

QUADRANTE A ORA LOCALE O A ORA DEL FUSO ORARIO GIUSEPPE DE DONA'

ESTRATTO

La scelta del tipo di orario utilizzato in un quadrante solare è importante per diversi aspetti. A volte la scelta è dettata dal committente, altre volte è proposta dallo gnomonista che spesso suggerisce la soluzione che preferisce. L'autore, dopo una breve introduzione, propone una discussione in sala per evidenziare i vantaggi e gli svantaggi di un sistema rispetto all'altro

L'orologio solare tradizionale

Nell'orologio solare tradizionale, l'ora indicata dall'ombra del Sole sulle linee del quadrante indica l'ora locale vera [1]. L'orologio che portiamo al polso, a parte i mesi estivi in cui le lancette sono spostate in avanti di un'ora, indica invece l'ora media in vigore nel nostro paese, cioè il Tempo Medio dell'Europa Centrale (TMEC). A parte qualche giorno all'anno (quattro per località vicine al meridiano centrale del fuso), i due orari non coincidono mai tra loro per due motivi:

– Equazione del tempo. Mentre il giorno medio ha una durata costante di 24 ore, a causa della differente velocità di rivoluzione della Terra intorno al Sole durante l'anno e dell'obliquità dell'eclittica, l'intervallo tra due successivi passaggi del Sole su un meridiano qualsiasi non è mai uguale a 24 ore. La differenza ammonta a pochi secondi ogni giorno che, accumulandosi tra loro, arrivano nell'anno a totalizzare differenze di ± 15 minuti che costituiscono la cosiddetta "equazione del tempo", in questa relazione definita in modo abbreviato con EqT .

- Longitudine della località. L'ora media del nostro paese, cioè il Tempo medio dell'Europa Centrale TMEC, ha come meridiano di riferimento quello di longitudine 15° Est ($15^\circ E$). La Terra ruota da Ovest verso Est di 15° ogni ora, di 1° ogni 4 minuti. Pertanto, per esempio in una località posta a 12° Est, il Sole transita in meridiano, e su un quadrante tradizionale indica il mezzogiorno, dodici minuti dopo esser transitato e aver indicato il mezzogiorno in un analogo quadrante posto a 15° Est. I dodici minuti di differenza costituiscono la cosiddetta "costante locale".

In questa esposizione l'integrazione dei due tempi, EqT e costante locale, è indicata col termine abbreviato EqT_L .

Su un orologio solare tradizionale "a Ora Locale", qui chiamato aOL , la linea delle 12 corrisponde al transito del Sole sul meridiano del luogo, mentre le altre linee orarie coincidono con posizioni del Sole che distano tra loro 15° di angolo orario.

L'orologio solare a ora del fuso orario.

Alcuni costruttori di meridiane, al posto del tradizionale quadrante aOL , preferiscono il quadrante "a Ora del Fuso" qui indicato con aOF , dove si tiene conto della costante locale eliminando di conseguenza l'"errore" causato dalla differenza di longitudine. In

pratica, in un orologio aOF , la linea delle 12 non coincide col transito, ma corrisponde a una posizione del Sole spostata di un angolo orario pari alla differenza tra la longitudine del luogo e la longitudine $15^\circ E$. Se il quadrante è posizionato su una parete verticale, la linea delle 12 è perpendicolare nel quadrante aOL , mentre è fuori piombo nel quadrante aOF . Il quindicesimo meridiano è noto col nome di "meridiano dell'Etna" in quanto passa proprio sulla bocca posta in sommità al noto cratere siciliano. Sul meridiano $15^\circ E$ l'ora locale coincide con l'ora del fuso orario perciò, a qualsiasi longitudine, gli orologi solari di tipo aOF indicano sempre l'ora vera del meridiano dell'Etna; in sostanza si adeguano all'ora civile in vigore nel fuso di riferimento. Un quadrante aOF ha il vantaggio di indicare mediamente un orario più vicino all'orologio da polso rispetto a un quadrante aOL . Questo fattore è spesso decisivo nella scelta del committente o dello gnomonista che esegue il lavoro. La rinuncia al quadrante aOL è però una perdita significativa per aspetti di carattere storico, didattico e astronomico.

Il Sole, l'arco diurno, l'ora.

Nell'emisfero boreale il Sole percorre ogni giorno un arco diurno simile a quello disegnato in figura 1.

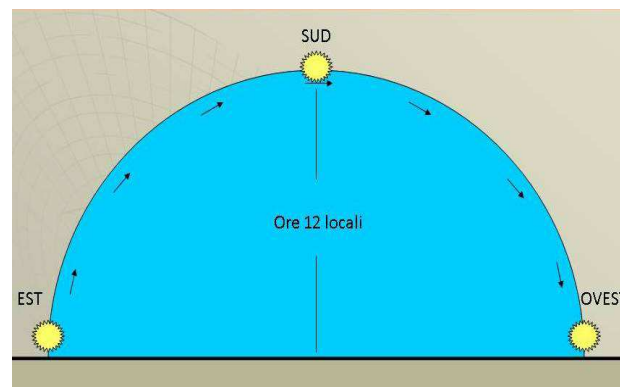


Figura 1 – Arco diurno del Sole

Alle 12 di ora locale si creano le seguenti condizioni:

- Il Sole transita sul meridiano locale.
- Il Sole raggiunge il punto più alto in cielo.
- Il Sole si trova esattamente in direzione Sud, quindi il suo azimut è 0° .
- E' l'istante in cui inizia l'ora astronomica.
- È mezzogiorno vero; il Sole divide l'arco diurno in due parti esattamente uguali, quindi il tempo trascorso dal sorgere è uguale a quello che manca al tramonto

Queste informazioni fornite da un quadrante *aOL* mancano in un quadrante *aOF*. Come detto, il quadrante *aOF*, eliminando l'errore dovuto alla costante locale, segna mediamente un'ora più vicina all'ora dell'orologio rispetto a quella di un quadrante *aOL*, ma l'ora del suo gnomone differisce comunque da quella dall'orologio di un valore pari all'equazione del tempo.

L'equazione del tempo

In astronomia, l'equazione del tempo è definita dalla seguente relazione[2][3][4][5][6]:

$$EqT = \text{tempo solare vero} - \text{tempo solare medio}$$

Altre volte, anche dagli stessi autori [7], l'*EqT* è così definita:

$$EqT = \text{tempo solare medio} - \text{tempo solare vero}$$

Quest'ultima relazione, rappresentata col grafico in figura 2, è quella generalmente usata in gnomonica [8].

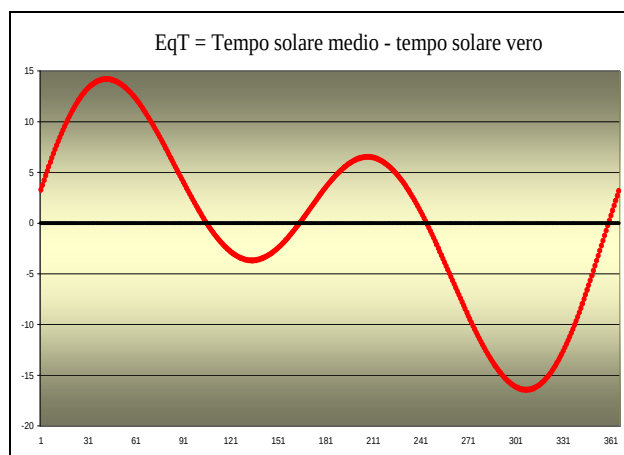


Figura 2 – Grafico dell'equazione del tempo

Per esempio, il transito del giorno 20 gennaio 2012 alla L15 avviene alle ore 12h 10m 50s [9], per cui l'equazione del tempo risulta:

$$EqT = 12h10m50s - 12h00m00s = 10m50s$$

Nello stesso giorno, alla longitudine 12°E il transito avviene alle ore 12h 22m 50s. In quel momento sul meridiano dell'Etna sono le ore 12h 12m 00s di tempo vero, per cui l'equazione del tempo rimane, ovviamente, la stessa:

$$EqT = 12h22m50s - 12h12m00s = 10m50s$$

mentre *EqT_L* risulta:

$$EqT_L = 12h22m50s - 12h00m00s = 22m50s$$

cioè dodici minuti più alta rispetto all'*EqT*, con una differenza dovuta alla costante locale. Se *L* è la longitudine del luogo, *EqT_L* può essere definita dalla seguente relazione:

$$EqT_L = EqT + (15 - L) \times 4 \quad (1)$$

In questo primo esempio, alla longitudine 12°E il giorno 20 gennaio, un quadrante *aOF* ha una differenza di 10m 50s rispetto all'orologio da polso, mentre un quadrante *aOL* ha una differenza di 22m 50s, quindi più alta. Come è evidente dalla figura 2, l'*EqT* ha un andamento sinusoidale per cui, mentre nell'esempio del 20 gennaio ha un valore positivo, in altri periodi il suo valore diventa negativo. Prendiamo in esame un secondo esempio. Il 20 ottobre 2012 il transito alla 15°E avviene alle ore 11h 44m 44s.

L'equazione del tempo risulta:

$$EqT = 11h44m44s - 12h00m00s = -15m16s$$

Alla longitudine 12°E il transito avviene, come a gennaio, dodici minuti dopo, cioè alle ore 11h 56m 44s, e dalla (1) l'*EqT_L* risulta:

$$EqT_L = -15m16s + (15 - 12) \times 4 = -03m16s$$

Al contrario dell'esempio di gennaio, stavolta è quindi il quadrante *aOF* ad avere una differenza con l'orologio da polso più alta rispetto a quella di un quadrante *aOL*.

L'analisi che segue considera località con differenti longitudini e mette a confronto gli scostamenti ogni giorno dell'anno.

L'analisi dei dati

Le tre linee del grafico in figura 4, di colore giallo, rosso e blu, rappresentano rispettivamente il tempo solare medio del transito nel 2012, alle longitudini 12°E, 15°E e 18°E. L'andamento delle tre linee mostra lo scostamento rispetto alla linea orizzontale del mezzodì locale indicata in colore nero.

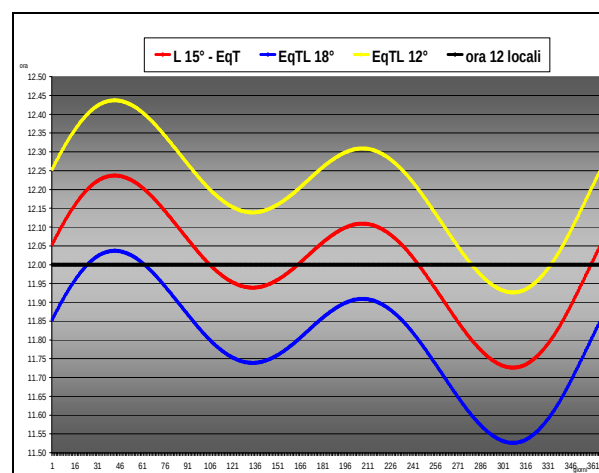


Figura 4 – Tempo solare medio del transito alle longitudini 12°, 15° e 18° Est.

Le figure 5, e 6 permettono invece un'analisi più diretta del problema in esame. I due diagrammi riportano in ascissa i giorni dell'anno e in ordinata, rispettivamente di colore rosso e di colore blu, i valori assoluti di *EqT* e *EqT_L*. La figura 5 si riferisce alla longitudine 13.5°E, mentre la figura 6 si riferisce alla longitudine 16.5°E.

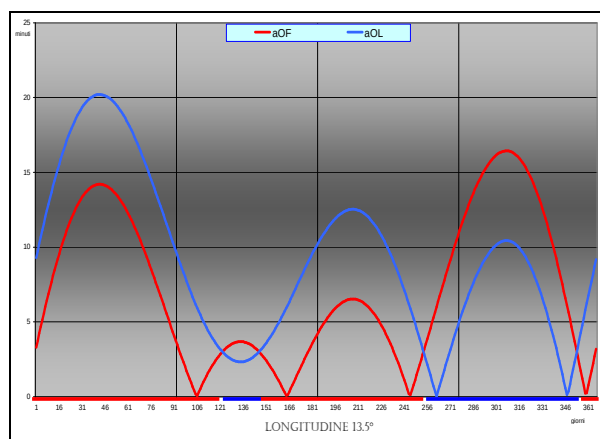


Figura 5 – Analisi alla longitudine 13.5° Est.

I grafici permettono di individuare all'istante quale delle due linee sia più vicina alla linea dello zero, cioè, quale tra due quadranti, aOF in rosso e aOL in blu, segni l'ora più vicina a quella dell'orologio.

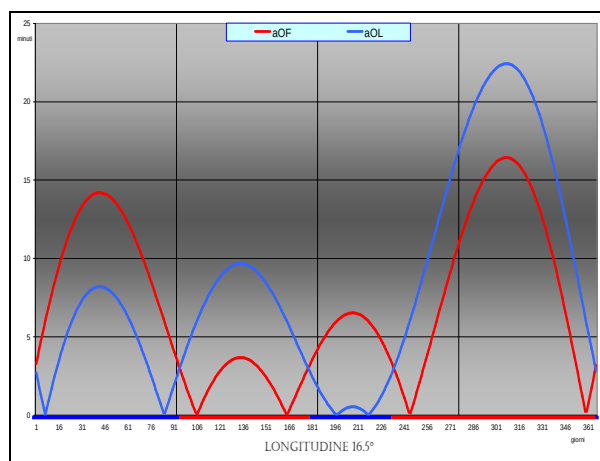


Figura 6 – Analisi alla longitudine 16.5° Est

Operando sui valori rappresentati nei due tracciati e da quelli calcolati per altre longitudini, si possono estrarre i seguenti dati:

alla longitudine 13.5° E

a - valore assoluto medio annuo dell' $EqT = 7.2$ m
b - valore assoluto medio annuo dell' $EqT_L = 9.1$ m
b - a = 1.9 m
numero di giorni convenienti al quadrante $aOL = 124$
numero di giorni convenienti al quadrante $aOF = 242$

alla longitudine 16.5° E

a - valore assoluto medio annuo dell' $EqT = 7.2$ m
b - valore assoluto medio annuo dell' $EqT_L = 8.3$ m
b - a = 1.1 m
numero di giorni convenienti al quadrante $aOL = 151$
numero di giorni convenienti al quadrante $aOF = 215$

Questa prima fascia compresa tra i meridiani 13.5°E e 16.5°E è popolata da circa 18 milioni di abitanti e comprende le regioni Campania, Basilicata, Abruzzo e Molise e parte della Sicilia, Calabria, Puglia, Marche e Lazio; vedi figura 7.

Allargando la fascia alle longitudini 12°E e 18°E, si ottengono i seguenti dati:

alla longitudine 12° E

a - valore assoluto medio annuo dell' $EqT = 7.2$ m
b - valore assoluto medio annuo dell' $EqT_L = 12.8$ m
b - a = 5.6 m
numero di giorni convenienti al quadrante $aOL = 86$
numero di giorni convenienti al quadrante $aOF = 280$

alla longitudine 18° E

a - valore assoluto medio annuo dell' $EqT = 7.2$ m
b - valore assoluto medio annuo dell' $EqT_L = 12.3$ m
b - a = 5.1 m
numero di giorni convenienti al quadrante $aOL = 99$
numero di giorni convenienti al quadrante $aOF = 264$

La fascia allargata al meridiano 12°E (pressappoco il meridiano di Roma) e il meridiano 18°E (l'estremo limite orientale della Puglia) comprende ora circa 33 milioni di abitanti e include tutte le più importanti regioni del centro e sud dell'Italia, il Friuli Venezia Giulia e parte del Veneto, Emilia Romagna e Toscana. Considerando che i valori alle longitudini 13.5°E e 16.5°E sono pressappoco quelli medi dell'area compresa tra la longitudine 12°E e 18°E, si desume che la scelta di un quadrante aOF rispetto a un quadrante aOL comporta mediamente un "guadagno" inferiore ai due minuti e che comunque per oltre 100 giorni all'anno il quadrante aOL è favorevole rispetto al quadrante aOF .



Figura 7 – Territorio d'Italia compreso tra le longitudini 12°E e 18°E

Le cose cambiano sensibilmente se ci si sposta a ponente nelle altre regioni d'Italia. Per esempio sul meridiano a longitudine 9°E che passa per Piemonte, Liguria e Sardegna si ottengono i seguenti dati:

alla longitudine 9° E

a - valore assoluto medio annuo dell' $EqT = 7.2$ m

b - valore assoluto medio annuo dell' $EqT_L = 24.0$ m

$b - a = 16.8$ m

numero di giorni convenienti al quadrante $aOL = 53$

numero di giorni convenienti al quadrante $aOF = 313$

Oltre al drastico aumento dei minuti di differenza tra i due sistemi orari del quadrante, si noti come i giorni favorevoli del quadrante aOL scendano a 53. Per curiosità si deve arrivare vicino a Bardonecchia alla longitudine 6.775°E (curiosamente proprio al confine di Stato con la Francia) perché il numero dei giorni convenienti al quadrante aOL sia uguale a zero.

Il grafico in figura 8 riassume, alle varie longitudini, la differenza ($b - a$) in minuti tra il valore assoluto medio annuo di EqT_L (b) e il valore assoluto medio annuo di EqT (a).

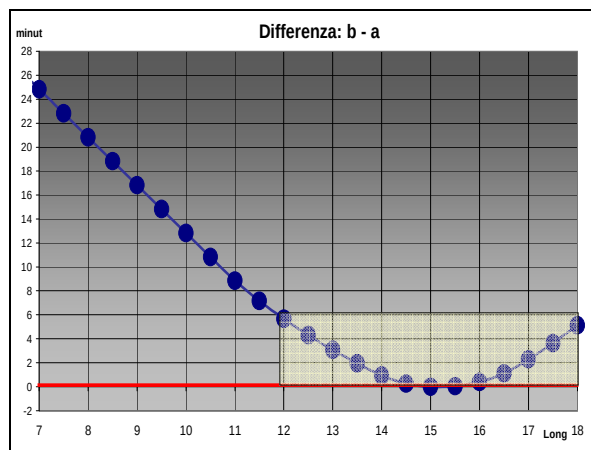


Figura 8 – Confronto tra quadranti aOF e aOL .

La differenza è nulla alla longitudine 15°E, rimane assai contenuta nel “rettangolo grafico” compreso tra le longitudini 12°E e 18°E mentre sale rapidamente spostandosi verso Lombardia, Piemonte, Liguria e Sardegna.

Noti autori di quadranti aOF

Lunedì 5 marzo 2012, a Porto S. Giorgio (FM), è mancato Don Alberto Cintio, una straordinaria figura di gnomonista, un grande costruttore di meridiane; figura 9 [10]. A Monclassico (TN) Don Alberto ha tracciato quasi 50 meridiane, tutte aOF . Don Alberto conosceva bene pregi e difetti di un quadrante aOF rispetto a un quadrante aOL , quindi la scelta univoca non è casuale ma probabilmente dettata dall'alta costante locale (oltre 16 minuti) del piccolo paese della Val di Sole.

Un altro storico costruttore di quadranti solari aOF fu il Capitano Enrico Alberto d'Albertis (1846-1932). In figura 10 è rappresentato un quadrante solare fotografato ad Aosta durante l'escursione del sabato pomeriggio effettuata da molti partecipanti al XVIII Seminario di gnomonica di Chatillon. Il quadrante è stato realizzato nel 1917 in onore delle truppe alpine impegnate nel terzo anno della Prima Guerra Mondiale.



Figura 9 – Don Alberto Cintio

Il quadrante, al suo piede, reca la scritta: “Ora dell'Etna”, pertanto è di tipo aOF . Nel quadrante di Aosta le ore sono rappresentate da curve lemniscate in cui l'ora dell'ombra coincide con l'ora dell'orologio da polso (vedi nota successiva). In altri quadranti, come per esempio su quello del Castello del Buonconsiglio a Trento [11] e del Colle di S.Giusto a Trieste [12], la curva lemniscata è tracciata solo per le ore 12, mentre le altre ore sono indicate con le classiche linee orarie.



Figura 10 – Il quadrante di d'Albertis ad Aosta

Il capitano d'Albertis costruì i suoi quadranti in un'epoca vicina all'adozione del TMEC avvenuta col Regio decreto il 10 agosto 1893 [13]. La sua scelta è quindi anche dettata dalla necessità di conoscere e diffondere il nuovo tipo di orario.

Campanella e lemniscata.

L'immagine di figura 11, scattata a Vallada Agordina (BL), raffigura un bel quadrante *aOF*, uno dei pochi di questo tipo esistenti in provincia di Belluno. Nel quadrante di Vallada, come in altri quadranti di questo tipo, in aggiunta alle linee orarie è stato inserito il tratto verticale del mezzogiorno locale con la tradizionale campanella.



Figura 11 – Quadrante solare *aOF* a Vallada Ag. (BL)

La figura 12 raffigura invece un orologio solare *aOL*, disegnato sulla parete di un'abitazione a Taibon Agordino (BL). In questo quadrante, accanto alla linea delle ore 12 è presente una linea lemniscata. La lemniscata o analemma è una curva che se sovrapposta alla linea oraria di riferimento indica l'*EqT* in funzione della declinazione del Sole [14], mentre se è spostata rispetto alla linea oraria come nel caso della figura 12, rappresenta l'*EqT_L*.

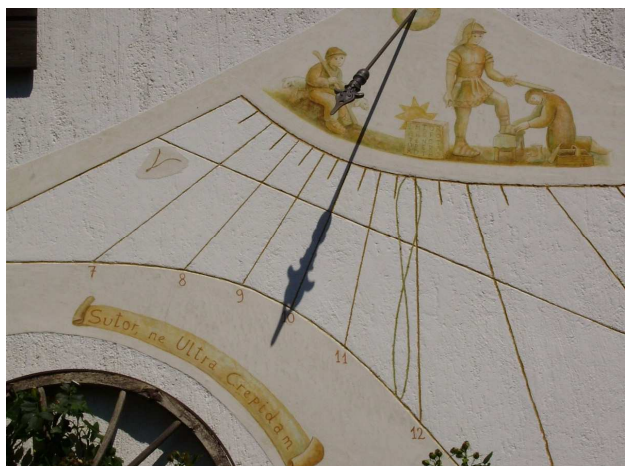


Figura 12 – Quadrante solare *aOL* a Taibon Ag. (BL)

Nel caso dell'orologio di Vallada, la linea verticale con la tradizionale campanella mantiene, per l'ora 12, le informazioni didattico astronomiche di cui s'è parlato all'inizio di questa esposizione. Nel caso della meridiana di Taibon, la linea lemniscata consente di conoscere l'ora 12 indicata dall'orologio da polso.

Considerazioni finali

I due ultimi esempi mostrano come è possibile, nei due tipi di quadrante, adattare un sistema all'altro mantenendo in qualche modo le informazioni essenziali di entrambi i sistemi. Va infine considerato come il quadrante *aOF* sia inevitabilmente legato al meridiano di riferimento 15°E. Fino alla fine del '700 il tempo vero degli orologi solari era anche quello degli orologi meccanici e gli almanacchi fornivano solo il tempo del Sole. Nel 1795 il Bureau des Longitudes fornì le prime effemeridi col tempo medio di Parigi. Tale sistema penetrò, nel secolo successivo, anche in Italia, dove, dopo l'abbandono dell'ora italiana e prima dell'introduzione del TMEC, furono adottate l'ora del meridiano di Roma, e, per le isole, quella dei meridiani di Cagliari e Palermo. Le recenti discussioni sull'abolizione del Leap second [15] dimostrano come l'egemonia del meridiano di Greenwich, del TU e del TMEC non è intoccabile. In un mondo in cui tutto cambia rapidamente il meridiano dell'Etna potrebbe cadere in disuso come quelli di Parigi, Roma, Cagliari e Palermo. In questo caso il quadrante *aOF* diverrebbe uno strumento inutile, al contrario del quadrante *aOL* che mantiene intatte le proprie informazioni.

Bibliografia:

- [1]. De Donà G., *Astronomia, L'ora del Sole*, 4,56, Ed. DBS, Seren del Grappa (BL), 2008.
- [2]. AA.VV., *Astronomical Almanac for the year 2012*, U.S. Government Printing Office, Washington - The U.K. Hydrographic Office, Taunton, 2010.
- [3]. Meeus, J., *Astronomical Algorithms*, William Bell, Richmond, 1991.
- [4]. Romano, G., *Introduzione all'Astronomia*, Franco Marzio Ed., Padova, 1993.
- [5]. Duffet Smith, P., *Astronomia Pratica*, Sansoni Ed., Firenze, 1983.
- [6]. De Donà, G., *Almanacco UAI 2010*, 13, Ed. DBS, Seren del Grappa (BL), 2009.
- [7]. Meeus, J., *Ephémérides astronomiques 2001*, SAF Bonchamp-Lès-Laval, 2000.
- [8]. Paltrinieri, G., *Calendario e Lunario*, Ed. Calderini edagricole, Bologna, 2000.
- [9]. De Donà, G., *Astronomia Almanacco UAI 2012*, 10, Ed. Tipografia Piave, Belluno, 2012.
- [10]. Cintio, A., *Ortostilo e assostilo*, Le Meridiane di Monclassico, Vol. II, foto de Manincor S., Nitida Immagine Editrice, 2004.
- [11]. Tavernini, G., Comunicazione personale.
- [12]. Alberi Auber P., *Il Capitano d'Albertis e la Meridiana di S.Giusto*, Atti dei Civici Musei di Storia ed Arte di Trieste, N.20 (2004), 2005.
- [13]. Tempesti, P., *Il calendario e l'orologio*, Gremese Editore, Roma, 2006.
- [14]. Flora, F., *Atti del XII seminario di gnomonica – La lemniscata ed il suo significato astronomico*, 107-119 (Rocca di Papa, 2003).
- [15]. De Donà G., *Astronomia, Leap second, abolizione rinviata*, 1,51 Ed. Tipografia Piave, Belluno, 2012.