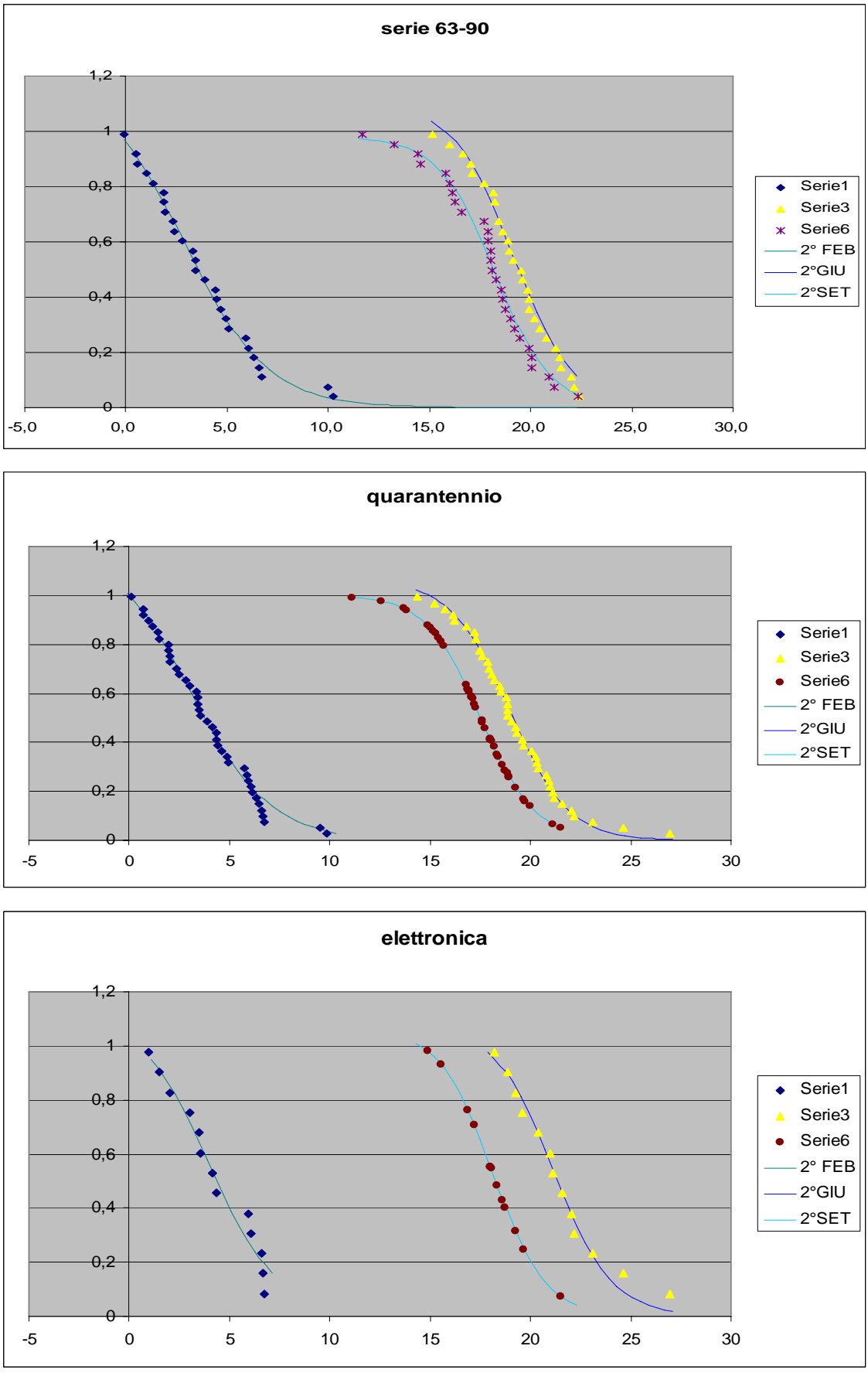


Fig. 10 : probabilità di superamento di una data temperatura media giornaliera nelle seconde decadi dei mesi di Febbraio, Giugno e Settembre, in funzione della diversa serie storica utilizzata.

## DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'analisi delle serie storiche considerate ha messo in evidenza la necessità di standardizzare i dati per permetterne l'estensione e lo studio su periodi prolungati. Tra le strumentazioni meccaniche e le nuove strumentazioni elettroniche, infatti, si è evidenziata una differenziazione di risposta sistematica, con una tendenza delle vecchie strumentazioni meccaniche a dare letture superiori a quelle delle strumentazioni elettroniche. L'estensione delle serie storiche disponibili con i dati ricavati negli ultimi anni dalla rete del Servizio Agrometeorologico non può quindi essere fatta senza considerare queste differenze. Rimane comunque da valutare la stabilità delle relazioni tra misurazioni meccaniche ed elettroniche al variare dell'ambiente di misura e del range di valori ambientali e, soprattutto, al variare delle strumentazioni meccaniche impiegate in precedenza. La rete attuale, infatti, presenta un elevato grado di standardizzazione dei sensori, mentre i dati disponibili a livello Regionale per il periodo fino alla fine degli anni '80 sono stati raccolti utilizzando strumentazioni diverse, la cui omogeneità deve essere valutata.

La correzione della serie storica 1963-1988 e la sua estensione all'attualità ha palesato la dinamica della temperatura nell'ambiente considerato ed il consistente trend nell'arco dell'ultimo quarantennio. Gli ultimi anni, infatti sono stati caratterizzati da temperature notevolmente superiori a quelle rilevate nel trentennio precedente (in media circa 2 °C in più) con differenze particolarmente marcate per il periodo primaverile ed estivo. Ciò conferma le osservazioni a scala globale sull'evoluzione termica degli ultimi anni (nell'ultimo secolo stimata in 0,6 +/- 0,2 °C di media sul globo terrestre) (IPCC, 2001).

L'utilizzo della serie elettronica piuttosto che di quella meccanica o di quella mediata fanno di conseguenza verificare differenze nell'attribuzione dei coefficienti di probabilità di superamento, dai quali possono discendere diverse attribuzioni ai campi di anomalia;

Le variazioni climatiche rilevate determinano ovviamente delle conseguenze per lo sviluppo delle colture: la previsione dell'epoca di raggiungimento di determinate fasi fenologiche risulta infatti notevolmente diversa a seconda della serie temporale utilizzata come riferimento. In particolare, sulla base della serie storica più recente, si può calcolare un anticipo medio nella fase di maturazione fisiologica di circa 1 decade nel frumento e quasi 3 decenni nel mais rispetto la previsione del medesimo modello riferito al trentennio '63-90. Per il servizio di previsione fenologica sarebbe quindi più opportuno fare riferimento alla serie temporale più recente. Va però ricordato che l'Organizzazione Mondiale per la Meteorologia (WMO) raccomanda l'utilizzo di serie storiche dell'ultimo trentennio per tutte le valutazioni a carattere meteo-climatologico, per limitare gli effetti indesiderati di fluttuazioni termiche di breve-medio periodo. In un situazione di cambiamento climatico con temperature in continua variazione ciò porta a considerare nella serie storica di riferimento (1963-1990) periodi con temperature medie inferiori rispetto all'attualità, ottenendo un andamento medio sottostimato rispetto alla condizione attuale.

## BIBLIOGRAFIA

Benincasa F., Maracchi G., 2007. DAI PARAMETRI METEOROLOGICI AI MODELLI PER LO SVILUPPO E LA CRESCITA DELLE COLTURE: ACQUISIZIONE E VALIDAZIONE DEI DATI METEOROLOGICI, IBIMET Istituto di Biometeorologia Quaderno 12, CNR

Borin M., 2005. Il quadro ambientale – clima. In: POTENZIALITA' PRODUTTIVA E SOSTENIBILITA' DEI SISTEMI COLTURALI - 40 anni di ricerche nel Veneto, a cura di Luigi Giardini

PATRON Editore Bologna

Ceccon P., 1995. ELEMENTI DI AGROMETEOROLOGIA E AGROCLIMATOLOGIA, Imprimerie snc

Soliani L., Sartore F., Siri E., 2005. MANUALE DI STATISTICA PER LA RICERCA E LA PROFESSIONE – Statistica per le discipline ambientali e biologiche

UNI.NOVA - Parma

IPCC 2001: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel of Climate Change.

Cambridge University Press, Cambridge.

## LINKS





Allegato A: esempio di bollettino agrometeorologico provinciale:

A.R.P.A.V.  
Agenzia Regionale Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto  
CENTRO METEOROLOGICO DI TEOLO

\*\*\*\*\*

DIREZIONE FITOSANITARIA REGIONALE

\*\*\*\*\*

" SERVIZIO INTEGRATO DI AGROMETEOROLOGIA E DI DIFESA FITOPATOLOGICA "

BOLLETTINO AGROMETEOROLOGICO n. 62 DI MERCOLEDÌ 12/10/2005

EVOLUZIONE GENERALE: fino alla prima parte di giovedì il Veneto continuerà ad essere marginalmente interessato da un nucleo depressionario presente in quota sull'Europa orientale; in seguito dal nord Africa un promontorio anticiclonico si estenderà verso le nostre latitudini. Il tempo sarà stabile e soleggiato, salvo foschie anche dense e nubi basse durante le ore più fredde del mattino in pianura e nelle valli.

TEMPO PREVISTO

FINO ALLE 24 DI OGGI: cielo sereno o poco nuvoloso.

GIOVEDÌ: sulle Dolomiti cielo in prevalenza sereno o poco nuvoloso. Altrove durante la prima parte del mattino probabilità di foschie e locali banchi di nebbia che in seguito, sollevandosi, daranno luogo a nubi basse in dissolvimento col passare delle ore; dal pomeriggio cielo poco nuvoloso.

PROBABILITÀ DI PRECIPITAZIONE: bassa (0/20%).

TEMPERATURA: massime senza variazioni di rilievo (19-21 °C in pianura), minime in ulteriore diminuzione (6-8 °C in pianura).

VENTI. In montagna (sopra i 1500m): deboli nord-occidentali. Altrove: durante il mattino deboli/moderati nord-orientali, in seguito deboli con direzione variabile.

STATO DEL MARE: calmo o poco mosso.

FENOMENI PARTICOLARI: al mattino clima freddo per il periodo, con temperature minime inferiori alla norma anche di 5-7 °C in montagna ed in val Belluna.

VENERDÌ: in montagna cielo sereno o poco nuvoloso; in pianura e nelle valli durante le ore più fredde del mattino probabilità di foschie, locali banchi di nebbia e nubi basse, in seguito cielo sereno o poco nuvoloso.

Temperature massime in lieve aumento, minime senza variazioni di rilievo.

SABATO: al mattino cielo sereno o poco nuvoloso in montagna, mentre in pianura e nelle valli saranno probabili foschie, locali banchi di nebbia e nubi basse durante le ore più fredde ed in graduale dissolvimento in seguito; dal pomeriggio cielo poco nuvoloso. Temperature massime in lieve aumento, minime senza variazioni di rilievo.

Elaborazioni derivate da dati di base forniti anche dal AM.

INDICAZIONI AGRONOMICHE PER LA PROVINCIA DI PADOVA

**- SETTORE FRUTTICOLO -**

**Pomacee**

E' in corso la raccolta delle mele autunnali Morgenduft, Fuji e Granny Smith mentre Pink Lady sarà raccolta nelle prossime settimane.

Non vengono segnalati attacchi particolari di fitofagi a parte qualche presenza di larve di Eulia e Piralide in attività trofica sui frutti.

Appena ultimata la raccolta delle diverse cultivar si raccomanda di trattare subito con un PRODOTTO RAMEICO per la prevenzione degli attacchi di Cancro rameali che possono insediarsi nelle ferite dovute al distacco dei frutti. Questo intervento è importante se anche nei prossimi giorni si verificheranno condizioni atmosferiche umide e piovose.

Nelle aree interessate dalla presenza di Colpo di fuoco batterico si raccomanda di tenere sotto stretta osservazione i frutteti di pero e cotogno poiché in questo periodo la malattia ha condizioni ideali di sviluppo e si osservano sintomi di nuovi attacchi.

## - SETTORE COLTURE ESTENSIVE -

### **Mais**

Si ricorda che in Veneto nel corso del monitoraggio effettuato dal servizio fitosanitario si è accertata la presenza di Diabrotica virgifera virgifera (Verme delle radici).

Detto coleottero è inserito tra i parassiti di quarantena; questo significa che sono organismi nuovi sul territorio, che non hanno antagonisti, che la difesa è estremamente difficile e che causano quindi un elevato danno economico.

Per tale motivo la legislazione europea e italiana in caso di presenza impone alle aziende infestate da tale coleottero delle azioni atte ad impedirne lo sviluppo.

La principale difesa, più efficace ed economica, è la **ROTAZIONE** (evitare la monosuccessione – il ristoppio).

In alternativa la legge impone i trattamenti chimici che in qualunque caso non raggiungono gli obiettivi.

Il controllo per una eventuale eradicazione dal territorio richiede la massima collaborazione tra tutti gli agricoltori attuando una difesa univoca ed estesa a tutto il territorio e non per singola azienda.

**Quindi, visto l'approssimarsi delle semine autunnali, il Servizio Fitosanitario Regionale invita tutte le aziende maidicole ad attuare la ROTAZIONE in particolare nei comuni nei quali è stata accertata la presenza del parassita e che sono: Peschiera del Garda e Mozzecane (Verona), Montorso, Montebello Vicentino e Gambellara (Vicenza), Portogruaro e Teglio Veneto (Venezia).**

I tecnici del servizio sono a disposizione presso le varie sedi per ulteriori informazioni.

### INFORMAZIONI AGGIORNATE PRESSO:

CENTRO METEOROLOGICO Tel. 049 9998111; Fax 049 9925622;

Email [cmt.agromet@arpa.veneto.it](mailto:cmt.agromet@arpa.veneto.it)

DIREZIONE FITOSANITARIA REGIONALE Tel. 045 8676919; Fax 045 8676937;

Email [omp@mail.regione.veneto.it](mailto:omp@mail.regione.veneto.it)

PROSSIMO BOLLETTINO METEOROLOGICO: GIOVEDÌ 13 OTTOBRE

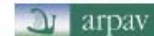
PROSSIMO BOLLETTINO AGROMETEOROLOGICO: MERCOLEDÌ 19 OTTOBRE

**ZONA 6**



**Agrometeo**  
informa

**PIANURA ORIENTALE**



CENTRO METEOROLOGICO - Teolo (PD) - Tel.: 049 9998144-45 BOLLETTINO n. 56 del 12 OTTOBRE 2005 ore 14:56.

Fax on Demand: 049 9925409 di seguito digitare: 4 -06- 2 E-mail: [cmt.agromet@arpa.veneto.it](mailto:cmt.agromet@arpa.veneto.it) Internet: [www.arpa.veneto.it/agrometeo.htm](http://www.arpa.veneto.it/agrometeo.htm)

Redazione - Servizio per l'Agricoltura e il Territorio: F.Balsemin, G.Cacciatori, F.Checchetto, A.Chiaudani, I.Delillo, M.Padoan, U.Surian; Responsabile del Servizio: G.Tridello.

Con il contributo - Regione Veneto Assessorato Agricoltura. In collaborazione - Servizio Fitosanitario Regionale, ARPAV Servizio Meteorologico Regionale.

**IL TEMPO PREVISTO NEI PROSSIMI GIORNI**

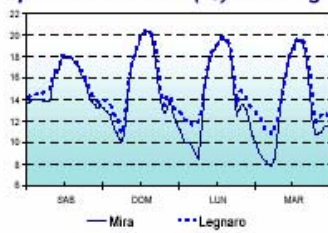
**STABILE E SOLEGGIATO SALVO FOSCHIE O NUBI BASSE AL MATTINO**

**EVOLUZIONE GENERALE** fino alla prima parte di giovedì il Veneto continuerà ad essere marginalmente interessato da un nucleo depressionario presente in quota sull'Europa orientale; in seguito dal nord Africa un promontorio anticiclonico si estenderà verso le nostre latitudini. Il tempo sarà stabile e soleggiato, salvo foschie anche dense e nubi basse durante le ore più fredde del mattino nei bassi strati.

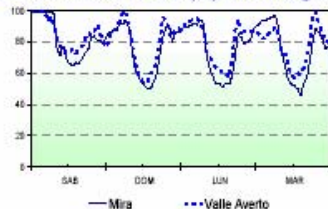
	GIOVEDÌ 13		VENERDÌ 14		SABATO 15	
	Mattina	Pomeriggio	Mattina	Pomeriggio	Mattina	Pomeriggio
<b>PROBABILITA' PRECIPITAZIONI</b>	Bassa 0/20 %		Bassa 0/20 %		Bassa 0/20 %	
<b>VENTI</b>	Deboli da Nord/Est		Deboli variabili		Deboli variabili	
<b>TEMPERATURA</b>	Min ↓	Max =	Min =	Max ↑	Min =	Max ↑

**INFORMAZIONI AGROCLIMATICHE E TERRITORIALI**

**Temperatura aria a 2m (°C) ultimi 4 giorni**



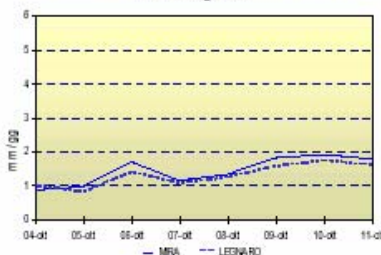
**Umidità rel. aria a 2m (%) ultimi 4 giorni**



**Bagnatura Fogliare (ore) ultimi 4 giorni**



**Evapotraspirazione potenziale (mm/g) ultimi 8 giorni**



**Somme termiche (°C)**

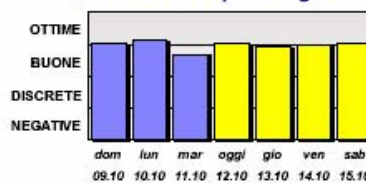
	base 0 dal 1 gennaio		base 10 dal 1 aprile	
	2005	2004 storica	2005	2004 storica
LE	4165	4159	1800	1802
MM	3990	4032	1691	1685

LE= Legnaro; MM= Mira

**Precipitazioni (mm) ultimi giorni**

stazione/giorni	05/10	06/10	07/10	08/10
Mira	35,4	1,4	64,6	4,2
Legnaro	23,6	2	48,4	12,2
Campodarsego	24,8	2	54,4	5,2
Valle Averso	22,2	1,6	79,6	5,2

**INDICE DI FIENAGIONE**  
Stazione di Campodarsego



**SERVIZIO "ANGELA"**  
Gelate precoci

Per il periodo autunnale l'Unità Operativa di Agro-Biometeorologia del Centro Meteorologico di Teolo, allo scopo di ottimizzare la gestione dei mezzi antibrina in caso di gelate tardive, ha previsto un costante monitoraggio delle temperature nel corso della notte con particolare riferimento alla previsione delle minime. L'agricoltore, in prossimità di previsioni di temperatura al di sotto dello zero, potrà seguire agevolmente in campo tramite messaggeria SMS gratuita e in tempo reale sul sito internet [www.arpa.veneto.it/agrometeo.htm](http://www.arpa.veneto.it/agrometeo.htm), l'evolversi della situazione e decidere se e quando intervenire con metodi antigelo. Per ulteriori informazioni e per ricevere tali messaggi è necessario collegarsi al portale del sito [www.arpa.veneto.it/agrometeo.htm](http://www.arpa.veneto.it/agrometeo.htm) registrarsi sul modulo del bottone "Angela" e spedire via posta elettronica. Per chi non dispone di internet telefonare al numero 049/9998145.

**DAL SERVIZIO FITOSANITARIO**

**- settore frutticolo -**

**Pomacee E'** in corso la raccolta delle mele autunnali Morgenduft, Fuji e Granny Smith mentre Pink Lady sarà raccolta nelle prossime settimane. Non vengono segnalati attacchi particolari di fitofagi a parte qualche presenza di larve di **Eula** e **Piralide** in attività trofica sui frutti. Appena ultimata la raccolta delle diverse cultivar si raccomanda di trattare subito con un **PRODOTTO RAMEICO** per la prevenzione degli attacchi di **Cancri rameali** che possono insediarsi nelle ferite dovute al distacco dei frutti. Questo intervento è importante se anche nei prossimi giorni si verificano condizioni atmosferiche umide e piovose. Nelle aree interessate dalla presenza di **Colpo di fuoco batterico** si raccomanda di tenere sotto stretta osservazione i frutteti di pero e cotogno poiché in questo periodo la malattia ha condizioni ideali di sviluppo e si osservano sintomi di nuovi attacchi.

**- settore colture estensive -**

**Mais** Si ricorda che in Veneto nel corso del monitoraggio effettuato dal servizio fitosanitario si è accertata la presenza di **Diabrotica virgifera virgifera** (**Verme delle radici**). Detto coleottero è inserito tra i parassiti di quarantena; questo significa che sono organismi nuovi sul territorio, che non hanno antagonisti, che la difesa è estremamente difficile e che causano quindi un elevato danno economico. Per tale motivo la legislazione europea e italiana in caso di presenza impone alle aziende infestate da tale coleottero delle azioni atte ad impedirne lo sviluppo. La principale difesa, più efficace ed economica, è la **ROTAZIONE** (evitare la monosuccessione - il ristoppio). In alternativa la legge impone i trattamenti chimici che in qualunque caso non raggiungono gli obiettivi. Il controllo per una eventuale eradicazione dal territorio richiede la massima collaborazione tra tutti gli agricoltori attuando una difesa univoca ed estesa a tutto il territorio e non per singola azienda. **Quindi, visto l'approssimarsi delle semine autunnali, il Servizio Fitosanitario Regionale invita tutte le aziende maicicole ad attuare la ROTAZIONE in particolare nei comuni nei quali è stata accertata la presenza del parassita e che sono:** Peschiera del Garda e Mozzecane (Verona), Montorso, Montebello Vicentino e Gambellara (Vicenza), Portogruaro e Teglio Veneto (Venezia). I tecnici del servizio sono a disposizione presso le varie sedi per ulteriori informazioni.

**IL PROVERBIO DELLA SETTIMANA**

Dopo el Rosario sagra e procession, sara la stagion

**LA FASE LUNARE**

Luna crescente



**IL PROSSIMO BOLLETTINO**

Mercoledì 19 Ottobre

Allegato C: esempio di report dei dati grezzi dalla stazione elettronica di Legnaro

Data (gg/mm/aa)	Temp. aria a 2m (°C)			Pioggia (mm)	Umidità rel. a 2m (%)		Radiazione globale (W/m <sup>2</sup> )	Vento a 10 m				Bagnatura fogliare (% di tempo)	Temp. suolo media (°C)				
	med	min	max		tot	min		max	tot	Sfilato (km/g)	Raffica		Direz. preval	tot	a 0 cm	a -10 cm	
											ora						m/s
15/08/05	17.8	13.2	24.6	2.4	42	99	4003	151.6	14:30	7.9	NNO	49	19.2	20.2			
16/08/05	17.8	12.2	24.6	0.0	52	99	3541	80.6	15:00	3.6	SSE	42	19.4	19.7			
17/08/05	21.6	13.3	30.4	0.0	35	99	5856	109.4	18:27	5.5	ESE	44	21.0	21.0			
18/08/05	22.3	15.7	28.1	0.2	49	99	5364	121.8	14:39	6.3	S	41	21.5	21.7			
19/08/05	23.0	17.3	27.5	0.0	55	99	5181	136.7	14:35	5.8	ESE	34	22.2	22.3			
20/08/05	21.7	19.0	26.4	10.0	68	99	3016	206.9	14:36	7.6	NNE	50	21.6	21.9			
21/08/05	18.4	15.6	20.8	63.8	81	99	1661	202.0	20:51	10.2	NNE	53	19.3	19.9			
22/08/05	17.6	14.4	21.2	1.2	70	99	2082	107.5	13:27	4.7	SO	67	18.6	19.1			
23/08/05	19.4	15.8	23.6	0.6	64	99	2808	70.8	06:33	2.8	N	40	20.1	20.2			
24/08/05	21.4	17.1	26.2	0.0	56	99	4229	101.2	16:42	5.5	NNO	39	21.3	21.4			
25/08/05	22.1	17.0	27.1	0.0	60	99	3610	108.6	15:39	4.7	NNE	39	21.6	21.6			
26/08/05	22.0	16.4	27.4	0.0	59	99	3250	99.5	15:45	3.8	OSO	19	22.0	22.0			
27/08/05	21.1	18.0	26.1	48.8	57	99	3150	194.2	08:16	9.8	NE	28	21.2	21.4			
28/08/05	19.6	17.5	23.2	20.8	74	99	2172	192.3	14:49	5.8	NNE	51	20.3	20.8			
29/08/05	22.4	17.6	27.4	0.0	55	100	5083	160.0	13:03	6.4	E	14	21.3	21.4			
30/08/05	23.1	17.5	29.2	0.0	56	100	4911	100.0	15:35	4.5	NNE	44	21.5	21.6			
31/08/05	23.7	19.5	29.2	0.0	52	98	4674	160.4	09:50	5.6	NNE	16	22.1	22.2			
01/09/05	23.9	18.1	29.9	0.0	46	99	4871	118.1	10:17	4.6	NNE	20	21.9	22.1			
02/09/05	25.0	18.5	31.9	0.0	45	100	4438	97.6	23:45	5.1	NO	34	22.8	22.5			
03/09/05	22.7	19.3	27.3	4.8	59	100	2671	155.7	22:02	6.3	NNO	25	22.2	22.5			
04/09/05	21.4	17.3	25.8	0.4	68	100	4975	223.6	14:37	6.9	E	36	20.8	21.5			
05/09/05	20.2	15.8	25.1	0.0	44	100	4965	189.4	12:36	6.1	NE	18	19.7	20.7			
06/09/05	19.7	13.9	24.0	0.0	62	100	3026	154.7	11:45	4.8	ESE	37	18.7	19.3			
07/09/05	20.6	16.3	24.3	6.4	82	100	3239	230.4	15:05	6.7	NNE	38	19.8	19.9			
08/09/05	22.1	17.9	26.7	26.0	62	100	3884	151.9	00:37	5.3	ESE	32	21.1	21.0			
09/09/05	21.1	18.4	23.6	6.0	76	99	1959	177.7	11:24	6.6	NE	57	21.1	21.4			
10/09/05	21.0	17.4	26.2	0.0	56	99	3840	135.8	14:38	5.6	OSO	38	21.0	21.1			
11/09/05	20.7	15.7	26.9	0.2	58	100	4044	126.3	17:58	6.2	SSE	44	20.6	20.7			
12/09/05	20.1	14.3	26.5	0.0	51	100	3928	91.7	13:51	5.3	ONO	43	19.8	20.0			
13/09/05	20.6	13.9	27.1	0.0	54	100	4379	104.3	14:16	4.8	NNE	36	19.7	19.7			
14/09/05	21.6	16.9	28.2	0.4	57	100	4018	78.0	11:02	3.3	NNE	52	20.3	20.3			
15/09/05	21.1	15.6	28.0	0.0	44	100	3992	85.7	>>	>>	ESE	52	20.8	20.9			
16/09/05	21.3	15.2	26.5	0.0	60	99	3596	125.6	13:08	4.8	ESE	39	20.6	20.8			
17/09/05	19.5	13.9	26.4	7.2	68	100	2308	223.7	20:58	12.5	NE	52	19.1	20.4			
18/09/05	13.6	12.4	14.9	18.4	89	98	776	314.5	01:18	12.3	NNE	94	14.1	16.3			
19/09/05	15.9	13.0	20.3	0.2	75	97	2495	166.6	09:47	5.2	NNO	11	16.2	17.1			
20/09/05	16.6	13.5	21.1	0.4	71	100	2791	143.6	00:53	5.1	N	7	17.3	17.8			
21/09/05	17.0	12.1	21.8	0.0	66	97	4261	203.1	14:34	6.8	NNE	1	17.0	18.0			
22/09/05	17.6	12.5	22.3	0.0	49	94	4276	227.3	10:55	7.5	NNE	0	17.5	17.7			
23/09/05	18.5	14.4	24.1	0.0	45	98	3182	130.4	02:19	4.7	NNE	20	18.5	18.8			
24/09/05	18.1	12.9	25.0	0.0	56	100	4011	125.8	13:39	3.9	N	42	17.8	18.4			
25/09/05	17.9	11.3	24.9	0.0	63	100	3908	103.6	16:33	4.7	ESE	60	17.6	18.1			
26/09/05	18.3	12.1	25.8	0.2	62	100	3743	92.4	13:57	5.5	NO	58	17.7	18.3			
27/09/05	18.7	13.5	24.3	0.2	59	100	2334	85.0	13:05	3.8	N	46	18.0	18.4			
28/09/05	19.6	16.4	23.9	0.0	75	100	2106	139.3	16:25	5.2	NNE	52	19.1	19.3			
29/09/05	18.6	14.5	23.0	0.8	76	100	1450	147.4	20:27	8.2	N	62	18.3	18.9			
30/09/05	16.5	11.7	21.2	0.2	41	96	3954	199.3	15:21	8.3	N	22	16.2	17.6			
01/10/05	15.0	10.7	20.9	0.0	43	100	3398	120.5	14:27	6.2	NNE	36	15.0	16.4			
02/10/05	13.2	11.9	14.8	9.8	85	100	506	254.5	22:39	11.0	NE	87	13.9	15.4			

casella vuota = sensore non attivo; >> = valore non disponibile. L'orario indicato nella raffica è solare. La direzione prevalente del vento è in settori e rappresenta la provenienza del vento, il settore è ampio 22.5 gradi con asse solare nella direzione indicata.