

SICAR w/b, AN INFORMATION SYSTEM FOR PLANNING, MONITORING AND SHARING RESTORATION ACTIVITIES: TOWARD A CONSERVATION NETWORK

Clara Baracchini

Soprintendenza BAPPSAD di PISA

Direzione lavori progetto ARTPAST - www.artpast.org - Direzione Generale Innovazione Tecnologica - MiBAC

Francesca Fabiani, Raffaella Grilli

Coordinamento progetto ARTPAST

Andrea Vecchi

Liberologico s.r.l. - Pisa

ABSTRACT

It is nowadays generally recognised that, as far as Cultural Heritage is concerned

- the collection of scientific and academic analyses --gathered in preparation of any restoration work in order to have a deep understanding of the artwork and to manage a good plan of restoration activities— has to be organized, mapped and geo-referenced over an exact and measurable model of the artwork, to become easily interpretable;
- these data have to be shared with all the conservation people and linkable with any other information related with Cultural Heritage.

SICaR w/b was conceived to meet both these needs. It is an internet-based system, developed with Open Source software, aimed to manage and map over an 'iconometric' model of the artwork the records gathered during restoration activities related with the artwork's nature and state of conservation as well as with the documentation of the restoration in progress.

The system is completely accessible via web, both to consult and to insert data: it thus can be used directly in the restoration site as well as in laboratories. The data managed by SICaR (both alphanumeric and geometric) may be consulted through a transversal access: cross-referenced queries may be done and statistics obtained. It can interoperate with any data and information available on the web (Risk Map of Cultural Heritage, documentary archives, etc.).

After a long trying out (www.artpast.org), the Italian Ministry for Cultural Heritage (MiBAC) is nowadays promoting the usage of SICaR w/b in its restoration activity.

1 COSA È SICAR

1.1. Gli obiettivi

SICaR w/b è uno strumento per la registrazione e la consultazione in rete dei restauri effettuati e in corso, concepito a vantaggio di chi ha il compito di programmare e progettare --confrontando materiali, metodologie e tecniche di intervento, gestendo la manutenzione, tornando a intervenire su un'opera restaurata nel passato--, ma anche di coloro che studiano il patrimonio culturale in tutte le sue articolazioni, approfondendo la conoscenza materica dell'opera, ricostruendo le vicende della tutela e, attraverso di esse, il nascere e il trasformarsi della concezione di patrimonio culturale.

In particolare, esso si propone come supporto alla progettazione esecutiva degli interventi di restauro: è infatti in grado di rispecchiare l'integrazione del gruppo di lavoro, consentendo di strutturare e geo-referenziare la documentazione, grafica e alfanumerica, relativa alla conoscenza del bene --informazioni dunque di diversa natura, dalle indagini tecnico-scientifiche alle fonti archivistiche, alle mappature di degradi e interventi, alle registrazioni della struttura materiale-- e di permettere ricerche incrociate ed integrate. Inoltre, offrendo anche la possibilità di geo-referenziare dati "esterni", che risiedono cioè in altri data base purché in rete, favorisce l'utilizzo di dati ritenuti necessari per la progettazione senza che sia necessario duplicarli e, contemporaneamente, aprendosi ad essere interrogato e richiamato da altri sistemi, ne consente l'arricchimento con informazioni su specifiche realtà.

Ciò consente di acquisire un valore aggiunto rispetto alle singole informazioni, permettendo da una parte una migliore comprensione dell'opera e dei suoi problemi (e di conseguenza facilitando la gestione del cantiere durante tutte le fasi del restauro: da quella preliminare -finalizzata alla "conoscenza del manufatto"- a quella progettuale, a quella operativa) e dall'altra una valutazione della criticità del singolo caso all'interno di più ampi contesti, quale –anzitutto– la Carta del Rischio.

1.2. La genesi

Il sistema ha origine nell'ambito del progetto di ricerca *Optocantieri* -promosso e finanziato dalla Regione Toscana nel 2003- finalizzato al trasferimento alle piccole e medie imprese (PMI) di tecnologie avanzate per la diagnostica, la documentazione e il restauro dei beni culturali. Il progetto coinvolgeva e poneva a confronto da una parte studiosi ed esperti di tecnologie informatiche ed optoelettroniche, dall'altra gli utenti finali (restauratori, conservatori, Soprintendenze), con l'obiettivo principale di promuoverne la collaborazione e il dialogo anche attraverso la sperimentazione e la verifica, in alcuni cantieri pilota, delle tecnologie messe a punto in laboratorio. In questo quadro SICaR viene sviluppato da due dei partners del progetto, la Soprintendenza di Pisa e Liberologico s.r.l. La fase di verifica è avvenuta su alcuni cantieri della piazza del Duomo di Pisa, dove si è immediatamente arricchito di una nuova 'specializzazione: la disponibilità di attenti studi delle murature attraverso l'approccio stratigrafico ha reso infatti evidente la necessità di prevedere una strutturazione anche per questi aspetti.¹

L'esito positivo di queste prime applicazioni fece sì che il Sistema, nel 2005, venisse adottato all'interno del progetto ARTPAST (www.artpast.org), promosso dal MiBAC per approfondire la conoscenza del patrimonio culturale e facilitarne la condivisione: benché infatti tale obiettivo vi dovesse essere raggiunto a partire anzitutto dalla messa in rete delle schede del catalogo nazionale (che come è noto nascono per fornire anzitutto un inquadramento storico-critico dell'opera), sembrò opportuno affrontare anche il problema di come condividere l'ulteriore conoscenza che scaturiva dal processo di restauro, facendo tesoro dell'esperienza di *Optocantieri*.²

La strategia di attuazione di ARTPAST ha comportato il pieno coinvolgimento degli organi periferici dell'Amministrazione lasciando a ciascuno di essi piena autonomia nell'organizzazione delle attività di progetto e nella gestione delle risorse. Lo stretto rapporto instaurato dal coordinamento centrale, attivo presso la soprintendenza di Pisa, con le sedi locali, culminato periodicamente nell'organizzazione di incontri collettivi da cui sono usciti contributi importanti nella definizione delle funzioni e dell'usabilità del SW proposto, ha favorito un'intensa attività, allargatasi ben presto anche ad altre Istituzioni.³

Tre Giornate di Studio, tenutesi a Pisa presso la Scuola Normale Superiore nell'Ottobre 2007⁴, hanno sancito il successo della sperimentazione tanto che, dando seguito alle richieste avanzate da tutte le soprintendenze coinvolte nel test, è stato finanziato un ulteriore progetto (RE.ARTE: restauri in rete), destinato a diffondere e radicare, all'interno e all'esterno delle Soprintendenze, l'esperienza attuata.

¹ C. Baracchini, P. Lanari, P. Ponticelli, R. Parenti, A. Vecchi, *SICaR: un sistema per la documentazione georeferenziata in rete*, in *Sulle pitture murali. Riflessioni, Conoscenze, Interventi*, Atti del Convegno di Studi (Bressanone 12-15 luglio 2005), Arcadia Ricerche, Marghera (Ve), 2005, pp. 735-747.

² Per una più ampia presentazione del progetto promosso e sostenuto da Antonella Recchia nella sua veste di Direttore Generale per l'Innovazione Tecnologica e la Promozione, si veda C. Baracchini, *Il progetto ARTPAST*, "Digitalia", 2-2007, pp.91-102

³ Il Centro di Conservazione e Restauro di Venaria Reale, il Politecnico di Milano, le Università di Pisa, Udine, Viterbo e Siena, il Consorzio CERERE di Reggio Calabria, il Departamento de Conservación y Restauración della Facultad de Bellas Artes dell'Università Politecnica di Valencia, la Scuola Universitaria Professionale della Svizzera Italiana (SUPSI), il Centro Regionale per la Progettazione ed il Restauro e per le Scienze Naturali ed Applicate ai Beni Culturali della Regione Sicilia.

⁴ *La tutela dei Beni Culturali: i cantieri, gli archivi e la comunicazione*, Giornate di studio 3-5 ottobre 2007, Scuola Normale Superiore, Pisa.

1.3. Le funzionalità

SICaR w/b è un GIS (*Geographic Information System*) funzionante via web, sviluppato con tecnologie *Open Source* e *web-based*, finalizzato a supportare l'intero processo di restauro, dalla fase di progettazione a quella di esecuzione e di manutenzione, rispondendo all'esigenza, sempre più avvertita dai vari addetti al restauro (gestori, restauratori, conservatori, operatori, analisti, consulenti) di disporre di un unico strumento per progettare un intervento strutturando la documentazione raccolta e prodotta –sia storico-artistica che tecnico-scientifica– ma anche per valutarlo in termini di tempi e costi e per programmare, a intervento concluso, la manutenzione e il monitoraggio.

Come già AKIRA GIS⁵, da cui in parte discende, SICaR consente infatti di mappare tutte le informazioni di interesse, con la possibilità di collegarle alla relativa documentazione, su una fedele e misurabile riproduzione dell'oggetto --funzionalità tipiche dei GIS, rese però ora per la prima volta disponibili via web anche in fase di data entry e non solo di consultazione. In tal modo ciascun operatore può mappare in tempo reale, direttamente sulla rappresentazione vettoriale del bene, le analisi effettuate, le informazioni rilevate, gli interventi eseguiti, descriverli in apposite schede e collegarli alla mappatura tracciata, raggruppandole a seconda delle sue esigenze. Contemporaneamente, ogni altro operatore interessato a verificare esistenza e affidabilità di materiali e/o metodologie può fruire delle informazioni e delle esperienze di tutti gli altri.

La rappresentazione realistica (fotografica) del bene, sovrapposta e coerente con quella vettoriale, permette di tracciare agevolmente le mappature, in virtù della possibile visione della superficie nel minimo dettaglio: SICaR w/b infatti consente di utilizzare ortofotopiani ad altissima definizione grazie ad un modulo informatico⁶ che abilita all'utilizzo di immagini raster via web, fino ad una definizione di un pixel per ciascun millimetro quadro della superficie reale. Infine la possibilità di utilizzare contemporaneamente più basi di lavoro, sia raster che vettoriali, da visualizzare alternativamente in qualsiasi momento della consultazione, agevola utili confronti, ad esempio fra stato di conservazione di un manufatto prima e dopo l'intervento di restauro.

Da un punto di vista più strettamente tecnologico, SICaR w/b è a tutti gli effetti un webGIS per la documentazione e la progettazione di restauro, in quanto, come un tradizionale GIS o SIT, integra alla rappresentazione iconometrica del bene, la gestione di informazioni eterogenee contenute in un database. Tuttavia, rispetto ai sistemi geografici correnti, proprietari e di tipo commerciale (es. Autodesk Map Server, ESRI ARC View, ecc.), SICaR w/b consente di effettuare via web tutte le operazioni di inserimento dati, sia quelli alfanumerici che, soprattutto, quelli geometrici (mappature di degradi, stati di alterazione, test, interventi), rendendo disponibili i dati a tutta la comunità scientifica, garantendo una completa autonomia al responsabile del gruppo di lavoro ed agli addetti al data-entry, che sono in grado di creare, rinominare ed organizzare i propri layers di lavoro, inserire nuove basi grafiche raster e vettoriali, oltre che importare ed esportare in formati standard sia i dati vettoriali (DXF) che quelli alfanumerici (XML), sia delle entità strutturate che delle immagini. E' inoltre possibile, per il coordinatore, configurare i gruppi di lavori e i diritti degli utenti, e gestire i vocabolari con una terminologia controllata.

Va poi sottolineato che il Sistema è stato sviluppato adottando soluzioni *Open Source* che, grazie a un elevato grado di standardizzazione e diffusione, promettono tempi rapidi di sviluppo, assicurano la longevità e l'interoperabilità della base di conoscenze e ne garantiscono il riuso --prerequisiti oggi obbligatori per i software destinati agli enti pubblici.

⁵

Akira era stato progettato per il restauro materico della Torre di Pisa dagli stessi informatici responsabili dell'implementazione di SICaR, con il coordinamento scientifico e metodologico dell'ICR e della Scuola Normale Superiore: si veda G. Capponi, P. Lanari, S. Lodola, C. Magnatti, U. Parrini, A. Vecchi, S. Vedovello e F. Veniale, *Il software Akira GIS Server - un'applicazione nella mappatura dei materiali costitutivi e dello stato di degrado della Torre di Pisa*, "Bollettino del Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali", 2000, 5, pp. 115-126.

⁶

Modulo *XLImage*, prodotto da Centrica s.r.l.

2 LA VALIDAZIONE DEL SISTEMA

Negli anni di sperimentazione del Sistema all'interno del progetto ARTPAST è stato possibile testare la struttura informatica su beni differenti per tipologia, materiali, storia, ambito geografico di provenienza.

Questa attività ha permesso di avviare delle riflessioni sui modi di affrontare la gestione dei dati relativi ai cantieri di restauro, a seconda del bene analizzato, del tipo di documentazione prodotta, degli operatori coinvolti. Una delle caratteristiche proprie del sistema è infatti quella di mettere a confronto professionalità distinte, dotate spesso di lessici e interessi scientifici diversi, su un tema comune, nella consapevolezza che il progetto di restauro necessita dell'apporto di molteplici discipline. Il confronto è servito per provvedere (o, talora, solo prevedere per un futuro che si spera assai prossimo) modifiche del sistema e per concordare una strutturazione standardizzata dei dati, consci che ciò è condizione indispensabile per l'interrogabilità del sistema.

Le informazioni, strutturate in *Schede (Immagini, Analisi, Degradi, Interventi...)*, caratterizzate da un numero definito di campi e spesso a vocabolario chiuso, sono naturalmente organizzate in un data base, e interrogabili separatamente, ma di ciascuna di esse si può visualizzare la localizzazione e ad esse si può accedere anche interrogando la raffigurazione dell'opera cui si riferiscono. Tutti i dati infatti possono essere liberamente collegati tra loro e raggruppati e georeferenziati seguendo le esigenze del singolo manufatto e del singolo restauro. Per ciascun *Cantiere* si possono infatti creare apposite *Categorie (Diagnostica, Stato di conservazione, Interventi...)* che contengono singoli *Layers* rappresentati sulla *Mappa* tracciata sugli ortofotopiani che fungono da *Sistema di riferimento*. Ad esempio, la categoria dedicata alla diagnostica contiene al suo interno tanti layers quante sono le tipologie di analisi effettuate sulla scena in esame; (ad es. analisi ottico-petrografiche, analisi spettrofotometriche...): per ogni layer si possono mappare i punti o le aree su cui è stata effettuata l'indagine corrispondente e ad ognuno di esse collegare la scheda specifica con la descrizione puntuale del risultato dell'analisi effettuata. A loro volta le singole schede possono essere liberamente collegate tra loro e/o con altre schede, a seconda delle esigenze (tipico il caso in cui si sceglie di collegare la scheda del degrado con quella dell'analisi che lo ha accertato e con quella dell'intervento che si è conseguentemente eseguito, pur lasciando che ciascuna di esse venga georeferenziata su uno specifico layer). Ulteriore duttilità al sistema è assicurata dalla possibilità di collegare sia alle schede che ai layers *Dati esterni* comunque essi siano strutturati.

Pari libertà viene conseguentemente garantita al fruitore, che all'interno di una rete pur definita nei nodi (le categorie e i layers) dall'inseritore, può scegliere i suoi percorsi di consultazione a seconda delle sue necessità e interessi: l'uso integrato del 'dato alfa-numerico strutturato' (la scheda suddivisa in campi) e del 'dato esterno', (poniamo, il pdf di una relazione di restauro), tra loro collegati tramite la georeferenziazione all'area di interesse, permette di mantenere l'interrogabilità del sistema, ma lascia al fruitore la possibilità di ottenere le informazioni che cerca nella modalità a lui più consona.

Queste caratteristiche si colgono bene esaminando le scelte effettuate in cantieri diversi sia per la tipologia del bene che per la varietà di formazione degli operatori coinvolti nell'inserimento dei dati: i cantieri di restauro degli **affreschi** del *Camposanto monumentale*, del **paramento lapideo** della chiesa di *S. Pietro in Vinculis a Pisa* e delle **vetrate quattrocentesche** dell'abside del *Duomo di Lucca*.

2.1. Il cantiere degli affreschi del Camposanto monumentale di Pisa

A Pisa, i celebri monumenti della Piazza del Duomo sono da tempo oggetto di una complessa operazione di restauro e controllo dello stato di conservazione che ha richiesto l'apporto di diversificate competenze per l'affinamento diagnostico ed ha messo in evidenza la necessità di disporre di software dedicati per agevolare l'interpretazione dei dati raccolti e pervenire alla definizione dei progetti di intervento. In particolare SICaR si è rivelato prezioso sia per registrare la lunga storia di interventi avviatisi fin dall'Ottocento sugli affreschi del Camposanto, staccati e

riportati su pannelli di eternit nel dopoguerra, sia i complessi restauri eseguiti a partire dagli anni '80, sia infine per supportare il lavoro in corso, relativo in particolare all'approfondimento diagnostico sullo stato di conservazione del ciclo del *Trionfo della Morte* di Buffalmacco, affidato a numerosi gruppi di ricerca⁷.

Gli affreschi sono distribuiti su quattro pareti (due corte -Est e Ovest- e due lunghe -Nord e Sud) per ognuna delle quali è stato necessario creare una o più basi grafiche di lavoro (*Sistemi di riferimento* in SICaR: normalmente rilievi e/o ortofotopiani). La complessità ed il livello di dettaglio delle informazioni raccolte, ha subito posto l'esigenza, per la georeferenziazione dei dati, di suddividere il *Sistema di riferimento* 'parete' in sottosistemi più piccoli su cui mappare le informazioni di dettaglio. Sono stati pertanto individuati tanti sistemi di riferimento quante sono le scene raffigurate sulle pareti, per un totale di 65 ortofotopiani, a loro volta georeferenziati sulla parete di appartenenza fino ad arrivare a creare come sistema autonomo di riferimento la porzione di affresco su cui si svolgevano le prove (e i relativi controlli) di pulitura.

Gli ortofotopiani, cui sono collegate come *Schede Dati esterni* le rispettive schede di catalogo – utilizzando così la capacità del sistema di interagire con altri sistemi di catalogazione in rete-, sono le basi su cui sono state mappate le informazioni di cantiere, strutturate in *Categorie* e *Layers*, e georeferenziati i dati alfa-numeriche, strutturati in *Schede (Analisi, Immagini, Degrado, Interventi)*.

Partendo da una prima ricognizione dell'iconografia e dei restauri storici, attraverso categorie dedicate, si passa alla strutturazione dei dati relativi agli interventi di restauro (post-bellico e attuale), con una divisione in layers corrispondenti alle principali fasi di intervento. Le informazioni riguardanti l'ultimo restauro sono state mappate facendo riferimento alle sezioni di strappo degli affreschi stessi e ad ognuna di esse sono state collegate tanto le schede descrittive degli interventi quanto i corrispondenti diari di cantiere e relazioni di restauro (in formato pdf), ancora una volta utilizzando, ma in maniera diversa, le *Schede Dati esterni*.

La categoria dedicata alla diagnostica contiene al suo interno tanti layers quante sono le tipologie di analisi effettuate, per ognuna delle quali è stata definita una scheda ad hoc; sui layer sono stati mappati i punti o le aree su cui è stata effettuata l'indagine corrispondente e ad ognuno di esse è stata collegata la scheda specifica con la descrizione puntuale del risultato dell'analisi effettuata. Anche in questo caso, per consentire una visione organica e complessiva delle indagini effettuate, e comunque per consentire la consultazione integrale dei dati ufficiali, sono state collegate, come *Dati esterni*, le relazioni degli analisti in formato pdf.

2.2. Il cantiere del paramento lapideo della chiesa di S. Pietro in Vinculis a Pisa

Interessata da interventi di restauro del paramento lapideo condotto a partire dal 2002 dalla M.I.D.A. s.r.l., la chiesa di S. Pietro in Vinculis a Pisa è un edificio di limitate dimensioni ma articolata storia costruttiva, svoltasi tra l'XI e il XII secolo, come ha dimostrato la ricca lettura stratigrafica delle unità murarie attuata in vista del restauro⁸.

In questo caso i dati del cantiere sono stati georeferenziati sui due prospetti a vista (facciata e fianco Nord), impostati nel software come *Sistemi di riferimento*. I due ortofotopiani ad alta risoluzione,

⁷ Per approfondire la diagnostica relativa allo specifico stato di conservazione del ciclo, la Direzione Lavori (C.Baracchini, A.Caleca, A. Paolucci) ha ritenuto infatti necessario organizzare un gruppo di lavoro che coinvolge enti di ricerca diversi, specializzati in tecnologie chimico-fisiche d'avanguardia applicabili ai beni culturali (Istituti CNR: IPCF-Pisa, ICVBC-Firenze, ISAC-Bologna; Università di Pisa: Dipartimento di Chimica e Chimica Industriale). Sono state effettuate analisi microclimatiche, indagini diagnostiche sui materiali organici (tramite procedure analitiche basate su cromatografia e spettrometria di massa) e sui materiali organici e inorganici (tramite spettroscopie vibrazionali); indagini non invasive mediante tecniche di imaging multispettrale e indagini diagnostiche sui materiali inorganici tramite tecniche spettroscopiche al plasma.

⁸ F. Redi, *Pisa com'era: archeologia, urbanistica e strutture materiali*, Pisa 1991, pp. 350-351; N. Montevicchi, P. Fabiani (DEDALO s.a.s.), *Chiesa di S. Pietro in Vinculis, rilievo ed indagine stratigrafica delle murature*, ottobre 2000, Archivio Soprintendenza BAP-PSAE di Pisa. Il complesso restauro cui la chiesa è stata sottoposta, che ha comportato anche interventi di consolidamento strutturale, è stato sostenuto dalla Fondazione Cassa di Risparmio di Pisa, su progetto di Francesco Paolo Cecati e Clara Baracchini; la DL è affidata allo studio Salvatore Re di Pisa.

realizzati prima dell'intervento di restauro, sono le basi su cui sono state mappate le informazioni di cantiere, strutturate in *Categorie e Layers*.

Le *Categorie* individuate ripropongono lo schema di progressivo approfondimento della conoscenza dell'opera passando attraverso le analisi di laboratorio, l'individuazione dei materiali, il riconoscimento dello stato di conservazione (prima e dopo l'allestimento del cantiere), la definizione degli interventi di restauro, per poi arrivare alla caratterizzazione delle vicende costruttive attraverso la mappatura delle unità stratigrafiche murarie. Ogni *Categoria* contiene al suo interno i *Layers* corrispondenti, in numero sufficiente a rendere espliciti e interrogabili autonomamente i diversi tematismi.

Ad ogni poligono georeferenziato sulla superficie, sono collegate le *Schede (Analisi, Immagini, Degrado, Interventi)* che consentono di approfondire in maniera puntuale e mirata, attraverso l'interrogazione, l'informazione sintetica e generica fornita dalla sola mappatura. In abbinamento alle schede, strutturate in campi obbligati, viene spesso associata la documentazione in forma completa e discorsiva utilizzando lo strumento della *Scheda Dati esterni*.

Ciò avviene ad esempio nel caso della lettura archeologica della superficie muraria: la visualizzazione grafica permette, a colpo d'occhio, di individuare le fasi costruttive della facciata, suddivise in *Attività, Fasi e Periodi*; l'interrogazione puntuale del poligono corrispondente alla singola *Unità Stratigrafica Muraria (U.S.M.)*, consente l'accesso alla scheda che ne riporta la descrizione puntuale e dettagliata; la consultazione della schedatura complessiva (in questo caso collegata come pdf, tramite una scheda dati esterni, all'intero sistema di riferimento) permette di rapportarsi alla totalità delle unità individuate, comprendendo sia quelle individuate sul prospetto oggetto di interrogazione, sia quelle presenti sulle altre basi grafiche.

2.3. Il cantiere delle vetrate quattrocentesche dell'abside del Duomo di Lucca

Le tre vetrate monumentali dell'abside del Duomo di Lucca sono ciò che resta dell'ampio ciclo di vetrate quattrocentesche della cattedrale, in parte andate distrutte o parzialmente sostituite nel tempo. Oggetto, assieme a tutto l'interno del Duomo, di un'attenta analisi culminata in un progetto coordinato da Antonia d'Aniello e Maria Teresa Filieri della Soprintendenza di Lucca e Massa Carrara, sono state restaurate da Gianni Lucchesi tra il 2002 e il 2004⁹.

Durante e prima dell'intervento, tutte le fasi di lavorazione e le notazioni relative allo stato di conservazione e alle tecniche esecutive, erano state scrupolosamente annotate dai restauratori sul rilievo a fil di ferro delle vetrate: la quantità e la complessità delle informazioni archiviate ha suggerito l'utilizzo di SICaR w/b per consentirne una più agevole fruizione e consultazione in rete.

In questo caso, per consentire un livello di dettaglio sufficiente senza perdere troppo di vista la visione d'insieme, è stato individuato quale *Sistema di riferimento* utile per le mappature, la singola vetrata (destra, centrale, sinistra); un'immagine d'insieme è stata ugualmente inserita come ulteriore *Sistema di riferimento* per individuare e localizzare, all'interno dell'abside, le tre vetrate.

La specificità e l'estremo dettaglio delle informazioni mappate, hanno richiesto in questo caso, l'utilizzo combinato, come base grafica, sia dell'immagine raddrizzata che del rilievo delle vetrate: il programma permette, infatti, di inserire più files di *background* per ogni *Sistema di riferimento*, che l'utente può visualizzare a scelta sullo schermo. Per ogni vetrata sono state quindi inserite tre diverse rappresentazioni: il rilievo grafico con lo schema dei piombi (in formato dxf), la fotografia prima del restauro e la fotografia dopo il restauro.

La strutturazione dei dati in *Categorie e Layers* è stata studiata, anche in questo caso, in funzione delle specificità delle informazioni presenti. In particolare, a fianco di *Categorie* dedicate alla mappatura degli interventi storici, ne sono state create altre tre per individuare lo stato di conservazione e gli interventi di restauro degli elementi costitutivi della vetrata: la struttura portante, i piombi, le tessere vitree. Successivamente, per ogni categoria, sono stati individuati i *Layers* corrispondenti alle tipologie di alterazione o di intervento. Infine è stata dedicata una

⁹ Cfr. *Le vetrate quattrocentesche della Cattedrale di Lucca*, a cura di Antonia d'Aniello e Maria Tera Filieri, Fondazione Cassa di Risparmio di Lucca, Lucca 2007

specifica categoria al tema delle tecniche esecutive.

3. CONCLUSIONI

SICaR nasce dall'esigenza reale di documentare e programmare gli interventi di restauro, laddove si rilevava la carenza di uno strumento che permettesse di conservare, confrontare, trasmettere e interrogare in rete l'enorme mole di studi e metodologie di lavoro che si producono in occasione del cantiere; la genesi del sistema è quindi fortemente correlata alla necessità di creare uno strumento operativo.

Le funzionalità del prodotto sono state successivamente e ampiamente testate su beni diversi per tipologia, materiali, storia e ambito geografico di provenienza per verificare la capacità dello strumento a rispondere alle svariate esigenze di documentazione e programmazione che si registrano negli interventi di restauro, in ciò confrontandosi con la molteplicità delle richieste provenienti tanto dal campo dei conservatori quanto da quello degli analisti.

A fianco di cantieri chiusi o in fase di ultimazione, individuati per la sperimentazione iniziale, si sono progressivamente inseriti cantieri in fase di studio, permettendo così di strutturare i dati fin dalla fase di progettazione secondo una struttura coerente con lo scambio e l'interrogazione delle informazioni in rete. Il sistema ha dato una buona risposta sia in un caso che nell'altro, grazie alla flessibilità con cui si possono gestire Categorie e Layers, anche se il percorso ottimale sembra passare dalla previsione dell'uso di SICaR fin dalla fase di progettazione (ad esempio prevedendo la voce dell'inserimento dati in SICaR come voce di capitolato).

Infine si è registrata una forte sensibilità al tema anche in campo internazionale, con richiesta di specifica formazione per l'uso del Sistema in Scuole Superiori e Università europee, stimolando la traduzione dei termini -prevista fin dall'inizio- almeno nelle principali lingue comunitarie.

BIBLIOGRAFIA

G. CAPPONI, P. LANARI, S. LODOLA, C. MAGNATTI, U. PARRINI, A. VECCHI, S. VEDOVELLO, F. VENIALE, *Il software Akira GIS Server - un'applicazione nella mappatura dei materiali costitutivi e dello stato di degrado della Torre di Pisa*, in "Bollettino del Centro di Ricerche Informatiche per i Beni Culturali", 5, 2000, pp. 115-126.

G. CAPPONI, S. VEDOVELLO, A. VECCHI, *Realizzazione del sistema informatico Akira GIS Server*, in *Il restauro della Torre di Pisa. Un cantiere di progetto per la conservazione delle superfici*, a cura di Capponi G. e Vedovello S., Comitato di Coordinamento per la Salvaguardia della Torre di Pisa, Roma 2001.

F. SACCO, *Sistematica della documentazione e progetto di restauro*, "Bollettino ICR" - Nuova Serie, A, 2002, pp. 28-53

C. BARACCHINI, P. LANARI, R. SCOPIGNO, F. TECCHIA, A. VECCHI, *SICAR: Geographic Information System for the documentation of restoration analysis and intervention*, in *Optical Metrology for Arts and Multimedia* (Atti del Convegno, Monaco), Monaco 2003.

R. SALIMBENI, R. PINI, S. SIANO, *The Optocantieri Project: Toward a Synergy between Optoelectronics and Information*, in *Optical Metrology for Arts and Multimedia* (Atti del Convegno, Monaco), Monaco 2003.

C. BARACCHINI, P. LANARI, P. PONTICELLI, R. PARENTI, A. VECCHI, *SICaR: un sistema per la documentazione georeferenziata in rete*, in *Sulle pitture murali. Riflessioni, Conoscenze, Interventi* (Atti del Convegno di Studi, Bressanone 12-15 luglio 2005), Venezia 2005, pp. 735-747.

C. BARACCHINI, F. FABIANI, P. PONTICELLI, A. VECCHI, *Verso un sistema unico di riferimento per la documentazione di restauro*, in *Sistemi informativi per l'architettura* (Atti del convegno, Ancona maggio 2007), Firenze 2007, pp. 84-89

C. BARACCHINI, *Il progetto ARTPAST*, "Digitalia", 2-2007, pp. 91-102.

APPENDICE

A titolo esemplificativo si riporta di seguito la struttura logica secondo cui sono state mappate le informazioni inerenti i tre cantieri esemplificati.

I restauri degli affreschi del Camposanto monumentale di Pisa

SISTEMA DI RIFERIMENTO	CATEGORIA	LAYER
Scena <i>n</i>	Iconografia storica	Fine XIX secolo 1900-27 luglio 1944 ...
	Interventi ante 1945	Domenico Fiscali - 1884 – Restauro ...
	Restauro 1945-1960	Stato di conservazione Consolidamento in loco Strappo Trasporto su telaio ...
	Restauro 1980-in corso /intervento	Stato di conservazione Fissaggio - Pulitura – Intelaggio - Stacco (<i>sul davanti</i>) Rimozione caseato - Intelaggio interinale (<i>da tergo</i>) Svelatura - Pulitura - Estrazione Sali - Intelaggio (<i>sul davanti</i>) Rimozione intelaggio interinale - Applicazione intelaggio def. (<i>da tergo</i>) Svelatura - Pulitura - Applicazione su nuovo supporto Relazione – Giornale di cantiere
	Restauro 1980-in corso /rilev. fotografico	Stato di conservazione al 1986 Prima / Durante l'intervento Dopo l'intervento
	Diagnostica 1980-in corso	Analisi ottico-petrografiche EDS – microsonda elettronica Spettrofotometria FT-IR Spettrofotometria FT-IR 2005 ...
	Prove di pulitura 2007-2008	Laser Resine a scambio ionico ...

Il restauro del paramento lapideo della chiesa di S. Pietro in Vinculis a Pisa

SISTEMA DI RIFERIMENTO	CATEGORIA	LAYER
Facciata	Analisi	Ottico-petrografiche Spettrofotometria FT-IR Microsonda elettronica-EDS
	Materiali lapidei	Calcere di San Giuliano Calcere dei Monti pisani Calcari palombini Granito Marmo bianco apuano Marmo di probabile provenienza orientale Mattoncini di reintegro Panchina Quarziti del Monte Serra
	Materiali metallici	Perni, catene, staffe
	Iscrizioni	Ocra rossa
	Stato di conservazione 2000 (mappato prima del montaggio dei ponteggi)	Croste nere su panchina Croste nere su marmi e calcari Croste nere su quarziti Disgregazione Esfoliazione

		Fenomeni erosivi
	Stato di conservazione 2001 <i>(mappato dalla ditta di restauro durante l'intervento)</i>	Alterazioni cromatiche Deposito superficiale Incrostazioni Patina Patina biologica
	Prove di pulitura e consolidamento	CONSOLIDAMENTO – ossalato d'ammonio PULITURA - carbonato d'ammonio PULITURA – laser PULITURA - microsabbatura
	Interventi 2001-2002 e 2006-2007	PRECONSOLIDAMENTO – elastomero fluorurato PRECONSOLIDAMENTO – microcollegamenti di resina epossidica PULITURA – impacco con resine a scambio ionico PULITURA – impacco di carbonato d'ammonio PULITURA – laser PULITURA – microsabbatura PULITURA – nebulizzazione PULITURA – trattamento biocida CONSOLIDAMENTO – elastomero fluorurato CONSOLIDAMENTO – impacco con ossalato d'ammonio CONSOLIDAMENTO – resina acrilica INTEGRAZIONE INTEGRAZIONE – stuccatura dei giunti PROTEZIONE
	Struttura materiale	U.S.M. Attività <i>n</i> Periodo <i>n</i> Fase <i>n</i> Attività Periodo <i>n</i>
	Immagini	Prima del restauro Dopo il restauro

Le vetrate quattrocentesche dell'abside del Duomo di Lucca

SISTEMA DI RIFERIMENTO	CATEGORIA	LAYER
Vetrata <i>n</i>	1917 Interventi ante	Piombi – aggiunta Piombi – sostituzione Tessere – ridipintura Tessere - sostituzione
	1917-1919 Interventi	Piombi – aggiunta Piombi – sostituzione Tessere – ridipintura Tessere - sostituzione
	2002 Stato di conservazione piombi	Piombi non originali Allentamenti / deformazioni
	2002 Stato di conservazione strutture portanti	Ossidazione
	2002 Stato di conservazione tessere	Esterno – corrosione Esterno – carbonatazione Esterno – deposito superficiale Interno – deposito superficiale Interno – decoesione pellicola pittorica Lacune Tessere fratturate Tessere non originali Tessere originali
	2003 Intervento piombi	Rimozione Sostituzione
	2003 Intervento strutture portanti	Aggiunte / integrazioni Sostituzioni
	2003 Intervento tessere	Pulitura esterna Pulitura interna Incollaggio

		Integrazione tessere mancanti Integrazione pittorica / fissaggio colore Protezione isoterica / contro-vevratata
	Tecniche esecutive	Grisaglie Lacciolini di rame Smalti Strutture portanti Tessere reimpiegate