

Come scegliere la posizione migliore su una parete

di Gianpiero Casalegno

Viene esaminata la scelta della posizione migliore per un nuovo orologio solare su una parete, tenendo conto della declinazione della parete e della presenza di ostacoli. Vengono mostrati alcuni esempi.

Introduzione

Il progetto tecnico è solamente una parte nella attività di costruzione di un orologio solare, forse neppure il più difficile. Il primo momento delicato è solitamente la scelta della parete.

Vi è mai stato chiesto di disegnare un orologio su una parete rivolta a nord? Oppure proprio sotto un tetto o un balcone?

Si potrebbe dire che ovviamente queste sono situazioni da evitare, ma non è sempre così facile: forse perché il vostro cliente non crede alle vostre spiegazioni, oppure perché quella è l'unica parete disponibile in quella casa.

Occorre in questi casi saper analizzare le condizioni di illuminazione della parete e presentare quindi al cliente risultati tanto rigorosi quanto facili da comprendere.

In realtà non è così difficile calcolare le condizioni di illuminazione di una superficie piana e la posizione dell'ombra che un ostacolo come un tetto può gettare sul quadrante.

Il vero problema è effettuare questi calcoli per molte date diverse nell'anno e presentare infine i risultati in una forma compatta ed efficace.

Ovviamente un orologio solare può indicare l'ora solamente quando la luce illumina il quadrante. Questo avviene quando si verificano le seguenti condizioni:

1. il sole è sopra l'orizzonte
2. il sole è di fronte alla parete
3. nessun ostacolo si frappone tra il sole e l'orologio.

I paragrafi che seguono analizzano queste tre condizioni e mostrano come tenerne conto nella scelta del sito migliore per un nuovo orologio.

The choice of the best position on a wall for the design of a new sundial is discussed. The effects of wall declination and of the presence of obstacles are taken into account and some examples are shown.

Anche se verranno presi in considerazione soprattutto orologi verticali, i risultati sono facilmente estendibili a situazioni più generali.

Sole sopra l'orizzonte

L'altezza b e l'azimut a del sole possono essere calcolati con le note formule:

$$b = \arcsin(\sin(\varphi)\sin(\delta) + \cos(\varphi)\cos(\delta)\cos(H)) \quad (1)$$

$$a = \arctan(\sin(H) / (\sin(\varphi)\cos(H) - \cos(\varphi)\tan(\delta))) \quad (2)$$

che dipendono dalla latitudine φ , dalla declinazione solare δ e dall'angolo orario H .

All'alba ed al tramonto l'altezza solare si annulla e l'angolo orario corrispondente può essere calcolato come

$$H = \pm \arccos(-\tan(\varphi)\tan(\delta)) \quad (3)$$

L'orologio sarà illuminato solamente per istanti compresi tra questi due valori estremi.

Per un quadrante su una parete la latitudine φ è fissa mentre la declinazione solare δ dipende dalla data. È quindi necessario calcolare valori differenti per l'alba e per il tramonto durante l'anno. Ad esempio il grafico in fig. 1 mostra

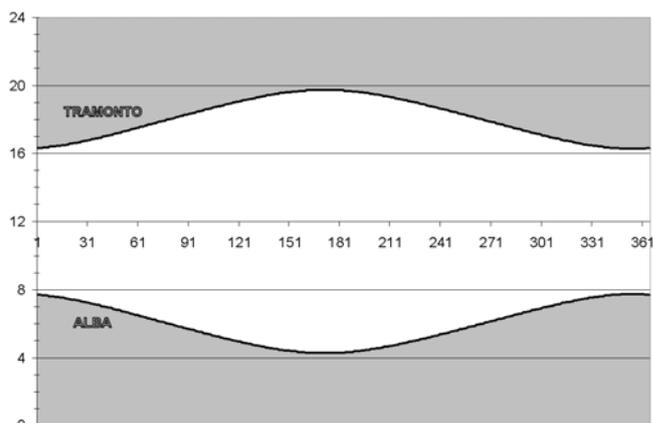


Fig. 1

l'istante dell'alba e del tramonto durante l'anno per una località posta alla latitudine 45.4° N.

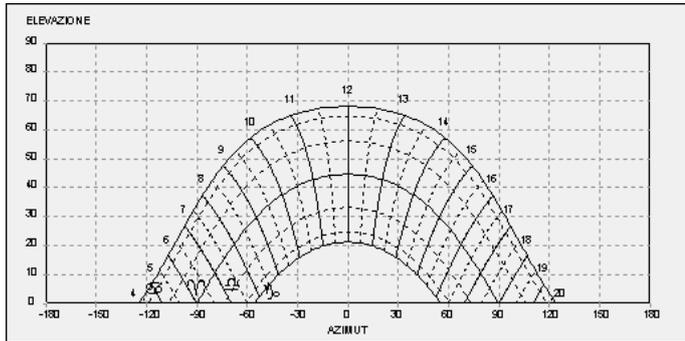


Fig. 2

La fig. 2, ottenuta con il programma “Orologi Solari” (OS)¹, utilizza un metodo diverso per illustrare le stesse informazioni: la posizione del sole è tracciata su una scala azimut / elevazione per ogni data zodiacale e per ogni ora del giorno.

L'istante dell'alba o del tramonto può essere letto dalle linee orarie nel punto in cui queste intersecano l'asse orizzontale (elevazione = 0). In fig. 2 ad esempio l'alba è alle 4:20 circa in estate ed alle 7:40 in inverno, il tramonto è alle 19:40 circa in estate ed alle 16:20 in inverno.

Sole di fronte alla parete

Per valutare la posizione del sole rispetto alla parete occorre calcolare l'azimut solare a . Se d è la declinazione di una parete verticale, la condizione “parete illuminata” corrisponde a

$$| a - d | < 90^\circ \quad (4)$$

Nel caso generale di una parete inclinata declinante (dove l'inclinazione i è qui definita tra 0° e 180° e vale 90° per una parete verticale) questa condizione può essere espressa in notazione vettoriale come

$$\underline{w} \cdot \underline{s} > 0 \quad (5)$$

dove \underline{w} è il vettore unitario normale alla parete e \underline{s} è il vettore unitario diretto verso il sole :

$$\underline{w} = \sin(i)\sin(d)\underline{x} + \sin(i)\cos(d)\underline{y} + \cos(i)\underline{z} \quad (6)$$

$$\underline{s} = \cos(h)\sin(a)\underline{x} + \cos(h)\cos(a)\underline{y} + \sin(h)\underline{z} \quad (7)$$

¹ “Orologi Solari” è disponibile nel sito dell'autore all'indirizzo <http://digilander.libero.it/orologi.solari>.

$$\underline{w} \cdot \underline{s} = \sin(i)\sin(d)\cos(h)\sin(a) + \sin(i)\cos(d)\cos(h)\cos(a) + \cos(i)\sin(h) > 0 \quad (8)$$

che diventa :

$$\sin(d)\cos(h)\sin(a) + \cos(d)\cos(h)\cos(a) > 0 \quad (9)$$

per quadranti verticali declinanti ($i=90^\circ$)

$$\cos(h)\cos(a) > 0 \quad (10)$$

per quadranti verticali orientati a sud ($d=0^\circ$, $i=90^\circ$)

$$\sin(h) > 0 \quad (11)$$

per quadranti orizzontali ($i=0^\circ$).

Il calcolo delle ore di illuminazione del quadrante è ora un po' più complicato: occorre risolvere rispetto all'angolo orario H le equazioni 8 (o 9, 10, 11).

La fig. 3 illustra lo stesso grafico di fig. 1 dove l'istante in cui il sole entra nella parete o lascia la parete è stato disegnato insieme agli istanti di alba e tramonto (la latitudine è ancora 45.4° N e la declinazione della parete è 27.6° E).

Anche nel grafico di fig. 2 è possibile aggiungere la stessa informazione mettendo in evidenza le linee corrispondenti a “sole di fronte alla parete” (linee scure in fig. 4) rispetto alle linee corrispondenti a “sole dietro la parete” (linee chiare in fig. 4).

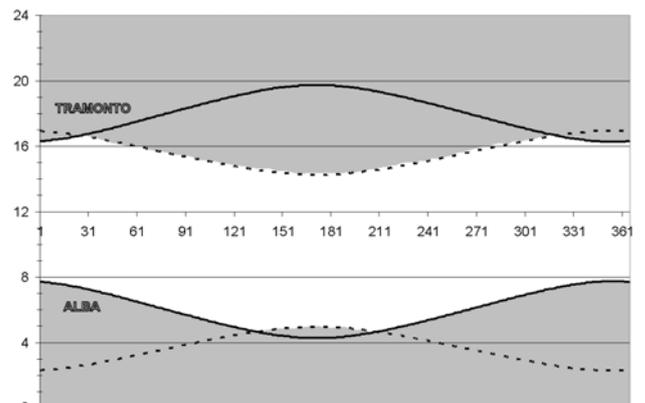


Fig. 3

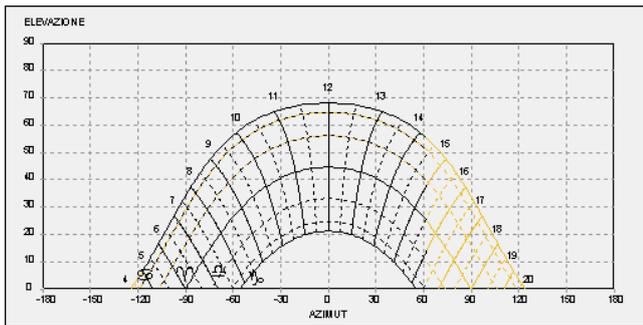


Fig. 4

Ostacoli tra il sole e l'orologio

Quando un tetto o un balcone è presente sulla stessa parete dell'orologio, partendo dalle (1) e (2) e con alcuni calcoli trigonometrici si può calcolare la posizione dell'ombra in qualunque data ed ora.

Ogni punto dell'elemento oscurante può essere visto come il punto gnomonico di un orologio con stilo di lunghezza L la cui ombra è calcolabile con le consuete formule (per un quadrante verticale):

$$x = L * \tan(a-d) \quad (12)$$

$$y = L * \tan(h) / \cos(a-d) \quad (13)$$

Il calcolo delle ore di luce e di ombra non è in questo caso facile: non si riesce a scrivere una equazione che fornisca gli istanti temporali in cui il quadrante si "accende" o si "spegne". È necessario calcolare, per ogni data ed ora, la posizione (x,y) di ogni spigolo dell'elemento oscurante e quindi, caso per caso, verificare se il quadrante è illuminato oppure no.

Questo implica preparare un foglio di calcolo o sviluppare un programma specifico per ogni singolo caso ed eseguire quindi un elevato numero di calcoli. Inoltre occorre trovare un metodo sintetico ma efficace per presentare tutti questi risultati.

In passato per analizzare l'effetto di un tetto su un orologio è stato proposto un metodo grafico (ANSELMINI 2008). Poiché ogni punto dell'elemento oscurante può essere considerato il nodo di uno stilo, progettando e disegnando l'orologio corrispondente ogni punto delle linee orarie corrisponde alla posizione dell'ombra di quell'elemento in quella data a quell'ora.

Questo orologio virtuale può così mostrare l'estensione dell'ombra sulla parete per

qualunque data ed ora. Naturalmente si può tenere in conto un solo elemento alla volta e quindi l'operazione deve essere ripetuta più volte, una per ogni elemento significativo (ad es. una per ogni spigolo del tetto).

La fig. 5 mostra un esempio di applicazione di questo metodo. La parete è la stessa degli esempi precedenti ed un punto del tetto è stato preso in considerazione come nodo dell'orologio virtuale che è disegnato sulla foto della parete.

Il grafico indica che questo elemento del tetto potrebbe oscurare l'area tra le due finestre in un periodo compreso circa tra le 5:45 e le 7 del mattino durante i mesi estivi.

Questo metodo è facile e veloce, deve però essere ripetuto più volte ed i risultati non possono essere condensati in una unica immagine.

Con il programma OS gli effetti degli ostacoli possono essere facilmente aggiunti a grafici come quelli di fig. 2 e 4.



Fig. 5

Anzitutto l'ostacolo viene definito mediante i suoi spigoli e per ognuno di questi viene impostata la posizione sulla parete e l'entità della sporgenza (fig. 6). Questa operazione può essere fatta facilmente in modo grafico selezionando i punti direttamente sulla foto della parete.

Per ogni data ed ora viene calcolata la posizione dell'ombra di tutti gli spigoli impostati ed il risultato viene quindi confrontato con la

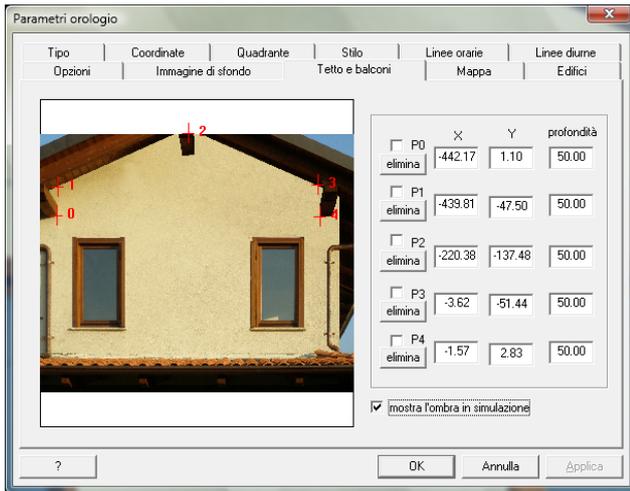


Fig. 6

posizione del centro (posizione dell'ortostilo) dell'orologio. Il punto corrispondente sul grafico viene quindi colorato in nero in caso di illuminazione del quadrante e di arancio chiaro nel caso che l'ombra copra l'orologio.

Nella fig. 7 è stato posizionato un orologio tra le due finestre. La fig. 8 mostra il risultato del calcolo del programma tenendo conto sia della declinazione della parete sia dell'effetto del tetto.

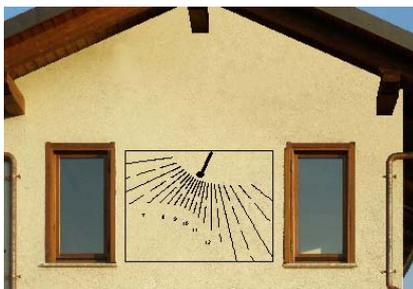


Fig. 7 – 1st dial position

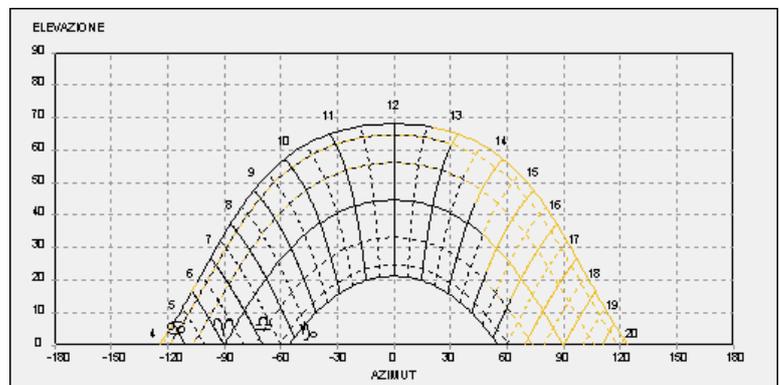


Fig. 8 – 1st dial lighting conditions



Fig. 9 – 2nd dial position

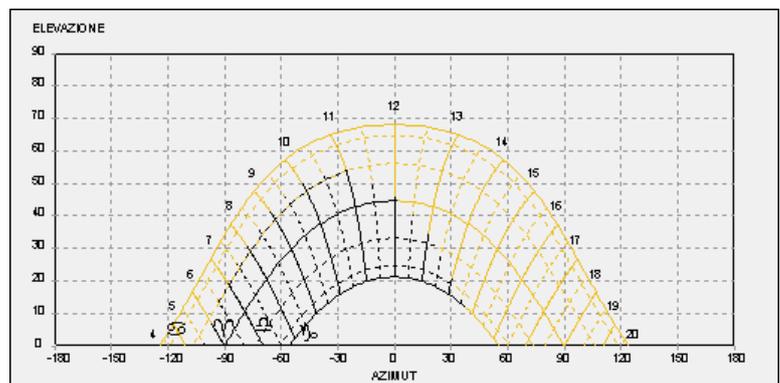


Fig. 10 – 2nd dial lighting conditions

Si vede che oltre all'effetto della declinazione della parete già mostrato nella fig. 4 vi è ora una vasta zona del grafico, nei mesi estivi, che mostra come il tetto possa oscurare il quadrante. Al solstizio estivo l'orologio funziona solo fino alle 12:35 (erano le 14:10 in fig. 4).

Se invece l'orologio venisse posizionato immediatamente sotto il tetto (fig. 9), l'effetto sarebbe ovviamente disastroso come indicato in fig. 10: l'orologio non funzionerebbe più per tutto il periodo estivo.

I grafici mostrati fin qui sono un metodo efficace per valutare la posizione in cui installare l'orologio. Torniamo però alla domanda iniziale : "Vi è mai stato chiesto di disegnare un orologio proprio sotto un tetto o un balcone ?". Se mostrate al vostro cliente il grafico azimut / elevazione di fig. 10 ci sono buone probabilità che non sia in grado di comprenderlo.

Sarebbe molto più facile per lui capire una simulazione di come l'orologio funzionerebbe in quella posizione. La fig. 11 mostra tre



Fig. 11

momenti della simulazione effettuata con OS. Queste immagini non contengono tutte le informazioni che sono estraibili dai grafici precedenti ma sono però molto efficaci per spiegare a chiunque, anche chi non è preparato, quale sia il risultato della posizione scelta per l'orologio.

Edifici vicini sono un altro tipo di ostacolo che comunemente si può incontrare e che possono altrettanto efficacemente essere analizzati con il metodo proposto. La fig. 12 mostra come sia possibile introdurre in OS la posizione e l'altezza di un edificio adiacente l'orologio.

L'effetto dell'ostacolo può ancora essere mostrato con il diagramma azimut / altezza (fig. 13) oppure simulando l'ombra dell'edificio in qualunque data ed ora nel corso dell'anno (un esempio in fig. 14).

Conclusioni

La ricerca della posizione migliore per un nuovo orologio non viene generalmente

effettuata a causa dell'elevato numero di calcoli che sono necessari.

Il programma Orologi Solari offre un metodo veloce e semplice per calcolare le condizioni di illuminazione di una parete, tenendo conto di tetti, balconi ed edifici adiacenti, allo scopo di esaminare diverse possibili soluzioni per la posizione dell'orologio.

Bibliografia

ANSELMINI R. (2008), *Illuminazione di una parete verticale sovrastante un tetto sporgente?*, Gnomonica

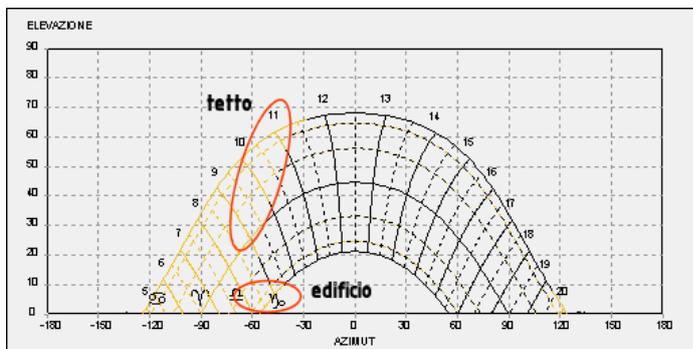


Fig. 13

Italiana n. 14

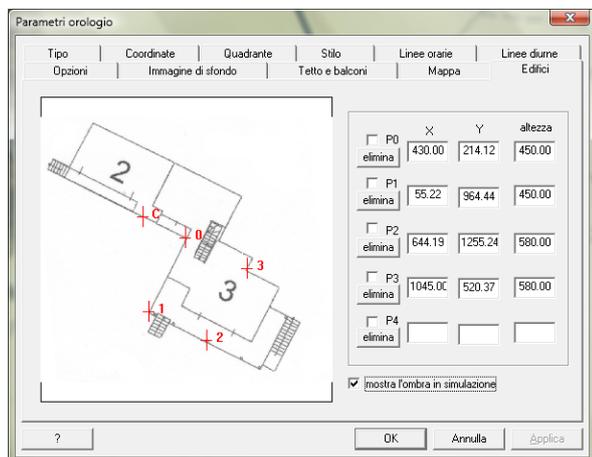


Fig. 12

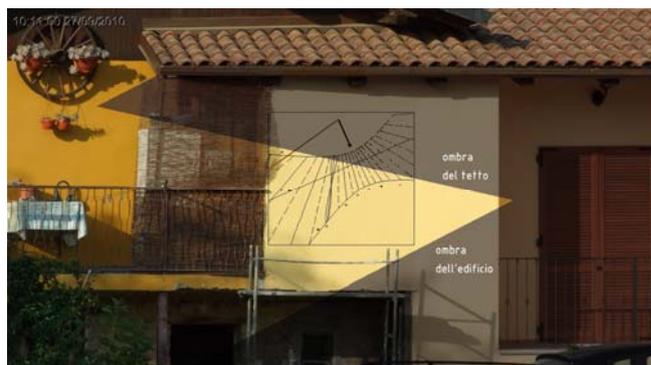


Fig. 14