

# **SAN TOME' IN LEMINE: ASTRONOMIA, GEOMETRIA SACRA E SIMBOLISMO COSMICO**

di

**Adriano Gaspani**

**INAF – Istituto nazionale di Astrofisica  
Osservatorio Astronomico di Brera- Milano**  
*adriano.gaspani@brera.inaf.it*

## **La chiesa di San Tomè**

Il presente testo riassuntivo è tratto da un volume di imminente pubblicazione: “S. TOME' IN LEMINE: **Astronomia, Geometria e Simbolismo Cosmico in una chiesa medioevale**” di Adriano Gaspani, il quale riassume circa 10 anni di ricerche intorno all'Astronomia e alla Geometria codificata nell'architettura della splendida rotonda romanica di San Tomè in Almenno San Bartolomeo. In questo lasso di tempo le ricerche in relazione ai criteri di orientazione astronomica, al simbolismo cosmico e agli accorgimenti geometrici che gli architetti medioevali applicarono durante l'edificazione delle varie fasi costruttive delle chiese che si sono succedute sull'impianto originale, che risale probabilmente al VIII secolo fino all'edificio attuale ristrutturato verso la fine del XIX secolo dall'ing. Fornoni, ma che risale al XII secolo si sono notevolmente arricchite sia dal punto di vista teorico che da quello sperimentale. Dal punto di vista teorico sono emersi nuovi documenti, sepolti per lungo tempo negli archivi, i quali adeguatamente studiati, meditati ed interpretati arricchendo la nostra conoscenza di fatti nuovi i quali vanno ad incrementare il bagaglio di nozioni di cui ora disponiamo in relazione alle conoscenze geometriche ed astronomiche degli architetti mistici medioevali e delle corporazioni di cui essi facevano parte. Tali conoscenze erano indissolubilmente legate ad un ricco e peculiare simbolismo cosmico il quale traeva la sua origine nella concezione dell'Universo Cristiano diffusa nell'alto Medioevo dove tutto ciò che avveniva in cielo era considerato miracoloso, concezione questa fortemente diffusa prima dell'anno 1000, ma meno stringente durante i secoli successivi dove una maggior consapevolezza intorno all'origine naturale dei fenomeni celesti si fece gradualmente largo contribuendo allo sviluppo di metodi di calcolo astronomico, per lo più geometrici, atti a stabilire mediante l'osservazione, il calcolo ed il ragionamento le direzioni in cui i corpi celesti più luminosi visibili ad occhio nudo: il Sole e la Luna, sorgevano e tramontavano. Dal punto di vista sperimentale, in questi anni sono stati eseguiti molti rilievi della rotonda romanica arricchendo in questo modo il bagaglio di conoscenze relativamente alle tecniche utilizzate per mettere in pratica i criteri geometrici, simbolici ed astronomici messi a punto teoricamente dagli architetti medioevali e soprattutto la loro implementazione nell'architettura della rotonda di San Tomè. Dal punto di vista delle tecniche di rilievo, misura e analisi dei dati, in questi ultimi anni si è assistito ad un rapido progresso tecnico e metodologico: al tradizionale rilievo

topografico sul terreno si è aggiunto quello basato sulle tecniche satellitari GPS introdotto ormai circa 10 anni fa dall'autore del volume citato. Queste nuove tecniche hanno raggiunto ormai un elevato livello di perfezione e l'accuratezza raggiungibile nelle misurazioni è ora molto elevata. A queste tecniche già a suo tempo innovative si sono aggiunte le tecniche basate sull'impiego delle immagini riprese dallo spazio dai satelliti artificiali posti in orbita intorno alla Terra, le quali possono essere accuratamente georeferenziate e georettificate consentendo l'esecuzione di misure molto accurate sia dell'orientazione delle navate dei singoli edifici di culto, sia dal punto di vista della ricostruzione tridimensionale dell'aspetto del territorio in cui ciascun edificio di culto è inserito, mediante tecniche GIS. Con questo metodo è possibile anche la ricostruzione del paleo-paesaggio locale all'epoca in cui la chiesa di San Tomè fu edificata. Il panorama complessivo dello stato dell'arte dello studio archeoastronomico della rotonda di San Tomè si è quindi arricchito di molto consentendo di comprendere in dettaglio la problematica simbolica ed astronomica che fu segretamente codificata nell'architettura sacra dell'edificio di culto. Tale problematica corrisponde alle idee ed alla concezione dello spazio, del tempo e del cosmo diffuse nell'Europa settentrionale nei primi 1000 anni dopo la nascita di Gesù Cristo, le quali poco a poco si sono svelate e ci sono divenute sempre più chiare ed evidenti. Dopo aver fatto il punto in relazione agli strumenti che abbiamo a disposizione è ora di dedicare spazio alla nostra splendida chiesa. La data di fondazione della rotonda di San Tomè è attualmente incognita e il problema della sua determinazione è di difficile soluzione non solo perché sono completamente assenti i documenti di fondazione, ma anche perché gli scritti più antichi che sembrerebbero riferirsi ad essa sono molto pochi. L'analisi dell'edificio sacro ha mostrato che il simbolismo, le orientazioni astronomiche ed i particolari rapporti geometrici utilizzati, sono inusuali per l'ambiente altomedioevale italico ed in forte disaccordo con i dettami della chiesa di Roma e comunque con le regole geometrico-astronomiche diffuse durante l'alto medioevo nell'architettura tipica del mondo cristiano mediterraneo. La chiesa ha subito nei secoli vari rifacimenti e restauri che ne hanno modificato gli elementi architettonici senza tuttavia modificare ne la pianta ne l'orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali; ne sono prova la strutture murarie posta in profondità sotto l'edificio le quali ne conservano l'attuale profilo nonché l'orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali. Anche gli scavi archeologici che furono eseguiti sia verso la fine dell'800 dall'ing. Elia Fornoni sia durante gli anni '80 dello scorso secolo dalla Soprintendenza Archeologica, della Lombardia, non hanno fornito una risposta sicura per la soluzione della questione delle origini. In passato gli storici, nelle loro interpretazioni dell'edificio romanico attualmente visibile, assegnarono al sito sacro svariate epoche di fondazione distribuite dal V al XII secolo a seconda del gusto e delle tendenze degli autori che eseguirono gli studi. Attualmente fra gli studiosi sembra prevalere l'opinione che la chiesa attualmente presente sul territorio non sia stata edificata grosso modo prima del mille in modo tale che le sue origini possano essere cronologicamente collocate tra la seconda metà del XI secolo e la prima del XII d.C. Questa collocazione cronologica deriva dal fatto che dal punto di vista architettonico si rileva una tipologia romanica completa che poteva essere raggiunta solamente nell'epoca proposta, la quale sembrerebbe confermata anche dal confronto tra edifici sacri architettonicamente simili.



### **Il complesso di San Tomè ad Almenno San Bartolomeo (BG)**

L'attuale edificio, è stato cronologicamente collocato dagli storici, al XII sec. d.C., ma molti pareri, anche di studiosi illustri, discordano da questa valutazione basata per lo più sulle caratteristiche stilistiche del romanico che vi è rappresentato, dimenticando che la rotonda di San Tomè in Lemine è un caso unico difficilmente confrontabile con altri edifici di culto romanici. In passato fu proposta anche l'ipotesi che la chiesa sorgesse sopra le rovine di un precedente luogo sacro pagano, ipotesi peraltro possibile e sotto taluni versi molto interessante, ma per ora non supportata dai risultati oggettivi derivanti dagli scavi archeologici. Quello che invece è derivato oggettivamente dagli scavi archeologici eseguiti dal personale della Soprintendenza Archeologica della Lombardia durante gli anni 1984 e 1988 è che la zona fu un'area sepolcrale romana. Tra i reperti di maggior interesse a supporto di questa tesi va annoverata una tomba "con urna, fibula in bronzo e oggetti metallici vari", risalente al I secolo a.C. Probabilmente l'area sepolcrale poteva essere ragionevolmente connessa con l'insediamento romano documentato a circa 1 chilometro a nord presso il luogo dove ora sorge la chiesa della Madonna del Castello. Nei pressi

dell'abitato dovrebbe essere stato collocato anche il tempietto dedicato al dio Silvano di cui fu rinvenuta un'ara votiva ora collocata nel museo archeologico di Bergamo. Un fatto singolare riguarda la presenza di tre murature poste alla profondità di 1,2 metri al di sotto dell'attuale chiesa, il profilo delle quali combacia perfettamente il profilo dell'attuale edificio di culto. Queste strutture che avevano fatto ipotizzare la presenza di un preesistente tempio per ora testimoniano solamente la conservazione dell'originaria orientazione e dell'originaria posizione topografica della chiesa. L'esistenza di uno o più precedenti luoghi sacri posti al di sotto della rotonda di San Tomè non è improbabile e quindi non va scartata a priori, almeno fino a quando gli scavi archeologici ancora da eseguire all'interno della chiesa non avranno fornito risposte sicure ed oggettive in proposito. L'esclusione della presenza di un tempio pagano non implica che dove attualmente sorge la rotonda non esistessero altri luoghi di culto cristiano. Questa ipotesi potrebbe essere supportata da alcuni fatti, primo tra cui l'esistenza, in corrispondenza dell'ingresso del presbiterio, di una seconda struttura muraria sovrapposta a quella più antica, la quale secondo il Fornoni presentava un rigonfiamento ad arco circolare posto verso l'esterno, come se alla figura circolare costituente la base del tempio, fosse collegata una grossa nicchia, la quale risulta orientata nella stessa direzione del presbiterio e poi dell'abside attuale. L'ipotesi avanzata fu che questo anello in muratura fosse ciò che rimaneva di un'antica basilica longobarda, costruita con la pianta circolare secondo la tradizione romana che si rifaceva alla *Domus Aurea*, oppure alla basilica del Santo Sepolcro in Gerusalemme. Dobbiamo rilevare anche un fatto interessante, notato già nel secolo scorso dal Fornoni e cioè che l'asse del presbiterio è sfasato rispetto a quello della chiesa, cosa che è effettivamente vera e tendenzialmente frequente negli edifici di culto più antichi del 1000, ma che non può essere invocata come discriminante ai fini della datazione. L'esistenza prima del 1000 di un preesistente luogo di culto potrebbe essere anche confermata da una pergamena datata 936, ma la citazione relativa a San Tomè non è sicuro che si riferisca alla rotonda in oggetto. Che in ogni caso sia esistita una ricostruzione altomedioevale sembrerebbe confermata dalla posizione di uno scheletro che fu rinvenuto sotto il muro di fondazione, sul fianco nord e che risale all'alto medioevo. L'ipotesi dell'esistenza di una chiesa più antica potrebbe essere suffragata anche dal fatto che il territorio di Almenno fu soggetto al dominio diretto degli imperatori dei Franchi nel periodo storico che si stese dall'anno 774 all'anno 892, quando fece parte, fino al 975, della contea rurale di Lecco e prima ancora la *Curtis Lemennis* fu una delle sedi delle corti regie longobarde. Esiste quindi una rilevante probabilità che la prima rotonda di San Tomè, che dovrebbe corrispondere alla struttura muraria più profonda, sia stata edificata grosso modo in questo periodo, anche se nulla vieta che già nel 867 vi fosse presente un luogo di culto. Gli scavi archeologici hanno comunque messo in evidenza che nell'area attorno alla chiesa furono sepolti dei morti fino dal IX secolo. L'analisi storica e della ripartizione del territorio a quel tempo rende sempre maggiormente probabile l'idea che la fondazione del primo nucleo di San Tomè debba essere ascritta ai Conti di Lecco, che la dotarono di un patrimonio fondiario, anche in considerazione del fatto che essi agli inizi del X secolo incastellarono la zona di Lemine, facendo di Almenno una delle loro saltuarie residenze. Una cosa comunque è certa e che nel 1046 la chiesa già esisteva essendo citata in un atto notarile, quindi anche se l'attuale costruzione (ricostruita) è posteriore al 1000 è da ritenersi sicura l'esistenza di un luogo di culto anteriore, che mostrava più o meno la stessa struttura architettonica, il quale era andato progressivamente in rovina tanto da rendersi necessaria una riedificazione nel XII secolo. Le linee astronomicamente significative che rileviamo nella chiesa attuale dovrebbero essere quindi praticamente le

stesse presenti nella chiesa anteriore alla ricostruzione. La rotonda di San Tomè mostra fortissime similitudini con la cripta della basilica di S. Benigno a Digione in Francia edificata nell'anno 1001 su esclusivo progetto dell'abate benedettino Guglielmo da Volpiano. La cripta, a forma di rotonda, è l'unica traccia rimasta della basilica che fu distrutta durante la rivoluzione francese. La cripta di S. Benigno a Digione è molto più vasta rispetto a San Tomè e risulta formata da tre ordini di colonne disposte su tre cerchi concentrici rispettivamente con 8, 16 e 24 elementi. L'impianto architettonico con le otto colonne centrali, somiglia in modo emblematico a quello della galleria inferiore del San Tomè; potremmo quindi anche ipotizzare che l'architetto che realizzò la chiesa di San Tomè, dopo la ricostruzione ordinata dal vescovo di Bergamo nel XII secolo, possa essersi ispirato alla famosa rotonda di Digione e che egli stesso potesse essere stato legato all'ambiente monastico benedettino cluniacense, considerando che la presenza benedettina in Bergamasca agli inizi del XII secolo era ormai consolidata e appare documentata ai confini del territorio di Almenno dal Priorato Maggiore di Pontida risalente al 1076 e dall'esistenza, dal 1106, nella vicina Almè di possedimenti del monastero cluniacense di S. Paolo d'Argon. La storia "astronomica" della rotonda di San Tomè inizia però molto più lontano nel tempo: dal primitivo luogo di culto che a quanto indicano gli scavi archeologici eseguiti dal Fornoni era edificato nello stesso luogo ed orientato in modo pressoché identico all'attuale edificio. Qui effettivamente la situazione è molto complessa ed intrigante, ma appare sempre più chiaro che la peculiare orientazione astronomica dell'attuale rotonda, peraltro molto inusuale dal punto di vista dei criteri di orientazione raccomandati dalla Chiesa di Roma, arriva da molto lontano sia nel tempo che nello spazio: i criteri di posizionamento e di orientazione del primo nucleo della chiesa ci conducono alle usanze tipiche del mondo nord-europeo, in particolare, longobarde ariane, ma molto più aderenti al mondo monastico iro-scoto tanto che una possibile ipotesi, molto suggestiva, prevederebbe che l'architetto che realizzò il primo nucleo del luogo di culto, quello che è posto al di sotto dell'attuale chiesa e risalente grosso modo al VIII secolo, fosse un "martire bianco" cioè un monaco irlandese in transito su incarico di qualche nobile longobardo o franco. Tale ipotesi è sempre più supportata dai riscontri di carattere geometrico, topografico ed astronomico che in questi ultimi anni sono emersi dallo studio archoastronomico della chiesa il quale mostra la rigorosa conservazione dei criteri di posizionamento e di orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali, dal primo nucleo in poi lungo le varie ricostruzioni intervenute dallo VIII secolo fino all'ultima del XII secolo. Ma andiamo con ordine.

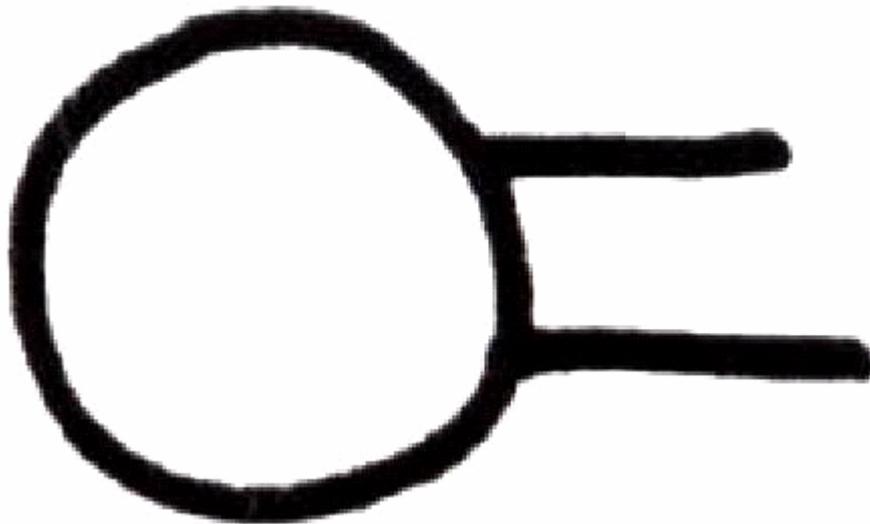
## Fasi cronologiche di San Tomè

La storia costruttiva ed architettonica della rotonda di San Tomè può essere ragionevolmente divisa in 5 fasi: la prima fase si riferisce alla costruzione più profonda, accuratamente edificata in pietra di cava, messa in luce dagli scavi del Fornoni e che costituisce il primo nucleo dell'edificio sacro. La seconda fase, più recente si riferisce alla costruzione posta superiormente a quella più profonda e concentrica ad essa. In questo caso la struttura è composta da un muro di borlanti, quindi di fattura meno pregiata rispetto a quella della fase precedente. La fase III, collocabile cronologicamente intorno al X secolo è quella più semplice ed è rappresentata da un semplice muro circolare in conci di pietra, senza alcuna appendice. Queste tre prime fasi non ci forniscono alcuna notizia in relazione all'alzato e quindi alle eventuali linee astronomicamente significative codificate

nelle strutture superiori. Le successive fasi IV e V, cronologicamente collocate al XI e al XII secolo, corrispondente quest'ultima alla ricostruzione voluta dall'episcopato bergamasco, si riferiscono alla struttura ed alla geometria attuale della rotonda.

### **L'edificio di fase I**

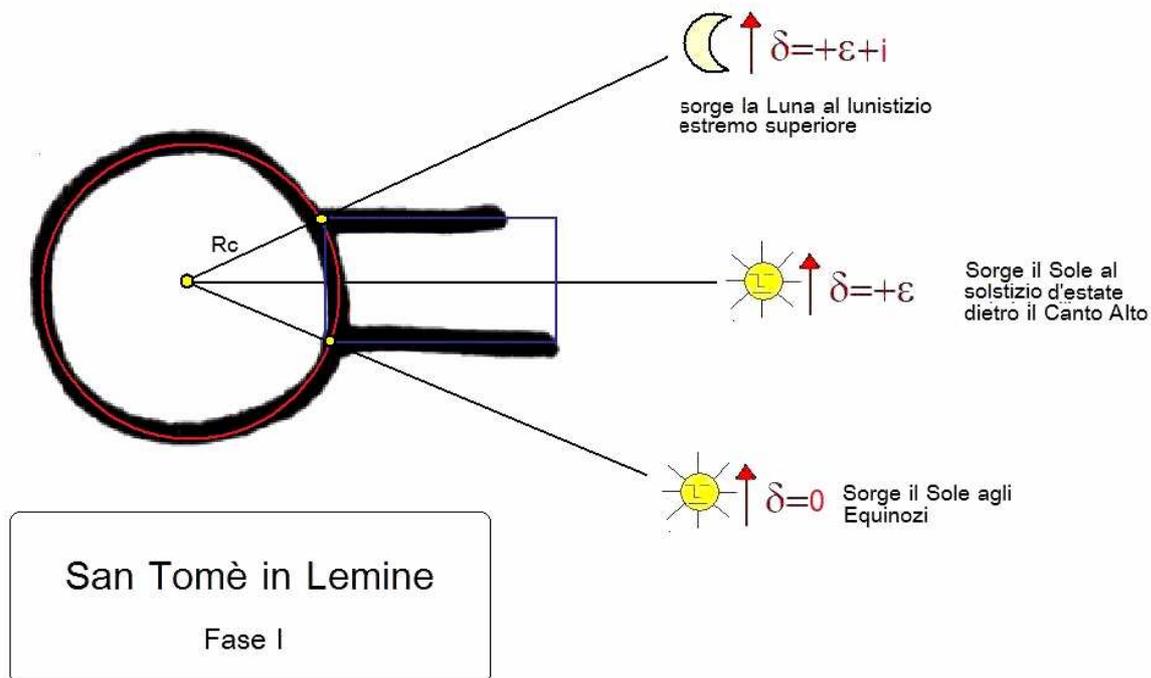
La forma del manufatto appartenente alla prima fase è quella di una struttura circolare il cui raggio è mediamente dell'ordine dei 5,0 metri, delimitata da un muro di circa 65 cm di spessore, da cui emergono, prolungandosi in direzione nord-est, due muri paralleli lunghi circa 6,5 metri, quello settentrionale e 7,5 metri, quello meridionale, distanziati di circa 3.5 metri, che potrebbero aver delimitato un primitivo presbiterio.



#### **La struttura muraria più profonda risalente probabilmente allo VIII secolo (fase I).**

La caratteristica principale del manufatto di fase I è che già vi furono codificate le direzioni astronomiche fondamentali che condizionarono la posizione topografica e l'orientazione mantenute in tutte le successive fasi di riedificazione e di evoluzione del tempo. L'intersezione tra il cerchio che definisce la struttura circolare principale e il rettangolo che definiscono la geometria del manufatto appartenente alla prima fase di costruzione avviene in due punti che collimati dal centro geometrico del cerchio principale cioè il centro sacro, definiscono due direzioni il cui azimut astronomico è pari a  $45^\circ$  e  $90^\circ$  e quindi rileviamo la codifica di due direzioni astronomicamente significative oltre a quella dell'asse del presbiterio. Prendiamo ora in esame il loro significato astronomico. In primo luogo l'asse del probabile presbiterio inteso come la direzione che dal centro della figura circolare corre parallelo ai due muri laterali, è allineato secondo una direzione il cui azimut astronomico è pari a  $66^\circ,9$ . Tale direzione corrispondeva nel VIII secolo al punto di levata del Sole al solstizio d'estate dietro il profilo del monte Canto Alto. Tale direzione

intersecava il meridiano astronomico passante per la verticale calata dalla cima del monte Ubione, esattamente nel centro geometrico della struttura circolare: tale criterio, tipico del cristianesimo Iro-Scoto, stabilì la posizione geografica del luogo di culto. Le attaccature dei due muri che si sviluppano in direzione nord-orientale e che noi abbiamo attribuito al primitivo presbiterio, delimitano se osservate dal centro geometrico della struttura circolare, due direzioni la prima delle quali è allineata verso il punto di levata della Luna al lunistizio estremo superiore, quando l'astro, in culminazione, raggiunge la sua massima altezza sull'orizzonte. Tale fenomeno avviene ogni 18,61 anni solari tropicali.



### Direzioni astronomicamente significative nel primitivo edificio di San Tomè

La direzione di azimut astronomico pari a  $90^\circ$  corrisponde alla levata del Sole agli equinozi. Quello che appare chiaro, anche studiando una struttura sulla base delle descrizioni lasciateci dall'ing. Fornoni, fonte peraltro di tutto rispetto, è che il primo nucleo della chiesa già fu posizionato ed edificato secondo precisi criteri astronomicamente significativi che rinviano alla simbologia ed alla ritualità sacra tipica del mondo nord-europeo, in particolare celtico-irlandese. Appare anche chiaramente che la geometria dell'edificio fu condizionata, almeno in pianta, dal simbolismo sacro derivato dell'Astronomia medioevale che lo sconosciuto architetto doveva conoscere alla perfezione. La peculiare simbologia astronomica mostra connessioni con il mondo monastico irlandese altomedioevale, piuttosto che con il simbolismo architettonico di ispirazione romana.

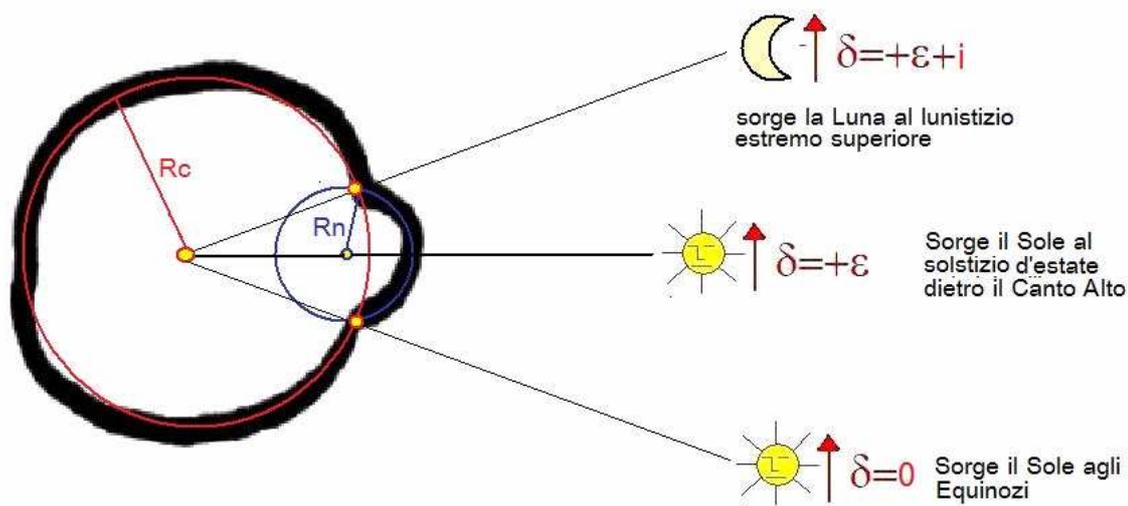
## L'edificio di fase II

La forma del manufatto corrispondente alla seconda fase è di nuovo quella di una struttura circolare il cui raggio è anche in questo caso mediamente dell'ordine dei 5,0 metri, delimitata da un muro di circa 65 cm di spessore, Nella direzione nord-est fu ricavato un nicchione che ebbe la probabile funzione di abside, il cui raggio è mediamente di 2 metri, il cui centro risulta un poco arretrato rispetto al centro del muro in cui fu ricavato. Il modello geometrico che descrive questo manufatto risulta molto interessante in quanto è basato su due cerchi il cui rapporto tra i raggi è dell'ordine di  $R_c/R_n = 2.5$ . Il valore numerico di tale rapporto ci conduce nuovamente al mondo celtico nord-europeo. L'intersezione tra i due cerchi che definiscono la geometria del manufatto appartenente alla seconda fase di costruzione avviene in due punti che collimati dal centro geometrico del cerchio principale che è il centro sacro stabilito nella fase I, definiscono due direzioni il cui azimut astronomico è pari a  $44^\circ,9$  e  $88^\circ,9$  e quindi rileviamo nuovamente due direzioni astronomicamente significative, le quali sono le stesse di quelle della costruzione di circa un secolo prima, inoltre il centro geometrico della costruzione circolare è esattamente lo stesso di quello dell'edificio precedente e quindi risulta di nuovo posto all'intersezione tra la linea meridiana passante per l'Ubione e la direzione della levata solare solstiziale estiva.



### **Profilo della struttura muraria che corrisponde alla seconda fase di costruzione della rotonda di San Tomè**

Di nuovo la direzione settentrionale, quella di azimut astronomico pari a  $45^\circ$ , risulta diretta verso il punto di levata della Luna al Lunistizio estremo superiore, quando la declinazione dell'astro raggiunge il suo valore massimo pari a  $\delta = (+\epsilon + i)$ , all'orizzonte naturale locale, alla latitudine geografica della chiesa di San Tomè.



sorge la Luna al lunistizio  
estremo superiore

Sorge il Sole al  
solstizio d'estate  
dietro il Canto Alto

Sorge il Sole agli  
Equinozi

$R_c = 5$  metri

$R_n = 2$  metri

San Tomè in Lemine

Fase II

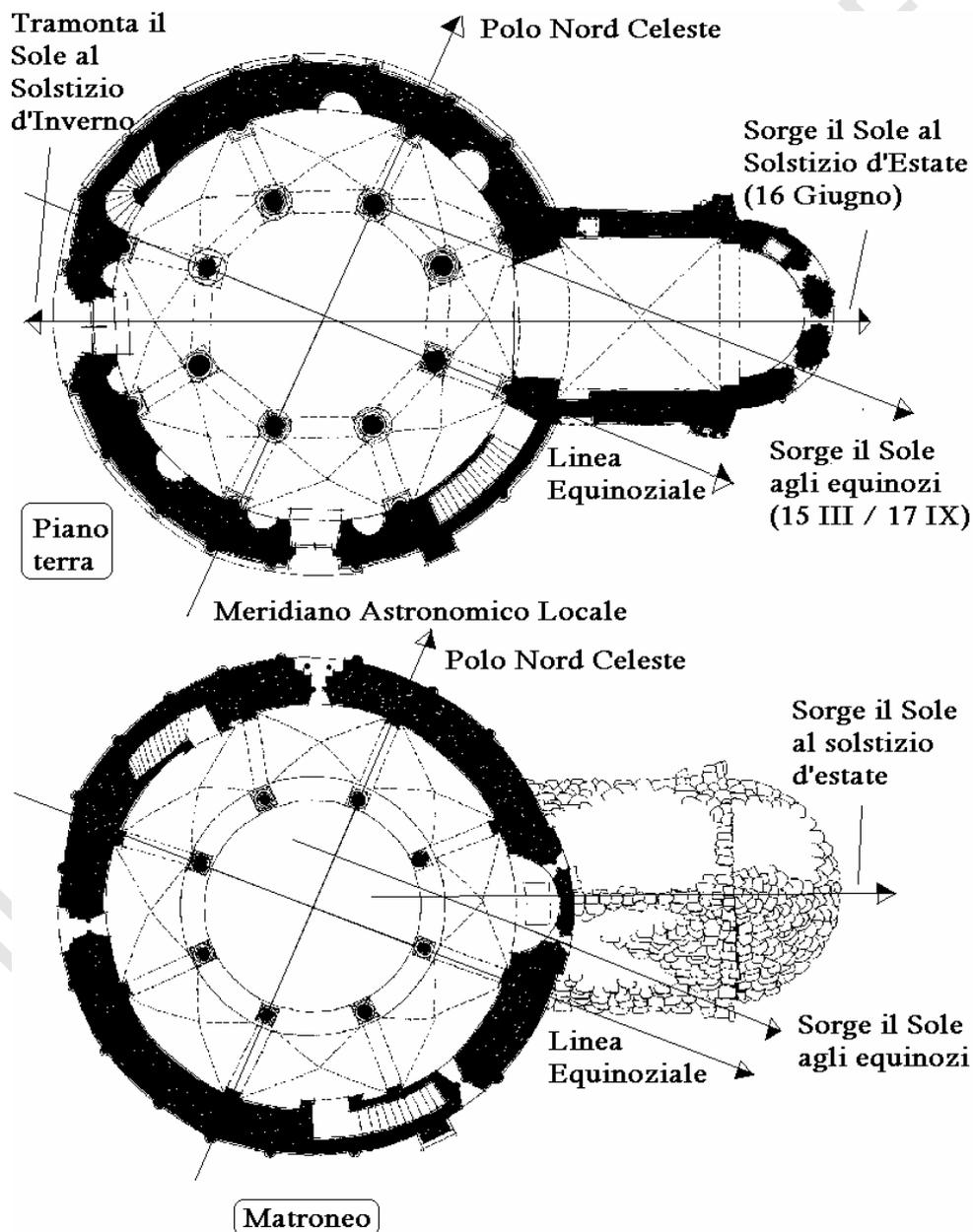
Linee astronomicamente significative nel manufatto di fase II a San Tomè

### L'edificio di fase III

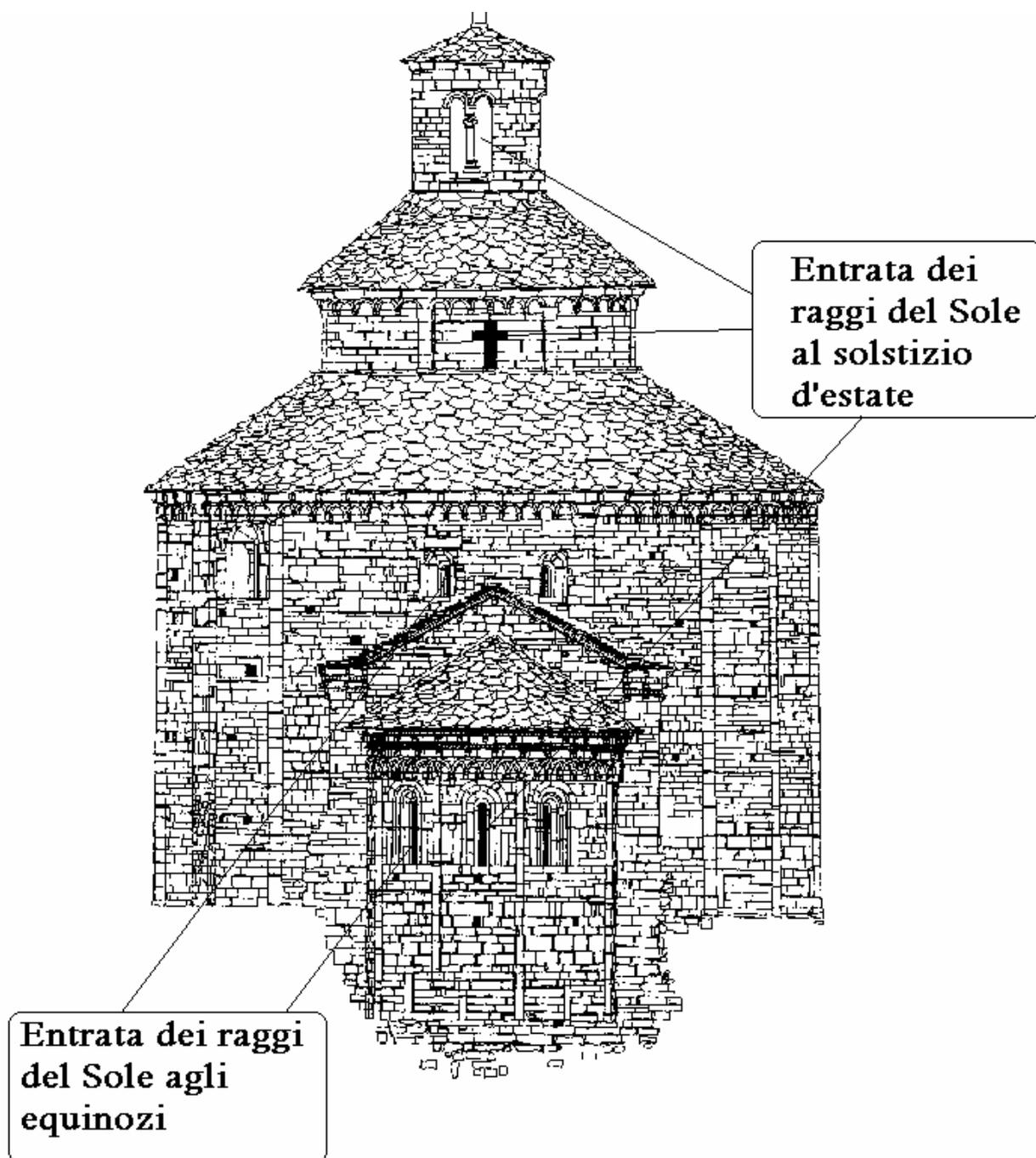
La forma del manufatto appartenente alla terza fase costruttiva è quella di una struttura circolare il cui raggio è mediamente dell'ordine dei 5,0 metri, delimitata anche in questo caso da un muro di circa 65 cm di spessore, senza alcuna appendice. Il centro geometrico della struttura circolare coincide con quella dei manufatti appartenenti alle due precedenti fasi. La struttura di fase III sembra essere stata utilizzata come fondazione per sostenere il manufatto dell' XI e del XII secolo

## Gli edifici di fase IV e V

Le fasi IV e V sono cronologicamente collocate al XI e al XII secolo e di fatto corrispondono alla struttura ed alla geometria attuale della rotonda, con tutte le linee astronomicamente significative che è stato possibile mettere in evidenza durante lo studio archeoastronomico della chiesa. Nonostante il contesto rurale in cui è ubicata, la chiesa di San Tomè è una costruzione raffinatissima che racchiude in se un rilevante simbolismo cosmogonico ed una grande quantità di allineamenti astronomicamente significativi tanto da far ipotizzare che l'architetto che la realizzò fosse un grande esperto di Geometria e di Astronomia medioevale. L'analisi della rotonda di San Tomè può essere eseguita oltre che dal punto di vista storico anche dal punto di vista matematico, geometrico ed astronomico.

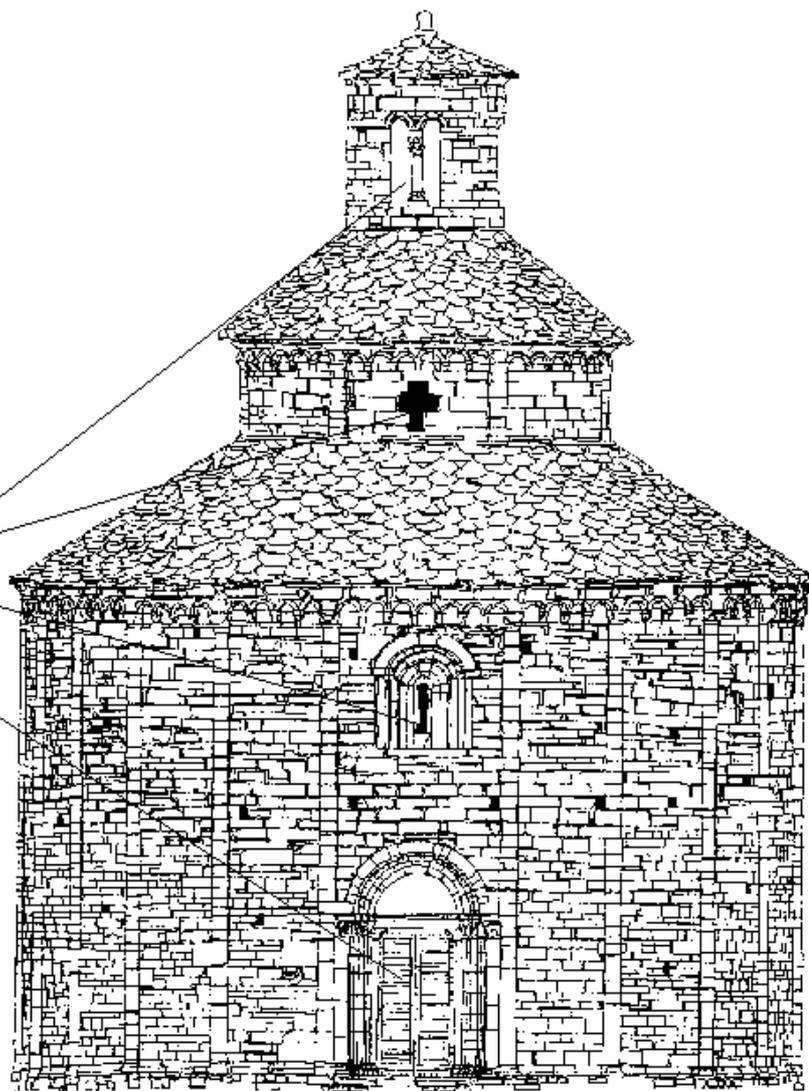


Pianta del piano terra e del matroneo con le linee che ne stabiliscono l'orientazione rispetto alle direzioni astronomicamente significative.

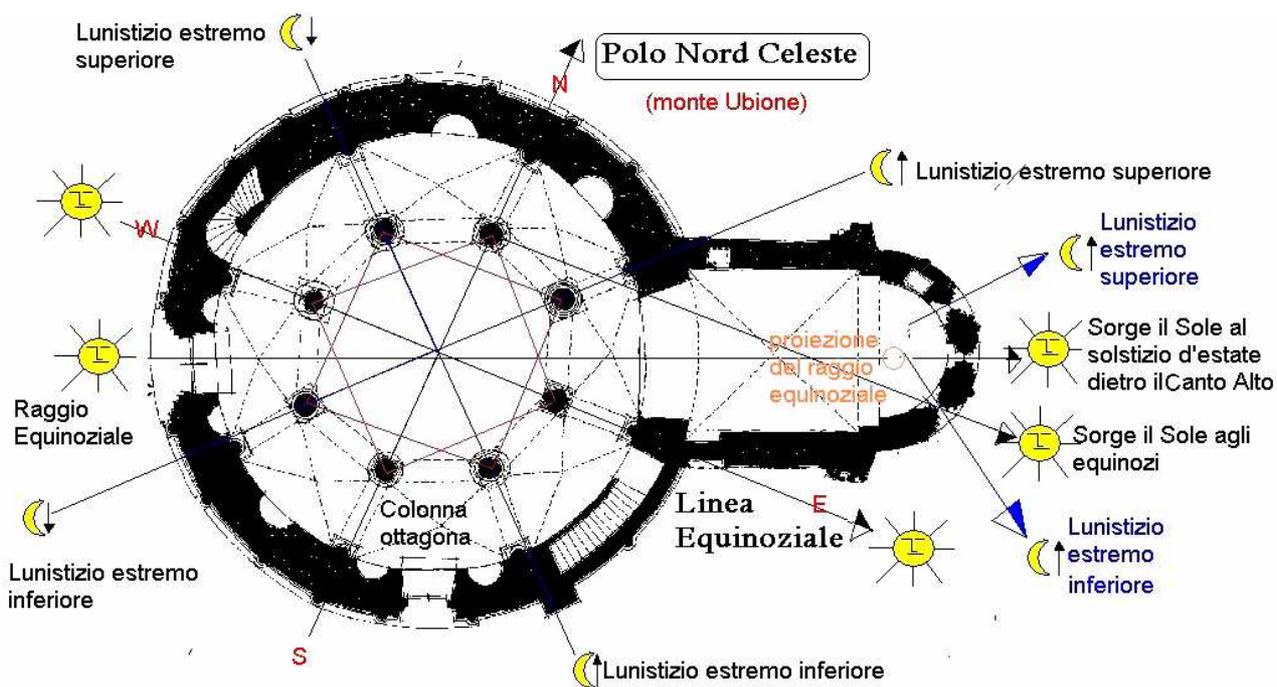


Prospetto nord-orientale con le linee che stabiliscono i punti di entrata dei raggi del Sole all'alba del solstizio d'estate rispetto alle direzioni astronomicamente significative.

Entrano i  
raggi del  
Sole al  
tramonto  
del Solstizio  
d'Inverno



Prospetto sud-occidentale con le linee che mostrano i punti di entrata dei raggi del Sole al tramonto solstiziale invernale.

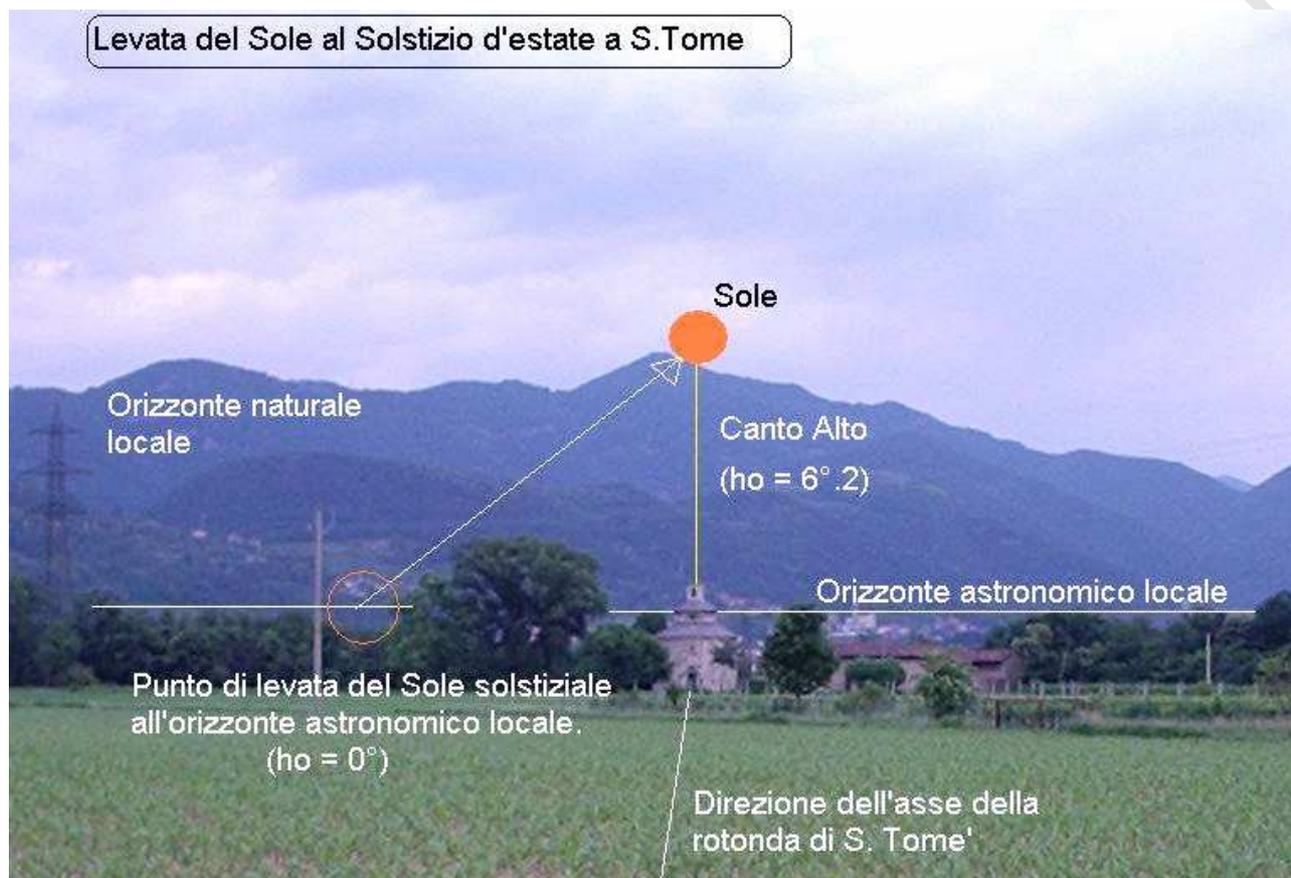


S. Tome' (Almenno S. Bartolomeo, BG)  
Linee astronomicamente significative

Piano Terra

Tutti questi punti di vista contribuiscono ad una maggior comprensione del manufatto e dei criteri che ne ispirarono l'edificazione. L'analisi arcaeoastronomica di un edificio di culto cristiano richiede come prima cosa l'esecuzione di una serie di rilievi *in loco* atti a georeferenziarlo, cioè a stabilirne la posizione geografica e la quota altimetrica con la maggior accuratezza possibile e successivamente una fase di accurato rilievo topografico teso a rilevare l'orientazione della navata e degli assi delle varie monofore presenti nell'edificio, rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali a cui segue la ricerca delle correlazioni tra le direzioni misurate e il verificarsi di fenomeni astronomici, prevalentemente di natura solare e, molto meno frequentemente, lunari i quali avrebbero potuto rivestire un particolare significato simbolico ed escatologico nell'ambito delle tradizioni medioevali locali. Molto importante è l'analisi dei giochi di luce che la levata ed il tramonto del Sole e talvolta della Luna producevano all'interno dell'edificio di culto all'epoca della consacrazione e nei secoli successivi, di cui sarà trattato in dettaglio in un capitolo successivo. Parallelamente è necessario eseguire una ricerca di tipo documentario al fine di reperire gli antichi documenti che citano il luogo di culto aiutando l'arcaeoastronomo a correlare e a valutare l'importanza di ciascun fenomeno astronomico nell'ambito dell'ambiente culturale e delle credenze simboliche del tempo. Nell'alto Medioevo la costruzione delle chiese e più generalmente dei luoghi di culto cristiani doveva rispettare un certo numero di regole pratiche, basate su un forte simbolismo mistico, tra le quali era compresa quella che prevedeva l'orientazione di tutta la costruzione con l'abside ad oriente; meglio ancora se l'asse coincideva con la linea equinoziale: "*Sol Aequinoctialis*". Anche l'orientazione della chiesa di San Tomè è astronomicamente molto ben definita. L'asse longitudinale del presbiterio e quindi anche

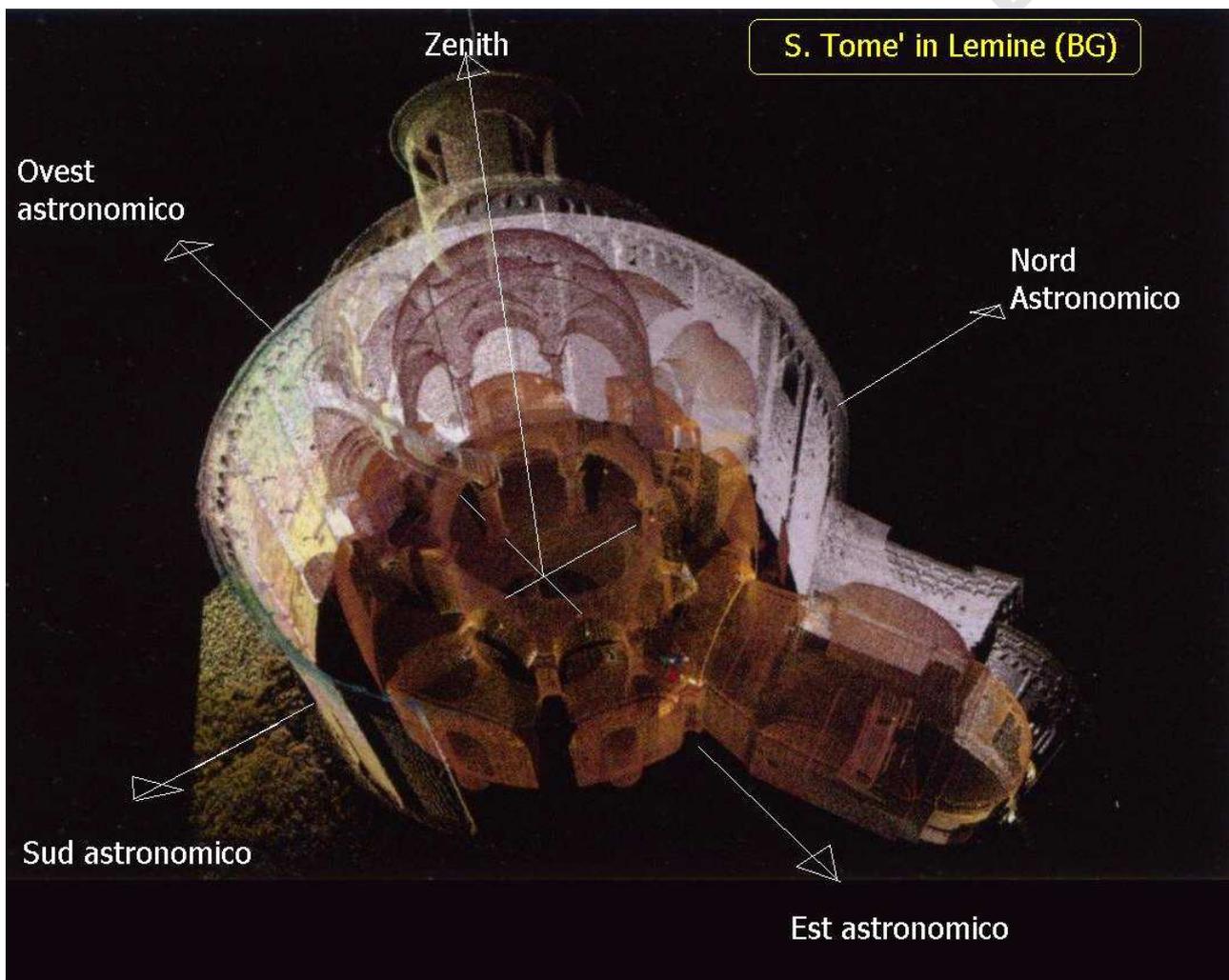
quello dell'emiciclo absidale, è orientato verso il punto di sorgere del Sole dietro il Canto Alto, una montagna alta 1146 metri sul livello medio del mare Adriatico, posta ad alcuni chilometri di distanza lungo l'asse della navata, nel giorno del solstizio d'estate, che durante il XI secolo capitava il 16 Giugno del calendario giuliano, quindi in anticipo rispetto a quanto accade attualmente. La probabilità che questa particolare orientazione sia casuale è circa 1 su 600 per cui dobbiamo ammettere che l'orientazione solstiziale fu stata voluta in fase di progetto del luogo di culto.



### Orientazione solstiziale estiva dell'asse della rotonda di San Tomè in Lemine

Questo tipo di orientazione solleva immediatamente alcuni interrogativi, il primo dei quali riguarda la sua peculiare tipologia. L'orientazione solstiziale non era quella consigliata dalla Chiesa di Roma la quale prescriveva invece di orientare i luoghi di culto con l'abside allineato verso il punto di levata del Sole all'orizzonte naturale locale nei giorni degli equinozi. Questo fatto è messo molto bene in evidenza dalle parole del vescovo Guglielmo Dorando da Mende vissuto nel 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 non versus solstitialem, ut faciunt quidam>> in cui il prelado critica fortemente le orientazioni solstiziali, sia di tipo estivo che invernale. Questo tipo di orientazione era invece comunemente adottata in ambito nord europeo, celto-germanico, irlandese e scandinavo, ma anche sul territorio nord-italico dalle popolazioni di origine germanica quali i Longobardi, soprattutto nel loro periodo ariano, i Franchi e i Normanni che invasero, uno dopo l'altro il territorio italico. L'orientazione solstiziale, soprattutto quella estiva, fu comune sul territorio lombardo, anche durante il periodo dello Scisma dei Tre Capitoli, tra

il V e il VIII secolo e fu uno dei criteri di orientazione astronomica preferito dai Magistri Comacini, corporazione di architetti costruttori originari del territorio lariano. Tornando a San Tomè, Se consideriamo l'ottagono formato dai vertici delle otto colonne poste nell'ambiente centrale della rotonda, osserviamo che la sua orientazione è la linea meridiana, cioè la direzione Nord-Sud astronomica passa esattamente per due colonne diametralmente opposte rispetto al centro geometrico della rotonda. Il matroneo ed anche il pianterreno mostrano due colonne esattamente allineate lungo la direzione in cui il Sole sorgeva (ad est) e tramontava (ad ovest) nei giorni degli equinozi: quindi non solo la geometria rivestì un ruolo fondamentale nella progettazione e nell'edificazione della rotonda, ma ai criteri geometrici furono accompagnati anche alcuni importanti criteri astronomici.

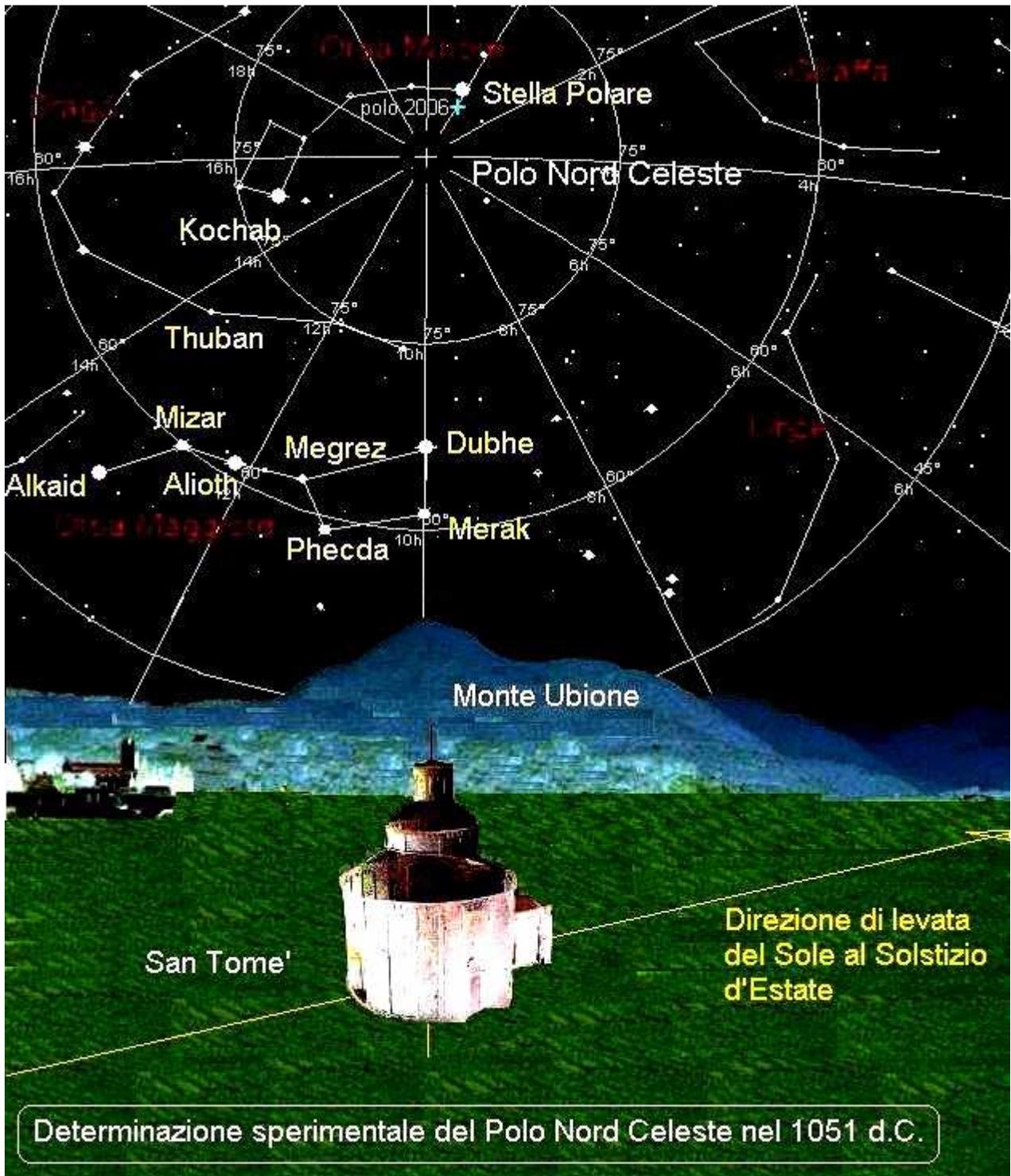


**L'ottagono definito dalle 8 colonne del pianterreno e del matroneo è orientato secondo la direzioni cardinali astronomiche.**

Nell'edificazione delle chiese medioevali era molto importante anche la posizione in cui venivano edificate: l'ubicazione poteva essere determinata dalla precedente esistenza di uno o più luoghi di culto localmente esistiti in passato, talvolta anche pagani, oppure da particolari criteri stabiliti in relazione al paesaggio circostante i quali rivestivano un

significato simbolico importante per l'architetto e la comunità a cui egli apparteneva. Nel caso celtico e celto-irlandese la scelta del luogo in cui edificare un luogo sacro era definito dall'incrocio di due direzioni astronomicamente significative messe in relazione con alcuni elementi caratteristici del paesaggio locale, quali cime di monti oppure selle formate dalla sovrapposizione dei profili di due alture di sfondo. In quest'ultimo caso gli astri di riferimento erano visti sorgere entro tali selle o dietro le cime dei monti. Anche nel caso dell'edificazione dei luoghi di culto alto-medioevali il "*Simbolismo del Centro*" fu tenuto in grande considerazione. L'idea dell'esistenza di un "*centro*" per gli architetti alto-medioevali trascese la pura concezione topografica connessa con la identificazione di un particolare punto sul territorio, ma divenne importante dal punto di vista sacro poiché il centro sacro simbolicamente ebbe le caratteristiche cosmogoniche del centro del mondo conosciuto. Intorno ad un centro sacro si edificavano le città, le residenze regali, ma anche le chiese; il centro sacro era un punto prediletto da Dio ed in corrispondenza di esso si svolgevano i riti e le funzioni religiose. Accanto al simbolismo del centro si sviluppò tutta una serie di criteri simbolici e di particolari procedure di fondazione e di consacrazione i quali ebbero anche la funzione di giustificare la scelta di erigere una chiesa cristiana in un determinato luogo. Tra i criteri che è stato possibile identificare sulla base dei documenti storici di redazione antica si annoverano i seguenti: a) l'esistenza di un "*centro*" da definire, b) una procedura simbolica atta ad individuarlo, c) un segno tangibile proveniente dalla Divinità, che sia indicatore della loro volontà e che si riferisca ad un luogo ben preciso, ad esempio un miracolo o un'apparizione mariana che stabiliscano il luogo esatto dove edificare la chiesa o il santuario, d) un personaggio di rango, di autorità riconosciuta, appartenente alla classe sacerdotale, che sia capace di interpretare correttamente il volere di Dio, quindi ad esempio un vescovo, un abate o un monaco santo, e) alcuni riferimenti topografici ed astronomici i quali abbiano una valenza sacra e rituale e che rimangano oggettivamente presenti sul territorio per un tempo abbastanza lungo, f) un dispositivo fisico indicatore, una pietra sacra o un altare, che definisca il centro sacro e ne materializzi accuratamente e permanentemente la posizione, ad esempio, nel caso delle chiese romaniche, il centro dell'emiciclo absidale g) un tempo ben definito stabilito da qualche importante, vistoso e relativamente raro fenomeno celeste, il cui significato nell'ambito delle credenze medioevali poteva anche non essere di tipo fausto: in questo ultimo caso l'edificazione del luogo sacro poteva annullarne le temute conseguenze negative; h) un elemento atto a rendere visibile anche a grande distanza il luogo sacro, in questo caso era proprio l'edificio in se stesso ad assolvere tale funzione. Il centro sacro rivestiva sempre un significato cosmologico di ripartizione dell'Universo simbolico secondo determinate regole le quali variavano a seconda dell'ambiente culturale locale. La ripartizione doveva avvenire secondo linee astronomicamente significative, poiché il cielo è di naturale pertinenza di Dio e doveva quindi definire le varie parti in accordo con la ripartizione dello spazio secondo particolari direzioni astronomicamente e simbolicamente importanti per la comunità: ad esempio le quattro direzioni cardinali oppure le quattro direzioni solstiziali solari. Talvolta alle direzioni astronomicamente significative vennero associati particolari orografici del paesaggio che definiva l'orizzonte naturale locale (cime di montagne, colline, selle formate dalla sovrapposizione di due alture distanti, etc.) dietro le quali fosse stata visibile la levata o il tramonto di alcuni corpi celesti importanti ai fini del simbolismo religioso: soprattutto il Sole. Nel caso della rotonda di San Tomè l'orientazione dell'asse del presbiterio verso il punto di levata del Sole al solstizio d'estate dietro il Canto Alto definì una linea di riferimento per stabilire la posizione dell'edificio di culto nelle sue ultime fasi architettoniche: le più recenti, ma ne occorreva un'altra ed essa è evidente

mettendo in relazione l'orientazione dell'ottagono formato dalla disposizione delle otto colonne del piano terra e del matroneo rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali. Esaminando le colonne ci si accorga che due di esse stabiliscono la direzione del meridiano astronomico locale, cioè la nord-sud astronomica, altre due stabiliscono la direzione equinoziale, ortogonale alla meridiana, cioè la est-ovest astronomica e le altre quattro colonne stabiliscono le direzioni cardinali secondarie intermedie. Considerando le due colonne che materializzano la direzione del meridiano astronomico locale, osserviamo che la colonna posta a sud è l'unica delle 8 ad essere caratterizzata da una sezione poligonale, mentre tutte le altre sono a sezione circolare. La probabilità che tale colonna sia stata casualmente ubicata in quel particolare luogo è solamente poco più del 12% quindi ragionevolmente potremmo affermare che con il 88% di probabilità essa fu collocata in quel luogo di proposito, con l'idea di fungere da punto di riferimento astronomicamente significativo. L'esecuzione dei rilievi topografici ha messo in evidenza che il meridiano astronomico locale passa per il centro del piedistallo della colonna poligonale, per il centro geometrico della rotonda e per quello della colonna circolare posta di fronte, verso nord, e prolungato, passa accuratamente per la verticale calata dalla cima del Monte Ubione (895 mt.) fino ad intersecare l'orizzonte astronomico locale nel punto cardinale Nord astronomico. Da quel punto, salendo sulla Sfera Celeste per un arco ampio come la latitudine del luogo ( $45^{\circ} 44'$ ), si incontra il Polo Nord Celeste. L'intersezione tra la linea del meridiano astronomico locale e quella solstiziale estiva stabilita dall'asse del presbiterio definisce con grande accuratezza il centro della rotonda di San Tomè. Appare chiaramente che la posizione della chiesa fu determinata dall'intersezione tra due linee astronomicamente significative messe in relazione con i due elementi orografici più evidenti e significativi, i monti Canto Alto e Ubione, visibili nel paesaggio locale. Per determinare il centro della rotonda fu quindi necessario eseguire alcune osservazioni astronomiche e se la direzione polare poteva essere visualmente determinata ogni notte, la direzione solstiziale estiva poteva esserlo solamente una volta l'anno, cioè all'alba del solstizio d'estate. A rigor di logica potremmo affermare che la direzione polare potrebbe essere stata determinata usando qualche metodo gnomonico, ad esempio il *cerchio indiano*, ma questa procedura avrebbe richiesto la prerequisita conoscenza del punto da determinare. Invece durante la notte fu possibile, camminando ed osservando le stelle poste in prossimità del Polo Nord Celeste, stabilire quando il Polo era posizionato sopra la cima del monte Ubione e marcare con due paletti piantati nel terreno, la direzione del meridiano astronomico locale, camminando verso nord o verso sud in modo da mantenere la visibilità del Polo sulla verticale della cima dell'Ubione. L'utilizzo del "*cerchio indiano*" avrebbe richiesto l'esecuzione di alcuni tentativi in modo da determinare la giusta posizione del centro sacro.



Il luogo dove ubicare la chiesa di San Tomè in Lemine fu scelto sulla base dell'intersezione tra la direzione del meridiano astronomico locale passante per la cima del monte Ubione e la direzione della levata del Sole al solstizio d'estate dietro il Canto Alto. La direzione del Nord astronomico fu probabilmente determinata osservando la posizione reciproca delle stelle Dubhe e Merak nella costellazione dell'Orsa Maggiore.

Osservando l'orizzonte nord-orientale, mantenendosi lungo tale linea, all'alba del solstizio d'estate fu determinato il punto in cui il Sole era visto sorgere dietro il profilo del Canto Alto e tale direzione stabilì insieme alla linea meridiana passante per il monte Ubione, il

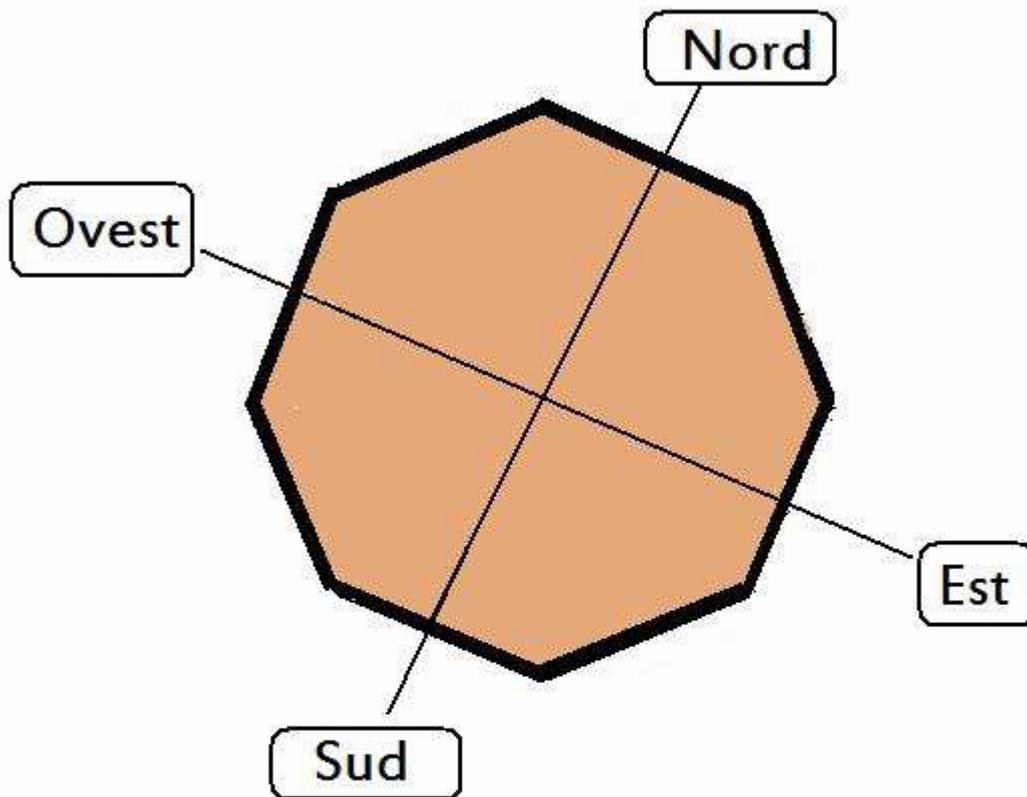
centro geometrico della rotonda di San Tomè e la direzione solstiziale estiva indicò dove orientare il presbiterio e l'abside. Tale criterio non è quello canonico seguito dalla chiesa Romana per orientare i luoghi di culto, ma è quello utilizzato per determinare il centro sacro nei luoghi di culto celtici e iberno-celtici, quindi appare molto probabile che l'architetto appartenesse all'orizzonte culturale nordico in particolare, con grande probabilità, al mondo monastico irlandese. Prenderemo in esame questa interessante possibilità in dettaglio, più oltre in questo stesso libro. Rimane ora da prendere in esame in quale epoca questo potrebbe essere avvenuto. Sappiamo, dalla tipologia dell'architettura romanica, che la chiesa di San Tomè fu riedificata almeno un paio di volte in un periodo storico che si stese tra il 1000 ed il 1200: questa almeno è l'opinione dei vari studiosi che hanno affrontato il problema, mentre in epoca precedente la chiesa dovrebbe essere stata riedificata altre tre volte. Ammesso che la procedura descritta fosse stata applicata nella costruzione dell'attuale edificio visibile e rilevato archeoastronomicamente, dobbiamo tener presente che tra il VIII ed il XII secolo, la posizione del Polo Nord Celeste non era prossima alla stella Polare come attualmente avviene, ma ne distava circa  $5^\circ$ , questo avrebbe precluso il raggiungimento dell'accuratezza rilevata per il posizionamento del centro della rotonda se la definizione del meridiano astronomico locale fosse avvenuta mediante la pura e semplice osservazione visuale di tale stella assunta come indicatore del Polo Nord Celeste. Fu invece necessario utilizzare le due stelle posteriori del corpo dell'Orsa Maggiore, *Dubhe* e *Merak*, le quali passavano entrambe in culminazione inferiore, ogni notte, sulla verticale della cima del monte Ubione e contemporaneamente lungo il meridiano astronomico permettendo quindi di stabilire facilmente la direzione del Polo. Questa favorevole configurazione stellare avvenne però solamente per un ristretto numero di anni intorno al 1050 d.C. deteriorandosi prima e dopo tale epoca a causa del fenomeno della Precessione Lunisolare, quindi questo metodo fu presumibilmente applicato solamente per stabilire, mediante l'osservazione, la direzione del meridiano astronomico locale durante le ultime due fasi architettoniche della chiesa romanica, mentre ai fini dell'orientazione astronomica dei manufatti appartenenti alle tre precedenti fasi, fu necessario ricorrere a qualche altro metodo operativo che cercheremo di ricostruire.



**La colonna a sezione ottagonale posta esattamente nella direzione sud, la quale rappresenta un punto di stazione per determinare la direzione del Polo Nord Celeste. La sezione ottagonale è orientata rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali in modo tale che le direzioni cardinali passino per la mezzaria di quattro lati opposti dell'ottagono.**

La direzione del Polo Nord Celeste non condizionò solamente l'ubicazione della rotonda ma anche la geometria dell'alzato della chiesa in quanto la linea che parte dal piedistallo

della colonna poligonale posta al piano terra, lungo la direzione del meridiano astronomico locale, e passante per il piedistallo delle colonna opposta posta sopra la balaustra del matroneo, interseca la Sfera Celeste molto vicino al Polo Nord Celeste.



## Orientazione della sezione della colonna ottagonale del piano terra rispetto alle direzioni cardinali astronomiche

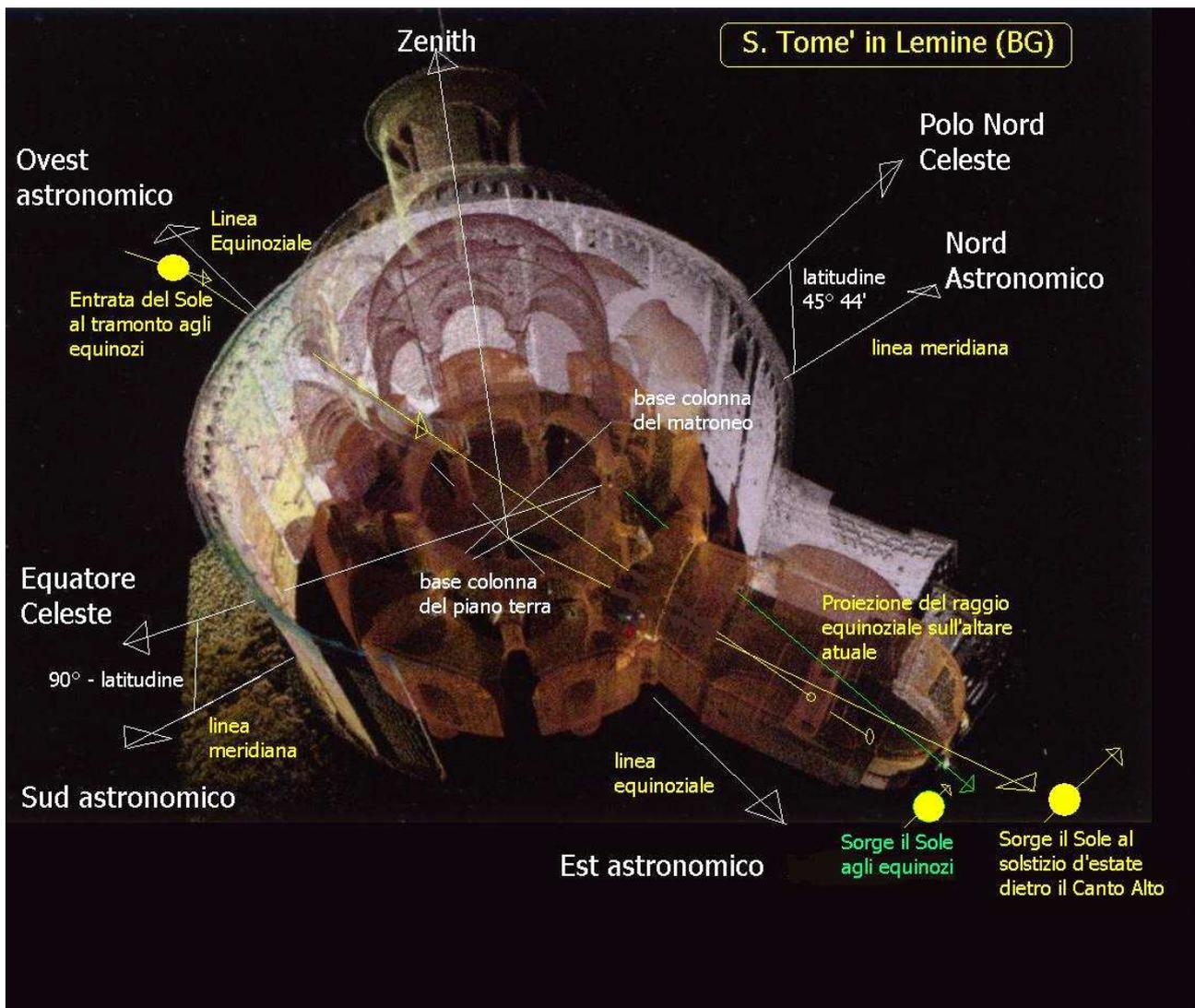
Ovviamente per simmetria la linea che parte dal piedistallo della colonna nord del piano terra e passante per il piedistallo della colonna sud del matroneo, interseca la Sfera Celeste nel punto più elevato raggiunto dall'Equatore Celeste su di essa, nel punto quindi di culminazione del Sole agli equinozi. La causa di questa peculiare configurazione geometrico-astronomica risiede nel fatto che le diagonali delle sezioni del cilindro inferiore della rotonda formano con il piano del pavimento un angolo molto prossimo alla latitudine geografica del centro della rotonda, cioè  $45^{\circ} 44'$ . Questo particolare geometria corrisponde ad una deliberata scelta operata dall'architetto che edificò il luogo di culto,

corrispondente alla fase IV, verso la fine del XI secolo e fu conservata nella successiva ricostruzione avvenuta nel XII secolo.



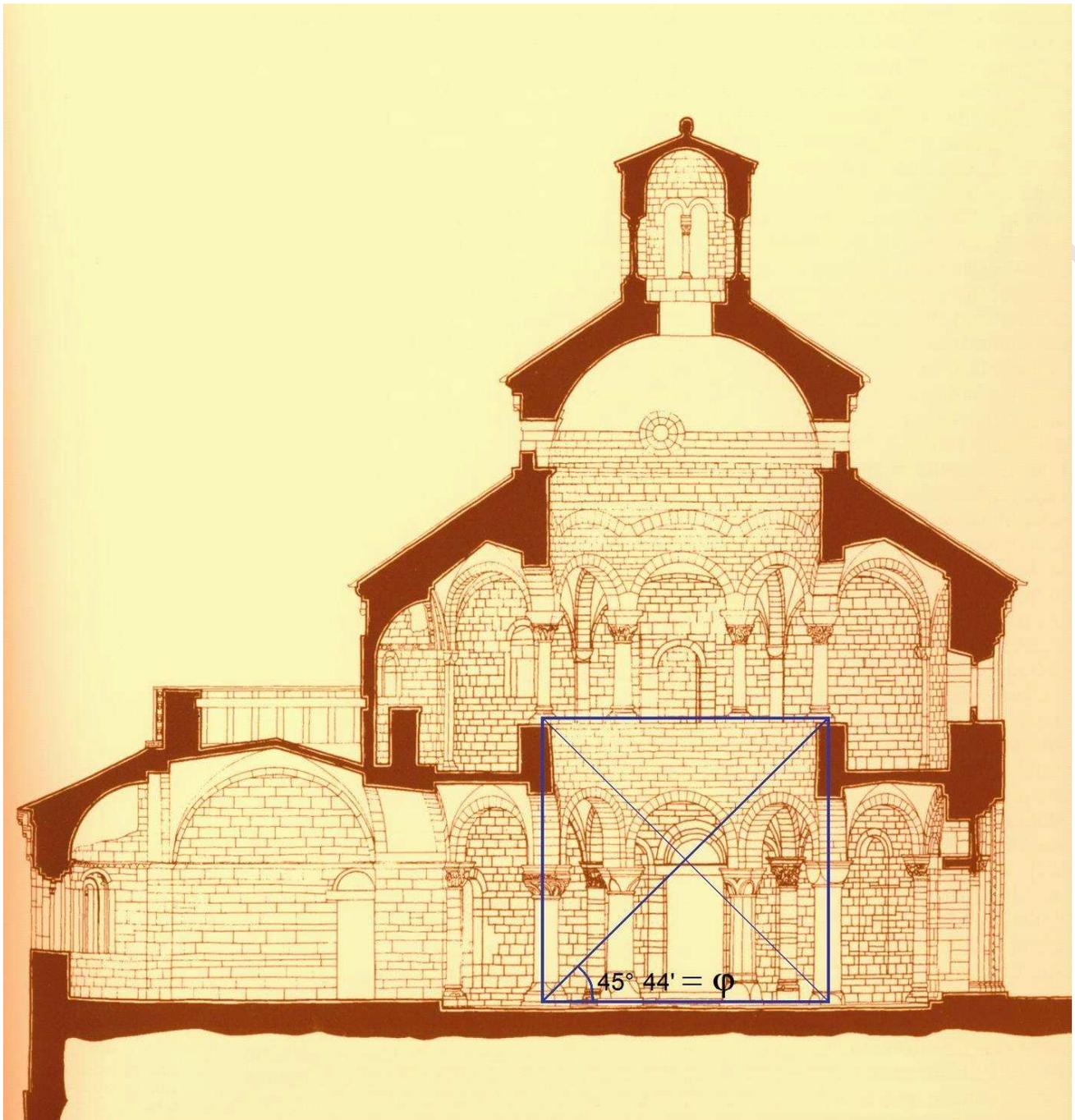
**Un semplice dispositivo per materializzare la direzione dell'asse di rotazione della Terra: prolungando verso l'alto la direzione determinata dalla corda tesa tra il basamento della colonna ottagonale e il basamento della colonna opposta sul matroneo si interseca la Sfera Celeste in prossimità del Polo Nord Celeste. Tale direzione è parallela all'asse di rotazione terrestre.**

Ora è necessario chiederci per quale ragione siano state codificate tutte queste nozioni astronomiche nell'architettura di San Tomè in Lemine. Prima di tutto l'orientazione solstiziale, si discosta nettamente dal criterio "*Sol Aequinoctialis*" connesso alla levata del Sole all'alba degli equinozi, che era rigorosamente prescritto dalla chiesa di Roma. Le orientazioni solstiziali dei luoghi di culto erano però più frequentemente connesse con il solstizio d'inverno, con la rinascita del "*Sol Invictus*" e con la celebrazione del S. Natale, più che con un'orientazione solstiziale estiva.



La geometria dell'alzato della rotonda di San Tomè fu condizionata dalla posizione della colonna ottagonale rispetto al centro (sacro) dell'ottagono e della rotonda. Prolungando verso l'alto la direzione tra il basamento della colonna ottagonale e il basamento della colonna opposta sul matroneo si interseca la Sfera Celeste in prossimità del Polo Nord Celeste e quindi materializza la direzione dell'asse di rotazione della Terra

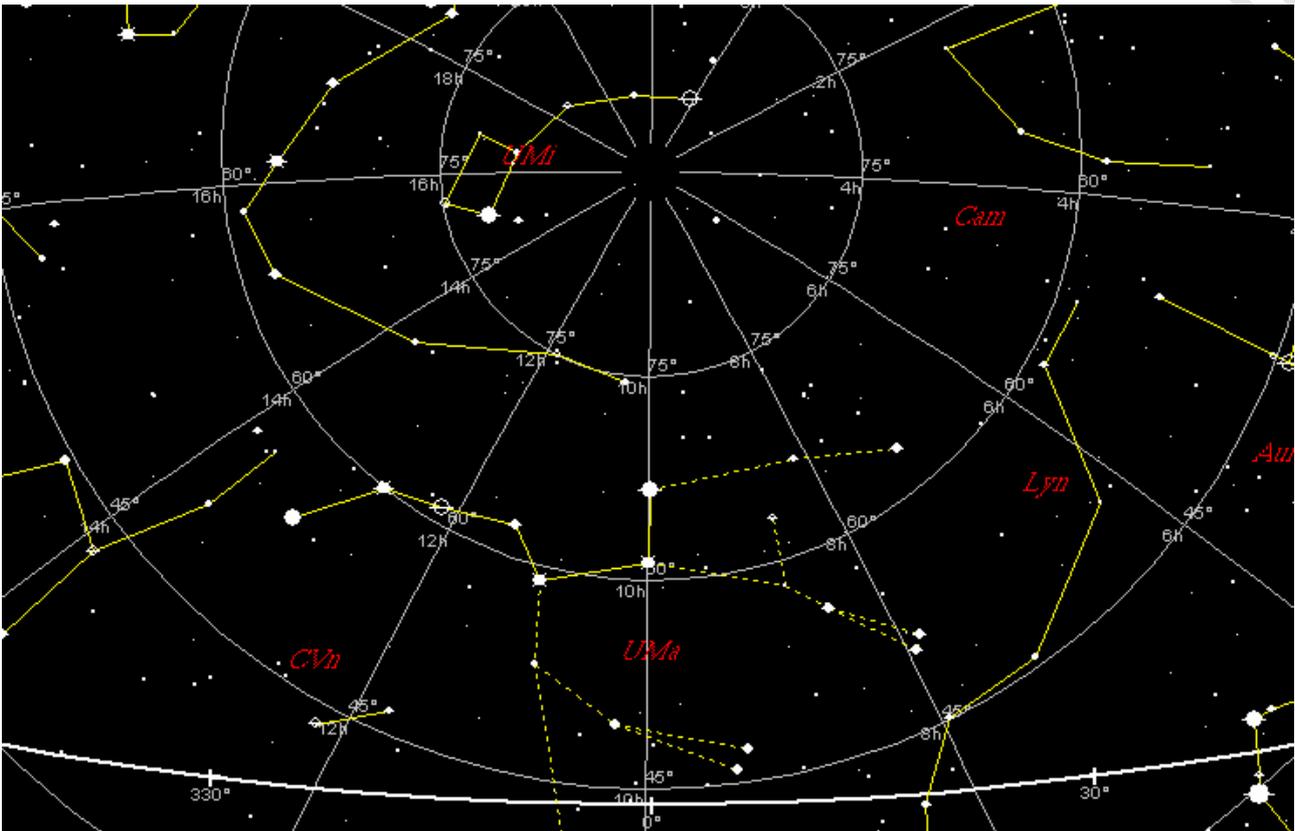
Per quanto riguarda l'orientazione dell'ottagono stabilito dalla posizione planimetrica delle otto colonne e la definizione delle direzioni polare e ed equatoriale sulla sfera celeste, dobbiamo ricordare che l'ottagono è una figura geometrica ricorrente con estrema frequenza nell'architettura cristiana antica. D'altra parte il numero 8 simboleggiava la rinascita mediante il battesimo, la resurrezione e quindi la forma ottagonale era frequentissima nella forma dei battisteri e delle fonti battesimali. Dal punto di vista cosmologico l'ottagono rendeva conto simbolicamente della partizione dell'Universo secondo le 2 direzioni meridiane, le 2 equinoziali e le 4 solstiziali, mediante l'intersezione di due quadrati ruotati di mezzo angolo retto, l'uno rispetto all'altro.



La particolare geometria scelta per dimensionare il cilindro principale della rotonda di San Tomè, legata simbolicamente alla latitudine geografica del luogo dove sorge l'edificio di culto. In questo modo la chiesa codifica l'inclinazione dell'asse della Terra rispetto al piano della sua orbita.

Ci accorgiamo quindi che tutta la progettazione degli edifici di fase IV e V della rotonda di San Tomè fu basata sulla codifica nell'ottagono, centrato nel punto di intersezione delle linee meridiana e solstiziale estiva, delle due direzioni astronomiche fondamentali e nella costruzione della "Polaris Sidus" che ne determinò completamente la geometria interna ed esterna, il tutto eseguito forse utilizzando il *passus romano* quale unità di misura lineare standard, ma questo non è assolutamente sicuro. L'orientazione rigorosa di una costruzione lungo determinate direzioni astronomiche era, dal punto di vista operativo,

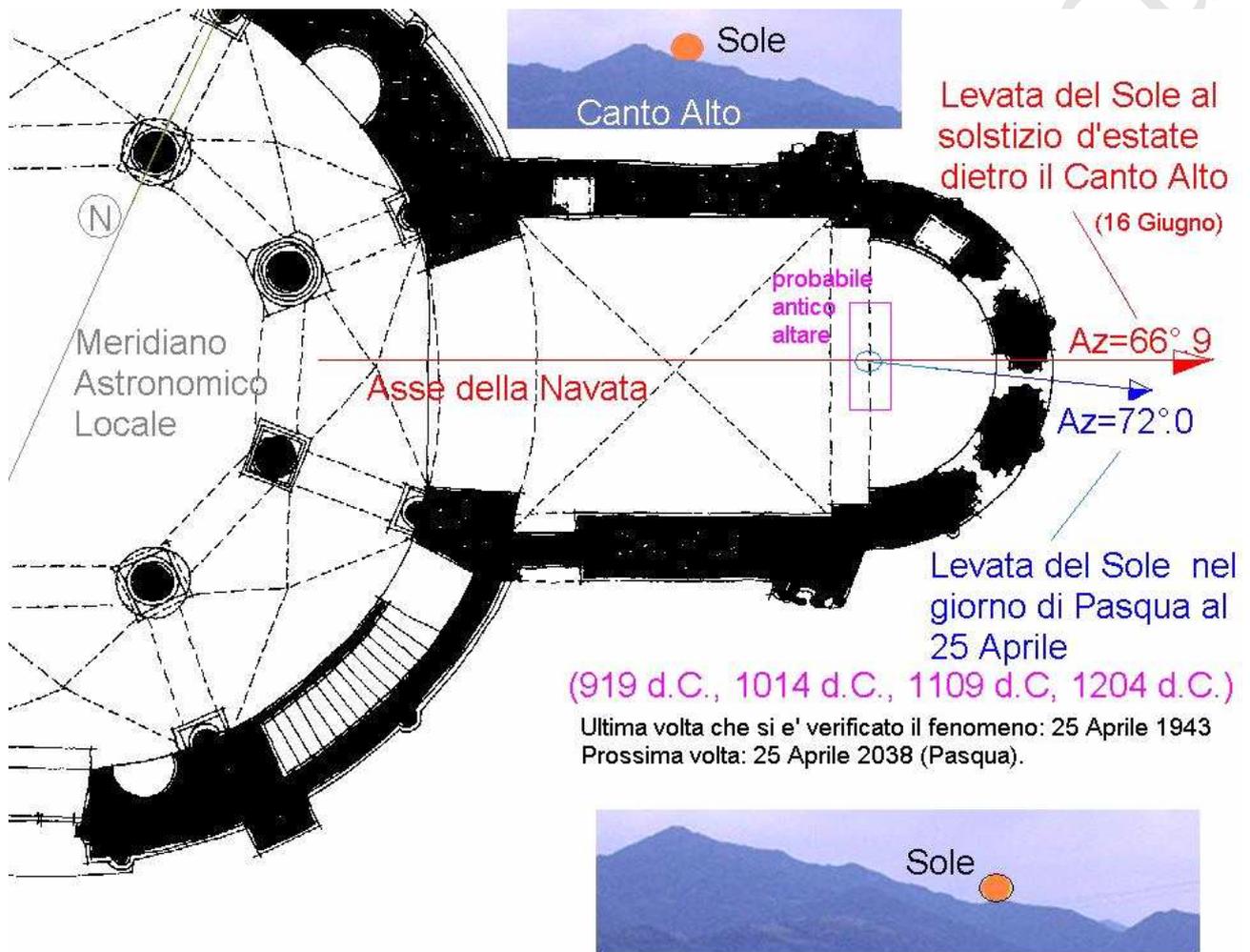
nel XI secolo, un problema di non facile soluzione. La metodologia più moderna disponibile a quel tempo è quanto riportato dal "Geometria Gerberti": un notevole trattato di Geometria composto da Gerberto d'Aurillac, monaco benedettino alverno che salì nel 999 al soglio pontificio con il nome di Silvestro II, oppure nel "De Architectura" di Vitruvio o nel "De limitibus constituendi" di Igino il Gromatico o addirittura nella "Naturalis Historia" di Plinio il Vecchio.



**Posizione del Polo Nord Celeste nel XI secolo, indicato dalla linea che partendo dalla base della colonna ottagonale del piano terra, passa per la base della colonna opposta sul matroneo.**

Le conoscenze astronomiche necessarie alla progettazione dei luoghi di culto erano per lo più bagaglio culturale degli esponenti del clero, soprattutto in ambiente monastico. Dal punto di vista tecnico era necessario disporre di una semplice, ma efficace strumentazione atta ad individuare la direzione equinoziale, in secondo luogo era richiesta l'applicazione di un procedura di lavoro, basata su semplici ed elementari cognizioni di Geometria e di Astronomia, ma capace di condurre a risultati corretti e terzo erano richieste una o più persone capaci di portare a termine l'operazione in maniera sufficientemente accurata, essendo nel contempo capaci di eseguire sia le osservazioni astronomiche necessarie ad acquisire i riferimenti base per la corretta esecuzione del loro lavoro sia l'esecuzione dei calcoli necessari, che a quel tempo dovevano essere eseguiti usando i numeri romani, quindi un sistema numerico privo di algebra. I calcoli con i numeri romani erano complicati, basti pensare al problema di eseguire una semplice divisione tra due numeri. Ad onor del vero bisogna ricordare che in ambiente monastico benedettino, la

numerazione araba fu introdotta poco prima del 1000 da Gerberto d'Aurillac, mentre in ambiente laico i numeri arabi verranno introdotti da Leonardo Pisano solamente nel XIII secolo. Nell'alto medioevo l'uso della bussola per orientare gli edifici era sconosciuto in quanto questo strumento non si diffuse nell'ambiente degli architetti prima del XVI secolo, quindi la determinazione delle direzioni fondamentali doveva essere eseguita mediante un metodo basato esclusivamente sull'Astronomia, sia esso basato sulla diretta osservazione del cielo e dei suoi fenomeni sia essa eseguita sfruttando particolari accorgimenti e tecniche basate sulla gnomonica, sfruttando cioè il moto giornaliero dell'ombra prodotta da uno gnomone verticale illuminato dal Sole.



### Allineamenti astronomici solari a San Tomè

Stabilito quali furono i criteri applicati in fase di posizionamento topografico della chiesa e per la sua orientazione rimane da esaminare l'orientazione delle monofore praticate nell'abside dell'abside del piano terra e quelle presenti nell'abside del matroneo. L'asse della monofora principale dell'abside del pianterreno risulta disassato rispetto al quello del presbiterio di oltre 6° verso sud, questo significa che l'orientazione della monofora centrale non è stata determinata applicando un criterio solare solstiziale. L'analisi archeoastronomica ha mostrato che l'asse della monofora fu allineato verso il punto di levata dell'astro diurno all'alba di una mattina di Pasqua di metà Aprile entro la sella formata dalla sovrapposizione del profilo del monte Campanua (910 mt.) con quello del

monte Luvrida (831 mt.), a sud del Canto Alto. Il fatto che la monofora centrale dell'abside sia disassata di circa  $6^\circ$  implica che la direzione del suo asse, prolungato verso ovest oltre il limite del presbiterio attraversi il piano terra della chiesa passando rasente al bordo meridionale della colonna di nord-est e poi al bordo settentrionale della colonna più occidentale delle otto che formano l'ottagono del piano terreno. Questa particolare orientazione fa sì che un osservatore posto tra la nicchia immediatamente a nord della porta d'ingresso e la scaletta settentrionale di accesso al matroneo potesse collimare la monofora absidale centrale lungo la direzione della levata del Sole a fine Aprile cioè quando il azimut di levata all'orizzonte naturale locale elevato di circa  $4^\circ$  è pari a  $72^\circ$ . Quando l'astro diurno assume quel particolare valore di azimut astronomico alla latitudine di San Tomè, la sua declinazione sulla sfera celeste è pari a  $+12,5$  circa. Prendendo come data approssimata della Pasqua teorica corrispondente alla levata solare lungo l'asse della monofora centrale dell'abside, il 25 Aprile del calendario giuliano, si perviene a calcolare che l'evento avvenne tra il X ed il XIII secolo solamente negli anni 919, 1014, 1109, e 1204; (il fenomeno è stato visibile l'ultima volta il 25 Aprile 1943 e si ripeterà nel 2038). Le date elencate rappresentano buone e ragionevoli ipotesi per l'anno di consacrazione della chiesa del IX secolo e per la riconsacrazione avvenuta nel XII secolo, dopo la ricostruzione voluta dal vescovo di Bergamo.



**L'asse della monofora centrale del matroneo nello stretto spazio tra la colonna nord-orientale e quella estrema occidentale. Il fascio di luce generato dal Sole nascente va a proiettarsi per un brevissimo tempo sul muro della rotonda tra la porta d'ingresso e la**

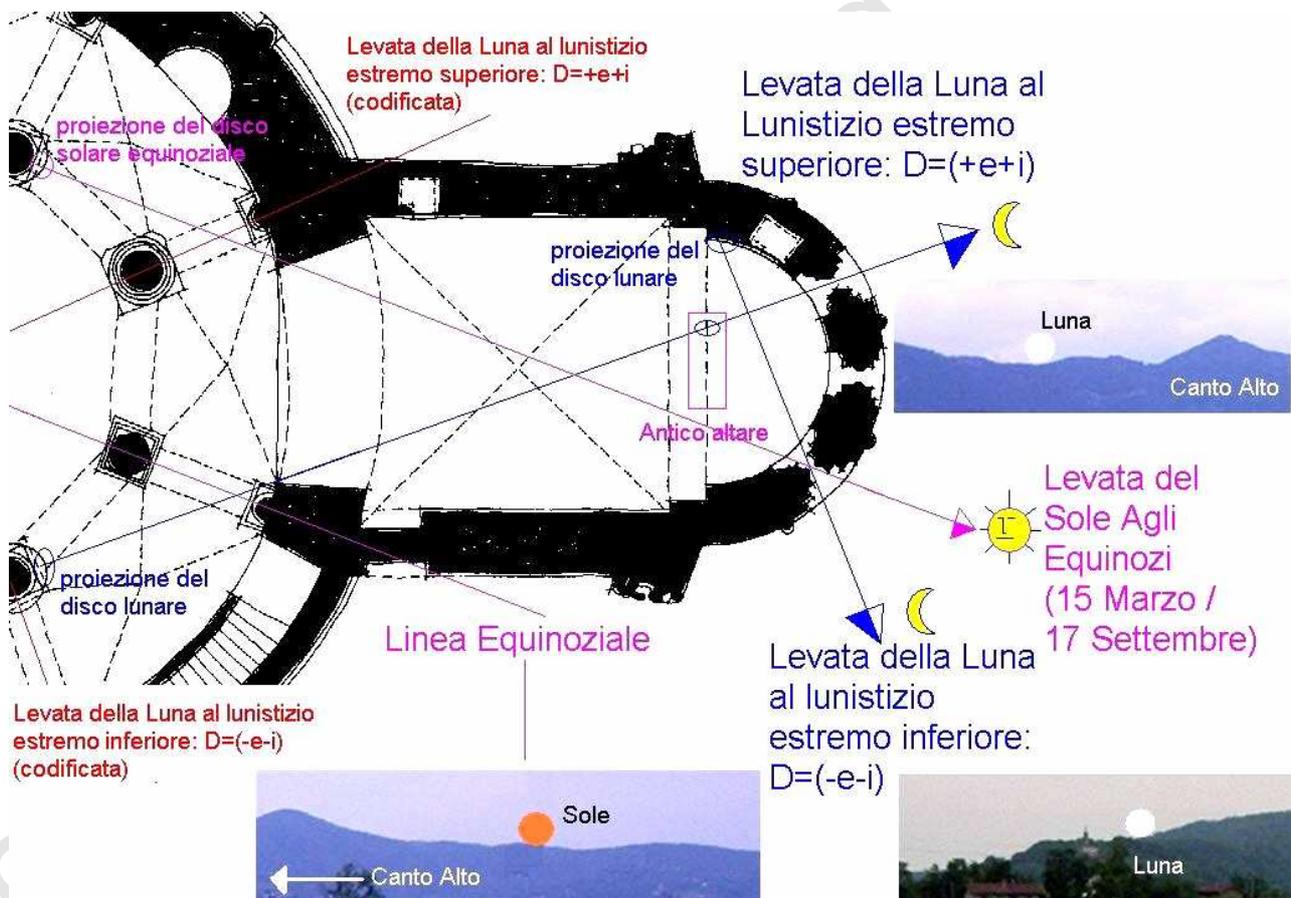
**nicchia immediatamente a nord di essa. Il fenomeno luminoso avviene verso la fine di aprile e potrebbe essere stato correlato con la Pasqua.**

La disposizione delle restanti monofore absidali mostra invece, in entrambi i casi, un'orientazione di tipo lunistiziale lunare. L'analisi arqueoastronomica eseguita ovviamente tenendo accuratamente conto anche del profilo della loro strombatura ha mostrato che la monofora settentrionale fu allineata in modo da ricevere i raggi della Luna nascente, all'orizzonte naturale locale, al lunistizio estremo superiore, cioè quando ogni 18,6 anni solari tropici, l'astro raggiunge la sua massima declinazione possibile, pari a  $\delta=+\epsilon+i$  e quindi anche la sua maggiore altezza nel cielo, pari a quasi  $73^\circ$ . L'astro emergeva dall'orizzonte naturale locale rappresentato dal profilo del monte Corna dell'Uomo (976 mt.). Il fenomeno si è presentato nuovamente il 15 Settembre 2006: la Luna sorse alle 24h 23m, ora locale (senza ora legale) e la sua fase era di 1 giorno successiva all'ultimo quarto. Dopo mezza lunazione dal lunistizio estremo superiore, cioè circa 15 giorni dopo, la Luna raggiunse il lunistizio estremo inferiore corrispondente alla minima declinazione raggiungibile dall'astro sulla Sfera Celeste pari a  $\delta=(-\epsilon-i)$  e quindi anche la minima altezza nel cielo pari a poco meno di  $16^\circ$ . L'astro sorgeva pochi gradi a sud dell'attuale santuario della Madonna di Sombreno e gettava la sua luce attraverso la monofora meridionale dell'abside.



**Levata della Luna al lunistizio estremo superiore lungo l'asse della monofora settentrionale dell'abside.**

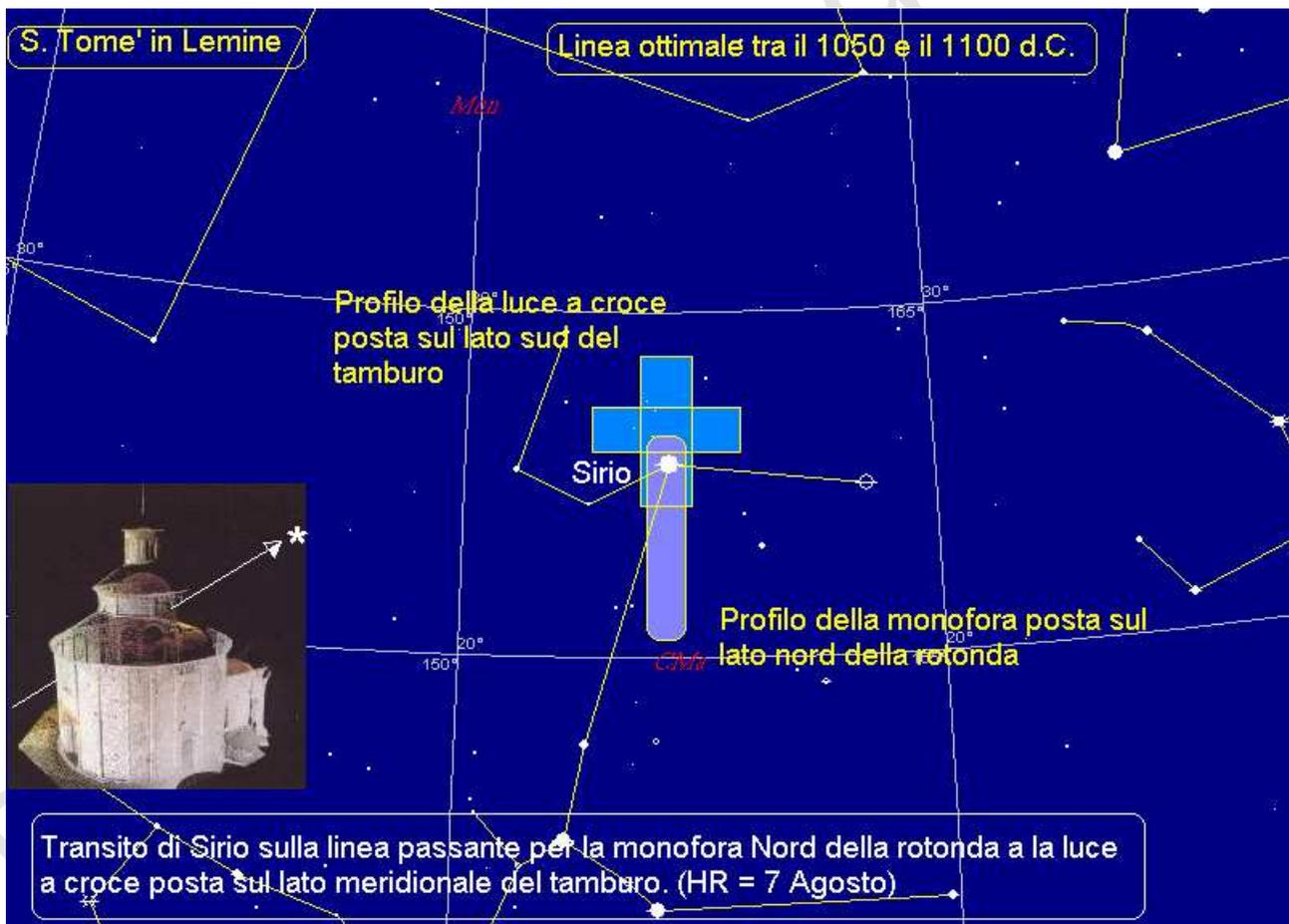
Il fenomeno si è ripetuto il 30 Settembre 2006: la Luna sorse alle ore 14:44, alla fase di primo quarto, quindi il fenomeno non fu visibile nel 2006 poiché l'astro sorse durante il giorno. Occupiamoci ora delle monofore aperte nel nicchione del matroneo il quale fungeva da piccolo abside. L'orientazione dei loro assi è abbastanza simile, anche se non identica, a quella delle monofore laterali dell'abside del pianterreno, quindi anch'esse possono essere correlate con le levate lunistiziali lunari, nello stesso ordine, anche se in maniera meno accurata. Nel matroneo sono però presenti altre tre monofore: una orientata a sud-est, una a sud-ovest ed una a nord-ovest: l'analisi archeoastronomica ha mostrato che ciascuna ebbe una funzione astronomicamente significativa. La monofora sud-occidentale, posta sopra la porta di ingresso alla chiesa riveste invece un significato molto particolare sia dal punto di vista del gioco di luce che si verifica all'interno del tempio al tramonto del Sole agli equinozi, ma anche dal punto di vista stellare; esaminiamo subito quest'ultimo rimandando la questione relativa al "raggio solare equinoziale" ad un successivo capitolo, quando verranno esaminati i "giochi di luce" che si verificano all'interno del tempio.



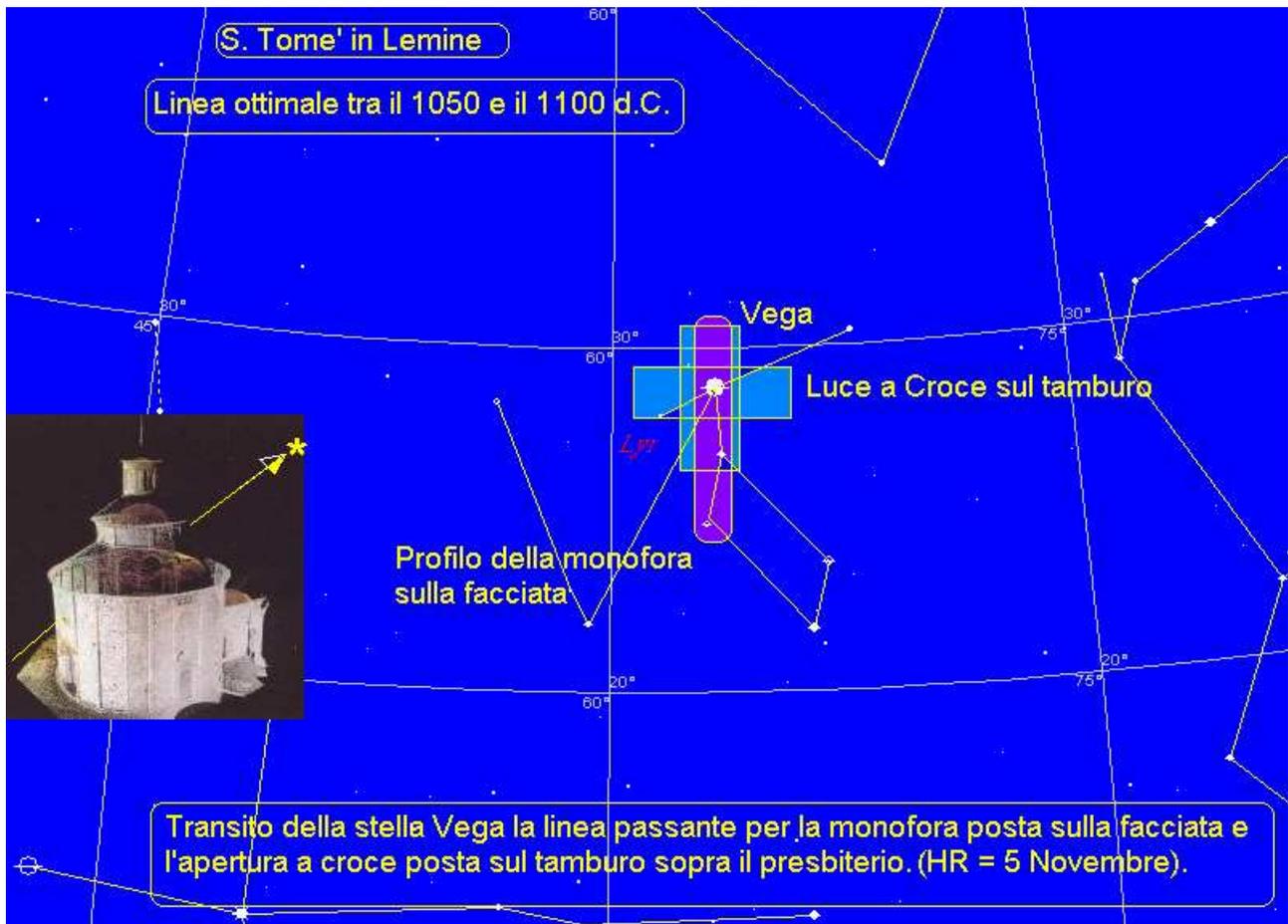
### Allineamenti astronomici lunari a San Tomè in Lemine

La monofora può essere messa in relazione anche con l'apertura a forma di croce che è praticata nella parete opposta del tamburo circolare posto superiormente al matroneo. Se un osservatore si pone all'esterno della chiesa poco distante dalla porta di ingresso in una

posizione tale che l'apertura a forma di croce praticata sul tamburo possa essere collimata attraverso la monofora posta sopra la porta di ingresso, si rende visibile una piccola porzione rettangolare di cielo centrata su un punto di circa  $65^\circ$  di azimut e  $28^\circ$  di altezza angolare apparente. Entro questa ristretta porzione di cielo in un periodo che si stende tra il 1050 ed il 1100 d.C. transitava la stella di prima grandezza Vega, nella costellazione della Lyra, tutte le notti invernali dall'inizio di Novembre, in cui il passaggio avveniva poco prima dell'alba, anticipando il suo transito di circa 4 minuti ogni notte, fino alla primavera inoltrata durante la quale il transito avveniva di prima sera. La monofora nord occidentale collimava invece allo stesso modo una seconda apertura a croce posta sulla parete sud-est del tamburo delimitando una porzione di sfera celeste corrispondente ad un azimut astronomico vicino ai  $160^\circ$  e ad un'altezza angolare apparente di circa  $25^\circ$ , in modo tale che un osservatore posto nella posizione giusta al di fuori del tempio potesse, sempre tra il 1050 ed il 1100 d.C., osservare il transito di Sirio, attraverso la stretta porzione di cielo limitata dall'intersezione dei profili delle due aperture. La stella, posta nella costellazione del Cane Maggiore, che è la più luminosa visibile in cielo, transitava poco dopo l'alba dall'inizio di Agosto e anticipando 4 minuti ogni notte il suo passaggio, arrivava ad essere visibile di prima sera nei successivi mesi invernali. Il transito di queste stelle ogni notte avrebbe potuto rivestire un significato calendariale liturgico.



La direzione passante per la monofora settentrionale e per la feritoia a forma di croce posta sul lato meridionale del tamburo permetteva ad un osservatore posta all'esterno della chiesa di osservare il transito della stella Sirio attraverso le due aperture.

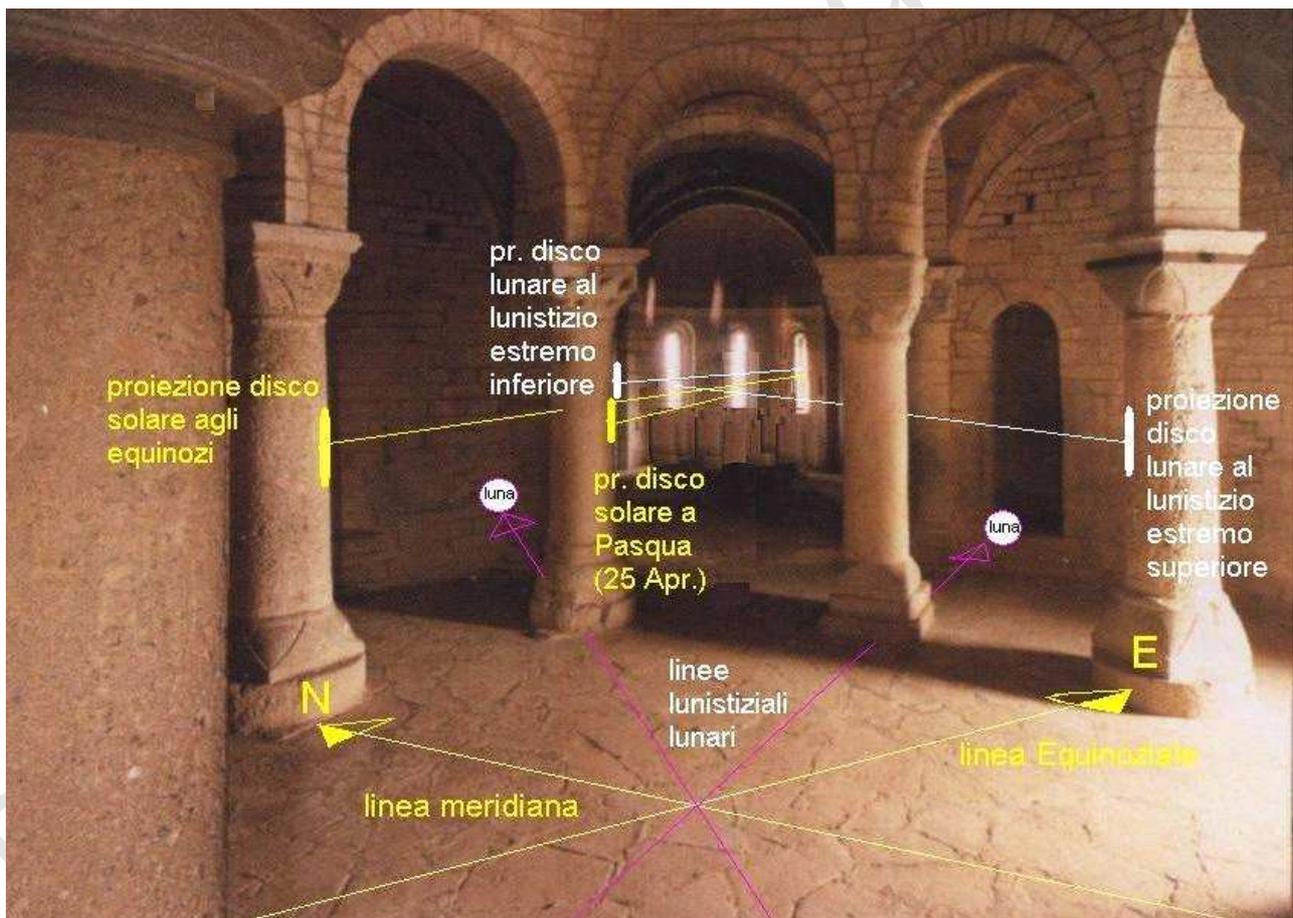


La direzione passante per la monofora sud-occidentale posta sopra la porta d'ingresso e per la feritoia a forma di croce posta sul tamburo sopra il tetto del presbiterio permetteva ad un osservatore posta all'esterno, davanti alla porta della chiesa di osservare il transito della stella Vega attraverso le due aperture.

## Giochi di Luce

La particolare geometria della rotonda di San Tomè in Lemine unita alla sua orientazione astronomica permettono il verificarsi di alcuni spettacolari giochi di luce di grande effetto, provocati dal Sole e dalla Luna all'interno di essa. Tali effetti luminosi furono deliberatamente calcolati come avvenne durante il medioevo in moltissimi edifici di culto cristiano. In San Tomè la particolare disposizione delle monofore absidali permette, in particolari date durante l'anno, il verificarsi di taluni effetti luminosi di grande suggestione i quali rivestivano un grande effetto ierofanico. Prendiamo in considerazione la monofora centrale dell'abside; abbiamo già visto che essendo allineata verso il punto di levata del Sole all'alba del 25 Aprile, proietterà i raggi dell'astro nascente sulla colonna nord-ovest del piano terra. La data del 25 Aprile potrebbe essere stata rilevante ai fini della consacrazione della chiesa negli anni in cui la domenica di Pasqua cadde proprio in quel giorno. Tali anni nel periodo che si stese tra il X ed il XIII secolo furono il 919 d.C., il

1014 d.C., il 1109 d.C. ed il 1204 d.C. Le monofore settentrionale e meridionale invece hanno rilevanza lunare; la monofora nord dell'abside proietta la luce della Luna alla sua levata nel giorno del lunistizio estremo superiore, quando l'astro raggiunge la massima digressione settentrionale a causa del fatto che la sua declinazione è la massima possibile, sulla colonna sud-est dell'ottagono del piano terra dopo essere passata rasente allo spigolo della parete meridionale del presbiterio. Il fenomeno avviene una volta ogni 6798 giorni, pari a 18,61 anni solari medi. L'ultima volta che il fenomeno è avvenuto è stato durante la notte del 15 Settembre 2006. La monofora absidale meridionale riceve i raggi della Luna che sorge alla sua minima declinazione, raggiunta al lunistizio estremo inferiore, quando l'astro sorge nella sua posizione più meridionale possibile e la proietta sullo spigolo settentrionale dell'emiciclo absidale. Anche in questo caso la periodicità del fenomeno è pari a 6798 giorni solari medi e l'accoppiamento tra le date dei due fenomeni lunari è tale per cui il lunistizio estremo inferiore avviene circa 2 settimane dopo il lunistizio estremo superiore; tale configurazione si ripeterà nuovamente 18,61 anni dopo, e così via. L'ultima volta che il fenomeno è avvenuto è stato nei primi giorni di Ottobre 2006, ma poiché la levata della Luna avvenne durante il giorno, la spettacolare proiezione non poté avere luogo.



**Proiezioni e giochi di luce solari e lunari generati delle monofore dell'abside del piano terra, all'interno della rotonda di San Tomè in Lemine.**

La monofora absidale meridionale però, in virtù della sua strombatura è in grado di catturare anche i raggi del Sole che sorge agli equinozi e proiettarne la luce sulla colonna

settentrionale del piano terra dopo essere passata rasente allo spigolo settentrionale del presbiterio. Tra il VIII ed il XII secolo il fenomeno avveniva il 15 Marzo e il 17 Settembre (del calendario giuliano riferito al vero computo astronomico) rispettivamente, ma siccome il calendario giuliano riportato sugli almanacchi dell'epoca a quei tempi era in errore rispetto al vero computo astronomico, formalmente le date erano rispettivamente quelle dell'Annunciazione e della Concezione di San Giovanni Battista. Dopo aver preso in esame i giochi di luce generati dal Sole e dalla Luna attraverso le monofore dell'abside, rimane ora da prendere in esame il fenomeno più spettacolare che si verifica ogni anno nei giorni di equinozio. Sopra la porta di ingresso, sul lato occidentale della rotonda esiste una stretta monofora a ventaglio il cui profilo mostra di essere stato deliberatamente spostato e disassato rispetto all'asse della porta della chiesa le misure hanno messo in evidenza che l'apertura è ulteriormente posta fuori asse rispetto al suo alloggiamento. L'orientazione dell'asse della monofora rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali è tale per cui nei giorni degli equinozi, quando il Sole tramonta, passa per un particolare punto della sfera celeste in modo tale che la luce solare entri dalla monofora e si proietti all'interno della rotonda con una particolare inclinazione, andando a colpire parzialmente la balaustra del matroneo la quale rimuove la parte inferiore del fascio di luce, mentre la parte superiore di esso continua il suo cammino all'interno della rotonda fino ad essere intercettata dal vertice dell'arco del presbiterio che ne seziona la parte superiore. A questo punto, del fascio originale rimane solamente una piccola parte che attraverso il presbiterio va a proiettarsi sulla base del muro dell'abside, ma essendo presente l'altare ottocentesco collocato in quel luogo durante i restauri operati dal Fornoni, quest'ultimo lo intercetta bloccandolo. A questo punto, il fenomeno, va esaminato con maggior attenzione. Il fascio di luce equinoziale subisce due sezionamenti: il primo da parte della balaustra del matroneo e il secondo da parte della sommità dell'arco del presbiterio. La sovrapposizione dei due ostacoli lascia libera solo una stretta fenditura attraverso cui la luce solare può passare prima di arrivare a colpire l'altare ottocentesco.



**La monofora posta sopra la porta principale d'accesso è disassata sia rispetto all'asse verticale della porta sia rispetto alla cornice.**

L'effetto fisico é quello della "camera oscura", per cui sull'altare viene a proiettarsi l'immagine sfocata del disco solare, che ne illumina il tabernacolo dopo di che il Sole, a causa della rotazione della Terra, si sposta dalla direzione giusta ed il fenomeno termina. Il fenomeno, nei giorni di equinozio avviene intorno alle 17h 20m ora locale, ma si verifica ed è visibile, anche qualche giorno prima e qualche giorno dopo l'effettiva data dello equinozio. Attualmente la proiezione dell'immagine del disco solare avviene sul tabernacolo dell'altare attualmente presente nel presbiterio, ma anticamente la proiezione si verificava sull'antica pietra sacra che era posta un poco più avanti dentro l'abside.



### Schema della proiezione equinoziale in San Tomè

A questo punto può essere utile considerare i fenomeni solari che avvengono agli equinozi a San Tomè, nel loro insieme. In primo luogo il Sole sorge esattamente nel punto cardinale Est lungo la direzione stabilita dalle due colonne ovest ed est del pianoterra rispettivamente, gettando la sua luce attraverso la monofora meridionale dell'abside del pianterreno e andando ad illuminare la colonna più settentrionale posta all'interno del tempio realizzando un primo gioco di luce. Alcune ore dopo, al mezzogiorno vero e locale alla longitudine della chiesa, l'astro culmina esattamente nella direzione meridionale del meridiano astronomico locale stabilita dalle colonne nord e dalla contrapposta sud, quest'ultima con la sezione ottagonale. L'altezza raggiunta dal Sole al mezzodì vero e locale è pari a  $90^\circ$  diminuiti dalla latitudine del luogo ( $45^\circ 44'$ ) essendo posto, agli equinozi, sull'equatore celeste (declinazione pari a zero); quindi si troverà, nel cielo, in corrispondenza del punto stabilito congiungendo la base della colonna settentrionale del pianoterra con la base della colonna opposta, quella meridionale, del matroneo, e

prolungando questa linea immaginaria fino ad intersecare la sfera celeste. Successivamente il Sole inizierà la sua graduale discesa pomeridiana e prima di tramontare esso raggiungerà un'altezza angolare apparente pari a  $18^\circ$  rispetto all'orizzonte astronomico locale in corrispondenza di un azimut astronomico pari a  $246^\circ$



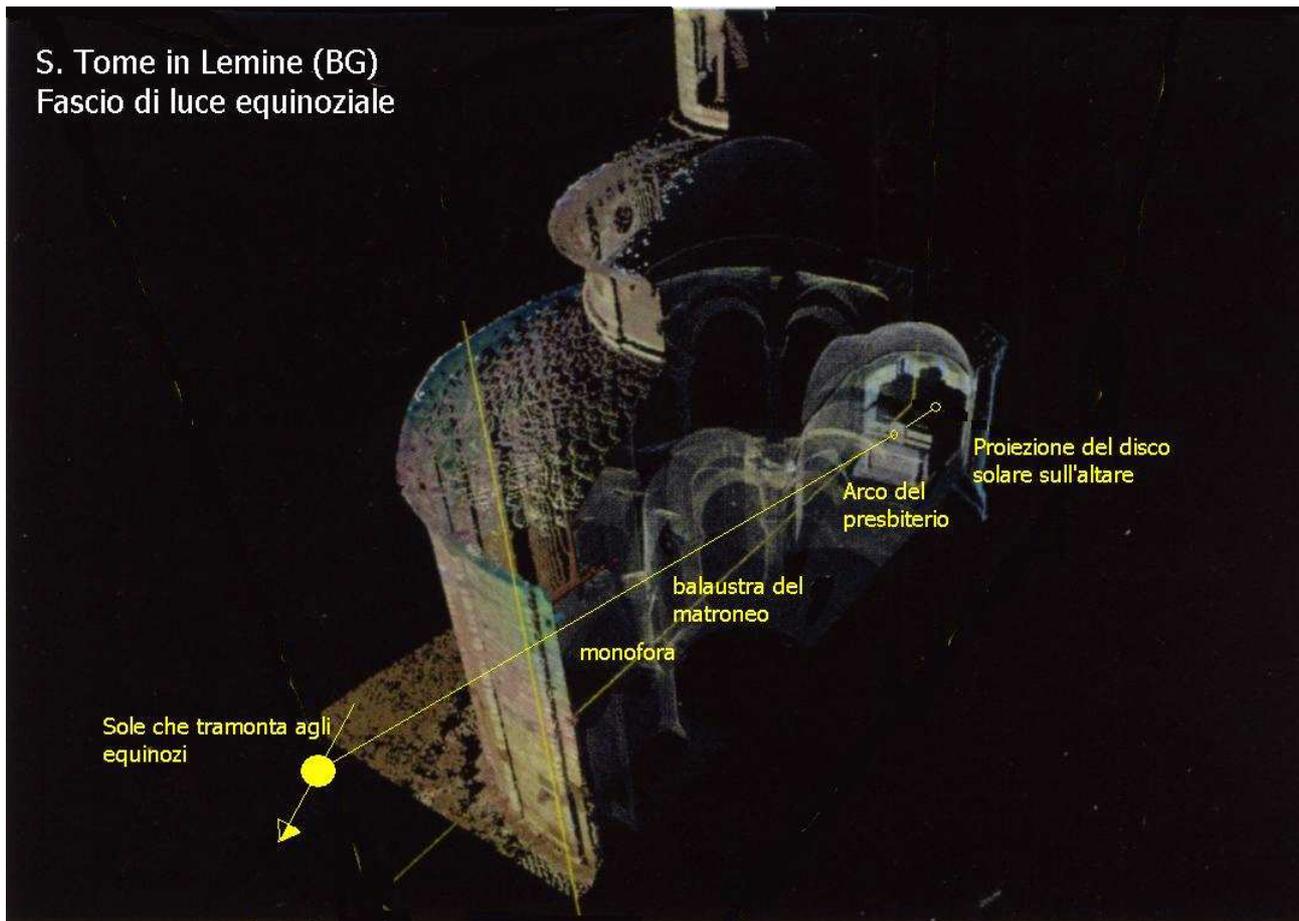
#### **Proiezione del “raggio equinoziale” all’interno della rotonda di San Tomè.**

Tali valori delle coordinate altazimutali locali dell’astro lo porteranno ad occupare sulla Sfera Celeste la posizione giusta per inviare i propri raggi attraverso la monofora sud-occidentale del matroneo, quella posta al disopra della porta d’ingresso, in modo da dare luogo allo spettacolare fenomeno del “raggio equinoziale”. Successivamente l’astro andrà a tramontare esattamente nel punto cardinale Ovest lungo la linea equinoziale locale materializzata dalla congiungente tra le due colonne est ed ovest rispettivamente del piano terra oppure del matroneo. Dopo il tramonto l’astro proseguirà la sua traiettoria apparente dovuta in realtà al moto di rotazione della Terra sul suo asse ed alla mezzanotte vera e locale esso culminerà inferiormente raggiungendo, al di sotto dell’orizzonte settentrionale la sua minima altezza per quel giorno e transitando per il prolungamento della linea immaginaria condotta dalla base della colonna più meridionale tra quelle del matroneo, posta sopra quella poligonale del pianterreno, fino ad intersecare la base della colonna più settentrionale del piano terra, prolungata appunto fino ad intersecare la Sfera Celeste al disotto del punto cardinale Nord astronomico. Tale sequenza di fenomeni avviene solamente due volte l’anno: agli equinozi.



**Proiezione del fascio solare equinoziale sul tabernacolo dell'attuale altare di San Tomè in Lemine. L'altare fu posizionato dal Fornoni durante i restauri ottocenteschi.**

Questa particolare sequenza di fenomeni, insieme a tutti gli altri che si verificano entro la rotonda di San Tomè sono la diretta conseguenza della particolare geometria dell'edificio romanico unita alla sua particolare orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali.



Traiettoria percorsa dal fascio di luce solare al tramonto del Sole agli equinozi, all'interno della rotonda di San Tomè.

## La datazione della rotonda di San Tomè

Il problema della collocazione cronologica della attuale rotonda di San Tome è stato molto dibattuto dagli studiosi utilizzando svariati strumenti di datazione. Le fonti documentarie non forniscono informazioni univoche e quindi l'epoca della costruzione dell'attuale edificio romanico non è per niente facile da valutare. La valutazione eseguita sulla base dell'analisi della tipologia dell'architettura romanica codificata nell'edificio ha fatto propendere gli studiosi per un'epoca posta intorno al XII secolo. L'edificio attuale è l'ultimo di una serie di cinque il più antico dei quali, messo in evidenza durante gli scavi archeologici ottocenteschi eseguiti dall'ing. Elia Fornoni, dovrebbe probabilmente risalire al VIII secolo. L'archeoastronomia, studiando le direzioni astronomicamente significative codificate nel manufatto, ha potuto confermare ragionevolmente questa ipotesi. Ogni data astronomica prevede una particolare posizione nel cielo del Sole, della Luna, dei pianeti e delle stelle che può essere calcolata fino ad un limite remoto pari al 4500 a.C. circa, in maniera rigorosa, mediante opportuni algoritmi. Quindi a prima vista sembrerebbe possibile datare i siti archeologici astronomicamente significativi nel momento in cui alcuni allineamenti siano orientati verso i punti dell'orizzonte naturale locale in

corrispondenza dei quali taluni corpi celesti sorgevano o tramontavano in epoca remota. Secondo questa visione del mondo, una volta rilevati, in un sito, alcuni allineamenti astronomicamente significativi è possibile mediante un opportuno processo di ottimizzazione non lineare al computer giungere a determinare l'epoca in cui gli allineamenti e i loro corrispondenti *targets* sulla linea dell'orizzonte naturale locale raggiungevano il massimo accordo possibile, il margine d'incertezza sulla datazione risultante ed il livello di probabilità con cui tale datazione è affidabile. Tale epoca è assunta come collocazione cronologica più probabile del sito e delle strutture archeologiche che è possibile rilevare in quel luogo. A prima vista si potrebbe avere l'impressione che si tratti di un puro gioco matematico-astronomico, una sorta di *computer game* che non ha molto senso dal punto di vista archeologico, invece se il numero di allineamenti astronomici da ottimizzare simultaneamente è elevato il processo di ottimizzazione converge generalmente molto bene ed è quasi sempre possibile che il computer arrivi ad indicare con buona approssimazione una determinata epoca quale collocazione cronologica più probabile del sito analizzato soprattutto se il problema si riferisce alle orientazioni rilevabili dei luoghi di culto cristiano o nei resti delle strutture che facevano parte dei monasteri medioevali nei quali esistono allineamenti diretti verso le posizioni di levata o di tramonto del Sole, della Luna e delle stelle in taluni giorni dell'anno, motivati per lo più da funzioni canoniche e liturgiche, di cui però esiste antica, ma esplicita documentazione oggettiva. In questo caso gli astri importanti sono esplicitamente noti, allora la datazione si riduce ad un problema (non banale) di ottimizzazione in condizioni di incertezza, ma perfettamente risolvibile mediante l'applicazione di tecniche di calcolo basate sulle reti neurali artificiali e sulla logica fuzzy, le quali, nella maggioranza dei casi, sono capaci di risolvere efficacemente il problema. Torniamo ora al problema della determinazione della collocazione cronologica ottimale della rotonda di San Tomè. L'ottimizzazione di tutte le linee astronomicamente significative rilevabili nell'attuale edificio, il quale è stato accuratamente rilevato archeoastronomicamente, hanno condotto ad un valore ottimale pari al  $1063 \pm 14$  anni quindi determinando i limiti di confidenza per un livello di probabilità pari al 95% potremmo affermare che l'epoca di edificazione è compresa tra il 1030 ed il 1096, quindi siamo nello XI secolo. La collocazione cronologica determinata mediante il processo di ottimizzazione si riferisce all'edificio prima della ricostruzione operata nel XII secolo la quale ha ripristinato la configurazione architettonica precedente. Se così non fosse avvenuto, il processo di ottimizzazione avrebbe determinato un'epoca di un secolo più recente. Lo stesso processo di ottimizzazione ha permesso di affermare che i restauri ottocenteschi operati dal Fornoni non hanno modificato le orientazioni astronomicamente significative presenti nell'edificio nei precedenti 800 anni.