

MODELLO DI SINTESI DELLA BADIA FIORENTINA

Dr. Giancarlo Carrai – Svaltec Srl Firenze

Arch. Fiorella Facchinetti – Soprintendenza per i Beni Architettonici e del Paesaggio di Firenze

INTRODUZIONE

La Badia Fiorentina (Fig.1) è un complesso conventuale che sorge a Firenze all'interno della prima cerchia delle mura civiche, ovvero nell'area già occupata dalla città romana.

Il convento fu soppresso durante il governo lorenese, fu poi affidato all'amministrazione comunale che ha ne venduto buona parte, ha ceduto tutti gli ambienti prospicienti via Dante Alighieri e via dei Magazzini al Ministero di Grazia e Giustizia ed infine ha reso alla Curia Arcivescovile gli ambienti più legati al culto quali la chiesa, la sagrestia il chiostro Pandolfini e quello degli Aranci e pochi altri ambienti destinati ad uso parrocchiale. Sui propri spazi conventuali e sulla chiesa, la Curia ha iniziato, con finanziamenti della Cassa di Risparmio di Firenze una campagna diagnostica diretta dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e del Paesaggio di Firenze¹.



Fig.1 Il complesso della Badia Fiorentina (dal modello tridimensionale)

Gli strumenti di misura, i software per il disegno architettonico, i GIS ed in generale le moderne tecnologie disponibili offrono ormai l'opportunità di applicare metodologie diverse, idonee a problematiche specifiche. Quando si devono affrontare attività complesse che comprendono diverse aspetti è quindi opportuno, per non perdere il dominio dell'attività nel suo insieme, strutturare un quadro logico dove sia definito l'obiettivo generale e quindi gli obiettivi specifici, perseguibili con singoli interventi affrontati con metodologie diverse, ma sempre rapportati all'obiettivo generale.

¹ Progettista e responsabile del procedimento è l'Arch. Fiorella Facchinetti. Consulenza per l'attività di rilievo, Banca Dati e ditta esecutrice: Svaltec Srl - Firenze

Questo iniziale rigore rende poi più flessibile il lavoro pur implicando, come presupposto, la disponibilità di più strumenti e più tecnologie ed il continuo aggiornamento per scegliere quello che di volta in volta meglio risponde al risultato atteso.

Questo contributo vuole illustrare un “case study” tipico dove tecniche diverse sono state utilizzate per risolvere in tempi successivi problematiche specifiche della Badia F.na senza tuttavia perdere di vista un progetto più generale che scaturisce da una proposta della Soprintendenza di Firenze: la creazione di un Sistema Informativo dei principali Beni Culturali ed Ambientali nell’ambito territoriale della Soprintendenza stessa.

OBIETTIVO GENERALE

L’obiettivo generale a cui una serie di progetti in atto si ispirano è quello di fornire un sistema che consenta il raffronto tra oggetti posizionati sul territorio su cui vengono operati interventi di restauro, manutenzione e gestione.

L’ipotetica domanda a cui si intende rispondere può essere formulata volendo per esempio conoscere quale metodologia di intervento e di analisi è stata utilizzata per un certo oggetto selezionato tra quelli presenti sul territorio e rispondenti ad un certo requisito (per esempio un tetto a capriate del XIV secolo) comparando quindi i risultati di interventi eseguiti alla Badia F.na con quelli eseguiti su edifici coevi con caratteristiche strutturali simili e posti in uno stesso ambito territoriale.

Nel Sistema così concepito si vuole rappresentare l’oggetto o una sua parte in una visione tridimensionale perché è richiesto di poterlo “leggere” nella sua forma ed interezza.

L’obiettivo finale è costituito dalla creazione di una geo-banca dati dove in uno stesso ambiente, interrogabile anche in modo remoto per esempio attraverso Internet, sia possibile accedere ad informazione spaziali e semantiche contemporaneamente.

Un progetto pilota in questo nuovo campo di applicazione è stato realizzato per il palazzo Mozzi-Bardini che sarà oggetto di restauro e che sarà destinato a sede degli uffici della Soprintendenza Speciale per il polo museale Fiorentino e di un museo della collezione Bardini. In questo caso, estremizzando il concetto sopra esposto è stata creata una banca data in ambiente relazionale dei singoli oggetti che costituiscono il bene per cui, per esempio, ad una tabella contenente le informazioni di ogni singolo vano sono stati collegate in modo relazionale tabelle delle relative pareti, pavimenti ed orizzontamenti che a loro volta sono collegate alle aperture, alle decorazioni ecc.. Ad ogni vano sono inoltre posti in relazione gli oggetti mobili (quadri, mobili, ecc.) ma anche gli impianti che nel vano sono presenti (sicurezza, prevenzione, ecc.)

ANALISI DEI REQUISITI

Per perseguire l’obiettivo indicato è stato necessario studiare una metodologia che tenesse conto di 3 punti chiave:

1. il rilievo topografico deve essere sempre inquadrato in uno stesso sistema cartografico per cui tutti i rilievi sono stati calcolati nella proiezione di Gauss (sistema ED-50 UTM) con coordinate cartografiche UTM; dal punto di vista altimetrico attraverso livellazioni trigonometriche si sono ottenute le quote sul livello del mare;
2. poiché i modelli tridimensionali devono essere la rappresentazione delle “forme” reali comprendenti anche le deformazioni nonché le lesioni, l’accuratezza posizionale dei punti battuti deve essere inferiore ai 2 cm., misura ritenuta la soglia minima di definizione di un

- oggetto lungo qualsiasi suo asse; inoltre per potere rappresentare attraverso “oggetti” le componenti strutturali comprensive delle loro deformazioni, i punti di dettaglio battuti dallo strumento devono essere in quantità tale da permettere la ricostruzione in continuo del modello digitale della parete o dell’oggetto e non la semplice determinazione del fil di ferro;
3. infine poiché il fine ultimo è quello di costituire una banca dati per un sistema informativo, ogni entità deve costituire un “oggetto” inteso nel termine di “Object Oriented technology”; ciò significa, per esempio, che una parete deve riconoscersi nel sistema come un “oggetto” descritto geometricamente da un solido nella sua forma reale di cui si definiscono modalità e proprietà. Tra le modalità possono essere elencate le diverse possibilità di visualizzazione (per trasparenza, solido, sezionata longitudinalmente o trasversalmente secondo piani definiti dall’utente) e tra le proprietà sicuramente il volume reale, le dimensioni areali calcolate secondo una superficie conforme allo sviluppo, la tipologia, il materiale, lo stato di degrado, ecc..

LE SOLUZIONI ADOTTATE

Rilievo Topografico.

Poiché, come si è detto, è necessario inquadrare tutti i progetti nel sistema ED-50, la rete di inquadramento (costituita in genera da una poligonale a lati omogenei chiusa e compensata) è stata realizzata nella prima fase del rilievo ed orientata su vertici della rete IGM di ordine adeguato (mai di 4°) e attraverso una livellazione trigonometrica sono state ottenute le quote assolute di tutti i punti determinati².

Quando è stata utilizzata la tecnica della ricostruzione attraverso fotogrammetria digitale ovviamente tutti i modelli o fotopiani o ortofoto sono stati ugualmente geo-riferiti allo stesso sistema per cui qualsiasi vettore congiunge punti di coordinate 3D coerenti.

La rappresentazione delle forme.

Il rilievo è stato realizzato descrivendo la maggior parte degli elementi nello spazio con punti osservati attraverso l’uso di stazioni totali; ciò ha richiesto che l’operatore fosse “istruito” preventivamente alla “lettura architettonica” dell’oggetto del rilievo, poiché solo la corretta sequenza di punti *codificati* opportunamente ha permesso poi la ricostruzione tridimensionale in continuo dell’oggetto(Fig.2). Trattandosi spesso di forme solide si è adottata la tecnica di determinare attraverso intersezione o misura diretta da almeno due stazioni la posizione dei punti notevoli (spigoli, curvature) e con semplice lettura diretta i punti di raffittimento. Là dove era possibile integrare con rilievo ortometrico a mano, il rilievo topografico ha battuto punti segnalizzati da cui squadre di operatori hanno costruito per triangolazioni successive i prospetti e le sezioni di dettaglio.

Ciò ha permesso di contenere gli errori in un’intorno inferiore ai 2 cm. come valore di scarto quadratico medio, controllato nelle chiusure delle poligonali e nei vertici di controllo degli anelli. La necessità di costituire una sorta di DTM ha significato l’adozione di tecniche sempre diverse in funzione del progresso della tecnologia degli strumenti adottati. Quando abbiamo iniziato il

² un aspetto in particolare della banca dati è che ciascun elemento presente è acquisito con quote assolute e con valori relativi rispetto al piano di progetto o rispetto ad un elemento di riferimento; per esempio un vano ha come attributo la quota assoluta del pavimento, la quota relativa rispetto al piano di progetto (per esempio il punto sul piano stradale lato ingresso) e ciascun oggetto mobile all’interno del vano ha come attributo il dislivello dal piano del vano; l’utilità è immediata nel caso si volesse gestire una emergenza alluvione posto che la Protezione Civile fornisca la quota prevista di esondazione.

progetto Badia il primo oggetto del rilievo è stato il Campanile che per la sua conformazione (alto circa 65 metri) e la sua collocazione (al centro di un isolato) rendeva impossibile utilizzare tecniche quali la fotogrammetria terrestre³. Quando abbiamo iniziato non erano disponibili strumenti alternativi al teodolite classico per cui è stato necessario determinare ciascun punto esterno del campanile attraverso l'intersezione in avanti da 3 stazioni dello stesso punto; soltanto per la parte esterna del campanile sono stati battuti circa 2850 punti da 3 o più stazioni per un equivalente numero di quasi 9000 letture!

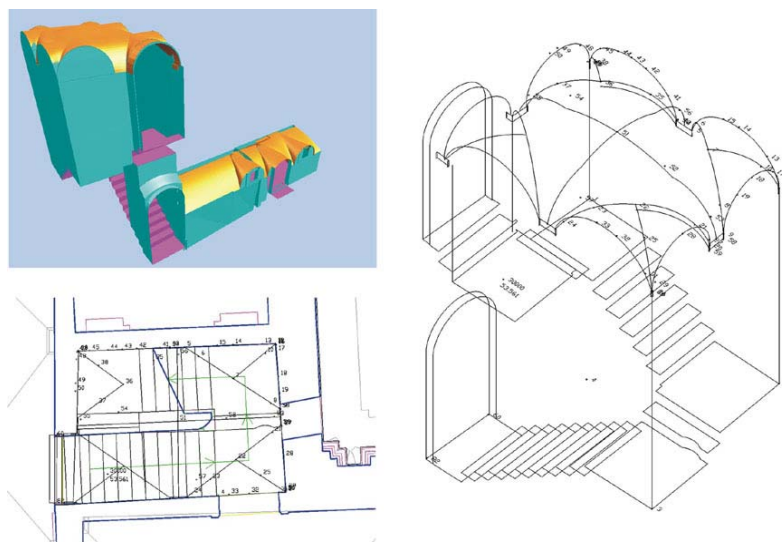


Fig. 2 Il rilievo topografico

Successivamente, proprio per eseguire il rilievo del sottotetto e dell'intera chiesa-convento, data la quasi impossibilità di poter disporre di almeno 3 vertici di poligonale intersvisibili da cui osservare lo stesso punto, l'introduzione di strumenti a laser con lettura della distanza senza prisma ha permesso un notevole incremento della produttività e un modo innovativo di rilievo.

Il modello tridimensionale ad oggetti.

Più complesso si è presentato il problema della creazione di un modello tridimensionale che consentisse sia la navigabilità interattiva (anche da parte di utenti non esperti in informatica con una tecnica *in punta di mouse*) sia la possibilità di navigare attraverso corpi solidi per visualizzare le forme reali. Quest'ultima possibilità doveva permettere un primo livello di analisi visiva già in fase di ricostruzione che molto spesso, a fronte di una evidente anomalia, permettesse di approfondire le indagini per sincerarsi che non si trattasse di un errore di misura o per aggiungere nuovi elementi di indagine per comprendere una macchina architettonica particolarmente complessa (Fig.3).

Il modello tridimensionale doveva inoltre dare la possibilità di creare un oggetto "finito" costituito non da vettori ma da piani solidi che definiscono un volume chiuso e identificabile attraverso una sigla; nel software che noi utilizziamo esistono già degli "oggetti" (simili alle

³ La fotogrammetria terrestre permette restituzioni tridimensionali anche molto complesse quali, ad esempio, quella della Torre di Pisa che ci ha visto impegnati nel 1994, ma richiede spazi idonei ad eseguire i fotogrammi e il loro appoggio.

icone che abitualmente troviamo sul nostro desktop come, per esempio, il pulsante World97– cosa succede all’*oggetto* icona che noi *istanziamo* quando con il mouse lo clicchiamo? – si attivano le modalità tra cui “creare” un nuovo file e alcune proprietà come la scelta della lingua piuttosto che tutti i parametri che definiamo attraverso l’interfaccia utente)⁴. Analogamente in un software ad oggetti per architettura si definiscono degli oggetti come “parete”, “nicchia”, “apertura” di cui si devono fornire dei parametri (dimensioni o punti di coordinate note per ricavare la “forma”) ma evidentemente non dovremmo più preoccuparci di come si comporta l’oggetto in quanto sicuramente una “apertura” sarà un oggetto incluso/escluso dall’oggetto “parete”.

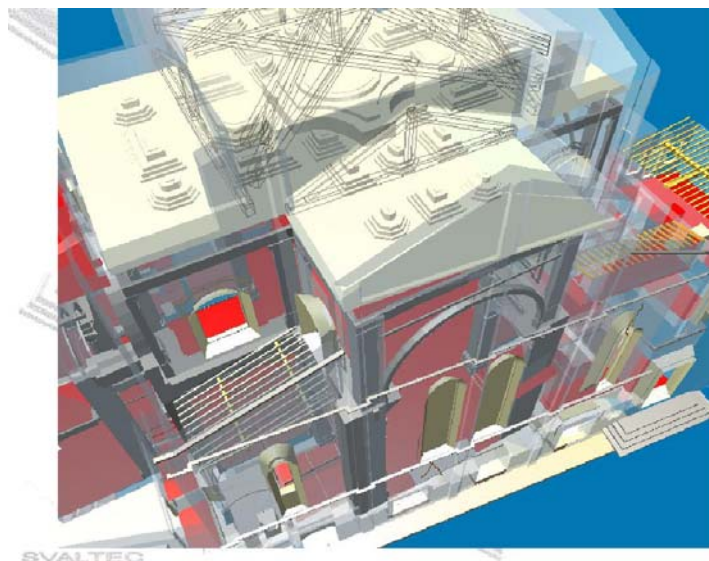


Fig. 3 Un particolare del modello

L’oggetto è quindi identificabile attraverso sue *proprietà* e *metodi* e attraverso una chiave unica di identificazione; una volta identificato, deve essere interrogabile per fornire appunto il volume complessivo a cui è possibile associare il peso specifico se interessati ad un calcolo statico delle masse, o le superfici che per esempio possono essere utili per gestire la cantieristica del restauro. L’identificazione permette inoltre di isolare l’oggetto.

Una volta identificato e isolato è quindi gestibile da una semplice tabella di un DataBase Relazionale perché costituisce l’ID di un record a cui possono essere poste in relazione tutte le informazioni ricavate in fase di studio o attribuibili in fase di restauro, storicizzando gli eventi attraverso la dimensione del tempo (4-D).

In tal modo, per esempio, di una parete possiamo gestire gli attributi del materiale del paramento, dello stato di conservazione; la parete è posta in relazione al muro che ha come attributi il materiale che lo compone e la struttura.

⁴ Un esempio forse più calzante derivato dal mondo del GIS è quello dell’incrocio tra una strada ed un fiume rappresentato da un nodo; se noi definiamo l’*oggetto* nodo_incrocio come un ponte, ogni volta che una strada incrocia un fiume automaticamente il programma riconosce un ponte che avrà come *proprietà* (attributi) tutta una serie di informazioni tra cui per esempio la larghezza, la tipologia, etc, ma avrà anche come *modalità* il fatto che sia la strada che il fiume non vengono interrotte all’incrocio mentre se l’*oggetto* fosse una diga è chiaro che la strada continua ed il fiume no.

Gli attuali limiti derivano dai software GIS che sono utilizzati per visualizzare la banca dati: mentre da una parte gli ultimi prodotti consentono di mantenere nella stessa tabella insieme agli attributi anche la geometria, resta il problema che quest'ultima si riferisce ad una proiezione bidimensionale usuale nell'osservazione del territorio.

Entrando nello specifico del modello tridimensionale e tralasciando il Campanile per il quale sono già stati presentati lavori in altra sede⁵, possiamo analizzare in forma esemplificativa 2 ambiti distinti della struttura su cui siamo intervenuti con tecniche diverse stante le finalità diverse a cui si doveva rispondere; il primo ambito è il sottotetto della chiesa, costituito da un complesso sistema di capriate. Il secondo è costituito invece dall'angolo sud-est della chiesa stessa.

IL SOTTOTETTO ED IL CASSETTONATO

L'organizzazione strutturale delle coperture è frutto delle vicende storiche e distributive della chiesa. Il quadrato centrale della croce greca, che si innalza a guisa di tamburo sulla volumetria del complesso, è coperto da un tetto a padiglione sostenuto da due capriate che si incrociano; le *capriate* in realtà non sono due unità strutturali autonome in quanto, avendo il *monaco* in comune ed essendo collegate rigidamente tra di loro, costituiscono un unico sistema strutturale complesso e articolato. I tre bracci della croce posti a nord, sud, e ad est del volume centrale sono coperti con tetti a capanna sostenuti, i primi due da due capriate ed il terzo da una capriata sola, tutte con schema classico. Il quarto braccio a ovest presenta ancora, apparentemente originale, l'intero tetto a capanna sostenuto dalle capriate gotiche dipinte che si susseguono fino al limite dell'antica facciata.

Queste capriate non conservano però la verticalità dell'assetto originale poiché sono interessate da un fenomeno di rotazione verso est, ancora attivo, lungo l'asse orizzontale della catena, dovuto all'improvvisa interruzione della loro sequenza ed alla mancanza, dopo le modifiche secentesche, di una opposizione di spinta alla capriata tangente al tamburo (Fig.4 e 5).

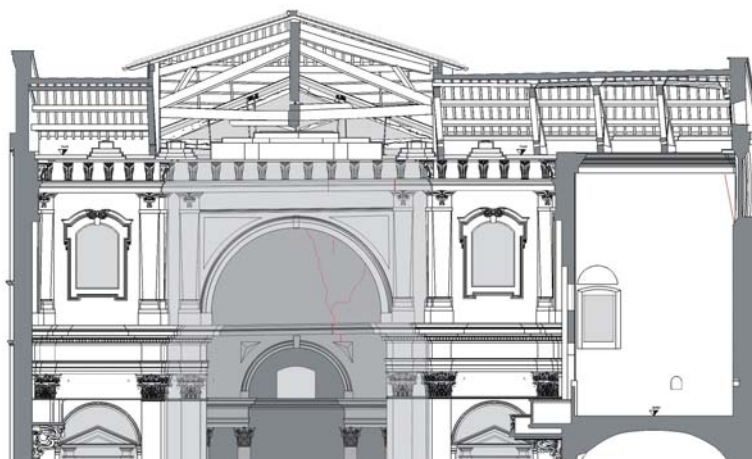


Fig. 4 Sezione Est-Ovest

⁵ La metodologia del rilievo e della diagnostica eseguita per il Campanile di Badia è stata premiata alla II edizione del premio "Assisi premio per il restauro" ASSIRCO nel 1999

Alle capriate lignee della copertura è affidata una doppia funzione: sostengono il tetto e reggono il controsoffitto ligneo della chiesa, ovvero lo splendido cassettonato realizzato sempre nel XVII secolo da Felice Gamberai.

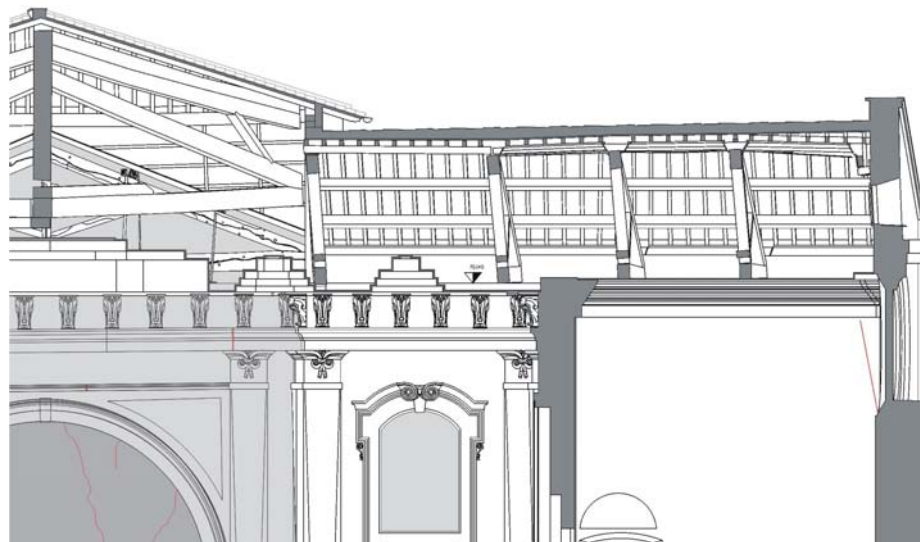


Fig. 5 Particolare del sottotetto

Lo scopo dello studio della soffitta era quello di capire il gioco di equilibri ed incastri delle strutture di copertura e studiarne i problemi statici attraverso l'analisi di ogni singola componente delle capriate (Fig. 6) e dei loro punti di scarico/appoggio.

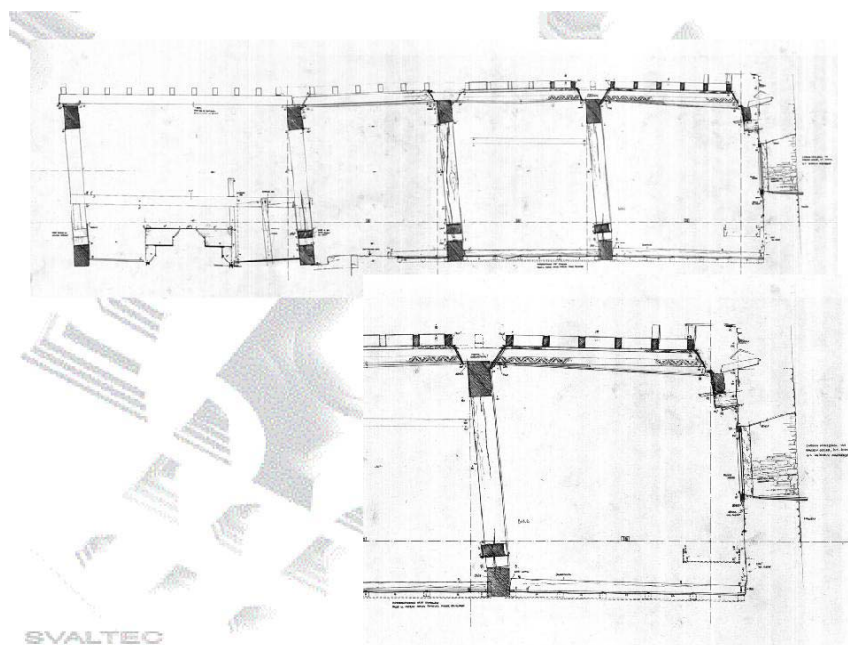


Fig. 6 Rilievo di dettaglio

Non vi era quindi la necessità di costruire degli oggetti solidi perché i soggetti dello studio (punti, catene, ecc.) erano tutti in vista e la loro relazione spaziale immediata. Un modello ad

oggetti non avrebbe aggiunto quindi informazioni interessanti mentre avrebbe costituito un inutile appesantimento del sistema. Dovevamo comprendere gli appoggi e gli agganci piuttosto che capire cosa “c’era dietro” rispetto al visibile. Si è perciò optato per una ricostruzione a “fil-di-ferro” che successivamente è stata importata nel modello tridimensionale come insieme di superfici polimorfe generate dai triangoli di approssimazione e non come “oggetti volumetrici” (Fig.7).

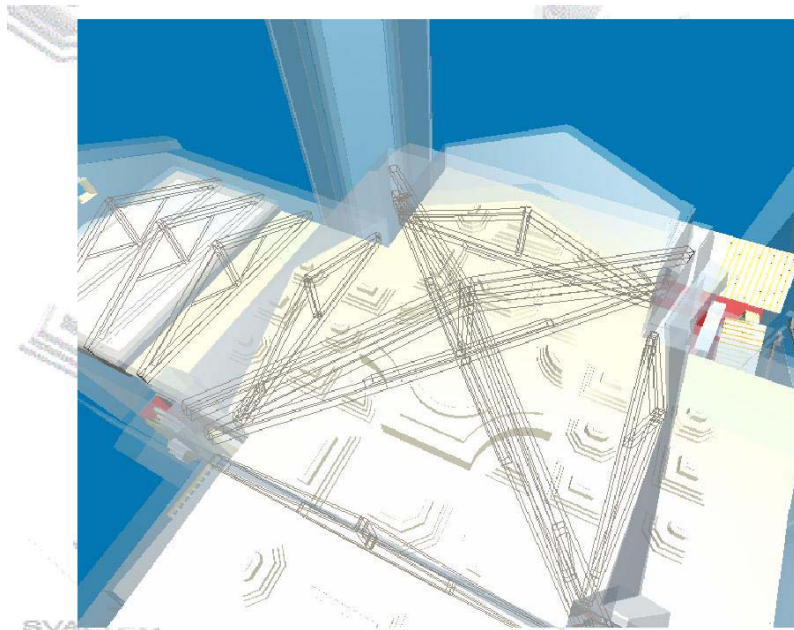


Fig. 7 Modello delle capriate

LA CHIESA

Nell’ambito del corpo architettonico della chiesa (Fig.8) e del convento, il problema è stato invece quello di navigare attraverso i volumi e capire il gioco degli incastri e del concatenarsi delle strutture murarie nel loro attuale assetto, spesso determinato da forme ed equilibri anomali. Molti ambienti del complesso conventuale di Badia presentano infatti un quadro fessurativo allarmante, ovvero sono coinvolti in uno o più dissesti, a volte correlati fra loro e a volte del tutto indipendenti. Capire la meccanica di questi dissesti e le relazioni che fra loro intercorrono è molto difficile perché le ragioni che li hanno determinati sono molteplici e di diversa natura. Premessa indispensabile al loro studio è una corretta lettura dei caratteri formali e distributivi e dello sviluppo dei vari elementi spesso conseguenza delle diverse fasi costruttive e degli interventi strutturali realizzati per ottenere, nelle diverse epoche, i cambiamenti distributivi voluti.

Il complesso della Badia Fiorentina ha infatti radici profonde nella storia, nella cultura e nel sedime urbano della città di Firenze. Il livello più profondo su cui posano le sue strutture risale probabilmente all’epoca romana e fa parte delle opere difensive di quella città. Fu Willa di Toscana, madre di Ugo di Brandeburgo, che intorno all’anno 969 fece erigere la prima chiesa dedicata a Santa Maria Assunta e Santo Stefano ed anche il monastero che donerà ai frati dell’ordine Benedettino.

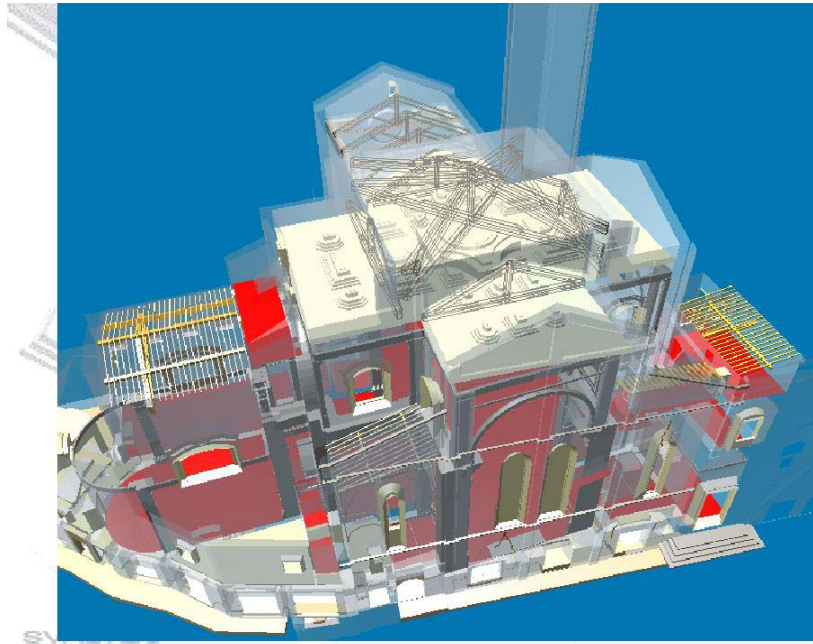


Fig. 8 Il corpo della chiesa

L'esegesi della Badia dalla sua fondazione ad oggi è molto complessa: la prima chiesa venne semidistrutta intorno al 1250 quando il governo fiorentino tracciò la via del Proconsolo e costruì il Bargello. Una nuova chiesa fu quindi costruita alla fine del XIV secolo, forse su progetto di Arnolfo di Cambio, orientata come la prima e ad una quota poco più bassa di quella attuale, ma molto più alta della precedente. L'abside di questa seconda chiesa si appoggiava sulle botteghe dei librai sorte nell'invaso riempito dell'antico fossato o forse sul bordo dell'invaso stesso. I tentativi di capire, attraverso scavi archeologici, quale fosse il substrato strutturale in quest'area sono stati vani, poiché la realizzazione nell'ottocento di fognature profonde in adiacenza alla chiesa ne ha stravolto l'assetto. Dal quattrocento al seicento continua a svilupparsi il monastero fino a costituire l'edificato dell'intero isolato fra via del Corso e via Dante Alighieri.

Poi nel seicento gran parte del complesso venne stravolto.

Nel 1627 Matteo Segaloni progettò una nuova chiesa di dimensioni grandiose: la navata centrale, con orientamento ortogonale a quello della chiesa gotica, doveva concludersi con un grandioso fronte sulla via Dante Alighieri dove si sarebbe aperta una piazza adeguata; ma il progetto fu ridimensionato in corso d'opera e il grande arcone aperto nella parete nord della vecchia chiesa per collegare la nuova navata fu richiuso e Badia non ebbe mai una vera e propria facciata. Fu invece portato a compimento il grande coro absidale, sfondando la parete sud e distruggendo l'antica biblioteca. Nacque così una croce greca che a sud, oltre l'arco trionfale, si apre con il coro e a ovest con una grande cappella che copre la superficie residua della navata centrale gotica fino all'antica facciata.

La parete est, che prima ospitava l'altare, venne 'regolarizzata' per renderla parallela all'asse centrale, demolendo parte dello spessore del muro gotico. A destra del coro fu poi realizzata la grande sagrestia e furono adattati ambienti residui, derivati dal taglio delle vecchie strutture.

Le grandi ferite che la Badia ha subito nel corso dei secoli dovute a tutte queste ristrutturazioni sono quelle che hanno determinato i punti critici lungo i quali maggiormente si manifestano i dissesti.

Ne sono un esempio la importante lesione che dal fronte di via del Proconsolo (Fig. 9) trapassa la muratura nel punto di minor spessore e si manifesta all'interno della chiesa (Fig. 10) dietro la grande pala del Vasari, interessando tutta l'altezza della parete fino al marcato cornicione in pietra (Fig.11).

O ancora la lesione che interessa l'arco trionfale la cui chiave risulta sensibilmente abbassata.

I due quadri fessurativi considerati sono importanti ed ogni singola lesione deve essere indagata lungo il suo intero percorso, su entrambi i fronti delle murature o delle volte interessate, su più vani o, comunque, su più livelli della costruzione. E' infatti indispensabile verificare quale sia la reale dimensione di ogni oggetto senza soluzione di continuità che concorre alla statica dell'edificio nel suo stato attuale ed anche le interrelazioni che intercorrono fra i due episodi citati ed ancora fra questi e le strutture circostanti.



Fig. 9 Prospetto di via del Proconsolo

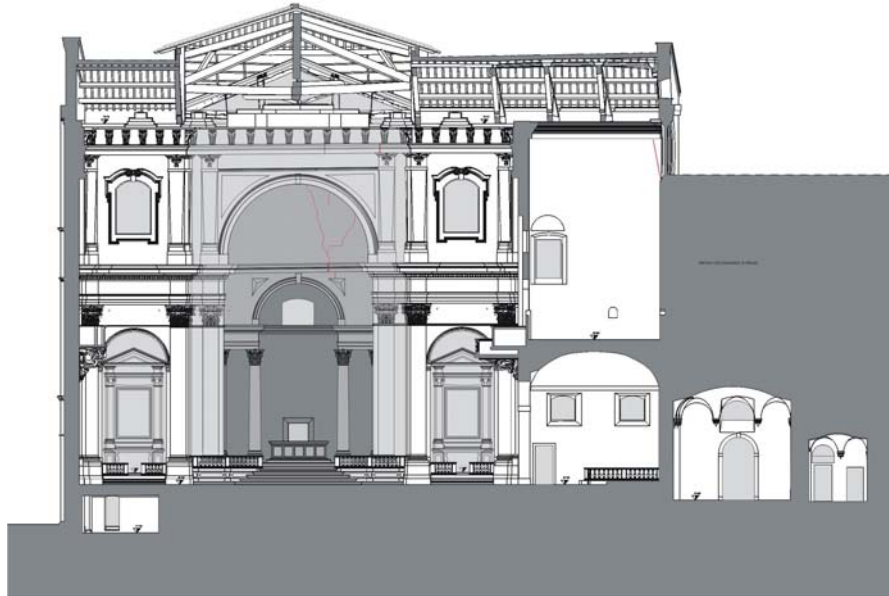


Fig. 10 Vista dall'interno

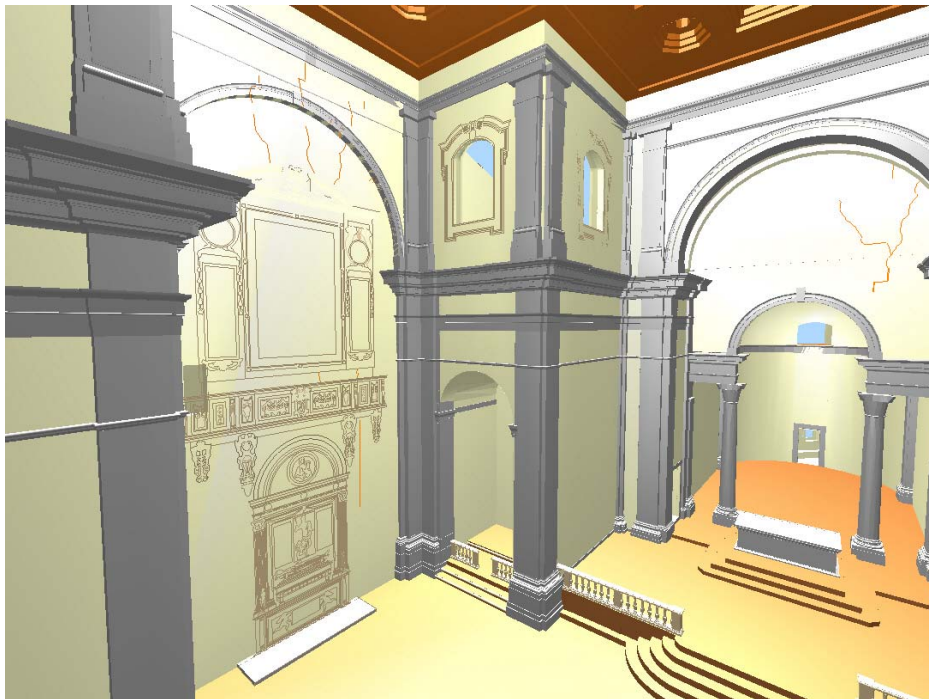


Fig. 11 Il modello dall'interno

CONCLUSIONE

La disponibilità di un modello dove ogni volume sia analizzabile con continuità, lungo tutto il suo sviluppo e su tutto il suo spessore e le sue facce e che sia inoltre immediatamente relazionabile con tutti gli altri ad esso concatenati, consente una chiave di lettura che investe contemporaneamente molti dei singoli fattori che concorrono alla comprensione dell'intera struttura e dei suoi dissesti. Molti fattori rientrano infatti in un dominio controllabile e sono quindi valutabili con molta più facilità di quanto consente l'analisi per parti, direttamente visibili o rappresentate con proiezioni su singoli vani.

Lo sforzo per raggiungere questo risultato è certamente significativo, ma riteniamo che l'efficacia, già da questi primi lavori, risulti tale da giustificare l'impegno necessario.