

# ANALISI ARCHEOASTRONOMICA DELLA BASILICA DI SAN BASSIANO E DELLE PRECEDENTI CHIESE A LODI VECCHIO

di

**Adriano Gaspani**

I.N.A.F - Istituto Nazionale di Astrofisica  
Osservatorio Astronomico di Brera - Milano  
*adriano.gaspani@brera.inaf.it*

## Introduzione

La Chiesa, nel senso architettonico del termine, è un edificio destinato al culto nella religione cristiana. La collocazione della chiesa dipende spesso da eventi strettamente legati alla storia del Cristianesimo quali luoghi di nascita, di morte, e in special modo di martirio di santi, ritrovamento di reliquie, oltre che da condizioni naturali quali la vicinanza di fonti d'acqua, fattore particolarmente importante nel caso delle chiese battesimali e dei battisteri, oppure dalla presenza di precedenti strutture sacre pagane, luoghi dove in particolari occasioni, venivano accesi fuochi sacri, are sacrificali, templi e luoghi di culto precristiani. In questo contesto orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali giocò fin dalle origine un ruolo di fondamentale importanza, tanto che esistevano prescrizioni ben precise in questo senso risalenti agli albori del Cristianesimo. La struttura architettonica della chiesa tuttavia non discende direttamente da quella del tempio greco e romano. Un'eccezione è rappresentata dalla basilica, che rielabora le forme della basilica civile romana. L'orientamento delle chiese è generalmente un fattore abbastanza rigidamente determinato, e la tendenza raccomandata soprattutto dalla Curia Romana fu, per secoli, quella di costruire l'edificio con l'asse principale della navata allineato lungo la direttrice equinoziale corrispondente alla direzione est-ovest astronomica, dove il Sole sorge e tramonta agli equinozi. Talvolta furono però preferite le orientazioni solstiziali che erano più rispondenti all'antico bagaglio culturale delle popolazioni che le edificarono. Gli edifici chiesastici possono variare sia per dimensioni, sia per impianto strutturale che per decorazione architettonica, in relazione al ruolo che viene loro riconosciuto nella circoscrizione ecclesiastica, ma anche alla tipologia della confessione: cattolica, ortodossa, protestante ecc., e ovviamente anche in corrispondenza degli stili artistici imperanti nel periodo storico durante il quale l'edificio viene eretto. La funzione primaria della chiesa è quella di ospitare la comunità dei fedeli per consentirle di partecipare alla celebrazione del rito religioso. Le chiese delle sedi vescovili, sono le cattedrali; esse sono generalmente imponenti, arricchite da splendidi apparati decorativi e articolate internamente in spazi destinati a diverse pratiche religiose e differenti momenti liturgici. Per alcune confessioni il culto si svolge con una breve cerimonia, per altre secondo un rituale elaborato e quindi le chiese devono rispecchiare queste differenze in una vasta tipologia di strutture e arredi: l'edificio sacro può essere ad esempio abbellito da

statue e dipinti, oppure presentarsi completamente spoglio. Comune a tutte le chiese è tuttavia il simbolismo espresso attraverso lo schema planimetrico e alla sua orientazione astronomica. Esistono due tipi fondamentali di pianta: la pianta basilicale, sviluppata lungo un asse che termina da un lato con la facciata, nella quale si apre il portale, dall'altro con la parete di fondo e l'altare; e la pianta centrale, che può essere di forma circolare, quadrata o poligonale, con un ampio spazio al centro, spesso sormontato da una cupola. Le due forme di base sono talvolta coniugate tra loro ed entrambe presentano sovente bracci aggiuntivi, che formano uno schema a croce, evidente richiamo alla Passione di Cristo. La croce greca è quella i cui bracci sono di uguale misura; la croce latina è quella in cui il braccio principale, corrispondente alla navata centrale, è intersecato perpendicolarmente da un braccio più corto, il transetto. Le chiese più elaborate possono essere articolate con costruzioni o ambienti separati, destinati a precise funzioni: al battesimo, nel caso dei battisteri, alla conservazione di tesori o reliquie, alla vestizione del sacerdote. Molte chiese presentano più di un altare e numerose cappelle laterali, o radiali cioè distribuite intorno al coro absidale. I primi luoghi di riunione dei cristiani erano case private, trasformate in luoghi di culto e denominate *titulae*. Dopo la legittimazione del Cristianesimo da parte dell'imperatore romano Costantino, nel 313 d.C., si ebbe una larga diffusione di basiliche e di chiese a pianta centrale, molte delle quali inglobavano edifici preesistenti, quali i templi pagani e costruzioni civili, o ne sfruttavano i muri. La basilica del Santo Sepolcro a Gerusalemme che fu edificata nel punto in cui secondo la tradizione fu sepolto Gesù, consiste in una struttura circolare dotata di cupola, fusa con una vicina chiesa a impianto basilicale. La basilica di San Pietro, a Roma, fu costruita nel luogo dove si crede fosse la tomba del santo; la basilica originaria, sostituita da quella attuale nel corso del Rinascimento e del periodo barocco, era di vaste proporzioni e presentava una pianta a croce latina dotata di transetto. Lo schema a pianta centrale sormontato da una cupola persistette nell'Oriente bizantino e slavo, dove le chiese medievali, di piccole dimensioni, erano spesso erette con cinque cupole disposte a croce greca astronomicamente orientata. Nel mondo occidentale, la pianta basilicale astronomicamente orientata fu dapprima adottata nelle chiese romaniche tra i secoli XI-XII d.C., poi in quelle gotiche tra il XII ed il XV secolo. Gli edifici erano provvisti di archi e volte, quelle romaniche a tutto sesto, quelle gotiche a sesto acuto. Le chiese romaniche sorsero non di rado, presso fiorenti comunità di monaci, che furono anche sapienti architetti e valenti costruttori. La prima struttura interamente gotica fu l'abbazia di Saint-Denis, vicino a Parigi, costruita intorno alla metà del XII secolo su disegno dell'abate Suger. Nel XIV secolo nella maggior parte delle città europee furono erette cattedrali gotiche di vaste e complesse forme, illuminate internamente da ampie vetrate e impreziosite all'esterno da numerose guglie; ad esempio sono di particolare bellezza e rilevanza il Duomo di Milano in Italia e quello di Colonia in Germania, le quali sono caratterizzate dall'asse della navata principale orientato secondo la direzione della levata del Sole agli equinozi. Lo stile rinascimentale nacque in Italia e di qui si diffuse in tutto il resto d'Europa. Come tutte le opere architettoniche di questo periodo, anche le chiese furono edificate secondo forme e moduli ispirati all'antichità classica romana, conservando gli antichi criteri di orientazione astronomica, anche se iniziarono ad essere codificati utilizzando non più i tradizionali metodi gnomonici o basati sulla diretta osservazione del cielo notturno, ma con l'uso della bussola che, passata dalla navigazione all'architettura, permetteva di determinare più facilmente la direzione astronomica richiesta per l'orientazione dell'edificio di culto. In questo modo però si codificarono errori di allineamento, spesso anche consistenti, a causa delle declinazione magnetica e

delle perturbazioni locali del campo magnetico terrestre. Elementi caratterizzanti dell'architettura religiosa rinascimentale sono le sobrie arcate a tutto sesto, i colonnati e le cupole, accordati tra loro in proporzioni armoniche, in netta contrapposizione con la forte spinta ascensionale delle cattedrali gotiche edificate sul territorio nord-europeo. Nel XVI secolo lo schema della chiesa italiana fu esportato oltremare, in particolare a opera dei gesuiti. Nello stesso tempo anche le chiese riformate protestanti, dapprima legate a un tipo semplificato di edificio di matrice medievale, assorbito gradualmente i principi architettonici del Rinascimento, compresi i criteri di orientazione astronomica. Nel XVII secolo fino alla prima metà del XVIII si diffuse anche nell'architettura sacra il barocco, uno stile mosso, teso a trasmettere emozioni attraverso forme prevalentemente curvilinee. Il barocco nacque a Roma nell'epoca della Controriforma ed ebbe grande fortuna, oltre che in Italia, anche nell'America latina, in Spagna e nelle zone cattoliche della Germania e dell'Europa centrale. Nel XVIII secolo le chiese di molti paesi europei risentirono del neoclassicismo, che in Inghilterra assunse caratteri propri e fu denominato stile georgiano. Tale stile si affermò anche nell'America settentrionale, dove furono eretti edifici religiosi a pianta basilicale con guglie alte e appuntite. Verso la metà dell'Ottocento, nel generale revival degli stili storici, fu il neogotico ad affermarsi in particolare nell'architettura religiosa. Dopo l'epoca dell'Illuminismo le tradizioni antiche relative all'orientazione astronomica degli edifici di culto vennero gradualmente dimenticate anche perché gli architetti erano ormai privi del bagaglio culturale astronomico tradizionale cristiano, tranne che nel mondo ecclesiastico rurale, dove l'orientazione delle chiese campestri continuò a tenere conto delle direzioni astronomicamente significative. Già alla fine del XIX secolo cominciarono a sorgere chiese dagli impianti innovativi, resi possibili dalle moderne tecniche costruttive e dall'uso di materiali nuovi come l'acciaio. Venne riproposto il modello della chiesa a pianta centrale, con l'altare posto in mezzo ai fedeli. La rinascita dell'arte religiosa portò ad arricchire i nuovi edifici ecclesiastici con sculture, mosaici e vetrate. Gli esempi più interessanti di chiese novecentesche sono Notre-Dame du Haut a Ronchamp (1950-1955) di Le Corbusier e la chiesa di San Giovanni Battista nota come chiesa sull'Autostrada, 1960-1964 di Giovanni Michelucci, presso Firenze. Un interessante esempio di chiesa degli ultimi decenni del secolo è quello del santuario di Padre Pio, progettato da Renzo Piano, nei dintorni di Foggia. In questi edifici non si rilevano più le orientazioni astronomicamente significative che rappresentarono un aspetto fondamentale del bagaglio culturale degli architetti medioevali, ma la definizione moderna di architetto è ormai molto lontana da quella intesa secondo il senso classico vitruviano.

## **La Basilica di San Bassiano a Lodi Vecchio**

La *Basilica Apostolorum* precedente all'attuale edificio chiesastico, fu iniziata il 1° gennaio 378 e consacrata nel Novembre 387 da Bassiano, primo vescovo e patrono della Diocesi di Lodi. All'epoca della sua costruzione, la chiesa si trovava alla periferia della città romana di Laus Pompeia, oltre il ponte sul fiume Sillaro, alla biforcazione delle strade per le città di Placentia e Cremona. La basilica fu il primo luogo di culto cristiano della neonata diocesi lodigiana. Il nel Novembre 387 alla consacrazione furono presenti Sant'Ambrogio, vescovo di Milano, e San Felice, vescovo di Como i quali con Bassiano composero la terna vescovile necessaria all'esecuzione del formale rito di consacrazione. Dopo la morte del

vescovo Bassiano, avvenuta il 8 Febbraio 409, sepolto nella Basilica, essa divenne nota tra la popolazione lodigiana (ma non ufficialmente dedicata) con il suo nome. Durante il VI secolo, ai tempi delle invasioni delle popolazioni germaniche la chiesa dei XII Apostoli fu abbandonata a causa del fatto che si trovava all'esterno della città. Prima dell'anno 1000 la chiesa fu però ricostruita. Durante le due distruzioni di Lodi antica ad opera dei Milanesi negli anni 1111 e 1158, la Basilica rimase intatta. In seguito alla fondazione della nuova Lodi, posta a 6 chilometri di distanza, le spoglie di San Bassiano furono trasferite nella cattedrale della nuova città. La Basilica fu ricostruita nel XIV secolo secondo lo stile gotico lombardo, soffrendo tuttavia nei secoli successivi di un lento e progressivo degrado. Essa fu restaurata alla fine del XIX secolo e alla metà del XX, e attualmente costituisce un'importante testimonianza artistica e religiosa. La basilica del XII Apostoli sorge al di fuori dell'abitato di Lodi Vecchio, a sud-est di quest'ultimo.



**Il vescovo Bassiano nell'iconografia tradizionale**

Dal punto di vista architettonico essa mostra l'esterno, con paramento murario in mattoncini a vista, che caratterizzano anche la facciata. Questa è a salienti e venne radicalmente restaurata tra il 1902 e il 1908. La parte centrale, posta tra due alti contrafforti semicircolari, presenta, al centro, il portale con una lunetta, leggermente strombato, sormontato dal rosone circolare e da una monofora a tutto sesto. Al di sopra di quest'ultima, entro un'edicola, è stata posta la statua di san Bassiano. Nelle due fasce laterali della facciata, corrispondenti alle navate laterali interne ma più alte di queste ultime, si aprono, dal basso, una monofora a tutto sesto, un rosone ed una bifora ogivale. L'interno della chiesa è a tre navate, di quattro campate le due laterali e di cinque campate quella centrale, tutte coperte con volte a crociera; l'ultima campata della navata centrale, più corta, è coperta con volta a botte. Le pareti e le volte della chiesa sono decorate con affreschi degli anni venti del XIV secolo attribuiti al cosiddetto Maestro di San Bassiano, finanziati anche dalle varie corporazioni della città. Ciascuna delle tre navate termina con un'abside semicircolari illuminate da monofore a tutto sesto. L'edificio chiesastico ha subito nei secoli alcuni restauri che ne hanno variato l'aspetto esterno, soprattutto la facciata, forse anche quello interno e planimetrico, ma che non hanno assolutamente modificato la sua orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali, la quale codifica ancora attualmente pressoché intatte le informazioni relative ai criteri astronomici seguiti dai edificatori in epoca altomedioevale paleocristiana. Lo scopo di questo lavoro è quindi di mettere in evidenza quanto risultato dall'analisi dell'orientazione della chiesa, eseguita in un'ottica di tipo archeoastronomico sulla base delle misure di posizione e di orientazione eseguite utilizzando le moderne tecniche di tele-rilevamento basate sull'analisi delle immagini riprese dai satelliti artificiali in orbita intorno alla Terra.



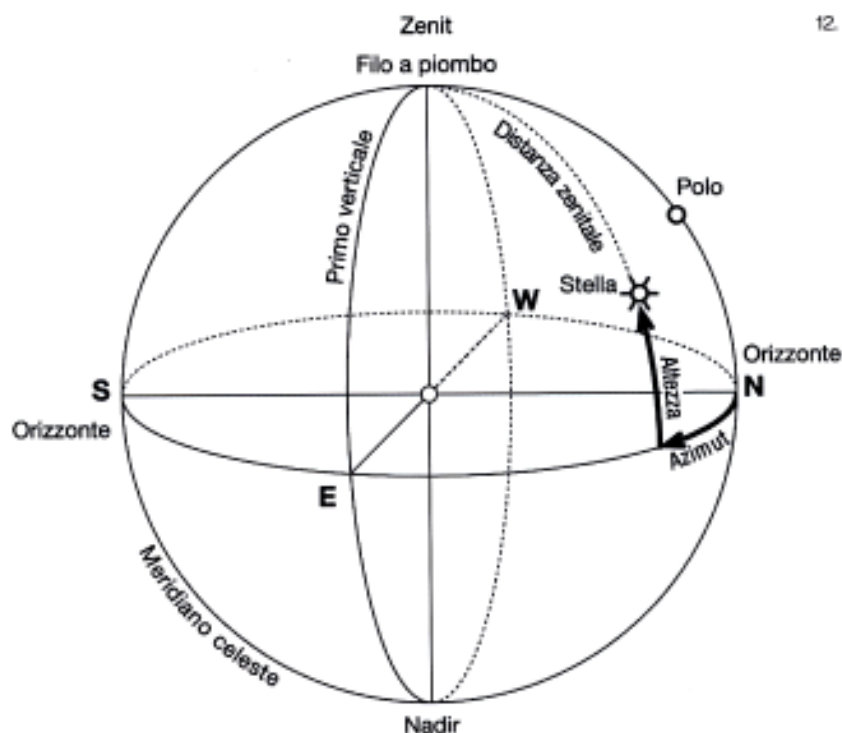
**La Basilica di San Bassiano a Lodi Vecchio**



Prima di entrare nel merito della descrizione dei risultati raggiunti durante l'analisi archeoastronomica della chiesa in oggetto, è utile richiamare brevemente alcune nozioni di Astronomia che permetteranno al lettore di comprendere meglio la problematica relativa ai criteri astronomici applicati dagli architetti medioevali durante la fase di edificazione di un luogo di culto cristiano. Per capire che cosa pensassero gli antichi del mondo che li circondava dobbiamo tentare di osservare i fenomeni celesti con i loro stessi occhi. Per poter fare questo è necessario conoscere almeno i principi fondamentali dell'Astronomia di Posizione che è quella branca della Scienza del Cielo che si occupa di descrivere la posizione e il movimento dei corpi celesti utilizzando come base di osservazione un punto posto sulla superficie della Terra. Questo ci permetterà di capire cosa gli uomini vissuti nel periodo altomedioevale potessero osservare nel cielo ed intuire dei meccanismi che regolano la posizione ed il moto dei corpi celesti. Queste nozioni sono basilari qualora si desideri affrontare lo studio dei manufatti architettonici che abbiano rilevanza anche dal punto di vista astronomico.

## La posizione degli astri nel cielo

Gli astronomi definiscono univocamente la posizione di un astro sulla sfera celeste mediante una coppia di coordinate riferite a un determinato sistema di riferimento. Ogni corpo celeste visibile nel cielo è caratterizzato, in una data epoca, da una posizione ben precisa rispetto ad un osservatore posto in un punto sulla superficie della Terra. Tale posizione può essere definita facendo uso di uno dei quattro sistemi fondamentali di coordinate celesti noti in Astronomia, di cui tre importanti nel contesto dell'analisi archeoastronomica delle chiese antiche.



Il sistema di coordinate altazimutali

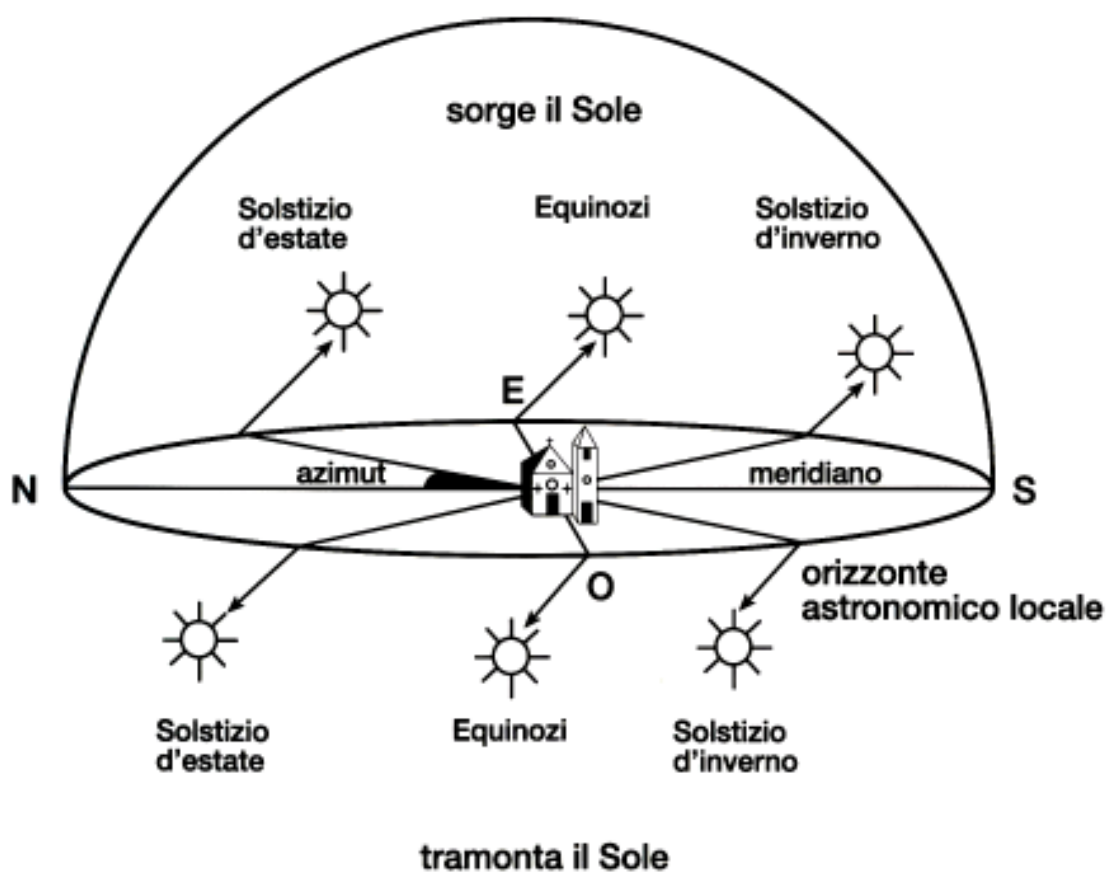
Il primo è il sistema cosiddetto **altazimutale** il quale utilizza come coppia di coordinate di riferimento l'**azimut** astronomico, contato in senso orario, cioè in senso concorde con il movimento apparente degli astri sulla sfera celeste, e l'**altezza** dell'astro rispetto all'orizzonte astronomico locale, materializzato ad esempio dalla linea del profilo del mare. L'orizzonte astronomico locale è differente dall'orizzonte naturale locale in quanto quest'ultimo si riferisce al profilo del paesaggio localmente visibile da un punto di osservazione posto sulla superficie terrestre. Se il punto di osservazione fosse posto in mezzo al mare aperto l'orizzonte marino materializzerebbe sia l'orizzonte astronomico locale sia quello naturale. Se invece il nostro punto di osservazione fosse posto in montagna l'orizzonte astronomico locale sarebbe difficilmente visibile, mentre il profilo del paesaggio montuoso definirebbe l'orizzonte naturale locale. I cerchi fondamentali del sistema di coordinate altazimutali sono quindi l'Orizzonte Astronomico Locale e il Meridiano Astronomico Locale che interseca il cerchio dell'orizzonte nei punti cardinali (astronomici) Nord e Sud.

Il sistema altazimutale ha il difetto di essere legato alla posizione locale dell'osservatore, nel senso che due osservatori situati in località geograficamente differenti sulla Terra misureranno alla stessa ora del giorno, per lo stesso astro, valori differenti sia di Azimut che di Altezza sull'orizzonte. Oltre a questo, con questo sistema di coordinate esiste anche un altro problema e cioè che esse sono dipendenti dall'istante temporale in cui l'osservatore misura la posizione di un dato astro visibile nel cielo. Infatti, essendo l'azimut legato all'angolo orario dell'astro, il suo valore varierà durante la giornata passando da un valore minimo corrispondente all'istante della levata dell'astro considerato ad un valore massimo misurato all'istante del suo tramonto. Allo stesso modo l'altezza sull'orizzonte raggiungerà il suo valore minimo al sorgere e al tramontare dell'astro e il suo valore massimo nell'istante di culminazione o, in altre parole, di transito al meridiano locale. Ovviamente il valore dell'altezza sull'orizzonte di un certo astro sarà funzione sia della latitudine che della longitudine geografica dell'osservatore. Nonostante tutti questi problemi, il sistema altazimutale è fondamentale per l'Archeoastronomia perché riflette perfettamente la situazione in cui si trovavano gli antichi uomini che osservavano gli astri ad occhio nudo, i quali dovevano, con mezzi modesti, compiere osservazioni relativamente alla posizione apparente degli astri visibili nel cielo.

## Il moto apparente del Sole sulla Sfera Celeste

Quando un archeoastronomo studia l'orientazione di una chiesa antica si accorge invariabilmente che essa fu in origine orientata verso qualche punto dell'orizzonte naturale locale particolarmente importante dal punto di vista degli astri che erano visti sorgere in quella posizione. Quasi sempre il "*target*" astronomico è di tipo solare, molto raramente lunare, anche se può capitare, soprattutto nel caso dei luoghi di culto mariano, è bene quindi accennare a grandi linee al moto apparente percorso dal Sole sulla sfera celeste durante i vari giorni dell'anno e al cambiamento progressivo, ciclico, dei suoi punti di levata e di tramonto. La Terra compie annualmente una rivoluzione completa intorno al Sole. Il suo moto orbitale è regolato dalla legge di gravitazione universale e ben descritto dalle tre leggi scoperte dal matematico austriaco Giovanni Keplero, nel XVII secolo. L'orbita della Terra intorno al Sole è un'ellisse poco eccentrica e la distanza

orbitale media a cui il nostro pianeta orbita intorno al Sole è di circa 149,6 milioni di chilometri. Il globo terrestre ruota su se stesso in un giorno siderale, poco meno di 24 ore, quindi un osservatore situato in una determinata località geografica vedrà il Sole muoversi apparentemente, assieme a tutta la sfera celeste da est verso ovest durante l'arco di un giorno. A causa del fatto che la Terra durante un giorno percorre anche una frazione della sua orbita, circa  $1/365$  del percorso annuale, il Sole avrà variato la sua posizione apparente, rispetto alle stelle visibili sulla sfera celeste, di poco meno di 1 grado. Il moto del Sole è quindi solamente apparente e dovuto in realtà al fatto che l'osservatore si muove solidalmente con la Terra su cui è ubicato. Il moto apparente del Sole nel cielo si compie sulla proiezione dell'orbita della Terra sulla sfera celeste o più rigorosamente sul cerchio immaginario ottenuto intersecando la Sfera Celeste con il piano dell'orbita terrestre.

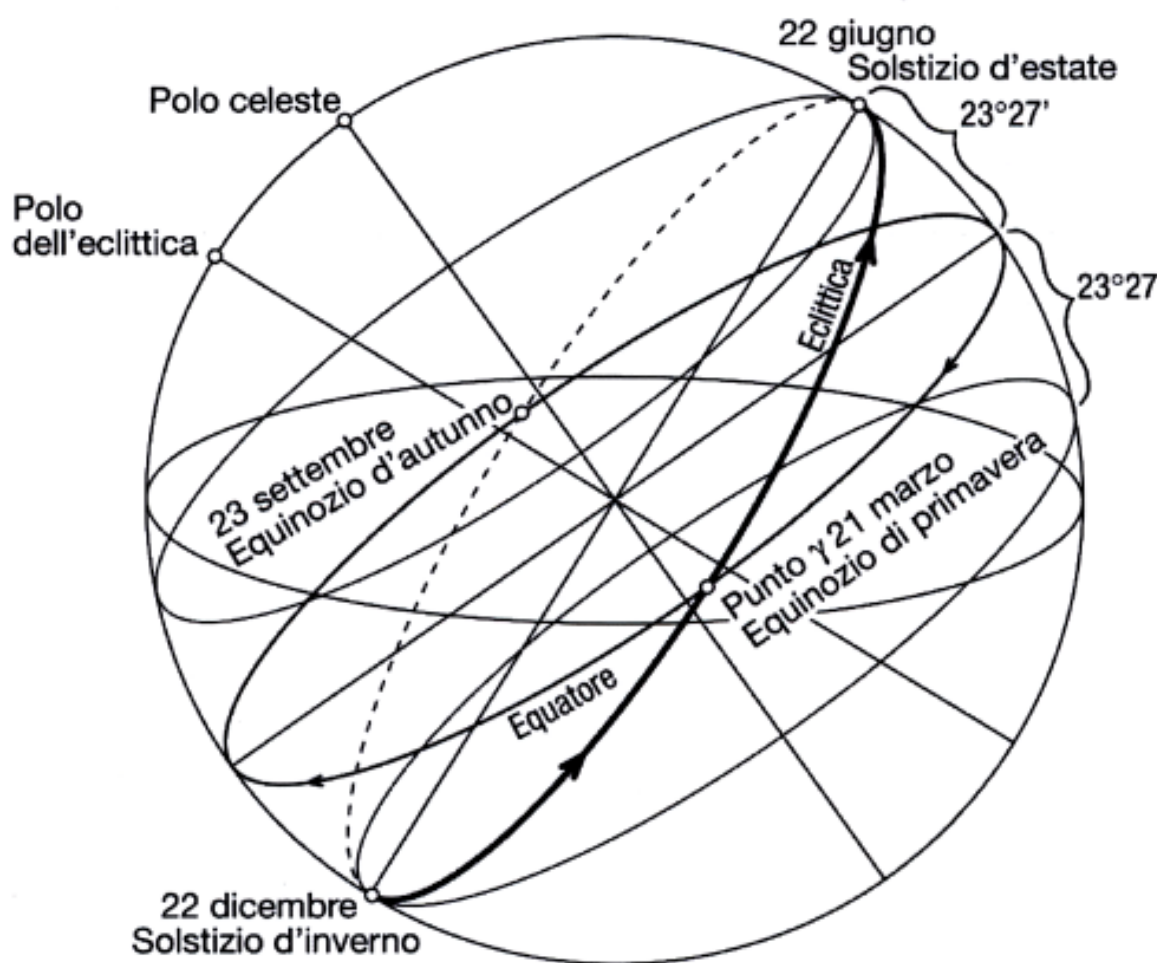


Punti di sorgere e di tramontare del Sole, durante l'anno, all'orizzonte astronomico locale

Questo cerchio è chiamato Eclittica, termine coniato dagli astronomi greci nell'antichità. Il movimento apparente del Sole sull'Eclittica avviene nello stesso senso del moto orbitale della Terra lungo la sua orbita, direzione detta "diretta" o "antioraria" perché contraria a quella del moto apparente diurno della sfera celeste. Poiché, a causa del moto apparente diurno, un osservatore vede gli astri muoversi da est verso ovest (senso orario), vedrà per il moto apparente annuo, il Sole spostarsi tra le stelle in senso contrario, cioè da ovest



verso est. La conseguenza è che se in un dato giorno durante l'anno il Sole transita al meridiano nello stesso istante in cui passa anche una stella, il giorno successivo esso passerà al meridiano circa quattro minuti dopo la stella in quanto si sarà spostato di circa un grado verso oriente e sarà quindi in ritardo rispetto ad essa. Quando il Sole si trova al punto di intersezione corrispondente al nodo indicato con il termine "Punto Gamma" o "Punto d'Ariete" si verifica l'Equinozio di Primavera, mentre quando il Sole passa per il punto diametralmente opposto (Punto di Libra), esso si trova al nodo contrario e quindi si avrà l'Equinozio d'Autunno. In definitiva, quando avvengono gli equinozi il Sole è posizionato sull'Equatore Celeste, in questi giorni le durate del giorno e della notte corrispondono allo stesso numero di ore.



**Traiettoria apparente del Sole sulla Sfera Celeste**

Attualmente le date in cui si verificano gli Equinozi sono il 21 marzo e il 23 settembre rispettivamente per l'Equinozio di Primavera e per quello d'Autunno, ma nel tempo anche le date degli Equinozi e dei Solstizi sono soggette ad una lenta, ma consistente, variazione particolarmente evidente quando si va indietro nel tempo. Il Sole, a causa della variazione della posizione della Terra nello spazio per effetto del suo moto orbitale, durante il corso dell'anno cambia in modo periodico la posizione dei punti di sorgere e di tramontare sull'orizzonte astronomico locale. La traiettoria apparente percorsa dal Sole nel cielo varia giornalmente non solo con il variare della data lungo l'anno, ma anche in

funzione della latitudine geografica dell'osservatore. I punti estremi verso sud e verso nord toccati dalle posizioni di sorgere e tramontare del Sole sull'orizzonte in corrispondenza di una data località geografica corrispondono ai giorni dei solstizi, così chiamati perché, in quei giorni, si ha l'impressione che il punti di levata e di tramonto del Sole stazionino in quella posizione estrema per qualche tempo, in quanto essi si muovono molto lentamente. Il punti estremi di sorgere e tramontare in direzione nord-est vengono toccati in corrispondenza della data del solstizio estivo, mentre al solstizio d'inverno i punti di sorgere e di tramontare sono i più vicini alla direzione sud-est. Ovviamente in corrispondenza dei giorni dell'anno che sono intermedi tra le due date di solstizio le posizioni sull'orizzonte occupate dai punti di sorgere e tramontare saranno a loro volta intermedie tra i due punti solstiziali. Dal punto di vista archeoastronomico le posizioni sulla linea dell'orizzonte del sorgere e del tramontare del Sole in corrispondenza dei solstizi è fondamentale in quanto le testimonianze archeologiche ci suggeriscono come l'uomo antico tenesse in grande considerazione l'osservazione e la marcatura della posizione di questi punti.

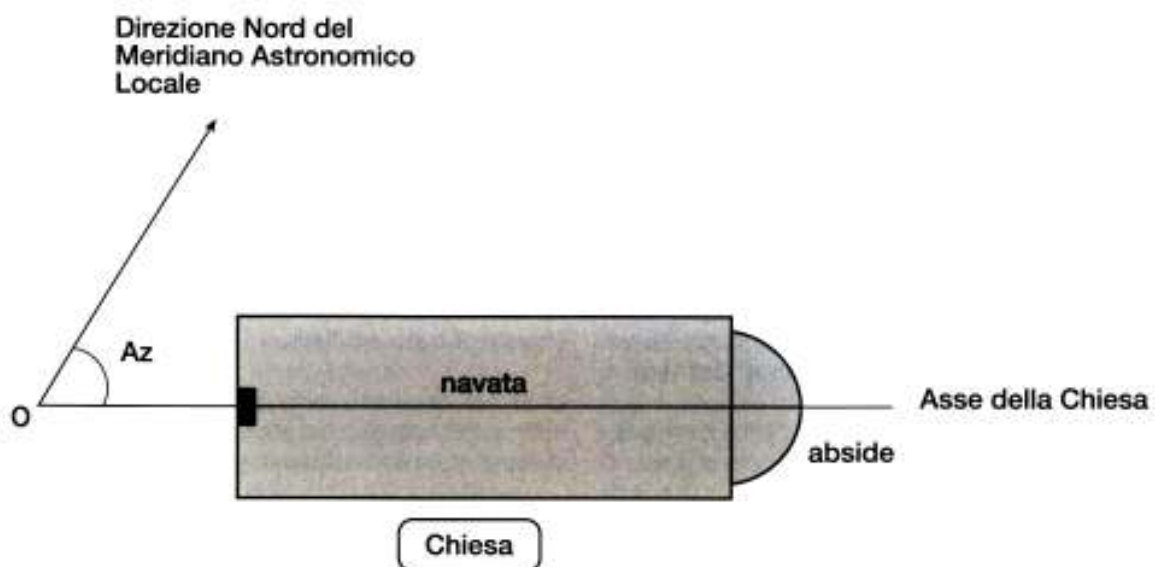
## Regole medioevali connesse con l'edificazione di un edificio di culto cristiano

Sin dagli albori del cristianesimo era diffusa la tradizione di orientare i templi, o più in generale i luoghi di culto, verso la direzione est secondo il criterio denominato "*Versus Solem Orientem*" in quanto, analogamente ai pagani, anche per i cristiani la salvezza e la rinascita erano collegate alla generica direzione cardinale orientale. Gesù Cristo aveva come simbolo il Sole (*Sol justitiae*, *Sol Inviatus*, *Sol Salutis*) e la direzione est era simbolizzata dalla croce, rappresentazione del simbolo della vittoria.



**Il Papa Silvestro II (Gerberto d'Aurillac) rappresentato in una lunetta affrescata da un pittore anonimo bergamasco nel XVI sec., presente nel Chiostro Superiore del Priorato di San Giacomo Maggiore a Pontida (BG).**

La simbologia solare così direttamente collegata al Cristo richiedeva quindi un'attenta progettazione dei luoghi di culto e un'altrettanto attenta loro orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali. Nelle Costituzioni Apostoliche (II,7) del IV e V secolo veniva raccomandato ai fedeli di pregare dirigendosi verso l'est e lo stesso celebrante durante l'"*Actio Liturgica*" doveva parimenti essere rivolto in quella direzione; le Costituzioni Apostoliche, pur non risalendo agli stessi Apostoli, riflettono sicuramente le usanze e le consuetudini più antiche in questo senso. Come conseguenza di tali prescrizioni, tecnicamente si rese necessario progettare e costruire le chiese orientate con l'abside verso oriente e la facciata con la porta d'ingresso in direzione occidentale rispetto al baricentro della costruzione. Una delle personalità più prestigiose che contribuì a diffondere l'idea e l'abitudine di orientare i luoghi di culto verso direzioni solari astronomicamente significative fu Gerberto D'Aurillac, noto anche come Gerberto da Reims, nato intorno al 940 - 945 in Alvernia, nella Francia centrale, e monaco benedettino ad Aurillac e a Reims. Gerberto, dopo essere stato abate del Monastero di Bobbio nel 983 e poi vescovo di Ravenna, salì alla cattedra di S. Pietro nel 999 d.C. con il nome di Papa Silvestro II, ponendo fine al cosiddetto "Periodo Ferreo del Papato".



**Az = Azimut astronomico dell'asse della chiesa rispetto alla direzione settentrionale della linea del meridiano astronomico locale**

L'Azimut Astronomico di orientazione di una Chiesa

Amico di Ottone II e precettore di Ottone III di Sassonia, fu il principale artefice della conversione al Cristianesimo di Stefano I d'Ungheria garantendo vari feudi terrieri in quel paese alle abbazie benedettine. In gioventù, studiò Astronomia, Matematica e Geometria nella Spagna allora quasi interamente occupata dai Saraceni, quindi ebbe numerosi contatti con la Matematica e l'Astronomia araba che a quel tempo era molto sviluppata. Di lui possediamo molti documenti che tra cui oltre 200 lettere scritte tra il 983 e il 997, il "*Tractatus de Astrolabio*" e dal 999, anno in cui salì al soglio pontificio, numerose bolle papali da lui emesse. Egli redasse anche il "*Geometria*" in cui riportò e descrisse un centinaio di soluzioni di vari problemi geometrici e molte loro applicazioni pratiche;

soprattutto in questa opera rileviamo l'uso originale dell'astrolabio nella soluzioni di svariati problemi pratici in architettura che contribuirono alla diffusione dell'uso di questo particolare strumento ai fini di stabilire linee e proporzioni astronomicamente significative nelle chiese cristiane medioevali. Fino al 1400-1500 questo testo fu il riferimento ufficiale adottato dai progettisti e costruttori di chiese e cattedrali. In una delle sue bolle papali è raccomandato esplicitamente il criterio "*Versus Solem Orientem*", che consiste nell'orientare i luoghi di culto verso la direzione del punto dell'orizzonte in cui il Sole sorge, ed in particolare il criterio "*Sol Aequinoctialis*", che utilizza il punto di levata dell'astro diurno quando la sua declinazione è pari a zero, cosa che avviene solamente agli equinozi. In realtà il concetto non era del tutto originale e Mandrieu nel suo "*Les Ordines Romani II*" riporta questa consuetudine come già seguita da almeno 200 anni prima delle indicazioni di Silvestro II. Non fu però sempre così, infatti per un certo periodo, fino alla seconda metà del 400 d.C. i luoghi di culto furono costruiti con l'abside diretta verso occidente invece che verso oriente. Successivamente, appunto dalla seconda metà del 400, le orientazioni vennero invertite e le chiese furono progettate e costruite con l'abside rivolta ad oriente in modo che sia l'officiante che i fedeli pregassero rivolti nella direzione del sorgere del Sole. Durante l'VIII secolo questa abitudine si interruppe di nuovo per alcuni anni, per venir ripristinata durante i secoli successivi. Le cause di queste inversioni di tendenza non sono note, anche se gli studiosi hanno formulato alcune ipotesi plausibili. Generalmente sono poche le chiese risalenti al periodo in cui avvennero le inversioni della direzione di orientazione sopravvissute fino ai giorni nostri e di cui sia possibile un'accurata misurazione della direzione del loro asse. Nonostante ciò, esistono illustri eccezioni, che conservano la temporanea tradizione di orientare l'abside verso occidente, esse si trovano entrambe a Roma e sono la Basilica di S. Pietro e quella di S. Giovanni in Laterano. Nell'alto Medioevo la costruzione delle chiese, e più generalmente dei luoghi di culto cristiani, era basata su un forte simbolismo mistico, si prevedeva l'orientazione di tutta la costruzione con l'abside ad oriente, meglio ancora se l'asse coincideva con la linea equinoziale. Le ragioni per cui vennero adottati criteri astronomici sia per l'orientazione dell'asse della chiesa sia per la disposizione delle monofore praticate nell'abside maggiore e nelle absidiole laterali furono spesso dettate da esigenze mistiche e simboliche più che reali. Infatti è scritto che la Croce di Cristo fu eretta sul monte Calvario in modo da essere rivolta verso ovest, quindi i fedeli in adorazione devono essere rivolti ad est, che per antica tradizione è la zona della luce e del bene (*pars familiaris*) in contrapposizione con la "*pars hostilis*" che identifica la direzione occidentale. Per tradizione Cristo salì in cielo ad oriente dei discepoli ed è consuetudine che così facessero anche i Martiri. Sempre secondo la tradizione, l'aurora è il simbolo del Sole della Giustizia che si annuncia e anche il Paradiso Terrestre veniva ritenuto, dai primi cristiani, collocato genericamente ad oriente. Il Concilio di Nicea ribadì chiaramente il criterio "*Vesus Solem Orientem*", spesso, sin dalla remota antichità, comune anche ai templi pagani, soprattutto greci. I padri conciliari affermarono nel 325 d.C.: «*ecclesiarum situs plerimque talis erat, ut fideles facie altare versa orantes orientem solem, symbolum Christi qui est sol iustitia et lux mundi intererentur*» (Carolus Kozma "*De Papi*", 1861). Dal punto di vista pratico, per quanto concerne le antiche chiese costruite lungo l'arco alpino, si rilevano orientazioni tali da addensarsi intorno a valori di azimut alcuni gradi più a settentrione rispetto alla esatta direzione del punto cardinale est, ovvero le antiche chiese alpine risultano generalmente orientate verso taluni punti dell'orizzonte fisico locale, rappresentato dal profilo dell'orografia locale visto dal luogo dove sorgeva l'edificio di culto, nei quali sorgeva il Sole all'alba di un giorno compreso tra la data effettiva dell'equinozio di primavera fino a circa un mese dopo di esso. La

spiegazione più razionale di questa deviazione rispetto alla pura ed esatta direzione equinoziale (azimut pari a  $90^\circ$ ), tanto raccomandata ad esempio negli scritti di Guglielmo Dorando da Mende, vescovo del XIII secolo: «...*Debet quoque (ecclesia) sic fundari, ut caput inspiciat versus Orientem... videlicet versum ortum solis, ad denotandum, quod ecclesia quae in terris militat, temperare se debet aequanimiter in prosperis, et in adversis; et not versus solstitialem, ut faciunt quidam*», è dovuta alla consuetudine di celebrare solennemente il rito di fondazione del luogo sacro all'alba del giorno di Pasqua. In quel giorno il punto di levata del Sole all'orizzonte naturale locale definiva solennemente la direzione verso cui l'asse della chiesa doveva essere diretto e verso cui l'abside doveva essere costruita. A questo proposito è interessante ricordare quale fosse la procedura normalmente seguita dagli architetti medioevali qualora fosse stata loro commissionata la progettazione di un luogo di culto cristiano. Nel Medioevo le chiese erano generalmente progettate a forma di croce con l'abside orientata ad est. L'ingresso principale era quindi posizionato sul lato occidentale, in corrispondenza dei piedi della croce, in modo che i fedeli entrati nell'edificio camminassero verso oriente simboleggiando l'ascesa di Cristo. La direzione orientale corrisponde a quel segmento di orizzonte locale in cui i corpi celesti sorgono analogamente, dal punto di vista simbolico, alla stella della nascita di Cristo, nota come "la stella dell'est". Le chiese dovevano assolvere agli aspetti puramente liturgici quindi le istruzioni che venivano date agli architetti in fase di progettazione si basavano su tutta una serie di indicazioni tratti dalla simbologia liturgica della religione cristiana. Era poi l'architetto ad impiegare Matematica, Geometria e Astronomia al fine di esprimere simbolicamente la funzione liturgica del culto. Il significato metaforico era notevole, infatti la cupola stava sovente a rappresentare la volta del cielo, mentre l'altare simboleggiava la cima della croce di Cristo, posta sulla montagna sacra: il Calvario. L'architetto sfruttava le proprie cognizioni di Astronomia di posizione per ricavare, mediante osservazioni, calcoli e costruzioni geometriche, la direzione di orientazione più opportuna per verificare le specifiche simboliche richieste dai committenti. L'Astronomia però era solo un mezzo per esprimere le funzioni liturgiche e simboliche del monumento. Ma perché l'Astronomia fu così presente nell'architettura sacra cristiana durante il Medioevo? È noto e ben documentato come il solstizio invernale abbia rappresentato, durante l'anno, un momento importante presso quasi tutte le popolazioni antiche, anche al di fuori dell'Europa, tanto da essere commemorato con una festa rituale che prevedeva tutta una serie di riti propiziatori atti ad onorare il Sole e a favorire il ritorno della bella stagione. Il moto apparente del punto di levata del Sole all'orizzonte locale in direzione sud, il suo rallentamento durante i giorni che precedono di poco il solstizio invernale, l'inversione della direzione del moto apparente ed il conseguente progressivo allungamento delle giornate erano un chiaro sintomo che la stagione invernale sarebbe presto terminata e con essa le difficoltà di sopravvivenza. Era il momento della "rinascita del Sole". Anche la Cristianità fece proprio questo concetto e, secondo le scritture, la nascita di Gesù venne stabilita essere avvenuta proprio in vicinanza della data del Solstizio di Inverno, mentre il suo concepimento fu posto in prossimità dell'equinozio di primavera e la ricorrenza dell'Annunciazione o Incarnazione (25 Marzo) ne celebrava il significato simbolico e liturgico. La conseguenza rituale è che ancora oggi la direzione della levata del Sole al solstizio d'inverno corrisponde grosso modo al sorgere del Sole nel giorno della festa solstiziale cristiana per eccellenza, cioè il Natale. Dopo aver accennato al significato rituale della direzione solstiziale, vediamo ora di mettere in evidenza i significati mistici che stanno dietro alla direzione equinoziale, soprattutto quella primaverile. Questa direzione potrebbe essere correlata con la data della Pasqua che,

come è noto, si celebra la domenica più vicina al primo plenilunio dopo l'equinozio di primavera. Essendo, però la data della Pasqua mobile rispetto alla data dell'equinozio a causa dei vincoli lunari, l'orientazione in accordo con la posizione del Sole nascente a Pasqua non poteva essere codificata in maniera fissa. Siccome la data della Pasqua può oscillare entro grosso modo 30 giorni oltre l'equinozio di primavera, cioè 1 mese sinodico lunare (29.5306 giorni), la differenza di orientazione rispetto alla linea equinoziale può arrivare fino a circa 18 gradi a nord dell'est. Questo significa che orientazioni comprese tra i 72 e i 90 gradi potrebbero essere correlate con la posizione del sorgere del Sole il giorno di Pasqua dell'anno di fondazione della chiesa. Oltre alla direzione del sorgere del Sole a Pasqua esistono anche altri significati mistici che la Chiesa antica collegò alla direzione equinoziale. Tale direzione era correlata anche con la data della ricorrenza detta dell'Incarnazione (o Annunciazione) festeggiata il 25 Marzo, che fino al Concilio di Nicea (325 d.C.), presieduto dall'imperatore romano Costantino il Grande, era ritenuto essere la data dell'equinozio di primavera, in accordo con il calendario giuliano allora ufficialmente accettato dalla Chiesa di Roma. Dal punto di vista astronomico la data equinoziale corretta era invece il 20 Marzo (alle ore 11:54 di Tempo Universale), la data del 25 Marzo era corretta al tempo di Giulio Cesare, ma il problema sarebbe stato risolto solamente nel 1582 con la riforma gregoriana del calendario. Nel 1001 d.C. la data astronomica dell'equinozio cadde il 15 Marzo, nel 1401 il 12 del mese e dopo la riforma si passò per decreto papale al 21 Marzo. I quattro giorni di differenza tra il 21 e il 25 implicavano circa 3 gradi di errore sistematico nella definizione della corretta direzione della linea equinoziale qualora l'architetto incaricato della costruzione avesse deciso di orientare l'asse della chiesa osservando la direzione del Sole nascente all'alba del giorno dell'equinozio di primavera indicato dal calendario, senza eseguire alcuna rilevazione astronomica sperimentale della corretta direzione equinoziale. Nell'anno 1000 addirittura la discrepanza tra l'equinozio vero e quello indicato dal calendario era di 10 giorni corrispondenti a circa 5 gradi di errore nell'orientazione dell'edificio sacro. Alla luce di questi fatti è quindi importante cercare di capire come i criteri suggeriti da Gerberto d'Aurillac e dalle usanze più antiche furono messi in pratica dagli architetti e dai progettisti dei luoghi di culto dal Medioevo. L'orientazione rigorosa di una costruzione lungo la direzione equinoziale era, dal punto di vista operativo, un problema di non facile soluzione. La metodologia più moderna disponibile durante il Medioevo è quanto riportato dal "*Geometria*" di Gerberto d'Aurillac oppure nel "*De Architettura*" di Vitruvio o nel "*De limitibus constituendi*" di Igino il Gromatico o addirittura nella "*Naturalis Historia*" di Plinio il Vecchio e le necessarie conoscenze astronomiche erano per lo più bagaglio culturale degli esponenti del clero sia monastico che secolare. In realtà, durante il Medioevo l'orientazione equinoziale dei luoghi di culto era fortemente consigliata, ma non era precetto da rispettarsi in maniera rigida e dogmatica, quindi esistono chiese con orientazione differente da quella prevista dal criterio "*Sol Aequinoctialis*", ma generalmente, salvo qualche caso per la verità molto interessante, l'orientazione rimaneva coerente con il criterio "*ad Solem Orientem*". Inizialmente era necessario disporre di una semplice, ma efficiente, strumentazione atta ad individuare la direzione cercata, in secondo luogo era richiesta l'applicazione di un procedura di lavoro, basata su semplici ed elementari cognizioni di Geometria e di Astronomia di posizione, ma capace di condurre a risultati corretti, ed infine erano richieste una o più persone capaci di portare a termine l'operazione in maniera sufficientemente accurata, essendo nel contempo capaci di eseguire le osservazioni astronomiche necessarie ad acquisire i riferimenti basilari per la corretta esecuzione del loro lavoro. Come abbiamo detto, durante il medioevo



L'edificazione di una chiesa doveva soggiacere a regole ben precise di orientazione del suo asse ingresso-abside, ma anche nello stabilire il periodo in cui il rito di fondazione doveva essere celebrato. Guido Bonatti da Forlì, matematico, astronomo e astrologo attivo a Parigi durante il XIII secolo, nel suo *"Decem continens tractatus astronomiae"*, di cui si dispone di un'edizione pubblicata a Venezia nel 1506, mette in evidenza che le chiese, essendo centri di potere divino, dovevano essere innalzate secondo scrupolose regole rituali seguendo il corso dei cieli e che dovevano essere edificate quando si verificano talune congiunzioni astrali favorevoli. In particolare l'epoca di fondazione delle chiese era scelta in accordo con la levata all'orizzonte, per la prima volta durante l'anno, delle stelle della costellazione dell'Ariete, quindi il periodo scelto era di poco successivo all'equinozio di primavera ed era in accordo con le regole astronomiche della celebrazione della Pasqua cristiana. La ragione non era solo mistica, ma rispondeva anche a due esigenze pratiche ben precise, la prima delle quali era rappresentata dal fatto che quello era il periodo in cui il gelo e le piogge invernali cessavano ed il terreno diventava più morbido consentendo agli operai di lavorare agevolmente, l'altra era di avere a disposizione un lungo periodo di tempo, fino al successivo inverno, per portare a termine i lavori di edilizia, in modo tale che la costruzione potesse essere completata o quasi prima dell'arrivo della brutta stagione. Talvolta anche l'anno in cui i lavori dovevano iniziare era scelto con cura in funzione di particolari eventi astronomici favorevoli ai quali gli astrologi attribuivano grande significato. Nel 1406, Jean Ganimet scriveva: « *Si velis aedificare aedificium duraturum, considera in fundazione stallas fixas in primario et conferas eis planetas benevolos* » (Jean Ganimet, *"Coeli enarrant"*, Lione 1406) « Se vuoi edificare un edificio durevole, nella fondazione osserva primariamente le stelle fisse e paragona ad esse i pianeti benevoli ». Quindi non solo la levata eliacale delle stelle dell'Ariete definiva il periodo stagionale più favorevole, ma le posizioni planetarie, soprattutto quelle di Marte e Giove, nelle costellazioni zodiacali stabilivano gli anni più adatti per l'edificazione degli edifici sacri, soprattutto quelli di rilevante importanza. La conseguenza è che nessuno dei luoghi di culto medioevali sorse secondo criteri casuali, ma ciascuno venne edificato seguendo i canoni costruttivi e soprattutto di orientazione, che ribadivano la tradizione diffusa di orientare i templi o più in generale i luoghi di culto verso la direzione cardinale est (*Versus Solem Orientem*) ed in particolare verso il punto di levata del Sole agli equinozi (*Sol Aequinoctialis*). La rigidità nell'orientazione è un elemento che però andò decadendo nel tempo, attraverso i secoli. L'analisi dell'orientazione degli assi dei luoghi di culto medioevali presenti lungo l'arco alpino, rispetto alla direzione del meridiano astronomico locale, ha messo in evidenza una correlazione tra la data di edificazione della chiesa e l'ampiezza della distribuzione delle orientazioni rilevate sperimentalmente. Le chiese costruite prima del 1500 sono caratterizzate da una orientazione molto accurata, mentre da 1500 in poi, fino al 1700, l'orientazione diviene meno precisa fino ad arrivare al 1700 epoca dalla quale in poi i luoghi di culto tendono ad essere orientati in maniera quasi casuale. Questo è evidente soprattutto nei borghi, mentre le chiese isolate nelle vallate rimangono ancora abbastanza ben orientate anche nel XVIII secolo. La spiegazione di questo fatto è abbastanza intuitiva. Prima del 1500, non essendo diffuso in architettura l'uso della bussola, era necessario utilizzare le osservazioni astronomiche per determinare le linee equinoziale e meridiana. Successivamente l'uso della bussola produsse chiese orientate secondo la direzione del punto cardinale est magnetico che differiva in maniera variabile nel tempo dall'est astronomico a causa della declinazione magnetica locale e della sua variazione; tali discrepanze possono essere attualmente misurate e i moderni

computer consentono di ricostruire le direzioni astronomiche fondamentali per un certo luogo, nei tempi passati.

## L'orientazione astronomica e la simbologia liturgica

Dopo esserci occupati del criterio di orientazione astronomica nell'architettura degli edifici chiesastici è ora necessario prendere in esame un altro aspetto fondamentale dell'orientazione astronomica nell'ambito religioso cristiano: la relazione che intercorre tra le principali direzioni astronomicamente significative e la simbologia liturgica. In tempi recenti svariati importanti teologi si sono occupati di questo argomento con l'intento di mettere in evidenza e recuperare le antiche tradizioni in questo senso. L'orientazione astronomica degli edifici di culto era strettamente correlata con la direzione verso cui doveva essere elevata la preghiera durante le celebrazioni liturgiche; questo ovviamente doveva essere in stretta relazione con la disposizione degli altari all'interno degli edifici di culto. In un volume pubblicato di recente, dal titolo "*Rivolti al Signore*" il teologo tedesco Uwe Michael Lang, ha posto l'attenzione sull'importanza dell'orientazione astronomica nella preghiera durante la liturgia. Il libro è la traduzione dell'originale scritto da padre Lang prima in tedesco e poi in inglese, nel 2004, e contiene la prefazione di un personaggio importante, l'allora Cardinale Ratzinger ora Papa Benedetto XVI, e questo ha suscitato un certo clamore, anche per le tesi enunciate dall'allora Prefetto della Congregazione per la Dottrina della Fede. L'attuale pontefice, infatti, afferma in quella sua prefazione come i frutti più appariscenti della riforma liturgica del Concilio Vaticano II sembrano essere: a) la scomparsa della lingua latina, utilizzata per secoli nella Messa, e b) l'altare orientato verso il popolo. In realtà, secondo Benedetto XVI, nulla di tutto questo, è stato previsto dal Concilio che, se è vero che introduce l'uso della lingua italiana per alcune parti della Messa, è anche vero che vuole conservare la lingua latina nei riti latini. Di altari *versus populum*, poi, i documenti redatti dal Concilio non fanno alcun cenno. Quest'ultimo punto rappresenta un aspetto importante dal punto di vista liturgico e simbolico, ma anche astronomico, poiché si occupa della direzione verso la quale i Cristiani, hanno fin dai primordi del Cristianesimo, reso lode a Dio. La posizione dell'altare all'interno delle chiese cristiane deve quindi essere in relazione a tale direzione, ma essendo l'edificio chiesastico astronomicamente orientato secondo le prescrizioni liturgiche, anche la posizione e l'orientazione dell'altare deve risultare astronomicamente significativa. L'orientamento astronomico della preghiera liturgica è importante almeno per tre motivi. Il primo riguarda il valore e l'importanza che la liturgia ha sempre avuto nella vita della Chiesa, sia nel passato che nel presente. Se la liturgia, secondo la Costituzione Conciliare *Sacrosanctum Concilium*, è *fons et culmen*, rappresenta la fonte e l'apice a cui tende tutta la vita ecclesiale, non può non essere fondamentale la modalità celebrativa di una comunità: le parole i riti e i gesti che vengono compiuti nelle celebrazioni e quindi anche la direzione in cui sia l'altare che il celebrante che i fedeli sono orientati. Attraverso la liturgia si entra in contatto con Dio, si rievoca il sacrificio di Cristo sulla croce, il cielo viene trasposto simbolicamente sulla Terra e ci viene comunicata la Vita stessa di Dio. La liturgia è il cuore della Chiesa. Per questo parlare della direzione *orientata*, cioè etimologicamente "diretta verso oriente", della preghiera liturgica è un argomento molto importante non solo dal punto di vista storico, ma anche nel mondo

moderno. L'importanza dell'orientamento della preghiera, in relazione alle direzioni astronomiche fondamentali, è caratterizzato da una giustificazione storica e di tradizione liturgica che riguardano sia la spiritualità della liturgia che il modo stesso di viverla. In tutte le grandi religioni antiche e moderne, come anche nel paganesimo, gli uomini hanno assunto una posizione ben precisa ed hanno scelto una ben determinata direzione topografica rispetto alle direzioni cardinali astronomiche fondamentali per pregare, quindi è stata stabilita una *direzione sacra* che ha avuto effetti fondamentali sul culto, non solo nell'ambito cristiano. Gli Ebrei pregavano rivolti verso la Gerusalemme terrena e in particolare verso il *sancta sanctorum* del tempio, dove era stabilita la presenza stessa di Dio (*shekinah*). Il tempio di Gerusalemme era accuratamente astronomicamente orientato secondo la linea equinoziale, cioè la est-ovest astronomica, in modo tale che il Sole nascente agli equinozi gettasse la sua luce fino all'interno del *sancta sanctorum* illuminandolo solamente per un paio di minuti e solo in due particolari giorni all'anno, quando le ore di luce erano le stesse di quelle di buio ed il Sole era posto sull'equatore celeste. Pensiamo agli islamici, per i quali Maometto prescrisse che la preghiera rituale doveva essere rivolta verso la direzione della *Kaaba* della Mecca. Per quanto riguarda i Cristiani non vi è dubbio che, fin da tempi molto antichi, fosse naturale per i Cristiani di tutto il mondo conosciuto volgersi in preghiera verso il Sole nascente, ovvero verso il settore orientale dell'orizzonte naturale locale. Sia nella preghiera privata che nella preghiera liturgica pubblica i Cristiani non si rivolgevano più verso la Gerusalemme terrena, ma verso la nuova Gerusalemme celeste coloritamente descritta dall'evangelista Giovanni. Essi credevano fermamente che, quando il Signore fosse tornato nella gloria per giudicare il mondo, avrebbe radunato i suoi eletti per formare questa città celeste. Il Sole nascente all'orizzonte orientale locale era quindi considerato il simbolo più adatto a visualizzare questa speranza. Esistono svariate fonti documentarie collocabili cronologicamente fino al II sec. d.C., quindi in epoca paleocristiana, che testimoniano unanimemente l'usanza cristiana del pregare rivolti verso oriente, sia perché in tale direzione sorge il Sole che è il simbolo di Cristo, la vera luce che non tramonta mai, secondo il Vangelo di Giovanni, sia perché, secondo la fede cristiana, sarà da oriente che il Signore tornerà vittorioso nella *parusia* a giudicare tutti gli uomini di tutte le epoche della storia. L'evangelista Matteo ci dice: "*Come la folgore viene da oriente e brilla fino a occidente, così sarà la venuta del Figlio dell'uomo*" (Mt 24,27). Dobbiamo ora chiederci quale fosse storicamente la posizione dell'altare e del celebrante, nelle chiese antiche, in base all'usanza descritta. Quello che sembra emergere molto chiaramente dagli studi storici ed archeoastronomici riguardanti l'architettura e l'orientazione degli edifici di culto rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali, è che questi erano costruiti con l'abside orientato verso alcuni punti particolari del segmento orientale dell'orizzonte astronomico locale corrispondenti all'arco ortivo del Sole, e quindi anche l'altare era posto nella parte orientale della navata della chiesa, dove era posto l'abside e anche il celebrante era rivolto verso oriente durante la liturgia. Nei primi secoli del Cristianesimo esistevano anche alcune chiese orientate con l'abside verso occidente e l'ingresso posto ad oriente; questo avvenne solamente per qualche secolo, soprattutto a Roma e nell'Africa settentrionale. Questo era dovuto al fatto che venivano riutilizzate, ad uso cristiano, fondazioni pagane già esistenti o costruite Chiese *ex novo* sulle tombe dei santi, le quali tombe, con la loro orientazione, determinavano automaticamente l'orientamento della nuova costruzione. Il fatto, quindi, che il sacerdote ed i fedeli fossero orientati tutti verso l'abside della Chiesa durante la celebrazione della Messa, con il celebrante che "volgeva le spalle" al popolo, come avviene nel rito romano tradizionale, non era una ritualità priva di motivazione, ma

tutti, sacerdote e popolo, insieme volgevano lo sguardo e innalzavano i cuori al Signore che, come Sole che quotidianamente sorge all'orizzonte orientale, sarebbe ritornato risorto e trionfante proprio dalla direzione dove la croce innalzata sull'altare si stagliava contro l'abside. Storicamente, anche nelle chiese orientate con l'abside posto ad occidente, quindi con l'ingresso posto ad oriente e l'altare orientato *versus populum*, durante la preghiera eucaristica i fedeli, che poco prima guardavano in viso il celebrante come avviene nell'attuale liturgia romana post-conciliare, si rivolgevano verso l'ingresso dell'edificio e tutti erano rivolti al Signore verso oriente, per offrire il santo sacrificio e lodare Dio attendendo il suo ritorno. Dopo il Concilio Vaticano II, ma non a causa di esso, sono apparsi gli altari rivolti al popolo i quali hanno sostituito gli antichi altari diretti *versus absidem*, con lo scopo principale di favorire una migliore comunicazione tra il celebrante e i fedeli. Se gli altari *versus populum* sono stati consentiti, e sono tuttora legittimi come afferma l'Ordinamento Generale del Messale Romano, non è però mai stata proibita la celebrazione *versus absidem* secondo la precisazione, emessa nel mese di Settembre dell'anno 2000 dalla Congregazione per il Culto Divino, guidata all'epoca dal Card. Jorge Arturo Medina Estévez. Inoltre, sottolinea la Congregazione, si deve sempre distinguere la *posizione fisica* dall'*orientamento spirituale e interiore* dei partecipanti: il santo sacrificio della Messa, deve essere offerto con l'atteggiamento spirituale *versus Deum per Iesum Christum* cioè verso Dio attraverso Gesù Cristo, qualunque sia la posizione e l'orientazione del sacerdote e dei fedeli. L'aspetto simbolico della liturgia è però molto significativo ed i gesti e le posizioni assunte durante la funzione hanno sempre un ben preciso valore reale. Nel suo libro *"Introduzione allo spirito della liturgia"*, pubblicato nel 2000, l'allora cardinale Joseph Ratzinger, ora papa Benedetto XVI propone che il sacerdote e i fedeli si volgano tutti verso oriente almeno durante il Canone o preghiera eucaristica, e nel caso questo non fosse possibile, di posizionare una croce sull'altare davanti al celebrante, posta quindi tra lui ed i fedeli, in quanto la croce era il segno che, tra i primi cristiani, veniva posto sulla parete orientale nell'abside delle basiliche per indicare la direzione della preghiera. E' evidente a questo punto che l'analisi archeoastronomica degli edifici di culto cristiano non può prescindere dalla corrispondente analisi dell'orientazione astronomica connessa con la simbologia liturgica in vigore nel periodo storico in cui l'edificio chiesastico era in attività.

## San Bassiano a Lodi Vecchio: le immagini da satellite

Della Basilica di San Bassiano a Lodi Vecchio esistono molte immagini riprese da diversi satelliti artificiali in orbita intorno alla Terra tra il 2006 ed il 2015. La disponibilità di molte immagini riprese in tempi diversi è rappresenta un consistente vantaggio in quanto i differenti satelliti sono caratterizzati da differenti angoli di ripresa rispetto alla direzione nadirale quindi è possibile stimare con buona approssimazione gli errori derivanti dagli effetti dell'angolo di "*swath*"<sup>1</sup> il quale rappresenta il contributo di maggiore entità

---

<sup>1</sup> La misura dell'azimut (geodetico) astronomico di orientazione delle linee potenzialmente astronomicamente significative rilevabili nei siti archeologici eseguita sulle immagini da satellite presenta tutta una serie di problemi che si riflettono nell'accuratezza con cui tali azimut vengono misurati e che quindi influenzeranno la successiva analisi archeoastronomica del sito archeologico. Dal punto di vista teorico è possibile identificare tre sorgenti principali di errore che concorrono all'errore finale  $\epsilon(Az)$  con cui è possibile misurare l'azimut astronomico di orientazione di una linea riconoscibile su un'immagine

all'errore di valutazione degli azimut astronomici di orientazione eseguiti analizzando le immagini tele rilevate. E' stato così possibile elaborare separatamente i vari insiemi di immagini ottimizzando su ciascuna di esse una serie di misure indipendenti dell'azimut astronomico di orientazione dell'asse della navata e poi si è proceduto a confrontare i risultati ottenuti. Uno degli effetti dell'errore di "swath" è proprio quello di deformare il profilo dell'edificio chiesastico stirandola nella direzione ortogonale al moto orbitale del satellite. Questo errore è molto dannoso quando si studia la geometria e l'orientazione di un manufatto archeologico sul terreno e sia una rigorosa georeferenziazione ed una altrettanto rigorosa georettificazione delle immagini sono necessarie prima di procedere alla misura delle dimensioni lineari e degli angoli di azimut delle linee astronomicamente importanti presenti nel sito.



**Immagine da satellite della Basilica di san Bassiano a Lodi Vecchio ripresa il 12 Marzo 2015.**

satellitare. La prima componente, cioè  $\epsilon(\text{oper})$  si riferisce all'errore compiuto dall'operatore il quale misura mediante uno strumento software l'azimut di orientazione di una linea sull'immagine satellitare del sito archeologico. Tale errore dipende sia dall'abilità e dall'esperienza di colui che misura sia dall'accuratezza dello strumento software utilizzato.

La seconda fonte di errore, cioè  $\epsilon(\text{swath})$  rappresenta la causa più pericolosa ai fini della corretta valutazione dell'azimut astronomico di orientazione di una linea identificata sull'immagine satellitare e dipende dall'angolo  $\theta$  con cui la fotocamera del satellite ha ripreso il sito archeologico che stiamo studiando. Se la ripresa è di tipo zenitale allora  $\theta = 0$ , altrimenti il valore di tale angolo (detto "angolo di swath") è maggiore di 0 e può arrivare a seconda del satellite e delle condizioni di ripresa anche a valori dell'ordine di  $25^\circ$  come nel caso delle riprese eseguite dal satellite QuickBird gestito da Digital Globe (USA). Se l'esecuzione delle misure avviene sulle ortofoto allora l'angolo  $\theta$  è nullo in quanto le immagini sono zenitali per definizione. Il terzo errore  $\epsilon(\text{georef})$  deriva dalle tecniche utilizzate per georeferenziare e georettificare l'immagine sulla base delle coordinate geografiche accurate di un certo numero di punti di riferimento sul terreno e se la procedura è eseguita a regola d'arte, tale errore è trascurabile.

In particolare è stato possibile esaminare le immagini riprese nel 2015 che sono disponibili già georeferenziate e georettificate in modo da essere trasformarle in ortofotocarte, su cui è stato possibile eseguite accuratamente le misure di orientazione dell'asse della chiesa rispetto alla direzione nord del meridiano astronomico locale con l'obbiettivo di ricostruire la metodologia applicata in fase progettuale e nella successiva fase di realizzazione dell'edificio e di riconoscere il criterio astronomico di orientazione applicato dai costruttori.

## Georeferenziazione

La posizione geografica della Basilica di San Bassiano derivata utilizzando le immagini satellitari georeferenziate e georettificate è la seguente:

$$LAT = 45^{\circ} 17' 49'',68 N$$

$$LON = 9^{\circ} 25' 41'',36 E$$

$$ALT = 78 \text{ mt.}$$

Corrispondente al centro geometrico dell'emiciclo absidale principale e riferita all'ellissoide geocentrico standard di riferimento WGS84 e nota con un'incertezza media globale lineare dell'ordine di 30 cm la quale corrisponde alla incertezza di posizionamento spaziale della chiesa. L'incertezza sulla quota è maggiore, come usualmente accade nel caso del rilievo satellitare.

## Rilievo dell'orientazione della navata

La direzione di orientazione della navata principale rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali è stato ottenuto sulla base dell'analisi delle immagini georeferenziate ottenute da satellite. Le misure di orientazione ottenute sono state trattate eseguendo la media pesata di molte determinazioni indipendenti di azimuth astronomico eseguite sulle immagini digitali georeferenziate e georettificate. Il risultato finale è stato che l'asse della navata, nella direzione ingresso9-abside, è orientato secondo un azimuth astronomico medio pesato pari a  $120^{\circ},3$  rispetto alla direzione nord del meridiano astronomico locale, con un'incertezza pari a  $\pm 0^{\circ},1$ ; dalla parte opposta l'azimut astronomico di orientazione è pari a  $300^{\circ},3$  sempre con il medesimo margine d'incertezza pari a  $\pm 0^{\circ},1$ . Questo valori degli azimuth astronomici di orientazione sono quelli su cui basare l'indagine archeoastronomica con l'obbiettivo di mettere in evidenza i criteri adottati in fase di progetto e di edificazione della antica chiesa dei XII Apostoli edificata nell'anno 378 d.C.



## Il profilo dell'orizzonte naturale locale

Lo studio archeoastronomico dei siti archeologici, compresi gli antichi edifici chiesastici, ha mostrato in maniera molto frequente l'orientazione degli assi della navate verso il punto di levata del Sole all'orizzonte naturale locale di sfondo in corrispondenza di talune date liturgicamente e tradizionalmente importanti per le comunità locali poste nel territorio dove la chiesa sorge. Quando questo avviene, nel sito non si rilevano particolari dispositivi di traguardo, ma veniva stabilito molto accuratamente il cosiddetto "*punto di stazione*" cioè il punto dove si posizionava colui che eseguiva le osservazioni astronomiche necessarie ad orientare l'edificio. Anche nel caso dell'antica chiesa dei XII Apostoli edificata nel 378 e precedente alla successiva Basilica di san Bassiano è avvenuto questo e la posizione più probabile per tale punto sembra essere stato il centro geometrico dell'emiciclo absidale. Questo rende indispensabile un'accurata conoscenza del profilo dell'orizzonte naturale locale di sfondo nella segmento orientale dell'orizzonte corrispondente all'intersezione tra l'arco ortivo solare ed il prolungamento virtuale dell'asse della navata principale della Basilica. Allo stesso modo, dalla parte opposta, è indispensabile conoscere con precisione l'andamento dell'orizzonte naturale locale nella direzione in cui l'asse della navata interseca l'arco occiduo del Sole. Questo può essere ottenuto utilizzando sia le misure topografiche eseguite localmente, sia i dati DEM (Digital Elevation Model) ottenuti dalla Shuttle Radar Topographic Mission (SRTM)<sup>2</sup> i quali forniscono le quote altimetriche praticamente di tutta la superficie del pianeta ad intervalli di campionamento pari a 90 metri sul territorio italiano con una precisione di 2,1 metri sulla quota di ciascun punto rispetto all'ellissoide geocentrico WGS84. Con questi dati di partenza è stato possibile ricostruire molto accuratamente il profilo dell'orizzonte naturale locale tutto intorno alla basilica di San Bassiano a Lodi Vecchio e stabilire i punti di sorgere e di tramontare degli astri come erano visibili dalla posizione geografica della chiesa sia nell'anno 378, sia nel XIV secolo quando la basilica fu praticamente riedificata pressoché nello stato attuale. Il risultato del processo di sintesi è stato che l'asse della navata della chiesa interseca il profilo dell'orizzonte naturale locale di sfondo ad un azimut pari a  $120^{\circ},3$  e ad un'altezza angolare apparente dell'orizzonte naturale locale inferiore a  $1^{\circ}$  rispetto alla linea dell'orizzonte astronomico locale ( $h_0=0^{\circ}$ ). L'incertezza con cui tale valore è stato sintetizzato è dell'ordine di  $\pm 0^{\circ},2$ . Nella direzione opposta, quella di azimut astronomico pari a  $300^{\circ},3$  l'altezza angolare apparente dell'orizzonte naturale locale rispetto a quello astronomico è pari a  $4^{\circ}$  calcolato tenendo conto dell'ostruzione dell'orizzonte dovuta al profilo dell'abitato di Laus Pompeia. Questi sono dati indispensabile e fondamentali ai fini dell'accurata analisi archeoastronomica della basilica, ma soprattutto della primitiva chiesa.

---

<sup>2</sup> I dati altimetrici relativi alla SRTM sono liberamente scaricabili in forma numerica, per gli intervalli di latitudine e longitudine geografica richiesti, dal sito internet:  
<http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>

## Le monofore absidali della basilica

Nell'abside principale dell'attuale basilica si aprono tre monofore i cui azimut astronomici dei loro assi sono i seguenti:

Monofora settentrionale:  $Az = 77^{\circ},9 \pm 0^{\circ},3$   
 Monofora centrale :  $Az = 117^{\circ},6 \pm 0^{\circ},3$   
 Monofora meridionale:  $Az = 161^{\circ},5 \pm 0^{\circ},3$

Ovviamente invece nulla è noto in relazione alla disposizione delle monofore absidali della chiesa dei XII Apostoli risalente al IV secolo.



Le monofore absidali della Basilica di San Bassiano a Lodi Vecchio

## Analisi archeoastronomica

Il profilo dell'orizzonte naturale locale rappresentato dall'andamento del paesaggio di sfondo nella direzione orientale ottenuto per sintesi SRTM ha mostrato che l'altezza apparente dell'orizzonte naturale locale è dell'ordine dei  $1^{\circ}$  rispetto alla linea dell'orizzonte astronomico locale, mentre dalla parte opposta l'altezza angolare

dell'orizzonte naturale locale è pari a 4°. Prendiamo in esame la chiesa dei XII Apostoli fondata dal vescovo Bassiano il 1 Gennaio 378 e consacrata nel Novembre 387.

Place: San Bassiano a Lodi vecchio|

Latitude: 45.30 Degrees Year: 378.0

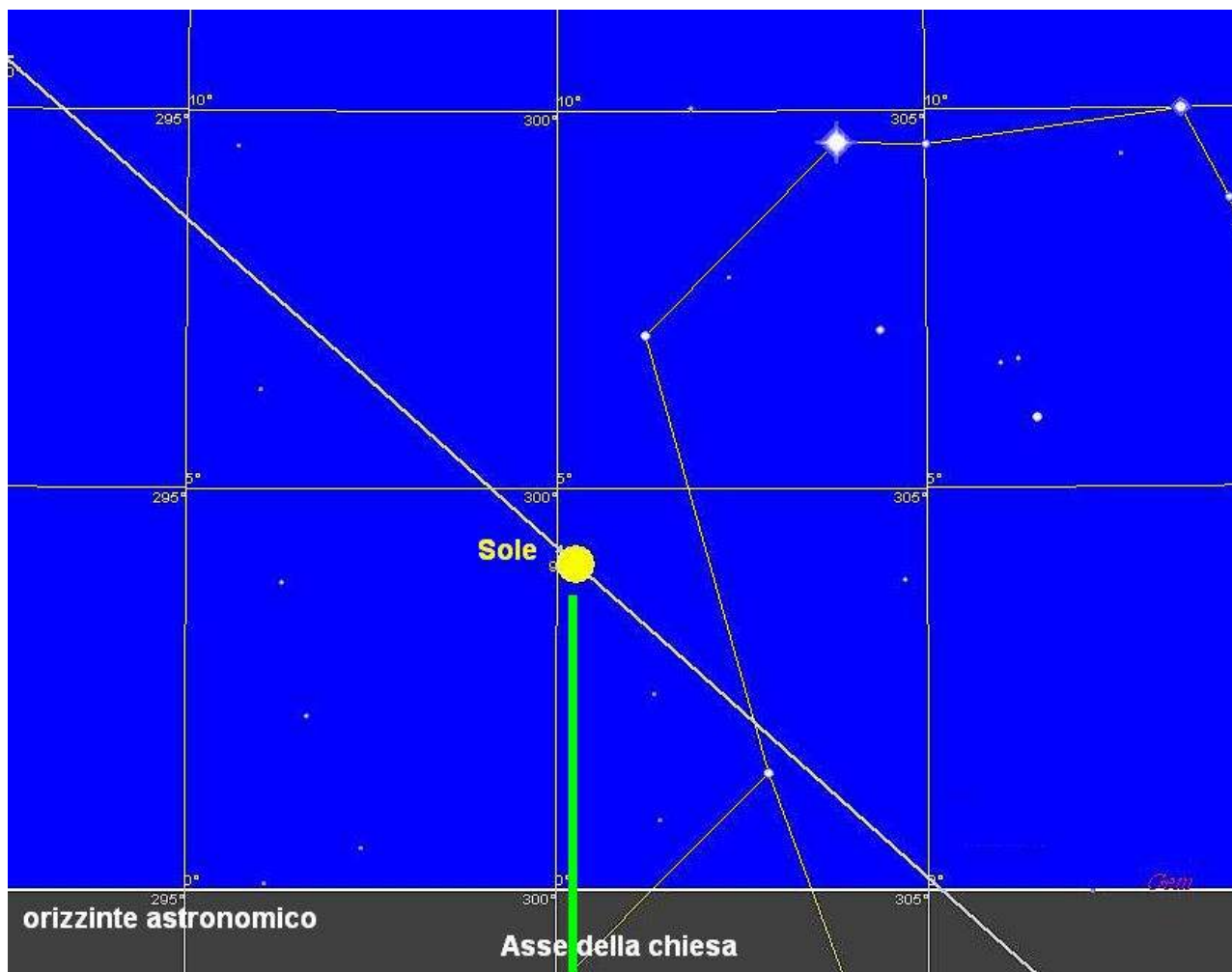
Decl.	Height of the local horizon (degrees)											
	0		2		4		6		8		10	
	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set
+e U	54.2	305.8	57.0	303.0	59.4	300.6	61.7	298.3	63.9	296.1	66.0	294.0
+e C	54.5	305.5	57.3	302.7	59.7	300.3	62.0	298.0	64.2	295.8	66.3	293.7
+e D	54.8	305.2	57.6	302.4	60.0	300.0	62.3	297.7	64.4	295.6	66.5	293.5
0 U	89.2	270.8	91.5	268.5	93.6	266.4	95.7	264.3	97.8	262.2	99.9	260.1
0 C	89.4	270.6	91.7	268.3	93.9	266.1	96.0	264.0	98.1	261.9	100.2	259.8
0 D	89.6	270.4	92.0	268.0	94.1	265.9	96.2	263.8	98.3	261.7	100.5	259.5
-e U	123.8	236.2	126.6	233.4	129.4	230.6	132.2	227.8	135.3	224.7	138.6	221.4
-e C	124.1	235.9	126.9	233.1	129.7	230.3	132.6	227.4	135.7	224.3	139.1	220.9
-e D	124.3	235.7	127.2	232.8	130.1	229.9	133.0	227.0	136.1	223.9	139.5	220.5

Rise : Azimuth of the rising Sun (degrees)  
 Set : Azimuth of the setting Sun (degrees)  
 (measured eastward from the North direction).

U : Upper limb (first gleaming)  
 C : Center of the disk  
 D : Lower limb (last contact)

### **Azimet di levata e tramonto solare ai solstizi e agli equinozi a San Bassiano nell'anno 378 d.C., quando fu fondata la chiesa dei XII Apostoli, per differenti altezze angolari dell'orizzonte naturale locale.**

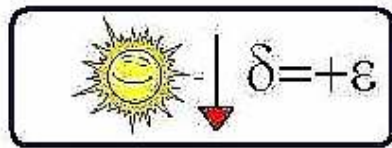
Il calcolo astronomico ha mostrato che la direzione di azimet astronomico pari a 120°,3 potrebbe essere correlata con il sorgere del Sole al solstizio d'inverno ( $\delta_{\odot}=-e$ ), ma l'azimet teorico della levata solare è circa 125°, quindi esiste una discrepanza dell'ordine di 5° in meno tra l'azimet di orientazione dell'asse della chiesa e la direzione di sorgere del Sole durante il IV secolo. Una discrepanza di -5° è difficilmente accettabile a meno di ammettere che durante la ricostruzione della basilica avvenuta nel XIV secolo sia stato introdotto un errore di orientazione di tale entità, cosa peraltro poco probabile. Se invece consideriamo la direzione opposta, quella che si stende dall'abside alla facciata osserviamo che nella direzione di azimet astronomico pari a 300°,3, durante il IV secolo poteva essere osservato il tramonto del Sole al solstizio d'estate ( $\delta_{\odot}=+e$ ), ad un'altezza angolare apparente dell'orizzonte naturale locale di 4° corrispondente al profilo dell'abitato di Laus Pompeia. In questo caso la concordanza è pressoché perfetta, quindi è estremamente probabile che la chiesa dei XII Apostoli consacrata nel IV secolo dal vescovo Bassiano sia stata allineata in modo da ricevere i raggi del Sole solstiziale estivo al suo tramonto. Nell'anno 378 il solstizio d'estate cadde il 21 Giugno in quanto il calendario giuliano era stato nuovamente messo in fase con il computo solare vero, qualche decennio prima durante il Concilio di Nicea celebrato nel 325.



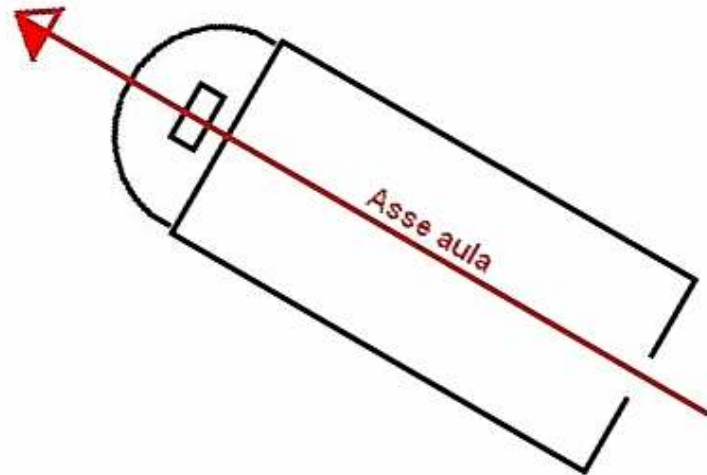
**Tramonto del Sole il 21 Giugno 378, solstizio d'estate, lungo l'asse della chiesa dei XII Apostoli a Laus Pompeia (Lodi Vecchio). Altezza angolare apparente dell'orizzonte naturale locale pari a  $ho=+4^\circ$ .**

## L'orientazione astronomica del IV-V secolo

Prima di procedere oltre è necessario fare una parentesi importante. Le chiese paleocristiane di una certa importanza venivano costruite sul modello architettonico delle basiliche romane pagane, quindi con l'ingresso ad oriente e l'abside a occidente. Sia le Costituzioni Apostoliche sia gli atti del Concilio di Nicea, nell'anno 325, raccomandarono invece un'orientazione opposta, con l'abside posto ad oriente e la facciata con l'ingresso posti ad occidente. Quello che archeologicamente si rileva è che nel periodo compreso tra gli anni 300 e 450 le chiese vennero generalmente costruite secondo lo schema delle basiliche romane, quindi per tutto il IV secolo e metà di quello successivo l'orientazione astronomica degli edifici chiesastici è opposta a quella liturgicamente raccomandata nei secoli successivi dalla Curia Romana. E' quindi molto facile aspettarsi che, in fatto di orientazione astronomica, la chiesa dedicata ai XII Apostoli voluta dal vescovo Bassiano abbia rispettato le abitudini vigenti nel IV secolo quindi sia stata costruita con l'abside posto ad occidente, quindi verso il punto di tramonto del Sole e non verso quello della sua levata.



**Tramonta il Sole al  
solstizio d'estate**



**Probabile orientazione astronomica della chiesa dei XII Apostoli consacrata nel IV secolo dal vescovo Bassiano. In quel periodo era abitudine edificare le chiese con l'abside posto ad occidente e l'entrata ad oriente. Tale usanza si estinse nel successivo V secolo.**

Il criterio di orientazione solstiziale, cioè diretto non verso un target astronomico posto ad oriente oltre l'abside, ma verso il punto di tramonto del Sole ad occidente affonda le sue radici nel Cristianesimo Gnostico, ma anche nell'Arianesimo, mostrando anche rilevanti influenze di origine pagana. Questo dovrebbe farci riflettere sulla figura del vescovo Bassiano che, per quanto se ne sa, era di origine locale quindi il suo modo di pensare era intriso di cultura e tradizioni di origine celtica di probabile matrice insubre ancora molto vive nell'ambiente culturale popolare padano del IV secolo d.C.

In realtà noi non sappiamo nulla della geometria della chiesa dei XII Apostoli da lui consacrata e neanche sappiamo se effettivamente tale chiesa antica fosse ribaltata, con l'abside ad occidente, come fu comune durante il IV secolo d.C. in quanto chi progettava e costruiva gli edifici sacri aveva in mente lo schema vitruviano del tempio sacro, il quale appunto prevedeva l'entrata ad oriente e l'abside ad occidente. In quel periodo infatti per un po' di tempo si ebbe l'inversione dell'orientazione delle aule delle chiese, per tornare al tradizionale abside diretto ad oriente nel secolo successivo. Mi sento quindi di azzardare in questa sede l'ipotesi che la chiesa dei XII Apostoli fondata e consacrata da Bassiano fosse caratterizzata da un'orientazione astronomica di tipo vitruviano, quindi con l'entrata ad oriente e l'abside ad occidente in modo tale che l'altare guardasse ad oriente. Questa ipotesi sarebbe confermata dal fatto che se l'asse della basilica attuale e quello della chiesa dei XII Apostoli fondata da Bassiano nel 378 sono paralleli con un ridotto margine d'errore allora è l'orientazione occidentale ad essere molto precisa.

## La basilica del 1330

Vediamo ora la situazione nell'anno 1330 quando la chiesa dei XII Apostoli fu ricostruita e trasformata nella basilica attuale. Se calcoliamo gli azimut della levata e del tramonto del Sole ai solstizi e agli equinozi otteniamo una situazione di pochissimo differente rispetto a quella originale dell'anno 378.

Place: san Bassiano

Latitude: 45.30 Degrees Year: 1330.0

Decl.	Height of the local horizon (degrees)											
	0		2		4		6		8		10	
	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set	Rise	Set
+e U	54.4	305.6	57.2	302.8	59.6	300.4	61.9	298.1	64.1	295.9	66.2	293.8
+e C	54.7	305.3	57.5	302.5	59.9	300.1	62.2	297.8	64.4	295.6	66.5	293.5
+e D	55.0	305.0	57.8	302.2	60.2	299.8	62.5	297.5	64.6	295.4	66.7	293.3
0 U	89.2	270.8	91.5	268.5	93.6	266.4	95.7	264.3	97.8	262.2	99.9	260.1
0 C	89.4	270.6	91.7	268.3	93.9	266.1	96.0	264.0	98.1	261.9	100.2	259.8
0 D	89.6	270.4	92.0	268.0	94.1	265.9	96.2	263.8	98.3	261.7	100.5	259.5
-e U	123.6	236.4	126.4	233.6	129.1	230.9	132.0	228.0	135.1	224.9	138.4	221.6
-e C	123.9	236.1	126.7	233.3	129.5	230.5	132.4	227.6	135.5	224.5	138.8	221.2
-e D	124.1	235.9	127.0	233.0	129.8	230.2	132.8	227.2	135.9	224.1	139.3	220.7

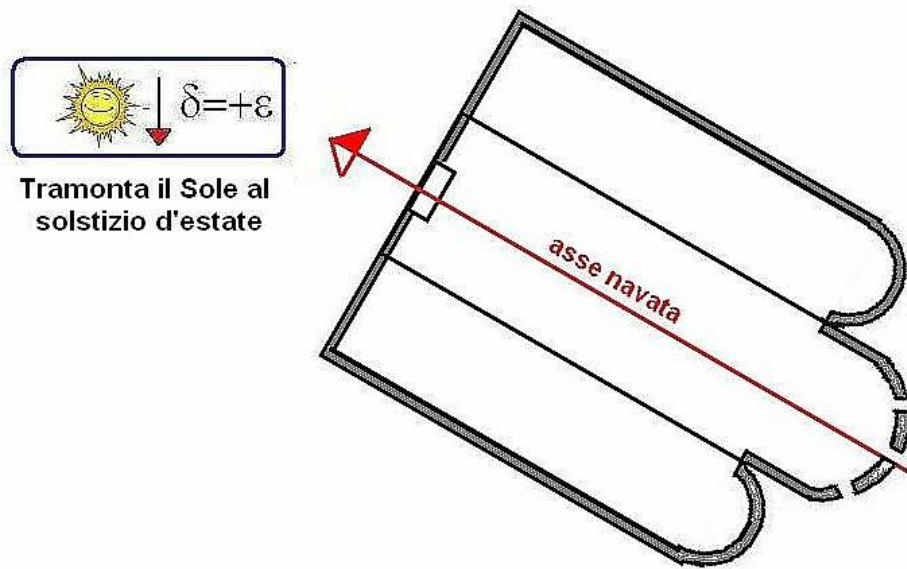
Rise : Azimuth of the rising sun (degrees)  
 Set : Azimuth of the setting Sun (degrees)  
 (measured eastward from the North direction).

U : Upper limb (first gleaming)  
 C : Center of the disk  
 D : Lower limb (last contact)

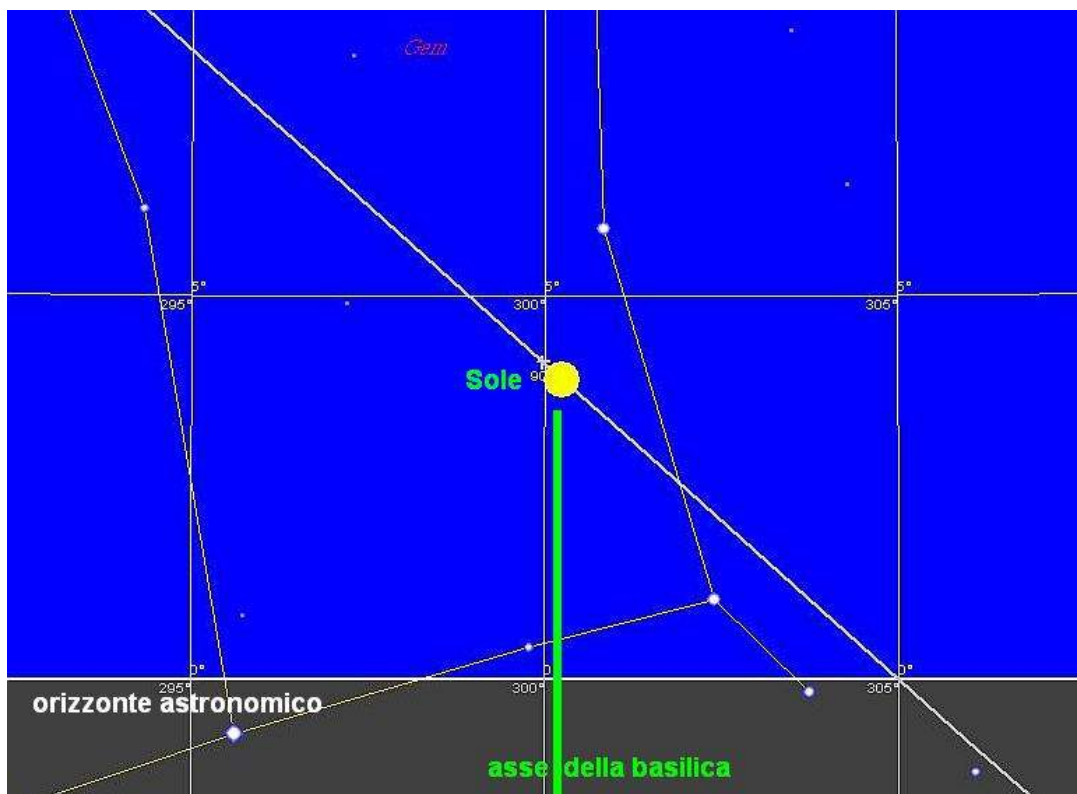
### Azimut di levata e tramonto solare ai solstizi e agli equinozi a San Bassiano nell'anno 1330 per differenti altezze angolari dell'orizzonte naturale locale.

Anche nel caso della ricostruzione del XIV secolo l'orientazione dell'asse della navata principale non cambiò e non cambiò nemmeno il criterio di orientazione astronomica che viene mantenuto. Anche la basilica quattrocentesca fu quindi allineata sul punto di tramonto del Sole al solstizio d'estate, ma in questo modo i raggi solari entravano attraverso la porta d'ingresso illuminando l'intera navata principale.





L'asse della Basilica di San Bassiano a Lodi Vecchio è allineato, nella direzione abside-ingresso, verso il punto di tramonto del Sole al solstizio d'estate dietro l'abitato dell'antica Laus Pompeia. Questo è dovuto alla originale orientazione astronomica della chiesa edificata nel IV secolo.

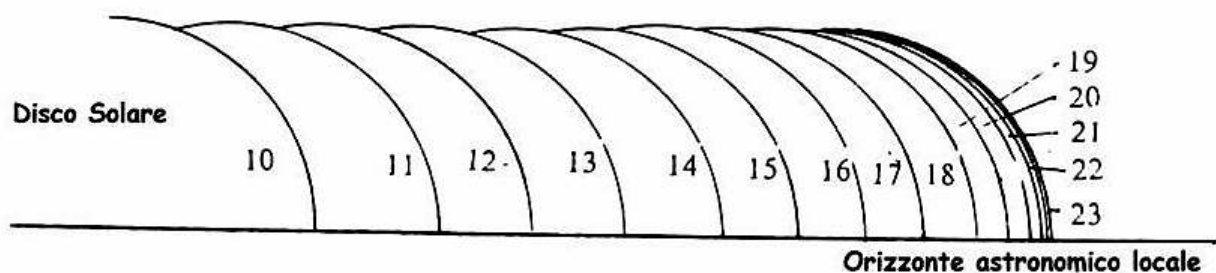


Tramonto del Sole il 13 Giugno 1330, solstizio d'estate, lungo l'asse della Basilica di San Bassiano a Lodi Vecchio. Altezza angolare apparente dell'orizzonte naturale locale pari a  $h_0 = +4^\circ$ . La data del 13 Giugno, invece che il 21 del mese, per il solstizio d'estate è dovuta all'errore progressivo del calendario giuliano rispetto al vero computo solare.

## La materializzazione della direzione solstiziale solare nella chiesa dei XII Apostoli del IV secolo.

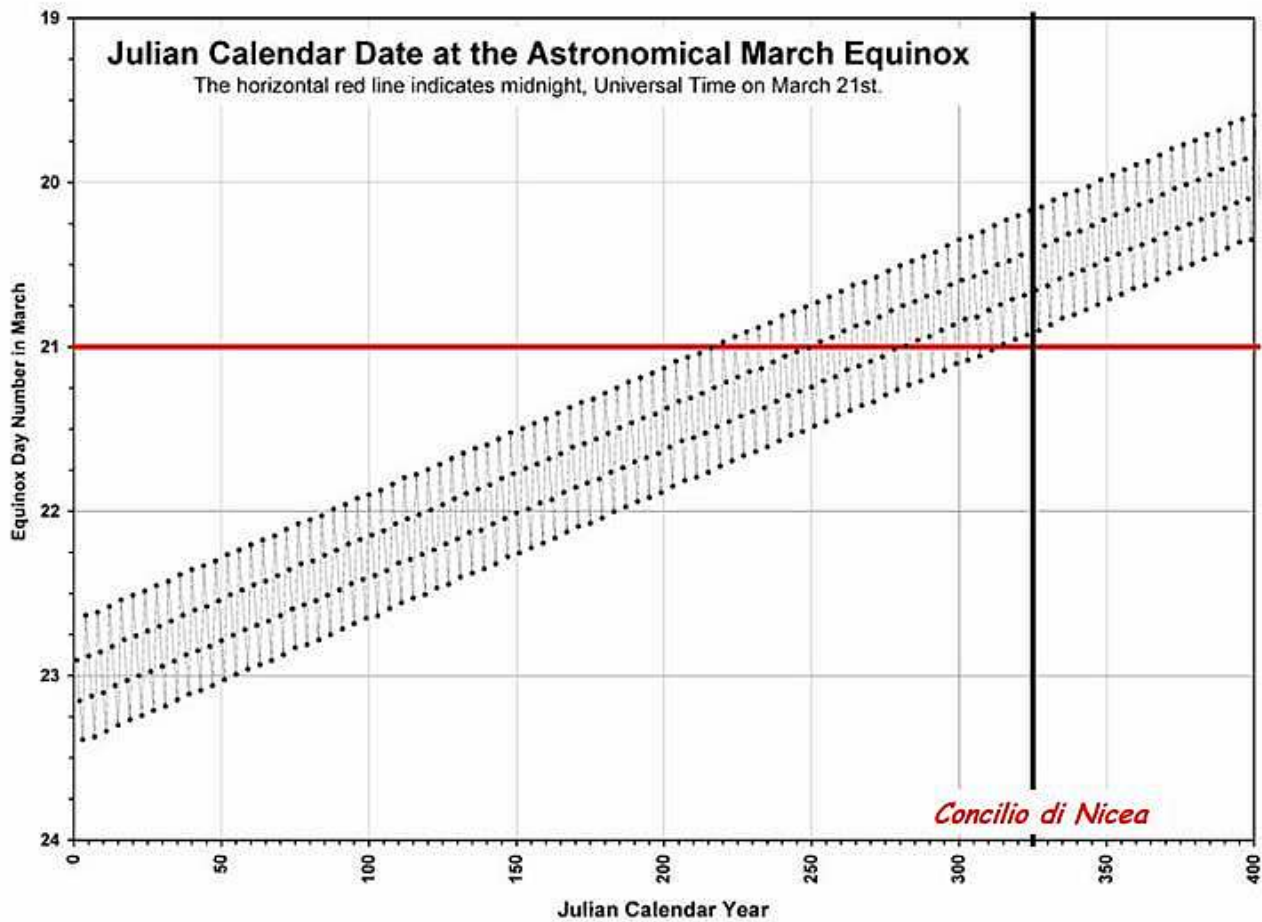
Una volta riconosciuta la tipologia dell'orientazione astronomica dell'edificio chiesastico, la fase successiva è quella di cercare di capire in quale modo la giusta direzione astronomica sia stata materializzata praticamente sul terreno durante il IV secolo. A questo proposito è necessario studiare accuratamente gli errori di orientazione, cioè le differenze tra l'azimut astronomico dell'asse dell'aula dell'edificio chiesastico e l'azimut teorico della levata solare a cui l'orientazione della chiesa si riferisce. A seconda del margine di errore è possibile capire quale fu la metodologia adottata per materializzare sul terreno la direzione astronomica giusta per poi edificare i muri che delimitano l'edificio chiesastico. L'analisi archeoastronomica ha mostrato senza ombra di dubbio che nel caso della chiesa edificata e consacrata nel IV secolo, la direzione del tramonto solare solstiziale estivo fu stabilito "a vista" osservando il tramonto del disco solare dietro il profilo dell'abitato di Laus Pompeia in uno degli anni immediatamente antecedenti il 378 d.C. o molto probabilmente in quel medesimo anno, prima che la costruzione della chiesa iniziasse. E' ormai accertato che la prima fase costruttiva era quella dell'orientazione subito seguita dalla costruzione dell'emiciclo absidale e poi dal resto dell'edificio chiesastico. Ecco come la procedura, con grande probabilità, si è evoluta.

In primo luogo fu necessario stabilire al data solare effettiva del solstizio d'estate e questo durante il IV secolo era possibile in due modi: il primo era quello di osservare il punto di tramonto del Sole nei giorni immediatamente precedenti alla data approssimativa del solstizio, osservare il progressivo rallentamento del punto di tramonto del disco solare all'orizzonte, giorno dopo giorno, fino al suo fermarsi per poi iniziare il cammino inverso. La massima digressione settentrionale del punto di tramonto del Sole indicava il punto solstiziale verso cui allineare l'asse dell'aula della costruendo chiesa.



**Il lento movimento giornaliero del Sole quando tramonta all'orizzonte in prossimità del solstizio d'estate. Solo accurate osservazioni consentono di stabilire esattamente la posizione di massima digressione settentrionale punto di tramonto del disco solare. I numeri si riferiscono ai giorni del mese di Giugno.**

Un altro metodo per stabilire la posizione di tramonto del Sole al solstizio d'estate è quello di osservare alla sera della data convenzionale del calendario relativa al solstizio, ad esempio il 21 Giugno. In questo caso si può giungere ad una errata valutazione della posizione dell'effettivo punto di tramonto solare solstiziale a causa dell'errore del calendario giuliano in vigore nelle aree geografiche corrispondenti ai territori dell'impero romano, prima del 1582 (data della riforma gregoriana) rispetto al computo solare vero.



Il Calendario Giuliano utilizza un anno medio di calendario lungo 365,25 giorni solari medi, mentre la lunghezza dell'anno tropico è pari a 365,2422 giorni solari medi. Questo provoca una deriva di 1 giorno ogni 129 anni tra il computo calendariale giuliano ed il computo solare vero astronomico. La data vera dell'equinozio di primavera è quindi soggetta ad una deriva progressiva  $\Delta$  rispetto al valore standard del 21 Marzo prevista dal computo calendariale giuliano, pari a:

$$\Delta = (365,2422 - 365,2500) \times Y \quad (\text{in giorni})$$

dove Y sono gli anni trascorsi

La deriva del calendario giuliano rispetto al computo solare vero. Nell'anno 378 quando il vescovo Bassiano fonda la chiesa dei XII Apostoli la data giuliana del solstizio d'estate era il 21 Giugno e quindi l'osservazione del punto di tramonto del Sole in quel particolare giorno fornì una valutazione corretta della direzione del punto di tramonto solstiziale solare.

Nell'anno 378 quando il vescovo Bassiano fondò la chiesa dei XII Apostoli la data giuliana del solstizio d'estate era il 21 Giugno e quindi l'osservazione del punto di tramonto del Sole in quel particolare giorno fornì una valutazione corretta della direzione del punto di tramonto solstiziale solare.

Una volta che fu osservato il tramonto del disco solare all'orizzonte naturale locale nel giorno del solstizio d'estate e determinato il punto dell'orizzonte dove questo avveniva, fu necessario procedere alla materializzazione della direzione stabilita sul terreno. Per prima cosa il punto in cui si posizionò l'osservatore incaricato di monitorare la levata del disco del Sole solstiziale estivo e la sua posizione all'orizzonte corrispose al punto che costituì il centro geometrico dell'emiciclo absidale della costruenda chiesa, il quale simbolicamente rappresenta l'"*axis mundi*" e che venne materializzato con un palo verticale infisso nel terreno. Tecnicamente quello costituisce il "punto di stazione", ma non basta perché una linea retta viene esattamente definita da due punti da cui essa passa. Si rivela allora necessario infiggere nel terreno un altro palo, ad una certa distanza dal primo, disposto in modo tale che il disco solare venga visto sorgere dietro di esso; tecnicamente questo è il "punto di collimazione" e svolge la funzione di "mirino" analogamente a quanto avviene nel tiro con le armi da fuoco<sup>3</sup>. Esiste però un problema pratico e cioè che la collimazione diretta del disco solare sia all'alba che al tramonto è ostacolata dalla sua forte luminosità tanto che l'osservatore ne viene abbagliato e quindi diventa molto difficile stabilire un allineamento preciso. Una soluzione a questo problema è quella di collimare con i due pali la prima apparizione del lembo superiore del disco solare all'orizzonte naturale locale, il cosiddetto "*first gleaming*", in questo caso la luminosità del segmento visibile del disco solare è ancora sufficientemente ridotta da permettere una collimazione ragionevolmente precisa. Questo però implica però un errore dell'ordine di  $-0^{\circ},25$  in azimut, alla latitudine geografica della chiesa di San Bassiano a Lodi Vecchio<sup>4</sup>.

Un altro modo di limitare l'effetto perturbativo della forte luminosità solare era quello di posizionare l'operatore dietro il palo di stazione ad una certa distanza da esso in modo tale che il bastone coprisse esattamente il disco solare nascente. La distanza ottimale dipende dal diametro medio della sezione del bastone ed è circa 115 volte tale diametro.

Un metodo molto più efficace potrebbe essere invece quello di utilizzare non la collimazione diretta del disco solare nascente, ma l'ombra proiettata dal palo di collimazione, che chiameremo P2, all'indietro verso il palo che stabilisce il punto di stazione, che denominiamo P1. Quando l'ombra proiettata dal palo P2 colpisce il palo P1 allora l'allineamento solare cercato è stato stabilito e l'azimut astronomico della direzione opposta all'ombra sarà esattamente quello del centro del disco solare che sta sorgendo. Operativamente la procedura da seguire è la seguente. Stabilito il luogo dove deve avvenire l'osservazione del sorgere del Sole, vi si posiziona il palo P1 e poi si pone il palo P2 ad una certa distanza da P1 verso approssimativamente lungo la direzione attesa per la levata del Sole che può essere stimata osservando l'aumento di luminosità del fondo cielo

<sup>3</sup> L'accuratezza raggiungibile con questo metodo è determinabile mediante la semplice relazione matematica:

$$\varepsilon(Az) = 28^{\circ},6 (s1+s2)/d$$

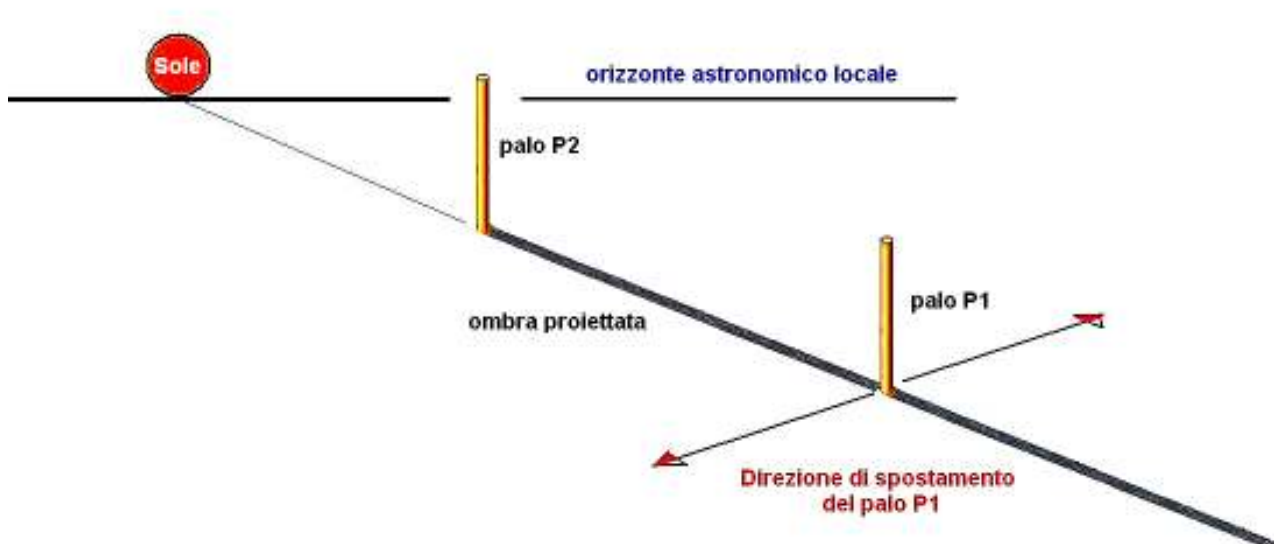
dove  $\varepsilon(Az)$  è l'incertezza (in gradi) sul valore dell'azimut determinato per l'allineamento solare,  $s1$  e  $s2$  sono rispettivamente i diametri dei pali utilizzati e  $d$  è la distanza lineare tra loro.

<sup>4</sup> L'errore  $\Delta Az$  in azimut rispetto al centro del disco solare commesso utilizzando la collimazione del "*first gleaming*", è approssimabile con:

$$\Delta Az = -0^{\circ},25 \tan(\varphi) + \dots$$

dove:  $\varphi$  è la latitudine geografica del luogo dove vengono eseguite le osservazioni.

prima dell'alba nella direzione di sorgere o di tramontare del Sole. Quando il disco solare inizia ad apparire, o nel caso del tramonto è quasi sparito del tutto, si sposta il palo P2 nella direzione nord-sud fino a quando l'ombra da esso proiettata va a colpire il palo P1. Quello è l'allineamento cercato. Se l'operazione è eseguita accuratamente la precisione raggiunta può decisamente più elevata rispetto al metodo della collimazione visuale diretta del Sole nascente. In epoca medioevale i costruttori delle chiese e delle cattedrali utilizzavano per la collimazione del Sole un particolare strumento costituito da un bastone con un piccolo anello posto sulla sua sommità. L'anello serviva per collimare, attraverso il suo interno, il disco del Sole che sorgeva o tramontava. Questo strumento costituiva il palo di stazione P1 e il palo P2 veniva collimato attraverso l'anello contro il disco solare che sorgeva o tramontava all'orizzonte naturale locale. Le modalità operative erano le medesime descritte precedentemente con la differenza che, in questo caso, l'operatore si posizionava dietro il palo P1 ad una certa distanza tale che il palo P2 osservato attraverso l'anello ne occupasse quasi completamente l'area di orizzonte definita dalle dimensioni interne dell'anello. Anche in questo caso l'errore in azimuth era dell'ordine di  $\pm 0,25$ .



**Procedura pratica di collimazione per determinare la direzione solare solstiziale lungo cui allineare l'asse dell'aula di una chiesa. Il palo P2 è posto in corrispondenza del centro dell'emiciclo absidale, mentre il palo P1 viene mosso trasversalmente fino a quando non si trova sull'ombra proiettata dal palo P2; a questo punto l'allineamento solstiziale è raggiunto. Nel caso della chiesa dei XII Apostoli, il Sole al suo tramonto solstiziale estivo, che durante il IV secolo avveniva il 21 Giugno del calendario giuliano, permise di materializzare sul terreno la direzione solstiziale solare lungo cui allineare l'asse dell'aula della chiesa.**

Durante il Medioevo è documentato anche un altro modo di operare con questo strumento il quale prevede l'utilizzo del solo palo munito di anello posto sulla sua sommità. Secondo questa modalità operativa il bastone era posto in corrispondenza del centro del futuro emiciclo absidale fungendo questa volta da punto di collimazione, poi l'osservatore riponeva ad una certa distanza da esso in direzione occidentale, spostandosi a destra ed a sinistra ed avanti e indietro fino a quando, il diametro angolare del Sole,

mediamente 30' d'arco, corrispondeva al diametro angolare interno dell'anello e quindi era visibile all'interno di esso, ma non al suo esterno. A questo punto la posizione dei piedi dell'operatore stabilivano il secondo punto che determinava l'allineamento solare e quindi materializzava la direzione di orientazione dell'asse della navata della chiesa da edificare. La distanza ottimale tra il palo e l'osservatore era determinata dalle dimensioni lineari del diametro esterno dell'anello<sup>5</sup>. L'accuratezza raggiungibile con questa procedura era ragionevolmente elevata essendo potenzialmente teoricamente inferiore a  $\pm 0,25^\circ$  rispetto all'azimut della direzione solare vera, ma esisteva una complicazione dovuta all'accuratezza con cui l'operatore, durante la collimazione del Sole, era in grado di stabilire la propria posizione sul terreno.



**Simulazione sperimentale del metodo di collimazione del disco solare mediante il bastone munito di anello, costruito dall'autore. Forse a San Bassiano di Lodi Vecchio fu usato questo metodo per stabilire l'orientazione solstiziale estiva dell'asse dell'aula della chiesa del IV secolo.**

Ammettendo un errore medio di  $\pm 5$  cm rispetto alla verticale teorica calata dal punto di collimazione, si perviene facilmente a determinare un errore in azimut pari a  $\pm 2,5^\circ$  rispetto a quello della direzione vera della levata o del tramonto del Sole, e quello è

<sup>5</sup> La distanza ottimale  $D$  tra l'operatore ed il bastone munito di anello può essere calcolata con la seguente relazione matematica:

$$D = 115 \cdot u$$

dove  $u$  è il diametro esterno dell'anello



l'errore tipico di questo metodo che si riscontra molto frequentemente durante l'analisi dell'orientazione degli assi delle navate delle chiese costruite durante il Medioevo.

## L'orientazione della basilica del XIV secolo

La ricostruzione della basilica avvenuta prima dell'anno 1000 richiese prima di tutto di capovolgere l'orientazione in modo tale che l'abside della nuova chiesa fosse posta ad oriente. Per quanto riguarda la direzione di orientazione invece la procedura gnomonica non fu nuovamente eseguita, ma si utilizzò la direzione dell'asse della chiesa precedente risalente al IV secolo la quale a sua volta. Nella successiva ricostruzione del 1330 nuovamente si tenne buona la direzione di orientazione precedente allineando la navata centrale della basilica lungo quella particolare direzione. Tale direzione era perfettamente coerente con il tramonto solstiziale estivo nella direzione ingresso-abside della chiesa del IV secolo all'orizzonte naturale locale elevato di  $4^\circ$  rispetto a quello astronomico locale, ma la direzione opposta, in virtù del fatto che l'altezza del Sole che tramontava non era pari a zero, risultava ruotata di alcuni gradi verso nord rispetto alla direzione della levata del Sole al solstizio d'inverno. Tale errore si è conservato e quindi eseguendo le misure di orientazione dell'attuale basilica di San Bassiano si ha l'iniziale impressione che essa sia stata allineata lungo la direzione del sorgere del Sole al solstizio d'inverno, mentre invece le misure archeoastronomiche mostrano un azimut di orientazione dell'asse di circa  $5^\circ$  minore rispetto a quello del Sole che sorgeva al Solstizio d'inverno dell'anno 1330. Questo fa sì che l'allineamento corretto sia quello del tramonto solstiziale estivo nella direzione che si stende dall'altare alla porta d'ingresso della basilica.

## Conclusione

L'analisi archeoastronomica della basilica di San Bassiano a Lodi Vecchio ha messo chiaramente in evidenza che il criterio astronomico di orientazione originariamente applicato nella fase di edificazione del primo edificio chiesastico collocabile cronologicamente al IV secolo è stato basato sull'osservazione a vista del tramonto del Sole al solstizio d'estate e la conseguente materializzazione sul terreno di tale direzione lungo la quale è stato allineato l'asse dell'aula della chiesa utilizzando un dispositivo basato sull'impiego di una coppia di pali infissi nel terreno e sulla direzione delle loro ombre allineate, oppure qualche segnacolo analogo, oppure ancora un bastone munito di anello alla sua sommità. La metodologia che è risultata essere quella maggiormente probabile è quella che prevede l'utilizzo dei due pali allineati lungo le loro ombre proiettate al tramonto del Sole al solstizio d'estate. La chiesa del IV secolo fondata il 1 Gennaio 378 e consacrata nel Novembre dell'anno 387 dal vescovo Bassiano era con grande probabilità orientata con l'abside ad occidente come fu di abitudine solamente durante il IV secolo. La scelta del criterio di orientazione solstiziale per l'orientazione di una chiesa cristiana implica che chi decise il criterio di orientazione, in questo caso probabilmente proprio il vescovo Bassiano, fosse depositario di un'impostazione culturale di tipo non ortodosso nell'ambito del Cristianesimo. In particolare le orientazioni

solstiziali erano tipiche del Cristianesimo ariano, ma anche di un modo di orientare che affonda le sue radici nel celtismo druidico proprio delle popolazioni protostoriche padane. In occasione della successiva ricostruzione della chiesa avvenuta intorno all'anno 1000 l'edificio chiesastico fu ruotato di 180° in modo tale che l'abside fosse posto ad oriente come era prescritto dai canoni ufficiali della Chiesa Romana. Durante questa fase l'orientazione astronomica originale fu mantenuta senza eseguire nuovamente la procedura di orientazione. La stessa cosa avvenne durante la successiva ricostruzione del 1330 che ha portato allo stato attuale l'architettura della basilica di San Bassiano. Questo ha fatto sì che il rilievo topografico e il conseguente studio archeoastronomico abbia permesso di ricostruire il criterio originale di orientazione applicato durante il IV secolo quando fu costruita la chiesa dedicata ai XII Apostoli.

## Bibliografia

Cernuti S., Gaspani A., 2006, "INTRODUZIONE ALLA ARCHEOASTRONOMIA: NUOVE TECNICHE DI ANALISI DEI DATI", Atti della Fondazione Giorgio Ronchi, vol. LXXXIX, 190 pp. Edizioni Tassinari, Firenze, 2006.

Gaspani A.: "L'Orientazione Astronomica dei Luoghi di Culto in Alta Valle Brembana", La Rivista di Bergamo, N.°15, Ottobre-Novembre-Dicembre 1998.

Gaspani A., 2000, "Geometria e Astronomia nelle antiche chiese alpine" Collana Quaderni di Cultura Alpina, N.°71, Priuli e Verlucca Editori (Pavone Canavese, TO).

Gaspani A., 1997, "Sulla Reale Significatività degli Allineamenti Ritenuti Astronomicamente Significativi", Nihil Sub Astris Novum, N.° 12, Settembre 1997.

Gaspani A., 1997, "Altezza e Azimut di Prima Visibilità delle Stelle", Nihil Sub Astris Novum, N.° 13, Novembre 1997.

Gaspani A., 1999, "L'Orientazione della Chiesa di Valnegrà" in "Valnegrà", di Gabriele Medolago e Lucia Reguzzi, Comune di Valnegrà, Valnegrà. - Corponove editrice Bergamo.

Gaspani A., 1999, "L'orientazione della chiesa (di S. Ambrogio in Brivio Bergamasco)" pag. 14-16, in Gabriele Medolago "L'ex Chiesa già Parrocchiale di Sant'Ambrogio in Brivio Bergamasco" in "Comunità in dialogo", novembre- dicembre 1999, pag. 13-19.

Gaspani A., 2001, *“Analisi dell’orientazione delle chiese di San Gregorio e San Dionigi”* in: Gabriele Medolago *“San Gregorio di Cisano Bergamasco”*, Parrocchia di San Gregorio Magno in Cisano Bergamasco A.D. 2001, pag. 190-191.

Gaspani A., 2004, *“Il monastero di Reask e l’orientazione dei luoghi di culto cristiani nell’Irlanda medioevale”*, Atti del XXII Congresso Nazionale di Storia della Fisica e dell’Astronomia, a cura di M. Leone, A. Paoletti, N. Robotti, Genova - Chiavari, 6-7-8 Giugno 2002, pag. 458 - 475.

Gaspani A., 2002, *“Analisi dell’Orientazione della Chiesa (di S.Nazario al Castello di Cenate Sotto)”*, in Gabriele Medolago, *“Il Castello di Cenate Sotto e la Famiglia Lupi”*, Ed. Amministrazione Comunale di Cenate Sotto, pag.121-130.

Gaspani A., 2003, *“Horologium Stellare Monasticum”*, Le Stelle, N.°4, Febbraio 2003, pag. 56-65.

Gaspani A., 2004, *“Analisi dell’orientazione della chiesa parrocchiale di Bordogna”*, in *“La Chiesa già parrocchiale di Santa Maria assunta e San Giorgio martire in Bordogna di Roncobello”* di Gabriele Medolago e Roberto Boffelli, Ed. Comune di Roncobello, Ferrari Editore, 2004.

Gaspani A., 2009, *“Analisi Archeoastronomica delle Chiese Romaniche dell’Isola Brembana”*, Insula, Rassegna di studi sull’Isola Brembana, anno III, No.3, 2007, pagg. 112-129, PromoIsola, Istituto di Studi sull’Isola Brembana, 2009.

Gaspani A., 2009, *“Analisi dell’orientazione delle chiese di Ambivere”*, in *“AMBIVERE”* di Gabriele Medolago, volume edito dal Comune di Ambivere, 2009, pag. 475-487.

Gaspani A., 2010, *“Analisi dell’orientazione della chiesa di San Nazario presso il castello di Cenate Sotto”*, in *“Gli Edifici Sacri di Cenate Sotto, I, le chiese sussidiarie, le cappelle, le tribuline”*, di Giovanna Capoferri Mosconi e Gabriele Medolago. Ed. Comune di Cenate Sotto, 2010.

Gaspani A., 2011, *“Analisi archeoastronomica della chiesa di San Giacomo e San Nicola di Baresi”*, in *“La chiesa già parrocchiale di San Giacomo Maggiore e San Nicola da Tolentino in Baresi di Roncobello”* di Gabriele Medolago e Carla Gervasoni, Ed. Comune di Roncobello, MOMA edizioni, pag. 24-33.

Vitruvio Pollione, *“De Architettura”*, I,6,6. Versione tradotta e commentata dal marchese Berardo Galiani, Napoli 1758.

Gerberto D'Aurillac, "*De Geometria*", in Nicolaus Bubnov "**Gerberti postea Silvestri II Papae Opera Mathematica (972-1003)**", Geog Olms Hildesheim, 1963.

Romano G., 1992, "*Archeoastronomia italiana*" ed. CLEUP, Padova