

La chiesa di S. Tome' in Carvico

Aspetti di Astronomia e Geometria sacra medioevale nell'Isola Bergamasca

di

Adriano Gaspani

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

Introduzione

Lo scopo di questo articolo e' quello di mettere in evidenza quanto risultato dall'analisi dell'orientazione della chiesa di San Tome' a Carvico, eseguita in un'ottica di tipo archeoastronomico e di tentare di mettere in relazione l'ubicazione di tale edificio sacro con quella della chiesa di San Tome' in Lemine, senza pero' entrare nel dettaglio, per ragioni di spazio, dei risultati dello studio archeoastronomico di quest'ultima i quali verranno descritti in altra sede. Prima di entrare nel merito della descrizione dei risultati raggiunti e' 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 e' necessario conoscere almeno i principi fondamentali dell'Astronomia di Posizione che e' 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 permettera' di capire cosa gli uomini vissuti nel periodo altomedioevale potessero osservare nel cielo e 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.

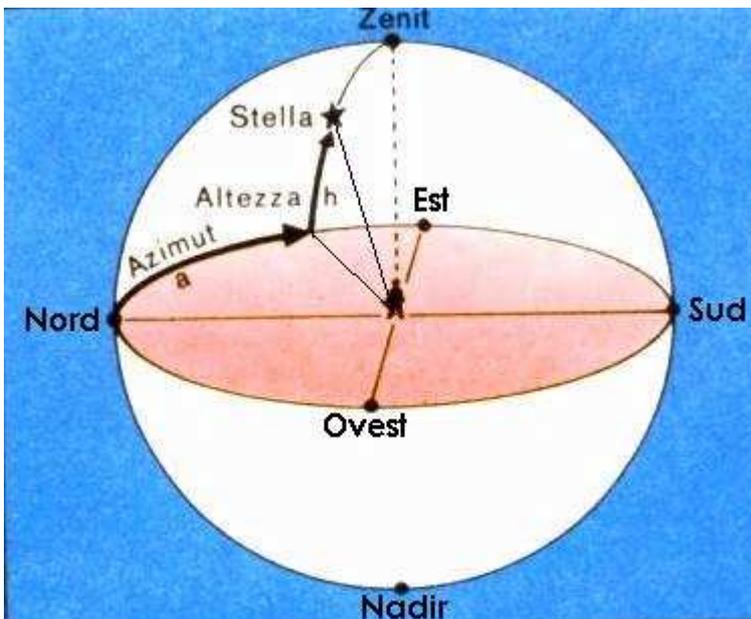
La posizione degli astri nel cielo

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 e' 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 primo e' 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.

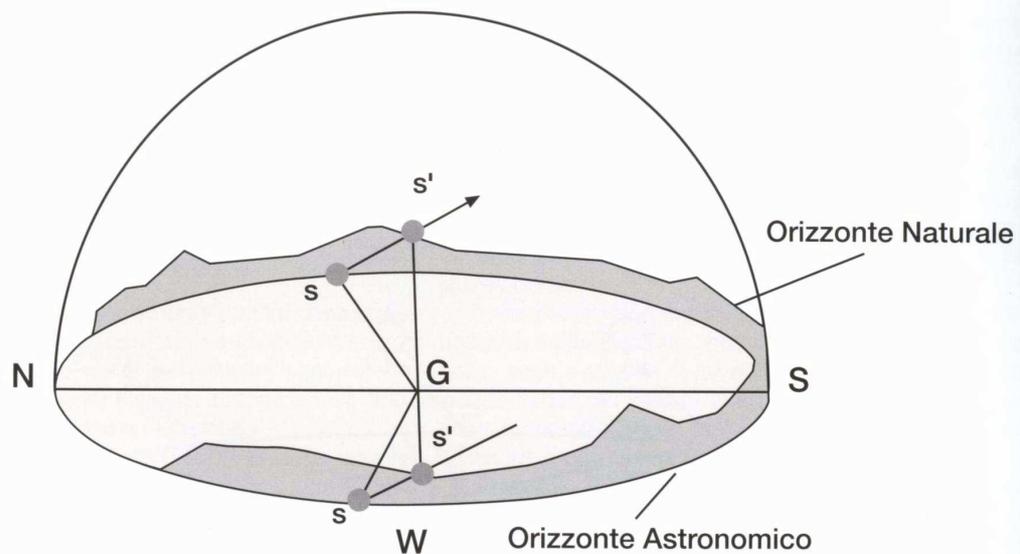


Sistema di Coordinate Altazimutale

L'orizzonte astronomico locale e' 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 allora l'orizzonte marino materializzerebbe sia l'orizzonte astronomico locale sia quello naturale.

Se invece il nostro punto di osservazione fosse posto in montagna allora l'orizzonte astronomico locale sarà difficilmente visibile, mentre il profilo del paesaggio montuoso definirà l'orizzonte naturale locale.



I punti di levata e di tramonto del Sole e degli altri astri all'orizzonte naturale locale rappresentato dal profilo del paesaggio localmente visibile dal luogo di osservazione, sono differenti da quelli che si osserverebbero se l'orizzonte fosse quello astronomico locale che potrebbe essere materialmente rappresentato dalla linea dell'orizzonte marino. Nella figura abbiamo un esempio con il Sole. Il Sole è visto sorgere, all'alba di un certo giorno dell'anno, nel punto S posto sull'orizzonte astronomico locale orientale. In realtà il disco solare apparirà da dietro le montagne nel punto S', all'orizzonte naturale locale nel settore orientale. Il punto S' si trova tanto più a sud rispetto ad S quanto più l'altezza angolare apparente dell'orizzonte naturale rispetto a quello astronomico risulta elevata. Se un edificio di culto posto nel punto G fosse stato orientato sul punto di levata del Sole (visibile) in quel giorno dell'anno allora la direzione del suo asse sarebbe GS' e non GS. La direzione GS' è quindi caratterizzata da un azimut di orientazione maggiore di quello pertinente alla direzione GS. Nel caso del tramonto la situazione si inverte, infatti il tramonto del Sole all'orizzonte naturale locale, nel punto S' ad ovest, avviene prima del tramonto all'orizzonte astronomico locale (nel punto S ad ovest). In questo caso l'azimut della direzione occidentale GS' sarà minore di quello della direzione occidentale GS. Anche in questo caso la differenza di azimut e dei tempi di tramonto sarà tanto maggiore quanto maggiore sarà l'altezza angolare apparente dell'orizzonte naturale locale (profilo delle montagne) rispetto alla linea dell'orizzonte astronomico su cui sono posti i punti S.

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, esiste anche un altro problema con questo sistema di coordinate 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, e' 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.

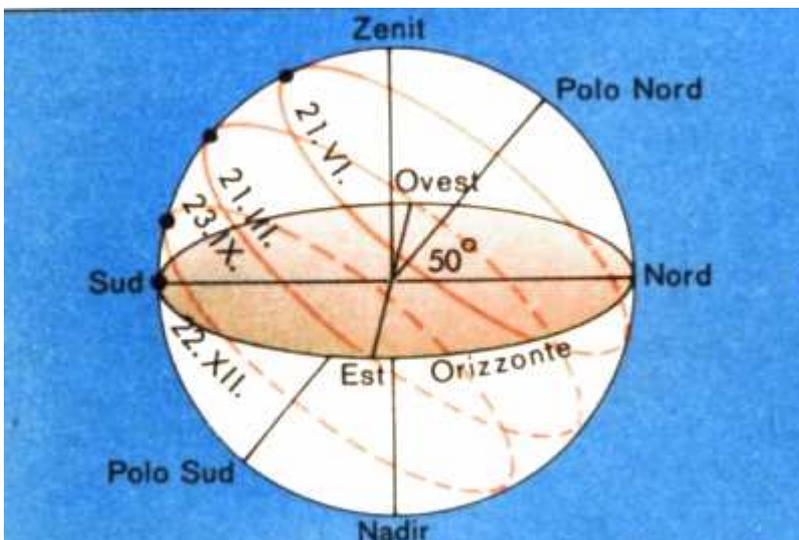
A causa del fatto che la Terra durante un giorno percorre anche una frazione della sua orbita, circa 1/365 del percorso annuale, il Sole avrà variato la sua posizione apparente, rispetto alle stelle visibili sulla sfera celeste, di poco meno di 1 grado.

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. Questo cerchio è chiamato Eclittica, termine che fu 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.



Traiettorie apparenti del Sole sulla Sfera Celeste durante l'anno alla latitudine 45° Nord.

La conseguenza è che se 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", allora avviene 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 avverrà 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.

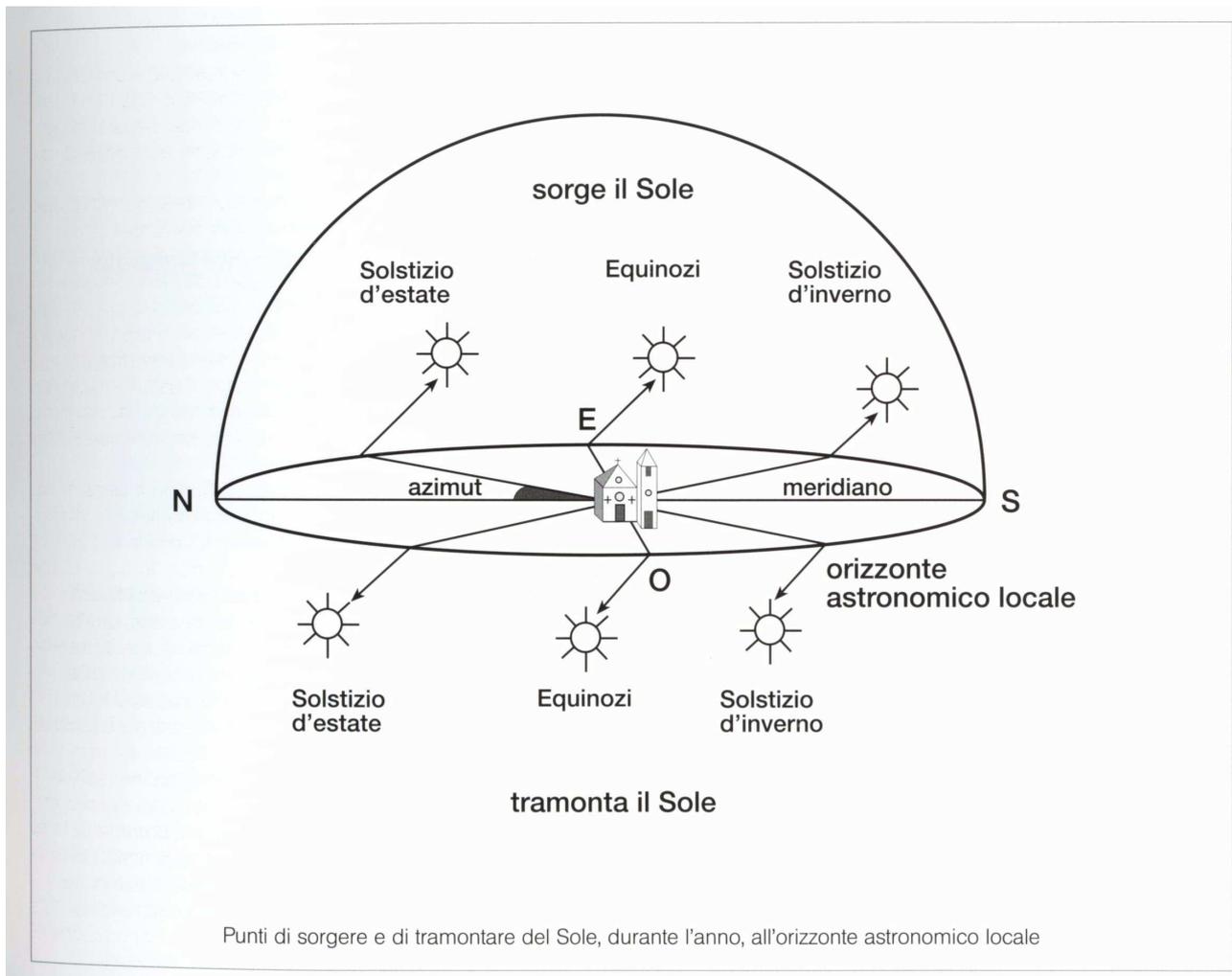
Attualmente le date in cui avvengono gli Equinozi sono il 21 marzo e il 23 settembre rispettivamente per l'Equinozio di Primavera e quello di Autunno, ma nel tempo anche le date degli Equinozi e dei Solstizi sono soggette ad una lenta, ma consistente, variazione particolarmente evidente quando si va 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 saranno 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 e' fondamentale in quanto le testimonianze archeologiche ci suggeriscono quanto 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 Invictus, Sol Salutis*) e la direzione est era simbolizzata dalla croce, rappresentazione del simbolo della vittoria.

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, 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", dopo essere stato abate del Monastero di Bobbio nel 983, poi vescovo di Ravenna.

Gerberto D'Aurillac, 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 e' 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 e' pari a zero. Ciò avviene solamente agli equinozi.

In realta' il concetto non era del tutto originale e Mandrieu nel suo "*Les Ordines Romani II*" riporta questa consuetudine 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 diretto 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 rivolto ad oriente in modo che sia l'officiante che i fedeli pregassero rivolti nella direzione del sorgere del Sole.

Durante l'VIII secolo però questa abitudine si interruppe di nuovo per alcuni anni, venendo nuovamente 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 che sono 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 adorazioni 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 cos' 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, essere genericamente ad oriente.

Il Concilio di Nicea ribadì chiaramente il criterio "*Vesus Solem Orientem*", comune spesso sin dalla remota antichità anche ai templi pagani, soprattutto quelli 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 interentur*>> (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 gradi), 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 della chiesa doveva essere costruito.

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 orientato 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?

E' noto e ben documentato che 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 alla 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 di Solstizio di Inverno, mentre il suo concepimento fu posto in prossimità dell'equinozio di primavera dove la ricorrenza

dell'Annunciazione o Incarnazione (25 Marzo) ne celebrava il significato simbolico e liturgico.

La conseguenza rituale e' 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 e' 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 e' 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 e' 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 ragione era quella 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 Ganivet scriveva: << *Si velis aedificare aedificium duraturum, considera in fundazione stallas fixas in primario et conferas eis planetas benevolos* >> (Jean Ganivet, "Coeli enarrant", Lione 1406).

<< Se vuoi edificare un edificio durevole, nella fondazione osserva primariamente le stelle fisse e paragona ad esse i pianeti benevoli>> scrive il Ganivet, quindi non solo la levata eliacca 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, i quali 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 dal 1700 in poi, epoca in cui i luoghi di culto tendono ad essere orientati in maniera quasi casuale.

Questo e' evidente soprattutto nei borghi, mentre le chiese isolate nelle vallate rimangono ancora abbastanza ben orientate anche nel XVIII secolo.

La spiegazione di questo fatto e' 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.

La chiesa di S.Tome' a Carvico: Cenni storici ed archeologici

I resti della chiesa di S.Tome' di Carvico (Bergamo) furono messi in luce nel luglio 1981, un gruppo di appassionati locali guidati dal geom.

Gianfranco Ravasio, che eseguirono de sondaggi sulla sommita' di un cocuzzolo che stranamente sorgeva isolato in mezzo al bosco e che era noto con l'indicazione toponomastica a San Tome'.

Dagli scavi emersero i resti di una di un'antica chiesa ad aula unica, dotata di un abside a "ferro di cavallo", posta in corrispondenza della sommita' del cocuzzolo.



I resti della chiesa di San Tome' in Carvico, nell'Isola Bergamasca (BG)

Le successive ricerche furono condotte dal personale specializzato della Soprintendenza Archeologica della Lombardia, sotto la guida del dr. Brogiolo.

Nella zona furono messe in luce tracce di frequentazione romana.

Intorno al 1000 esisteva un insediamento medioevale a Calusco d'Adda amministrato dai conti di Calusco, imparentati con quelli di Carvico.

Nel 1080 si registra la fondazione del monastero cluniacense di S. Egidio in Fontanella, posto sulla collina a nord del luogo in cui è stata rinvenuta la chiesa.

Dal punto di vista documentario l'unica menzione nota della chiesa di San Tome' di Carvico è contenuta in un documento concernente la descrizione dei confini di Calusco, Carvico e Terno, redatto fra il 1456 e il 1482, in cui la chiesa è posta sul confine tra i tre comuni citati.

Nel documento la chiesa viene descritta già "*sine muratura*", quindi a quell'epoca essa era già fatiscente, forse abbattuta.

La piccola altura su cui sorge la chiesa è di forma ovale le cui dimensioni sono 28 mt. x 37,50 mt. e per metà del suo sviluppo è circondata da un

fossato di circa 2.5 metri di larghezza, tanto che la piccola altura mostra l'aspetto di una motta.

Le dimensioni interne dell'aula della chiesa sono pari a 14.5 mt. x 5 mt. In corrispondenza del lato occidentale dell'edificio sacro esistono i resti di una struttura rettangolare che doveva essere l'abitazione del religioso incaricato della gestione del culto.

Le quattro campagne di scavo eseguite, tra il 1982 ed il 1986, dal personale della Soprintendenza Archeologica della Lombardia, hanno permesso di collocare cronologicamente la chiesa all'alto medioevo, in particolare intorno al VII sec. d.C. con sviluppi successivi fino al XI sec. d.C.

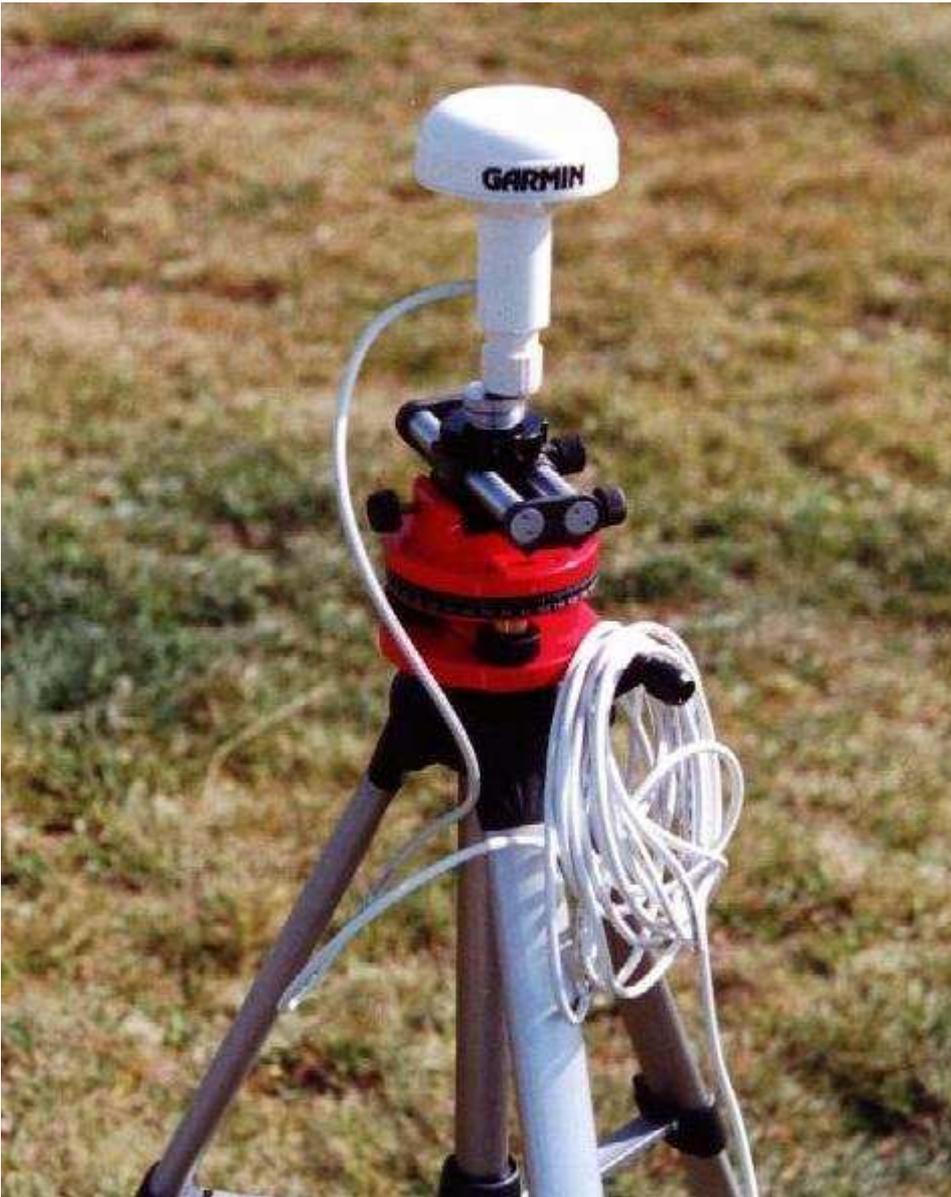
La fase piu' antica sembra corrispondere ad un edificio quadrangolare in legno sostituito in epoca successiva da un edificio in muratura, munito di abside, mantenendo pero' la stessa orientazione rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali.

E' in questo periodo che la chiesa venne fortificata mediante lo scavo di un fossato e la costruzione del terrapieno utilizzando la terra estratta dal fossato.

Georeferenziazione

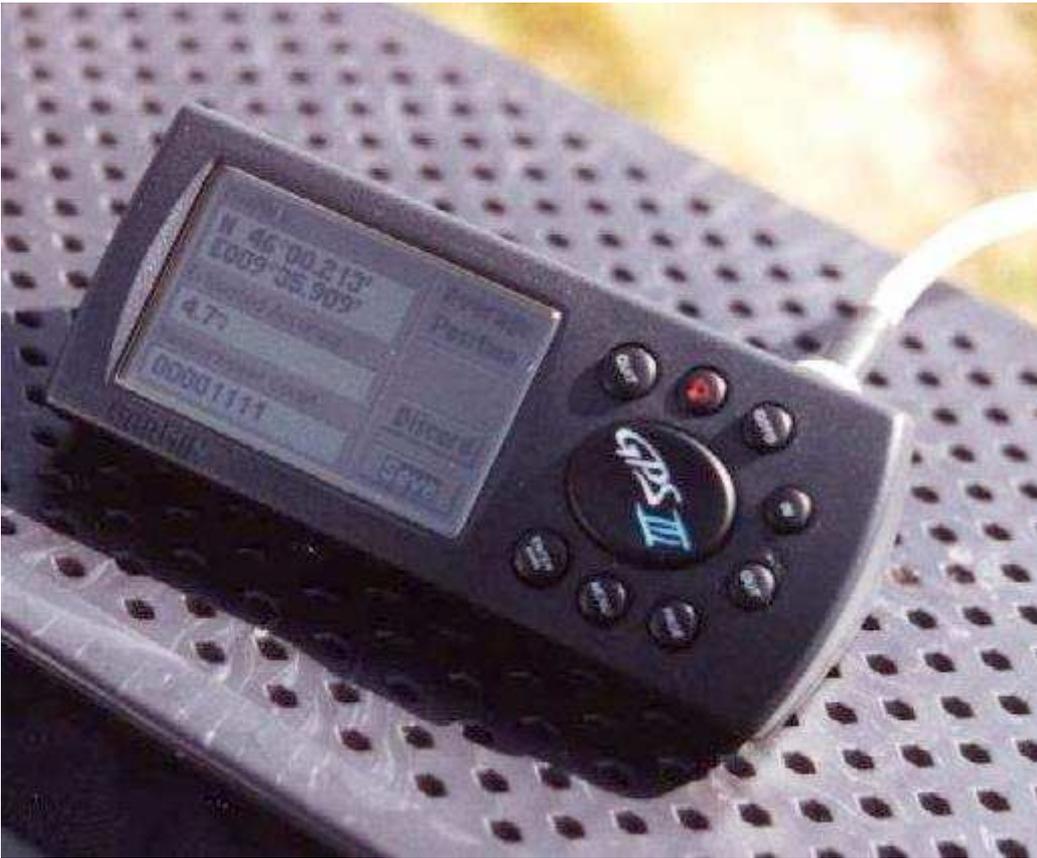
I resti della chiesa sono stata oggetto di indagine archeoastronomica in due occasioni, la prima il 10 Giugno 2006 in cui e' stata eseguita la georeferenziazione del sito, mediante tecniche satellitari GPS ed e' stata accuratamente rilevata l'orientazione dell'asse della navata rispetto alle

direzioni astronomiche fondamentali.



Antenna GARMIN GA21 montata su treppiede e connessa mediante un' interfaccia BNC con il ricevitore dei segnali GPS.

Il 1 Luglio 2006 e' stata eseguita una seconda fase di rilievo della orientazione dell'asse della navata a scopo di controllo, confermando pienamente le misure precedentemente ottenute.



Ricevitore GARMIN GPS III utilizzato per il rilievo satellitare della chiesa di San Tome' in Carvico.

Purtroppo gli attuali resti dell'edificio non permettono di ricostruire la posizione delle monofore nell'abside, quindi l'analisi archeoastronomica dovrà limitarsi all'orientazione della navata della chiesa e al tentativo di ricostruzione della metodologia applicata in fase progettuale e nella successiva fase di realizzazione dell'edificio.

La posizione geografica della chiesa derivata dalla media di 1600 determinazioni indipendenti di posizione ottenute in acquisizione continua, (*rate: 1 point/second*) elaborando i segnali provenienti da 9 satelliti in vista, mediante un ricevitore GARMIN GPS III (codice C/A) e' la seguente:

LAT = 45° 41'.475 N
LON = 9° 30'.595 E
ALT = 264.35 mt.

riferita all'ellissoide geocentrico standard di riferimento WGS84 e corrispondente ad un punto (PT264) posto al centro di curvatura dello emiciclo absidale dove e' stata posizionato il centro di fase dell'antenna del ricevitore.

Gli errori di posizionamento in latitudine ed in longitudine sono rispettivamente 0.9 ppm ed 1.2 ppm (ppm = parti per milione) in gradi corrispondenti a un errore quadratico medio di 9.8 cm, che corrisponde alla incertezza di posizionamento della chiesa.

L'incertezza sulla quota e' maggiore come usualmente accade nel caso del rilievo satellitare GPS.

Oltre al rilievo satellitare da terra sono state utilizzate anche le immagini dell'area in cui e' posto il sito, riprese dallo spazio da satellite.



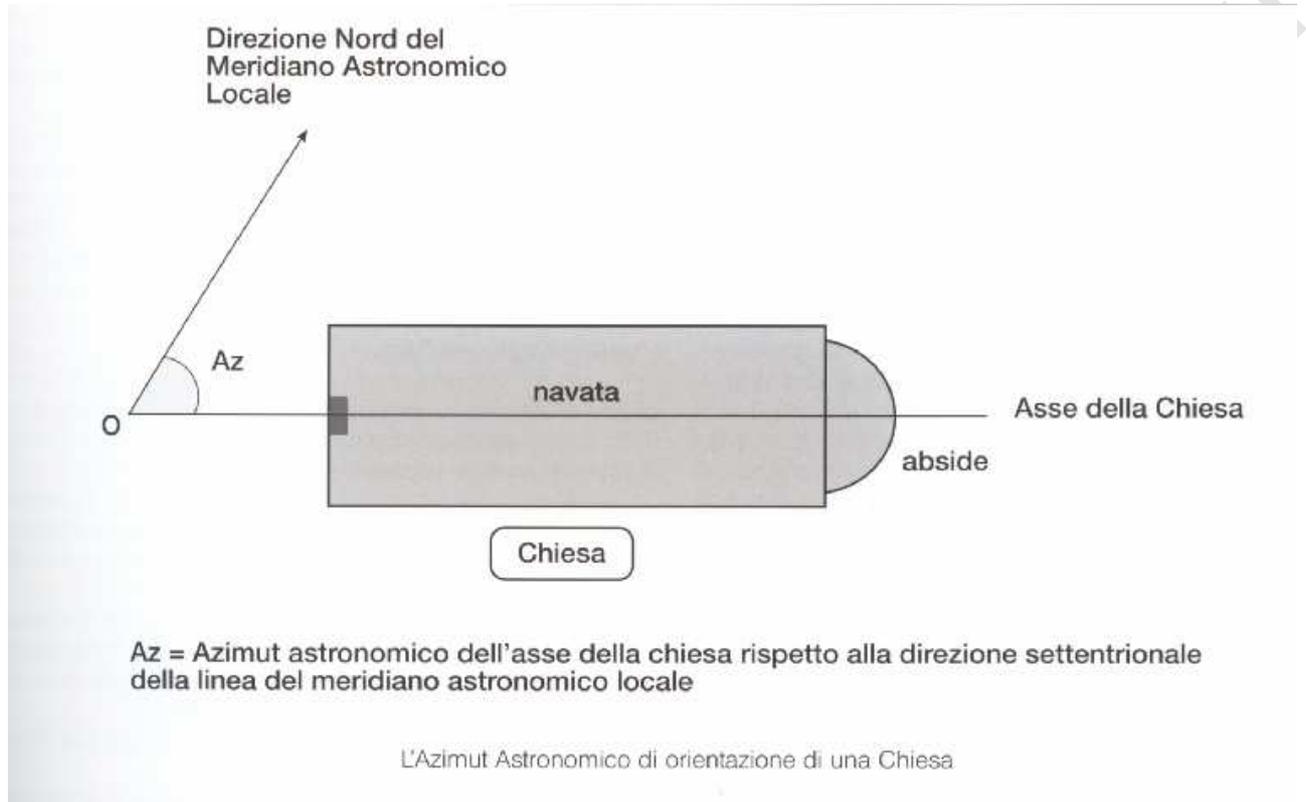
Posizione della chiesa di San Tome' in Carvico su un'immagine da satellite georeferenziata (altezza equivalente di ripresa: 1480 metri).

Rilievo dell'orientazione della navata

La direzione di orientazione della navata principale rispetto alle direzioni astronomiche fondamentali e' l'unico elemento che puo' essere misurato dal punto di vista archeoastronomico in quanto dell'edificio di culto sopravvive solamente la traccia della muratura che ne delimita il profilo.

Nulla quindi puo' essere detto relativamente all'eventuale orientazione delle monofore.

Il rilievo dell'orientazione della navata della chiesa, nel senso ingresso-abside, e' stato ottenuto rilevando separatamente, sia in andata che in ritorno, l'azimut magnetico dei muri laterali dell'asse passante per il centro dell'apertura di accesso (muro ovest) e per il vertice dell'abside. Lo strumento di rilevazione utilizzato e' stata un bussola topografica di precisione, detta "di Kater", costruita dalla ditta tedesca Wilkie.



Sono state eseguite numerose misure in modo da poter eseguire l'opportuna analisi statistica dei dati raccolti.

La ragione del rilievo dello stessa direzione, ma nel senso opposto (rilievo in "andata ed in ritorno") e' stato eseguito in modo da mettere in evidenza l'esistenza di eventuali perturbazioni magnetiche locali differenti dalla declinazione magnetica locale.

L'analisi statistica degli azimut magnetici raccolti e' stata ottenuta calcolando sia il valore medio campionario piu' probabile sia i limiti di confidenza assumendo una distribuzione di probabilita' *t-Student* con 11 gradi di liberta' ed un livello di confidenza pari al 95%.

I dati sono poi stati calibrati utilizzando due metodi indipendenti in modo da convertire gli azimut magnetici in azimut astronomici.

Il primo metodo ha utilizzato una base ibrida GPS stesa tra il punto PT264 corrispondente alla chiesa e la cima del Monte Canto posta a 7.2 km secondo

un azimut astronomico di 335.8 gradi.

La differenza tra l'azimut geodetico ottenuto mediante le coordinate degli estremi della base GPS e quello magnetico ottenuto in fase di collimazione della cima del monte rappresenta la correzione da apportare agli azimut magnetici per convertirli nei corrispondenti geodetici.

Il secondo metodo, applicato durante la seconda sessione di rilievo (Luglio 2006) ha utilizzato il confronto tra l'azimut magnetico del Sole misurato, con la stessa bussola topografica utilizzata per la misura delle orientazioni, sul luogo dove è posta la chiesa di San Tome' e il corrispondente azimut astronomico solare calcolato per lo stesso istante in cui è stata eseguita la misura.

La differenza risultante è dovuta alle perturbazioni magnetiche complessivamente presenti nel luogo in cui è posta la chiesa e rappresenta la correzione sistematica da aggiungere agli azimut magnetici ottenuti in fase di rilievo dell'orientazione dell'asse della chiesa per ottenere quelli astronomici

L'entità dei due fattori di correzione è stata praticamente coincidente entro le incertezze di misura.

Il risultato finale è stato che l'asse della navata è orientato secondo un azimut astronomico medio campionario calibrato pari a 58.6 gradi rispetto alla direzione nord del meridiano astronomico locale, con un'incertezza pari a 0.3 gradi in più ed in meno, mentre il vero azimut di orientazione, approssimato da quello medio campionario calibrato è compreso tra 57.9 gradi e 59.3 gradi con un livello di confidenza pari al 95%.

Questo valore è quindi quello su cui basare l'indagine archeoastronomica con l'obiettivo di mettere in evidenza i criteri adottati in fase di progetto e di edificazione del luogo di culto altomedioevale di San Tome' in Carvico.

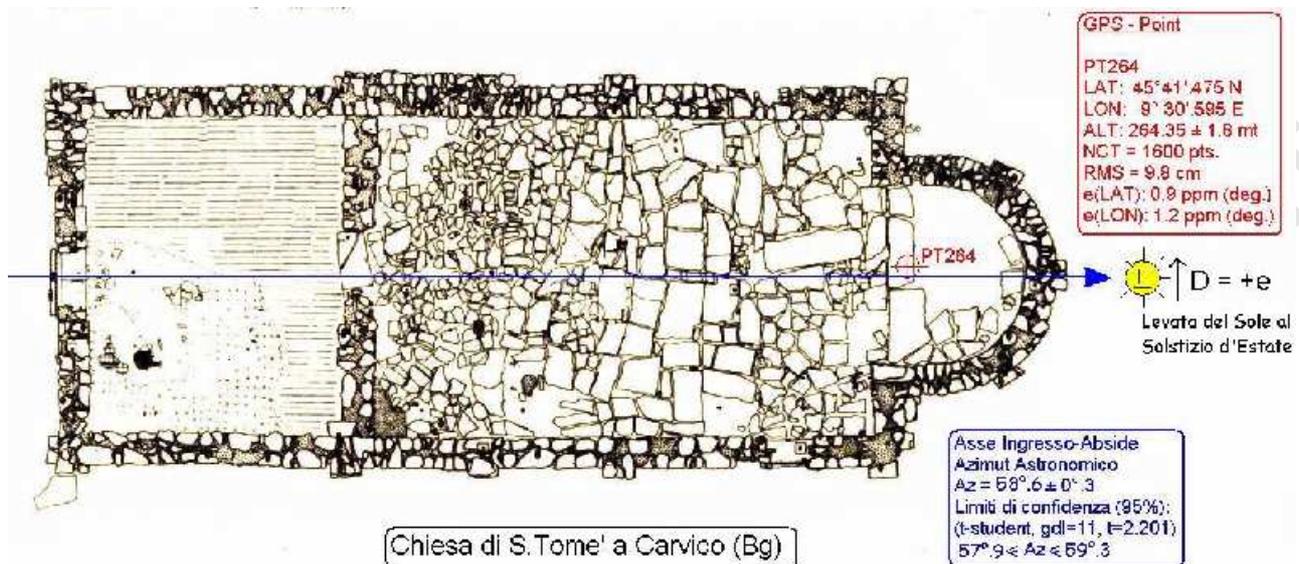
Analisi archeoastronomica

Il rilievo dell'orizzonte naturale locale rappresentato dal profilo delle montagne di sfondo nella direzione nord-est ha mostrato che l'altezza apparente dell'orizzonte naturale locale è pari a circa 3.5 gradi.

Tale valore deriva dalle misure eseguite in loco, ma anche dalla generazione per via sintetica del profilo orografico di sfondo nella direzione orientale eseguito elaborando le immagini da satellite.

Il calcolo astronomico ha mostrato che in quella direzione nell'alto medioevo era visibile la levata del Sole al solstizio d'estate esattamente lungo l'asse della navata della chiesa di San Tome'.

La levata solstiziale solare estiva rappresenta quindi il "target" astronomico codificato in fase di allineamento della chiesa.



Orientazione solstiziale estiva della navata della chiesa di San Tome' in Carvico.

Durante il IX secolo, epoca media di iniziale sviluppo della chiesa, il fenomeno era visibile all'alba del 19 Giugno del calendario Giuliano. Esiste pero' anche un'altra direzione che si e' rivelata astronomicamente significativa e piu' precisamente la direzione sud-occidentale dell'asse della navata della chiesa cioe' la direzione che dall'abside esce per la porta d'accesso all'edificio. L'azimut astronomico di tale direzione vale 238.6 gradi, nuovamente con 0.3 gradi di incertezza in piu' o in meno e corrisponde abbastanza bene al punto dell'orizzonte naturale locale in cui era visibile il tramonto del Sole al solstizio d'inverno che, durante il IX secolo, avveniva il 17 Dicembre del calendario Giuliano. Questo implica che i raggi del sole solstiziale invernale, al tramonto, illuminassero l'interno delle chiesa entrando dalla porta d'ingresso ed attraversando tutta la navata: questo avveniva solamente qualche giorno ogni anno, intorno al solstizio d'inverno.

Tracce di Geometria Sacra nell'Isola Bergamasca

I rilievi satellitari GPS permettono la rilevazione della posizione geografica con un'accuratezza molto elevata implicante un errore dell'ordine dei centimetri.

Confrontando le posizioni geografiche riferite all'ellissoide geocentrico standard WGS84, della chiesa di S. Tome' in Carvico e di S. Tome' in Lemine si osserva un fatto molto interessante, al di là del fatto che curiosamente hanno la stessa identica dedicazione.

I due edifici di culto, entrambi risalenti all'altomedioevo, sono posti a 8382.05 metri, con un'incertezza pari a soli 6 cm in più o in meno.

L'azimut geodetico, che si fini pratici e' coincidente con quello astronomico, del vettore che congiunge i due edifici di culto e' pari a 51 gradi.

L'azimut astronomico dell'asse della navata della chiesa di San Tome' a Carvico e' risultato essere, come già affermato, pari a 58.6 gradi, quindi la prima conclusione che possiamo trarre e' che l'asse della navata della chiesa di Carvico e' allineato, entro le incertezze del rilievo e dovute all'attuale stato di conservazione dell'edificio, con un buon grado di parallelismo con la direzione della linea congiungente le due chiese dedicate a San Tome' distanti poco meno di 8.5 km l'una dall'altra.

Dobbiamo però chiederci se questo rilevante livello di parallelismo possa essere dovuto ad una combinazione di fattori puramente casuali oppure non sia casuale e quindi deliberatamente voluto in fase costruttiva della chiesa di San Tome' a Carvico.

Trascuriamo, in prima battuta qualsiasi riferimento astronomico e limitiamoci ad un'analisi probabilistica di questa curiosa concordanza di direzioni.

Il calcolo delle probabilita' fornisce un risultato interessante e cioe' tale concordanza di orientazione risulta casuale con un livello di probabilita' pari al 2.1% quindi al 97.9% di probabilita' la concordanza tra le due direzioni e' da ritenersi deliberatamente voluta.

Ora bisogna prendere in esame anche il fatto che l'asse della navata della chiesa di San Tome' a Carvico e' allineato verso il punto di levata del Sole al solstizio d'estate all'orizzonte naturale locale nella direzione ingresso-abside e verso il punto di tramonto del Sole al solstizio d'inverno nella direzione opposta, quindi esiste un vincolo astronomico.

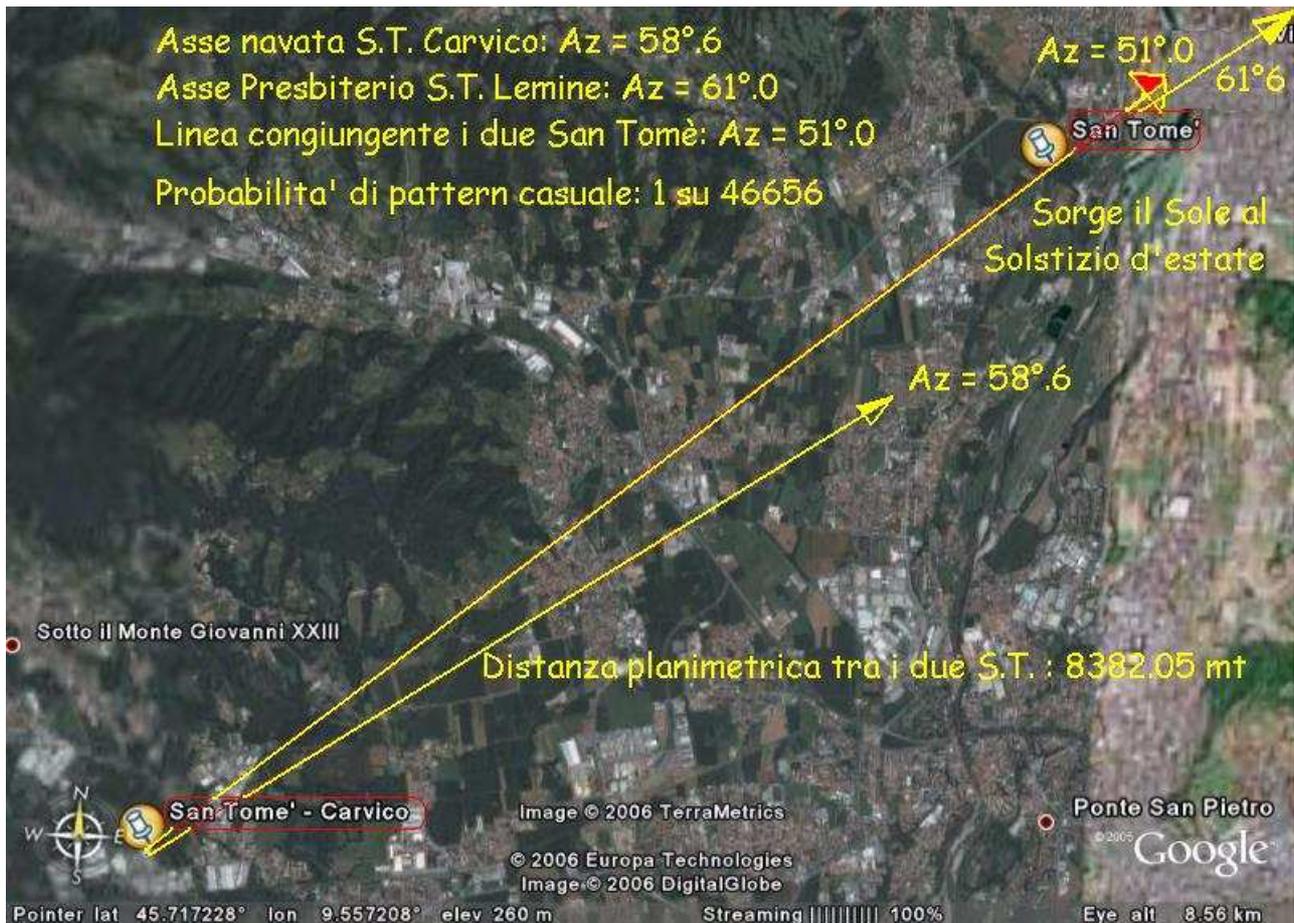
La linea congiungente le due chiese dedicate a San Tome' e' caratterizzata da un azimut astronomico di orientazione che la colloca parallela a meno di qualche grado alla direzione della levata del Sole al solstizio d'estate, verso nord-est e alla direzione del tramonto del Sole al solstizio d'inverno verso sud-ovest.

Anche in questo caso il difetto di parallelismo tra la direzione solare solstiziale e quella del vettore congiungente i due edifici di culto dedicati a San Tome' ammonta solo a qualche grado, tanto che l'analisi probabilistica mostra che la probabilita' di casualita' e' meno del 1%.

Questo risultato e' di grande portata in quanto siamo obbligati a ritenere che con piu' del 99% di probabilita' la posizione reciproca delle due chiese dedicate allo stesso santo patrono non sia casuale, ma al contrario sia il risultato di una deliberata pianificazione della loro posizione o almeno della posizione di una delle due.

Ora la collocazione cronologica di San Tome' in Carvico dovrebbe, in linea di principio essere piu' antica, risalendo presumibilmente al VII secolo, ma d'altra parte anche il primo nucleo di San Tome' in Lemine, evoluto poi nell'attuale struttura a pianta circolare di riedificazione piu' recente, (XII sec.) potrebbe essere di quel periodo, senza contare che San Tome' in Lemine potrebbe sorgere su un precedente luogo di culto pagano o cristiano.

Gli interrogativi sono tanti, primo tra tutti perche' due chiese di epoca altomedioevale, poste a circa 8.5 km di distanza e che portano la stessa dedicazione, siano poste lungo una linea astronomicamente significativa, ritenuta molto importante nel mondo celto-germanico, e quindi anche tra i Longobardi e i Franco la cui presenza nell'area di Carvico risulta essere storicamente attestata.



Posizione reciproca delle chiese di San Tome' in Carvico e San Tome' in Lemine, con il rilevante parallelismo degli assi delle navate, in accordo con la posizione di levata del Sole al Solstizio d'Estate.

In secondo luogo bisogna chiedersi perché entrambe le chiese abbiano l'asse della navata (del presbiterio nel caso di San Tome' in Lemine) allineato verso lo stesso "target" astronomico, cioè la levata del Sole all'alba del giorno del solstizio d'estate dalla parte dell'abside e verso il punto di tramonto del Sole al solstizio d'inverno dalla parte della porta d'ingresso.

Nel caso di San Tome in Lemine, la vicinanza delle montagne ad est e quindi la consistente elevazione dell'orizzonte naturale locale, rappresentato dal profilo del monte Canto Alto e dalle alture a lui prossime, rispetto a quello astronomico locale obbligo' i costruttori a ruotare di qualche grado verso sud l'asse del presbiterio in modo da intercettare i raggi del Sole solstiziale estivo nascente dietro il Canto Alto.

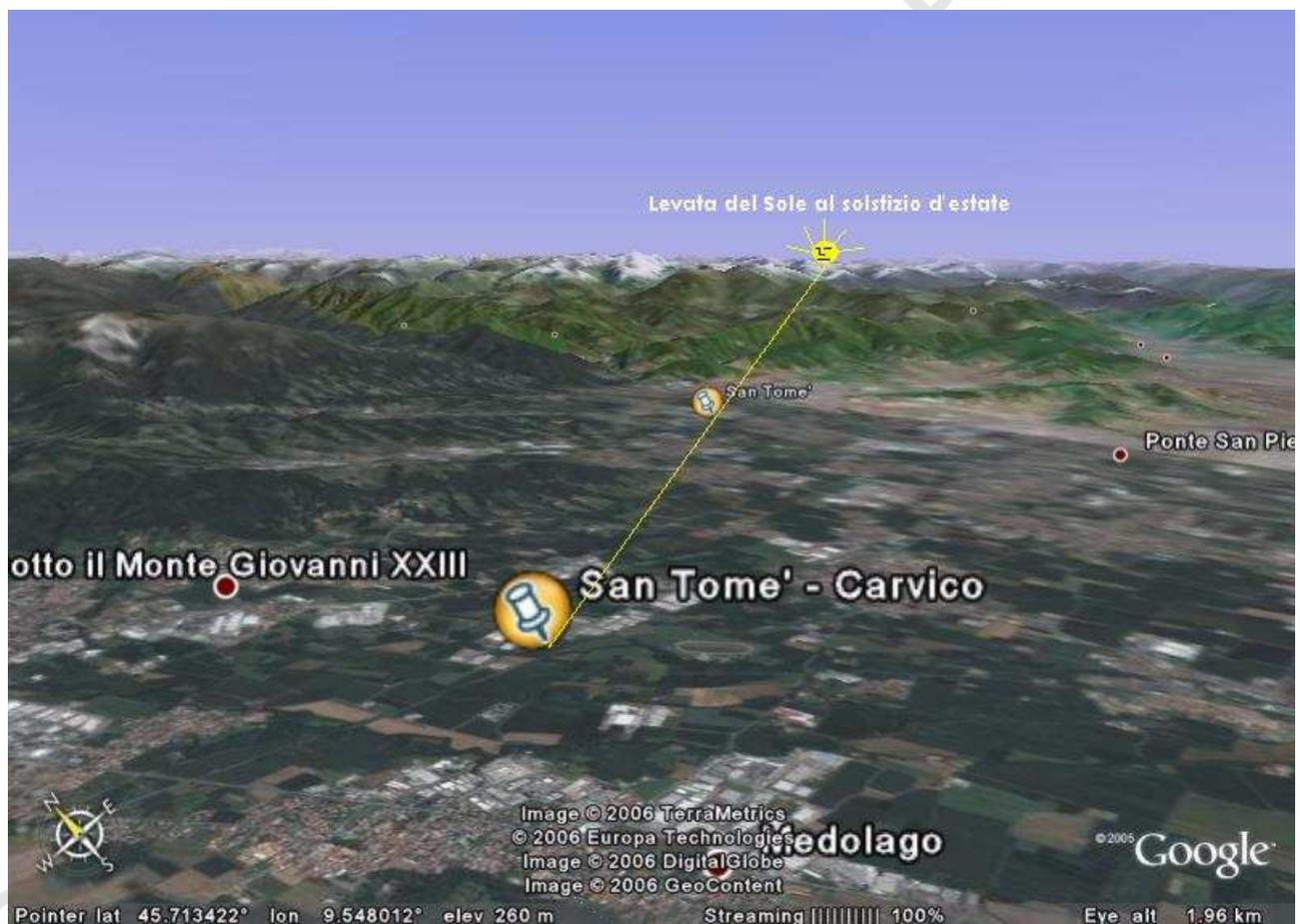
Nel caso di San Tome' in Carvico l'orizzonte naturale locale è più basso perché le montagne si trovano circa 8.5 km più lontane rispetto a Lemine, quindi fu necessario ruotare l'asse della navata di circa la metà di quanto osservato a Lemine al fine di concordare con la levata solare solstiziale estiva.

Un altro interrogativo riguarda l'intervisibilità dei due siti durante l'alto medioevo, cioè se da San Tome in Carvico, poteva essere visto il luogo dove sorgeva San Tome' in Lemine, in un ambiente di scarsa urbanizzazione come era quello di quel tempo.

A prima vista potrebbe sembrare banale ottenere una risposta a questo quesito: basta andare sul posto, guardarsi intorno e verificare.

In realtà questo non è possibile a causa delle costruzioni presenti tra i due siti, non trascurabile la presenza ad esempio dei paesi di Ambivere e Mapello posti proprio sulla linea che congiunge i due San Tome'.

Allora è necessario lavorare utilizzando le immagini ottenute dai satelliti posti nello spazio, orbitanti intorno alla Terra e le loro rilevazioni altimetriche in modo da ricostruire al computer l'andamento del paesaggio, eliminando tracce di urbanizzazione recente.



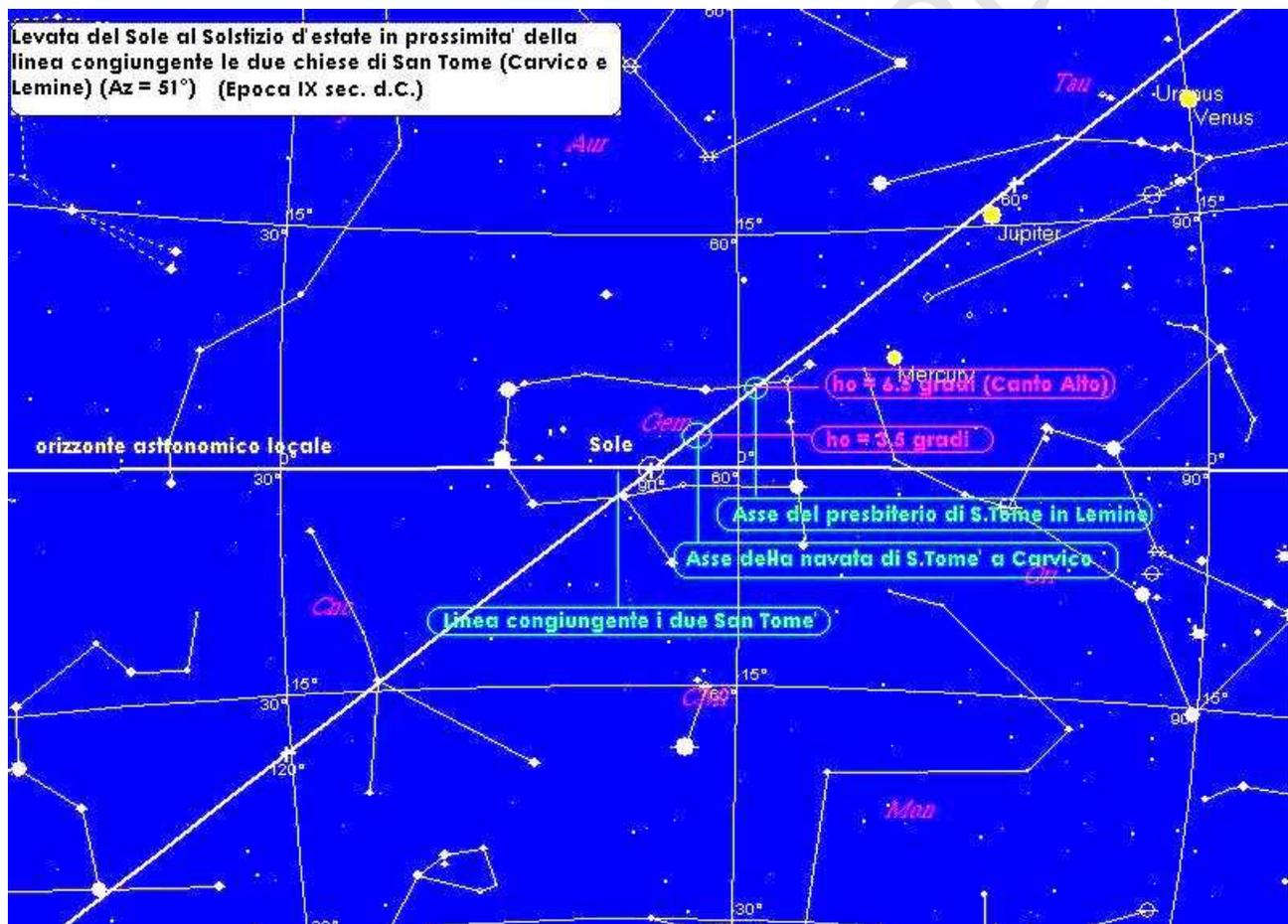
Ricostruzione tridimensionale prospettica dell'allineamento solstiziale che intercorre tra le due chiese di San Tome' in carvico ed in Lemine, sulla base di immagini da satellite (altezza del punto di ripresa equivalente: 1960 metri).

Le analisi eseguite utilizzando le immagini riprese dai satelliti hanno mostrato che i due siti avrebbero essere intervisibili tra di loro in quanto la

linea che li congiunge lambisce la parte meridionale dell'altura detta "Costa dei Frati", passando poco a nord della chiesa di San Michele Arcangelo a Mapello.

Il limite meridionale dell'altura probabilmente avrebbe potuto essere di aiuto rappresentando un utile punto di riferimento per traguardare il Sole nascente all'alba del giorno del solstizio d'estate.

Se un osservatore fosse stato posizionato sulla costa dell'altura un poco a monte dell'attuale chiesa di San Michele di Mapello sarebbe stato in grado di osservare il tramonto del Sole al solstizio d'inverno sopra San Tome' a Carvico e la levata del Sole al solstizio d'estate sopra San Tome' in Lemine.



L'orizzonte astronomico locale dietro le chiese di San Tome' in Carvico e Lemine mostra un rilevante accordo tra le orientazioni astronomiche degli assi delle navate e l'orientazione della linea congiungente i due luoghi di culto, intorno al IX secolo.

Un altro interrogativo riguarda la metodologia applicata per poter allineare due punti sul terreno distanti 8.5 km usando la sola strumentazione disponibile nell'alto medioevo, cioe' traguardi ad occhio nudo.

In questo caso, assodata la possibile intervisibilita' dei due siti durante l'altomedioevo, potrebbero esistere svariate possibilita' le quali richiedono comunque l'intervento di personale capace, abile sia nell'osservazione astronomica.

Nella corretta materializzazione sul terreno delle linee astronomicamente significative, anche su rilevanti distanze.

In realta' sul territorio europeo esistono numerosi esempi di allineamenti cosiddetti "lunghi", tratti dalla topografia antica, che furono messi in opera con rilevante precisione anche su distanze estese ben oltre gli 8.5 km.

In tutti i casi e' stato possibile mettere in evidenza che la metodologia piu' efficace fece abile uso dell'osservazione astronomica al fine di materializzare accuratamente tali linee.

Nel caso dei due San Tome' possiamo solo avanzare alcune ipotesi per tentare di spiegare in quale modo sia stato possibile disporre le due chiese lungo la giusta direzione, ed anche in questo caso l'osservazione astronomica fu di fondamentale importanza ai fini della realizzazione dell'allineamento solare solstiziale estivo.

Quello che pero' e' stringente e' una realta' oggettiva caratterizzata da alcuni fatti singolari tra cui che si abbiano due chiese altomedioevali le quali mostrano a stessa (oscura) dedicazione a San Tome', che entrambe siano state deliberatamente ed accuratamente orientate nello stesso modo e secondo lo stesso criterio solare solstiziale estivo (invernale, dalla parte opposta), che entrambe sorgano lungo la linea che corrisponde alla levata del Sole al solstizio d'estate e al tramonto al solstizio d'inverno, dalla parte opposta, che tale allineamento rappresenti una "disobbedienza" ai dettami della Chiesa di Roma e che le linee di orientazione solstiziale siano tipiche delle antiche culture celto-germaniche europee, in particolare in questo caso, dei Longobardi e dei Franchi i quali furono presenti su tutto il territorio dell'Isola Bergamasca.

Tutto questo rende molto difficile immaginare un'origine casuale di quanto rilevato nella presente indagine archeoastronomica ed esposto in questo articolo.

Bibliografia

A. Gaspani: "*L'Orientazione Astronomica dei Luoghi di Culto in AltaValle*

Brembana", la Rivista di Bergamo, No.15, Ottobre-Novembre-Dicembre 1998.

A. Gaspani, 2000, "**GEOMETRIA E ASTRONOMIA NELLE ANTICHE CHIESE ALPINE**" Collana Quaderni di Cultura Alpina, No.71, Priuli e Verlucca Editori (Pavone Canavese, TO).

A. Gaspani, 1997, "*Sulla Reale Significativita' degli Allineamenti Ritenuti Astronomicamente Significativi*", *Nihil Sub Astris Novum*, No. 12, Settembre 1997.

A. Gaspani, 1997, "*Altezza e Azimut di Prima Visibilita' delle Stelle*", *Nihil Sub Astris Novum*, No. 13, Novembre 1997.

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

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

A. Gaspani, 1998, "*Il Potere Risolutivo ad Occhio Nudo*", *Nihil Sub Astris Novum*, No. 15, Febbraio 1998.

A. Gaspani, 1998, "*L'Obliquita' dell'Eclittica nell'Antichità*", *Nihil Sub Astris Novum*, No. 16, Marzo 1998.

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

A. Gaspani, 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.

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

A. Gaspani, 2003, "*Horologium Stellare Monasticum*", *Le Stelle*, No.4, Febbraio 2003, pag. 56-65.

A. Gaspani, 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 G. Medolago e R. Boffelli, Ed. Comune di Roncobello, Ferrari Editore, 2004.

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

Vitruvio, "*De Architettura*", I,6,6.

Gerberto D'Aurillac "*De Geometria*".

G. Romano, 1992, "*ARCHEOASTRONOMIA ITALIANA*" ed. CLEUP, Padova