

# Verso un sistema unico di riferimento per la documentazione di restauro: storia e sviluppi di SICaR w/b

Clara Baracchini (\*), Francesca Fabiani (\*), Paola Ponticelli (\*\*), Andrea Vecchi (\*\*)

(\* Soprintendenza BAP PSAB di Pisa e Livorno, (\*\*) Liberologico

## Abstract ENG

**SICaR w/b** ([www.liberologico.com/sicar](http://www.liberologico.com/sicar)) was developed inside the OPTOCANTIERI project (2003-2004) as a tool to plan and manage restoration work, mapping and geo-referencing data over an exact and measurable model of the artwork. SICaR is an internet-based system, which can be used both to consult and insert data, without installing any software. It can interoperate with any data and information available on the web (ICCD catalogues, Risk Map of Cultural Heritage, pre-existent documentary archives, etc.); it accepts standard architectural drawings (dxf); it allows to map areas and connect them to forms describing scientific analyses, typologies of deterioration and related repairs activities; it estimates surfaces and costs.

Today, after being tried out within the ARTPAST project ([www.artpast.org](http://www.artpast.org)) – which resulted in a huge Data Base, the first of this kind available on internet –, SICaR is in the process of being adopted by the Italian Ministry of Cultural Heritage (MiBAC). A revised edition of the system is being readied by the authors together with the Istituto Centrale del Restauro, in order to offer users a standardized lexicon and a unified structure of restoration data.

New functions for the monitoring of the restored artwork is currently under development.

## Abstract ITA

SICaR w/b è un WebGIS sviluppato con tecnologie standard e OS (PHP, SVG) per la progettazione esecutiva e la gestione degli interventi di restauro, relativamente agli aspetti inerenti la valutazione preventiva in termini di tempi e costi, la documentazione storico-artistica e tecnico-scientifica, la manutenzione e il monitoraggio.

Il sistema, frutto di attività di R&S, nasce sulla base dell'esperienza maturata con il progetto Akira GIS Server, software desktop progettato per la gestione del restauro lapideo della Torre di Pisa dall'ICR e dalla Scuola Normale Superiore e sviluppato da Liberologico. Il primo prototipo di SICaR w/b, basato su tecnologie standard web-based, è stato realizzato nel 2003 con la consulenza scientifica della Soprintendenza di Pisa, nell'ambito di OPTOCANTIERI, progetto promosso dalla Regione Toscana. Dal dicembre 2005, l'adozione sperimentale di SICaR w/b nel progetto ARTPAST, coordinato dal MiBAC con il supporto scientifico della Scuola Normale Superiore, ha comportato lo sviluppo di nuove funzionalità quali l'import/export in DXF e XML, l'ottimizzazione per l'accesso contemporaneo di centinaia di utenti, l'ampliamento del numero di schede alfanumeriche disponibili. Per la prima volta si è reso quindi disponibile in modalità condivisa e fruibile via internet un ingente archivio di dati di restauro, all'interno del quale è possibile effettuare ricerche trasversali e confronti sulle metodologie impiegate in ciascun cantiere.

Per il 2007 sono in fase avanzata di progettazione altri moduli, il cui rilascio è previsto per la prossima primavera, che faranno evolvere SICaR w/b secondo due direzioni. Da un lato i dati saranno messi a disposizione di un'utenza allargata di non addetti ai lavori, attraverso un'interfaccia sviluppata ad hoc e l'integrazione con il Portale Italiano della Cultura On-line del MiBAC. Dall'altro saranno potenziate le funzionalità di gestione operativa per il calcolo preventivo, per il monitoraggio dei lavori in corso e per la manutenzione.

Un'ulteriore evoluzione riguarda infine l'allineamento di SICaR w/b a più precisi standard che saranno indicati dall'Istituto Centrale del Restauro alla fine di una valutazione complessiva del sistema attualmente in corso.

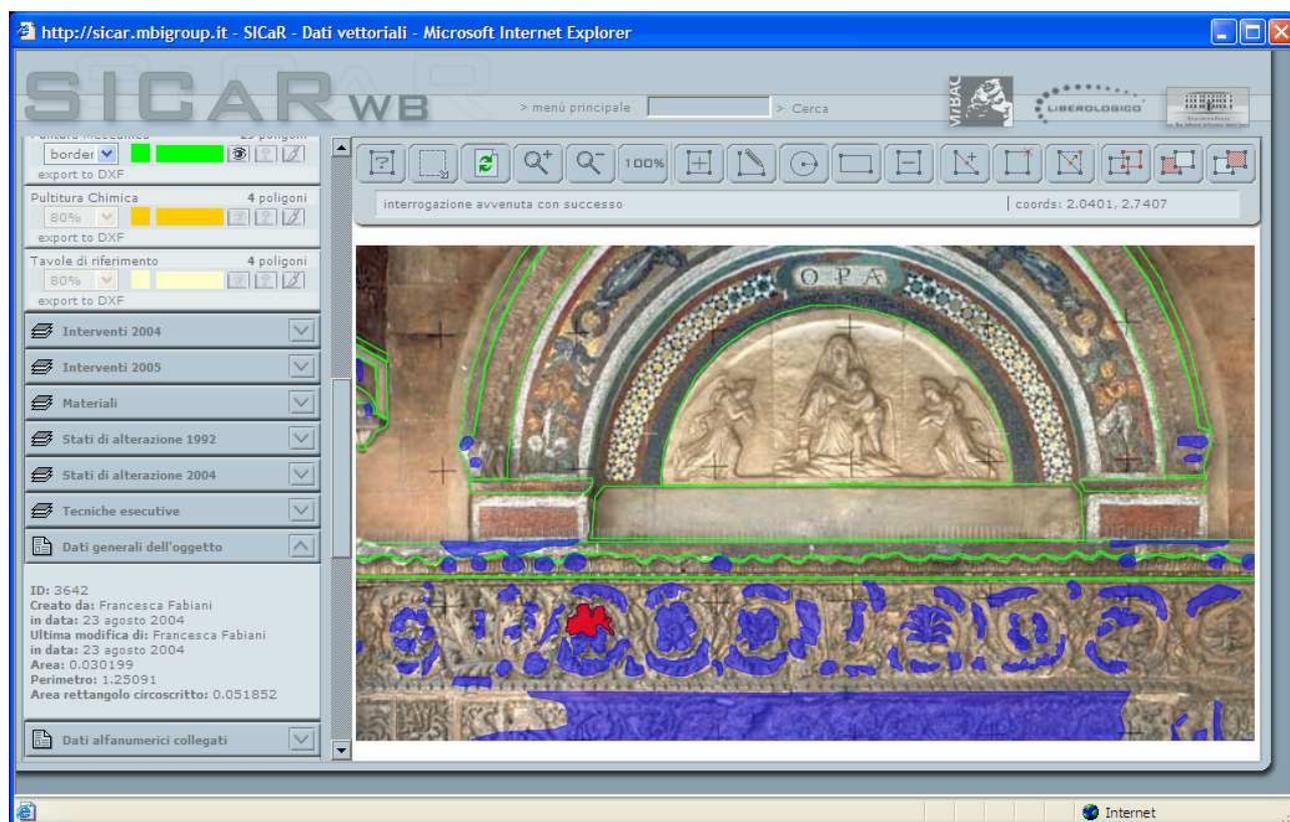
## 1. La sperimentazione di SICaR w/b per il cantiere del portale di San Ranieri a Pisa

SICaR w/b nasce per rispondere a specifiche esigenze avanzate da restauratori, conservatori, storici dell'arte e architetti, fisici, petrografi e chimici, impegnati in un progetto avviato in quegli anni dalla Regione Toscana, che si proponeva di sviluppare, trasferire alle imprese e diffondere tecnologie avanzate e nuove metodiche per i beni culturali. Il nucleo centrale di competenze scientifiche in questa esperienza era costituito dalle tecnologie optoelettroniche ed informatiche, che vedono in Toscana una concentrazione di attività nella ricerca pubblica e negli insediamenti industriali, ma ad esso si affiancava una fitta rappresentanza degli "utenti" di quelle tecnologie, con il compito di saggiarne usabilità ed efficacia in alcuni cantieri pilota: da qui la scelta del nome di OPTOCANTIERI (Salimbeni 2003).

In qualità di partners del progetto, la Soprintendenza di Pisa, la Sistemi Informativi Srl - Liberologico e le società RestauraItalia e Midarestauro decisero di testare sull'architrave del portale di San Ranieri nella Cattedrale di Pisa una delle tecnologie del progetto, l'applicazione laser al restauro dei materiali lapidei, basando tale test su una accurata strutturazione informatica dei dati e delle attività.

La multidisciplinarietà delle competenze coinvolte nei vari gruppi di lavoro del progetto, che confluivano anche in quello specifico cantiere di restauro, pose immediatamente e con chiarezza in gioco il problema della raccolta e organizzazione del complesso insieme di informazioni prodotte nelle fasi preliminari di un intervento di restauro – quelle, fondamentali, che determinano l'esatta conoscenza di un'opera e del suo stato di conservazione. Eravamo tutti ben consapevoli che, come del resto era stato autorevolmente dimostrato (Sacco 2002), si dovessero registrare, oltre ai dati relativi agli 'Interventi conservativi' e alla 'Diagnostica' (indagini analitiche e prove tecniche), anche quelli relativi allo 'Stato di fatto' dell'oggetto (effetti causati da fattori naturali e da cause antropiche volontarie) e ai 'Procedimenti

costitutivi dell'opera' (materiali costitutivi originari e tecniche costruttive), che rappresentano il corpus unitario di informazioni necessarie al momento della conoscenza dell'oggetto e, in quanto tali, possiedono un autonomo valore documentario: da questa esperienza nacque il prototipo di SICaR w/b.



L'interfaccia di SICaR w/b: mappatura degli interventi sull'architrave del portale di San Ranieri

Lo strumento informatico da costruire per documentare il complesso insieme di dati che conservatori e scienziati attivi all'interno del progetto Optocantieri venivano producendo doveva essere in grado di rispecchiare l'integrazione del gruppo di lavoro e consentire dunque ricerche incrociate ed integrate tra le informazioni di diversa natura, dalle indagini tecnico-scientifiche alle fonti archivistiche all'osservazione della struttura materiale, per acquisire quel valore aggiunto rispetto alle singole informazioni che fungesse da facilitazione alla miglior comprensione dell'opera e dei suoi problemi –e dunque ad una migliore progettazione dell'intervento. Insomma, quello che serviva era, da un lato, una fedele e misurabile riproduzione dell'oggetto, dall'altro, la possibilità di mappare su di essa tutte le informazioni di interesse e collegarle alla relativa documentazione: funzionalità tipiche dei GIS, che però volevamo rendere per la prima volta disponibili via web per ottimizzare finalmente il lavoro di restauratori ed analisti, permettendo loro di inserire i loro dati direttamente nel sistema anziché dover ricorrere a terzi per trasferire i risultati del loro lavoro --un trasferimento di informazioni lungo, costoso e rischioso. Si voleva, cioè, introdurre una radicale innovazione di processo: fornire la possibilità al restauratore di tracciare e registrare in tempo reale, direttamente sulla rappresentazione vettoriale del bene, la mappa dettagliata delle alterazioni presenti sulla superficie di un monumento, grazie a un PC portatile connesso ad un server, invece di operare su tracciati cartacei che solo in un secondo momento sarebbero stati scansionati e processati con un sistema CAD e tradotti in formato vettoriale.

In questo intento non partivamo certo da zero: non solo esistevano numerosi esperimenti (per i quali si veda Sacco 1993, Baracchini et alii 2003, Bartolomucci 2004), ma proprio a Pisa, sviluppato da Liberologico, era nato, su progettazione dell'ICR e della Scuola Normale Superiore, **Akira GIS Server**, sistema desktop, ancora attualmente in uso nella gestione del restauro lapideo della Torre di Pisa, che era stato ideato per sistematizzare il complesso eterogeneo delle molteplici ricerche antecedenti il progetto di restauro (Capponi et alii 2000, Capponi et alii 2001). Grazie a un indice geografico, la documentazione puntuale sullo stato di conservazione poteva essere georeferenziata sia sugli elementi strutturali costitutivi del bene che sulla rappresentazione del loro stato corrente ed essere inoltre correlata ad un archivio di documenti, contenente analisi storiche, note conservative, report scientifici, ecc. Nella consapevolezza che un'appropriata indagine conoscitiva sarebbe stata di supporto in fase di progettazione e di pianificazione dei tempi e dei costi dell'intervento, il sistema era stato utilizzato anche per la redazione del capitolato di spesa, fornendo delle indicazioni risultate sostanzialmente corrette e aderenti alla situazione reale, con uno scarto percentuale minimo rispetto alla spesa effettiva.

Rispetto ad Akira, SICaR w/b ne potenzia le funzionalità di gestione documentale, prevedendo la strutturazione dei dati in schede gestite da un Data Base relazionale e rendendole disponibili via web: esso viene infatti progettato come strumento necessario a ottimizzare il flusso e l'organizzazione dei dati fin dal loro nascere, organizzandoli e

condividendoli in rete tra tutti gli addetti (storici, architetti, fisici, chimici, petrografi, restauratori, archivisti): ciascuno viene messo in grado di inserire autonomamente i risultati delle proprie attività e ricerche, che gli altri membri del gruppo di lavoro consultano in tempo reale. In SICaR w/b, infatti, la modifica e la consultazione dei dati, così come tutte le procedure di amministrazione del sistema, avvengono utilizzando un comune browser web, anche direttamente dal cantiere mediante connessioni e dispositivi wireless.

Ma, come abbiamo visto, era anche necessario che tali informazioni fossero riferibili con altrettanta semplicità ad una rappresentazione vettoriale che fosse però possibilmente anche un'immagine misurabile dell'oggetto: SICaR w/b ha risposto a quest'esigenza consentendo non solo di georeferenziare sull'oggetto tutte le informazioni tecniche e documentali di corredo ma anche di disegnare direttamente via web le aree di degrado e di intervento molto complesse, consentendone un editing puntuale (come ad esempio lo spostamento/aggiunta/eliminazione di vertici che compongono la poligonale di una mappatura, il cut-and-paste di una mappatura, il suo spostamento, ecc.) anche a posteriori, funzionalità che ancora oggi nessun altro sistema GIS possiede.

Un'ulteriore esigenza avvertita dagli addetti ai lavori, di cui si è tenuto conto nell'implementazione del sistema, era assicurare che in futuro altri restauratori e ricercatori potessero avere accesso alle medesime informazioni integrandole in un unico corpus, affinché i metodi praticati, i test dei prodotti, ecc... potessero circolare liberamente e rapidamente, aiutando a risolvere problemi simili ed evitare eventuali errori già commessi. Ciò richiedeva un ulteriore sforzo metodologico per individuare una corretta e funzionale strutturazione dei dati e la definizione di un lessico normalizzato, elementi che avrebbero in futuro assicurato un esito positivo alle ricerche. Nel piccolo dell'esempio in test, si ebbe cura di adottare gli standard allora esistenti, nel nostro caso il lessico Uni-NorMal per i materiali lapidei.

La complessità del manufatto e la prospettiva di estendere all'intero catino absidale il restauro e la sua strutturazione in SICaR w/b – prospettiva resa possibile dal contributo dell'Opera Primaziale Pisana – hanno portato, nella realtà del cantiere, a coinvolgere nel gruppo di lavoro un'ulteriore professionalità, l'archeologo dell'architettura, per approfondire l'analisi dei procedimenti costitutivi. La necessità di registrare correttamente il patrimonio 'documentario' rivestito dalle superfici, al fine di trasmettere in maniera verificabile, confrontabile ed ampiamente trasmissibile le informazioni trascrivibili dalle superfici dipinte, colorate o comunque antropicamente trasformate, aveva già portato alle proposte di protocolli di intervento sperimentati in più cantieri (Parenti 1985): si trattava ora di verificare come tali dati potessero essere strutturati all'interno di una sezione appositamente dedicata del Sistema Informativo in fieri, compito che abbiamo affrontato con Roberto Parenti, già protagonista, con l'equipe di Adriano Peroni, di accurate analisi della Cattedrale. (Per una prima presentazione di tali risultati, si veda Baracchini 2005).

Diventava anzitutto fondamentale per l'operatore avere a disposizione - sovrapposta e coerente con quella vettoriale - una rappresentazione realistica (fotografica) del bene che garantisse una visione precisa di ciascun dettaglio della superficie. A tal fine, SICaR w/b è stato pensato per consentire di utilizzare, come base di lavoro per le mappature, ortofotopiani ad altissima definizione dei quali l'operatore è in grado di selezionare e visualizzare la zona di interesse. Il risultato è ottenuto grazie ad un modulo informatico che consente di fruire via web - anche con normali connessioni DSL - di immagini raster che rappresentano fino ad un pixel per ciascun millimetro quadro della superficie reale (Modulo XL-Image, prodotto da Centrica srl). La possibilità di avere a disposizione l'immagine fotografica della superficie architettonica, permette una serie di considerazioni relative agli effetti che il passare del tempo ha sulle superfici, come luogo che interfaccia l'esterno con la materia costitutiva. SICaR consente di utilizzare contemporaneamente più basi di lavoro, sia raster che vettoriali, da visualizzare alternativamente in qualsiasi momento della consultazione (funzionalità utile ad esempio per confrontare lo stato di conservazione di un manufatto prima e dopo un intervento di restauro).

## **2. L'utilizzo di SICaR w/b nel progetto ARTPAST**

Quando, nel 2005 prese avvio il progetto ARTPAST (applicazione informatica in rete per la tutela del patrimonio artistico e storico), di responsabilità della Direzione Generale per l'Innovazione Tecnologica e la Promozione, che si proponeva di approfondire la conoscenza, e facilitare la condivisione, del patrimonio culturale, a partire dalla digitalizzazione dei materiali catalografici, è sembrato opportuno affrontare, all'interno di quel progetto anche il problema di come strutturare e informatizzare la documentazione che scaturiva dal lungo processo di restauro ([www.artpast.org](http://www.artpast.org)).

Era ormai infatti matura la consapevolezza che andava riconosciuta a questa attività, essenziale per una corretta tutela, lo status di attività istituzionale e di disciplina autonoma, in grado di supportare la progettazione e il monitoraggio degli interventi in corso e di dare doverosa e trasparente informazione su quelli effettuati. In presenza di un affinamento teorico e metodologico, ma in assenza di un adeguato strumento tecnologico, si è proposto alle Soprintendenze di avviare, a titolo sperimentale, un utilizzo di SICaR w/b. Esso infatti, offrendo la possibilità di avere in rete un sistema capace di geo- riferire su di una immagine fedele e misurabile dell'oggetto d'intervento un complesso data-base, sembrava corrispondere alle esigenze che tutte manifestavano -- uno strumento cioè utile a gestire la documentazione amministrativa e tecnica dei restauri in corso, a ottimizzare il flusso e l'organizzazione dei dati fin dal loro nascere, organizzandoli e condividendoli in rete tra tutti gli addetti, ad agevolare la valutazione preventiva di un intervento, in termini di metodi, di tempi e di costi, ma anche il monitoraggio dell'avanzamento dei lavori e la stesura dell'ormai obbligatorio per legge piano di manutenzione.

La strategia di attuazione di ARTPAST ha comportato il pieno coinvolgimento tanto degli Istituti Centrali quanto degli organi periferici dell'Amministrazione, chiamati a divenire protagonisti e diretti co-gestori del progetto. Nel quadro di un'azione di coordinamento nazionale - che ha sede presso la Soprintendenza di Pisa e Livorno - ciascuna

Soprintendenza ha avuto piena autonomia nell'organizzazione delle attività di progetto e nella gestione delle risorse ad essa destinate, oltre a svolgere un ruolo attivo, grazie all'esperienza diretta sul campo e all'approfondita conoscenza dei rispettivi contesti territoriali, nella proposta di eventuali modifiche. Per facilitare lo scambio e l'assistenza a distanza è stato inoltre adottato uno specifico sistema Open Source per il lavoro cooperativo (Mantis), disponibile in rete per tutti i coordinatori. All'interno del progetto, e per tutta la sua durata, è stato assicurato, in *housing*, un server dedicato ai dati di documentazione del restauro, grazie al quale è stato possibile avviare l'inserimento dei dati. Al completamento del progetto, la totalità dei dati risiederà su un server presso il CED del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, così da non perdere la possibilità di esponenziale arricchimento derivante dalla condivisione in rete della documentazione.

Lo stretto rapporto instaurato dal coordinamento centrale 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 anche ad altre Istituzioni – il Centro di Conservazione e Restauro di Venaria Reale, il Politecnico di Milano, l'Università di Siena. In particolare, l'uso di SiCAR in alcuni cantieri in corso di progettazione –attuato dopo averne verificato la capacità di contenere e comunicare interventi già eseguiti --, ha fatto emergere la richiesta di nuove, più specifiche funzionalità: la versione stampabile delle schede e dei rilievi direttamente dall'interno, il miglioramento di alcune funzionalità di data-entry (duplica schede, campi a vocabolario con accumulo) e della visualizzazione (individuazione tramite abstract, criteri di ordinamento dei risultati di ricerca).

Questa prima fase del progetto ARTPAST, sancita dal seminario *I cantieri di restauro: strumenti di supporto* organizzato dal MiBAC all'ultima edizione del Salone del Restauro di Ferrara, ha dunque consentito di testare SiCAR quanto a robustezza, affidabilità, capacità di gestire adeguatamente un passaggio di scala che prevedesse l'accesso contemporaneo di centinaia di utenti e di ottimizzarne l'impalcatura tecnologica e l'usabilità, confermandone l'adeguatezza a divenire un repository nazionale: acquisita questa certezza, si sta ora verificando la coerenza dell'architettura logica e della struttura dati del Sistema con i requisiti dell'Istituto Centrale del Restauro.

Va segnalato infine che da parte delle soprintendenze è stato proposto e attuato un uso di SiCAR che non era stato originariamente previsto: esso infatti è stato ritenuto utile anche per documentare il restauro di oggetti di piccole dimensioni (e non solo grandi superfici dipinte o paramenti di architetture), e, soprattutto, ne è stata riconosciuta una utilità come strumento di comunicazione, utilizzabile anche in allestimenti mussali, per comunicare in modo intuitivo, attraverso la mappatura sulla raffigurazione dell'oggetto restaurato, informazioni storiche e iconografiche, anche residenti altrove.

### 3. La tecnologia

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, irrinunciabile base di partenza in ogni descrizione dello stato di fatto di un'opera, e alla graficizzazione delle informazioni connesse a ogni intervento, 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 layer 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).

Da questo punto di vista, sono risultati fondamentali lo studio e realizzazione di un'attenta e dettagliata gestione della multiutenza e delle funzionalità di amministrazione. SiCaR w/b è dotato di uno speciale modulo "Security manager" per il controllo degli accessi che ha il compito di garantire la massima sicurezza dei contenuti e di definire le metodologie di autenticazione e riconoscimento degli utenti che interagiscono con il sistema. Per assicurare il corretto accesso alle informazioni e regolamentare in modo opportuno l'esecuzione e la gestione dei processi di inserimento e validazione dei dati, l'architettura fa uso di un sistema di privilegi associati agli utenti e/o ai loro ruoli all'interno del progetto. In funzione delle qualità e capacità dell'utente nello svolgimento dei propri compiti, il sistema modella varie tipologie di accesso, utilizzando il concetto di "ruolo", definito come un insieme omogeneo di utenti rispetto ad una o più caratteristiche, e sulla politica dei privilegi minimi, implicitamente negando un diritto se questo non viene menzionato come usufruibile. I ruoli attualmente gestiti sono 3: **guest** con diritti di sola lettura su tutto il sistema, **user**, con diritti in lettura e scrittura solo per il proprio gruppo di lavoro e **super-user**, che rispetto al semplice user ha anche funzionalità di coordinamento del gruppo di lavoro e alcuni diritti di amministrazione, come inserire nuovi utenti e controllare il loro lavoro, personalizzare le mappe tematiche e il lessico dei layer di mappatura --operazioni che, a differenza di quanto avviene anche con i più avanzati GIS presenti sul mercato, SiCaR può svolgere in totale autonomia e senza alcun supporto di tipo informatico.

Per quanto riguarda più da vicino l'implementazione del sistema e dunque i vari elementi software che lo compongono, sono state operate una serie di scelte strategiche per garantire l'accessibilità degli strumenti e la portabilità dei dati, in specie considerando che gli utenti primari di SiCaR w/b sono pubbliche amministrazioni ed enti di ricerca. Sono state perciò adottate 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), oltre a favorire anche delle economie di scala, grazie a costi di licenza piuttosto vantaggiosi, che in alcuni casi prevedono addirittura la distribuzione gratuita. L'interfaccia grafica vettoriale, ad esempio, è basata sul formato standard SVG (Scalable Vector Graphics), che consiste in strumenti di visualizzazione e di authoring scaricabili gratuitamente da internet e integrabili nelle pagine HTML. Analogamente, anche il Content-Repository è stato sviluppato con MySQL un DBMS Open Source, scelto in virtù delle sue elevate performance, la sua portabilità (il sistema è implementato su quasi tutti i sistemi operativi), la sua diffusione (che consente di agevolare lo scambio di conoscenze tra gli sviluppatori), l'usabilità degli strumenti di gestione, l'efficacia dei moduli di publishing e la presenza di ambienti di sviluppo per la gestione di dati non strutturati. Come web server, nel panorama Open Source la scelta è ricaduta su Apache principalmente per la sua capillare distribuzione (in tutto il mondo è adottato da più del 50% dei web server esistenti) e la sua operabilità multi-piattaforma, ma anche perché offre una sorta di integrazione con i più validi tool per lo sviluppo di linguaggi di scripting lato-server.

Nell'ultimo anno, contestualmente all'utilizzo di SICaR all'interno del progetto ARTPAST sono state affrontate tutte le problematiche relative al considerevole incremento degli utenti connessi contemporaneamente al sistema, in particolare legate all'ottimizzazione del traffico di rete: sono stati sviluppati algoritmi che consentono di minimizzare il numero di features inviate e visualizzate sul client ad ogni operazione di zooming o panning. Particolare attenzione è stata inoltre rivolta all'interoperatività di SICaR da/verso sistemi esterni, mediante l'utilizzo di schede "jolly" in grado di integrare contributi multimediali (pdf, xls, doc, ecc.) oltre che url esterni visibili in rete.

#### **4. Gli sviluppi**

SICaR w/b garantisce già ora la visione unitaria delle superfici degradate, degli interventi effettuati e delle informazioni ad essi associate e permette di eseguire calcoli e statistiche di precisione, offrendo un valido supporto decisionale per la pianificazione economica e temporale dei lavori e il successivo monitoraggio.

La funzionalità ad oggi presente nel sistema, permette a SICaR w/b la elaborazione del capitolato di spesa relativo a un intervento di restauro a partire da un set predefinito di tipologie di intervento conservativo. Il "limite" di tale operazione consiste nella corrispondenza obbligata della singola voce di capitolato ad uno specifico layer di lavoro. In altre parole, il programma calcola il costo complessivo di ogni operazione corrispondente ad un singolo layer di mappatura sulla rappresentazione grafica, obbligando l'operatore alla esatta corrispondenza dell'elenco di layer con quello delle voci di capitolato. Questo potrebbe rendere meno chiara la lettura della mappa degli interventi, strumento che ha la utile funzione, oltre che di supportare il capitolato di spesa, di offrire una visione sintetica dell'intervento di restauro, privilegiandone gli aspetti metodologici piuttosto che quelli economici.

Un'implementazione più sofisticata di tale funzionalità, consisterebbe nell'associare il costo della singola operazione alla scheda descrittiva dell'intervento piuttosto che al layer della mappatura corrispondente. Sarebbe così possibile raggruppare in un unico layer gli interventi che corrispondono ad una stessa classe metodologica, distinguendone il costo in un apposito campo della scheda intervento.

Per venire incontro all'esigenza di rendere SICaR un efficace sostituto del tradizionale "libretto delle misure", sono in via di definizione le modalità di sviluppo di un modulo che, combinando le funzionalità già presenti (per ogni attività di modifica/inserimento dati, SICaR w/b tiene traccia del nominativo dell'utente che l'ha effettuata e della data dell'operazione) con quelle già viste della produzione del capitolato di spesa, permetta l'elaborazione di report di Stato Avanzamento Lavori. Tale funzionalità sarebbe utile sia all'impresa, come strumento per il monitoraggio costante delle attività e della produttività degli operatori, che alla direzione lavori, per l'elaborazione dei SAL e della relativa contabilità.

In particolare, si prevede che il sistema possa essere messo in grado di calcolare: la quantità (in metri) e la tipologia dell'intervento svolto da ogni restauratore in un intervallo di tempo prestabilito (settimana, mese, bimestre, semestre, ecc.), permettendo di monitorare l'attività e la produttività di ogni singolo operatore; la quantità complessiva degli interventi di una determinata tipologia effettuati dall'insieme degli operatori presenti sul cantiere in un intervallo di tempo prestabilito, consentendo di tenere sotto controllo costante lo stato di avanzamento dei lavori rispetto alle tempistiche progettuali e il costo totale di un intervento in un determinato intervallo di tempo, ossia la produzione dello stato di avanzamento vero e proprio, andando così a fornire uno strumento contabile oltre che operativo.

Infine, è stata oggetto di un apposito studio di fattibilità l'integrazione in SICaR w/b di moduli deputati alla gestione del piano di manutenzione a norma di legge mediante tecnologie CTI – Computer Telephony Integration, che, una volta implementati assicureranno funzionalità allo stato dell'arte e una serie di servizi a valore aggiunto.

Innanzitutto i dati potranno essere fruiti in più formati, grafico e audio-vocale, e comunicati attraverso device alternativi ai pc, primi tra tutti i telefoni cellulari (che in Italia vantano ormai una penetrazione superiore al 100%), e la tv digitale terrestre (che sta conoscendo una rapida diffusione sul territorio nazionale grazie agli incentivi governativi), contribuendo così a superare il digital divide e assicurando l'universalità dell'accesso anche a chi non è raggiunto dalle connessioni DSL.

Oltre alla fruizione, saranno multicanale anche le modalità d'interazione uomo-macchina: infatti i responsabili e gli addetti del piano di manutenzione potranno essere avvisati della necessità di un intervento attraverso i mezzi d'informazione di uso comune (quali SMS, email o fax) grazie all'invio automatico di alert da parte del sistema sulla

base di scadenze predefinite. In caso di emergenza tali segnalazioni potranno essere effettuate anche da comuni cittadini utilizzando il sistema di comunicazione a loro più congeniale.

Le funzionalità cartografiche, invece, consentiranno l'immediata visualizzazione degli elementi da mantenere e di quelli immediatamente adiacenti, permettendo di cogliere eventuali interrelazioni e garantendo un colpo d'occhio unico di tutte le problematiche. Sarà inoltre possibile interrogare ogni singolo elemento per conoscere di ciascuno i responsabili, i tempi e i costi della manutenzione, la "cartella clinica" di elementi uguali o comparabili.

Le funzionalità di manutenzione permetteranno infine a SICaR w/b di effettuare il monitoraggio dell'intervento e di programmare l'agenda dei controlli da eseguire a lavori ultimati, elaborando anche documentazione specifica come ad esempio diagrammi di GANTT e documenti conformi alla normativa ISO.

Un'ulteriore, fondamentale evoluzione di SICaR w/b riguarda l'adeguamento alle metodologie e agli standard per la documentazione di restauro in via di definizione da parte dell'ICR, che ha effettuato alcuni test sul sistema verificandone la validità complessiva dell'architettura logica e la applicabilità a casi concreti.

Sono state avanzate a tal proposito alcune possibili linee di evoluzione del sistema. Una prima linea riguarda le modalità di inserimento dati ed è finalizzato a una maggiore strutturazione di SICaR w/b per fornire una sorta di compilazione guidata. Da questo punto di vista un primo suggerimento riguarda proprio l'organizzazione di una struttura gerarchica su più livelli che vincoli e guidi l'utente nell'inserimento dati secondo una successione di azioni pre-costituite (ad es. in fase di creazione di un nuovo cantiere diventa obbligatoria la seguente sequenza: inserimento del sistema di riferimento - creazione della scheda oggetto - creazione della scheda cantiere) e che prevedano obbligatoriamente l'indicazione dell'area logica cui si riferiscono. In secondo luogo si propongono la definizione e il raggruppamento dei layer su più livelli in categorie e macrocategorie predefinite in modo che l'utente addetto all'inserimento dati possa selezionarli da un insieme pre-costituito sulla base delle esigenze specifiche di ciascun cantiere, per garantire l'omogeneità lessicale e concettuale delle mappature. Ulteriori vincoli, inoltre, dovrebbero essere posti dalla costruzione di un lessico normalizzato che non ammette sinonimi od omonimi. Per facilitare gli utenti che immettono i dati, nel glossario si potranno elencare le principali sinonimie e/o omonimie dei termini validi. I nomi delle entità, e cioè i termini validi, saranno precostituiti nel sistema e verranno scelti dagli utenti di volta in volta da una lista strutturata. La terminologia potrà essere implementata o aggiornata soltanto dal Gestore del Sistema. Analogamente viene suggerita la revisione e normalizzazione delle schede esistenti e la costruzione delle schede per il rilevamento delle tecniche di esecuzione in collaborazione con ICCD.

Alcune migliorie interessano invece la consultazione e interrogazione dei dati gestiti: si tratta di implementare più raffinate modalità di ricerca che rendano SiCAR un ancor più efficace supporto nell'interpretazione delle cause del degrado. Viene ad esempio ritenuta un'imprescindibile necessità la possibilità di evidenziare il rapporto tra i diversi tematismi attraverso la visualizzazione, su richiesta, delle aree di intersezione delle mappature (es. visualizzazione delle aree di intersezione tra croste nere e pellicola ad ossalati, tra aree di insolazione e decoesione del marmo, ecc.).

## BIBLIOGRAFIA

1. Baracchini et alii 2003 = C. Baracchini, P. Lanari, R. Scopigno, F. Tecchia, A. Vecchi (2003), "SICAR: geographic Information System for the documentation of restoration analysis and intervention", *Atti del convegno Optical Metrology for Arts and Multimedia Munich*
2. Baracchini et alii 2005 = C. Baracchini, P. Lanari, P. Ponticelli, R. Parenti, A. Vecchi, "SICaR: un sistema per la documentazione georeferenziata in rete", *Sulle pitture murali. Riflessioni, Conoscenze, Interventi. Atti del Convegno di Studi, Bressanone 12-15 luglio 2005: 735-747*
3. Bartolomucci 2004 = C. Bartolomucci (2004), "Una proposta di 'cartella clinica' per la conservazione programmata", *Arkos*, 5: 59-65
4. Capponi et alii 2000 = G. Capponi, P. Lanari, S. Lodola, C. Magnatti, U. Parrini, A. Vecchi, S. Vedovello e F. Veniale (2000), "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*, 5: 115-126
5. Capponi et alii 2001 = G. Capponi, S. Vedovello, A. Vecchi (2001), "Realizzazione del sistema informatico Akira GIS Server", *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.
6. Parenti 1985 = R. Parenti (1985), "La lettura stratigrafica delle murature in contesti archeologici e di restauro architettonico", *Restauro&Città*, 2,1: 55-68
7. Sacco 1993 = F. Sacco (1993), 'Il problema della documentazione grafica dei restauri', *Materiali e Strutture*, 3, 1: 25-34
8. Sacco 2002 = F. Sacco, "Sistematica della documentazione e progetto di restauro", *Bollettino ICR - Nuova Serie, A*, 2002: 28-53
9. Sacco 2006 = F. Sacco (2006), "A cosa serve la documentazione dei restauri?", *Geomedia*, 1: 6-12
10. Salimbeni et alii 2003 = R. Salimbeni, R. Pini, S. Siano (2003), "The Optocantieri Project: Toward a Synergy between Optoelectronics and Information", *Optical Metrology for Arts and Multimedia*, SPIE 5146