

"Conversi ad Dominum"
Culto - Architettura - Astronomia
di Mario Margotti
A.R.A.S.S. - Brera - Milano

Parte prima

Geometrie di Luce

È affascinante scoprire riferimenti che testimoniano come, in epoche lontane in cui non esistevano sofisticati strumenti, i nostri antenati sono stati in grado di applicare alle costruzioni precisi canoni astronomici. Utilizzando i calcoli e gli strumenti della Gnomonica, ho eseguito dei rilievi su alcune antiche chiese di Cremona e Brescia, mirati alla conoscenza di una eventuale associazione astronomica della direzione del loro asse di costruzione, voluta al momento della fondazione. I dati hanno effettivamente evidenziato lo stretto legame delle architetture di questi importanti luoghi con il Sole. *La Gnomonica è la scienza per la realizzazione degli orologi solari, le cosiddette meridiane. Essa studia ed elabora le teorie e le conoscenze sulla divisione dell'arco diurno del Sole, della sua altezza e traiettoria sulla volta celeste, mediante la proiezione su superfici diverse dell'estremo dell'ombra di un oggetto fisso.*

Sole e Fede

Il Sole è stato oggetto di culto e venerazione a partire da tempi molto lontani, ed è il principale attore di quanto abbiamo in tema. Agli uomini primitivi la vita appariva quale potente espressione di forze delle quali si sentivano parte ma in posizione di inferiorità; soprattutto davanti ad eventi allora inspiegabili che ad essi apparivano magici. Al centro di tutto questo vi era il Sole, la stella del mattino che scandiva il ritmo della natura e della giornata condizionando la loro vita. Sicuramente era motivo di grande preoccupazione per l'uomo, all'inizio dell'inverno vederlo abbassarsi sempre più sull'orizzonte mentre la luce del giorno diminuiva e il buio della notte aumentava sempre più la sua durata. Nella fase più debole della sua luce e calore sembrava sprofondare nelle tenebre dove pareva essere diretto. La paura che non sorgesse più, vederlo perdere forza riducendo il suo corso nel cielo era un'esperienza tragica che sembrava minacciare la vita stessa.

Con il passare del tempo l'uomo si rese conto che il Sole, riprendeva sempre vigore dal minimo della sua altezza sull'orizzonte (*solstizio invernale 22 dicembre*) e lo considerò di forza "invincibile" (*invictus*), vittorioso sulle tenebre, dalle quali rinasceva ogni volta per un nuovo ciclo della natura con una sorta di nuovo natale: il "Natale del Sole Invincibile".

Conosciuto questo fenomeno, le popolazioni antiche lo trasformarono in occasione di festa, ed è partendo da questo che possiamo individuare le origini dei rituali collegati al solstizio d'inverno che spiegano perché il 25 dicembre, (*e i giorni adiacenti*), sia una data di festa presente in culture e paesi molto distanti tra loro, dall'India al Messico, al nord Europa all'Etiopia. Durante queste feste venivano accesi dei fuochi, (***usanza che si ritrova nella nostra***

tradizione natalizia di bruciare il ceppo nel camino la notte della vigilia) i quali, con il loro calore e luce, avevano la funzione di ridare forza al Sole indebolito.

Il 25 dicembre come giorno di festa grande, compare in Italia ed in Europa per la prima volta nel 274 d.C. per ordine dell'Imperatore Aureliano, che fece diventare festa ufficiale il Natale del Sole e la volle celebrata in tutto l'Impero Romano quale: *“Dies Natalis Solis Invicti”*.

La festa del Sol Invictus si affermò come la festa più importante dell'Impero con grande partecipazione popolare a Roma.

Durante il processo di diffusione del cristianesimo, Tertulliano (circa 160-220 d. C.), vescovo cristiano di Cartagine e Padre della Chiesa, così scriveva: *“molti ritengono che il Dio cristiano sia il Sole perché è un fatto noto che noi preghiamo rivolti verso il Sole sorgente”*.

Questo è un particolare importante che si pone alla base della ricerca che abbiamo in tema.

L'Imperatore Costantino, abbracciando la fede cristiana, nel 330 d.C. trasformò la festa del Sol Invictus del 25 dicembre in Festa Cristiana. In precedenza (7 marzo 321 d.C.), egli aveva cambiato anche il nome del primo giorno della settimana: da *“Dies Solis”* (il venerabile giorno del Sole), a *“Dominus”*, (giorno del Signore). Questi cambiamenti non furono sempre accettati, tanto che nel centro nord Europa è rimasto l'antico nome di giorno del Sole, (Sunday tra i Sassoni, Sontag tra i Germanici). La scelta della Chiesa di Roma di far coincidere la nascita di Cristo con la festa pagana più celebrata, fu un tentativo di rispondere alla grande partecipazione che il culto del Sole conservava tra la popolazione dell'Impero. Infine, nel 337 d.C. Papa Giulio I ufficializzò la data del Natale da parte della Chiesa, come riferito da San Crisostomo nel 390 d.C.

“In questo giorno, 25 dicembre, la natività di Cristo fu fissata in Roma”.

Conversi ad Dominum

(rivolti al Signore)

Culto - tradizione e valori simbolici. La luce del Sole ha avuto un grande valore simbolico e un profondo significato mistico nella teologia contemplativa perché avvicinava al Creatore. L'aurora che lo annuncia era considerata simbolo di speranza e di giustizia, il paradiso terrestre era ritenuto essere genericamente a oriente. Con l'avvento del cristianesimo, in continuazione con le antiche tradizioni, i valori simbolici legati al Sole fecero ritenere il punto cardinale Est dove sorge, la zona della luce e quindi del bene, *“la pars familiaris”*, posta in contrapposizione con la *“pars hostilis”*, identificata con la direzione occidentale dove esso tramonta (*scende nelle tenebre o “nell'altro mondo”*). Nelle Costituzioni Apostoliche del IV e V secolo, veniva raccomandato ai fedeli di pregare rivolgendosi verso l'est e il celebrante durante l'Actio Liturgica, doveva parimenti essere rivolto in quella direzione. Durante le celebrazioni, nella chiesa primitiva e durante il Medioevo, fu quindi norma rivolgersi a oriente durante la preghiera.

Dice sant'Agostino: ...*“Quando ci alziamo in piedi per la preghiera, ci volgiamo a oriente, dove s'innalza il cielo, non come se Dio fosse soltanto lì e avesse abbandonato le altre parti del mondo, ma perché lo spirito si innalzi a una natura superiore, ossia a Dio”*... Queste parole del Padre della Chiesa indicano che i cristiani dopo l'omelia, ovunque si trovassero si alzavano per la preghiera successiva volgendo a oriente.

Rivolti a oriente

Nel 325 d.C., l'imperatore Costantino convocò il I Concilio di Nicea. In quell'occasione i Padri conciliari riaffermarono, il criterio per la fondazione degli edifici di culto stabilito dagli antichi padri della chiesa; "Vesus Solem Orientem": ... "La posizione delle chiese doveva essere tale che i fedeli in preghiera di fronte all'altare erano rivolti verso il punto in cui il Sole sorge, quel Sole che è simbolo di Cristo, Sole della Luce e Giustizia nel mondo"...

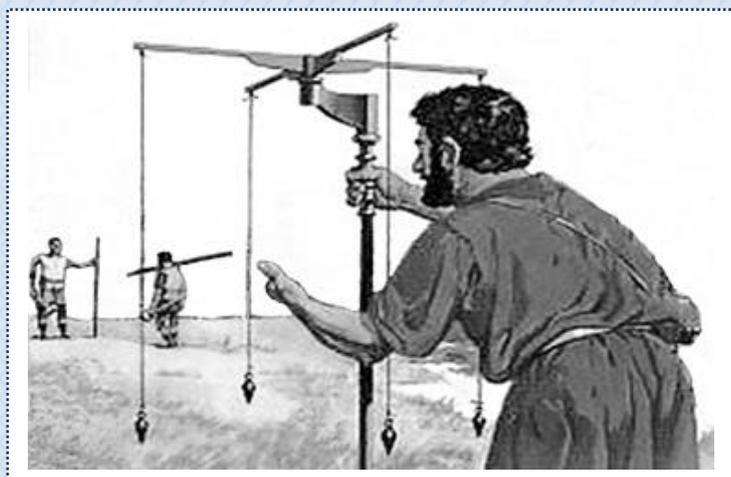
In continuità con quanto già avvenuto per i templi pagani, i valori simbolici collegati al Sole furono trasferiti nella costruzione delle chiese, creando con esso unioni significative in modo particolare con i suoi momenti astronomici più significativi: sorgere e tramontare, equinozi e solstizi.

Per questo l'orientazione della direzione d'asse degli edifici di culto, seguiva regole e canoni costruttivi precisi a cui i costruttori dovevano attenersi disponendo che l'abside fosse rivolta verso oriente (*la pars familiaris*) e la porta principale verso la direzione occidentale.

Il costruttore attraverso la propria abilità, disponeva l'orientamento e le aperture dell'edificio in modo da permettere ai raggi del "Sol Salutis", di manifestare la sua presenza quale asceti a Dio, somma luce alimentando in questo modo la fede nell'animo dei fedeli.



Nella definizione della direzione d'asse, concorrono diversi aspetti che per la migliore comprensione del tema è necessario conoscere. Fra questi: la Centuriazione romana, il Sistema delle Altezze Corrispondenti, gli Equinozi, il Calendario, l'Azimut e il tipo di Orizzonte.



Centuriazione romana

Le procedure utilizzate per la ricerca della direzione d'asse, fondano le proprie radici nei metodi utilizzati dai romani per la centuriazione dei territori. I compiti di suddivisione del territorio erano affidati a tecnici chiamati "agrimensores" o "mensores gromatici", ossia misuratori con la groma, dal particolare strumento da loro utilizzato: la "groma" (*immagine a lato*).

Utilizzando questo strumento essi tracciavano sul terreno un reticolo ortogonale di "limites" di 20 actus di lato (710 metri), quali limiti funzionali e catastali che davano al paesaggio un rigoroso ordine geometrico a scacchiera.

Maestro di quest'arte, fu un romano vissuto nel II sec. d. C. Hygino, detto per l'appunto "il Gromatico". Egli ci ha lasciato un'opera fondamentale, il trattato "*constitutio limitum*".

In questo raro testo, Hygino spiega come venivano effettuate le operazioni di centuriazione, utilizzando il Sole per determinare l'impostazione astronomica degli assi, cardo e decumano.

A seguire è riportato un estratto del testo tradotto dal latino, dove egli descrive il metodo e le problematiche relative alla ricerca del giusto allineamento; le stesse che ritroveremo per le ricerche di direzione d'asse delle chiese eseguite dagli architetti sino al quindicesimo secolo.

...“Molto si è discusso sulla validità del punto del sorgere e del tramonto del Sole per le misurazioni delle direttrici ma inutilmente.

Non tutti hanno capito che il punto in cui sorge e tramonta il Sole, è mobile e varia a seconda delle stagioni e dall'aspetto dei luoghi, quindi non può essere fissato in un punto. La vastità dell'orizzonte trae in inganno coloro che sono abituati a tracciare queste linee seguendo questa logica essi hanno creduto di poter rilevare il punto in cui il Sole sorge e tramonta: invece grandemente hanno conosciuto l'errore.

Se nei territori interessati alle misurazioni ci sono campi da una parte per molte miglia e dall'altra più vicino al ferro¹ per la misura ci sono delle montagne, per forza di cose da quella parte più aperta il Sole verrà visto più a lungo rispetto a quella che è prospiciente al monte dove il Sole scompare prima.

Se non lontano dal monte iniziano il cardo e il decumano, in che modo il loro percorso può essere calcolato perfettamente tramontando il Sole sul ferro per la misura mentre al di là del monte il Sole ancora risplende?

Nemmeno nella stessa zona la posizione del Sole può essere fatta perfettamente se non dopo aver fissato un ferro alla stessa distanza di tempo dall'alba e dal tramonto”.

Dobbiamo chiamare in nostro aiuto i calcoli della gnomonica e il principio della legge fisica naturale: non si può saziare infatti il nostro desiderio nel conoscere il vero se non grazie allo spostamento dell'ombra. Infatti, nessuno può vedere perfettamente il sorgere e il tramontare del Sole né le estremità dell'orbe terrestre.

Dobbiamo ricorrere alla perfezione della gnomonica, come al principio di un'arte divina.”

Dal testo di Hygino, si deduce che il metodo delle “altezze corrispondenti” e la sua validità per la ricerca della linea meridiana (nord-sud, il cardo) e della linea equinoziale (est-ovest, il decumano) fosse da lui ben compreso e utilizzato.

Sistema delle altezze corrispondenti

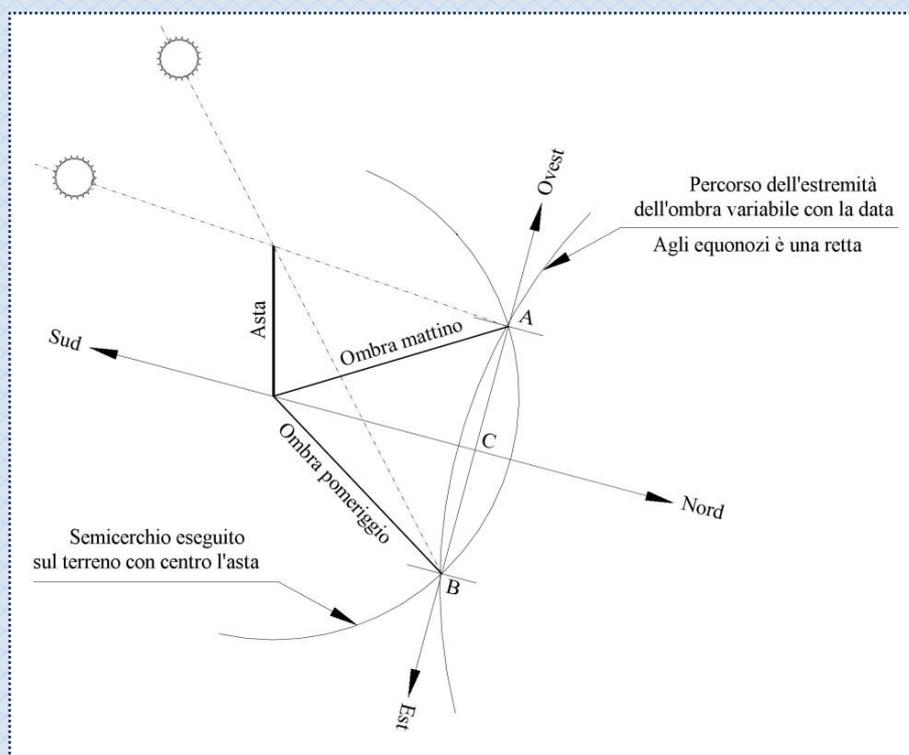
Questo metodo si basa sull'istante mattutino e pomeridiano in cui il Sole si trova alla medesima altezza sull'orizzonte. Esso è certamente il migliore per la ricerca della direttrice d'asse lungo la linea equinoziale, (*linea immaginaria che congiunge i punti cardinali Est e Ovest*) ed ha il vantaggio di poter essere utilizzato tutti i giorni purché soleggiati.

Di questo procedimento si hanno notizie già nei papiri egiziani e in documenti provenienti dall'India antica e come detto fu largamente impiegato dagli agrimensori romani per le centuriazioni.

Fissato un palo o asta, esattamente verticale, tecnicamente chiamato gnomone, si segna al mattino la posizione raggiunta dall'estremità della sua ombra. Successivamente si traccia una semicirconferenza, centrata nel piede dello gnomone, passante per il punto segnato sul terreno e si attende nel pomeriggio il momento in cui l'ombra lambisce il semicerchio precedentemente tracciato segnando sulla circonferenza un secondo punto. La linea passante per i due punti segnati sulla circonferenza, rappresenta la direzione equinoziale cercata, la bisettrice fra i due punti passante per il piede dello gnomone, materializza la linea meridiana. Nei giorni degli equinozi l'estremità dell'asta proietta sul terreno in forma continua la linea retta equinoziale Est - Ovest.

¹ Ferro = Hygino si riferisce ad un'asta infissa verticalmente nel terreno.

E' importante sottolineare che con questo metodo, la mancanza di fase fra calendario e il Sole e la presenza di un orizzonte naturale in luogo di quello astronomico, che come vedremo condizioneranno le direzioni d'asse ricercate, sono del tutto ininfluenti sul risultato di ricerca della direzione d'asse. Le operazioni non erano particolarmente complesse, ma pur sempre di un certo impegno. Gli ambienti monastici, avevano fra i loro ordinati dei veri e propri specialisti, che spostandosi nei vari luoghi, curavano gli aspetti tecnici di progettazione dei monasteri e delle chiese oltre alla realizzazione degli orologi solari.



Equinozio

Il termine "equinozio" deriva dal latino e significa notte uguale al giorno. A qualunque latitudine ci si trovi, in quei giorni il Sole sorge esattamente in direzione est, percorre una semicirconferenza sulla volta celeste e tramonta esattamente in direzione ovest, impiegando 12 ore a compiere l'arco diurno e l'arco notturno. I punti del sorgere e del tramontare del Sole, vengono a trovarsi così collegati da una linea retta immaginaria passante per l'osservatore e perpendicolare alla linea nord-sud. La linea che passando per l'osservatore, congiunge i punti cardinali est e ovest, è detta linea equinoziale, mentre la linea che congiunge i punti cardinali nord e sud passando per l'osservatore, è detta linea meridiana.

Oggi sappiamo con esattezza in quali giorni dell'anno avvengono gli equinozi, ma in passato non era così, almeno fino a quando il cosmografo domenicano padre "Egnazio Danti", nel 1572 coronò i suoi studi, con la realizzazione di tre meridiane a camera oscura, (linea meridiana posta sul pavimento generalmente delle cattedrali con foro gnomonico posto sul tetto o sulla parete), proprio con l'intento di determinare con precisione, la data dell'equinozio e di conseguenza la durata dell'anno. Era noto infatti che il calendario Giuliano allora in vigore, ogni 128,2 anni accumulava un giorno di ritardo rispetto agli eventi astronomici. Per questo si rese necessaria una riforma che riportasse e mantenesse in fase il calendario con le posizioni astronomiche del Sole che

fu introdotta nel 1582 da papa Gregorio XIII descritta più avanti. Sino ad allora, la mancanza di fase fra gli almanacchi in uso e le posizioni astronomiche del Sole, indussero in errore gli architetti.

Il calendario, e in genere la misura del tempo, sono fra gli aspetti più complessi della storia dell'umanità e interagiscono fortemente anche con la nostra ricerca. Per meglio comprendere questi aspetti è bene aprire una parentesi sulla definizione del calendario come lo conosciamo oggi.

L'etimologia della parola ci porta all'epoca romana, quando le "calende", primo giorno del mese, rappresentavano il momento in cui si pagavano i conti; a Roma quindi il calendario era il libro della contabilità delle imprese e delle famiglie.

L'attenzione dell'uomo, è sempre stata attratta dalla sequenza delle stagioni collegate alla variazione di durata del giorno e della notte e all'evoluzione periodica del ciclo lunare con le sue fasi.

Ne è conseguito che i calendari inventati nei tempi andati, furono semplicemente dei mezzi per ottenere una forma di legame fra lo scorrere del tempo e i cicli del Sole e della Luna.

Il problema maggiore fu determinato dal fatto che i cicli astronomici del Sole e della Luna, non sono tra loro compatibili; fissato il giorno come unità di misura base, la Terra gira intorno al Sole in circa 365 giorni e la Luna intorno alla Terra in circa 29,5 giorni; sono questi numeri e soprattutto quei due "circa", che hanno complicato la storia dei calendari.

Calendari: Giuliano - Gregoriano

Le procedure utilizzate dai romani per la definizione del calendario, erano piuttosto grossolane. Esse si basavano sul ciclo delle lunazioni, che non sono contenute in forma intera nell'anno solare e determinavano uno sfasamento con le stagioni.

Giulio Cesare, assistito dall'astronomo alessandrino Sosigene, nel 46 a.C., decise di riportare il calendario in fase con le stagioni. Per questo aumentò di 90 giorni l'anno 46 a.C., e sempre secondo le indicazioni dell'astronomo Sosigene, stabilì la durata dell'anno in 365,25 giorni, fissando al 24 marzo la data dell'equinozio di primavera. Per compensare l'eccesso di 1/4 di giorno, decise che ogni 4 anni fosse inserito un giorno che raddoppiasse il 24 febbraio. Poiché secondo il calendario romano il 24 febbraio era il sesto giorno prima delle calende di marzo, il giorno aggiuntivo venne chiamato "bis sextus dies ante calendas martias", da cui derivò l'abbreviativo "bisextilis" (bisestile) tuttora in uso. La valutazione fatta da Sosigene di 365,25 giorni, rispetto alla realtà oggi nota aveva una piccola differenza poiché l'anno dura con buona approssimazione 365,2422 giorni.

Facciamo un calcolo: $365,25 - 365,2422 = 0,0078$ frazione di giorno, (differenza fra anno giuliano e anno solare vero). Per calcolare gli anni necessari alla formazione di un giorno intero di ritardo del calendario rispetto al Sole, dividiamo 1 giorno per 0,0078. $1/0,0078 = 128,2$ anni.

La piccola differenza rimasta, faceva sì che dopo circa 128 anni, la differenza ammontava già ad un giorno e se non corretta successivamente, ad oggi comporterebbe una sfasatura del calendario, con le posizioni astronomiche del Sole di 13 giorni. Con l'affermarsi della cristianità nel 325 d.C., l'imperatore Costantino, convocò il I Concilio di Nicea.

In quell'occasione si ritenne importante riaffermare anche la regola che determina la domenica in cui si celebra la solennità della Pasqua. **"La Pasqua si celebra la prima domenica che segue il plenilunio successivo all'equinozio di primavera"**.

A quella data, per effetto della piccola differenza non determinata, l'equinozio di primavera si verificava tre giorni prima della data stabilita dal calendario Giuliano.

I padri conciliari, per recuperare i tre giorni, decisero che l'equinozio di primavera venisse fissato al 21 marzo in luogo del 25, non mutando però il valore riferito alla lunghezza dell'anno di 365,25

giorni, che come abbiamo visto è un poco maggiore del vero. La lunghezza dell'anno non compensata, iniziò nuovamente a formare una discordanza fra le date del calendario e le posizioni astronomiche del Sole che aumentava col passare dei secoli, finché si rese necessaria la riforma operata nel 1582 da Papa Gregorio XIII. Su proposta di qualificati astronomi egli decretò che il 4 ottobre 1582, fosse seguito dal 15 ottobre, togliendo in tal modo i dieci giorni di sfasamento e riformò il criterio di introduzione degli anni bisestili. La conoscenza di questi aspetti, ci mostra nell'essenza la validità del detto che a volte ancora si usa: "Santa Lucia è la notte più lunga che ci sia". Esso ha un buon fondamento: a causa del ritardo accumulato dal calendario rispetto al Sole, a partire all'incirca dal 1300 e sino al 1582 data di rifasamento, il solstizio invernale (notte più lunga) avveniva intorno al 13 dicembre. Quindi sino all'introduzione della riforma Gregoriana, veniva generato uno sfasamento sempre più grande del calendario rispetto al Sole, via via che l'anno 325 d.C. si allontanava divenendo massimo (10 giorni) nel 1582, anno in cui è stato riformato.

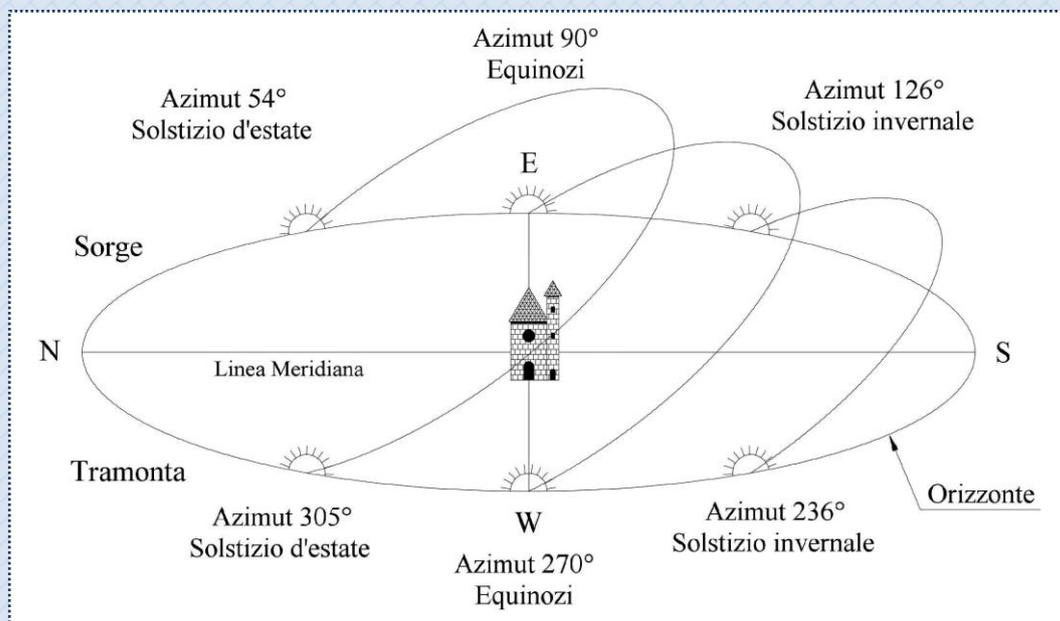
Una dimostrazione dello scivolamento del calendario rispetto alla posizione astronomica del Sole la possiamo notare anche sul quadrante dell'orologio astrario di Piazza della Loggia a Brescia. Realizzato nel 1547, pochi anni prima della riforma Gregoriana, ha il riferimento dell'equinozio di Primavera all'undici marzo non al ventuno.

In dipendenza di questo le chiese che venivano orientate utilizzando il punto di levata del Sole nel giorno dell'equinozi previsto dagli almanacchi, mostrano un errore rispetto alla direzione equinoziale proprio a causa della non concordanza fra il giorno in cui astronomicamente avvenivano gli equinozi e il 21 marzo e 23 settembre indicati dagli almanacchi dove si riteneva avvenissero. Maggiore era il tempo trascorso dalla data dell'ultima rifasatura astronomica del calendario, (325 d. C., Concilio di Nicea), maggiore era la deviazione rispetto alla direzione equinoziale, che si andava ad inserire nell'orientazione cercata.

Azimut

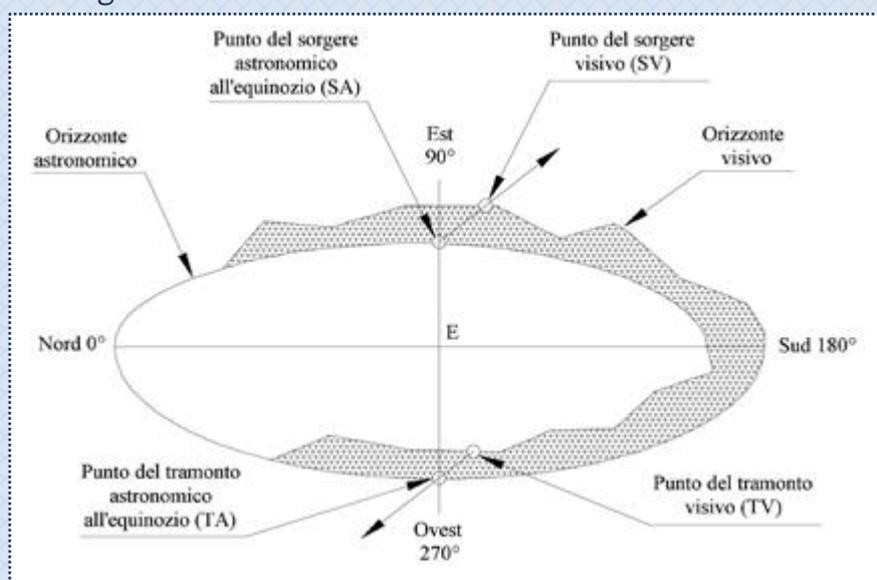
L'angolo che ci consente di definire un qualsiasi punto sull'orizzonte misurato in senso orario lungo l'orizzonte, partendo dal punto cardinale nord, come in Geodesia, (Scienza che studia la forma e la dimensione della terra) e nelle scienze nautiche, è detto "Azimut". Ogni punto dove sorge il Sole, così come l'asse di orientazione di una chiesa, inteso nel senso ingresso-abside, hanno il proprio valore di Azimut. Se ad esempio, come vediamo nella figura a seguire, l'asse coincide con la linea equinoziale, il valore di Azimut dell'orientazione della chiesa sarà di 90° .

Dal giorno del solstizio d'inverno (22 dicembre), fino al giorno del solstizio d'estate (21 giugno), il punto di levata del Sole sull'orizzonte orientale si sposta gradualmente verso nord, fino al suo massimo di amplitudine nord, dove inverte la direzione. In mezzo a questo arco azimutale si trova il punto equinoziale; (21 marzo - 23 settembre). Il valore in Azimut dei punti di massima amplitudine nord e sud, dipendono dalla latitudine del luogo in cui si trova l'osservatore: più il luogo di osservazione è posto a nord rispetto all'equatore, più a nord sarà il punto dell'orizzonte dove il Sole sorgerà il giorno del solstizio 'estate. Specularmente più a sud, sarà il punto dell'orizzonte dove il Sole sorgerà il giorno del solstizio d'inverno.



Orizzonte

Per l'analisi della direzione d'asse degli edifici, è importante considerare anche il tipo di orizzonte a cui ci si deve riferire. Come ci ricordava Hygino il Gromatico: all'orizzonte visivo locale, il Sole viene visto sorgere in ritardo e più spostato verso sud, rispetto all'orizzonte astronomico. Egualmente tramonta ad ovest in anticipo e in un punto più a sud, rispetto alla posizione dell'orizzonte astronomico locale. Anche se in presenza di una zona apparentemente pianeggiante a causa della presenza di vegetazione o costruzioni in lontananza, il punto del sorgere o tramontare del Sole sull'orizzonte visivo locale, è rilevato più a sud, rispetto al punto del sorgere o del tramontare sull'orizzonte astronomico.



Nell'esempio della figura a fianco, notiamo che il Sole sorge ad esempio nei giorni degli equinozi, nel punto del sorgere astronomico (SA) posto sull'orizzonte astronomico locale orientale. In realtà il disco solare, apparirà da dietro le ondulazioni del terreno all'orizzonte visivo naturale, nel punto (SV). Il punto (SV), si trova tanto più spostato a destra rispetto a (SA) quanto più l'orizzonte visivo naturale

locale, sarà elevato rispetto all'orizzonte astronomico.

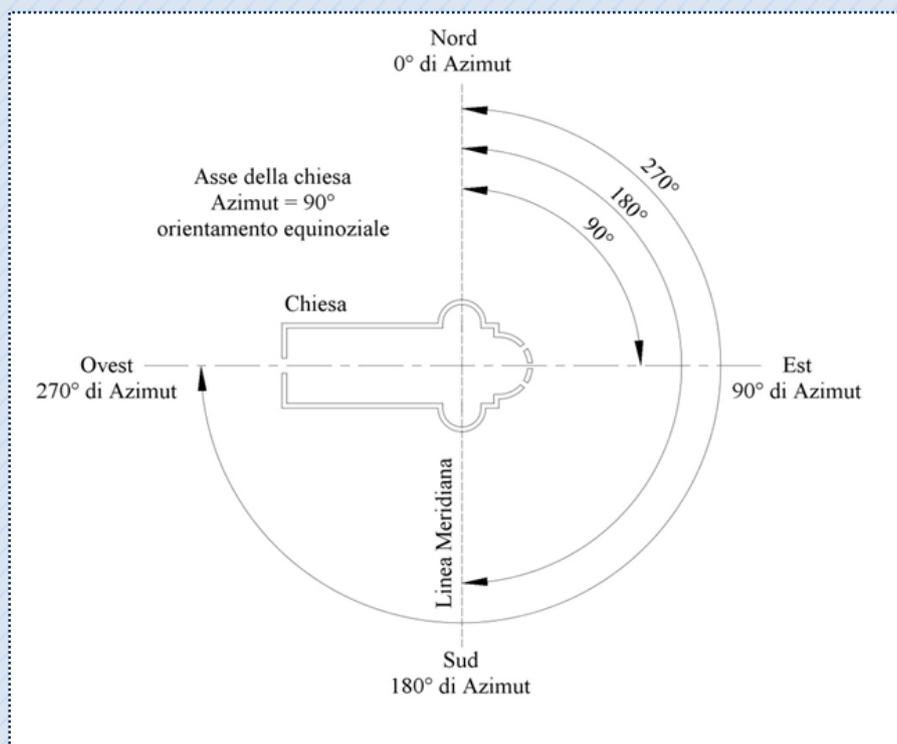
Se un edificio posto nel punto E, fosse stato orientato al punto di levata del Sole, (*visibile cioè con il disco solare appena fuori dall'orizzonte*), la direzione del suo asse sarebbe E-SV e non E-SA. La direzione E-SV, sarà quindi caratterizzata da un Azimut di orientazione maggiore di quello pertinente alla direzione E-SA. Al tramonto la situazione si inverte; infatti il tramonto del Sole all'orizzonte visivo locale nel punto (TV), avviene prima del tramonto sull'orizzonte astronomico locale posto nel punto (TA). Questo è un aspetto di grande rilevanza che deve

essere considerato nell'analisi della direzione d'asse delle chiese, in quanto le tavole delle Effemeridi del Sole utilizzate per i calcoli, forniscono il dato all'orizzonte astronomico, non all'orizzonte visivo naturale locale, che dipende dalla tipologia del terreno presente in quel luogo.

Le "Effemeridi" (dalla parola greca *ephemeros* = *giornaliero*), sono tabelle che contengono valori calcolati con precisione della posizione degli astri, nel corso di un intervallo di tempo. Con i sistemi moderni è possibile calcolare le tavole di eventi astronomici legati al Sole di anni molto lontani. Sappiamo così, e lo vedremo meglio a seguire, che la presenza di un orizzonte naturale locale e non astronomico (*materializzato dall'orizzonte marino*), unitamente alla mancanza di fase fra il Sole e il calendario, hanno determinato le condizioni per le quali, all'insaputa degli operatori, le direzioni d'asse cercate per puntamento diretto del Sole al sorgere, venivano deviate rispetto alla direzione equinoziale o del giorno di dedica al santo della chiesa in costruzione.

Allineamento Equinoziale

Nel 999, "Gerberto d'Aurillac" salito al soglio pontificio, con il nome di Papa Silvestro II e successivamente Guglielmo Dorando da Mende, vescovo del XIII secolo, raccomandarono quale criterio da utilizzare per la ricerca della direzione d'asse delle fondazioni delle chiese, il "sol aequinoctialis" (*Sole del giorno degli equinozi*) in luogo del più generico già disposto versus Solem orientem; (*rivolto verso il Sole che sorge*). La nuova disposizione, poneva in essere una direzione più precisa in quanto il Sole nei giorni degli equinozi, sorge esattamente al punto cardinale est e tramonta al punto cardinale ovest. Come si nota dall'immagine a seguire, in un edificio posto in questa direzione si genera la condizione che all'alba del giorno degli equinozi, il Sole si trova ben allineato all'asse della chiesa ed entra dalla monofora centrale dell'abside, percorre tutto l'edificio lungo il suo asse e al tramonto entra ancora in chiesa dal rosone, se presente sopra la porta centrale o dalla stessa porta, illuminando con i suoi ultimi raggi l'altare e il catino dell'abside.





Spesso ai lati della finestra centrale, si trovano due finestrelle “monofore” allineate verso il punto del sorgere del Sole del giorno del solstizio estivo, quella verso nord e verso il punto del sorgere del Sole del giorno del solstizio invernale, quella verso sud. L’immagine a fianco mostra l’abside della cripta della chiesa di San Michele in Cremona.

Le piccole dimensioni del bellissimo altare, hanno consentito di effettuare la ripresa dell’insieme

mostrando la disposizione delle monofore dell’abside, indirizzate verso i due punti astronomici solstiziali quelle ai lati, ed equinoziale quella centrale.

È interessante notare che la mancanza di fase fra calendario e Sole, ha manifestato i suoi effetti deviando a sinistra o a destra rispetto al punto cardinale Est (*linea equinoziale*), la risultante di orientamento a seconda che l’operazione di puntamento al sorgere del Sole, venisse eseguita all’equinozio di primavera, o di autunno pur dello stesso anno.

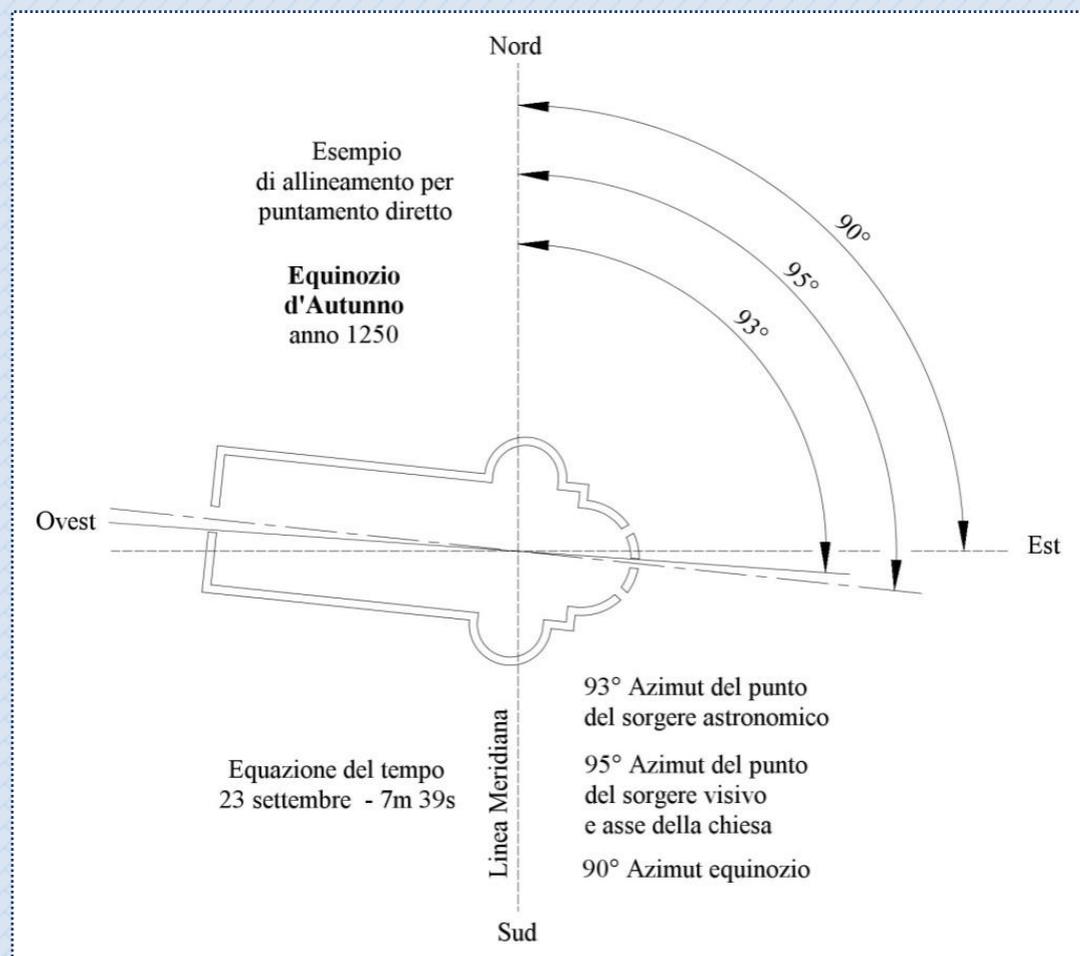
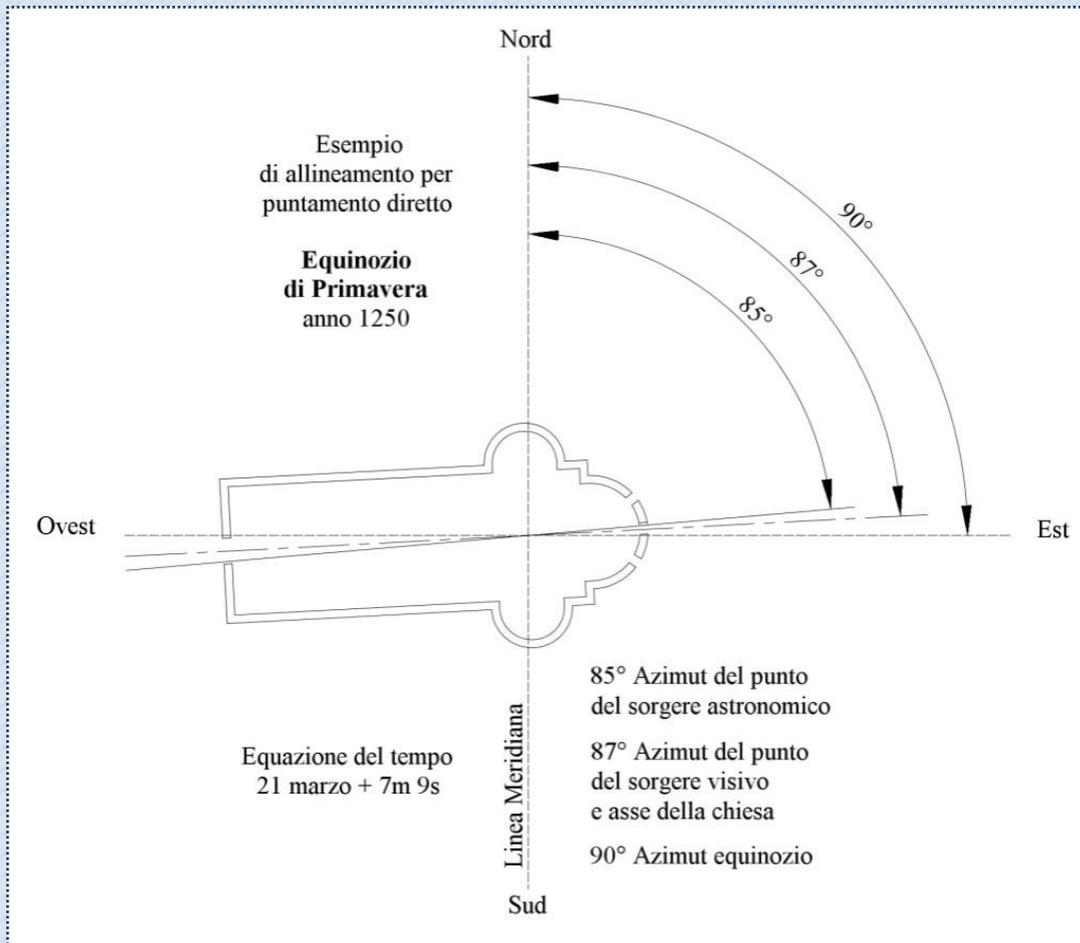
Come è stato descritto nella sezione dedicata all’Azimut, nel periodo che va dal solstizio invernale al solstizio estivo, che comprende a mezza via l’equinozio di primavera, il punto in cui il Sole sorge sull’orizzonte si sposta giorno per giorno verso nord.

Essendo il calendario rimasto indietro rispetto al Sole, al 21 marzo da esso indicato, l’equinozio era già avvenuto da una quantità di giorni, determinata dal tempo trascorso dall’ultimo rifasamento fra il calendario e il Sole, (325 d.C.), con una progressione di un giorno, ogni 128,2 anni.

Al 21 marzo quindi, rispetto al punto cardinale est, il punto del sorgere del Sole era già spostato verso nord. Viceversa all’equinozio d’autunno, procedendo il Sole verso sud, nella tratta di orizzonte che va dal solstizio estivo, al solstizio invernale, il punto del sorgere del Sole del 23 settembre, si trovava maggiormente spostato verso sud, rispetto al punto cardinale est.

Determinato da tutto questo, è il fatto che nel periodo che va dal solstizio invernale, al solstizio estivo, la differenza di valore di Azimut fra il punto del sorgere (SA) e (SV), riduceva il valore di sfasamento del calendario, al contrario, nel periodo che va dal solstizio estivo, al solstizio invernale, aumentava tale valore come si può notare dalle figure a seguire dove, a titolo di esempio, si sono considerati i dati delle effemeridi relativi all’anno 1250.

Negli esempi delle figure a seguire, i valori di Azimut dei punti del sorgere del Sole all’orizzonte astronomico, del 21 marzo e 23 settembre, non sono speculari. Questo è dovuto al diverso valore di Equazione del Tempo presente nei due rispettivi giorni. Il diverso valore è determinato dal fatto che la Terra non descrive un cerchio perfetto intorno al Sole, ma un’ellisse, cioè percorre un’orbita che la porta a volte ad essere più vicina e a volte più lontana dal Sole. Ne consegue che il Sole, non attraversa il meridiano locale ad intervalli costanti di 24 ore ciascuno. Questa piccola differenza giornaliera si accumula con il passare dei giorni così che, sommando il contributo di tanti giorni più lunghi e quello di giorni tutti più corti, si arriva ad una differenza massima di circa 15 minuti di anticipo, che si raggiunge verso il 10 febbraio e altrettanti di ritardo, che si raggiunge verso il 4 novembre.



Parte seconda

Variante consentita

Una variante al dettato base di allineamento (*sol aequinoctialis*), era però consentita: era possibile allineare gli edifici alle posizioni del sorgere del Sole nel giorno in cui, ricorreva la festa del santo a cui la chiesa in costruzione veniva dedicata. In pratica per posizionare la chiesa sulla linea equinoziale veniva utilizzato il sistema delle altezze corrispondenti o si mirava il punto del sorgere del Sole sull'orizzonte nei giorni degli equinozi.

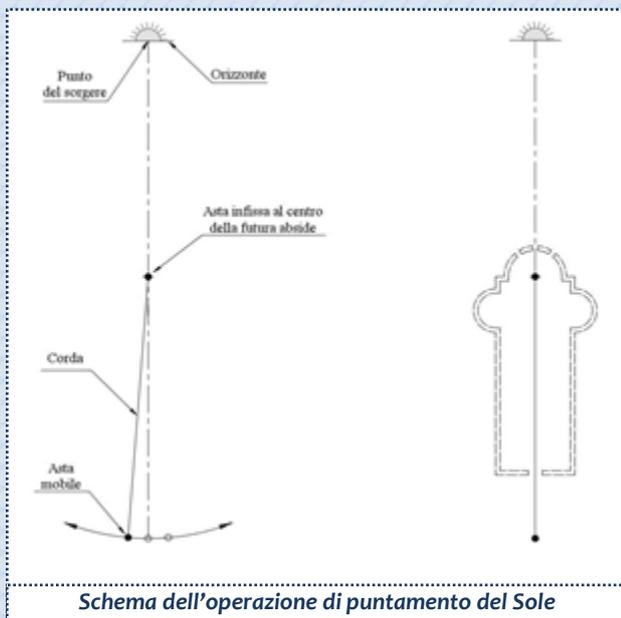
Qualora l'intento fosse di allineare l'edificio al punto del sorgere del Sole del giorno in cui veniva celebrata la memoria liturgica del santo, a cui la chiesa in costruzione era dedicata, si mirava il punto del sorgere del Sole sull'orizzonte nel giorno di dedica.

Metodi di definizione della direzione d'asse

Analizziamo i due metodi di ricerca di direzione d'asse menzionati: puntamento diretto del Sole e altezze corrispondenti.

Puntamento diretto del Sole al sorgere

Questo metodo, è stato utilizzato per la ricerca del posizionamento d'asse in allineamento equinoziale, e per gli allineamenti nel giorno di dedica. Per l'esecuzione delle operazioni, si piantava un robusto palo nel punto centrale previsto per l'abside della futura chiesa.



Ad esso veniva fissata una lunga corda con all'altro capo un altro palo mantenuto libero di poter essere spostato. All'alba del giorno designato, tenendo ben saldo il palo libero, si metteva in tensione la corda e si traguardava: la punta superiore del palo libero, quella del palo fisso e il punto del sorgere del Sole sull'orizzonte naturale locale.

L'operatore, di solito il capomastro, constatato che i tre punti, palo mobile, palo fisso e punto nascente del Sole, collimavano, conficcava nel terreno anche il palo libero, mantenendo tesa la corda che materializzava così la direttrice d'asse della chiesa.

Era possibile che l'operazione venisse eseguita a partire da due giorni prima, proseguendo per altri due giorni, segnando dei riferimenti in modo da avere una progressione di indicazioni da mediare per una maggiore precisione, o nel caso che nel giorno deputato fosse nuvoloso.

Come abbiamo visto, la differenza di posizione astronomica del Sole rispetto al calendario, faceva sì che con questo metodo, si determinassero allineamenti equinoziali o direzioni dell'asse dell'edificio legati alla data del santo prescelto errati.

La comparazione della direzione d'asse della chiesa, con il punto del sorgere del Sole all'orizzonte astronomico dell'anno di costruzione, rende evidente le differenze generate da quanto descritto.

Altezze corrispondenti

Come detto questo metodo si basa sull'istante mattutino e pomeridiano, in cui il Sole si trova alla medesima altezza sull'orizzonte, ed è certamente il migliore per la ricerca dell'orientazione d'asse lungo la linea equinoziale e meridiana. Esso ha il vantaggio di poter essere utilizzato tutti i giorni, purché soleggiati, rimanendo svincolato dal tipo di orizzonte locale e dall'eventuale sfasamento fra il Sole e il calendario.

Rilievi

E' comune per tutte le chiese storiche analizzate, la vigenza del calendario Giuliano al momento di fondazione che come abbiamo visto, a partire dal 325 d.C., ultima data di rifasamento, ogni 128,2 anni, rimaneva indietro di un giorno, rispetto alla posizione astronomica del Sole.

Per la ricerca, si è rilevato il valore di Azimut dell'asse della chiesa da rapportare ai giorni di ritardo del calendario nell'anno di fondazione, (se noto), rilevato dalle tavole delle effemeridi dell'anno di fondazione.

Eguale per le chiese con l'asse indirizzato al punto del sorgere del giorno di commemorazione del santo, in base al giorno di dedica dell'anno di fondazione.

Nel risultato dei rilievi si è considerata l'incidenza determinata dalla presenza dell'orizzonte naturale locale e non astronomico che anche se di pianura, genera una differenza di Azimut in positivo al sorgere e in negativo al tramontare, che va da circa uno a più di due gradi.

Dal 1582 escludendo la piccola differenza determinata dal sommarsi di un quarto di giorno all'anno, che va a comporre l'anno bisestile e si azzera al quarto anno, stante la vigenza del calendario Gregoriano, i valori di Azimut del punto del sorgere e tramontare del Sole rimangono stabili.

Il tipo di orizzonte e dalla mancanza di fase del calendario non ha avuto alcuna influenza sulle direzioni d'asse delle chiese poste in perfetta direzione equinoziale per le quali evidentemente è stato utilizzato il sistema delle altezze corrispondenti.

Alcune Chiese rilevate

Chiesa di San Lorenzo

(Oggi Museo Archeologico)

Via San Lorenzo - Cremona

Fondazione presunta VI Secolo

Azimut Asse $90,033^\circ$

La bella e storica chiesa di San Lorenzo, rappresenta un perfetto esempio di orientamento d'asse in allineamento equinoziale. La media dei rilievi effettuati sulla chiesa da un valore di Azimut asse di $90,033^\circ$, a conferma della sua perfetta orientazione equinoziale. Il tipo di orizzonte presente e lo sfasamento fra il Sole e calendario sono stati influenti nella determinazione della direzione del suo asse. Intorno ad essa, risultano evidenti le testimonianze delle opere di centuriazione del tipo "secundum coelum", effettuate dai romani; ne è prova la stessa via San Lorenzo, posta perfettamente in direzione Nord – Sud (Cardo), che incrocia a 90° , via Gerolamo da Cremona già via Postumia, (Decumano) che scorre a fianco della bella chiesa.



Chiesa della Pieve di Comella



Regona di Seniga (Bs)

Fondazione presunta anno 1200

Azimut Asse $90,06^\circ$

La media dei rilievi effettuati sulla chiesa, dà un valore di Azimut del suo asse di $90,06^\circ$. Anch'essa rappresenta un bellissimo esempio di immobile di culto che rispetta fedelmente il dettato base di allineamento essendo posta perfettamente lungo la linea equinoziale che congiunge il punto cardinale Est e il punto cardinale Ovest.

Chiesa di Sant'Agata

Brescia - Piazza della Vittoria ang. Corsetto S. Agata

Fondazione presunta XII sec.

Azimut Asse $90,043^\circ$

Anche la storica chiesa di Sant'Agata a Brescia rappresenta un bellissimo esempio di immobile di culto che rispetta fedelmente il dettato base di orientamento equinoziale.

La media dei rilievi effettuati da un valore di Azimut del suo asse di $90,043^\circ$.



Chiesa di San Michele in Vetere



Piazza San Michele - Cremona
Fondazione presunta anno 680
Azimut Asse 92.3°

Il valore di Azimut del suo asse ci dice che il punto del sorgere del Sole a cui è da riferire è stato rilevato a mezzo del puntamento diretto all'orizzonte visivo locale, nel giorno dell'equinozio. Togliendo il valore di Azimut determinato dal tipo di orizzonte presente, il dato collima con il valore di Azimut del punto del sorgere del Sole all'orizzonte astronomico, all'equinozio d'autunno di un

periodo del VII secolo. Con questa sequenza di analisi, il dato di Azimut del suo asse, sembra confermare anche la presunta epoca di fondazione.

Parte terza

Chiesa di S. Abbondio



Piazza Papa Giovanni XXII - Cremona
Anno di fondazione 1288
Azimut Asse 86°

La direzione del suo asse di costruzione rappresenta un buon esempio di allineamento equinoziale, deviato a causa della mancata conoscenza dello sfasamento del calendario rispetto alla posizione del Sole. Nel 1288, anno di fondazione il Sole era astronomicamente più avanti di ben 7,5 giorni, rispetto all'almanacco. A causa di questo, il punto di levata del Sole del 21 marzo 1288, era spostato a sinistra verso nord di 5.6°.

Il valore di Azimut minore di 90°, ci dice che il punto del sorgere del Sole, aveva già superato il punto del sorgere dell'equinozio di primavera, quindi il Sole procedeva verso nord al solstizio estivo. In questo caso, si è verificata la situazione opposta a quanto avvenuto per la chiesa di San Michele. Togliendo al dato di Azimut

dell'asse della chiesa di S. Abbondio (86°) il valore di Azimut del punto del sorgere del Sole all'orizzonte astronomico del 21 marzo 1288 (84.4°), otteniamo 1.6°, valore medio tipico impegnato dalla presenza dell'orizzonte visivo locale e non astronomico.

Chiesa di Santa Maria Maddalena

(già San Clemente)

Via XI Febbraio Cremona

Fondazione presunta XII secolo

Azimut Asse 126°

La Chiesa di S. Maria Maddalena, sorge nella zona alle spalle del Duomo. La chiesa esisteva già all'inizio del XIII sec. col titolo di S. Clemente.

Dai rilievi e calcoli eseguiti, è emerso che la direzione del suo asse corrisponde al punto del sorgere del Sole al Solstizio Invernale. Vi è inoltre una particolarità importante data dal fatto che l'intera tratta di via XI febbraio, è posta in questa direzione, il cui prolungamento teorico verso il centro città, termina nel palazzo del Comune.

Si può ipotizzare, che mentre la zona intorno a San Lorenzo e San Michele, è stata impostata dai romani in direzione equinoziale, quale tipica direzione del decumano di centuriazione, in questo caso abbiano scelto la direzione solstiziale in onore del Sol Invictus (*Dies Natalis Solis Invicti*) la cui festa come abbiamo visto era per loro molto importante e cadeva proprio al solstizio invernale, (*Solstitium Hibernum*). E' ipotizzabile che la chiesa di S. Maria Maddalena, come avvenuto spesso, sia stata costruita sulle fondamenta di un antico tempio romano dedicato proprio al Sole. Il dato di Azimut dell'asse della chiesa di S. Maria Maddalena e di via XI febbraio, porta inconfutabilmente al punto del sorgere del Sole all'orizzonte astronomico del solstizio invernale, per la latitudine di Cremona.



Chiesa di Santa Maria degli Angeli

Pralboino Brescia

Anno di fondazione 1452

Azimut Asse $104,4^\circ$

La chiesa non si trova allineata lungo la linea che congiunge il punto cardinale est e il punto cardinale ovest, ma è ruotata in senso orario rispetto a questa direzione di $14,4^\circ$.

È emerso che il valore d'azimut $104,4^\circ$, è stato voluto dai monaci Francescani, che con questo hanno astronomicamente associato l'edificio a ben due date per loro molto significative.

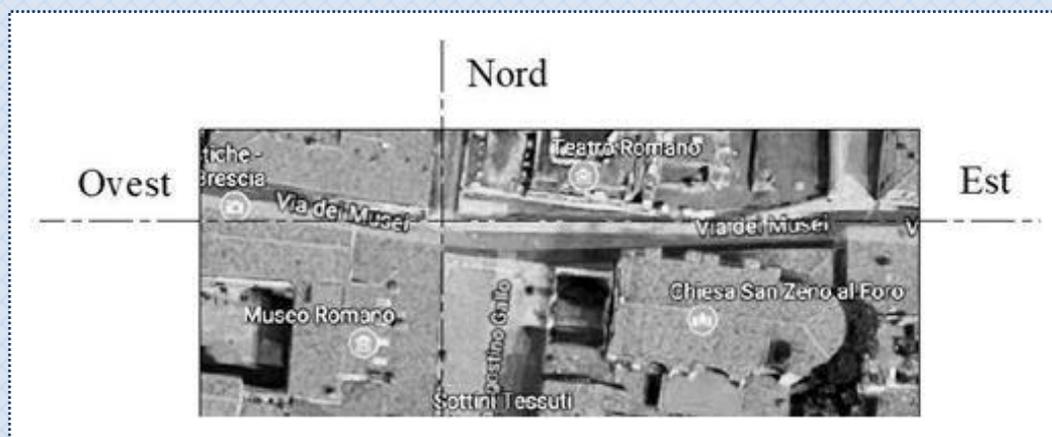
Le associazioni astronomiche significative, si sono trovate proprio tenendo in considerazione le date di ricorrenza delle loro due feste più importanti. I calcoli eseguiti, hanno rivelato che nel 1452, il valore d'Azimut di

$104,4^\circ$ del punto del sorgere del Sole, sull'orizzonte naturale locale, era da riferire al giorno della ricorrenza di San Francesco d'Assisi, cioè il 4 ottobre. L'Azimut relativo al tramonto, è da riferire al punto di intersezione tra orizzonte occidentale e asse della chiesa: vale $104,4^\circ + 180^\circ = 284,4^\circ$. Questo valore era da riferire al tramonto del Sole, all'orizzonte naturale locale del

giorno della festa più grande del culto mariano: l'Assunzione di Maria in cielo il 15 agosto. Nel momento previsto per la recita dell'Angelus, seguito dall'ufficio divino Vespro, gli ultimi raggi di Sole entravano ben allineati dalla porta centrale della chiesa.

Brescia - Via Musei e Piazza del Foro

Il breve tratto di via Musei che si trova davanti al Capitolium è posto in linea Equinoziale. Nei secoli/millenni proprio per la presenza delle vestigia romane, quel tratto della via non è stato modificato come certamente è stato per il resto della via causa le ripetute ricostruzioni dovute alle guerre, incendi ecc. Anche se per un tratto breve è evidente che è ciò che rimane del Decumano Massimo di Brescia. Parimenti la piazza del foro era il Cardo Massimo. In questo caso, come anche per via Tosio, l'orientazione è frutto della centuriazione romana. Come abbiamo visto i Romani erano molto esperti in questo genere di cose e utilizzavano il sistema delle altezze corrispondenti.



Nella ricerca abbiamo analizzato altri edifici di culto rilevando dati molto interessanti che non riportiamo per brevità. I dati degli edifici e dei luoghi evidenziati dimostrano quanto sia stretto e dimostrato il legame fra Astronomia e la Fede partendo dai templi antichi. Le formule per i calcoli delle tavole delle Effemeridi sono tratte dal testo "Astronomia sferica e teorica" di Francesco Zagar edito da Zanichelli. Controlli di calcolo INAF - Brera - Milano.