

Le Meridiane di Spotorno



*a cura
Ing. Fabio Bachini*

"homo tempus meterit tempus hominem"
(L'uomo misura il tempo e il tempo l'uomo).

OROLOGIO SOLARE ITALICO

CHIESA PARROCCHIALE DELLA SS. ANNUNZIATA

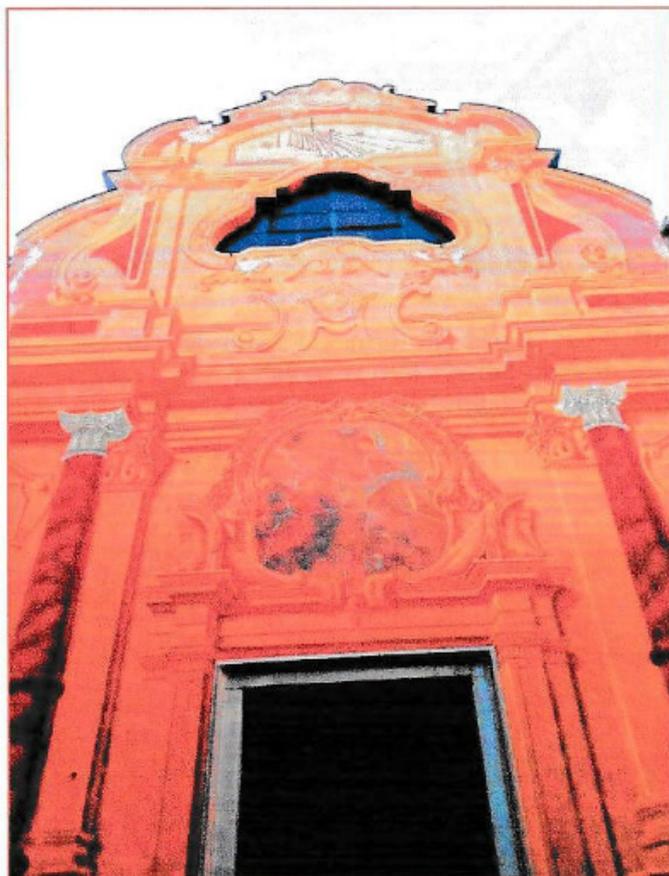
Via G. Garibaldi - SPOTORNO (SV)

COORDINATE GEOGRAFICHE: 44°13'37" N - 08°25'04" E

COSTANTE LOCALE DEL TEMPO: CLT = +26^m ♦ DECLINAZIONE GNOMONICA: D = 45° E

PREMESSA

Si ha notizia di una chiesa intitolata a Santa Maria in alcuni documenti risalenti all'anno 1198 e ancora nel 1446. L'attuale intitolazione è citata per la prima volta in una visita pastorale del 1585 da cui si apprende che la chiesa era divisa in tre navate e aveva dieci altari.



LA FACCIATA DELLA CHIESA CON L'OROLOGIO SOLARE AD ORE ITALICHE

Fu riconsacrata nel 1694 a seguito di interventi che ne modificarono l'aspetto in grosso modo come quello attuale in stile barocco. Il pavimento è del 1751 e su di esso si aprono 17 sepolcri, il più antico dei quali porta la data 1582.

Oggi si presenta a navata unica con volta a botte, con dieci cappelle laterali (non tutte dotate di altare) più due di testa ai lati del presbiterio. In controfacciata si trova una tribuna secentesca, mentre nell'abside corre un interessante coro ligneo intagliato della stessa epoca.

Sulla facciata fa bella mostra di sé un orologio solare ad ore italiane risalente, con tutta probabilità, all'epoca del rifacimento della facciata medesima (Foto 1).

L'indicatore del tempo è uno stilo infisso perpendicolarmente alla parete (*ortostilo*) che in termini tecnici prende il nome di *gnomone* (conoscitore) la cui ombra - o meglio l'ombra della sua punta libera - indica l'ora.

La retta inclinata verso il basso a destra (che conferma la declinazione ad Est del quadrante orario) rappresenta la cosiddetta *linea diurna degli equinozi* che è percorsa dall'ombra della punta dello gnomone durante gli Equinozi di Primavera (21 Marzo) e di Autunno (23 Settembre). Contrariamente alla consuetudine non è contraddistinta dai corrispondenti simboli dell'Ariete (\varnabla) e della Bilancia (\varnabla).

Sulla sinistra è riportato il simbolo del Cancro (\varnabla) corrispondente al Solstizio d'Estate che ricorre il 21 Giugno ma non è riportata, forse per motivi di spazio, la relativa linea oraria (iperbole). Non compare nemmeno la linea corrispondente al Solstizio d'Inverno (22 Dicembre) ma solamente un simbolo di forma strana in corrispondenza della linea oraria 21 che dovrebbe essere quello del Capricorno (\varnabla).

In posizione pressoché centrale si nota una freccia tracciata verticalmente alla destra (Est) dello gnomone. È la cosiddetta *linea meridiana* sulla quale si posa la punta dell'ombra dello gnomone ogni giorno a mezzogiorno vero locale cioè quando il Sole culmina sul meridiano che passa in quel punto. Lo spostamento a destra rispetto allo gnomone è una ulteriore conferma della declinazione ad Est del quadrante solare.

IL SISTEMA ORARIO AD ORE ITALICHE ORDINARIE O COMUNI

Nel sistema orario detto *ITALICO COMUNE* il giorno, diviso in 24 ore di uguale durata, termina al tramonto del Sole a cui corrisponde l'ora 24^a. Contemporaneamente inizia il giorno successivo (ora 0).

In breve, nel *sistema italico* il tramonto corrisponde all'ora 24^a del giorno che finisce ed all'ora 0 di quello che inizia. Questo sistema ebbe diffusione in particolare in Italia ad iniziare dal XIV secolo e rimase in uso fino a circa la fine del XVIII secolo.

Il quadrante italico è costruito in maniera tale che la linea oraria 24 coincida sempre con il tramonto. Ciò comporta che tutte le ore italiche corrispondano ad ore astronomiche variabili nel corso dell'anno. Agli equinozi e solamente agli equinozi, quando la durata dell'arco notturno è uguale a quella dell'arco diurno, le ore italiche corrispondono a quelle moderne (astronomiche) ² di uso comune. Infatti agli equinozi si ha che:

- l'alba avviene alla XII ora italica corrispondente alle ore 6 astronomiche.

Il mezzodì si trova a metà tra l'alba ed il tramonto cioè 6 ore dopo il sorgere del Sole, quindi:

- il mezzodì corrisponde alla XII + VI = XVIII ora italica ed alle ore 6 + 6 = 12 astronomiche;

- il tramonto avviene alla XXIV ora italica corrispondente alle ore 18 astronomiche;

- la corrispondenza si ha per ciascuna delle altre ore del giorno come riassunto nella Tab. 4 seguente.

	A						M						T
ORE MODERNE	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ORE ITALICHE	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX	XXI	XXII	XXIII	XXIV

TAB. 4 - CORRISPONDENZA TRA LE ORE ITALICHE E QUELLE MODERNE AGLI EQUINOZI

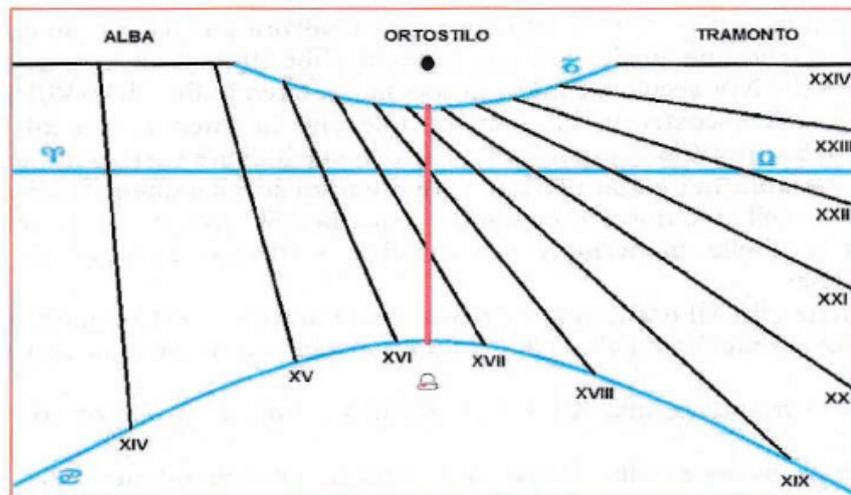
² Nel sistema moderno o astronomico il giorno è diviso in 24 ore di uguale durata con inizio dalla *mezzanotte* (ora 0). Il *mezzogiorno* corrisponde alla 12^a ora dopo la mezzanotte precedente. Agli equinozi l'alba avviene alle ore 6 ed il tramonto alle ore 18.

La discordanza tra ore italiane e quelle astronomiche aumenta tanto più quanto più ci si allontana dagli equinozi e raggiunge in massimo ai solstizi come indicato nella Fig. 5 sottostante.



5

La Fig. 6 successiva rappresenta un orologio solare ad ore italiane comuni non declinante cioè esposto perfettamente a Sud. Per questo tipo di orologi lo gnomone è sempre perpendicolare al quadrante (*ortostilo*) e, come già detto, l'indicazione oraria è fornita dall'ombra della sua punta libera.



6

ESEMPIO DI QUADRANTE ITALICO ORDINARIO VERTICALE NON DECLINANTE

Le sue caratteristiche sono le seguenti.

- La linea oraria XXIV rappresenta la cosiddetta *linea dell'orizzonte* (quindi sempre orizzontale) ed è allineata con il piede dello gnomone.
- La linea retta orizzontale contrassegnata con i simboli dell'Ariete (♈) e della Bilancia (♎) rappresenta la *linea diurna degli equinozi* che in questi giorni è percorsa dall'ombra della punta dello stilo. Se il quadrante è declinante, l'equinoziale appare inclinata anziché orizzontale.
- La linea curva con la concavità ricolta verso l'alto (iperbole) contrassegnata con il simbolo del Capricorno (♊) - assente nell'orologio di cui si parla - rappresenta la *linea diurna del Solstizio d'Inverno* che in questo giorno è percorsa dall'ombra della punta dello stilo.

- La linea curva con la concavità rivolta verso il basso (iperbole) contrassegnata con il simbolo del Cancro (♋) – assente nell'orologio di cui si parla – rappresenta la *linea diurna del Solstizio d'Estate* che in questo giorno è percorsa dall'ombra della punta dello stilo.

- La linea verticale evidenziata in rosso e contrassegnata con la campanella (♂) rappresenta la *linea meridiana* cioè quella che indica il mezzogiorno vero locale ovvero l'istante in cui il Sole culmina sul meridiano locale. La linea meridiana è sempre verticale ma è allineata con il piede dell'ortostilo solamente se il quadrante è NON declinante. Negli altri casi si trova tracciata a destra o a sinistra dello gnomone.

- Si osservi che la linea oraria italica XVIII e quella meridiana (♂) si incontrano, così come deve essere, sulla linea equinoziale ($\text{♄} - \text{♁}$).

Da quanto esposto in precedenza potrebbe sembrare che un orologio solare ad ore italiane, oltre ad essere complicato da leggere, fornisca una indicazione oraria poco utile. Se così fosse non si spiegherebbe l'ostilità e l'avversione nei confronti del sistema astronomico moderno imposto da Napoleone alla fine del XVIII secolo. La vita ecclesiastica e quella civile erano ovviamente condizionate dalla luce solare. In particolare per i contadini e gli artigiani, che non possedevano sorgenti di luce artificiale come quelle odierne, era importante conoscere quante ore di luce solare potevano avere a disposizione per completare le proprie mansioni. L'orologio italico era perfetto per dare questa risposta. Infatti, quando la campana suonava ad esempio l'ora XV tutti quanti potevano calcolare, con la semplice operazione $\text{XXIV} - \text{XV} = \text{IX}$, quante ore mancavano al tramonto e quindi quante ore di luce rimanevano ancora a disposizione. In conclusione, l'orologio italico non solo indica quante ore sono trascorse dal tramonto del giorno precedente ma anche, con una semplice operazione, quante ne mancano al tramonto del giorno in corso cioè alla fine della giornata lavorativa. In regime di ora italiana l'orologio veniva utilizzato soprattutto per regolare, giorno dopo giorno, quelli meccanici dei campanili o degli edifici pubblici e, in molti casi, veniva costruito solo a questo scopo.

Negli orologi italiani, oltre alle linee orarie, veniva quasi sempre tracciata anche la linea del mezzogiorno locale che divideva l'arco diurno in due parti uguali. Questa linea era indicata da una **M** (Meridies = Mezzodì) e/o da una campanella (♂) ad indicare la preghiera dell'Angelus di mezzogiorno. Raramente negli orologi italiani venivano tracciate le linee diurne eccetto la retta equinoziale che è quasi sempre presente.

IL SISTEMA ORARIO AD ORE ITALICHE DA CAMPANILE

La vita religiosa del clero ed in particolare quella dei monaci era scandita da funzioni liturgiche scaglionate nell'arco della giornata ed anche della notte. Una di queste era la recita dell'Angelus che avveniva tre volte al giorno: all'alba, a mezzogiorno e al tramonto. In tali orari veniva suonata una campana, detta "*campana dell'Angelus*" o "*campana dell'Ave Maria*".

Di particolare importanza era la recita dell'Ave Maria al tramonto che, come si è visto, era associato all'ora italiana XXIV.

Siccome l'istante del tramonto non coincide con la completa oscurità ma occorre circa mezz'ora di *crepuscolo* perché in cielo si intravedano le prime stelle – e siccome il suono dell'Ave Maria doveva coincidere sia con l'ultima ora della giornata (la 24^a) che con l'inizio del buio ($\frac{1}{2}$ dopo il tramonto alla fine del crepuscolo) – dall'inizio del Settecento si provvide a modificare il computo orario di mezzora anticipando il tramonto del Sole all'ora XXIII e $\frac{1}{2}$ così da far coincidere lo spirare effettivo della luminosità con le ore XXIV e suonare l'Ave Maria ad un'ora giudicata più consona (inizio effettivo del buio).

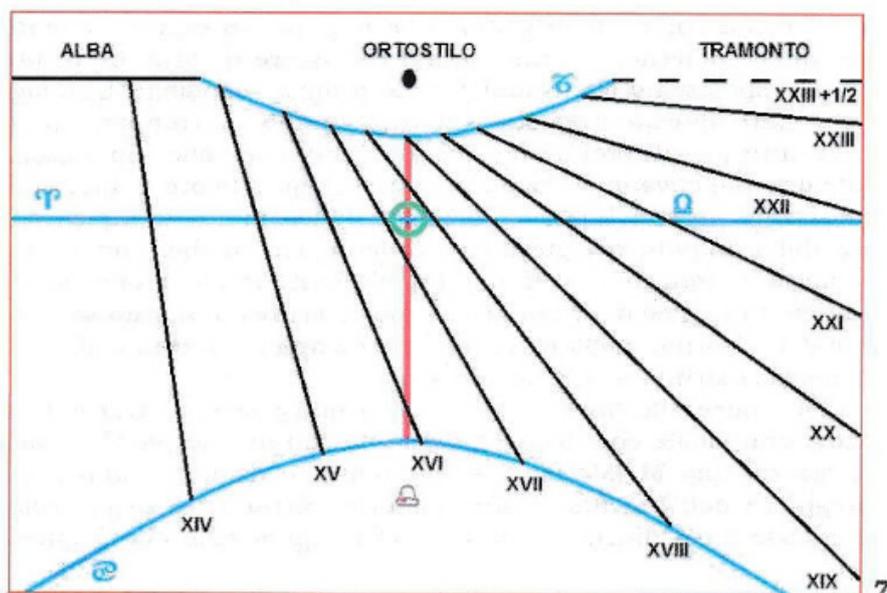
Questo più "moderno" sistema di misurare il tempo venne chiamato *italico da campanile* per differenziarlo dal precedente detto *comune o ordinario*.

Se il giorno comincia $\frac{1}{2}$ ora dopo il tramonto questo ultimo, sull'orologio italico da campanile, coincide con l'ora XXIII + $\frac{1}{2}$ (anziché la XXIV).

Per passare da un orologio italico ordinario ad uno da campanile è sufficiente (si fa per dire) ruotare tutte le linee orarie in senso antiorario di un angolo corrispondente a $\frac{1}{2}$ ora. In pratica bisogna ridisegnare di sana pianta l'intero orologio. In altre parole, l'orologio da campanile è portato indietro di $\frac{1}{2}$ ora rispetto a quello ordinario. Se con il sistema ordinario il contadino aveva $\frac{1}{2}$ ora di tempo (durata del crepuscolo) per tornare a casa con un po' di luce, ora le cose sembrano cambiate.

RIASSUMENDO.

Il giorno cominciava $\frac{1}{2}$ dopo il tramonto quindi la 24^a ora coincideva con quel momento cioè quando era iniziato il buio vero e proprio. Era quello il momento per suonare l'Ave Maria: cioè il suono dell'Ave Maria doveva coincidere con l'ultima ora (la 24^a) e con l'inizio del buio ($\frac{1}{2}$ dopo il tramonto alla fine del crepuscolo). Quindi al tramonto effettivo l'orologio segnava l'ora XXIII e $\frac{1}{2}$.



ESEMPIO DI QUADRANTE ITALICO DA CAMPANILE VERTICALE NON DECLINANTE

Ecco perché in questi orologi le linee orarie risultano ruotate in senso antiorario di un angolo corrispondente a $\frac{1}{2}$ ora ed ecco perché agli Equinozi le ore 12 vere locali non coincidono più con l'ora XVIII italica ma con l'istante intermedio tra l'ora XVII e la XVIII (Fig. 7 cerchietto in verde).

CONVERSIONE DELL'ORA ITALICA IN QUELLA CIVILE

Uno dei motivi per cui un orologio solare ad ore italiane risulta scarsamente apprezzato dalla gente comune è senza dubbio imputabile al fatto che la sua lettura non è di immediata e di facile interpretazione. Anzi, poiché l'ora indicata viene istintivamente associata a quella fornita da un comune orologio, con la quale non viene riscontrata alcuna corrispondenza, il giudizio immediato è quello di ritenere errata tale indicazione.

Come già detto più volte, si ripete che un orologio italico non indica l'ora attuale ma quante ore sono trascorse dal tramonto (o dalla fine del crepuscolo) del giorno precedente. Poiché questo varia nel corso dell'anno, la stessa indicazione letta in

stagioni diverse corrisponde ad ore astronomiche diverse. Per questo motivo la trasformazione di un'ora italiana nella corrispondente ora astronomica moderna comporta l'esecuzione di operazioni matematiche non semplici e la conoscenza di dati geografici ed astronomici che, ovviamente, la gente comune non possiede. Pur esistendo la possibilità di semplificare il procedimento, si ritiene sia necessario acquisire un minimo di conoscenze teoriche per poter operare con cognizione di causa.

BREVI CENNI TEORICI

Sulla sfera terrestre vengono tracciate per convenzione alcune linee immaginarie dette meridiani e paralleli. Tra i meridiani (circoli che passano attraverso i poli) ne è stato scelto uno come riferimento che è quello che passa per Greenwich (Londra), indicato nella Fig. 8. La distanza da questo espressa in gradi è detta longitudine.



MERIDIANI E PARALLELI

La Terra viene suddivisa con 360 meridiani distanti 1° l'uno dall'altro su cui il Sole transita in un tempo medio giornaliero di 24 ore. Ogni ora il Sole descrive un arco 15° ed 1° corrisponde ad un tempo di 4 minuti.

Quando il Sole si trova sopra un meridiano, in tutti i luoghi che si trovano su questo è mezzogiorno vero locale.

È chiaro che per i luoghi che si trovano sul meridiano distante (ad esempio) 15° verso destra (ad Est) il mezzogiorno è passato da un'ora (sono le 13). Invece per i luoghi che si trovano sul meridiano distante 15° verso sinistra (ad Ovest) il mezzogiorno avverrà tra un'ora (sono le 11). Ora bisogna sapere che i nostri orologi sono sincronizzati sul cosiddetto meridiano dell'Europa Centrale (evidenziato con il colore arancio nella Fig. 8) che passa per l'Etna e che dista 15° ad Est da quello passante per Greenwich a cui corrispondono 0°.

Il tempo corrispondente alla distanza longitudinale dal meridiano di riferimento è chiamato **Costante Locale del Tempo (CLT)** e varia da luogo a luogo di cui è quindi necessario conoscere la longitudine.

Il suo valore è dato dalla seguente espressione:

$$CLT = \text{Tempo Vero Europa Centrale} - \text{Tempo Solare Vero Locale} = TVEC - TSVL$$

ovvero

$$CLT = (\text{Long. etnea di rif.} - \text{Long. Locale})^\circ \cdot 4^{m/\circ} = (\text{LONR} - \text{LONL})^\circ \cdot 4^{m/\circ} \text{ (in minuti)}$$

Questa è la prima correzione che occorre apportare all'ora vera locale per avere il confronto con quella fornita da un orologio comune.

Ma non è finita qui.

Si è detto che il Sole compie il suo moto apparente da Est a Ovest attorno alla Terra in un tempo "medio" di 24 ore. In realtà, a causa dell'inclinazione dell'asse terrestre e della eccentricità dell'orbita, la durata del giorno risulta variabile nel corso dell'anno di un valore che oscilla tra +16 minuti e -14 minuti.

Da qui la necessità di calcolarne il valore medio nell'arco dell'anno e di assumere costante questo valore come se il moto apparente del Sole avvenisse su una traiettoria circolare percorsa con velocità costante.

I comuni orologi meccanici si basano su questa ipotesi semplificativa perché le loro lancette ruotano, appunto, con velocità costante.

Esistono delle tabelle e/o dei grafici che riportano questa variazione nell'arco di un anno (detta **Equazione del Tempo**, ET) con cui è possibile operare la correzione.

In conclusione, con riferimento alle seguenti definizioni:

TC (**T**empo **C**ivile) = tempo indicato da un orologio comune

TMEC (**T**empo **M**edio **E**uropa **C**entrale) = TC

TVEC (**T**empo **V**ero **E**uropa **C**entrale)

TSML (**T**empo **S**olare **M**edio **L**ocale)

TSVL (**T**empo **S**olare **V**ero **L**ocale)

CLT (**C**ostante **L**ocale del **T**empo) = correzione per diversa longitudine

ET (**E**quazione del **T**empo) = correzione del tempo vero

Si ottiene:

$$ET = \text{TMEC} - \text{TVEC} \text{ o anche } ET = \text{TSML} - \text{TSVL}^3$$

da cui

$$\text{TMEC} = \text{TVEC} + ET \text{ o anche } \text{TSML} = \text{TSVL} + ET$$

In altre parole:

- quando l'ET è **positiva** significa che l'orologio fornisce una indicazione (TSVL) più piccola di quella media (TSML) per cui si dice che **l'orologio ritarda** (rispetto al valore medio annuale);

- quando l'ET è **negativa** significa l'orologio fornisce una indicazione (TSVL) più grande di quella media (TSML) per cui si dice che **l'orologio anticipa** (rispetto al valore medio annuale).

Per risalire dal TSVL al TC indicato da un comune orologio occorre applicare la seguente formula:

$$TC = \text{TSVL} + CLT + ET = \text{TVEC} + ET \quad (\text{in regime di ora solare})$$

$$TC = \text{TSVL} + CLT + ET + 1^h = \text{TVEC} + ET + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

I valori della CLT e della ET possono assumere valori "negativi". In questi casi i rispettivi valori devono essere sottratti e non sommati.

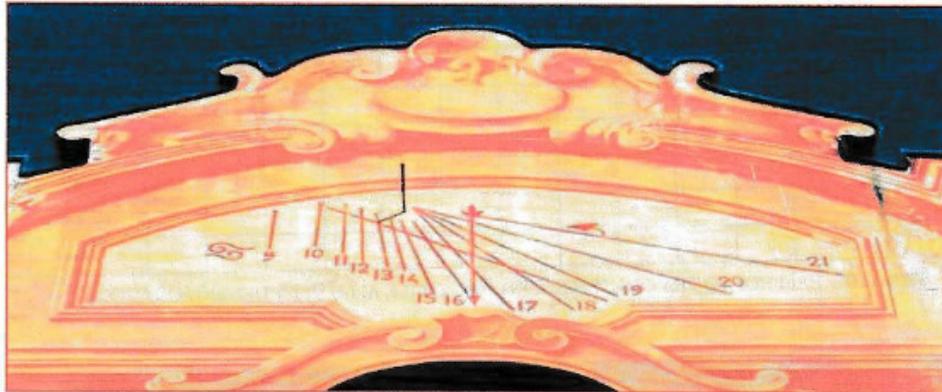
Dai brevi cenni teorici sopra riportati si evince che la conversione al Tempo Civile (TC) risulta relativamente semplice se si parte dal Tempo Solare Vero Locale (TSVL). Per questo motivo, allo scopo di trasformare una qualunque ora italiana in quella civile è necessario calcolare prima la corrispondente ora vera locale (TSVL). Gli esempi che seguono dovrebbero essere di chiarimento.

³ ATTENZIONE: In alcuni testi la CLT e l'ET sono definite in maniera contraria, cioè: CLT = TSVL - TVEC e ET = TSVL - TSML. In questo caso i segni risultano tutti invertiti rispetto a quanto riportato nella presente trattazione.

PROCEDIMENTO ANALITICO

VERIFICA N. 1

L'operazione richiede la conoscenza di alcuni dati astronomici e geografici qui di seguito riportati con i quali eseguire i calcoli necessari adottando la procedura seguente.



DATA = 26/09/2020; TCS = 09:14 (ORA LEGALE)

1) Dati geografici e astronomici:

- Data di scatto della foto 26/09/2020
- TCS ora di scatto della foto 09:14 Tempo Civile (ora legale)
- LATL 43°13'37" N latitudine locale
- LONL 08°25'04" E longitudine locale
- LONR 15°00'00" E longitudine etnea di riferimento
- CLT +26^m Costante Locale del Tempo
- ET (26 Settembre) -9^m Equazione del Tempo (da tabella)

2) Lettura del **Tempo ITALICO** (TITA) sull'orologio con la migliore approssimazione possibile:

- TITA = ora 13^a (v. Foto 9).

3) Determinazione del **TSVL** corrispondente alla fine del **CRE**puscolo (TSVL.CRE) del giorno precedente (25/09/2020):

- TSVL.CRE = 18:25 (ora solare ottenuta con programma di calcolo).

4) Calcolo del TSVL corrispondente alla lettura del quadrante italico alla data del 26/09/2020. Poiché dal tramonto del giorno 25 Settembre all'ora di lettura del quadrante nel giorno 26 successivo sono passate 13 ore (13:00) il Tempo Solare Vero Locale (TSVL) corrispondente all'ora di scatto della foto è:

- TSVL = TSVL.CRE + TITA = 18:25 + 13:00 = 07:25 (ora solare di lettura).⁴

5) Calcolo del Tempo Civile **TCC** corrispondente all'ora di lettura.

- TCC = TSVL + CLT + ET + 1^h = 07:25 + 00:26 - 00:09 + 01:00 = 08:42

6) Confronto del Tempo Civile Calcolato (TCC) con il Tempo Civile di Scatto (TCS) della foto:

- TCC (ora calcolata di scatto della foto) = **08:42** (ora legale)
- TCS (ora effettiva di scatto della foto) = **09:14** (ora legale)
- **ERRORE: 32^m in difetto** ovvero **l'orologio RITARDA di 32^m.**

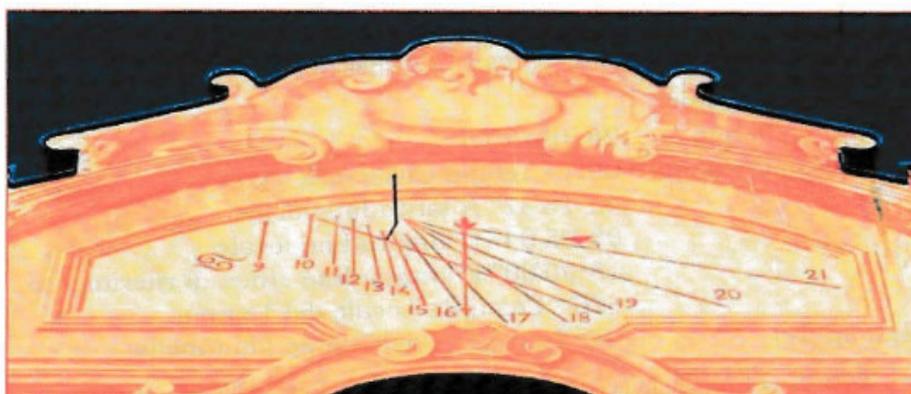
⁴ ATTENZIONE: Questa operazione è possibile perché - per definizione - la lunghezza dell'ora italica è uguale a quella dell'ora solare e/o astronomica.

Il quadro seguente (Tab. 10) sintetizza il metodo proposto ed evidenzia il legame tra il Tempo ITALico (TITA), quello Solare Vero Locale (TSVL) e quello Civile (TC) fornito da un comune orologio.

	ORA DELLA FINE DEL CREPUSCOLO	TCC = TSVL + CLT + ET + 1h												ORA DI LETTURA QUADRANTE	
TITA	24:00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
TSVL	18:25	19:	20:	21:	22:	23:	00:	01:	02:	03:	04:	05:	06:	07:25	08:
CLT														+00:26	
ET														-00:09	
CORR.														+01:00	
TCC _{LEG.}														08:42	
TCS _{LEG.}														09:14	
ERRORE														-00:32	

TAB. 10 - RAFFRONTO TRA ORA ITALICA ED ORA CIVILE ALLE 9:14 DEL 26/09/2020

VERIFICA N. 2



11

DATA = 25/09/2020; TCS = 10:26 (ORA LEGALE)

1) Dati geografici e astronomici:

- Data di scatto della foto 25/09/2020
- TCS ora di scatto della foto 10:26 Tempo Civile (ora legale)
- LATL 43°13'37" N latitudine locale
- LONL 08°25'04" E longitudine locale
- LONR 15°00'00" E longitudine etnea di riferimento
- CLT +26^m Costante Locale del Tempo
- ET (25 Settembre) -8^m Equazione del Tempo (da tabella)

2) Lettura del Tempo ITALico (TITA) sull'orologio con la migliore approssimazione possibile:

- TITA = ora 14^a (v. Foto 11).

3) Determinazione del TSVL corrispondente alla fine del CREpuscolo (TSVL.CRE) del giorno precedente (24/09/2020):

- TSVL.CRE = 18:27 (ora solare ottenuta con programma di calcolo).

4) Calcolo del TSVL corrispondente alla lettura del quadrante italico alla data del 25/09/2020. Poiché dal tramonto del giorno 24 Settembre all'ora di lettura del quadrante nel giorno 25 successivo sono passate 14 ore (14:00) il Tempo Solare Vero Locale (TSVL) corrispondente all'ora di scatto della foto è:

- TSVL = TSVL.TRA + TITA = 18:27 + 14:00 = 08:27 (ora solare di lettura).

5) Calcolo del Tempo Civile **TCC** corrispondente all'ora di lettura.

- $TCC = TSVL + CLT + ET + 1^h = 08:27 + 00:26 - 00:08 + 01:00 = 09:45$

6) Confronto del Tempo Civile Calcolato (TCC) con il Tempo Civile di Scatto (TCS) della foto:

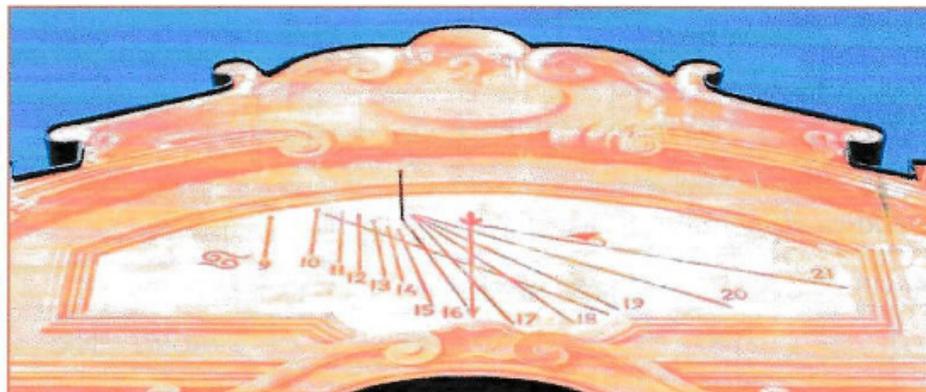
- TCC (ora calcolata di scatto della foto) = **09:45** (ora legale)
- TCS (ora effettiva di scatto della foto) = **10:26** (ora legale)
- **ERRORE: 11^m in difetto** ovvero **l'orologio RITARDA di 41^m.**

Il quadro seguente (Tab. 12) sintetizza il metodo proposto ed evidenzia il legame tra il Tempo ITALico (TITA), quello Solare Vero Locale (TSVL) e quello Civile (TC) fornito da un comune orologio.

	ORA DELLA FINE DEL CREPUSCOLO	TCC = TSVL + CLT + ET + 1 ^h													ORA DI LETTURA QUADRANTE	
TITA	23:30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
TSVL	18:27	19:	20:	21:	22:	23:	00:	01:	02:	03:	04:	05:	06:	07:	08:27	09:
CLT															+00:26	
ET															-00:08	
CORR.															+01:00	
TCC _{LEG.}															09:45	
TCS _{LEG.}															10:26	
ERRORE															-00:41	

TAB. 12 - RAFFRONTO TRA ORA ITALICA ED ORA CIVILE ALLE 10:26 DEL 25/09/2020

VERIFICA N. 3 PROCEDIMENTO ANALITICO



13

DATA = 24/09/2020; TCS = 12:13 (ORA LEGALE)

1) Dati geografici e astronomici:

- Data di scatto della foto 24/09/2020
- TCS ora di scatto della foto 12:13 Tempo Civile (ora legale)
- LATL 43°13'37" N latitudine locale
- LONL 08°25'04" E longitudine locale
- LONR 15°00'00" E longitudine etnea di riferimento
- CLT +26^m Costante Locale del Tempo
- ET (24 Settembre) -8^m Equazione del Tempo (da tabella)

2) Lettura del Tempo **ITALico** (TITA) sull'orologio con la migliore approssimazione possibile:

- TITA = ora 16^a (v. Foto 13).

3) Determinazione del **TSVL** corrispondente alla fine del **CRE**puscolo (TSVL.CRE) del giorno precedente (23/09/2020):

- TSVL.CRE = 18:28 (ora solare ottenuta con programma di calcolo).

4) Calcolo del TSVL corrispondente alla lettura del quadrante italico alla data del 24/09/2020. Poiché dal tramonto del giorno 23 Settembre all'ora di lettura del quadrante nel giorno 24 successivo sono passate 16 ore (15:00) il Tempo Solare Vero Locale (TSVL) corrispondente all'ora di scatto della foto è:

- TSVL = TSVL.CRE + TITA = 18:28 + 16:00 = 10:28 (ora solare di lettura).

5) Calcolo del Tempo Civile **TCC** corrispondente all'ora di lettura.

- TCC = TSVL + CLT + ET + 1^h = 10:28 + 00:26 - 00:08 + 01:00 = 11:46

6) Confronto del Tempo Civile Calcolato (TCC) con il Tempo Civile di Scatto (TCS) della foto:

- TCC (ora calcolata di scatto della foto) = **11:46** (ora legale)
- TCS (ora effettiva di scatto della foto) = **12:13** (ora legale)
- **ERRORE: 27^m in difetto** ovvero **l'orologio RITARDA di 27^m.**

Il quadro seguente (Tab. 14) sintetizza il metodo proposto ed evidenzia il legame tra il Tempo ITALICO (TITA), quello Solare Vero Locale (TSVL) e quello Civile (TC) fornito da un comune orologio.

	ORA DELLA FINE DEL CREPUSCOLO	TCC = TSVL + CLT + ET + 1 ^h															ORA DI LETTURA QUADRANTE	
ITA	24:00	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
TSVL	18:28	19:	20:	21:	22:	23:	00:	01:	02:	03:	04:	05:	06:	07:	08:	09:	10:28	11:
CLT																	+00:26	
ET																	-00:08	
CORR.																	+01:00	
TCC _{LEG.}																	11:46	
TCS _{LEG.}																	12:13	
ERRORE																	-00:27	

TAB. 14 - RAFFRONTO TRA ORA ITALICA ED ORA CIVILE ALLE 12:13 DEL 24/09/2020

Nel quadro sinottico seguente (Tab. 15) si riportano gli errori calcolati.

QUADRO RIASSUNTIVO			
DATA	TCC	TCS	ERRORE = TCC - TCS
26/09/2020	08:42	09:14	-00:32 (-32 ^m)
25/09/2020	09:45	10:26	-00:41 (-41 ^m)
24/09/2020	11:46	12:13	-00:27 (-27 ^m)

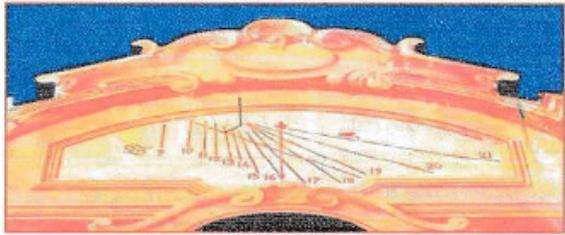
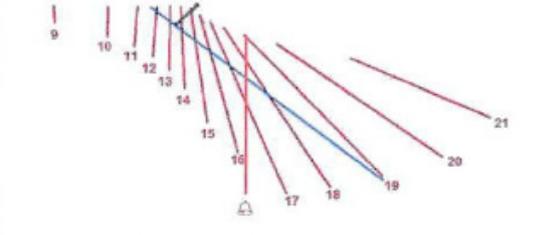
TAB. 15 - QUADRO SINOTTICO

Commento: Gli errori calcolati sono risultati elevati e tutti quanti dello stesso ordine di grandezza. Le cause possono essere molteplici, non ultima l'eventuale deformazione dello gnomone. Per avere una conferma di quanto ipotizzato si riporta nel seguito una seconda serie di verifiche eseguite come indicato.



VERIFICA DELLE INDICAZIONI (ALTRO METODO)

L'errore che più facilmente si commette nella lettura di un quadrante orario sta proprio nella lettura stessa specialmente quando l'ombra dello stilo cade tra due linee contigue. La verifica che segue mette a confronto il quadrante reale con quello teorico posto a fianco. In questa maniera è possibile appurare se l'errore commesso è attribuibile ad una non corretta lettura oppure all'indicazione fornita dall'orologio.

VERIFICA N. 1	
OSSERVAZIONE DIRETTA	DA PROGRAMMA DI CALCOLO
	

DATI

Data di scatto	26/09/2020	Data del prog.ma	26/09/2020
TC _S (di scatto)	09:14 (ora legale)	TC _P (da prog.ma)	09:14 (ora legale)
TITA (indicato)	13:00 (ora solare)	TITA (da prog.ma)	13:32 (ora solare)
TSVL (calcolato)	07:25 (ora solare)	TSVL (da prog.ma)	07:57 (ora solare)
CLT	+26 ^m	CLT	+26 ^m
ET (26/09)	- 9 ^m (tabella)	ET (26/09)	- 9 ^m (tabella)
Correz. ora legale	+ 1 ^h	Correz. ora legale	+ 1 ^h

CALCOLI

TC _C (calcolato)	$= \text{TSVL} + \text{CLT} + \text{ET} + 1^{\text{h}} =$ $= 07:25 + 00:26 - 00:09 + 1^{\text{h}} =$ $= 08:42 \text{ (ora legale)}$	TC _P (da progr.ma)	$= \text{TSVL} + \text{CLT} + \text{ET} + 1^{\text{h}} =$ $= 07:57 + 00:26 - 00:09 + 1^{\text{h}} =$ $= 09:14 \text{ (ora legale)}$
--------------------------------	---	----------------------------------	---

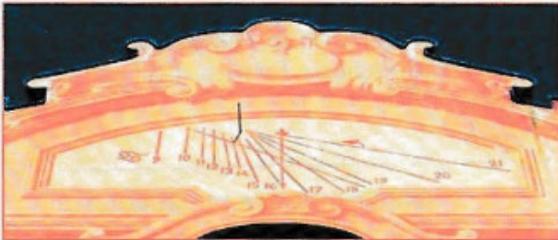
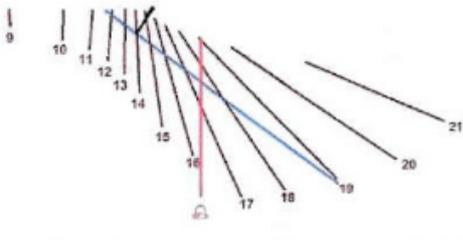
ERRORE

$\text{TC}_C - \text{TC}_P = 08:42 - 09:14 = + 00:32$ L'orologio RITARDA di 32 ^m
--

COMMENTO

L'errore è attribuibile alla non corretta indicazione del TITA fornita dall'orologio che ritarda di ca. ½ ora (32^m) rispetto quello teorico.

VERIFICA N. 2

OSSERVAZIONE DIRETTA	DA PROGRAMMA DI CALCOLO
	

DATI

Data di scatto	25/09/2020	Data del prog.ma	25/09/2020
TC _S (di scatto)	10:26 (ora legale)	TC _P (da prog.ma)	10:26 (ora legale)
TITA (indicato)	14:00 (ora solare)	TITA (da prog.ma)	14:43 (ora solare)
TSVL (calcolato)	08:27 (ora solare)	TSVL (da prog.ma)	09:08 (ora solare)
CLT	+26 ^m	CLT	+26 ^m
ET (25/09)	- 8 ^m (tabella)	ET (25/09)	- 8 ^m (tabella)
Correz. ora legale	+ 1 ^h	Correz. ora legale	+ 1 ^h

CALCOLI

TC _C (calcolato)	= TSVL+CLT+ET+1 ^h = = 08:27+00:26-00:08+1 ^h = = 09:45 (ora legale)	TC _P (da progr.ma)	= TSVL+CLT+ET+1 ^h = = 09:08+00:26-00:08+1 ^h = = 10:26 (ora legale)
-----------------------------	--	-------------------------------	--

ERRORE

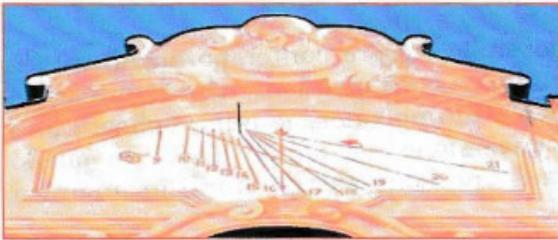
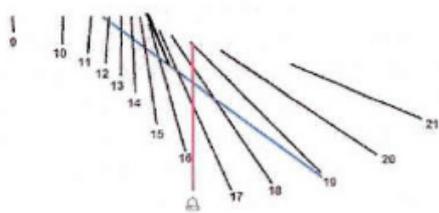
$TC_C - TC_P = 09:45 - 10:26 = - 00:41$ L'orologio RITARDA di 41 ^m
--

COMMENTO

L'errore è attribuibile ancora in questo caso alla non corretta indicazione del TITA fornita dall'orologio che ritarda di oltre ½ ora (43^m) rispetto quello teorico. La differenza di 41^m (anziché 43^m) tra il TCS ed il TCC è dovuta ad approssimazioni di calcolo.



VERIFICA N. 3

OSSERVAZIONE DIRETTA	DA PROGRAMMA DI CALCOLO
	

DATI

Data di scatto	24/09/2020	Data del prog.ma	24/09/2020
TC _s (di scatto)	12:13 (ora legale)	TC _p (da prog.ma)	12:13 (ora legale)
TITA (indicato)	16:00 (ora solare)	TITA	16:27 (ora solare)
TSVL (calcolato)	10:28 (ora solare)	TSVL (da prog.ma)	10:54 (ora solare)
CLT	+26 ^m	CLT	+26 ^m
ET (24/09)	-8 ^m (tabella)	ET (15/06)	-8 ^m (tabella)
Correz. ora legale	+ 1 ^h	Correz. ora legale	+ 1 ^h

CALCOLI

TC _c (calcolato)	$= \text{TSVL} + \text{CLT} + \text{ET} + 1^{\text{h}} =$ $= 10:28 + 00:26 - 00:08 + 1^{\text{h}} =$ $= 11:46 \text{ (ora legale)}$	TC _p (da progr.ma)	$= \text{TSVL} + \text{CLT} + \text{ET} + 1^{\text{h}} =$ $= 10:55 + 00:26 - 00:08 + 1^{\text{h}} =$ $= 12:13 \text{ (ora legale)}$
--------------------------------	---	----------------------------------	---

ERRORE

$\text{TC}_c - \text{TC}_p = 11:46 - 12:13 = - 00:27$ L'orologio RITARDA di 27 ^m
--

COMMENTO

L'errore è attribuibile ancora una volta alla non corretta indicazione del TITA fornita dall'orologio che ritarda di quasi ½ ora (27^m) rispetto quello teorico.

Conclusione

I risultati ottenuti sono identici a quelli già trovati e riassunti nella Tab. 15 riportata a pag. 12. Si deve quindi concludere che l'orologio esaminato commette un errore in ritardo di circa ½ ora imputabile ad una deformazione dello gnomone.

I metodi sopra esposti, rigorosi nella loro esecuzione, non sono ovviamente applicabili per l'uso comune. Per quest'ultimo si propone un metodo meno rigoroso ma sicuramente più pratico, più semplice e più veloce.

PROCEDIMENTO PRATICO

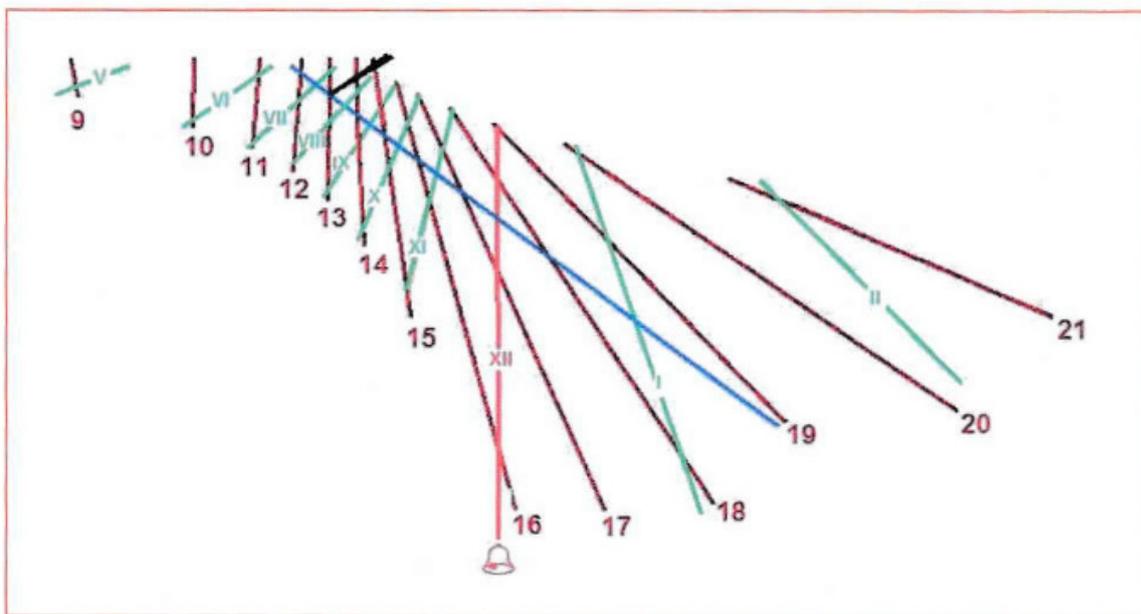
Il metodo che ci si accinge a descrivere è tutto sommato quello usato dai nostri avi quando furono costretti ad abbandonare il sistema italico per adottare quello astronomico imposto da Napoleone. In molti casi il nuovo ed imposto orologio francese veniva disegnato sopra quello italico preesistente.

Con la sovrapposizione dei due sistemi è possibile leggere contemporaneamente il valore del tempo italico (TITA) e quello astronomico corrispondente che rappresenta il Tempo Solare Vero Locale (TSVL). Noto questo ultimo valore si può applicare una delle seguenti ormai note formule per la conversione del tempo italico in quello civile. Per comodità i valori della CLT e della ET possono essere riuniti in un'unica tabella per cui le formule diventano:

$$TC = TSVL + (CLT + ET) = TSVL + TABELLA \quad (\text{in regime di ora solare})$$

$$TC = TSVL + (CLT + ET) + 1^h = TSVL + TABELLA \quad (\text{in regime di ora legale})$$

VERIFICA N. 1



PANNELLO DI CONFRONTO TRA ORA ITALICA (MARRONE) E ORA ASTRONOMICA (VERDE)
DATA = 26/09/2020; TCS = 09:14 (ORA LEGALE)

In corrispondenza dell'ora italica (TITA) si può leggere con una certa approssimazione la corrispondente ora astronomica (TSVL):

$$TITA \cong 13 (13:00) \quad \Leftrightarrow \quad TSVL \cong VII + 1/2 (07:30)$$

Per risalire dal Tempo Solare Vero Locale (TSVL) a quello civile (TC) indicato da un comune orologio (TC) basta applicare la formula seguente:

$$TC_C = TSVL + TABELLA + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

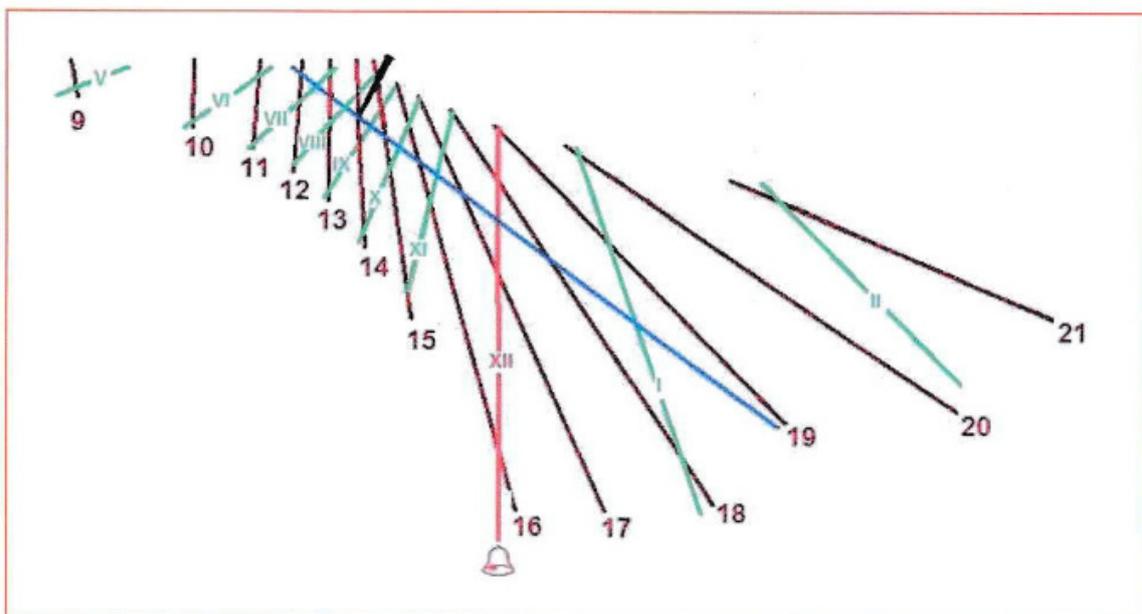
da cui si ottiene:

$$TC_C = 07:30 + 00:17 + 01:00 = 08:47 (08:42 precedente)$$

con un errore in eccesso di soli 5^m rispetto al valore calcolato con il metodo analitico.



VERIFICA N. 2



PANNELLO DI CONFRONTO TRA ORA ITALICA (MARRONE) E ORA ASTRONOMICA (VERDE)
 DATA = 25/09/2020; TCS = 10:26 (ORA LEGALE)

In corrispondenza dell'ora italiana (TITA) si può leggere con una certa approssimazione la corrispondente ora astronomica (TSVL):

$$TITA \cong 14 (14:00) \quad \Leftrightarrow \quad TSVL \cong VIII + 1/2 (08:30)$$

Per risalire dal Tempo Solare Vero Locale (TSVL) a quello civile (TC) indicato da un comune orologio (TC) basta applicare la ormai nota formula seguente:

$$TC_C = TSVL + TABELLA + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

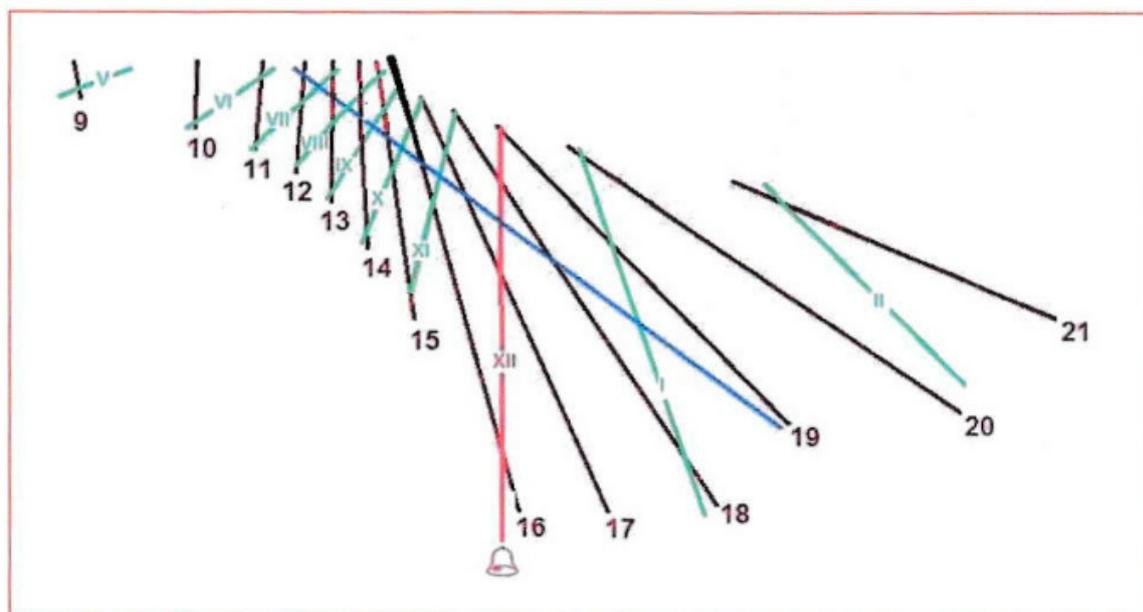
da cui si ottiene:

$$TC_C = 08:30 + 00:18 + 01:00 = 09:47 (09:45 precedente)$$

con un errore in eccesso di soli 2^m rispetto al valore calcolato con il metodo analitico.



VERIFICA N. 3



PANNELLO DI CONFRONTO TRA ORA ITALICA (MARRONE) E ORA ASTRONOMICA (VERDE)
DATA = 24/09/2020; TCS = 12:13 (ORA LEGALE)

In corrispondenza dell'ora italiana (TITA) si può leggere con una certa approssimazione la corrispondente ora astronomica (TSVL):

$$TITA \cong 16 (16:00) \quad \Leftrightarrow \quad TSVL \cong X + 1/2 (10:30)$$

Per risalire dal Tempo Solare Vero Locale (TSVL) a quello civile (TC) indicato da un comune orologio (TC) basta applicare la ormai nota formula seguente:

$$TC_C = TSVL + TABELLA + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

da cui si ottiene:

$$TC_C = 10:30 + 00:18 + 01:00 = 11:47 (11:46 precedente)$$

con un errore in eccesso di soli 1^m rispetto al valore calcolato con il metodo analitico.

CONCLUSIONE

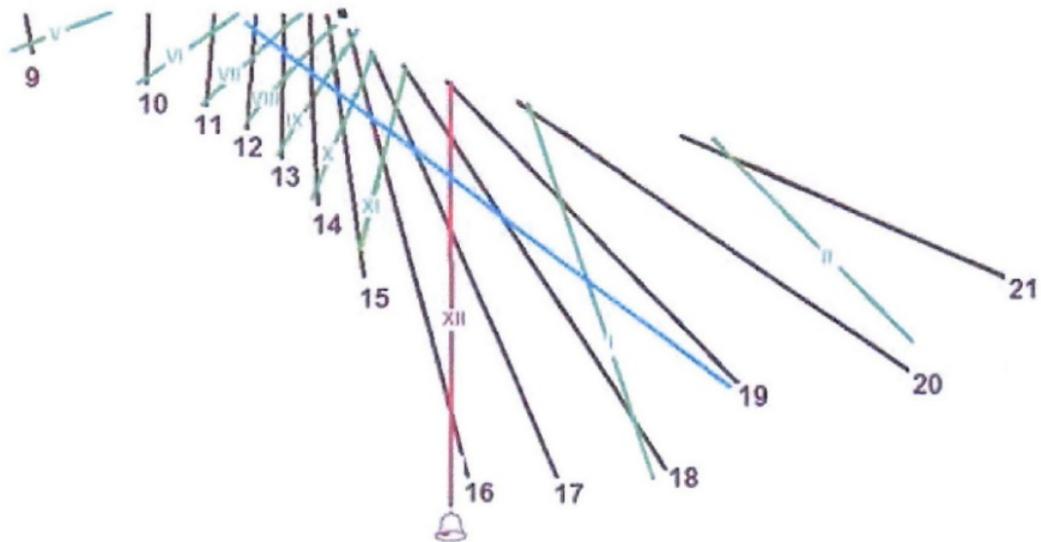
È evidente che disegnare un quadrante astronomico sopra quello italico esistente non sia una cosa da fare per varie ed ovvie ragioni. Però è sempre possibile allestire un pannello da collocarsi ai piedi del quadrante italico come quello riportato negli allegati.

ALLEGATI

- Pannelli esplicativi
- Assemblaggio dei pannelli.

04/11/2020

Ing. Fabio Bachini
Cell.: 393.24.71.523
E-Mail: ing.fabiobachini@libero.it



QUADRANTI ITALICO (IN MARRONE) E ASTRONOMICO (IN VERDE) SOVRAPPosti
PANNELLO 2

INDICAZIONI DI LETTURA DEI QUADRANTI

- 1) Leggere l'ora italica indicata sul quadrante vero.
- 2) Leggere la corrispondente ora astronomica TSVL sul quadrante riportato nel PANNELLO 2.
- 3) Leggere sulla TABELLA - nella casella corrispondente alla data in esame - la correzione da apportare al TSVL.
- 4) Calcolare l'ora civile TC corrispondente eseguendo una delle seguenti operazioni:

$TC = TSVL + TABELLA$ (in regime di ora solare)

$TC = TSVL + TABELLA + 1h$ (in regime di ora legale)

PANNELLO 1

TABELLA DELL'EQUAZIONE DEL TEMPO INTEGRATA CON LA COSTANTE LOCALE (+29')

MONTI DA ADDETERMINAR ALL'INDICAZIONE DELL'OROLOGIO SOLARE FRANCESE

Data	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Data
1	+50	+40	+35	+30	+25	+20	+15	+10	+5	+16	+19	+15	1
2	+50	+40	+36	+31	+26	+21	+16	+11	+6	+17	+20	+16	2
3	+50	+40	+36	+31	+26	+21	+16	+11	+6	+17	+20	+16	3
4	+51	+41	+36	+31	+26	+21	+16	+11	+6	+17	+20	+16	4
5	+51	+41	+36	+31	+26	+21	+16	+11	+6	+17	+20	+16	5
6	+52	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	6
7	+52	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	7
8	+53	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	8
9	+53	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	9
10	+53	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	10
11	+54	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	11
12	+54	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	12
13	+55	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	13
14	+55	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	14
15	+56	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	15
16	+56	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	16
17	+56	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	17
18	+56	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	18
19	+57	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	19
20	+57	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	20
21	+57	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	21
22	+58	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	22
23	+58	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	23
24	+58	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	24
25	+59	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	25
26	+59	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	26
27	+59	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	27
28	+59	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	28
29	+59	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	29
30	+59	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	30
31	+59	+41	+37	+32	+27	+22	+17	+12	+7	+18	+21	+17	31
Gen	Gen	Feb	Mar	Apr	Mai	Giun	Lug	Agos	Set	Ott	Nov	Dic	Data

OROLOGIO SOLARE FRANCESE

CASA PRIVATA - Via Aurelia, 53 - SPOTORNO (SV)

COORDINATE GEOGRAFICHE: 44°13'35" N - 08°25'05" E

COSTANTE LOCALE DEL TEMPO: CLT = +26^m ♦ DECLINAZIONE GNOMONICA: D = 56° E

PREMESSA

Sul lungomare, in posizione un po' arretrata rispetto alla strada, sulla facciata rivolta verso la spiaggia di una casa privata si trova, seminascosto, l'orologio solare oggetto della presente relazione (Foto 1).



1

PANORAMICA DELL'EDIFICIO CON L'OROLOGIO SOLARE

Sebbene sia stato possibile osservarlo solamente da lontano, tuttavia si è potuto fare una descrizione ed una analisi sufficientemente accurate.

DESCRIZIONE DELL'OROLOGIO

Il quadrante si presenta disegnato su intonaco di colore bianco in risalto rispetto a quello della parete che lo ospita la quale risulta declinante ad Est di circa 56° come dedotto con l'aiuto di Google Maps (Foto 2).



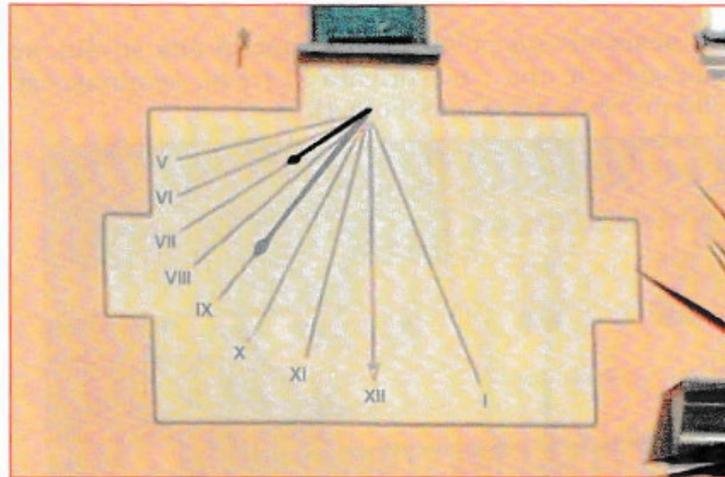
2

DECLINAZIONE GNOMONICA DELLA PARETE CHE OSPITA IL QUADRANTE SOLARE

L'immagine seguente (Foto 3) mostra che l'orologio solare di cui si parla è in buone condizioni di conservazione.

Trattasi di un quadrante tracciato secondo il cosiddetto *sistema ad ore francesi locali* che riporta solamente le linee orarie prive della numerazione la quale è stata aggiunta per una migliore comprensione della descrizione che segue.

A causa della forte declinazione ad Est della parete è presente la sola linea della prima ora pomeridiana. Non sono presenti altre indicazioni.



IL QUADRANTE SOLARE (INTEGRATO CON LA NUMERAZIONE ORARIA)

L'indicatore del tempo (*gnomone*) è uno stilo infisso obliquamente alla parete (*assistilo*) per compensare la declinazione del quadrante e perché risulti orientato secondo la direzione Nord/Sud. La sua ombra, in assenza delle cosiddette linee diurne, indica solamente l'ora vera locale. In caso avverso l'ombra della punta avrebbe fornito una indicazione della stagione e della data. Prima di passare alle verifiche si ritiene sia opportuno acquisire le seguenti nozioni fondamentali.

La linea oraria contrassegnata con il numero XII è tracciata verticalmente ed uscente dal piede dello stilo. Ciò fa pensare che l'ora indicata sia quella vera locale (TSVL).¹

IL SISTEMA ORARIO AD ORE ASTRONOMICHE O FRANCESI

Verso la fine del XVIII secolo, a seguito della invasione e dominazione napoleonica, i vecchi sistemi usati per la misura del tempo furono eliminati e con essi vennero abbandonati anche i quadranti orari connessi per essere sostituiti con quello più moderno – e sotto certi aspetti più razionale – imposto dai Francesi. Con il nuovo sistema il giorno (notte + di) è suddiviso in 24 ore di uguale durata e ripartito in due sezioni di 12 ore ciascuna. La prima inizia dalla mezzanotte (ora ZERO) e termina al mezzogiorno (ore XII). Per le ore pomeridiana si ricomincia da capo (I, II, ... XI, XII) fino alla mezzanotte.

Di fatto è lo stesso sistema che è in uso anche oggi.

IL QUADRANTE ORARIO AD ORE FRANCESI VERE LOCALI (TSVL)

Gli orologi solari che osservano questo sistema hanno un quadrante completamente diverso da quelli precedenti. Le linee orarie tutte rettilinee si dipartono da un medesimo punto in cui è infisso lo *gnomone* che viene orientato in direzione Nord/Sud in modo tale da risultare parallelo all'asse

¹ L'argomento è affrontato in dettaglio nel successivo riquadro BREVI NOTE TEORICHE.

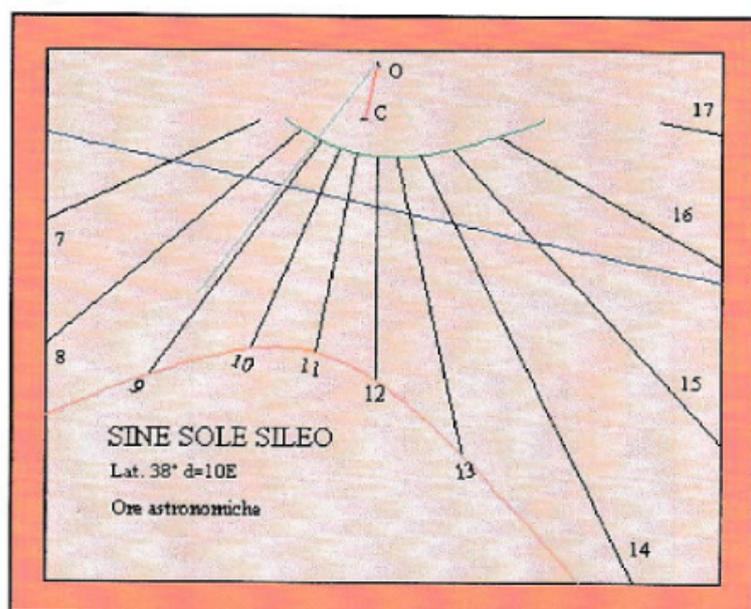
terrestre (*assistilo*). In queste condizioni l'intera sua ombra risulta allineata con le singole linee orarie (cioè le ricopre) indicando l'ora. Alcune volte l'assistilo è sostituito da un altro tipo di gnomone detto *ortostilo* perché infisso perpendicolarmente al piano del quadrante. In questo caso è solamente l'ombra della sua punta che fornisce l'indicazione.

Se la parete è perfettamente orientata a Sud, allora le linee orarie risultano simmetriche rispetto a quella del mezzogiorno che è centrale e verticale.

Invece, se il quadrante è orientato diversamente (si dice *declinante*) le linee orarie non godono più della simmetria anzi detta e l'assistilo dovrà essere orientato per compensare la declinazione del quadrante e per risultare – in ogni caso – parallelo all'asse terrestre nella direzione Nord/Sud.

Se è usato un ortostilo questo trova posizione sulla cosiddetta *linea dell'orizzonte* alla destra o alla sinistra della linea meridiana e ad una distanza dipendente dalla declinazione gnomonica.

La linea meridiana è sempre verticale e uscente (come le altre) dal punto di innesto dell'assistilo. L'inclinazione in senso verticale dell'assistilo dipende dalla *latitudine* locale mentre l'orientamento in senso orizzontale dipende dalla *declinazione* del quadrante.



ESEMPIO DI QUADRANTE DECLINANTE AD EST AD ORE FRANCESI VERE LOCALI (TSVL).
I NUMERI INDICANO L'ORA SOLARE VERA LOCALE SEGNATA DALL'OMBRA DELL'INTERO GNOMONE (ASSISTILO).
NELLA FIGURA CORRISPONDE A POCO PRIMA DELLE ORE 9.
L'INDICAZIONE È DIVERSA DA QUELLA FORNITA DA UN COMUNE OROLOGIO MA È FACILMENTE RICONDUCEBILE AD ESSA.

Se interessa indicare solamente le ore, la lunghezza dell'assistilo può essere qualunque ma, se si desidera che l'orologio fornisca anche le date calendariali, allora la sua lunghezza deve essere tale che – in ogni stagione dell'anno – la sua ombra possa ricadere all'interno il quadrante. In presenza di un ortostilo la sua lunghezza è sempre correlata con le dimensioni del quadrante.

In Estate, quando il Sole è più alto, l'ombra dello stilo è più lunga mentre in Inverno, quando il Sole è più basso, l'ombra è più corta. Quindi la punta dell'ombra può fornire l'indicazione della stagione in corso, del mese ed anche, con una certa approssimazione, del giorno.

Per funzionare da calendario è necessario che sul quadrante vengano riportate altre linee (dette *linee diurne*) che di solito corrispondono alle date in cui il Sole entra nei vari segni zodiacali.

IL QUADRANTE ORARIO AD ORE FRANCESI VERE DEL MERIDIANO DELL'EUROPA CENTRALE (TVEC)

Anche gli orologi solari che osservano questo sistema hanno un quadrante in cui le linee orarie sono tutte rettilinee e si dipartono (tutte) dal punto in cui è infisso lo *gnomone* che viene orientato in direzione Nord/Sud in modo tale da risultare parallelo all'asse terrestre (*assistilo*).

Per convenzione tutti gli orologi presenti all'interno (o quasi) dello stesso fuso orario (distanza angolare di 15°) indicano la medesima ora. Questa viene scelta con riferimento al meridiano centrale in maniera tale che, ad esempio, quando il Sole passa su questo (al mezzogiorno) tutti gli orologi devono essere regolati sulle ore 12 (salvo una correzione legata alla cosiddetta Equazione del Tempo).² Da un punto di vista puramente astronomico i luoghi a destra (ad Est) del meridiano centrale saranno in anticipo tanto più quanto più vi sono discosti mentre quelli a sinistra (ad Ovest) saranno in ritardo. In altre parole, uno scostamento in longitudine corrisponde ad uno scostamento temporale.³ L'Italia fa parte del fuso orario il cui meridiano centrale (passante per l'Etna) si trova ad una longitudine di $15^\circ 00' 00''$ Est rispetto al quello passante per Greenwich assunto come riferimento per convenzione internazionale ($0^\circ 00' 00''$).



5 RELAZIONE TRA LA LONGITUDINE ED IL CORRISPONDENTE TEMPO SOLARE

Un orologio del tipo di quello in esame fornisce il Tempo Vero del meridiano dell'Europa Centrale (TVEC). Lo si rileva ad occhio per il fatto che la linea del mezzogiorno vero locale (di solito indicata con la lettera **M** e la Δ) non coincide con la linea oraria indicata con il numero romano XII.

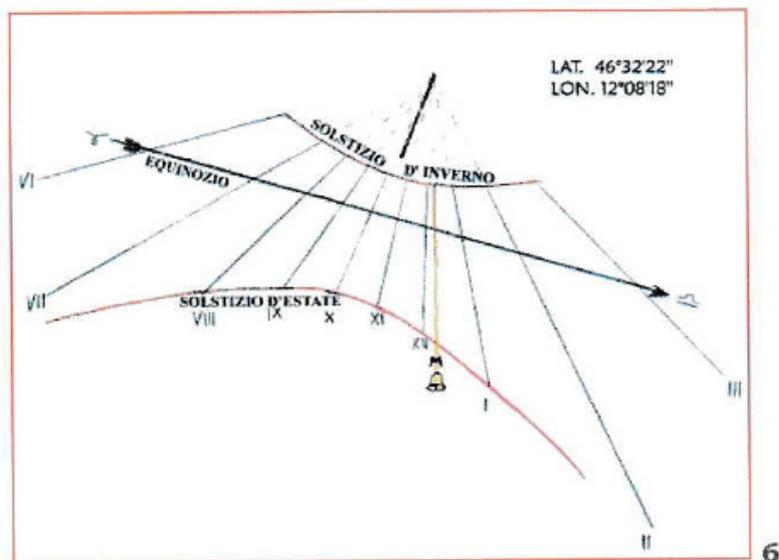
² Vedi riquadro BREVI CENNI TEORICI.

³ Vedi riquadro BREVI CENNI TEORICI.

L'ombra dello gnomone transita prima sulla linea XII e poi su quella M con ☉. Ciò significa che il Sole transita prima sul meridiano di riferimento dell'Europa Centrale e poi sul meridiano locale del luogo che si trova ad una minore longitudine (Fig. 5).

Da quanto detto si deduce che in un orologio solare da collocarsi sul meridiano dell'Europa Centrale il TSVL coincide con TVEC. Per tutti gli altri il quadrante orario risulterà ruotato in senso orario (o antiorario) di un angolo corrispondente alla differenza (positiva o negativa) tra la longitudine di riferimento e quella locale.

La Fig. 6 mostra un esempio di orologio ad ore vere del meridiano dell'Europa Centrale. Si noti che la linea oraria XII (mezzogiorno vero sul meridiano centrale) si trova a sinistra della quella contrassegnata con la lettera M e con la campanella ☉ che corrisponde al mezzogiorno vero sul meridiano locale.



ESEMPIO DI QUADRANTE DECLINANTE AD EST AD ORE FRANCESI VERE DEL MERIDIANO CENTRALE. L'INDICAZIONE È DIVERSA DA QUELLA FORNITA DA UN COMUNE OROLOGIO MA È FACILMENTE RICONDUCEBILE AD ESSA.

CONVERSIONE DELL'ORA ASTRONOMICA IN QUELLA CIVILE

Nonostante che un orologio solare alla francese sia di più facile lettura rispetto agli altri, l'indicazione oraria che fornisce non corrisponde quasi mai con quella letta su un comune orologio moderno. Per questo motivo è sempre necessario corredare questo tipo di orologio con una apposita tabella di conversione.

Allo scopo di comprendere il meccanismo di conversione è necessario acquisire alcune basilari nozioni teoriche.

BREVI CENNI TEORICI

Sulla sfera terrestre vengono tracciate per convenzione alcune linee immaginarie dette meridiani e paralleli. Tra i meridiani (circoli che passano attraverso i poli) ne è stato scelto uno come riferimento che è quello che passa per Greenwich (Londra), indicato nella Fig. 7. La distanza da questo espressa in gradi è detta longitudine.

La Terra viene suddivisa con 360 meridiani distanti 1° l'uno dall'altro su cui il Sole transita in un tempo medio giornaliero di 24 ore. Ogni ora il Sole descrive un arco 15° ed 1° corrisponde ad un tempo di 4 minuti.

Quando il Sole si trova sopra un meridiano, in tutti i luoghi che si trovano su questo è mezzogiorno vero locale.

È chiaro che per i luoghi che si trovano sul meridiano distante (ad esempio) 15° verso destra (ad Est) il mezzogiorno è passato da un'ora (sono le 13). Invece per i luoghi che si trovano sul meridiano distante 15° verso sinistra (ad Ovest) il mezzogiorno avverrà tra un'ora (sono le 11).

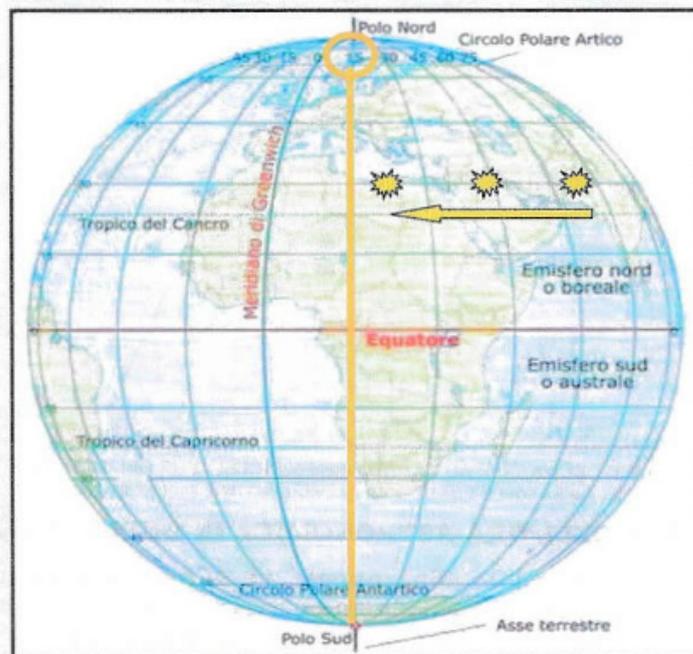
Ora bisogna sapere che i nostri orologi sono sincronizzati sul cosiddetto meridiano dell'Europa Centrale (evidenziato con il colore arancio nella Fig. 8) che passa per l'Etna e che dista 15° ad Est da quello passante per Greenwich a cui corrispondono 0°. Il tempo corrispondente alla distanza longitudinale dal meridiano di riferimento è chiamato **Costante Locale del Tempo (CLT)** e varia da luogo a luogo di cui è quindi necessario conoscere la longitudine.

Il suo valore è dato dalla seguente espressione:

$CLT = \text{Tempo Vero Europa Centrale} - \text{Tempo Solare Vero Locale} = TVEC - TSVL$
ovvero

$$CLT = (\text{Long. etnea di rif.} - \text{Long. Locale})^\circ \cdot 4^{m/\circ} = (LONR - LONL)^\circ \cdot 4^{m/\circ} \text{ (in minuti)}$$

Questa è la prima correzione che occorre apportare all'ora vera locale per avere il confronto con quella fornita da un orologio comune.



MERIDIANI E PARALLELI

Ma non è finita qui.

Si è detto che il Sole compie il suo moto apparente da Est a Ovest attorno alla Terra in un tempo "medio" di 24 ore. In realtà, a causa dell'inclinazione dell'asse terrestre e della eccentricità dell'orbita, la durata del giorno risulta variabile nel corso dell'anno di un valore che oscilla tra +16 minuti e -14 minuti.

Da qui la necessità di calcolarne il valore medio nell'arco dell'anno e di assumere costante questo valore come se il moto apparente del Sole avvenisse su una traiettoria circolare percorsa con velocità costante.

I comuni orologi meccanici si basano su questa ipotesi semplificativa perché le loro lancette ruotano, appunto, con velocità costante.

Esistono delle tabelle e/o dei grafici che riportano questa variazione nell'arco di un anno (detta **Equazione del Tempo, ET**) con cui è possibile operare la correzione.

In conclusione, con riferimento alle seguenti definizioni:

TC (Tempo Civile) = tempo indicato da un orologio comune

TMEC (Tempo Medio Europa Centrale) = TC

TVEC (Tempo Vero Europa Centrale)

TSML (Tempo Solare Medio Locale)

TSVL (Tempo Solare Vero Locale)

CLT (Costante Locale del Tempo) = correzione per diversa longitudine

ET (Equazione del Tempo) = correzione del tempo vero

si ottiene:

$$ET = TMEC - TVEC \text{ o anche } ET = TSML - TSVL^4$$

da cui

$$TMEC = TVEC + ET \text{ o anche } TSML = TSVL + ET$$

In altre parole:

- quando l'ET è **positiva** significa che l'orologio fornisce una indicazione (TSVL) più piccola di quella media (TSML) per cui si dice che **l'orologio ritarda** (rispetto al valore medio annuale);

- quando l'ET è **negativa** significa l'orologio fornisce una indicazione (TSVL) più grande di quella media (TSML) per cui si dice che **l'orologio anticipa** (rispetto al valore medio annuale).

Per risalire dal TSVL al TC indicato da un comune orologio occorre applicare la seguente formula:

$$TC = TSVL + CLT + ET = TVEC + ET \quad (\text{in regime di ora solare})$$

$$TC = TSVL + CLT + ET + 1^h = TVEC + ET + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

I valori della CLT e della ET possono assumere valori "negativi". In questi casi i rispettivi valori devono essere sottratti e non sommati.

I parametri necessari per la conversione

LA COSTANTE LOCALE DEL TEMPO (CLT)

È necessario conoscere la longitudine locale e quella di riferimento. Nel caso in esame si ha:

LONL = 08°25'05" (8,418°) Est (Long. Locale)

LONR = 15°00'00" (15,000°) Est (Long. di Riferimento = Meridiano Europa centrale)

Applicando la ormai nota formula si ottiene:

$$CLT = (LONR - LONL)^\circ \cdot 4^{m/^\circ} = (15,000 - 8,418)^\circ \cdot 4^{m/^\circ} = 26,328^m \cong 26^m$$

L'EQUAZIONE DEL TEMPO

I valori di questo parametro sono variabili giornalmente e si trovano raccolti in apposite tabelle (v. Allegato).

Le formule di conversione

Per trasformare l'ora vera locale (TSVL) letta sul quadrante astronomico in quella civile (TC) corrispondente si usano le seguenti formule:

$$TC = TSVL + CLT + ET \quad (\text{in regime di ora solare})$$

$$TC = TSVL + CLT + ET + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

Se il quadrante orario è ad ore francesi vere del meridiano dell'Europa Centrale (TVEC) la CLT è già compresa nella indicazione oraria (TVEC = TSVL + CLT) per

⁴ ATTENZIONE: In alcuni testi la CLT e l'ET sono definite in maniera contraria, cioè: CLT = TSVL - TVEC e ET = TSVL - TSML. In questo caso i segni risultano tutti invertiti rispetto a quanto riportato nella presente trattazione.

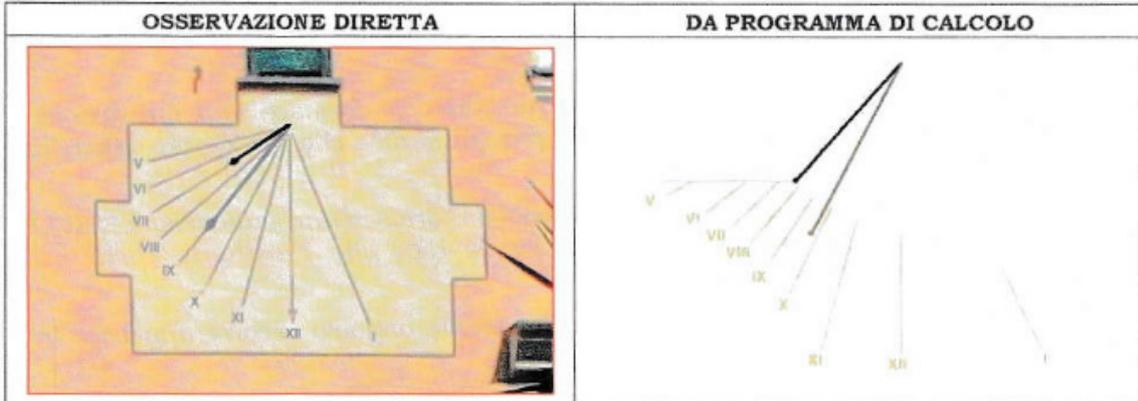
cui le formule di conversione diventano:

$$TC = TVEC + ET \quad (\text{in regime di ora solare})$$

$$TC = TVEC + ET + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

VERIFICA DELLA INDICAZIONE

L'errore che più facilmente si commette è quello della lettura della indicazione oraria specialmente quando l'ombra dello gnomone si trova tra due linee orarie. La verifica che segue mette a confronto il quadrante reale con quello teorico posto a fianco ottenuto con l'aiuto di un apposito programma di calcolo. In questa maniera è possibile desumere l'origine e quindi la causa dell'eventuale errore commesso.



DATI

Data di scatto	25/09/2020	Data di scatto	25/09/2020
TC _s (di scatto)	11:03 (ora legale)	TC _s (di scatto)	11:03 (ora legale)
TI (indicato)	09:00 (ora solare)	TSVL (da prog.ma)	09:45 (ora solare)
CLT	+26 ^m	CLT	+26 ^m
ET (25/09)	- 8 ^m (tabella)	ET (25/09)	- 8 ^m (tabella)
Correz. ora legale	+ 1 ^h	Correz. ora legale	+ 1 ^h

CALCOLI

TC _c (calcolato)	= TI + CLT + ET + 1 ^h = = 09:00 + 00:26 - 00:08 + 1 ^h = = 10:18 (ora legale)	TC _p (da progr.ma)	= TSVL + CLT + ET + 1 ^h = = 09:45 + 00:26 - 00:08 + 1 ^h = = 11:03 (ora legale)
--------------------------------	--	----------------------------------	--

ERRORE

$TC_c - TC_p = 10:18 - 11:03 = - 00:45$ L'orologio RITARDA di 45 ^m
--

COMMENTO E CONCLUSIONI

L'errore rilevato risulta eccessivo per questo tipo di orologi.

ALLEGATO

- Tabella dell'Equazione del Tempo

09/11/2020

Fabio Bachini

Ing. Fabio Bachini
 Cell.: 393.24.71.523
 E-Mail: ing.fabiobachini@libero.it

TABELLA EQUAZIONE DEL TEMPO (in minuti)

DATA	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	DATA
1	+4	+14	+12	+4	-3	-2	+4	+6	0	-10	-16	-11	1
2	+4	+14	+12	+4	-3	-2	+4	+6	0	-11	-16	-11	2
3	+4	+14	+12	+3	-3	-2	+4	+6	0	-11	-16	-10	3
4	+5	+14	+12	+3	-3	-2	+4	+6	-1	-11	-16	-10	4
5	+5	+14	+12	+3	-3	-2	+4	+6	-1	-12	-16	-9	5
6	+6	+14	+11	+2	-3	-1	+5	+6	-2	-12	-16	-9	6
7	+6	+14	+11	+2	-3	-1	+5	+6	-2	-12	-16	-9	7
8	+7	+14	+11	+2	-4	-1	+5	+6	-2	-12	-16	-8	8
9	+7	+14	+11	+2	-4	-1	+5	+6	-3	-13	-16	-8	9
10	+7	+14	+10	+1	-4	-1	+5	+5	-3	-13	-16	-7	10
11	+8	+14	+10	+1	-4	0	+5	+5	-3	-13	-16	-7	11
12	+8	+14	+10	+1	-4	0	+6	+5	-4	-13	-16	-6	12
13	+9	+14	+10	+1	-4	0	+6	+5	-4	-14	-16	-6	13
14	+9	+14	+9	0	-4	0	+6	+5	-4	-14	-16	-5	14
15	+9	+14	+9	0	-4	0	+6	+4	-5	-14	-15	-5	15
16	+10	+14	+9	0	-4	+1	+6	+4	-5	-14	-15	-4	16
17	+10	+14	+8	0	-4	+1	+6	+4	-5	-15	-15	-4	17
18	+10	+14	+8	0	-4	+1	+6	+4	-6	-15	-15	-4	18
19	+11	+14	+8	-1	-4	+1	+6	+4	-6	-15	-15	-3	19
20	+11	+14	+8	-1	-4	+1	+6	+3	-7	-15	-14	-3	20
21	+11	+14	+7	-1	-3	+2	+6	+3	-7	-15	-14	-2	21
22	+12	+14	+7	-1	-3	+2	+6	+2	-7	-15	-14	-2	22
23	+12	+13	+7	-1	-3	+2	+6	+2	-8	-15	-14	-1	23
24	+12	+13	+6	-1	-3	+2	+6	+2	-8	-16	-13	-1	24
25	+12	+13	+6	-2	-3	+3	+6	+2	-8	-16	-13	0	25
26	+13	+13	+6	-2	-3	+3	+6	+2	-9	-16	-13	0	26
27	+13	+13	+5	-2	-3	+3	+6	+2	-9	-16	-12	+1	27
28	+13	+13	+5	-3	-3	+3	+6	+1	-9	-16	-12	+1	28
29	+13	+13	+5	-3	-3	+3	+6	+1	-10	-16	-12	+2	29
30	+13		+5	-3	-3	+4	+6	+1	-10	-16	-11	+2	30
31	+13		+4		-2		+6	0		-16		+3	31

OROLOGIO SOLARE FRANCESE

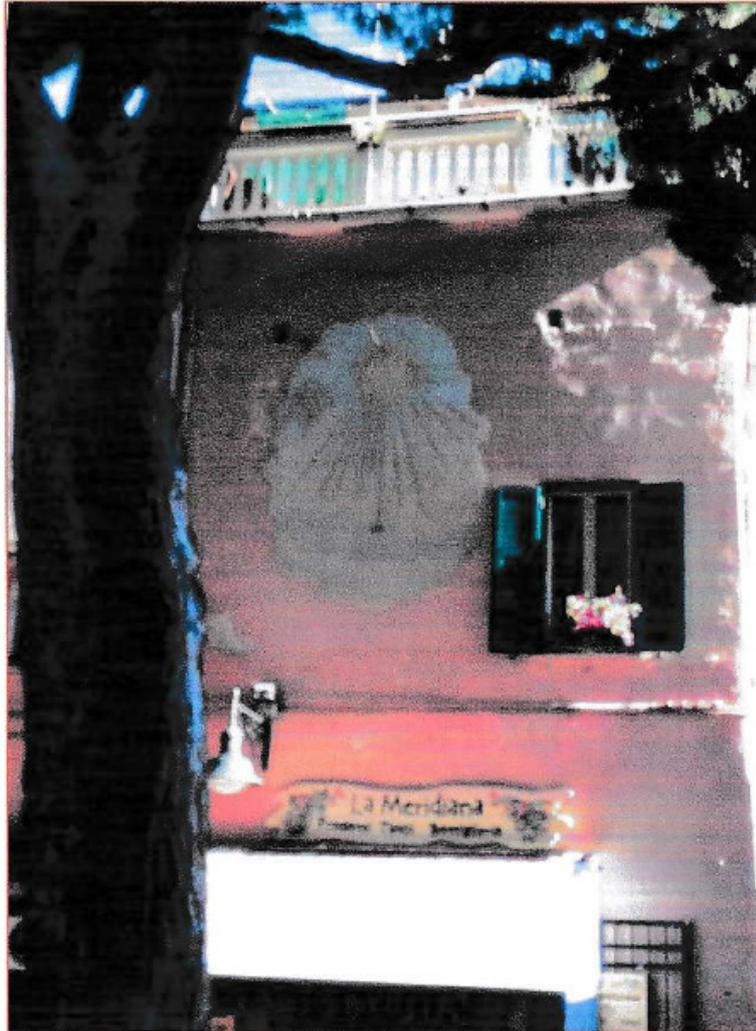
CASA PRIVATA - Piazza G. Galilei - SPOTORNO (SV)

COORDINATE GEOGRAFICHE: 44°13'29" N ⇨ 08°24'58" E

COSTANTE LOCALE DEL TEMPO: CLT = +26^m ⇨ DECLINAZIONE GNOMONICA: D = 36° O

PREMESSA

In una piazzetta un po' appartata, sulla facciata rivolta verso Sud/Ovest di una casa privata si trova, seminascosto da un grosso pino, l'orologio solare oggetto della presente relazione (Foto 1).



PANORAMICA DELL'EDIFICIO CON L'OROLOGIO SOLARE

Alla sua base un negozio di prodotti locali ha tratto il proprio nome dalla presenza di questo manufatto.

DESCRIZIONE DELL'OROLOGIO

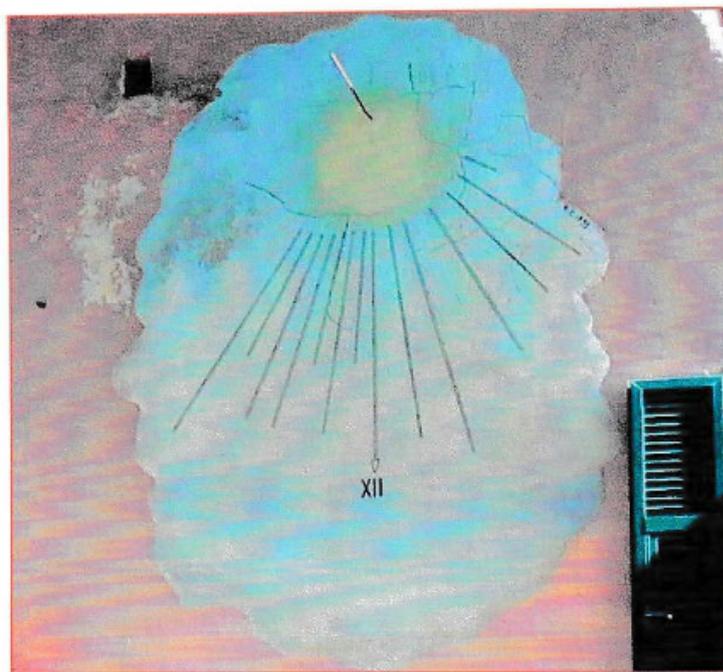
Il quadrante si presenta disegnato su intonaco di colore azzurro in risalto rispetto a quello della parete che lo ospita la quale risulta declinante ad Ovest di circa 36° come dedotto con l'aiuto di Google Maps (Foto 2).



2

DECLINAZIONE GNOMONICA DELLA PARETE CHE OSPITA IL QUADRANTE SOLARE

L'immagine seguente (Foto 3) evidenzia lo stato di non perfetta conservazione in cui si trova l'orologio solare di cui si parla. L'ultimo intervento di restauro risale all'anno 1939 come riportato a margine del quadrante. Il gestore del suddetto locale, intervistato dallo scrivente in data 25/09/2020, ha affermato che l'orologio risale all'anno 1836 e che il pino posto di fronte a limitare l'insolazione ha una età di circa 70 anni.



3

IL QUADRANTE SOLARE

Trattasi di un quadrante tracciato secondo il cosiddetto *sistema ad ore francesi vere locali* visto che la linea meridiana - contrassegnata con il numero romano XII - è tracciata verticalmente sul prolungamento di quella uscente dal piede dello gnomone il quale dovrebbe essere infisso obliquamente alla parete (*assistilo*) in maniera da compensare la declinazione del quadrante ed essere orientato secondo la direzione Nord/Sud. Invece si presenta un po' deformato e posto perpendicolarmente alla parete. Se questa fosse stata la sua condizione

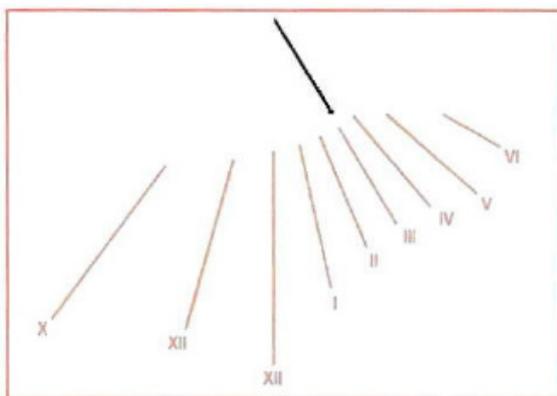
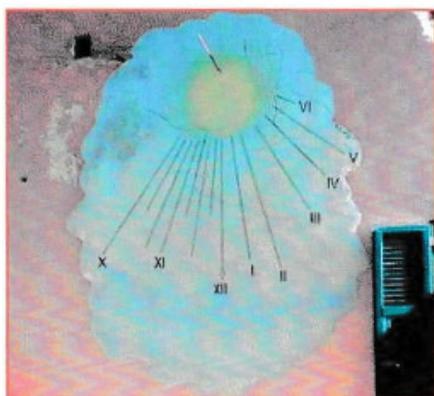
originaria la linea oraria meridiana (XII) avrebbe dovuto essere tracciata a sinistra (Ovest) del piede dello gnomone a causa della declinazione del quadrante.

Tutte le altre linee orarie sono prive della numerazione ma sono confluenti nel piede dello stilo a conferma che il sistema orario rappresentato è quello già detto. Alcune linee a sinistra di quella meridiana, corrispondenti alle ore mattutine, sembra che rappresentino i terzi e i quarti d'ora. Non sono presenti altre indicazioni.

VERIFICA DELLE INDICAZIONI

Purtroppo il quadrante non risultava illuminato al momento dell'osservazione per cui non è possibile effettuare una verifica della correttezza o meno dell'indicazione che avrebbe fornito. Tuttavia, a causa della deformazione dello gnomone, è certo che questo orologio non sia in grado di funzionare correttamente.

L'unica verifica possibile è quella di effettuare il confronto tra il quadrante vero e quello teorico ottenuto per mezzo di un apposito programma di calcolo per rilevare le eventuali differenze. Per un migliore raffronto è stata aggiunta anche la numerazione mancante (Foto 4 e 5).



CONFRONTO TRA IL QUADRANTE VERO E QUELLO TEORICO

I due quadranti si somigliano ma le analogie sono veramente poche a cominciare dallo gnomone che qualcuno ha "pensato bene" di raddrizzare.

CONCLUSIONI

Poiché le indicazioni che l'orologio può fornire sono del tutto inattendibili si ritiene inutile produrre ogni altra informazione circa la loro interpretazione.

10/11/2020

Ing. Fabio Bachini
Cell.: 393.24.71.523
E-Mail: ing.fabiobachini@libero.it



OROLOGIO SOLARE FRANCESE

OPERA PIA SICCARDI-BERNINZONI

Via Verdi, 33 - SPOTORNO (SV)

COORDINATE GEOGRAFICHE: 44°13'41" N - 08°24'46" E

COSTANTE LOCALE DEL TEMPO: CLT = +26^m ♦ DECLINAZIONE GNOMONICA: D = 65° O

PREMESSA

Vicina al mare e al centro di Spotorno la Residenza Protetta (Casa di Riposo) è un elegante e confortevole complesso immerso nel verde, in un magnifico parco di oltre due ettari con grandi alberi secolari, giardini e innumerevoli varietà di piante e fiori. Vera e propria oasi protetta, vicina al mare e comodamente servita, la Residenza è modernamente attrezzata con ogni comfort e consente agli Ospiti di trascorrere un piacevole soggiorno e giornate serene con la possibilità di accogliere in pieno relax parenti ed amici.

La benefattrice Maria Siccardi, ereditiera di un ingente patrimonio edilizio e fondiario, nel 1945 lasciava come erede universale la Congregazione di Carità del Comune di Spotorno vincolandone l'utilizzo a favore delle persone bisognose anziane e giovani.



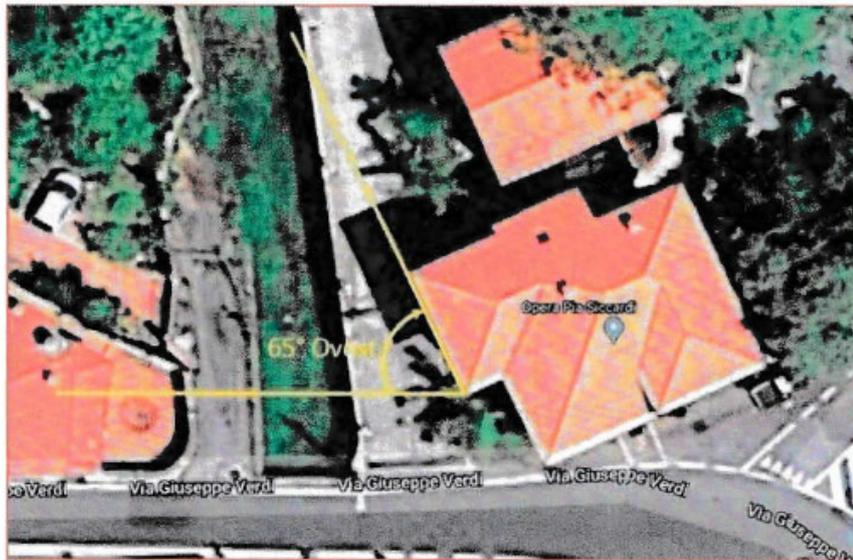
PANORAMICA DELL'EDIFICIO CON L'OROLOGIO SOLARE AD ORE FRANCESI

Nel 1956 per dare attuazione al progetto della benefattrice venne costituito l'Ente Morale Opera Pia Siccardi che nel 2003, a seguito di fusione con l'asilo infantile intitolato a Tommaso Berninzoni, fu trasformato in Azienda Pubblica di Servizi alla Persona, dando vita all'Opera Pia Siccardi-Berninzoni.

Sulla facciata rivolta a Sud-Ovest fa bella mostra di sé un artistico orologio solare ad ore francesi (Foto 1).

DESCRIZIONE DELL'OROLOGIO

Il quadrante si presenta disegnato su intonaco di colore bianco in risalto rispetto a quello della parete che lo ospita la quale risulta declinante ad Ovest di circa 65° come dedotto con l'aiuto di Google Maps (Foto 2).



2

DECLINAZIONE GNOMONICA DELLA PARETE CHE OSPITA IL QUADRANTE SOLARE

Le immagini seguenti (Foto 3 e 4) mostrano che l'orologio solare di cui si parla è stato recentemente restaurato. Prima del restauro il quadrante era praticamente illeggibile e lo gnomone era spezzato.



3



4

QUADRANTE ORARIO PRIMA DEL RESTAURO (FOTO 3) E ALLA DATA DEL 26/09/2020 (FOTO 4)

Trattasi di un quadrante tracciato secondo il cosiddetto *sistema ad ore francesi* che riporta – nel presente caso – solamente le linee orarie contrassegnate con numeri arabi dal 12 al 20 perché la forte declinazione ad Ovest della parete non consente che il quadrante sia illuminato nelle prime ore mattutine.

Non sono presenti altre indicazioni.

La linea oraria contrassegnata con il numero 12, anziché essere tracciata verticalmente, presenta una spiccata inclinazione a sinistra (ad Ovest). Ciò fa pensare che l'ora indicata non sia quella vera locale (TSVL) ma quella vera del meridiano di riferimento dell'Europa Centrale (TVEC).¹

L'indicatore del tempo è uno stilo infisso obliquamente alla parete (*assistilo*) che in termini tecnici prende il nome di *gnomone* (conoscitore) la cui ombra indica l'ora. Questo è stato corredato di una lamina sagomata che rappresenta il dio Mercurio la cui ombra crea un piacevole effetto ottico.

Osservando bene la Foto 5 seguente si notano alcune anomalie che riguardano sia lo gnomone che alcune linee orarie.

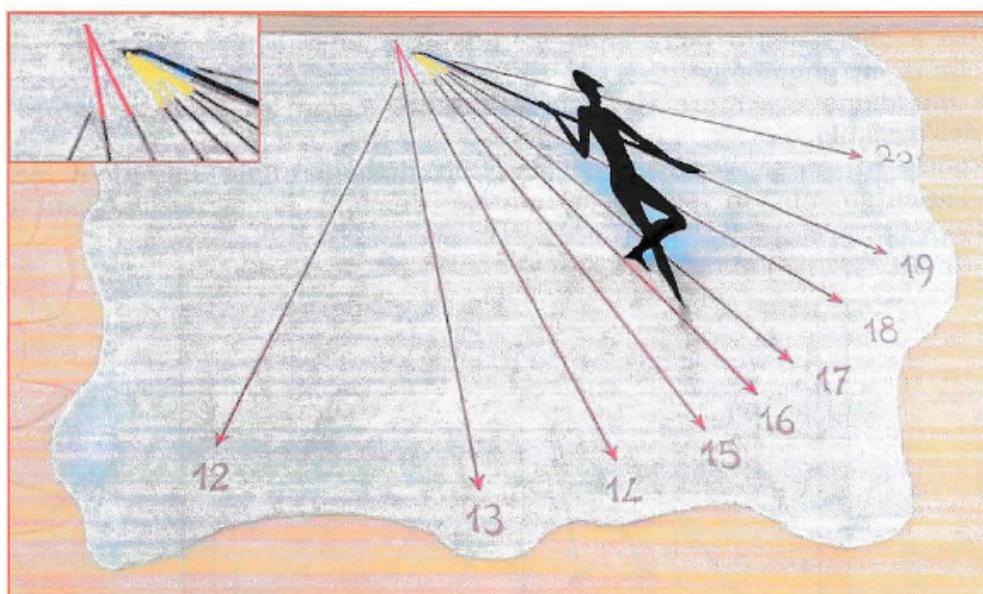
¹ L'argomento è affrontato in dettaglio nel successivo riquadro BREVI NOTE TEORICHE.

1) Le linee orarie 13 e 14 non confluiscono nel punto di innesto dello gnomone insieme con le altre come dovrebbe accadere per il sistema orario rappresentato nel quadrante in esame.

2) Lo gnomone esce dal punto di infissione quasi perpendicolarmente alla parete per poi piegarsi ed assumere (si presume) l'inclinazione corretta secondo la direzione Nord/Sud.

3) L'anomalia di cui al punto 2) precedente fa sì che l'effettivo punto di innesto dello gnomone non corrisponda a quello indicato ma si posizioni più in alto con conseguente NON corrispondenza con le linee orarie tracciate.

4) L'anomalia di cui al punto 2) precedente fa sì che la lettura della indicazione oraria sia affetta da un errore la cui entità sarà oggetto delle verifiche successive.



ANOMALIE DEL QUADRANTE ORARIO

Non è dato di sapere se le anomalie segnalate siano attribuibili al restauratore oppure fossero già insite nella realizzazione originaria.

Prima di passare alle verifiche si ritiene sia opportuno acquisire le seguenti nozioni fondamentali.

IL SISTEMA ORARIO AD ORE ASTRONOMICHE O FRANCESI

Verso la fine del XVIII secolo, a seguito della invasione e dominazione napoleonica, i vecchi sistemi usati per la misura del tempo furono eliminati e con essi vennero abbandonati anche i quadranti orari connessi per essere sostituiti con quello più moderno - e sotto certi aspetti più razionale - imposto dai Francesi. Con il nuovo sistema il giorno (notte + di) è suddiviso in 24 ore di uguale durata e ripartito in due sezioni di 12 ore ciascuna. La prima inizia dalla mezzanotte (ora ZERO) e termina al mezzogiorno (ore XII). Per le ore pomeridiana si ricomincia da capo (I, II, ... XI, XII) fino alla mezzanotte.

Di fatto è lo stesso sistema che è in uso anche oggi.

IL QUADRANTE ORARIO AD ORE FRANCESI VERE LOCALI (TSVL)

Gli orologi solari che osservano questo sistema hanno un quadrante completamente diverso da quelli precedenti. Le linee orarie tutte rettilinee si dipartono da un medesimo punto in cui è infisso lo *gnomone* che viene orientato

in direzione Nord/Sud in modo tale da risultare parallelo all'asse terrestre (*assistilo*). In queste condizioni l'intera sua ombra risulta allineata con le singole linee orarie (cioè le ricopre) indicando l'ora.

Alcune volte l'assistilo è sostituito da un altro tipo di gnomone detto *ortostilo* perché infisso perpendicolarmente al piano del quadrante. In questo caso è solamente l'ombra della sua punta che fornisce l'indicazione.

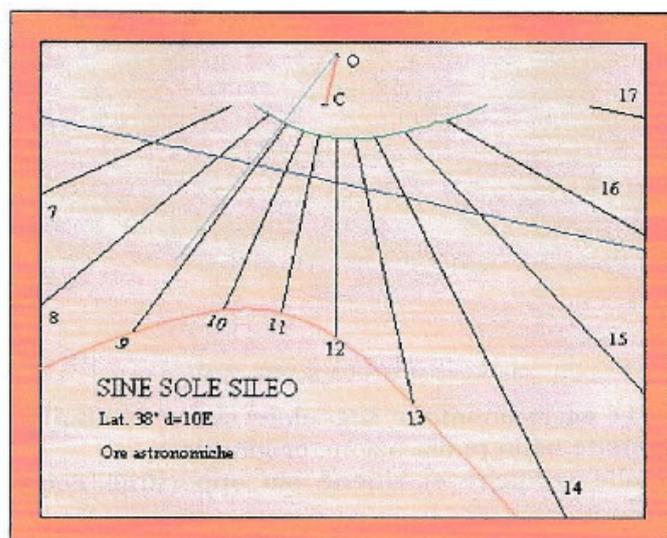
Se la parete è perfettamente orientata a Sud, allora le linee orarie risultano simmetriche rispetto a quella del mezzogiorno che è centrale e verticale.

Invece, se il quadrante è orientato diversamente (si dice *declinante*) le linee orarie non godono più della simmetria anzi detta e l'assistilo dovrà essere orientato per compensare la declinazione del quadrante e per risultare – in ogni caso – parallelo all'asse terrestre nella direzione Nord/Sud.

Se è usato un ortostilo questo trova posizione sulla cosiddetta *linea dell'orizzonte* alla destra o alla sinistra della linea meridiana e ad una distanza dipendente dalla declinazione gnomonica.

La linea meridiana è sempre verticale e uscente (come le altre) dal punto di innesto dell'assistilo.

L'inclinazione in senso verticale dell'assistilo dipende dalla *latitudine* locale mentre l'orientamento in senso orizzontale dipende dalla *declinazione* del quadrante.



ESEMPIO DI QUADRANTE DECLINANTE AD EST AD ORE FRANCESI VERE LOCALI (TSVL).
I NUMERI INDICANO L'ORA SOLARE VERA LOCALE SEGNATA DALL'OMBRA DELL'INTERO GNOMONE (ASSISTILO).

NELLA FIGURA CORRISPONDE A POCO PRIMA DELLE ORE 9.

L'INDICAZIONE È DIVERSA DA QUELLA FORNITA DA UN COMUNE OROLOGIO MA È FACILMENTE RICONDUCEBILE AD ESSA.

Se interessa indicare solamente le ore, la lunghezza dell'assistilo può essere qualunque ma, se si desidera che l'orologio fornisca anche le date calendariali, allora la sua lunghezza deve essere tale che – in ogni stagione dell'anno – la sua ombra possa ricadere all'interno il quadrante. In presenza di un ortostilo la sua lunghezza è sempre correlata con le dimensioni del quadrante.

In Estate, quando il Sole è più alto, l'ombra dello stilo è più lunga mentre in Inverno, quando il Sole è più basso, l'ombra è più corta. Quindi la punta dell'ombra può fornire l'indicazione della stagione in corso, del mese ed anche, con una certa approssimazione, del giorno.

Per funzionare da calendario è necessario che sul quadrante vengano riportate altre linee (dette *linee diurne*) che di solito corrispondono alle date in cui il Sole entra nei vari segni zodiacali.

IL QUADRANTE ORARIO AD ORE FRANCESI VERE DEL MERIDIANO DELL'EUROPA CENTRALE (TVEC)

Anche gli orologi solari che osservano questo sistema hanno un quadrante in cui le linee orarie sono tutte rettilinee e si dipartono (tutte) dal punto in cui è infisso lo *gnomone* che viene orientato in direzione Nord/Sud in modo tale da risultare parallelo all'asse terrestre (*assistilo*).

Per convenzione tutti gli orologi presenti all'interno (o quasi) dello stesso fuso orario (distanza angolare di 15°) indicano la medesima ora. Questa viene scelta con riferimento al meridiano centrale in maniera tale che, ad esempio, quando il Sole passa su questo (al mezzogiorno) tutti gli orologi devono essere regolati sulle ore 12 (salvo una correzione legata alla cosiddetta Equazione del Tempo).²

Da un punto di vista puramente astronomico i luoghi a destra (ad Est) del meridiano centrale saranno in anticipo tanto più quanto più vi sono discosti mentre quelli a sinistra (ad Ovest) saranno in ritardo. In altre parole, uno scostamento in longitudine corrisponde ad uno scostamento temporale.³

L'Italia fa parte del fuso orario il cui meridiano centrale (passante per l'Etna) si trova ad una longitudine di 15°00'00" Est rispetto al quello passante per Greenwich assunto come riferimento per convenzione internazionale (0°00'00").



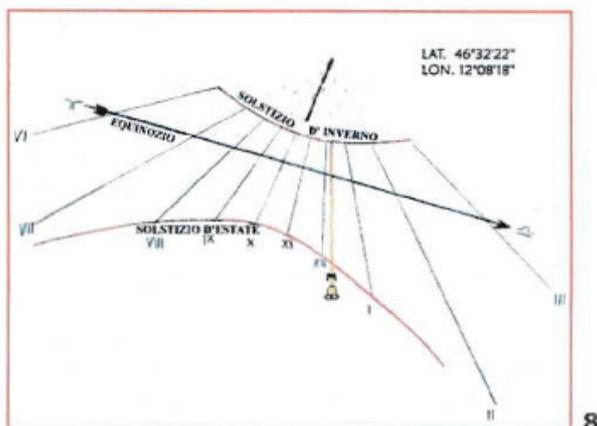
7
RELAZIONE TRA LA LONGITUDINE ED IL CORRISPONDENTE TEMPO SOLARE

Un orologio del tipo di quello in esame fornisce il Tempo Vero del meridiano dell'Europa Centrale (TVEC). Lo si rileva ad occhio per il fatto che la linea del mezzogiorno vero locale (di solito indicata con la lettera **M** e la \odot) non coincide con la linea oraria indicata con il numero romano XII. L'ombra dello gnomone transita prima sulla linea XII e poi su quella M con \odot . Ciò significa che il Sole transita prima sul meridiano di riferimento dell'Europa Centrale e poi sul meridiano locale del luogo che si trova ad una minore longitudine (Fig. 7).

² Vedi riquadro BREVI CENNI TEORICI.

³ Vedi riquadro BREVI CENNI TEORICI.

Da quanto detto si deduce che in un orologio solare da collocarsi sul meridiano dell'Europa Centrale il TSVL coincide con TVEC. Per tutti gli altri il quadrante orario risulterà ruotato in senso orario (o antiorario) di un angolo corrispondente alla differenza (positiva o negativa) tra la longitudine di riferimento e quella locale.



ESEMPIO DI QUADRANTE DECLINANTE AD EST AD ORE FRANCESI VERE DEL MERIDIANO CENTRALE. L'INDICAZIONE È DIVERSA DA QUELLA FORNITA DA UN COMUNE OROLOGIO MA È FACILMENTE RICONDUCEBILE AD ESSA.

La Fig. 8 mostra un esempio di un orologio ad ore vere del meridiano dell'Europa Centrale. Si noti che la linea oraria XII (mezzogiorno vero sul meridiano centrale) si trova a sinistra della contrassegnata con la lettera M e con la campanella \odot che corrisponde al mezzogiorno vero sul meridiano locale.

CONVERSIONE DELL'ORA ASTRONOMICA IN QUELLA CIVILE

Nonostante che un orologio solare alla francese sia di più facile lettura rispetto agli altri, l'indicazione oraria che fornisce non corrisponde quasi mai con quella letta su un comune orologio moderno. Per questo motivo è sempre necessario corredare questo tipo di orologio con una apposita tabella di conversione.

Allo scopo di comprendere il meccanismo di conversione è necessario acquisire alcune basilari nozioni teoriche.

BREVI CENNI TEORICI

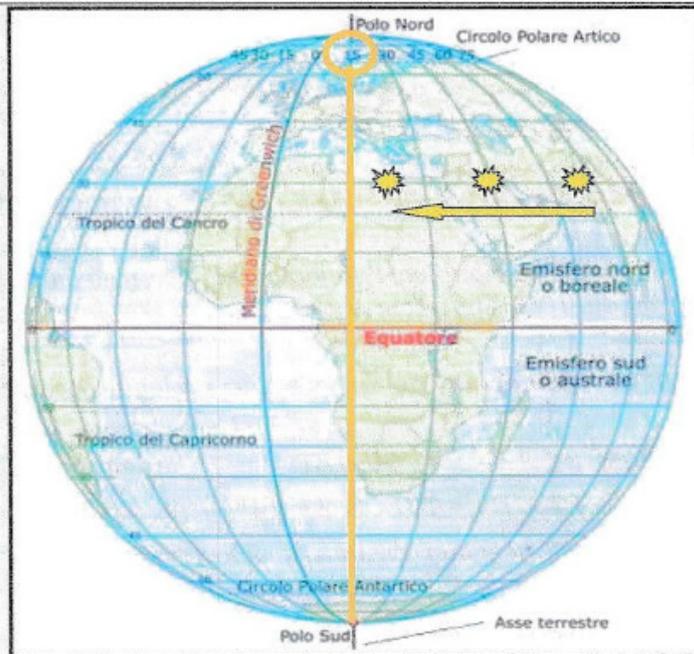
Sulla sfera terrestre vengono tracciate per convenzione alcune linee immaginarie dette meridiani e paralleli. Tra i meridiani (circoli che passano attraverso i poli) ne è stato scelto uno come riferimento che è quello che passa per Greenwich (Londra), indicato nella Fig. 9. La distanza da questo espressa in gradi è detta longitudine.

La Terra viene suddivisa con 360 meridiani distanti 1° l'uno dall'altro su cui il Sole transita in un tempo medio giornaliero di 24 ore. Ogni ora il Sole descrive un arco 15° ed 1° corrisponde ad un tempo di 4 minuti.

Quando il Sole si trova sopra un meridiano, in tutti i luoghi che si trovano su questo è mezzogiorno vero locale.

È chiaro che per i luoghi che si trovano sul meridiano distante (ad esempio) 15° verso destra (ad Est) il mezzogiorno è passato da un'ora (sono le 13). Invece per i luoghi che si trovano sul meridiano distante 15° verso sinistra (ad Ovest) il mezzogiorno avverrà tra un'ora (sono le 11). Ora bisogna sapere che i nostri orologi sono sincronizzati sul cosiddetto meridiano dell'Europa Centrale (evidenziato con il colore arancio nella Fig. 8) che passa per l'Etna e che dista 15° ad Est da quello passante per Greenwich a cui corrispondono 0° .

Il tempo corrispondente alla distanza longitudinale dal meridiano di riferimento è chiamato **Costante Locale del Tempo (CLT)** e varia da luogo a luogo di cui è quindi necessario conoscere la longitudine.



MERIDIANI E PARALLELI

Il suo valore è dato dalla seguente espressione:

$$CLT = \text{Tempo Vero Europa Centrale} - \text{Tempo Solare Vero Locale} = TVEC - TSVL$$

ovvero

$$CLT = (\text{Long. etnea di rif.} - \text{Long. Locale})^\circ \cdot 4^m/^\circ = (\text{LONR} - \text{LONL})^\circ \cdot 4^m/^\circ \text{ (in minuti)}$$

Questa è la prima correzione che occorre apportare all'ora vera locale per avere il confronto con quella fornita da un orologio comune.

Ma non è finita qui.

Si è detto che il Sole compie il suo moto apparente da Est a Ovest attorno alla Terra in un tempo "medio" di 24 ore. In realtà, a causa dell'inclinazione dell'asse terrestre e della eccentricità dell'orbita, la durata del giorno risulta variabile nel corso dell'anno di un valore che oscilla tra +16 minuti e -14 minuti.

Da qui la necessità di calcolarne il valore medio nell'arco dell'anno e di assumere costante questo valore come se il moto apparente del Sole avvenisse su una traiettoria circolare percorsa con velocità costante.

I comuni orologi meccanici si basano su questa ipotesi semplificativa perché le loro lancette ruotano, appunto, con velocità costante.

Esistono delle tabelle e/o dei grafici che riportano questa variazione nell'arco di un anno (detta **Equazione del Tempo**, ET) con cui è possibile operare la correzione.

In conclusione, con riferimento alle seguenti definizioni:

TC (**T**empo **C**ivile) = tempo indicato da un orologio comune

TMEC (**T**empo **M**edio **E**uropa **C**entrale) = TC

TVEC (**T**empo **V**ero **E**uropa **C**entrale)

TSML (**T**empo **S**olare **M**edio **L**ocale)

TSVL (**T**empo **S**olare **V**ero **L**ocale)

CLT (**C**ostante **L**ocale del **T**empo) = correzione per diversa longitudine

ET (**E**quazione del **T**empo) = correzione del tempo vero

si ottiene:

$$ET = TMEC - TVEC \text{ o anche } ET = TSML - TSVL^4$$

da cui

$$TMEC = TVEC + ET \text{ o anche } TSML = TSVL + ET$$

In altre parole:

- quando l'ET è **positiva** significa che l'orologio fornisce una indicazione (TSVL) più piccola di quella media (TSML) per cui si dice che **l'orologio ritarda** (rispetto al valore medio annuale);

- quando l'ET è **negativa** significa l'orologio fornisce una indicazione (TSVL) più grande di quella media (TSML) per cui si dice che **l'orologio anticipa** (rispetto al valore medio annuale).

Per risalire dal TSVL al TC indicato da un comune orologio occorre applicare la seguente formula:

$$TC = TSVL + CLT + ET = TVEC + ET \quad (\text{in regime di ora solare})$$

$$TC = TSVL + CLT + ET + 1^h = TVEC + ET + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

I valori della CLT e della ET possono assumere valori "negativi". In questi casi i rispettivi valori devono essere sottratti e non sommati.

I parametri necessari per la conversione

LA COSTANTE LOCALE DEL TEMPO (CLT)

È necessario conoscere la longitudine locale e quella di riferimento. Nel caso in esame si ha:

LONL = 08°24'46" (8,413°) Est (Long. Locale)

LONR = 15°00'00" (15,000°) Est (Long. di Riferimento = Meridiano Europa centrale)

Applicando la ormai nota formula si ottiene:

$$CLT = (LONR - LONL)^\circ \cdot 4^{m/^\circ} = (15,000 - 8,413)^\circ \cdot 4^{m/^\circ} = 26,348^m \cong 26^m$$

L'EQUAZIONE DEL TEMPO

I valori di questo parametro sono variabili giornalmente e si trovano raccolti in apposite tabelle.

Le formule di conversione

Per trasformare l'ora vera locale (TSVL) letta sul quadrante astronomico in quella civile (TC) corrispondente si usano le seguenti formule:

$$TC = TSVL + CLT + ET \quad (\text{in regime di ora solare})$$

$$TC = TSVL + CLT + ET + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

Nel caso in esame la CLT è già compresa nell'a indicazione oraria

$$TVEC = TSVL + CLT$$

per cui le formule di conversione diventano:

$$TC = TVEC + ET \quad (\text{in regime di ora solare})$$

$$TC = TVEC + ET + 1^h \quad (\text{in regime di ora legale})$$

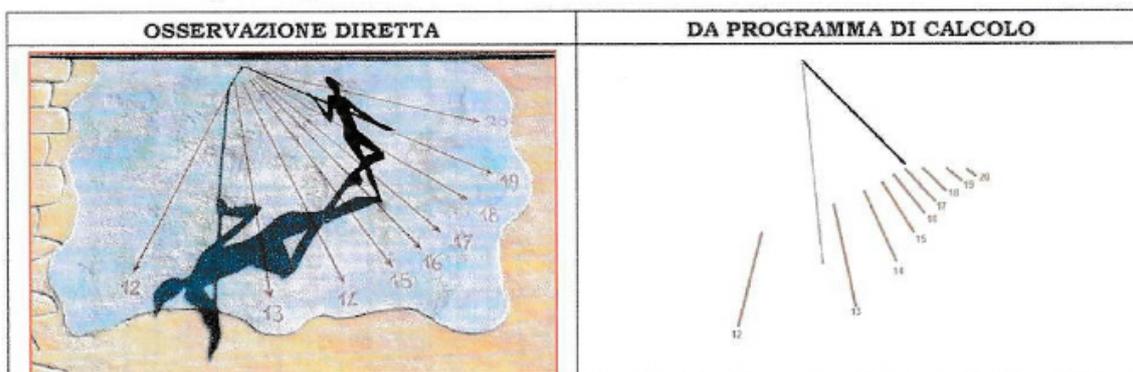


⁴ ATTENZIONE: In alcuni testi la CLT e l'ET sono definite in maniera contraria, cioè: CLT = TSVL - TVEC e ET = TSVL - TSML. In questo caso i segni risultano tutti invertiti rispetto a quanto riportato nella presente trattazione.

VERIFICA DELLE INDICAZIONI

Sono già state fatte notare alcune anomalie rilevate sul quadrante solare in esame (pag. 3, Fig. 5). L'errore che più facilmente si commette nella lettura di un quadrante orario sta proprio nella lettura stessa specialmente quando l'ombra dello stilo cade tra due linee contigue.

Nel caso in esame, come già detto, ci si aspetta anche un errore dovuto ad una non perfetta tracciatura delle linee orarie e ad una "deformazione" dello gnomone. La verifica che segue mette a confronto il quadrante reale con quello teorico posto a fianco ottenuto da apposito programma di calcolo. In questa maniera è possibile desumere l'origine e quindi la causa dell'errore commesso.



DATI

Data di scatto	26/09/2020	Data di scatto	26/09/2020
TC _s (di scatto)	13:31 (ora legale)	TC _s (di scatto)	13:31 (ora legale)
TI (indicato)	12+12:35 (?) (ora solare)	TVEC (da prog.ma)	12:40 (ora solare)
ET (26/09)	- 9 ^m (tabella)	ET (26/09)	- 9 ^m (tabella)
Correz. ora legale	+ 1 ^h	Correz. ora legale	+ 1 ^h

CALCOLI

TC _C (calcolato)	= TI + ET + 1 ^h = = 12+12:35 - 00:09 + 1 ^h = = 12:51+13:26 (ora legale)	TC _P (da progr.ma)	= TVEC + ET + 1 ^h = = 12:40 - 00:09 + 1 ^h = = 13:31 (ora legale)
--------------------------------	---	----------------------------------	--

ERRORE

$TC_C - TC_P = (12:51+13:26) - 13:31 = - (00:40 + 00:05)$ L'orologio RITARDA di 40 ^m + 5 ^m

COMMENTO E CONCLUSIONI

A causa della piegatura dello gnomone non è possibile effettuare una lettura certa. Si aggiunga, come già detto, anche il fatto che non tutte le linee orarie sembrano tracciate in maniera corretta.

ALLEGATO

- Tabella dell'Equazione del Tempo

08/11/2020

Fabio Bachini

Ing. Fabio Bachini
Cell.: 393.24.71.523
E-Mail: ing.fabiobachini@libero.it

TABELLA EQUAZIONE DEL TEMPO (in minuti)

DATA	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	DATA
1	+4	+14	+12	+4	-3	-2	+4	+6	0	-10	-16	-11	1
2	+4	+14	+12	+4	-3	-2	+4	+6	0	-11	-16	-11	2
3	+4	+14	+12	+3	-3	-2	+4	+6	0	-11	-16	-10	3
4	+5	+14	+12	+3	-3	-2	+4	+6	-1	-11	-16	-10	4
5	+5	+14	+12	+3	-3	-2	+4	+6	-1	-12	-16	-9	5
6	+8	+14	+11	+2	-3	-1	+5	+6	-2	-12	-16	-9	6
7	+6	+14	+11	+2	-3	-1	+5	+6	-2	-12	-16	-9	7
8	+7	+14	+11	+2	-4	-1	+5	+6	-2	-12	-16	-8	8
9	+7	+14	+11	+2	-4	-1	+5	+6	-3	-13	-16	-8	9
10	+7	+14	+10	+1	-4	-1	+5	+5	-3	-13	-16	-7	10
11	+8	+14	+10	+1	-4	0	+5	+5	-3	-13	-16	-7	11
12	+8	+14	+10	+1	-4	0	+6	+5	-4	-13	-16	-6	12
13	+9	+14	+10	+1	-4	0	+6	+5	-4	-14	-16	-6	13
14	+9	+14	+9	0	-4	0	+6	+5	-4	-14	-16	-6	14
15	+9	+14	+9	0	-4	0	+6	+4	-5	-14	-16	-5	15
16	+10	+14	+9	0	-4	+1	+6	+4	-5	-14	-16	-4	16
17	+10	+14	+8	0	-4	+1	+6	+4	-5	-15	-16	-4	17
18	+10	+14	+8	0	-4	+1	+6	+4	-6	-15	-16	-4	18
19	+11	+14	+8	-1	-4	+1	+6	+4	-6	-15	-16	-3	19
20	+11	+14	+8	-1	-4	+1	+6	+3	-7	-15	-16	-3	20
21	+11	+14	+7	-1	-3	+2	+6	+3	-7	-15	-16	-2	21
22	+12	+14	+7	-1	-3	+2	+6	+2	-7	-15	-16	-2	22
23	+12	+13	+7	-1	-3	+2	+6	+2	-8	-16	-16	-1	23
24	+12	+13	+6	-1	-3	+2	+6	+2	-8	-16	-16	-1	24
25	+12	+13	+6	-2	-3	+3	+6	+2	-8	-16	-16	0	25
26	+13	+13	+6	-2	-3	+3	+6	+2	-9	-16	-16	0	26
27	+13	+13	+5	-2	-3	+3	+6	+2	-9	-16	-16	+1	27
28	+13	+13	+5	-3	-3	+3	+6	+1	-9	-16	-16	+1	28
29	+13	+13	+5	-3	-3	+3	+6	+1	-10	-16	-16	+2	29
30	+13		+5	-3	-3	+4	+6	+1	-10	-16	-16	+2	30
31	+13		+4		-2		+6	0		-16		+3	31
DATA	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	DATA



OROLOGIO SOLARE FRANCESE

CASA PRIVATA - Via G. Mazzini - SPOTORNO (SV)

COORDINATE GEOGRAFICHE: 44°13'39" N - 08°25'07" E

COSTANTE LOCALE DEL TEMPO: CLT = +26^m ✦ DECLINAZIONE GNOMONICA: D = 40° O

PREMESSA

Uscendo dalla chiesa della SS. Annunziata e voltando a sx lungo la via Garibaldi, dopo aver superato un arco si imbecca la via Mazzini. Poco dopo una cappelletta sulla dx si nota in alto l'orologio solare oggetto della presente trattazione (Foto 1).

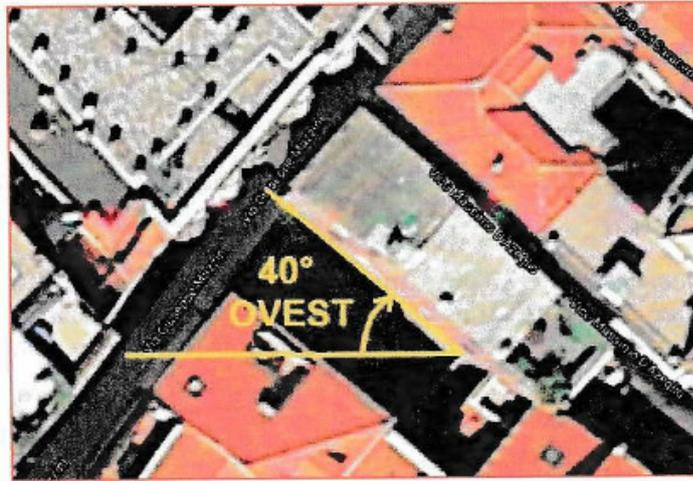


PANORAMICA DELL'EDIFICIO CON L'OROLOGIO SOLARE

Purtroppo è osservabile solamente da lontano ma, con l'aiuto di un ingrandimento fotografico, è possibile farne una descrizione sufficientemente accurata.

DESCRIZIONE DELL'OROLOGIO

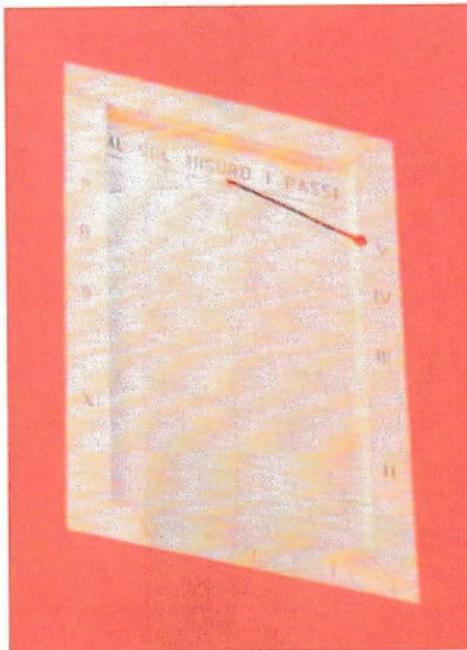
Il quadrante si presenta inciso su una lastra di marmo bianco inserito come fosse una finestra in una parete rossa che risulta declinante ad Ovest di circa 40° come dedotto con l'aiuto di Google Maps (Foto 2).



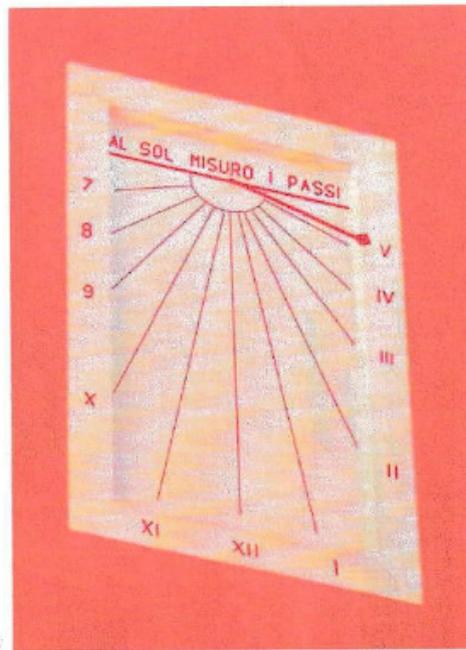
2

DECLINAZIONE GNOMONICA DELLA PARETE CHE OSPITA IL QUADRANTE SOLARE

L'immagine seguente (Foto 3 e 4) evidenzia la elegante fattura del quadrante e lo stato di ottima conservazione in cui lo stesso si trova.



3



4

IL QUADRANTE SOLARE AL NATURALE (3) E CON LE LINEE EVIDENZIATE (4)

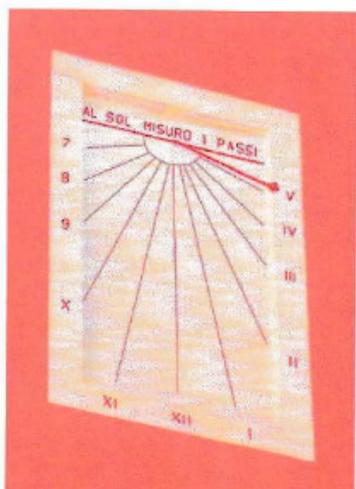
Trattasi di un quadrante tracciato secondo il cosiddetto *sistema ad ore francesi vere locali* visto che la linea meridiana - contrassegnata con il numero romano XII - è tracciata verticalmente sul prolungamento di quella uscente dal piede dello gnomone appare infisso obliquamente alla parete (*assistilo*) in maniera da compensare la declinazione del quadrante ed essere orientato secondo la direzione Nord/Sud.

Le altre linee orarie sono confluenti nel piede dello stilo a conferma che il sistema orario rappresentato è quello già detto e sono dotate della stessa numerazione con cifre romane. Fanno eccezione quelle collocate a sinistra della linea meridiana, corrispondenti alle ore mattutine, che sono contrassegnate con i numeri 7,8 e 9 in cifre arabe. Non sono riportate altre indicazioni ad eccezione del cosiddetto "motto" che recita: AL SOL MISURO I PASSI.

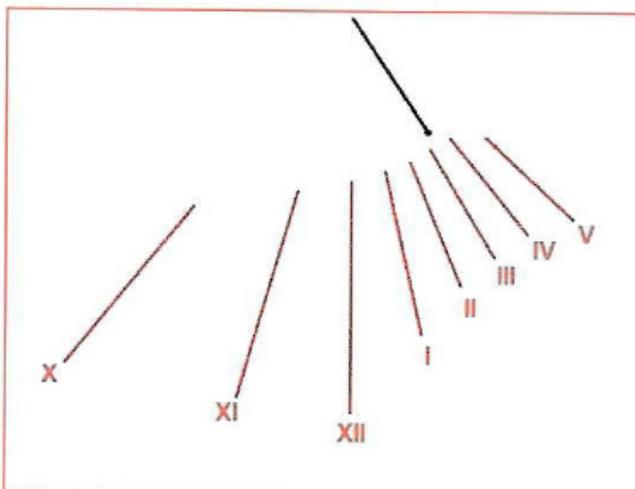
VERIFICA DELLE INDICAZIONI

Purtroppo il quadrante non risultava illuminato al momento dell'osservazione per cui non è possibile effettuare una verifica della correttezza o meno dell'indicazione che avrebbe fornito.

L'unica verifica possibile è quella di effettuare il confronto tra il quadrante vero e quello teorico ottenuto per mezzo di un apposito programma di calcolo per rilevare le eventuali differenze (Foto 5 e 6).



5



6

CONFRONTO TRA IL QUADRANTE VERO E QUELLO TEORICO

Nel quadrante teorico non compaiono le linee orarie 7, 8 e 9 perché a causa della forte declinazione ad Ovest del quadrante non risultano mai illuminate. Forse è questo il motivo per cui, nel quadrante vero, sono state indicate con i numeri arabi anziché con quelli romani.

CONCLUSIONI

Poiché non è stato possibile verificare le indicazioni che l'orologio può fornire si ritiene inutile produrre ogni altra informazione circa la loro interpretazione.

10/11/2020

Ing. Fabio Bachini
Cell.: 393.24.71.523
E-Mail: ing.fabiobachini@libero.it

Nota del Circolo Pontorno:

Meridiana alla Maremma

Una Meridiana che si trovava a Spotorno, e purtroppo è stata distrutta, seguendo la sorta di tante altre testimonianze delle nostre radici storiche, ne parla lo scrittore savonese Anton Giulio Barrili nel suo romanzo *"Fra cielo e terra"*, due pagine dal titolo *"L'acqua novella"*.

E' il ricordo di una passeggiata con l'amico spotornese Prof. Francesco Berlingieri, dove aveva visto lungo la strada, sopra il terrazzo di una casa verde alla Maremma, un'antica meridiana con sotto una frase latina che ammoniva il passante, *"Ultima ne cat"* (L'ultima ora uccide).

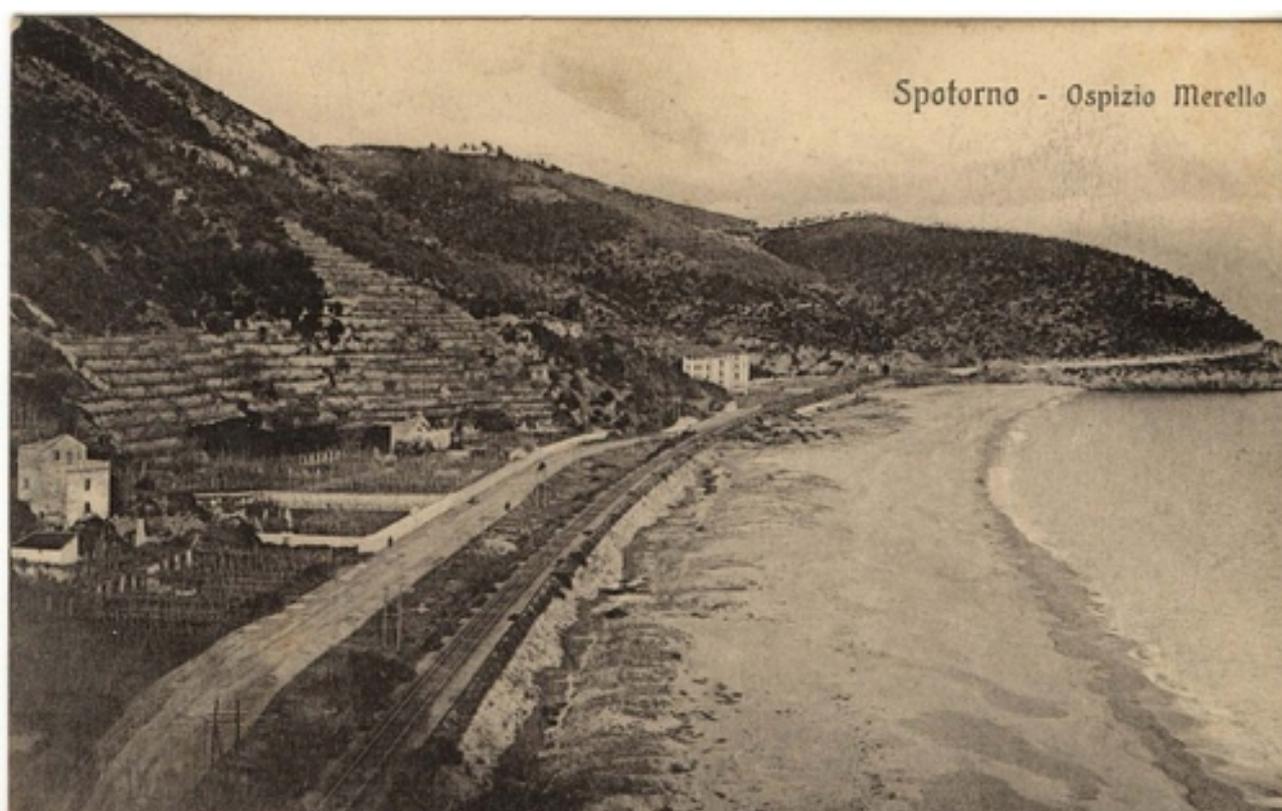


Foto della Maremma di quell'epoca

