

UN SOFTWARE PER IL PROGETTO E LA SIMULAZIONE DI OROLOGI SOLARI

Gianpiero Casalegno

giancasalegno@yahoo.it

Caratteristiche del programma

- S.O. : Windows XP / 2000 (compatibile WINE)
- orologi direzionali e azimutali
- progetto del tracciato orario
- esportazione vettoriale o bitmap del grafico
- simulazione dell'ombra
- recupero parametri incogniti
- freeware

Interfaccia utente

The image shows a screenshot of a software application window titled "it 40 30 25.gnm - Orologi Solari". The window has a menu bar with "File", "Visualizza", "Copia", "Strumenti", and "Consigli per l'uso". Below the menu bar is a toolbar with icons for file operations and language selection (Italian, English, French). The main area is a graphical representation of a sundial face, showing hour lines and gnomon shadows. The gnomon is a vertical line labeled "12". Hour lines are labeled "13", "14", "15", "16", "17", and "18". The gnomon shadow is shown as a curved line. The interface is annotated with yellow boxes and arrows:

- menu**: Points to the menu bar.
- barra di comandi**: Points to the toolbar.
- area del grafico**: Points to the main graphical area.
- coordinate del cursore**: Points to the status bar showing $(x, y) = (-30.71, 10.06)$.
- dimensioni del quadrante**: Points to the status bar showing $(L \times A) = (250.00 \times 162.00)$.

The status bar at the bottom also shows "Pronto" on the left and "NUM" on the right.

Definizione di un nuovo orologio : tipo

famiglie :
• direzionali
• azimutali

Parametri orologio

Tipo | Coordinate | Quadrante | Opzioni | Immagine di sfondo

Tipo di Orologio Solare

famiglia
direzionali

tipo
verticale

Ora visualizzata
vera locale

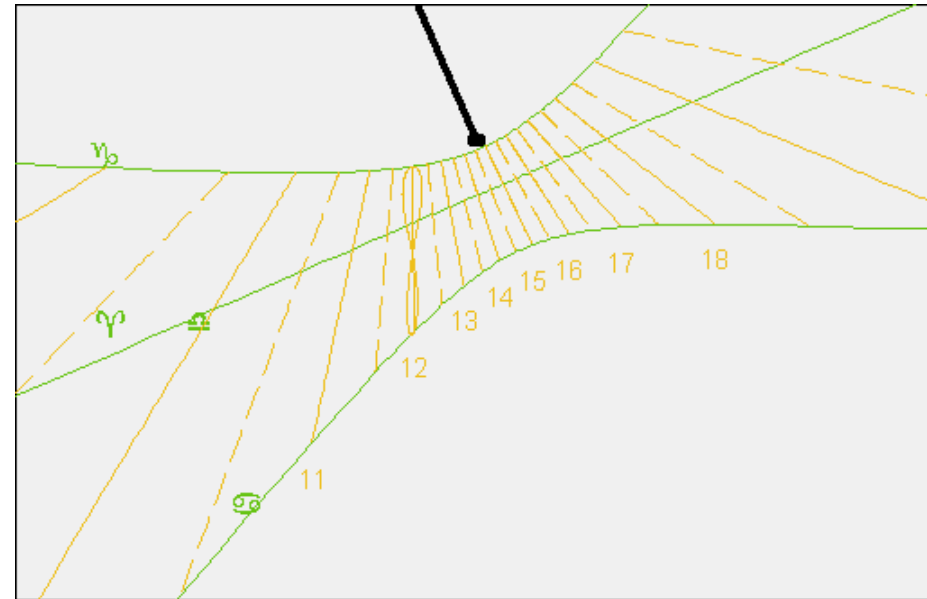
? OK Annulla Applica

ora locale
GMT
GMT +n
GMT -n

Tipologie di orologi

direzionali :

- **inclinato declinante**
- verticale declinante
- orizzontale
- polare
- equatoriale



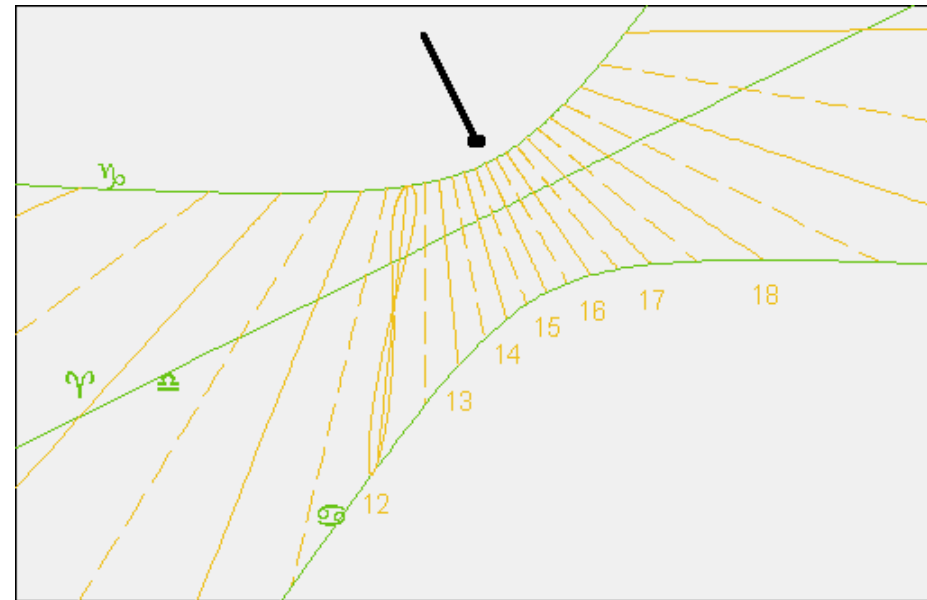
azimutali :

- analematico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante

Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- **verticale declinante**
- orizzontale
- polare
- equatoriale



azimutali :

- analematico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante

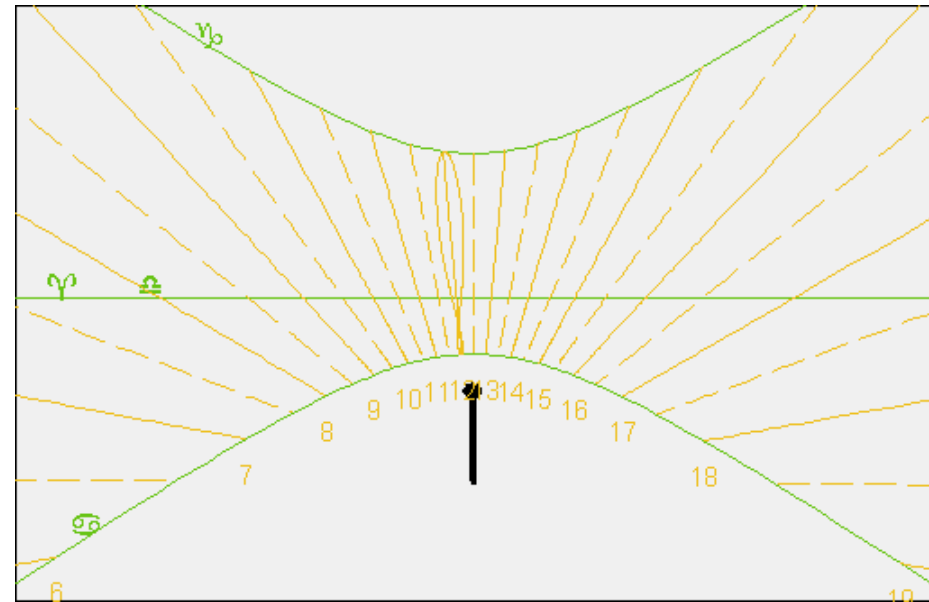
Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- **orizzontale**
- polare
- equatoriale

azimutali :

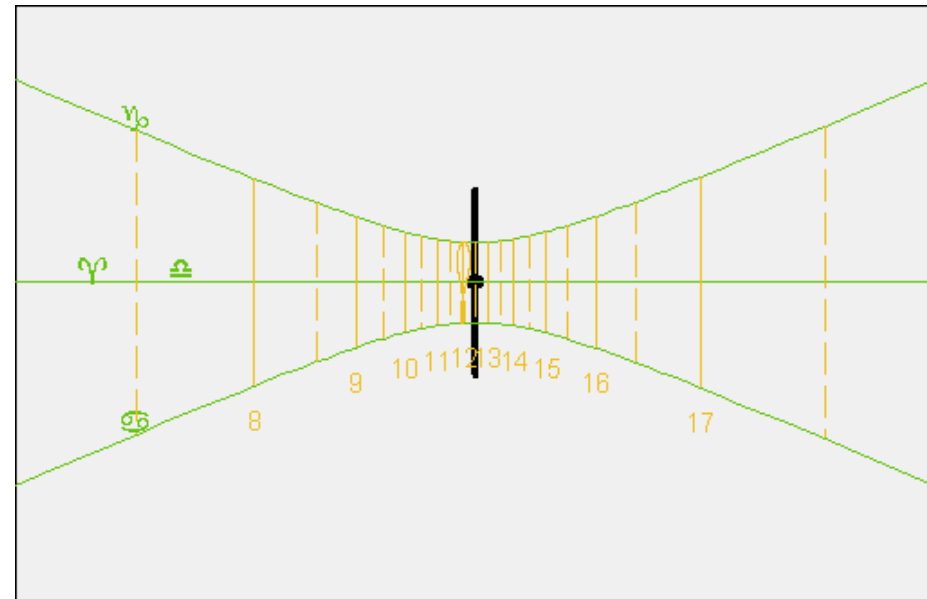
- analemmatico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante



Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- orizzontale
- **polare**
- equatoriale



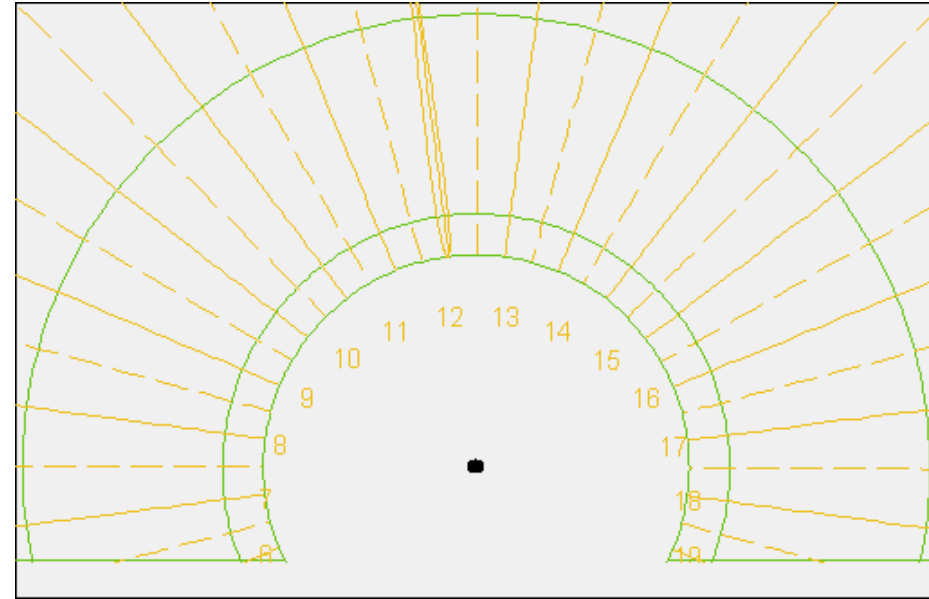
azimutali :

- analemmatico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante

Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- orizzontale
- polare
- **equatoriale**



azimutali :

- analematico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante

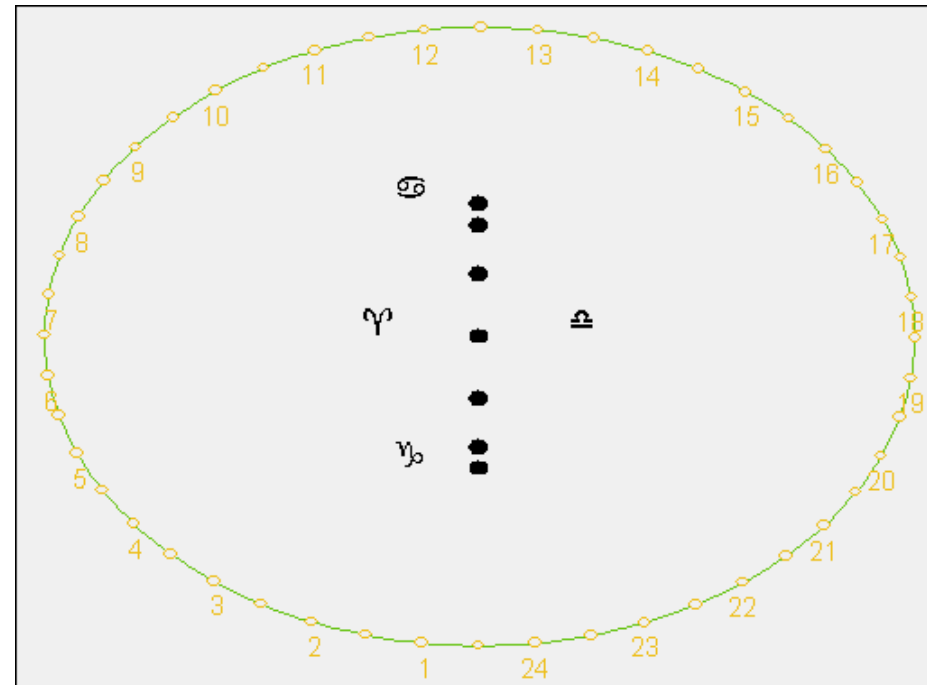
Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- orizzontale
- polare
- equatoriale

azimutali :

- **analematico orizzontale**
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante



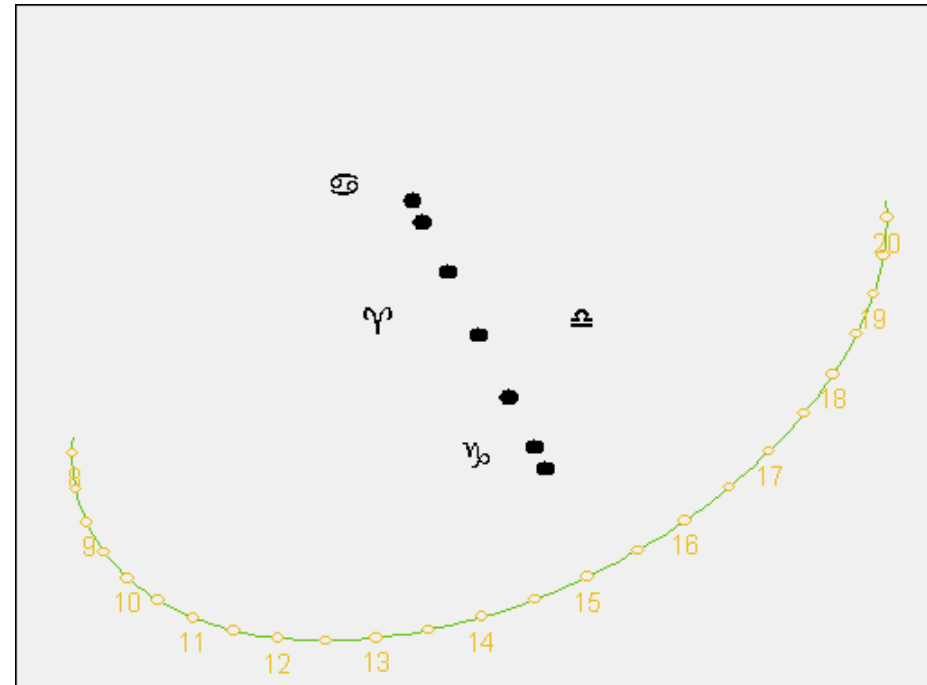
Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- orizzontale
- polare
- equatoriale

azimutali :

- analemmatico orizzontale
- “ **verticale declinante**
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ **verticale declinante**
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ **verticale declinante**



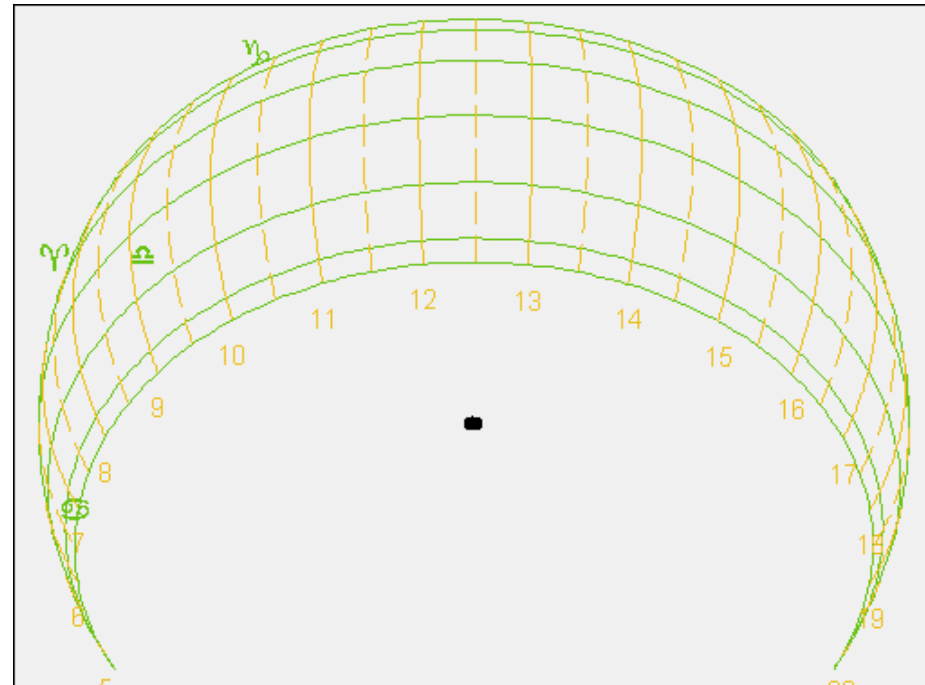
Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- orizzontale
- polare
- equatoriale

azimutali :

- analematico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- **proiettivo ortografico orizzontale**
- “ “ “ verticale declinante
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ “ verticale declinante



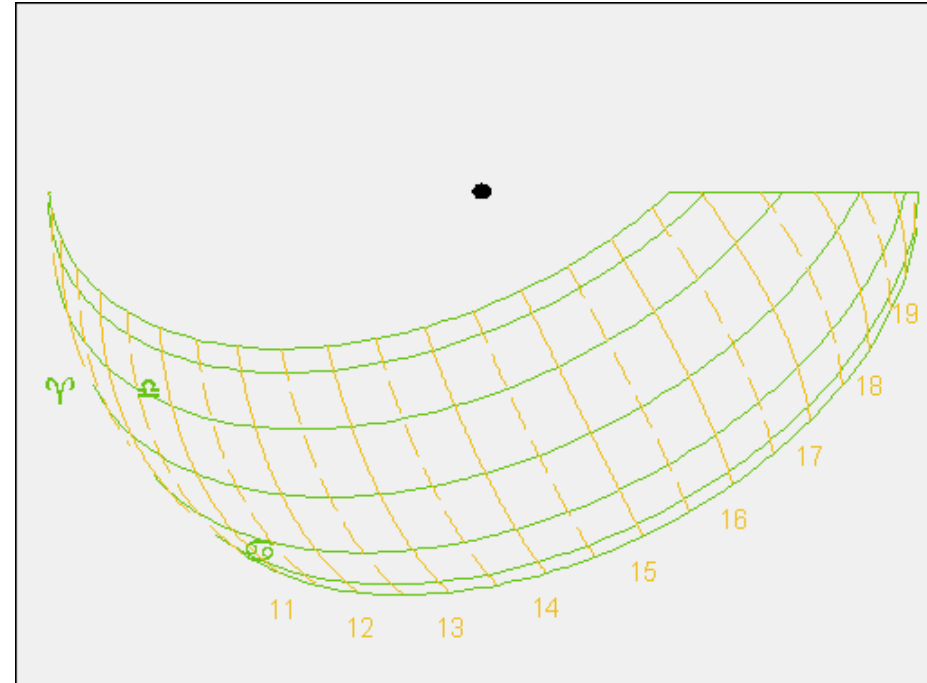
Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- orizzontale
- polare
- equatoriale

azimutali :

- analemmatico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ **verticale declinante**
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ verticale declinante



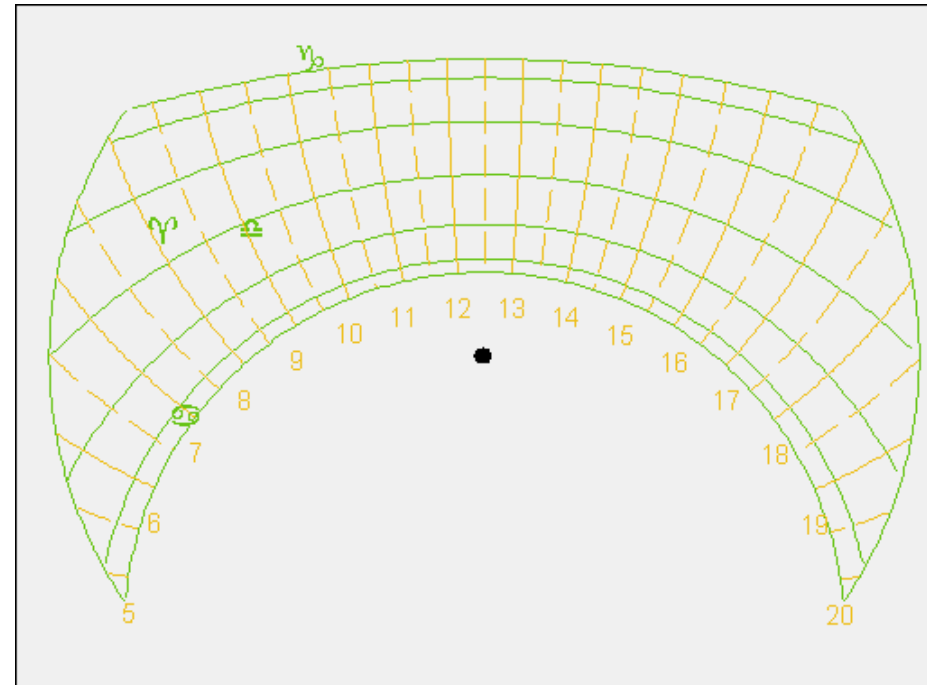
Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- orizzontale
- polare
- equatoriale

azimutali :

- analemmatico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- **proiettivo stereografico orizzontale**
- “ “ verticale declinante



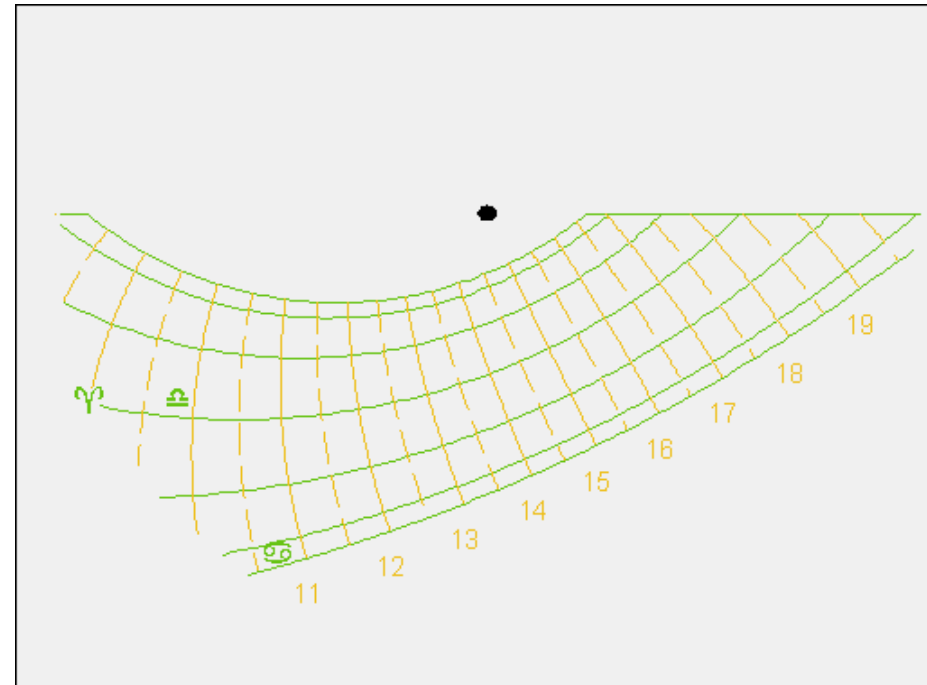
Tipologie di orologi

direzionali :

- inclinato declinante
- verticale declinante
- orizzontale
- polare
- equatoriale

azimutali :

- analemmatico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo ortografico orizzontale
- “ “ verticale declinante
- proiettivo stereografico orizzontale
- “ “ **verticale declinante**



Definizione di un nuovo orologio : coordinate

The image shows a software window titled "Parametri orologio" with a tabbed interface. The "Coordinate" tab is active, showing input fields for "Coordinate del luogo". The "Latitudine [g.m:s]" field contains "040:00:00" and the "Longitudine [g.m:s]" field contains "007:42:47". A "Luoghi..." button is visible. A "Lista di luoghi" dialog box is open, displaying a list of locations: Agrigento [AG], Alessandria [AL], Ancona [AN], Aosta / Aoste [AO], Aquila [TP], Arezzo [AR], and Δ IΓZF1. The dialog has "OK", "Cancel", and "?" buttons. A yellow callout box on the left says "copertura di tutto il globo" with an arrow pointing to the coordinate fields. Another yellow callout box at the bottom says "base dati modificabile" with an arrow pointing to the "Lista di luoghi" dialog.

Parametri orologio

Tipo | **Coordinate** | Quadrante | Opzioni | Immagine di sfondo

Coordinate del luogo

Latitudine [g.m:s] 040:00:00 nord

Longitudine [g.m:s] 007:42:47 est

Luoghi...

copertura di tutto il globo

Lista di luoghi

- Agrigento [AG]
- Alessandria [AL]
- Ancona [AN]
- Aosta / Aoste [AO]
- Aquila [TP]
- Arezzo [AR]
- Δ IΓZF1

OK Cancel ?

base dati modificabile

OK Annulla Applica

Definizione di un nuovo orologio : quadrante

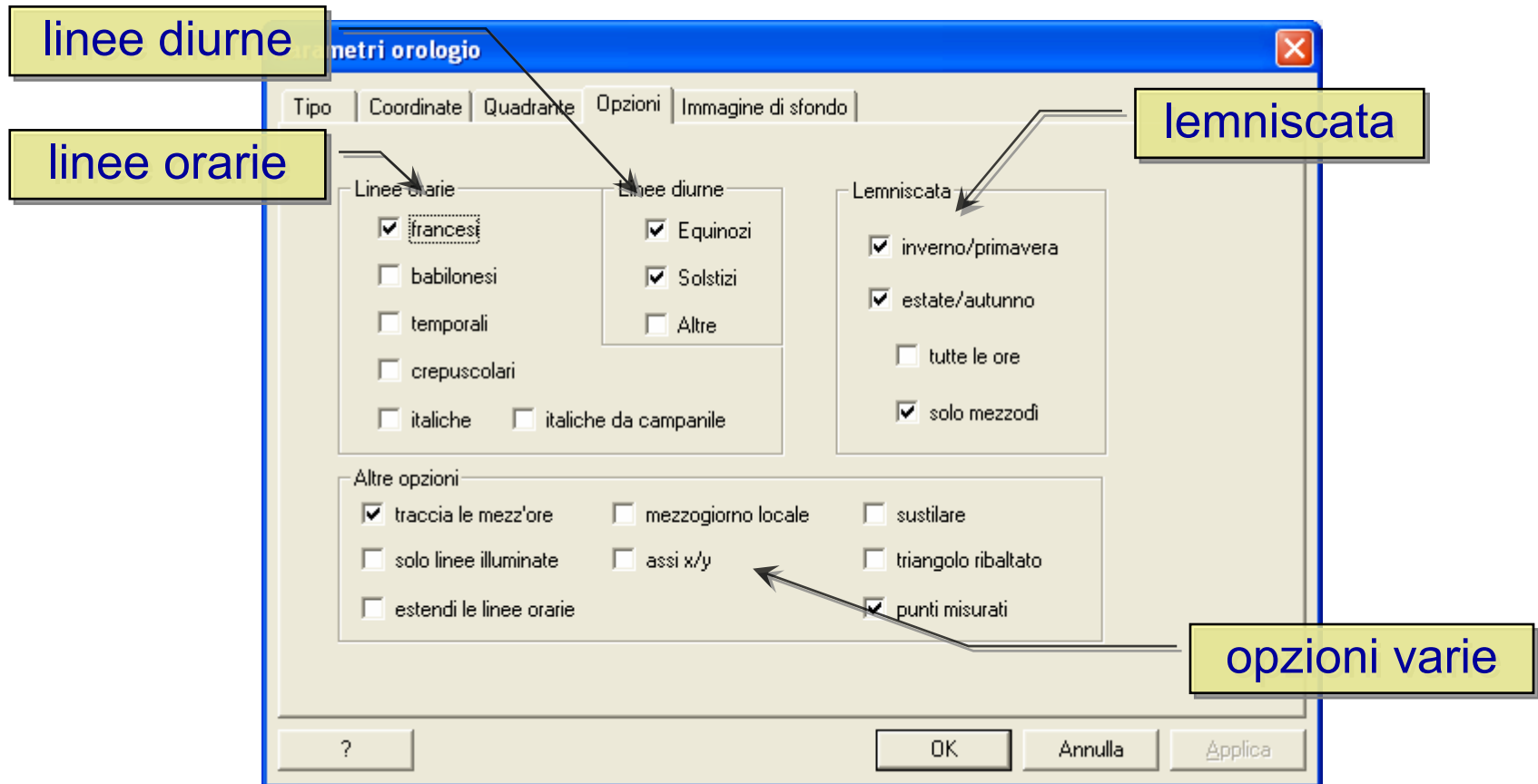
The image shows a software dialog box titled "Parametri orologio" with a blue title bar and a close button (X) in the top right corner. The dialog has five tabs: "Tipo", "Coordinate", "Quadrante", "Opzioni", and "Immagine di sfondo". The "Quadrante" tab is selected. The dialog is annotated with four yellow boxes containing text and arrows pointing to specific fields:

- declinazione**: Points to the "Declinazione della parete" field, which contains "090:00:00" and a dropdown menu set to "ovest".
- inclinazione**: Points to the "Inclinazione della parete" field, which contains "090:00:00".
- dimensioni**: Points to the "Dimensioni del quadrante" section, specifically to the "orizzontale" field (value 250) and the "verticale" field (value 162).
- lunghezza ortostilo**: Points to the "Ortostilo" field in the "Dimensioni dello stilo" section, which contains the value 25.
- posizione ortostilo**: Points to the "% sopra l'ortostilo" field in the "Dimensioni del quadrante" section, which contains the value 22.8.

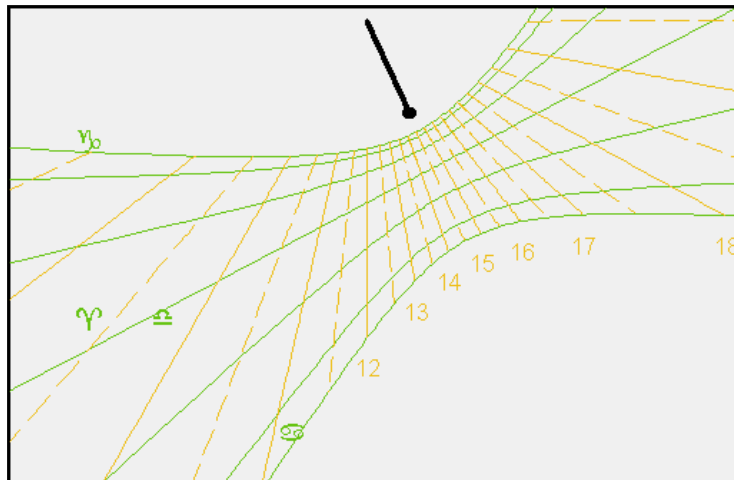
Other fields in the dialog include:

- "Tronca se altezza sustilare < ..." (0-45 gradi) with a value of 28.
- "% a sinistra dell'ortostilo" with a value of 50.
- Buttons at the bottom: "?", "OK", "Annulla", and "Applica".

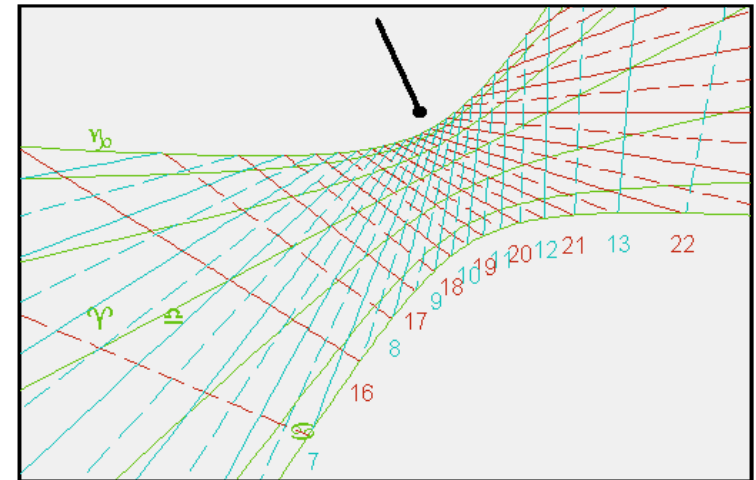
Definizione di un nuovo orologio : opzioni



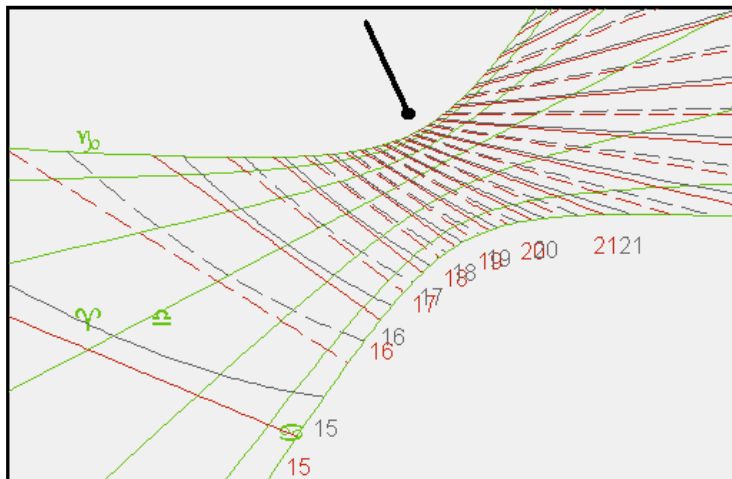
Tipologia di linee orarie



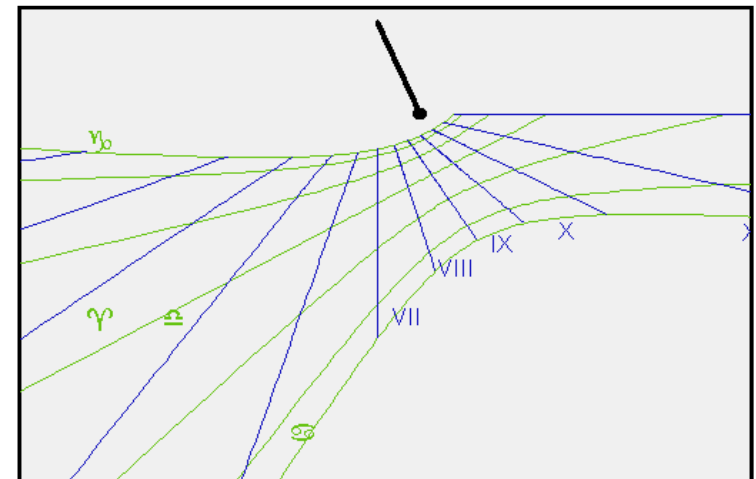
astronomiche



italiche e babilonesi

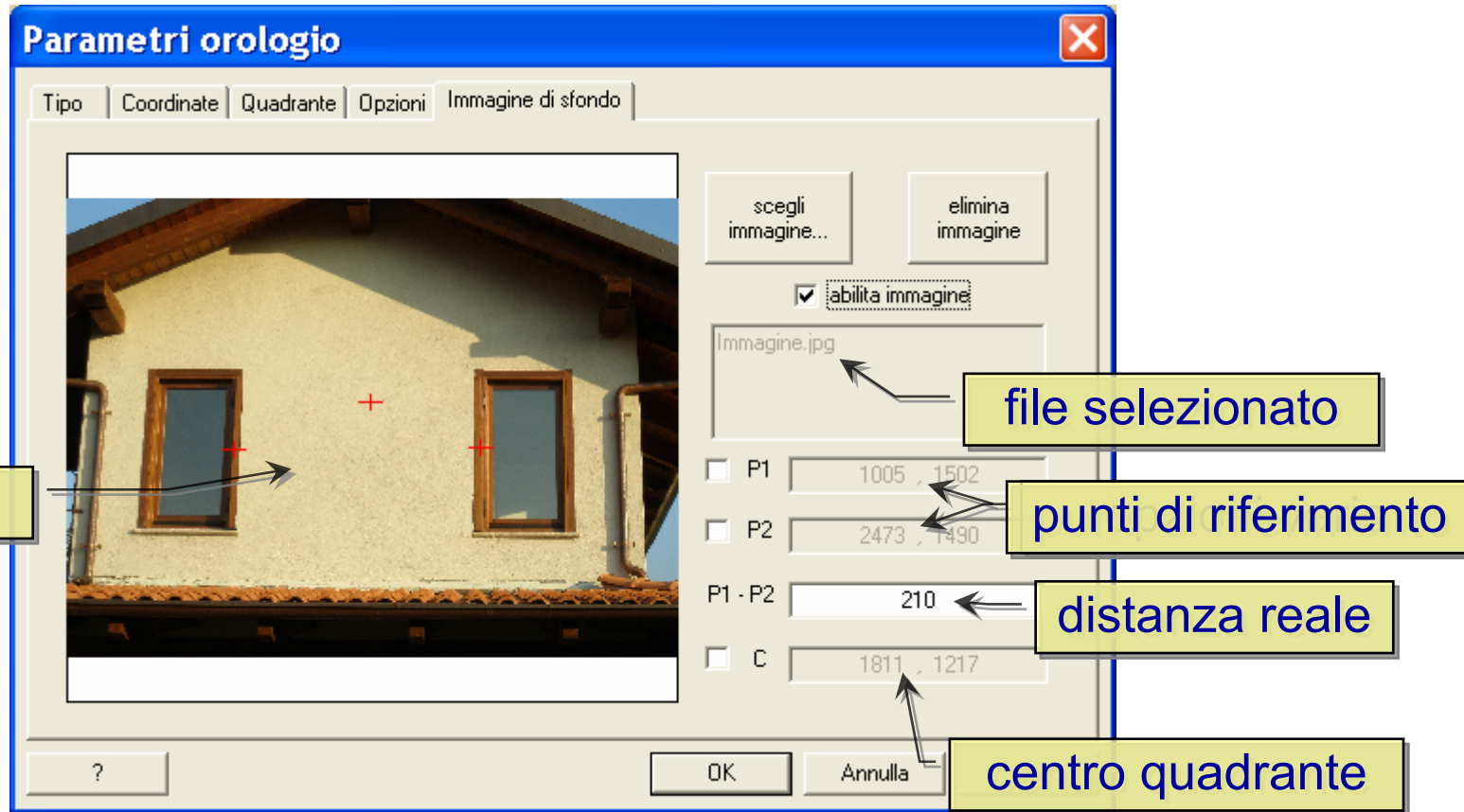


da campanile e crepuscolari

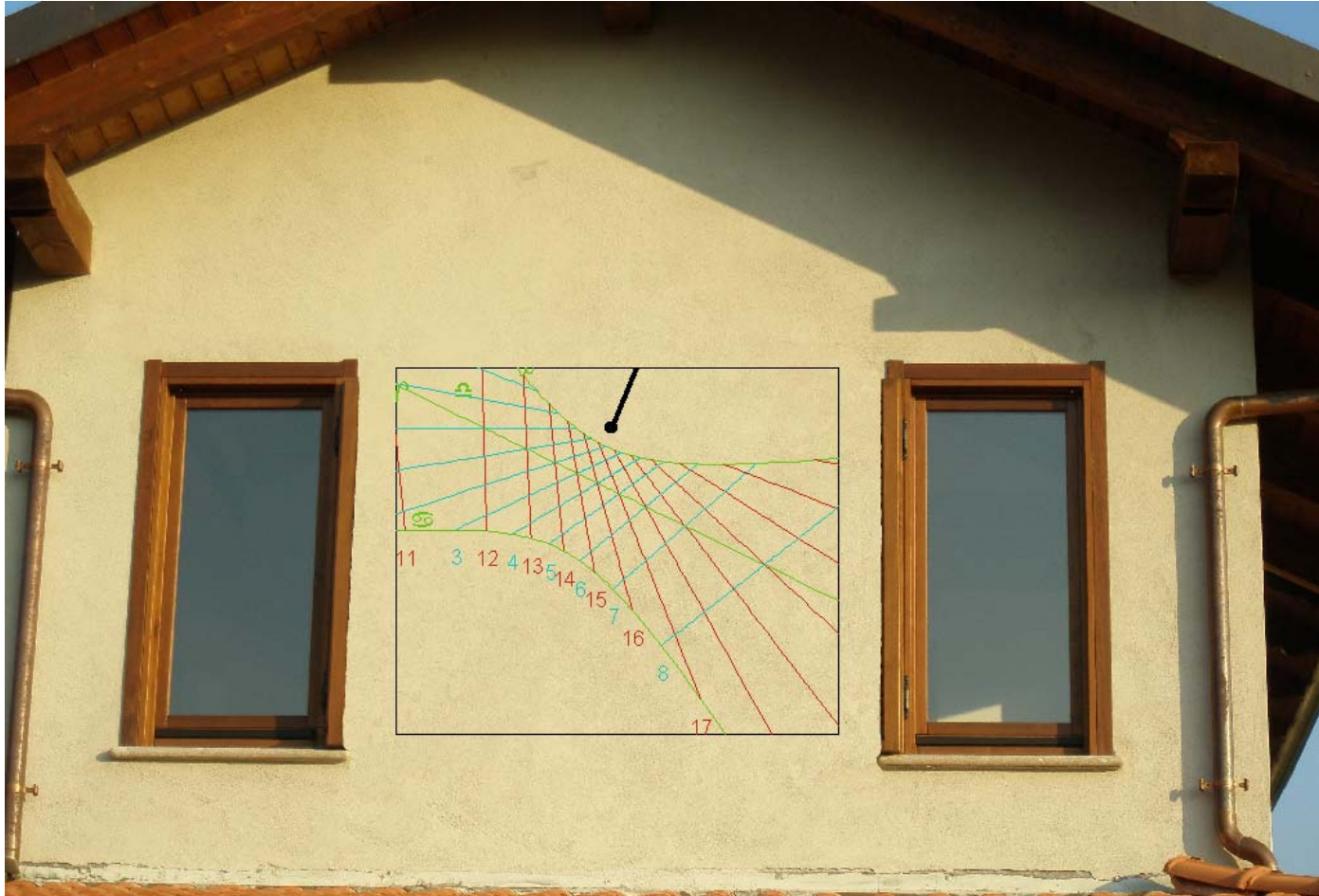


temporali

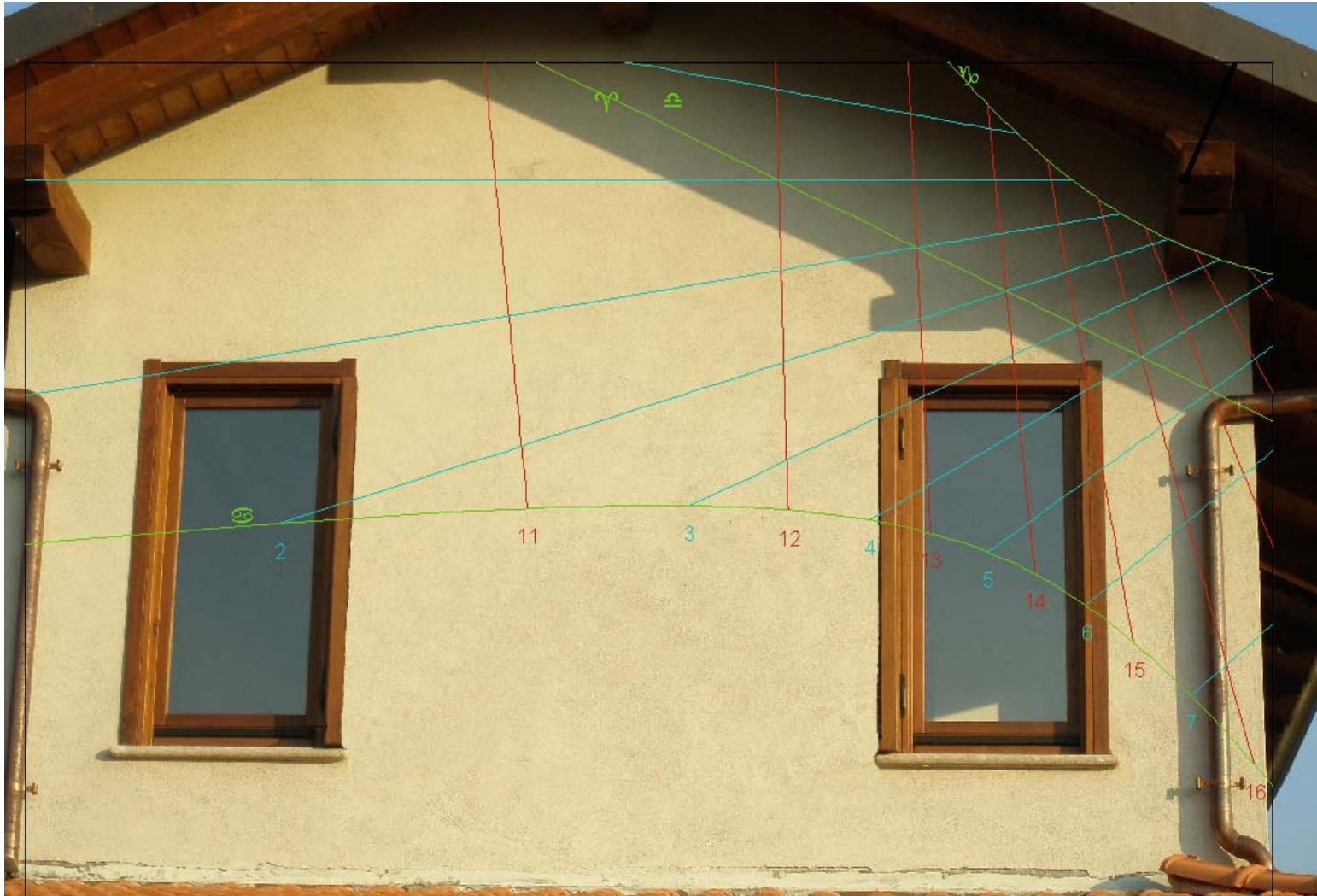
Definizione di un nuovo orologio : immagine di sfondo



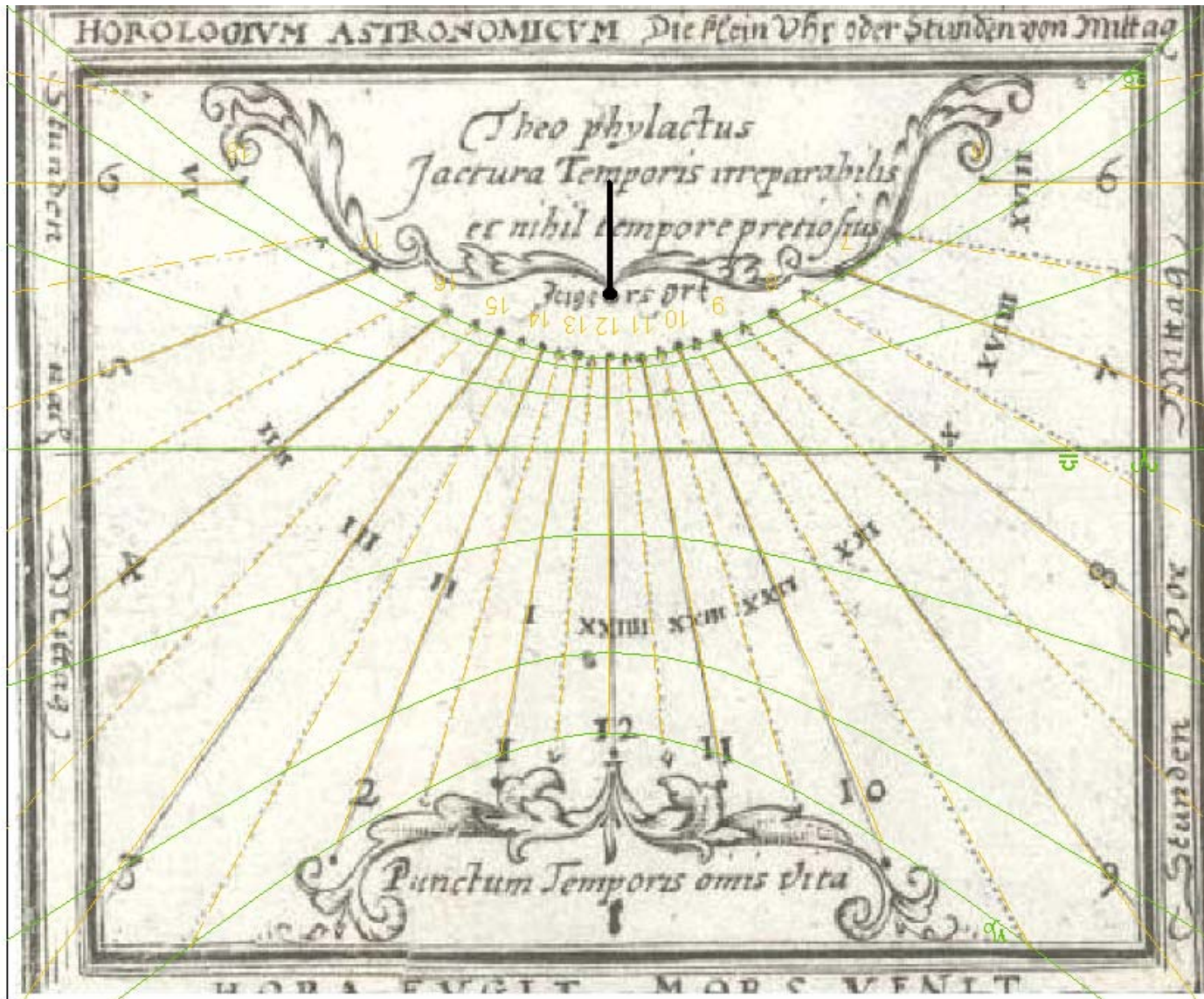
Posizionamento e dimensionamento



Verifica ombre da ostacoli



Simulazione quadranti esistenti



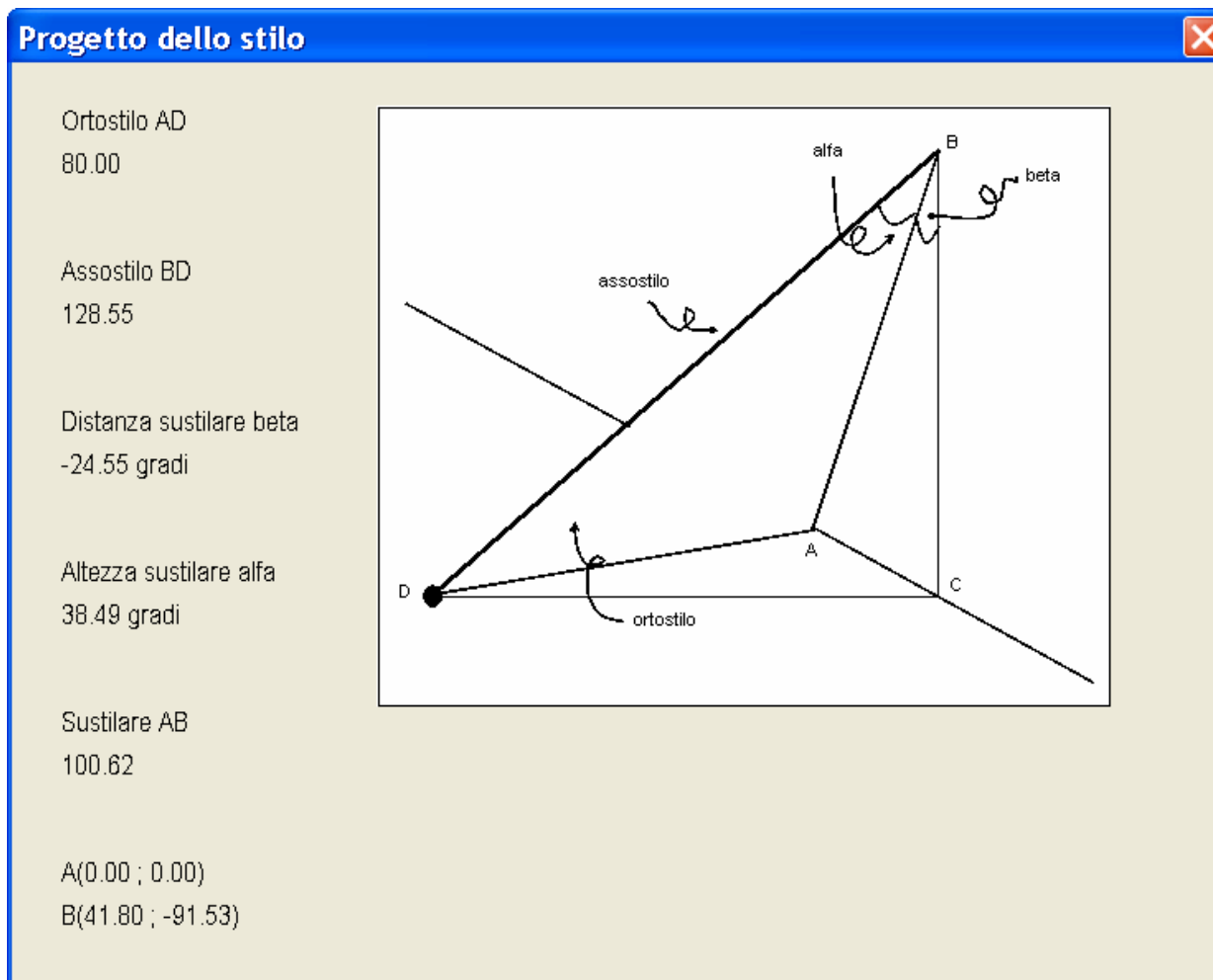
Visualizzazioni : tabelle

The image displays six overlapping windows from a software application, each showing a different table of astronomical data. The windows are titled as follows:

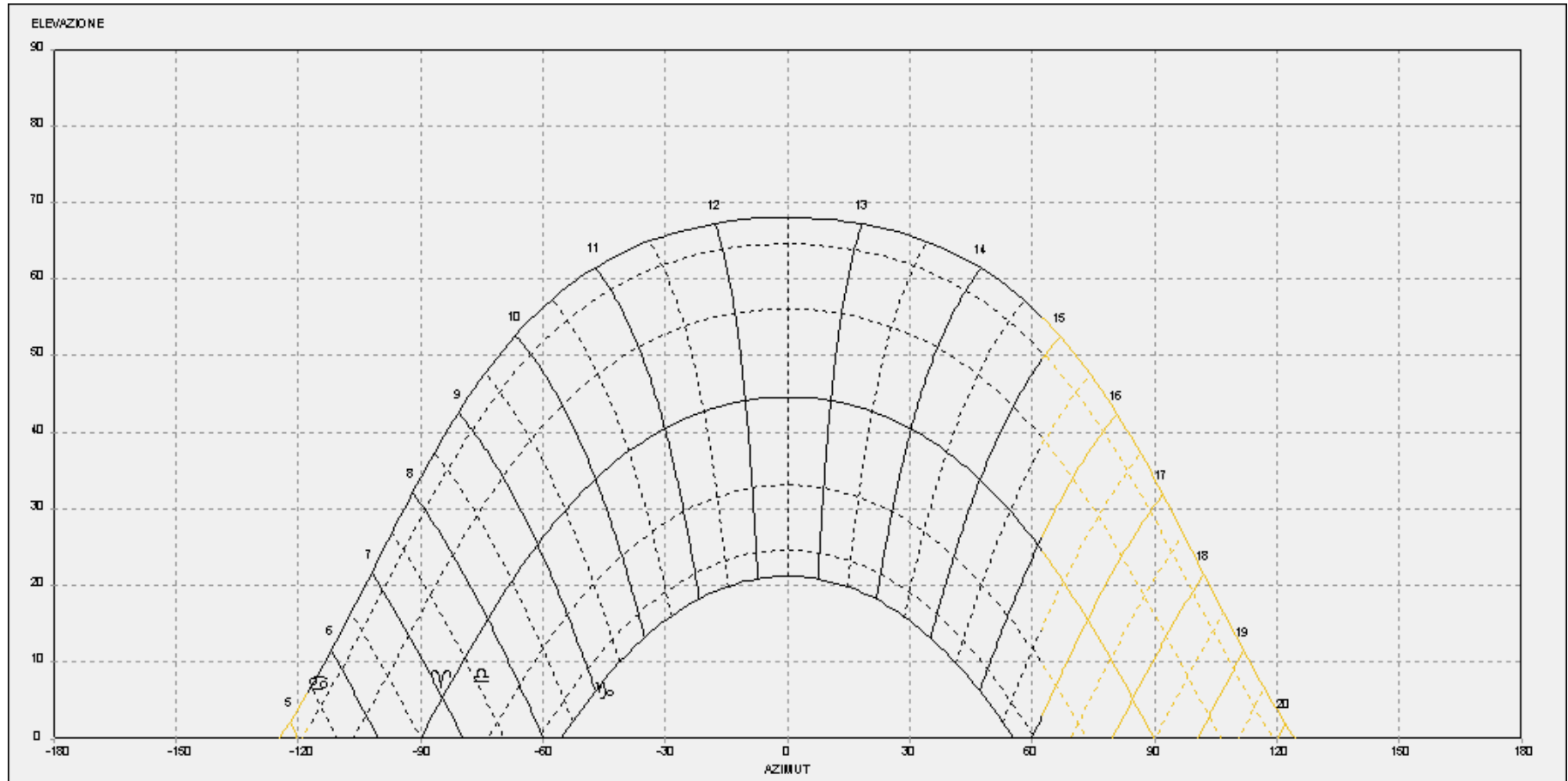
- Linee Orarie Francesi**: Shows data for 'Francesi' and 'langolo' from 0:00 to 21:30.
- Linee Orarie Italiane**: Shows data for 'Italiane' from 0:00 to 21:30.
- Linee Orarie Babilonici**: Shows data for 'Babilonic' from 0:00 to 21:30.
- Linee Orarie Temporalis**: Shows data for 'Temp.' from 0:00 to 21:30.
- Linee Orarie Crepuscolari**: Shows data for 'Crep.' from 0:00 to 21:30.
- Tabella delle Lemniscata**: Shows data for 'Lemn.' from 0:00 to 21:30, with columns for 1-gen, 11-gen, 21-gen, 1-feb, and 11-feb.

Each window contains a table with columns for time (ora), date (ora fr.), and various astronomical values (x, y). The data is presented in a grid format, with some values in scientific notation (e.g., -1E+00, -1E+06).

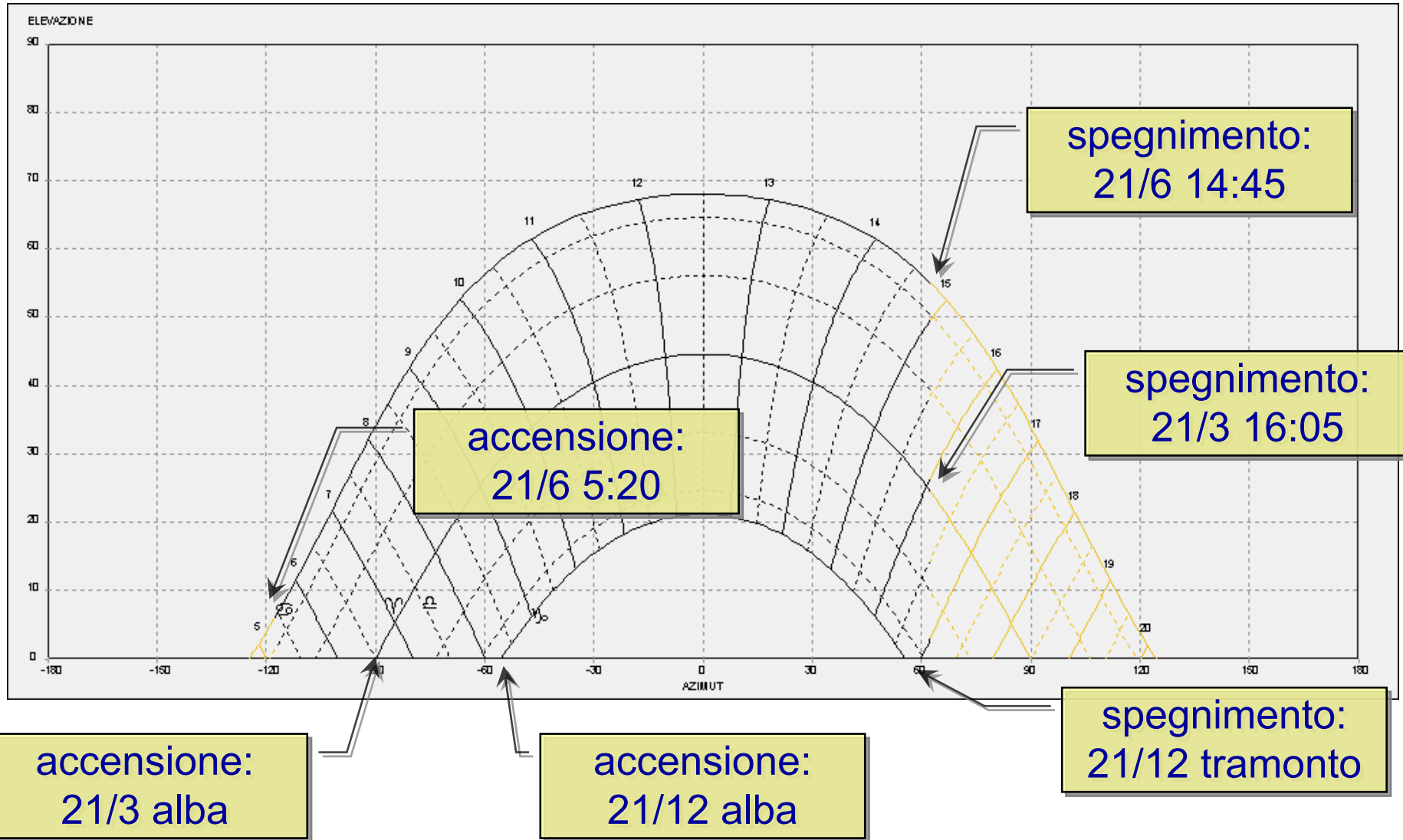
Visualizzazioni : dimensioni dello stilo



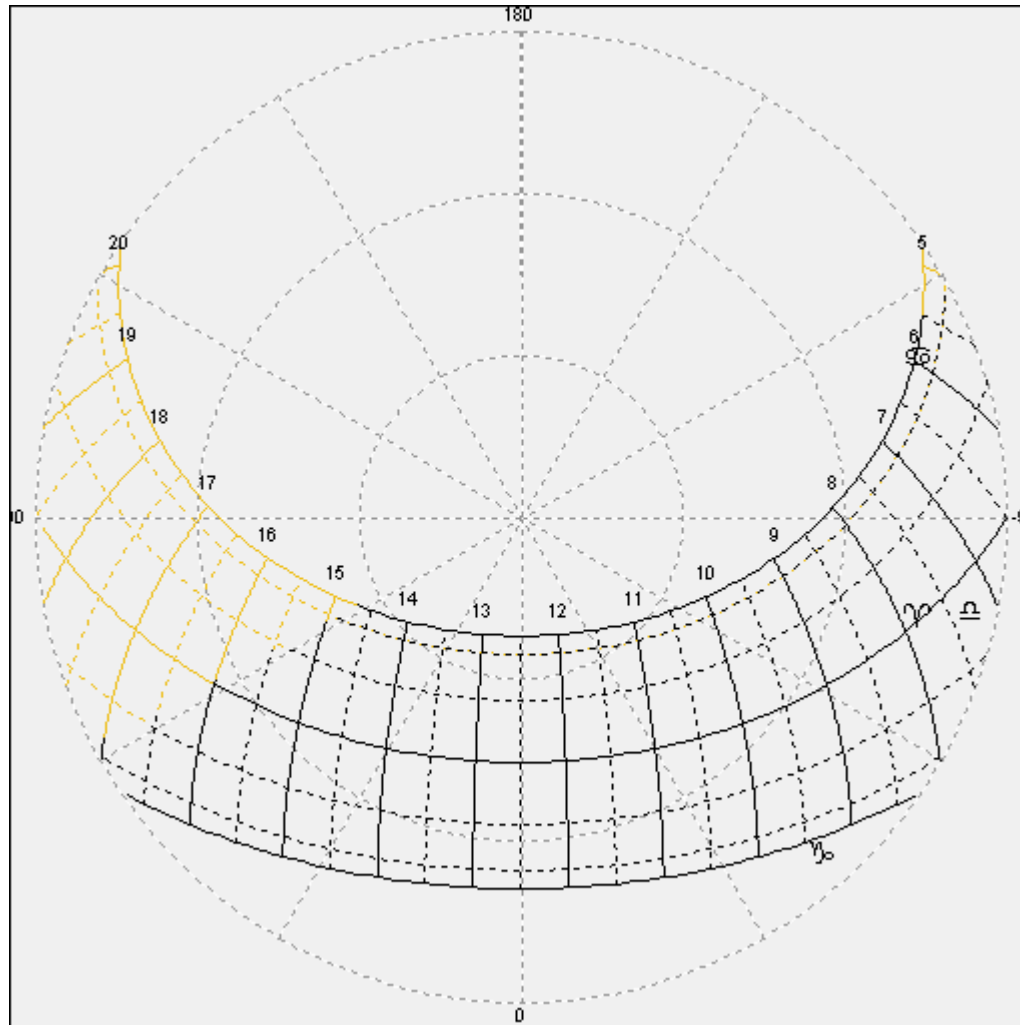
Visualizzazioni : condizioni di illuminazione



Visualizzazioni : condizioni di illuminazione



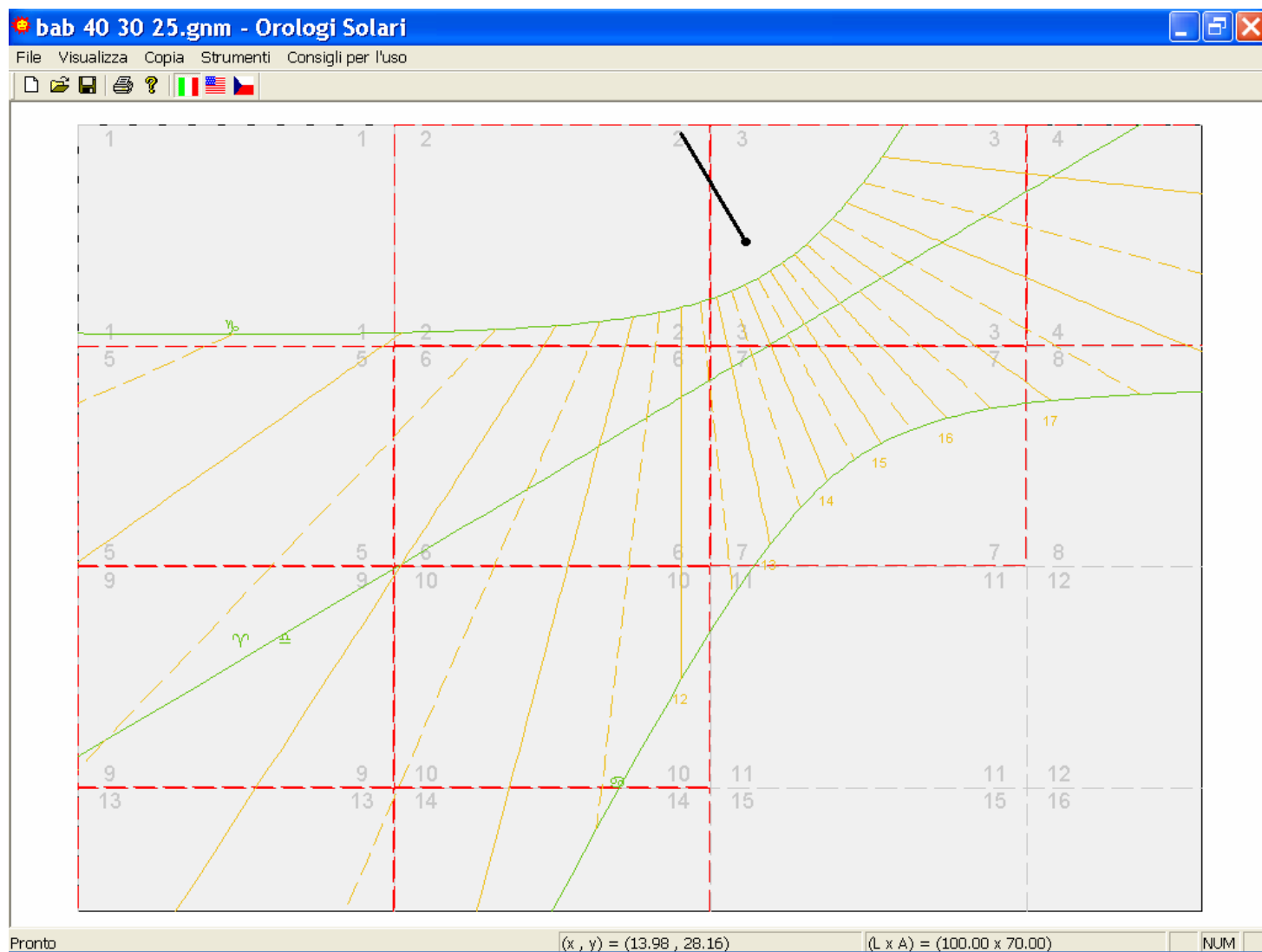
Visualizzazioni : condizioni di illuminazione



Stampe, salvataggi ed esportazioni

- copia di grafici e tabelle nella “clipboard”
- stampa rapporto con grafici e tabelle selezionabili
- esportazione in formato vettoriale DXF
- esportazione in formato raster JPG, TIF, GIF, PCX, BMP
- stampa multipla “a mosaico”

Stampa multipla "a mosaico"



Sistema di help in linea

Orologi Solari Help [Min] [Max] [Chiudi]

Nascondi Indietro Stampa Opzioni

Sommario | **Indice** | Cerca

- [-] Introduzione
 - [+] Lista delle funzioni disponibili
 - [+] Domande frequenti (FAQ)
- [-] Informazioni di base sugli Orologi Solari
 - [+] Orologi Verticali
 - [+] Orologi Orizzontali
 - [+] Orologi Polari
 - [+] Orologi Equinoziali
 - [+] Orologi Analemmatici
 - [+] Orologi Azimutali
 - [+] Metodi di misura del tempo
- [-] Interfaccia utente
 - [+] Finestra principale
 - [+] Uso di mouse e tastiera
 - [+] **Coordinate**
- [-] Opzioni di menu
 - [+] Comandi del menu File
 - [+] Comandi del menu Visualizza
 - [+] Comandi del menu Copia
 - [+] Comandi del menu Strumenti
 - [+] Comandi del menu ?
- [-] Progettare un nuovo orologio
 - [+] Parametri dell'orologio
 - [+] Determinazione della declinazione
- [-] Glossario
 - [+] Glossario
- [-] Versione
 - [+] Versione Orologi Solari
 - [+] Versione SunDialSaver
- [-] Screen Saver
 - [+] Screen Saver
- [-] Ringraziamenti
 - [+] Ringraziamenti

Coordinate

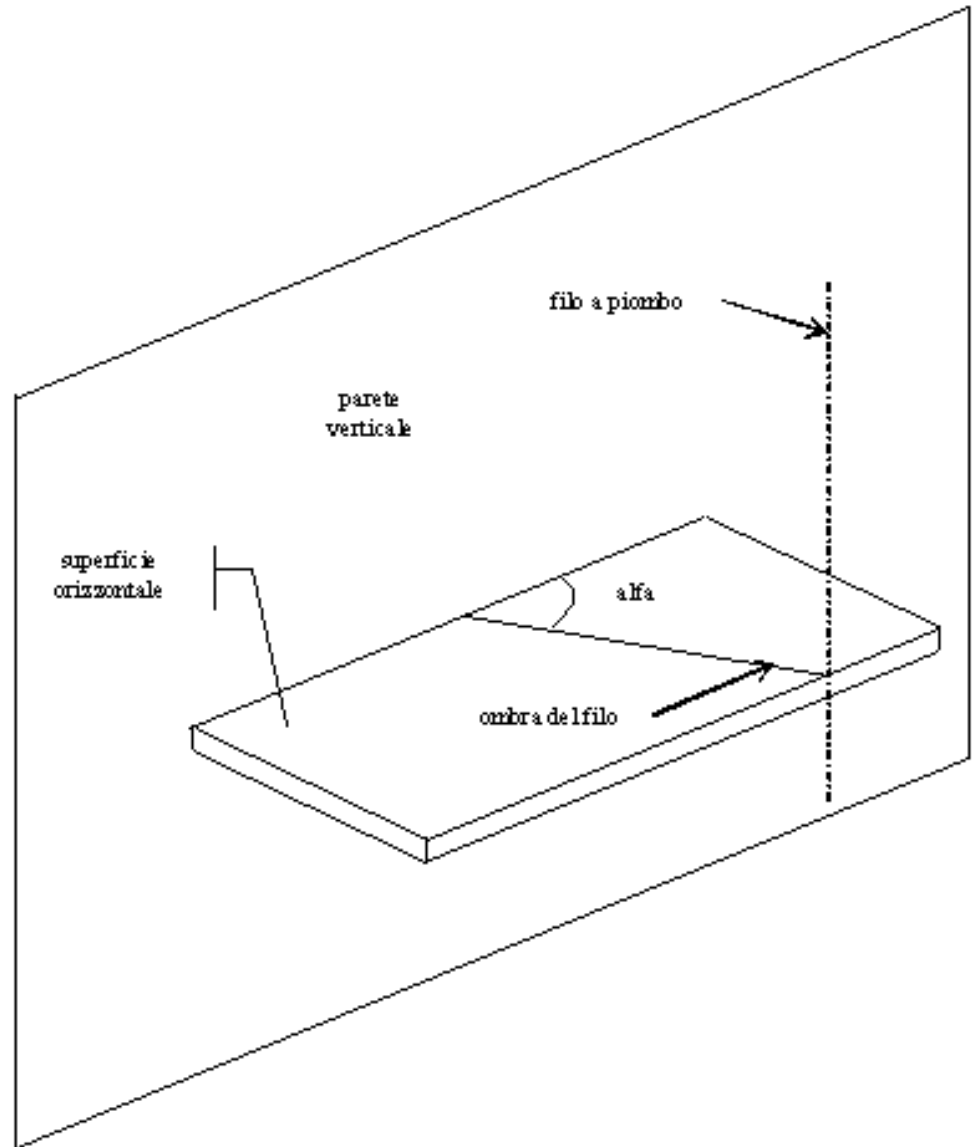
Il programma, nella visualizzazione delle coordinate di un punto, utilizza il seguente sistema di riferimento cartesiano :

Il centro O corrisponde alla base dell'ortostilo (per l'o. analemmatico O corrisponde alla posizione dello stilo agli equinozi)..

Ogni punto nel piano è identificabile dai due valori X_0 e Y_0 così come rappresentato in figura. Si noti che x assume valori

Calcolo declinazione della parete

- basato sulla misura dell'angolo ombra / parete
- calcolo dei parametri solari e della declinazione della parete
- inserimento del risultato nel progetto corrente



Calcolo declinazione della parete

Calcolo declinazione : coordinate geografiche

Attenzione

Nel calcolo della declinazione verranno usate le seguenti coordinate geografiche :

latitudine : 45:22:57 nord
longitudine : 7:42:48 est

Se non sono corrette modificarle tramite il menu File -> Parametri.

Calcolo declinazione : angolo misurato

Introdurre l'angolo misurato (in gradi decimali) :

123

Calcolo declinazione : data e ora

Introdurre la data e l'ora della misura.
Se era in vigore l'ora legale contrassegnare l'opzione.

data: mercoledì 14 maggio 2008
ora: 18.35.17

ora legale

Calcolo declinazione : angolo di declinazione

Parametri solari :

edt = +219.57 sec
declinazione = +18.83 gradi
azimut = +94.97 gradi
altezza = +21.98 gradi

La declinazione della parete (in gradi decimali) è : 61.97 ovest

Inserisci nel progetto

? < Indietro Fine Annulla

Simulazione dell'ombra e calcolo dei parametri solari

- simulazione di qualunque tipo di orologio (direzionale, azimutale)
- istante simulato : attuale, impostato manualmente o variato dinamicamente (data / ora)
- visualizzazione dei principali parametri solari (declinazione, azimut, altezza ...)
- visualizzazione dell'ora corrente in tutti i sistemi orari
- visualizzazione alba, tramonto, mezzogiorno, crepuscolo

Simulazione dell'ombra e calcolo dei parametri solari

it 40 30 25.gnm - Orologi Solari

File Visualizza Copia Strumenti Consigli per l'uso

Il quadrante è illuminato

Data: mercoledì 14 maggio 2008 Ora civile: 18.46.18 h legale DeltaT = 66.0

Longitudine solare :	54:15:09 (+54.25268)	Equazione del tempo :	00:03:39 (+219.56s)
Ascensione retta solare :	03:27:31 (+3.45888)	Ora solare :	17:49:57
Declinazione solare :	18:50:06 (+18.83524)	Errore di longitudine :	-00:29:08
Azimet solare :	98:45:52 (+98.76454)	Ora solare locale :	17:20:48
Altezza solare :	19:19:24 (+19.32338)		

Alba :	06:19:26	Ora italiana :	22:14:17
Mezzodi :	13:25:29	Ora it. da campanile :	21:44:17
Tramonto :	20:32:05	Ora babilonese :	12:27:20
Crepuscolo :	21:07:33	Ora temporale :	10:30:46
		Ora crepuscolare :	21:38:50

Ora attuale
 Simulazione

Ora
 Data

Vai

velocità

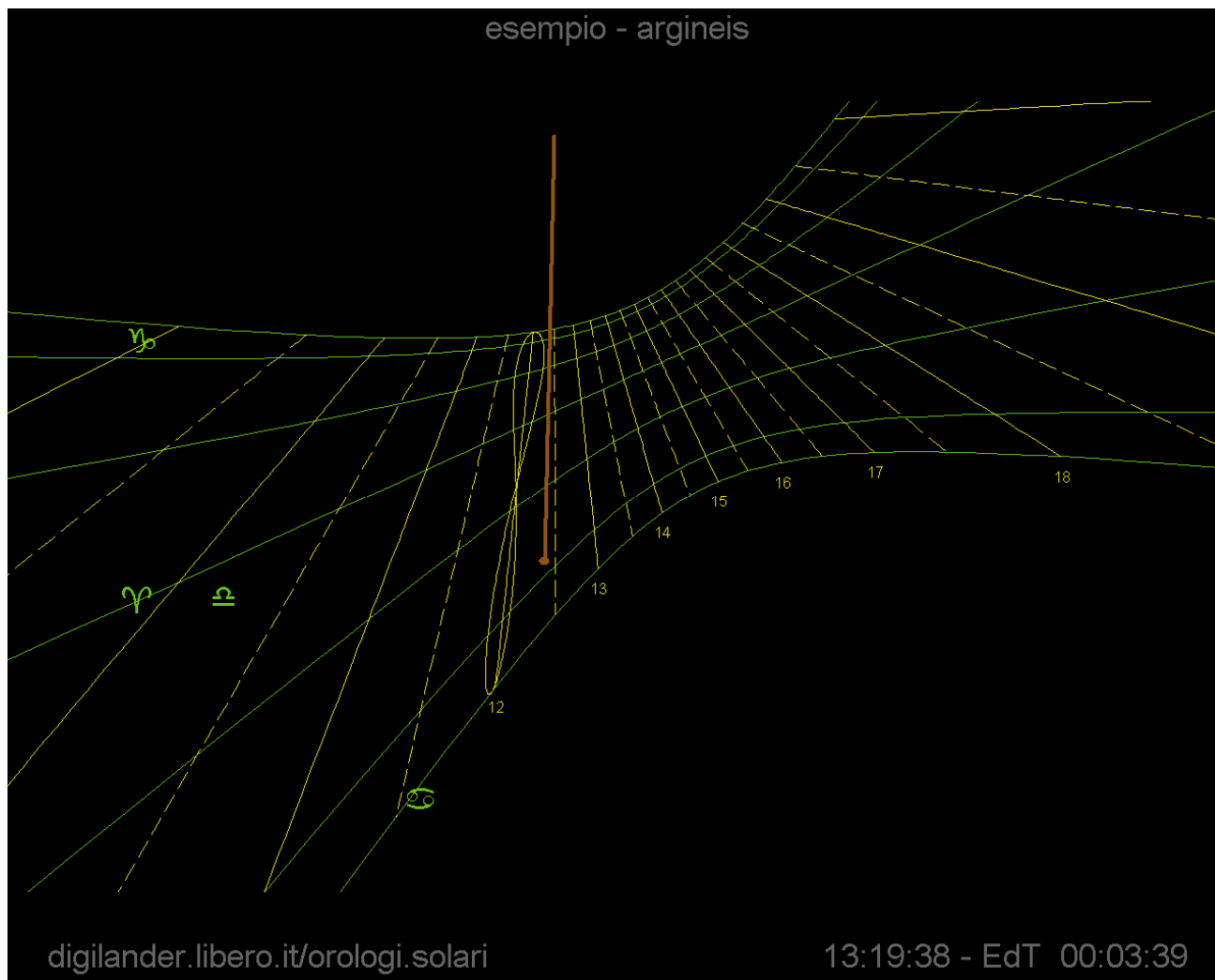
stilo polare
 ortostilo
 triangolo

OK ?

Pronto (x, y) = (-48.49, -40.17) (L x A) = (250.00 x 162.00) NUM

“Screen Saver”

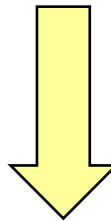
- basato su un qualunque orologio progettato con OS.



Recupero parametri incogniti

Problema

dato un antico orologio di cui siano rilevabili
solo alcuni elementi (linee, punti, stilo ...)



calcolare i parametri di progetto originali
(latitudine, declinazione, stilo ...)

Recupero parametri incogniti

Approccio classico

Per ogni caso particolare misurare un elemento noto e tramite formule trigonometriche calcolare una alla volta le incognite.

es. equinoziale disponibile => misurare angolo, ricavare declinazione

Svantaggi:

- i casi possibili sono quasi infiniti, impossibile prevederli tutti
- il programma diventa una lunga serie di voci di menu, una per ognuno dei casi particolari considerati

Recupero parametri incogniti

Nuovo approccio

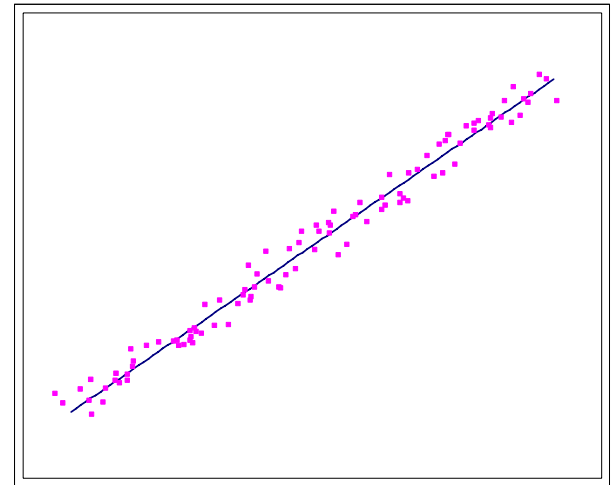
Considerare il problema come un caso di “data fitting”
ovvero :

“data una serie di valori misurati trovare i parametri
del modello che meglio approssimano le misure”

es. regressione lineare

$$Y = a * X + b$$

Date le misure (X_i, Y_i) trovare i
parametri a e b che meglio
approssimano i dati.



Recupero parametri incogniti

es. quadrante verticale declinante ad ora vera locale

$$\left\{ \begin{array}{l} X_i = X(\omega, \delta, \varphi, d, \lambda, x, y) \\ Y_i = Y(\omega, \delta, \varphi, d, \lambda, x, y) \end{array} \right.$$

ω = angolo orario noto

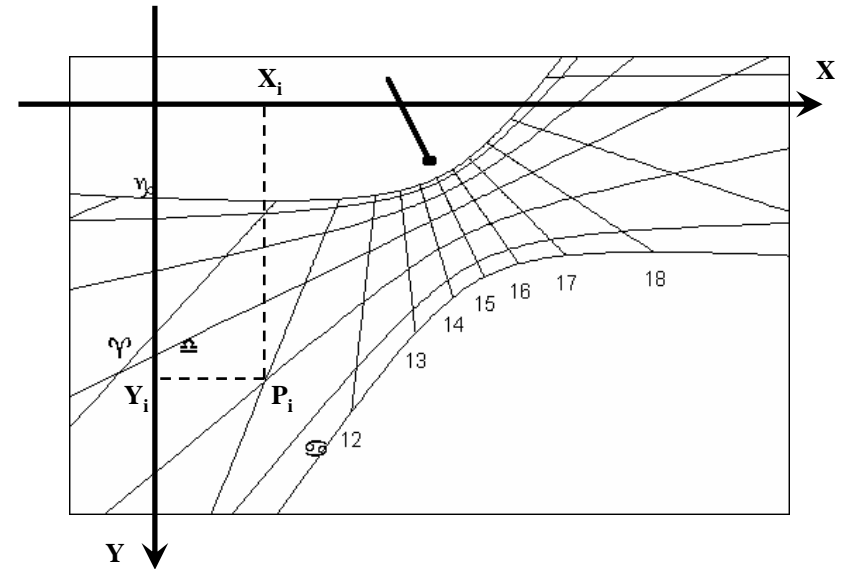
δ = declinazione solare nota

φ = latitudine

d = declinazione della parete

λ = lunghezza ortostilo

x, y = coordinate del punto di ancoraggio dell'ortostilo.



Recupero parametri incogniti

1. misuriamo la posizione di N punti (per ω e δ noti)
2. formiamo un sistema di $2 \cdot N$ equazioni in 5 incognite

$$f_i(\varphi, d, \lambda, x, y) = k_i \quad i = 1 \div 2N$$

dove i coefficienti k_i sono le coordinate misurate degli N punti.

3. risolviamo questo sistema di equazioni ed otteniamo i 5 parametri incogniti cercati.

Recupero parametri incogniti

Algoritmo di Levenberg-Marquardt

Si consideri la funzione di costo

$$\begin{aligned} F(\varphi, d, \lambda, x, y) &= \\ &= \sum_{i=1}^N (f_i(\varphi, d, \lambda, x, y) - k_i)^2 = \sum_{i=1}^N \varepsilon_i^2 \end{aligned}$$

uguale alla somma dei quadrati degli errori residui tra modello e misure.

L'algoritmo ricerca il minimo di F mediante un procedimento iterativo che converge (normalmente) verso il minimo locale più vicino all'ipotesi iniziale.

Recupero parametri incogniti

Dati per il progetto inverso

linee			
1	Babilonica - ora 1 - 2 punti	modifica	elimina
2	Babilonica - ora 3 - 2 punti	modifica	elimina
3	Babilonica - ora 4 - 2 punti	modifica	elimina
4		modifica	elimina
5		modifica	elimina
6		modifica	elimina
7		modifica	elimina
8		modifica	elimina
9		modifica	elimina
10		modifica	elimina

punti			
1	Babilonica-Equinoziale - ora 24	modifica	elimina
2	Babilonica-Equinoziale - ora 3	modifica	elimina
3	Babilonica-Equinoziale - ora 2	modifica	elimina
4		modifica	elimina
5		modifica	elimina
6		modifica	elimina
7		modifica	elimina
8		modifica	elimina
9		modifica	elimina
10		modifica	elimina

Ricerca globale Ricerca locale Inserisci nel progetto

latit. declin. lungh. ort. pos. ort.

OK Cancel **Apti...** Salva... ?

elenco di linee misurate

elenco di punti misurati

ricerca soluzione

salvataggio e recupero dati

soluzione

Recupero parametri incogniti

The image displays two software dialog boxes used for gnomonic calculations. The first dialog, titled "Parametri di una linea", contains a table for line parameters and a dropdown for the line type. The second dialog, titled "Parametri di un punto", contains a table for point parameters and a dropdown for the point type. Callouts in yellow boxes identify specific fields in both dialogs.

Parametri di una linea

	x	y	tipo di linea
1	118.380	105.280	ORA BABILONESE
2	206.380	113.990	
3			
4			ora 1
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Parametri di un punto

x	y	tipo di punto
134.23	114.39	BABILONICA-EQUINOZI

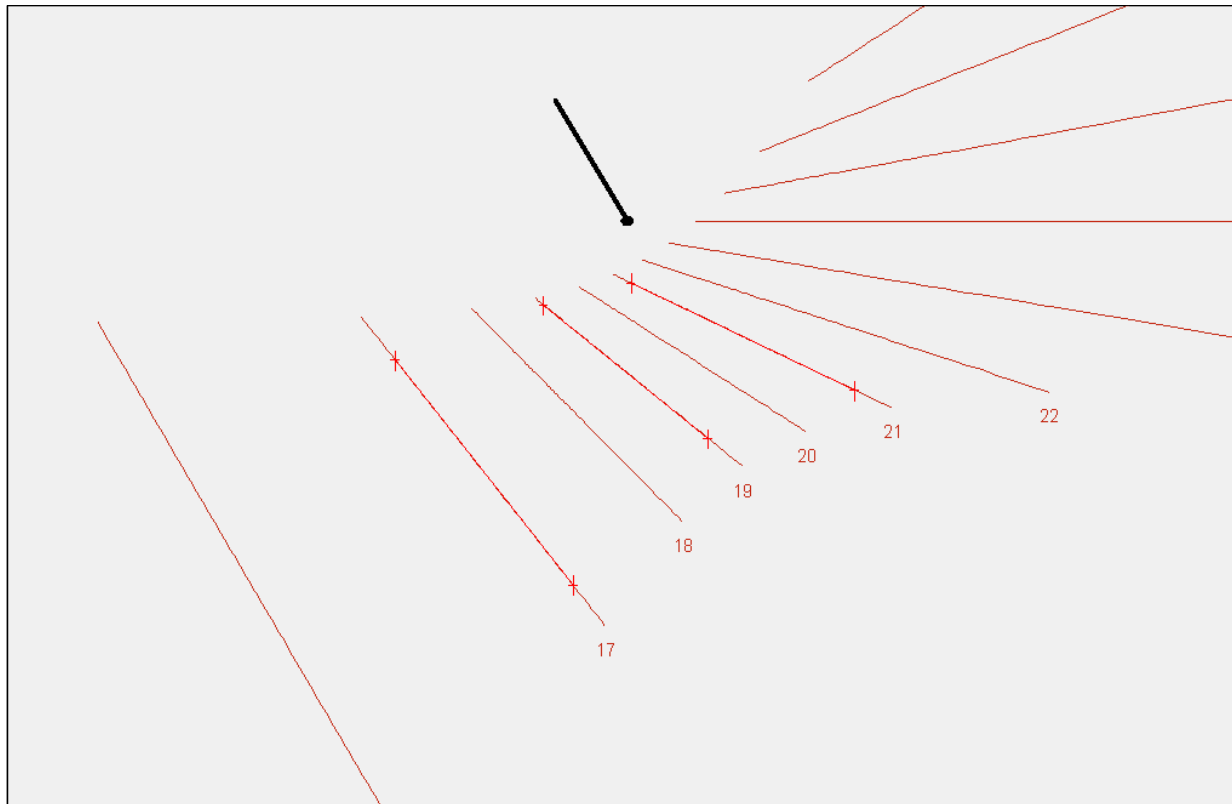
Callouts and their target fields:

- tipo di linea**: points to the "ORA BABILONESE" dropdown in the "Parametri di una linea" dialog.
- ora**: points to the "ora 1" dropdown in the "Parametri di una linea" dialog.
- coordinate punti (min. 2)**: points to the x and y input fields for the second point in the "Parametri di una linea" dialog.
- tipo di punto**: points to the "BABILONICA-EQUINOZI" dropdown in the "Parametri di un punto" dialog.
- coordinate punto**: points to the x and y input fields for the point in the "Parametri di un punto" dialog.
- ora**: points to the "ora 2" dropdown in the "Parametri di un punto" dialog.

Recupero parametri incogniti

es. quadrante ad ore italiane, sono note tre linee orarie

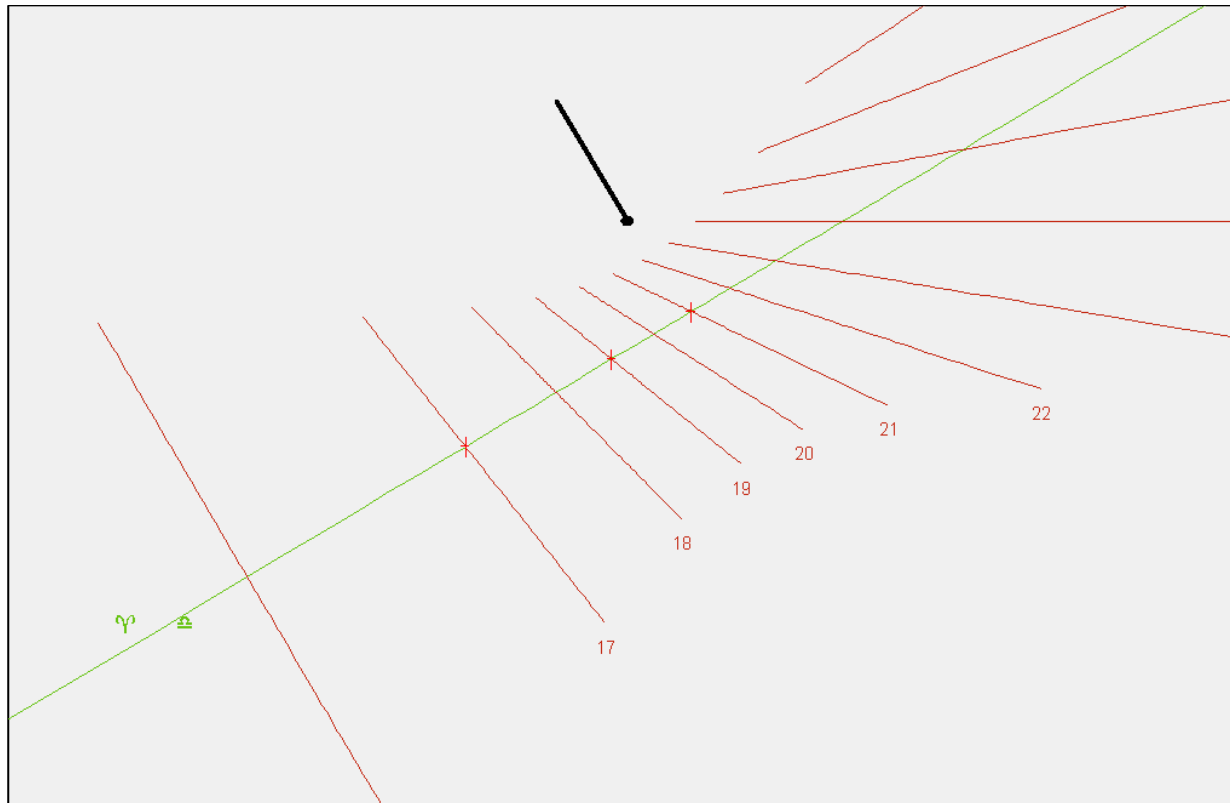
quadrante ricostruito :



Recupero parametri incogniti

es. quadrante ad ore italiane, sono noti gli incroci di tre linee orarie con l'equinoziale

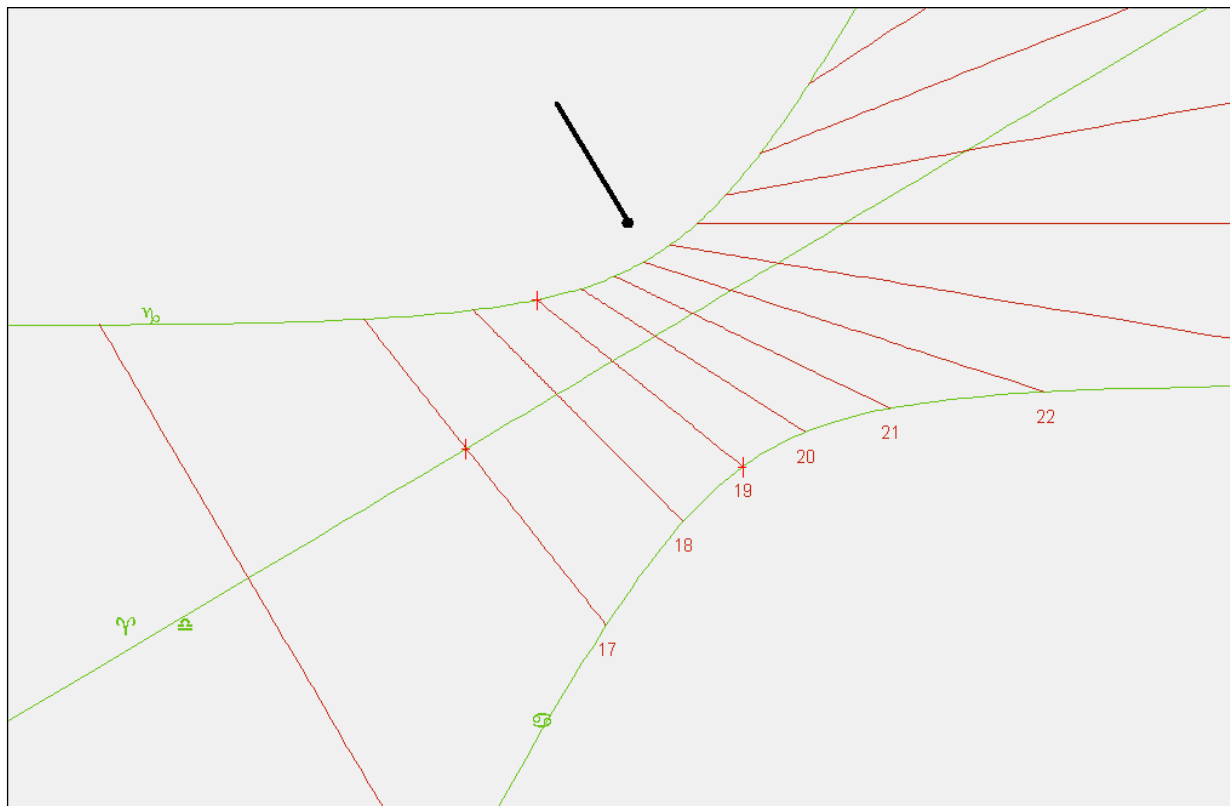
quadrante ricostruito :



Recupero parametri incogniti

es. quadrante ad ore italiane, sono noti tre incroci tra linee orarie e linee diurne

quadrante ricostruito :



Recupero parametri incogniti

es. quadrante ad ore italiane

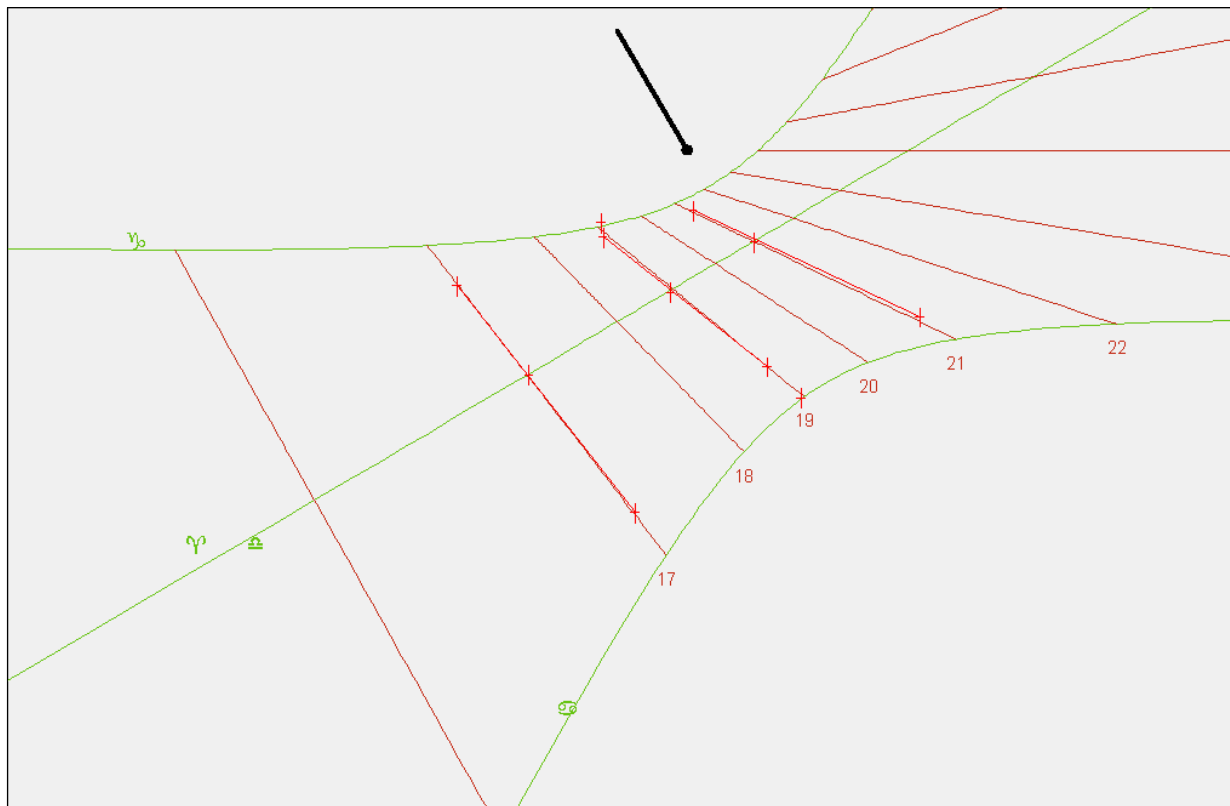
risultati ottenuti :

incognita	valore corretto	caso 1	caso 2	caso 3
φ	40.00	40.03	40.01	40.02
d	30.00	29.92	30.05	30.00
λ	25.00	25.19	24.98	25.02
x	125.00	125.36	125.06	125.03
y	37.00	37.11	37.01	36.99

Recupero parametri incogniti

es. italica con errore di ± 1 cm : in presenza di errori di misura è necessario utilizzare più dati possibile

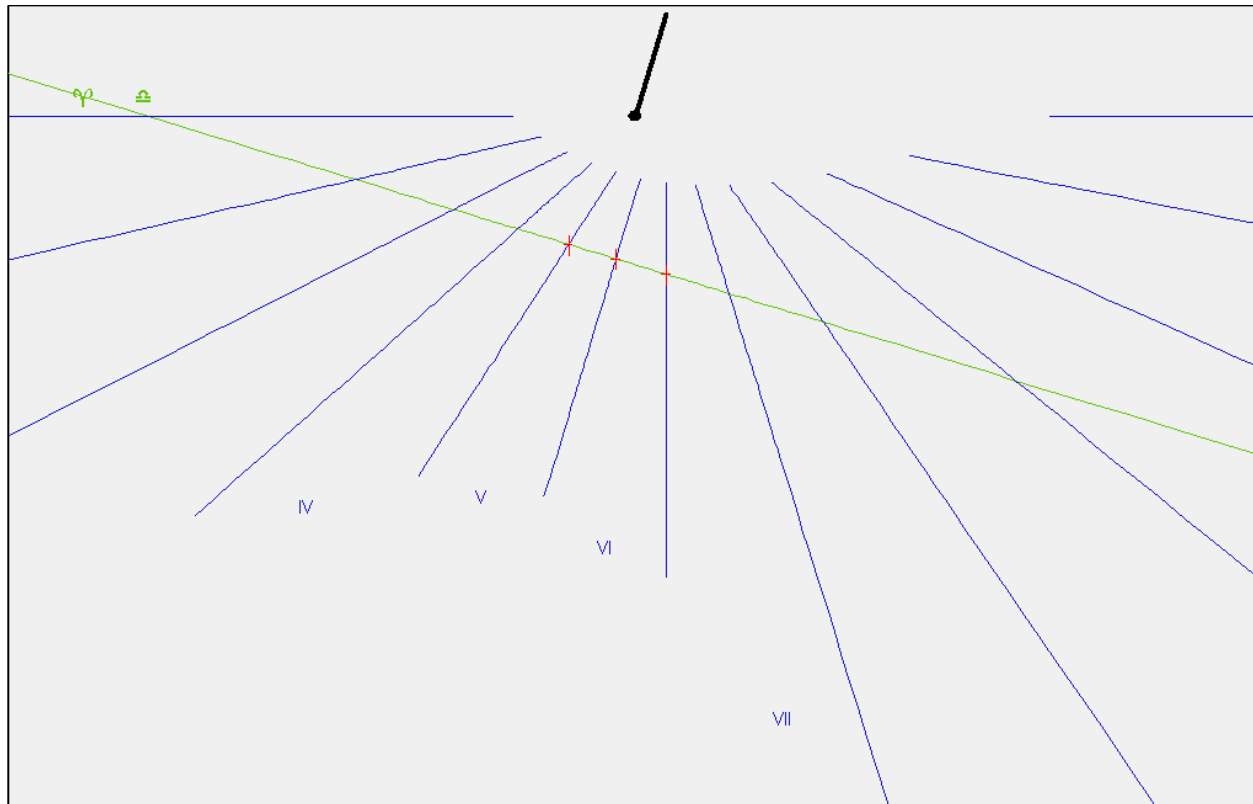
quadrante ricostruito :



Recupero parametri incogniti

es. quadrante ad ore temporali, sono noti gli incroci di tre linee orarie con l'equinoziale

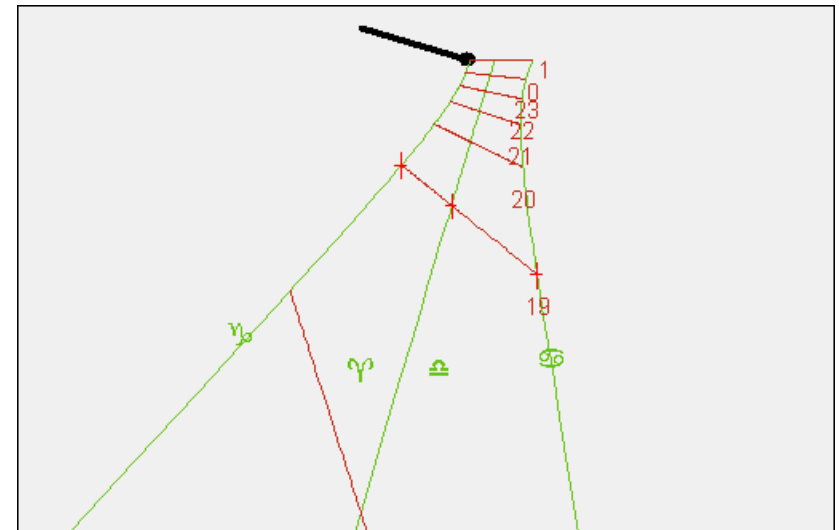
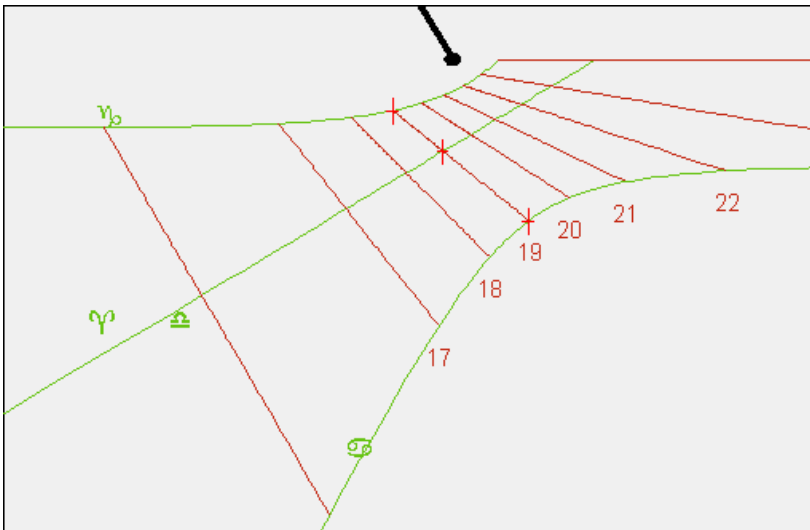
quadrante ricostruito :



Recupero parametri incogniti

I parametri misurati devono permettere di definire univocamente il quadrante.

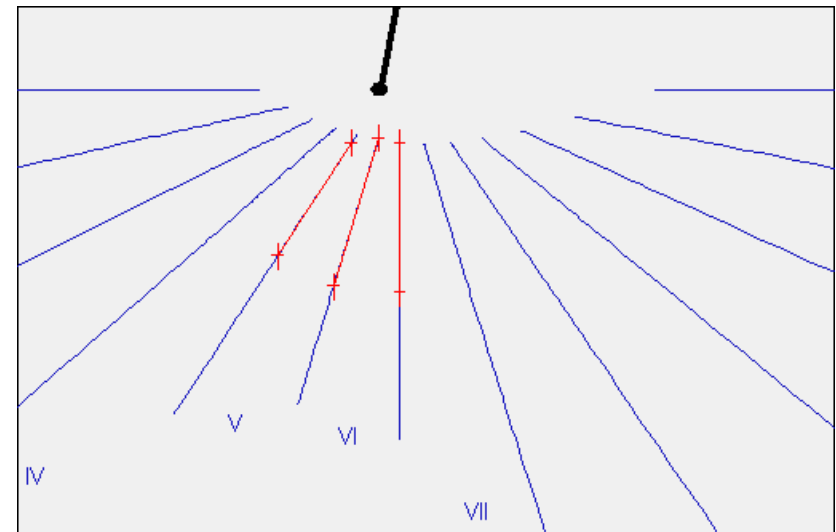
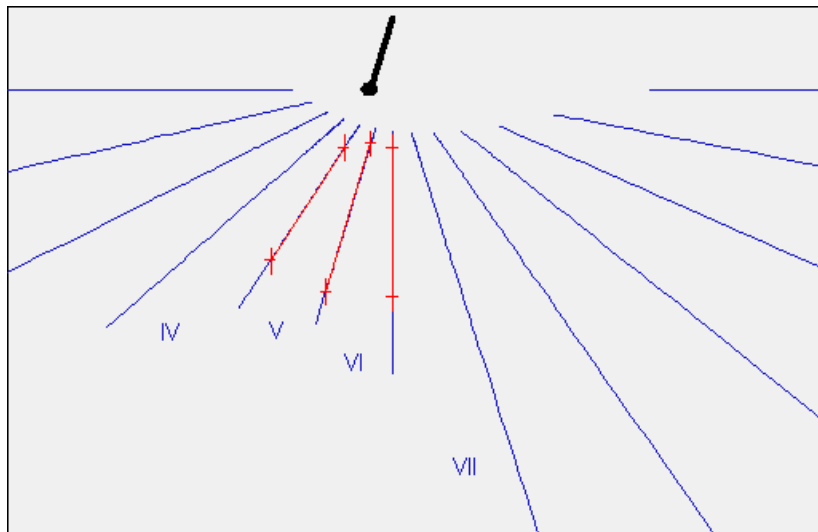
es. dal quadrante ad o. italiche di sinistra, noti tre punti di incrocio ora/l. diurna, l'algoritmo converge sul quadrante di destra



Recupero parametri incogniti

I parametri misurati devono permettere di definire univocamente il quadrante.

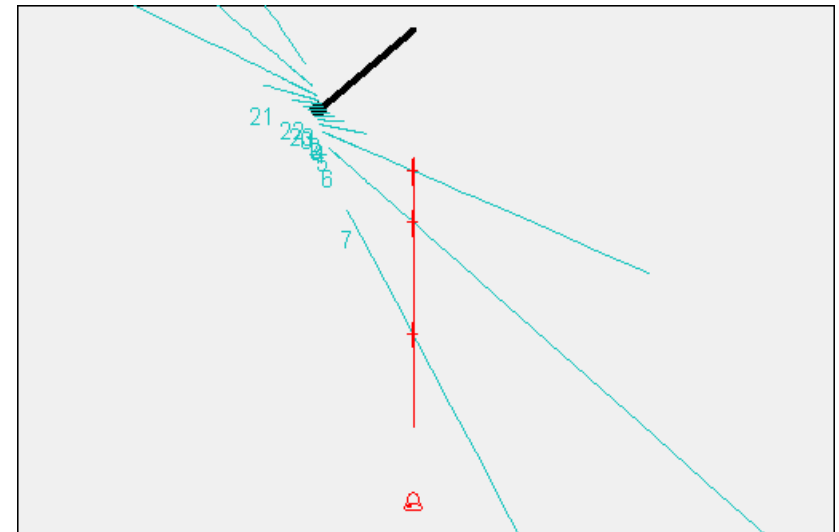
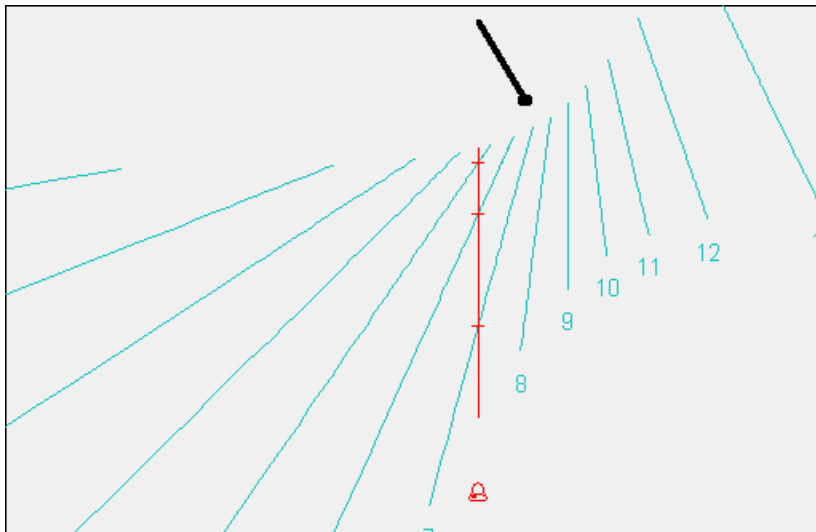
es. dal quadrante ad o. temporali di sinistra, note tre linee orarie, l'algoritmo converge sul quadrante di destra



Recupero parametri incogniti

I parametri misurati devono permettere di definire univocamente il quadrante.

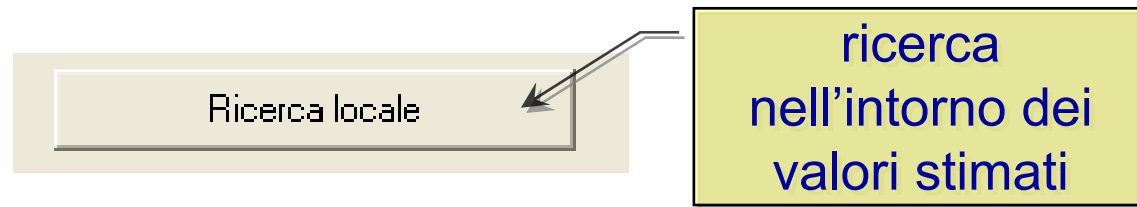
es. dal quadrante ad o. babilonesi di sinistra, noti tre incroci tra linee orarie e meridiana, l'algoritmo converge sul quadrante di destra



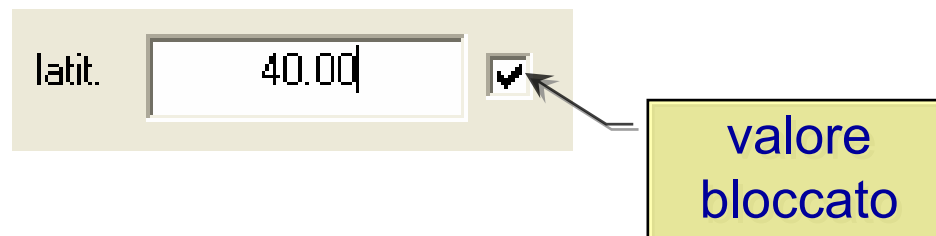
Recupero parametri incogniti

Per un risultato corretto è consigliabile :

- inserire il maggior numero di elementi possibile
- inserire preferibilmente punti anziché linee
- tentare una ricerca locale partendo da stime iniziali “ragionevoli”

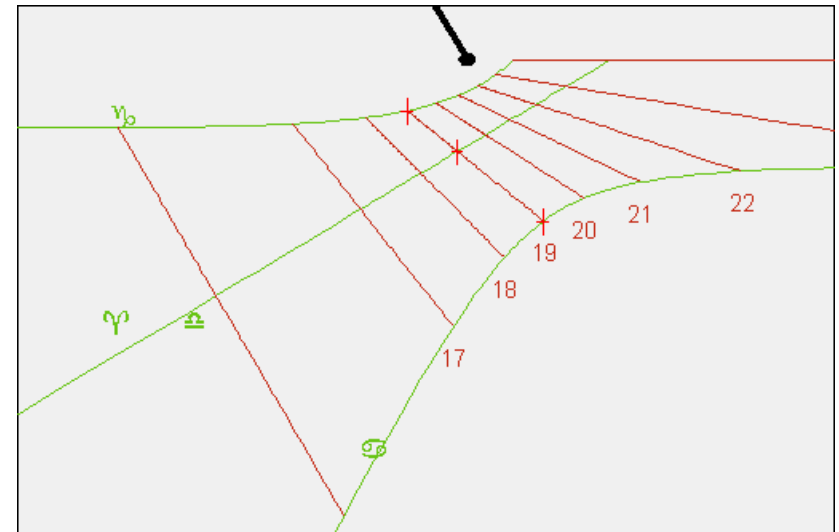
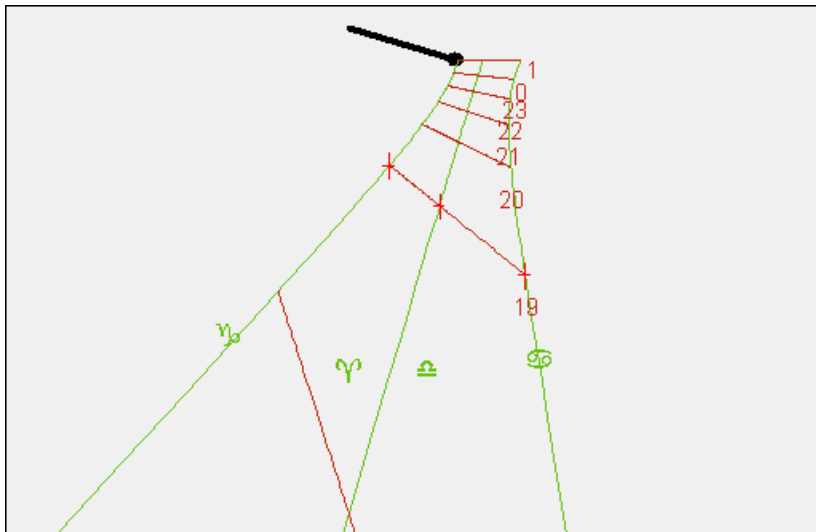


- “bloccare” le incognite di valore noto



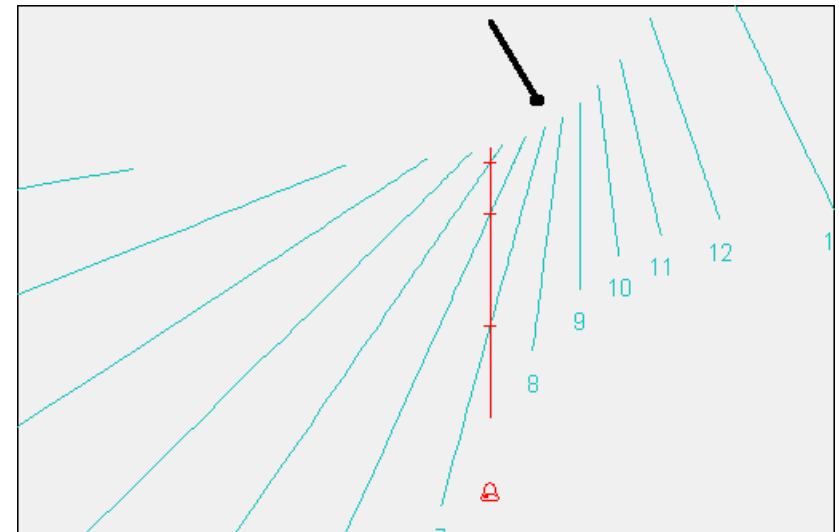
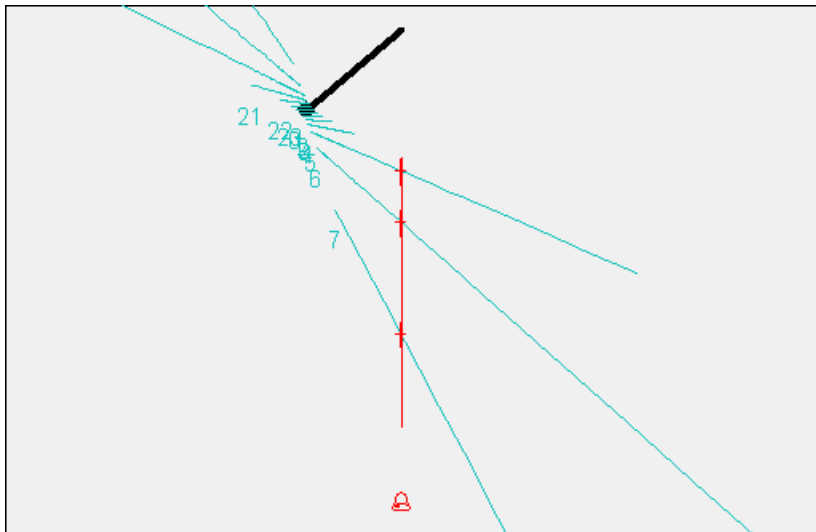
Recupero parametri incogniti

es. precedente (quadrante ad o. italiche noti tre punti di incrocio ora/l. diurna) introducendo e “bloccando” il punto di incastro dell’ortostilo si passa dalla soluzione errata di sinistra a quella corretta di destra



Recupero parametri incogniti

es. precedente (quadrante ad o. babilonesi noti tre punti di incrocio linea oraria/meridiana) introducendo e “bloccando” il punto di incastro dell’ortostilo si passa dalla soluzione errata di sinistra a quella corretta di destra



Sviluppi futuri

Nuove tipologie di orologi :

- orologio cilindrico del pastore
- orologio cilindrico di Joël Robic
- orologi di altezza
- orologi a riflessione
- orologi bifilari

Sviluppi futuri

Abbellimenti vari :

- linee diurne sui 12 mesi negli o. azimutali
- posizioni sui 12 mesi dello stilo negli orologi analemmatici
- linee orarie al quarto d'ora
- parametri grafici impostabili dall'utente (spessore delle linee, colori ecc.)
- help in inglese
- help in altre lingue

[Download, commenti, consigli, critiche ...](#)

<http://digilander.libero.it/orologi.solari>

giancasalegno@yahoo.it