



LSI - Laboratori di Strumentazione Industriale S.p.A.
Via Ex S.P. 161 Dosso, n.9 - Settala Premenugo (MI) - Italia

Tel.: (+39) 02 95 41 41
Fax: (+39) 02 95 77 05 94
e-mail: info@lsi-lastem.it

WEB: <http://www.lsi-lastem.it>
CF./P. Iva: (VAT) IT-00847150158
REA: 834042 **Reg.Imprese:** 00847150158



Indice di evapotraspirazione FAO Penman Monteith

Manuale utente

Aggiornamento 29/08/2007

Sommario

1. Introduzione.....	3
1.1. Limiti di applicabilità.....	3
2. Uso del programma.....	4
2.1. Avvio del programma.....	4
2.2. Elementi principali del programma.....	4
2.2.1. La struttura dei menu.....	4
2.3. Le elaborazioni.....	6
2.3.1. Creare o aprire una elaborazione.....	6
2.3.2. Salvare una elaborazione.....	6
2.4. Il navigatore.....	7
2.5. Parametri generali.....	7
2.6. I dati ambientali.....	8
2.6.1. Caricamento dei dati ambientali.....	9
2.7. Il calcolo.....	11
2.7.1. Calcolo giornaliero.....	11
2.7.2. Calcolo mensile.....	12
2.8. Visualizzazione dei risultati del calcolo.....	12
2.8.1. Tabella dei risultati.....	12
2.8.2. Grafico dei risultati.....	12
2.8.3. Rapporto dei risultati.....	14

1. Introduzione

Il modulo software LSI-Evapotranspiration esegue il calcolo dell'indice di evapotraspirazione di riferimento secondo l'equazione FAO Penman-Monteith secondo quanto specificato nel documento "Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements FAO Irrigation and drainage paper 56, FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations Roma, 1998."

L'evapotraspirazione è la cessione di acqua da parte del terreno e della vegetazione sotto forma di vapore acqueo. I processi che determinano l'evapotraspirazione sono l'evaporazione e la traspirazione.

L'evaporazione è il processo in cui l'acqua subisce il passaggio di stato da liquido ad aeriforme e viene ceduta dal suolo all'atmosfera. I parametri climatici che influenzano l'evaporazione sono: temperatura, umidità, radiazione e velocità dell'aria. Se il suolo non si trova in penuria idrica, il tasso evaporativo dipende solo dalle condizioni meteorologiche. In situazione di approvvigionamento idrico scarso, nel terreno si innescano meccanismi di controllo e ritenzione che rallentano il processo evaporativo.

La traspirazione consiste nella cessione di vapore acqueo da parte dei tessuti vegetali. Le piante cedono acqua principalmente dagli stomi posti sulla superficie fogliare. La maggior parte dell'acqua assunta dalle piante viene ceduta nella traspirazione, solo una piccola parte viene utilizzata dalla pianta stessa. La traspirazione dipende dagli stessi parametri climatici che influenzano l'evaporazione, dal tipo di coltura, dalle tecniche di coltivazione e dalla morfologia del sito.

L'evapotraspirazione di riferimento *ET₀* è il tasso di evapotraspirazione da una superficie standard di riferimento, non in penuria idrica. La superficie di riferimento è ben rappresentata da una coltura estensiva di erba verde, alta 12 cm, non in penuria idrica, che ombreggia completamente il terreno sottostante.

ET₀ consente di studiare la domanda evaporativa dell'atmosfera indipendentemente dalla specifica coltura e dalle sue caratteristiche. I valori di *ET₀* ottenuti in diverse località e in diversi periodi sono quindi comparabili poiché riferiti alla stessa superficie di riferimento.

Il programma consente sia il calcolo giornaliero che il calcolo mensile dell'indice di evapotraspirazione *ET₀*.

1.1. Limiti di applicabilità

I limiti delle grandezze ambientali per l'applicabilità del programma coincidono con i limiti strumentali e sono i seguenti:

<i>Grandezza</i>	<i>Limite di applicabilità</i>
Temperatura (°C)	-30 ÷ 70
Umidità relativa (%)	0 ÷ 100
Velocità dell'aria (m/s)	0 ÷ 50
Radiazione (Watt/m ²)	-150 ÷ 1500

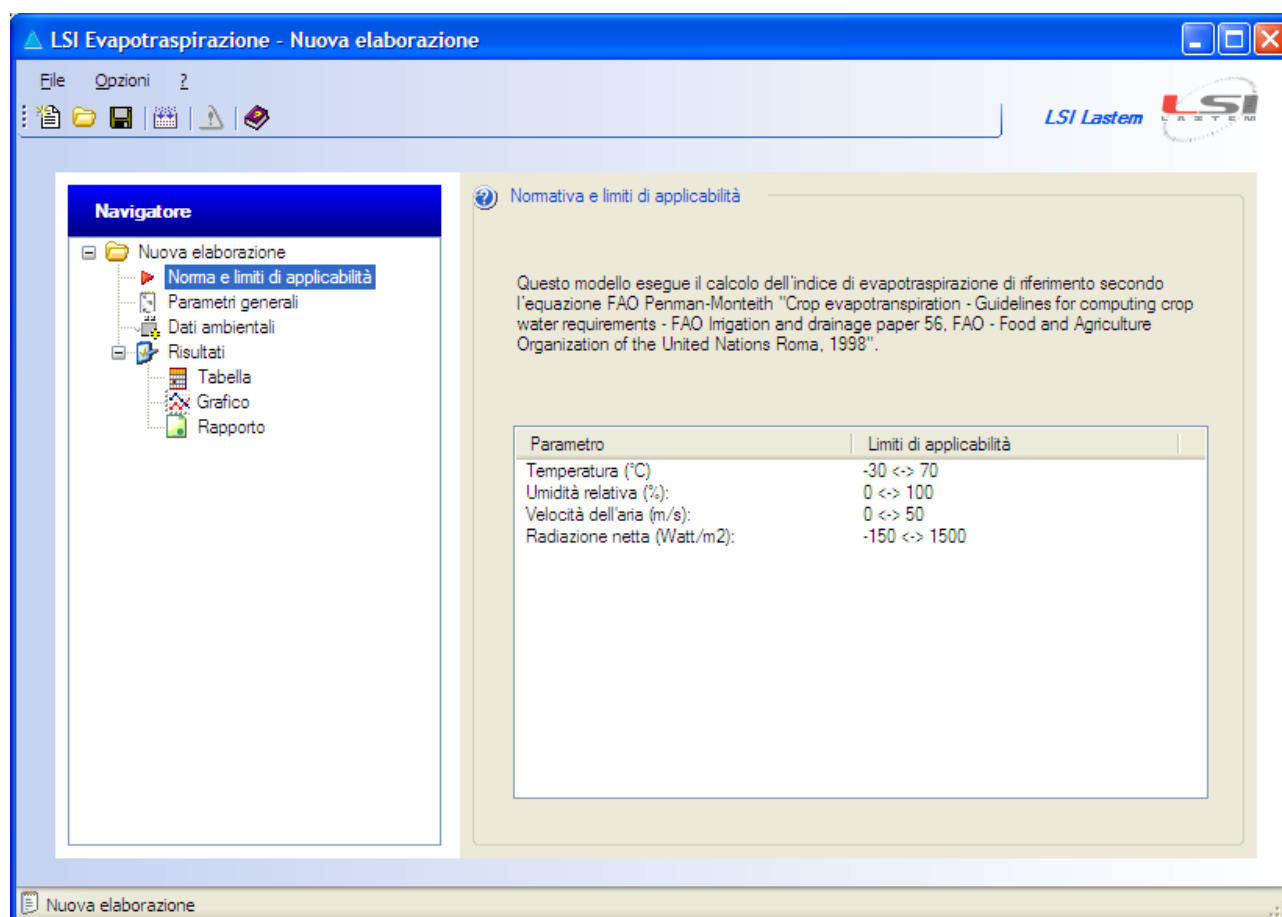
2. Uso del programma

2.1. Avvio del programma

Il programma *LSI Evapotraspirazione* si può avviare direttamente dal programma InfoGAP selezionando il menu *Moduli di calcolo -> Evapotraspirazione (Penman) -> Nuovo (o Apri)* o direttamente dal menu di Windows *Start -> Programmi -> LSI-Lastem -> InfoGAP -> Evapotraspirazione*.

2.2. Elementi principali del programma

La finestra principale del programma si presenta così:



Nella parte sinistra della finestra principale si trova il *Navigatore*, che contiene i vari elementi della elaborazione in corso. Nella parte destra della finestra principale sono visualizzati i dettagli dell'elemento correntemente selezionato nel *Navigatore*.

2.2.1. La struttura dei menu

Il menu e la barra dei pulsanti consentono la selezione delle varie azioni disponibili nel programma.

Il menu *File* presenta queste voci:

- *Nuovo*: apre una nuova elaborazione;
- *Apri*: apre una elaborazione esistente;
- *Salva*: salva l'elaborazione corrente;
- *Salva con nome*: salva l'elaborazione corrente con un altro nome;
- *Calcola*: esegue il calcolo;
- *Esci*: esce dal programma.

Il menu *Opzioni* presenta queste voci:

- *Impostazioni grafico*: imposta le opzioni di personalizzazione del grafico dei risultati.



Il menu *?* presenta queste voci:

- *Guida all'uso*: visualizza il presente documento;
- *Verifica aggiornamenti*: verifica la disponibilità di aggiornamenti del programma disponibili dal sito LSI Lastem;
- *Informazioni sull'applicazione*: mostra le informazioni sull'applicazione, compresa la versione.


2.3. Le elaborazioni

Tutti i dati relativi alle impostazioni di una elaborazione sono memorizzati su file con estensione di default (.et0). I file et0 contengono tutte le impostazioni relative alle impostazioni generali del calcolo e ai dati ambientali caricati durante l'utilizzo del programma.

2.3.1. Creare o aprire una elaborazione

Per creare una nuova elaborazione selezionare il menu *File* -> *Nuovo* o il pulsante . Per aprire una elaborazione esistente selezionare il menu *File* -> *Apri* o il pulsante  e selezionare il file desiderato.

2.3.2. Salvare una elaborazione

Per salvare l'elaborazione corrente sullo stesso file dal quale è stata caricata selezionare il menu *File* -> *Salva* o il pulsante . Per salvare l'elaborazione corrente su un nuovo file selezionare il menu *File* -> *Salva con nome...*

2.4. Il navigatore

Il *Navigatore* contiene tutti gli elementi della elaborazione corrente.



Nella parte destra della finestra principale del programma vengono visualizzati i dettagli dell'elemento selezionato nel *Navigatore*. L'elemento principale contiene il nome dell'elaborazione, gli altri elementi sono:

- *Norma e limiti di applicabilità*: visualizza la normativa applicata e i limiti di riferimento per le varie grandezze; essa è solo una visualizzazione di informazioni utili come riferimento, e non consente perciò alcuna loro modifica;
- *Parametri generali*: contiene i parametri generali dell'elaborazione;
- *Dati ambientali*: contiene i dati ambientali utilizzati per il calcolo;
- *Risultati*: contiene i risultati riassuntivi dell'elaborazione che sono visualizzabili come *Tabella*, *Grafico* e *Rapporto*.

I dati modificati nell'elemento selezionato vengono memorizzati ogni volta che si seleziona un altro elemento o si chiama il salvataggio dell'elaborazione, l'uscita dal programma o il calcolo.

2.5. Parametri generali

Per definire i parametri generali dell'elaborazione selezionare nel *Navigatore* l'elemento *Parametri Generali*:

- *Descrizione*: breve descrizione dell'elaborazione (utilizzata a solo scopo informativo);
- *Calcolo giornaliero o Calcolo mensile*: il metodo di calcolo consente sia il calcolo dell'indice di evapotraspirazione giornaliero che mensile ed è quindi necessario selezionare il tipo di calcolo;
- *Località*: località dove si effettua il calcolo (utilizzata a solo scopo informativo);
- *Altezza sul suolo del sensore di vento (m)*: indica la quota sul livello del suolo alla quale viene rilevata la misura della velocità del vento e serve perchè prima di calcolare l'indice di evapotraspirazione il dato viene riportato alla quota standard di 2m utilizzando le formule contenute nel documento FAO di riferimento;
- *Altezza dello strumento sul livello del mare (m)*: altezza assoluta dello strumento di misura;
- *Latitudine (gradi decimali)*: latitudine dove si trova lo strumento di misura.

2.6.1 dati ambientali

Per definire i dati ambientali selezionare dal *Navigatore* l'elemento *Dati Ambientali*. Questo pannello contiene una tabella che visualizza i dati ambientali selezionati.



Dati disponibili: 68 Carica i dati

La radiazione netta è calcolata a partire dalla radiazione globale.

	Anno	Giorno	Tmin (°C)	Tmax (°C)	RHmin (%)	RHmax (%)
✓	2005	331	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	332	25,00	30,00	50,00	75,00
✗	2005	333	25,00	-999999,00	50,00	75,00
✓	2005	334	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	335	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	336	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	337	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	338	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	339	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	340	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	341	25,00	30,00	50,00	75,00
✓	2005	342	25,00	30,00	50,00	75,00

Per caricare i dati è necessario premere il pulsante *Carica dati*.

La tabella riporta i dati necessari al calcolo per ogni giorno del periodo selezionato. I dati contenuti nella tabella sono:

- Anno: anno di riferimento del dato;
- Giorno: giorno di riferimento del dato a partire dal primo gennaio;
- Tmin, Tmax: temperatura minima e massima giornaliera [°C];
- RHmin, RHmax: umidità relativa minima e massima giornaliera [%];
- Rn: radiazione netta [Watt/m²];
- u2: velocità dell'aria [m/s].

La prima colonna inoltre riporta un indicatore che indica se il record di dati è utilizzabile per il calcolo: il simbolo ✓ indica che il dato è valido, il simbolo ✗ indica che il dato non è valido e che non sarà utilizzato nel calcolo.

Utilizzando il menu contestuale sulla tabella è possibile copiare le celle selezionate nella clipboard di Windows e poi incollare il risultato in un altro applicativo (ad esempio Word o Excel).

2.6.1. Caricamento dei dati ambientali

Per caricare i dati è necessario premere il pulsante *Carica dati* nel pannello *Dati Ambientali*. La finestra di caricamento dei dati consente di selezionare il rilievo origine dei dati e definire le grandezze e le opzioni di estrazione ed elaborazione dei dati.

Caricamento dei dati da InfoGAP

Rilievo selezionato: data iniziale: 27/11/2005 22.54 data finale: 28/11/2006 10.40

Elenco delle grandezze e dei valori fissi utilizzati nel calcolo

Grandezza	Canale associato	Valori manuali (simulati)
Tmin(°C):	INSideTemp (4) - 1st - 1st_1	<input type="checkbox"/>
Tmax(°C):	INSideTemp (4) - 1st - 1st_1	<input type="checkbox"/>
RHmin(%):	HumidityREL (7) - MinAveMaxStdev - Min	<input type="checkbox"/>
RHmax(%):	HumidityREL (7) - MinAveMaxStdev - Max	<input type="checkbox"/>
Va(m/s):	WindSPEED (1) - MinAveMaxStdev - Ave	<input type="checkbox"/>
R(Watt/m2):	GLocalRAD (2) - MinAveMaxStdev - Ave	<input type="checkbox"/>

Selezione del periodo di elaborazione

Data inizio: 27/11/2005

Data fine: 28/11/2006

Stato estrazione dei dati

- ✓ Tmin: dati estratti da INSideTemp (4) - 1st - 1st_1
- ✓ Tmax: dati estratti da INSideTemp (4) - 1st - 1st_1
- ✓ URmin: dati estratti da HumidityREL (7) - MinAveMaxStdev - Min
- ✓ URmax: dati estratti da HumidityREL (7) - MinAveMaxStdev - Max
- ✓ Va: dati estratti da WindSPEED (1) - MinAveMaxStdev - Ave
- ✓ Rad: dati estratti da GLocalRAD (2) - MinAveMaxStdev - Ave

Anno	Giorno	Tmin (°C)	Tmax (°C)	URmin (%)	URmax (%)	Va (m/s)	Rn (Watt/m2)
2005	331	13,53723144531...	13,704833984375	0,012561035342...	0,063403323292...	0	204,3789545
2005	332	13,20205688476...	23,62762451171...	0	0,063403323292...	0	-67,04855959
2005	333	14,62994384765...	23,97634887695...	0	0	0	-282,8258050
2005	334	15,63916015625	24,10711669921...	0	0	0	-282,4724669
2005	335	15,49008178710...	24,82647705078...	0	0	0	-289,2614243

Una volta selezionato il rilievo dal quale estrarre i dati tramite il pulsante *Selezione rilievo*, è necessario associare alle grandezze richieste dal calcolo le elaborazioni che contengono i dati nella pannello “*Elenco delle grandezze e dei valori fissi utilizzati nel calcolo*”. Per effettuare questa associazione selezionare il pulsante accanto a ciascuna grandezza: se non esiste una elaborazione adeguata è possibile inserire un valore manuale come indicato nella figura seguente:

Tmax(°C): 40

Scelte le modalità di utilizzo dei canali del rilievo è necessario impostare il periodo di elaborazione nel pannello “*Selezione del periodo di elaborazione*”.

Dopo aver completato le impostazioni caricare i dati premendo il pulsante *Carica dati*. Il pannello *Stato estrazione dei dati* mostra informazioni utili sul processo di caricamento dei dati. La tabella situata nella parte inferiore della finestra mostra invece i dati caricati.

Per importare i dati nel calcolo premere il pulsante *Accetta*.

ATTENZIONE

Per quanto riguarda la radiazione è necessario indicare se il valore selezionato indica una radiazione netta o una radiazione globale: nel secondo caso il programma effettuerà automaticamente la conversione in radiazione netta come richiesto dalla normativa utilizzata per il calcolo.

Una volta caricati i dati, se si rientra in questa finestra dal pannello Dati Ambientali dell'ambiente selezionati, saranno visibili solo le impostazioni e non i dati caricati.

2.6.1.1. Selezione del rilievo

Per selezionare il rilievo dal quale caricare i dati premere il pulsante *Seleziona rilievo* della finestra di caricamento dei dati. La finestra di selezione del rilievo presenta tutti gli strumenti e i rilievi memorizzati nel database del programma InfoGAP ordinati in base alla matricola dello strumento.


ATTENZIONE

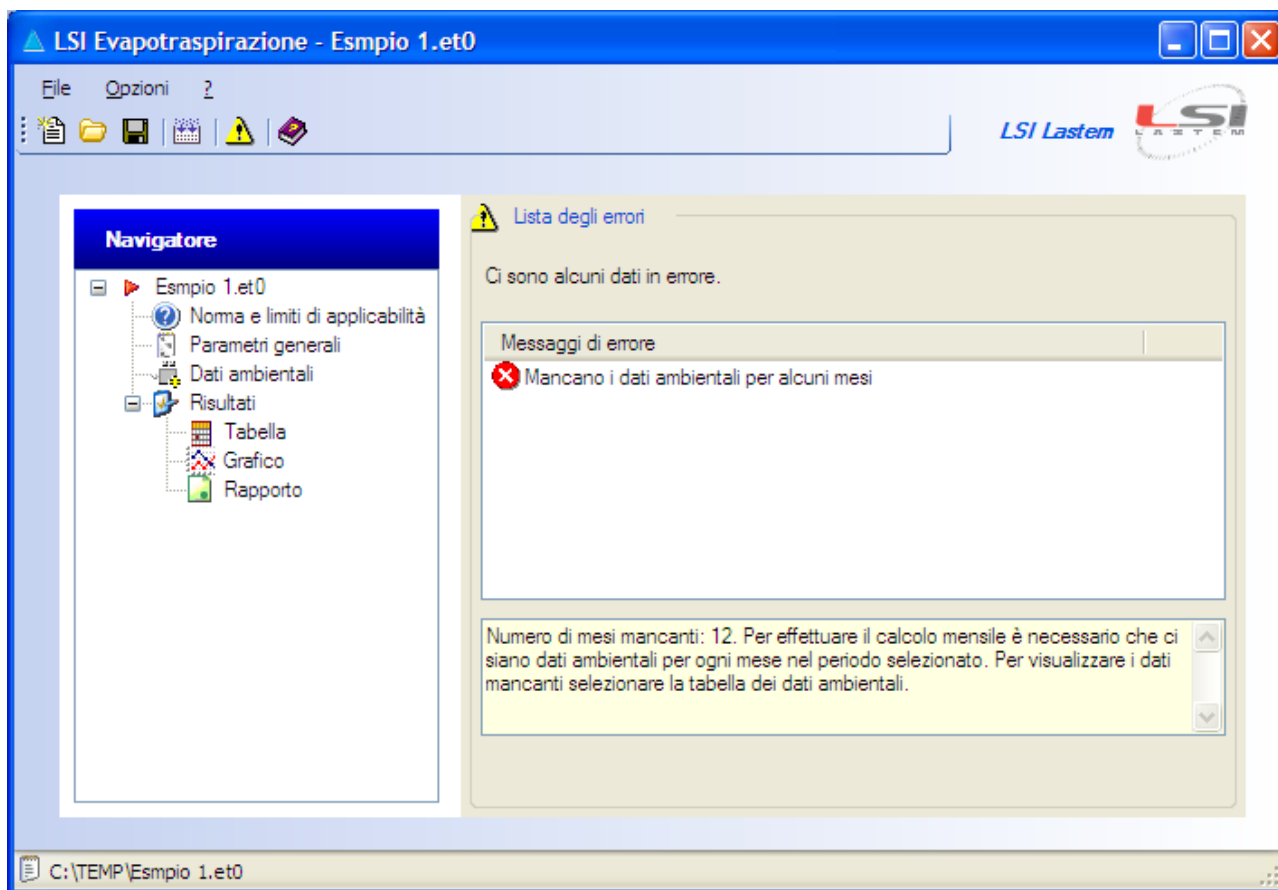
La selezione del rilievo verifica la disponibilità della licenza di abilitazione del modulo di calcolo: nel caso in cui lo strumento selezionato non sia abilitato è possibile inserire direttamente la chiave della licenza; in caso contrario non sarà possibile selezionare il rilievo.

2.6.1.2. Aggiornamento del database InfoGAP


Se durante una elaborazione si aggiorna il contenuto del database InfoGAP, importando strumenti e/o rilievi o scaricando nuovi dati, per rendere questi aggiornamenti disponibili al programma è necessario chiudere l'elaborazione corrente, dopo averla salvata, e riaprirla.

2.7. Il calcolo

Per effettuare il calcolo selezionare il menu *File* -> *Calcola* o il pulsante . Questa azione avvia la verifica della consistenza dei dati: nel caso in cui la verifica fallisca sarà visualizzato il pannello seguente:



La verifica può contenere messaggi di errore che impediscono di proseguire il calcolo o messaggi di avviso che ne consentono comunque la prosecuzione. Selezionando un elemento dalla lista si possono ottenere informazioni supplementari nella casella di testo sotto la lista.

Per visualizzare nuovamente il pannello dei messaggi selezionare l'icona  nella barra delle icone.

2.7.1. Calcolo giornaliero

Il calcolo dell'indice di evapotraspirazione giornaliera nel periodo selezionato viene eseguito per ogni giorno per il quale sia stato possibile estrarre dati validi. Nel caso che nel periodo selezionato ci siano giorni senza dati disponibili viene visualizzato un messaggio di avviso nel pannello "Lista degli errori" ma l'utente può comunque decidere di proseguire il calcolo: in questo caso i giorni con i dati mancanti verranno esclusi dal calcolo e non saranno presenti nei risultati.

2.7.2. Calcolo mensile

Il calcolo dell'indice di evapotraspirazione mensile nel periodo selezionato parte dai dati ambientali giornalieri. Per ogni mese vengono calcolati i valori di temperatura minima e massima, umidità relativa minima e massima, radiazione netta e velocità dell'aria escludendo i giorni che non presentano dati validi.

In base a quanto previsto dal documento FAO per il calcolo mensile dell'indice di evapotraspirazione si tenga presente che:

- Il primo mese non presenta risultati perchè il calcolo mensile per il mese n-esimo utilizza i dati del mese precedente;
- NON è possibile effettuare il calcolo se, nel periodo selezionato ci sono mesi con i dati mancanti.

2.8. Visualizzazione dei risultati del calcolo

Al termine del calcolo è possibile visualizzare il risultato in tre diverse modalità selezionabili nel *Navigatore* nella sezione *Risultati*:

- Una tabella riassuntiva con i dati calcolati per ogni minuto;
- Un grafico;
- Un rapporto.

2.8.1. Tabella dei risultati

La tabella dei risultati, attivabile selezionando l'elemento *Risultati* --> *Tabella* del *Navigatore*, mostra il valore calcolato e i valori utilizzati come input per il calcolo.

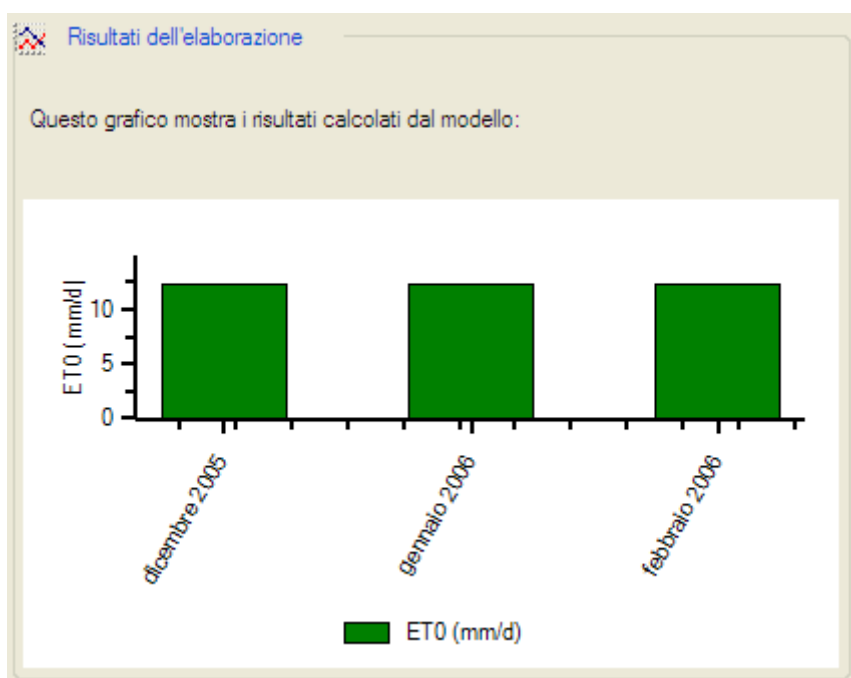
Se il calcolo è giornaliero i risultati sono presentati per tutti i giorni compresi nel periodo selezionato con dati di ingresso valido; se il calcolo è mensile i risultati sono presentati per tutti i mesi compresi nel periodo selezionato.

Utilizzando il menu contestuale è possibile copiare le celle selezionate nella clipboard di Windows e poi incollare il risultato in un altro applicativo (ad esempio in un elaboratore di testi o in un foglio elettronico).

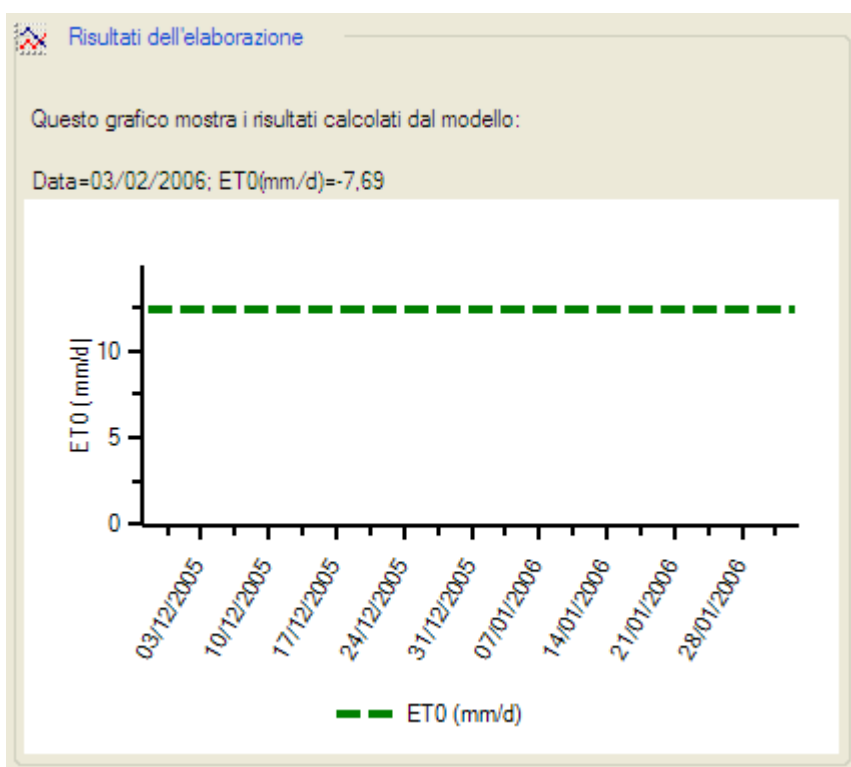
2.8.2. Grafico dei risultati

Il grafico dei risultati, attivabile selezionando l'elemento *Risultati* --> *Grafico* del *Navigatore*, mostra i valori calcolati.

Se il calcolo è giornaliero il risultato è presentato per tutti i giorni compresi nel periodo selezionato con dati di ingresso valido con un grafico a linea; se il calcolo è mensile i risultati sono presentati per tutti i mesi compresi nel periodo selezionato con un grafico a barre.



Calcolo mensile



Calcolo giornaliero

Tramite il menu *Opzioni -> Impostazioni grafico* è possibile definire:

- stile, spessore e colore delle linee che rappresentano l'indice calcolato
- posizione e visibilità della legenda dei dati;

Tramite il menu contestuale disponibile sul grafico e attivabile facendo click con il tasto destro del mouse è possibile:

- Salvare il grafico su file;
- Stampare il grafico;
- Copiare l'immagine del grafico nella clipboard di Windows e incollarlo in altri applicativi.

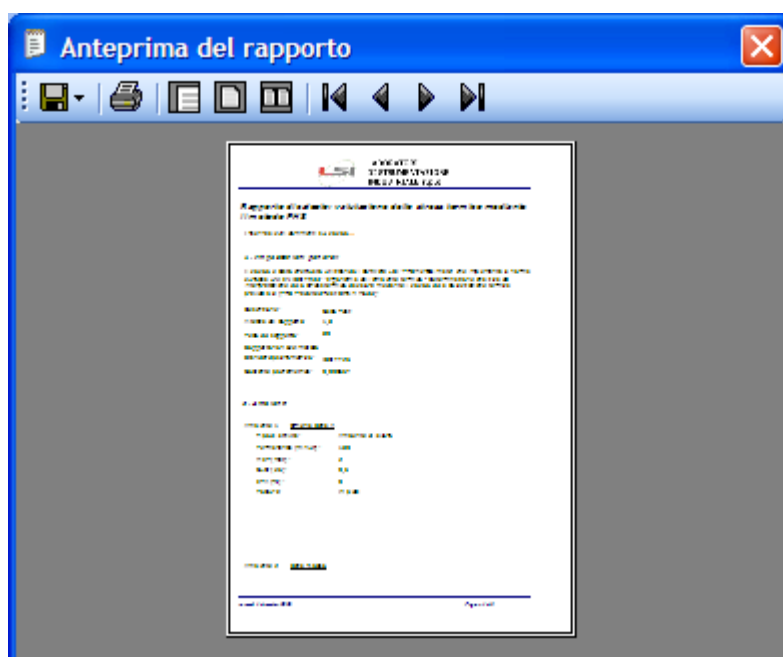
2.8.3. Rapporto dei risultati

Il rapporto dei risultati, attivabile selezionando l'elemento *Risultati* --> *Rapporto* dal *Navigatore*, visualizza un rapporto completo sul calcolo e sui risultati ottenuti. Esso si basa sulle definizioni di stampa indicate dalla stampante di default; quest'ultima deve perciò essere definita nel sistema.

Il rapporto visualizza queste informazioni:

- Un breve testo iniziale introduttivo (opzionale);
- Il riferimento normativo in base al quale è stato effettuato il calcolo (opzionale);
- Le impostazioni generali utilizzate per il calcolo;
- Il grafico dei risultati;
- La tabella dei risultati calcolati e dei dati ambientali (opzionale);

Una volta selezionato l'elemento *Rapporto* dal *Navigatore* e aver selezionato le impostazioni opzionali premere il pulsante *Visualizza il rapporto* per aprire la finestra di anteprima.



In questa finestra è possibile:

- Modificare il tipo di visualizzazione del rapporto in singola pagina, pagina doppia, dimensioni reali;
- Muoversi tra le pagine del rapporto;
- Stampare il rapporto;
- Salvare il rapporto in vari formati.

I formati disponibili sono i seguenti:

- Formato pdf;
- Formato html;
- Formato rtf;

2.8.3.1.Modifica del logo

Per modifica il logo presente nella parte superiore del rapporto modificare l'immagine;

C:\Documents and Settings\All Users\Dati applicazioni\LSI-Lastem\LSI.Evapotranspiration\ReportTemplate\it\PHS001\Logo.jpg

Se la cartella sopra indicata non fosse disponibile, impostare la visualizzazione, tramite le opzioni disponibili da *Esplora risorse* di Windows, delle cartelle nascoste.