

**Abstract.** Nella riqualificazione edilizia ed organizzativa di un sistema ospedaliero concorrono diversi dati e fattori che interessano conoscenze e responsabilità differenti. Per la riuscita del processo e per il suo funzionamento a regime, le informazioni e le conoscenze devono inter-operare tra loro. Il presente contributo illustra l'esperienza svolta da un laboratorio multidisciplinare di ricerca, formato da architetti afferenti all'area tecnologica ed ingegneri informatici e biomedici, che ha definito una serie di strumenti messi a punto per la gestione del patrimonio strutturale del Policlinico di Careggi a Firenze, che possono costituire riferimento per altre applicazioni in contesti analoghi.

**Parole chiave:** Gestione dei patrimoni, Edilizia sanitaria, Monitoraggio del progetto, Riqualificazione edilizia ospedaliera, Interoperabilità

## Introduzione

Nei processi di management di un sistema ospedaliero moderno, gli operatori si devono confrontare con una quantità rilevante di dati e di persone, organizzando flussi informativi per definire strategie in relazione ai numerosi requisiti, connessi ai loro compiti gestionali, che riguardano persone, attività, spazi ed apparecchiature. In questa ottica, nella gestione di un sistema complesso come quello afferente ad un policlinico, è ormai consolidata l'esigenza di avere a disposizione una serie di *tools* capaci di agevolare la *governance* dell'intero sistema e in particolare nella amministrazione degli *asset* edilizi. Questi *tools* in specifico assumono il carattere di sistemi capaci di contenere, catalogare ed ordinare tutta quelle serie di informazioni necessarie a definire una gestione integrata della pluralità dei servizi e dei processi che, anche se non rientranti nel core business di un'organizzazione, sono comunque necessari per il suo funzionamento (Curcio, 2003). Quando si affrontano i temi relativi alle attività di *Healthcare Facility Management* e di *Healthcare Space Management*, i sistemi definiti *CAF*

(*Computer Aided Facility Management*) risultano strategici per far dialogare tra loro informazioni ed interlocutori estrapolando, nella eterogeneità dei dati e dei fruitori, quegli elementi connotanti il funzionamento degli iter del processo gestionale. Processo che, nel caso specifico dei patrimoni edilizi sanitari ad alta complessità, definisce uno scenario nel quale le fasi del processo di progettazione, realizzazione, uso e gestione si integrano senza soluzione di continuità.

Il presente contributo illustra la metodologia e gli strumenti messi a punto da un gruppo multidisciplinare di ricerca, formato da architetti ed ingegneri informatici che ha affiancato l'Azienda Ospedaliera Universitaria di Careggi a Firenze nel vasto progetto di ristrutturazione che da oltre dieci anni interessa il proprio patrimonio edilizio ed organizzativo.

## Il caso studio del policlinico di Careggi e le attività del laboratorio di monitoraggio dell'Università degli Studi di Firenze

L'ospedale è riconosciuto come emblema della categoria di edifici ad elevata complessità per la necessità di coinvolgimento di competenze multidisciplinari nella risoluzione delle problematiche che possono emergere nell'evoluzione del programma edilizio (Del Nord, 2011). In questo senso l'Azienda Ospedaliera Universitaria di Careggi (A.O.U.C.) è un esempio paradigmatico le cui componenti dimensionali, numeriche, fanno capire la complessità del contesto di riferimento. L'area di Careggi, con una estensione di oltre 74 ettari di terreno, include 52 edifici, articolati in oltre 15.000 ambienti per un totale di 256.000 m<sup>2</sup> di superficie netta. Dei 50 edifici, 32 hanno specifiche funzioni

di servizi e processi che, anche se non sono parte del core business di un'organizzazione, sono comunque necessari per il suo funzionamento (Curcio, 2003). In particolare, quando si affrontano i temi di *Healthcare Facility Management* e *Healthcare Space Management*, i sistemi definiti *CAF* (Computer Aided Facility Management) sono strategici per stabilire un dialogo tra informazioni e stakeholder, estrapolando, nella eterogeneità dei dati e degli utenti, quegli elementi che caratterizzano l'operazione delle procedure del management process. Questo processo, in un caso specifico di un sistema di gestione di patrimoni edilizi sanitari ad alta complessità, definisce uno scenario che va oltre la tradizionale suddivisione in fasi di design, implementazione e uso dell'edificio.

Tools and methods for the management of healthcare real estate assets. The experience of the multidisciplinary laboratory of the Careggi University Hospital

**Abstract.** There is a number of different factors and data that require knowledge and responsibilities in the requalification and reorganization of a hospital building system. For the process to be successful and for its full implementation, there must be an inter-operation between this information and knowledge. This paper aims at contributing to this process by illustrating the experience of a multidisciplinary research laboratory consisting of architects belonging to the technological area, and computer/biomedical engineers, who defined and prepared a set of tools for an effective management of structural assets by using the "Policlinico di Careggi" hospital of Florence, that can be a reference for other similar contexts. **Key words:** Healthcare Facility Management, Project Monitoring, Hospital Redevelopment, Interoperability

## Introduction

In the management processes of a modern hospital system, operators are confronted with a huge amount of data and people, as they have to organize information flows capable of defining the appropriate strategies for the control of multiple requirements necessary to fulfil their management tasks concerning activities, spaces, people and equipment. In this context, for the management of a complex real estate system, such as the buildings that compose an academic health centre, there is a consolidated need to be equipped with a number of tools to facilitate the governance of the entire system, particularly for the administration of real estate assets. These tools then become systems that can contain, classify and sort all the information required to define an integrated management of the plurality

of services and processes that, even if they are not part of the core business of an organization, are still necessary for its operation (Curcio, 2003). In particular, when we tackle the themes of Healthcare Facility Management and Healthcare Space Management activities, the so-called CAFM (Computer Aided Facility Management) systems are strategic to establish a dialogue between information and stakeholders, by extrapolating, in the heterogeneity of data and users, those elements that characterize the operation of the procedures of the management process. This process, in the specific case of very complex healthcare real estate assets, defines a seamless scenario that goes beyond the conventional subdivision into the steps of design, implementation and use of the building unit. This contribution illustrates the

sanitarie e/o di didattica, comprendendo 44 blocchi operatori, 1.850 posti letto, di cui 100 ad attività programmata, 6700 m<sup>2</sup> di aule di didattica che ospitano quasi 30 corsi di laurea, circa 50 scuole di specializzazione e altrettanti master universitari. L'A.O.U.C. garantisce ogni anno 80.000 ricoveri, oltre 130.000 accessi al Pronto Soccorso, quasi 10.000.000 di prestazioni ambulatoriali e una produzione di oltre 1.000 pubblicazioni scientifiche, 100 sperimentazioni cliniche su nuovi farmaci ed oltre 1.300 eventi formativi di alta specializzazione ECM.

In questo contesto lavorano 5.900 dipendenti organizzati secondo il modello logistico dei Dipartimenti ad Attività Integrata (D.A.I.), articolati in S.O.D. (sistemi organizzativi dipartimentali) ed in Aree di Attività spazialmente omogenee (A.A)<sup>1</sup>. Pertanto, il complesso di Careggi, si configura come una delle strutture ospedaliere più frequentate di Italia, con un bacino di utenza estremamente eterogeneo proveniente, oltre che dalla Regione Toscana, da tutto il territorio nazionale.

In questo quadro l'A.O.U.C., alla fine degli anni novanta, ha intrapreso un vasto programma di riqualificazione edilizia, con l'obiettivo di supportare il cambiamento del modello terapeutico-assistenziale, razionalizzando la frammentazione e la dispersione delle attività di cura e di didattica.

Il multi-programma si è articolato intorno ad un *masterplan* denominato "Careggi 2000", composto da un programma edilizio, che ha previsto interventi di ristrutturazione, di nuova edificazione, di demolizione ed alienazione (con un costo complessivo che si aggira intorno ai 600 milioni di euro) ed un programma di riassetto funzionale, che ha portato alla riduzione del numero di posti letto e alla riorganizzazione delle

methodology and tools prepared by a multidisciplinary research team consisting of architects and computer engineers, who supported the Careggi University Hospital of Florence in the large requalification project that has involved the real estate and organizational assets of the hospital for over ten years.

#### The case study of the Careggi University Hospital and the activities of the monitoring laboratory of the University of Florence

The hospital is recognized by the scientific community as the symbol of the category of high complexity buildings, that is to say it belongs to activities whose nature is to generate the need to involve multidisciplinary competencies for the resolution of the problems that may arise in the evolution of their programme (Del Nord,

2011). The Careggi University Hospital (*Azienda Ospedaliera Universitaria di Careggi* or "A.O.U.C.") is a paradigm whose size and numerical components show the extreme complexity of its reference context. Covering a surface of over 74 hectares of land, the Careggi area includes 50 buildings with over 15,000 rooms, for a net total surface of 256,000 square metres. Of the 50 buildings, 32 have specific health-care and/or teaching functions, and include 44 operating theatres, 1,600 beds, of which 200 with programmed activities, 6,700 square metres of classrooms for almost 30 degree courses, about 50 specialization schools and as many university masters. Every year, the A.O.U.C. ensures 80,000 hospitalizations and over 130,000 accesses to the Emergency Room, almost 10 million outpatient medical examinations and a production of over 1,000 scien-



tific publications, 100 clinical and new drug trials, and over 1,300 highly-specialized ECM training events. About 5,900 employees work in this scenario, and they are organized according to the logistic model of Integrated Activity Departments (D.A.I.), which, in turn, are divided into Departmental Organizational Systems (S.O.D.) and further homogeneous Areas of Activ-

ity (A.A)<sup>1</sup>. Therefore, the complex of Careggi is to be seen as one of the most popular and active hospital facilities in Italy, with an extremely heterogeneous user base of coming not only from the entire Region of Tuscany, but from the entire national territory.

In such a framework, the A.O.U.C., at the end of the nineties, initiated a large building requalification project with

aree di attività programmata (dai 2700 PL della fine degli anni 80 si passa ai 1550 previsti a regime) (Fig.1).

Grazie a questo “multi-programma”, oggi Careggi si sta avviando a diventare un “organismo unitario” composto da poli specialistici ospitati in gruppi omogenei di edifici, conformi ai nuovi standard impiantistici e tecnologici, correlati tra di loro da percorsi funzionali differenziati, superando così la logica che aveva portato alla stratificazione di realizzazioni edilizie non pianificate. Nel nuovo Careggi le aree della didattica, della ricerca, dell'oncologia, della nascita e della riabilitazione gravitano intorno ad un *core* (ospitato nel nuovo monoblocco denominato DEAS) che accoglie le acuzie e le attività ad alta intensità di cura. Attorno a queste funzioni, più propriamente sanitarie, sono presenti gli edifici con attività tecnico/amministrative, i sistemi delle *facility* con i magazzini, le lavanderie, le cucine, e il nuovo impianto di trigenerazione che fornisce energia e calore a tutto il comprensorio ospedaliero.

Riassumendo, lo scenario di riferimento risulta particolarmente significativo come esempio di sistema complesso, per tre aspetti principali: il primo che riguarda la tipologia e la condizione del patrimonio edilizio, il secondo relativo alla complessità organizzativa che interessa non solo le attività assistenziali ma anche quelle di ricerca e di didattica, il terzo relativo alla tipologia del processo di ristrutturazione che è stato svolto senza interruzione delle attività sanitarie, richiedendo così nel modello gestionale, una particolare attenzione anche alle componenti della sicurezza e della sincronizzazione delle fasi del processo.

In questo scenario l'azienda sanitaria, agli inizi degli anni 2000 ha stilato un protocollo di intesa con l'Università degli stu-

di di Firenze, ed in particolare con le Facoltà di Architettura e di Ingegneria (specificatamente con il dipartimento TAeD, oggi DiDA, e il dipartimento DeT, oggi DiNFO) e la Facoltà di Medicina. Il progetto di ricerca, finanziato dall'A.O.U.C., ha previsto la realizzazione di un laboratorio di monitoraggio (MonLAB), con sede operativa presso l'area tecnica dell'azienda stessa, in grado di affiancare il dipartimento tecnico, la direzione generale e la direzione sanitaria, nelle fasi del progetto Careggi 2000. I principali obiettivi operativi del laboratorio possano essere riassunti in:

- monitoraggio delle attività di progetto, gestite sia internamente che esternamente all'A.O.U.C.;
- monitoraggio dei tempi e dei costi nelle fasi di realizzazione dei singoli lotti;
- monitoraggio del patrimonio strutturale, verificando le qualità ambientali in relazione alle componenti edilizie, organizzative ed impiantistiche.

Su questi campi di applicazione il MonLAB ha definito le proprie azioni di *project monitoring* partendo da una analisi del quadro esigenziale sia del sistema procedurale che degli interlocutori principali del processo decisionale. Da questa analisi, analizzando le tipologie dei flussi informativi e le dinamiche decisionali e gestionali, sono stati definiti degli strumenti informatici capaci di agevolare le fasi di riorganizzazione infrastrutturale ed edilizia. In particolare cercando di agire nei contesti ove la fruibilità ed accessibilità alle informazioni diveniva elemento di criticità, ovvero là dove l'affidabilità delle informazioni, quantitative ma anche qualitative, risultava fondante per la definizione delle ipotesi programmatiche, progettuali e realizzative del multi-programma. In tal senso il

the purpose of supporting changes in the therapeutic-healthcare model and rationalizing the fragmentary and dispersed layout of its activities by compacting the healthcare and education functions. The multi-programme has been focused around a Master Plan called “Careggi 2000”, which includes a building project for restorations, new constructions, demolitions and transfers (for a total cost of about EUR 600 million) and a functional reorganization programme that led to a reduction in the number of beds and to the reorganization of programmed activity areas (from 2,700 beds at the end of the eighties to an estimated number of 1,550 beds when the project will be completed). Thanks to this “multi-programme”, today Careggi is about to become a “single body” including specialist centres housed in consistent groups of buildings capable of adopt-

ing the new system and technological standards and interrelated with one another by specific functional paths, for an evolution of the approach that had led to the stratification of non-planned building units. In the new Careggi Hospital, the areas devoted to education, research, oncology, birth and rehabilitation will revolve around a central core (housed in the new single block called “DEAS”) that will contain acute and high-intensity medical care facilities. Around these functions, which are more strictly related to healthcare, there are the buildings where technical and administrative activities are carried out and where warehouses, laundries, kitchens and the new trigeneration system will be located – the latter to provide energy and heat to the entire hospital district. In summary, the scenario is particularly significant as an example of a

complex system essentially due to three main aspects: the first concerns the type and condition of the real estate assets; the second concerns the organizational complexity that involves not only healthcare activities, but also research and educational activities; and the third regards the type of requalification process, which has been carried out without interrupting the ongoing healthcare activities, therefore requiring a special care in the governance model to the components of safety/security and the synchronization of the different steps of the process.

In this scenario the healthcare entity, at the beginning of the new century, drew up a memorandum of understanding with the University of Florence and, more specifically, with the Faculties of Architecture and Engineering (specifically with the TAeD

Department, today called DIDA, and with the DeT Department, today called DINFO) and Medicine. The research project, funded by the A.O.U.C., studied the construction of a monitoring laboratory (MonLAB), having its operating facilities in the technical area of the entity, to support the technical department, the general management and the health care management during the steps of the Careggi 2000 project. The main operating objectives of the laboratory can be summarised as follows:

- monitoring of the project activities managed both inside and outside the A.O.U.C.;
- monitoring of the times and costs of the completion steps of the individual batches;
- monitoring of the structural assets against environmental properties connected with their building, organiza-

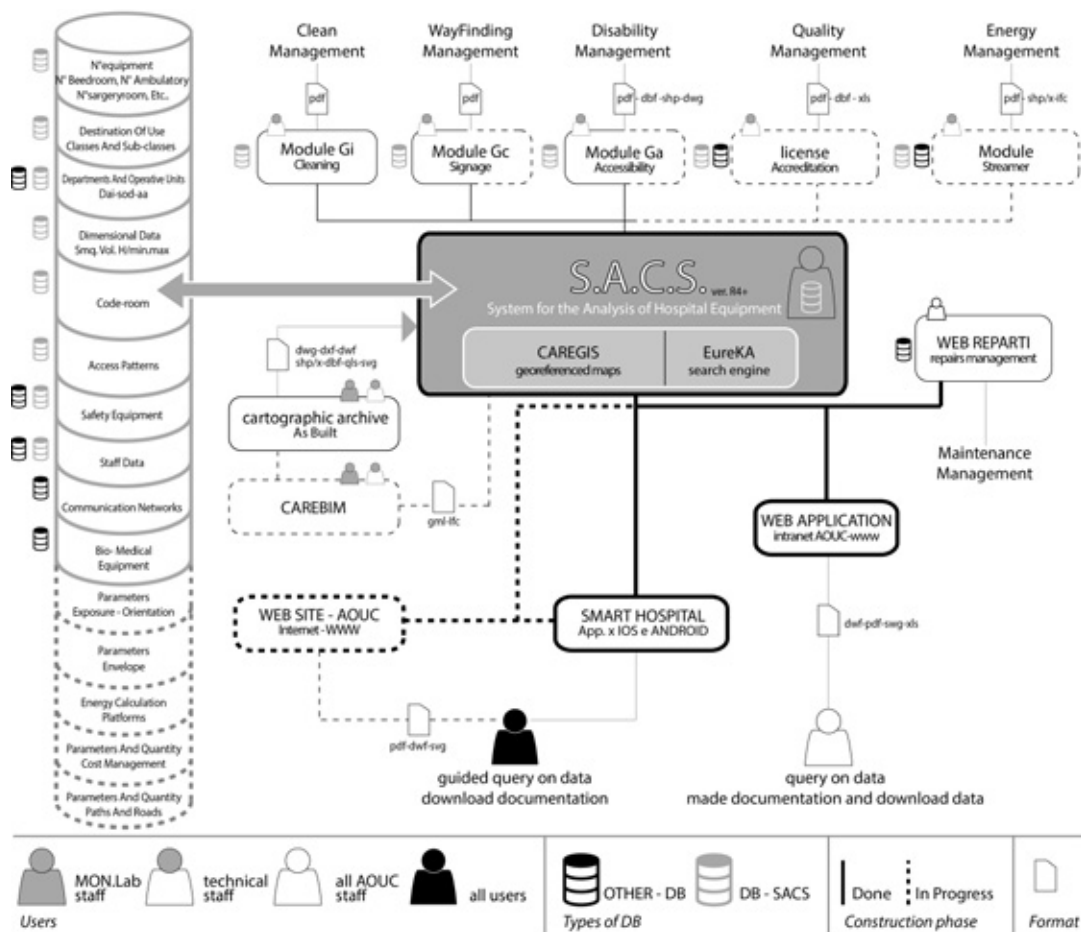
MonLAB ha corredato i propri strumenti di monitoraggio con una serie di indicatori prestazionali *KPI (Keys Performance Indicators)* atti a segnalare i possibili rischi e le possibili conseguenze dei *mishaps* dei processi analizzati. In questo scenario operativo, da subito, l'attività del MonLAB si è caratterizza per la progettazione e la realizzazione di strumenti, software, in grado di coniugare il rigore metodologico con l'immediatezza e la praticità d'uso indispensabili al loro pragmatico impiego sul campo. Tale approccio è risultato fondamentale in un contesto dinamico nel quale le fasi del multi-progetto risultavano continuamente modificate ed adattate alle numerose variabili che sono emerse nella sua realizzazione. Così, i tre *step* di analisi, programmazione e valutazione, si sono sviluppati con un flusso circolare, nel quale gli strumenti e gli indicatori da loro prodotti, sono stati continuamente aggiornati ed implementati.

### I tools per la gestione del patrimonio strutturale di Careggi. Il sistema integrato: la suite SACS-EUREKA-CAREGIS

occupate delle tematiche afferenti alle tecniche di *Computer Aided Facility Management (CAFM)*, che mirano alla definizione di strumenti esperti per il controllo delle informazioni legate agli *asset* patrimoniali attraverso sistemi integrati di banche dati grafiche e numeriche (Fig.2).

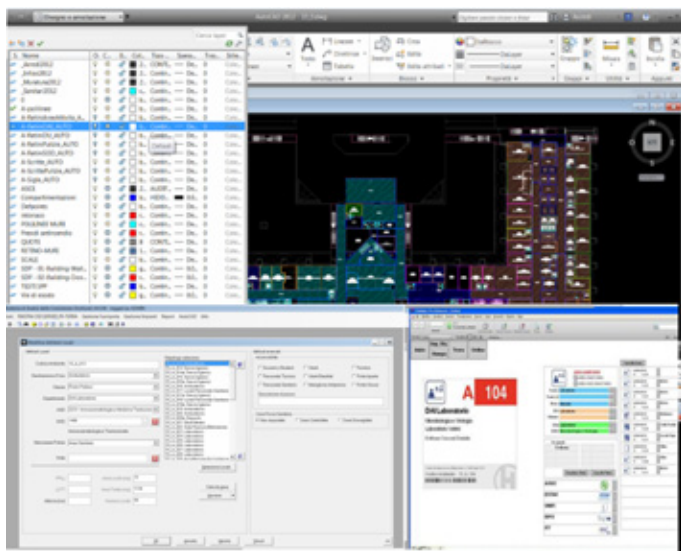
La necessità di realizzare un sistema integrato, che portasse alla conoscenza specifica delle condizioni del patrimonio edilizio esistente e di progetto, è emersa in primo luogo nelle fasi di trasferimento dei reparti ospedalieri sottoposti ai processi di ristrutturazione edilizia. Dall'analisi di questa criticità del processo, ovvero dalla constatazione che i supporti informativi risultavano disomogenei e non attendibili, ovvero difficilmen-

A seguito dell'avanzare dell'attività del progetto (oggi il laboratorio è a conclusione del dodicesimo anno di collaborazione) le attività del MonLAB si sono più specificatamente



02 |

02 | Lo schema funzionale del sistema SACS®. Fonte: MonLAB, elaborazioni Marzi L, Leone S. Layout of SACS. Source: MonLAB, elaborated by Marzi L, Leone S.



te confrontabili dagli operatori di progetto, il MonLab ha realizzato un software, denominato S.A.C.S.<sup>®</sup> (Sistema di Analisi delle Consistenze Strutturali), che oggi è divenuto una *suite* utilizzata dall'azienda come sistema di gestione dell'intero patrimonio strutturale.

La peculiarità del sistema S.A.C.S.<sup>®</sup> sta nella sua capacità di gestire cartografie digitali, non propriamente realizzate per il software, ma recuperate ed adattate da tutti gli attori che hanno concorso nella realizzazione dei progetti. Il sistema S.A.C.S.<sup>®</sup> è un *custom* che pilota le cartografie in formato DWG, utilizzando i metadati delle polilinee come sistema di catalogazione delle informazioni. Il software lavora alla scala della singola stanza, corrispondente ad un *record*, i *record* sono aggregabili tra loro a seconda delle necessità di correlazione. La scelta di tale approccio, a differenza di altri esempi realizzati in contesti analoghi<sup>2</sup>, consente di interrogare in qualunque momento il sistema avendo a disposizione nient'altro che un *file* cartografico (con le coordinate spaziali) contenente tutte le informazioni che interagiscono con tutti i *plug-in* di cui il sistema si è corredato nel

tional and system components.

The MonLAB defined its project monitoring in these fields of application starting from an analysis of the general requirements of the procedural system and of the main stakeholders involved in the decision-making process. Based on the outcome of this analysis, the IT tools designed to facilitate the reorganization of the infrastructures and buildings were defined by operating in the contexts where the usability and accessibility of information was becoming a crucial element for the definition of planning, design and implementation activities. Finally, the MonLAB set itself the objective to generate a number of Key Performance Indicators (KPIs) to be used to identify any risk and the possible consequences of any process mishaps. In this operating scenario, the MonLAB's activity was immediately character-

ized by the design and implementation of software tools and procedures capable of combining methodological accuracy with the immediacy and practicality of use that are indispensable for their use in the field. This approach has been paramount in a dynamic context where the steps of the multi-process were continuously changed and adapted to the many variables that arose during its implementation. So the three main steps described above were developed with a circular flow where the tools and indicators produced were continuously updated and implemented.

**The tools for the management of the Careggi structural assets. The integrated system: the SACS-EUREKA-CAREGIS suite**

With the progress of the project activities (today the laboratory has almost

03 | Inserimento dei dati e gestione del sistema. Fonte: MonLAB, elaborazioni Marzi L, Leone S.

Stages of data-entry and administration of system. Source: MonLAB, elaborated by Marzi L, Leone S.

tempo. Fin dalla sua prima release il sistema S.A.C.S.<sup>®</sup> (oggi alla versione r4) è stato progettato per contenere le informazioni in maniera omogenea, il laboratorio ha definito una strategia mediante la quale si immettevano i dati per classi su tutto il patrimonio edilizio, con l'obiettivo di dare comunque informazioni affidabili, complete e condivisibili tra tutti gli attori coinvolti. A tal proposito i dati sono stati inseriti per famiglie omogenee, alcune derivanti da una attività di rilievo diretto, codificata con una procedura specifica, ed altri tramite "viste" su altre banche dati in uso all'azienda. In tal modo S.A.C.S.<sup>®</sup> si è appoggiato al patrimonio informatico presente, associando e/o assorbendo altri sistemi informatici esistenti, svolgendo comunque una attività di coordinamento dei variegati strumenti utilizzati (Fig.3).

Ad oggi i dati gestiti dal software sono riassumibili nei seguenti principali *cluster*:

- l'anagrafe ambientale, utilizzando una codifica alfa numerica che identifica in maniera univoca per ogni stanza un codice contenente le informazioni dell'edificio di appartenenza, il piano, l'eventuale settore, il numero della stanza e il personale afferente. L'alimentazione di tale sistema può avvenire anche tramite l'utilizzo di un *plug-in* che gestisce la produzione della cartellonistica fuori porta, in tal modo il sistema viene aggiornato anche dal personale che si occupa della segnaletica aziendale;
- le tipologie degli spazi, attraverso una codifica che riporta a 42 destinazioni d'uso principali (DU) sotto articolate in 256 classi (DC). Tale articolazione è stata definita sulla scorta del patrimonio normativo relativo alle operazioni di Accreditamento ed Autorizzazione, ogni DU e DC fa riferimento alle informazioni necessarie per analizzare le consistenze strutturali, tecnologiche, organizzative ed impiantistiche che ogni singolo ambiente deve

concluded its twelfth year of cooperation), the MonLAB has focused more specifically on Computer Aided Facility Management (CAFM) issues, with the purpose of defining expert tools for the control of the information associated with assets through integrated systems of graphical and numerical databases.

The need to create an integrated system to achieve a better knowledge of the specific conditions of the existing and design real estate assets arose initially during the transfer of the hospital departments whose buildings that were being restored. The analysis of this process criticality, i.e. the acknowledgement that the information available (design and surveys) lacked consistency and was not reliable, therefore making it difficult for the project operators to compare data, the MonLab developed a software called

S.A.C.S.<sup>®</sup> (acronym of the Italian "Systems for the Analysis of Structural Assets"), which today has become a suite used by the company as a structural asset management system.

The peculiarity of this S.A.C.S.<sup>®</sup> system is its capacity to manage digital cartography not specifically designed for the software, but that could be retrieved and adapted by all the players that had a role in the implementation of the projects. The S.A.C.S.<sup>®</sup> is a custom system that controls cartographies in DWG format by using polyline metadata as a system for the classification of information. This software works at a single room scale, which corresponds to a record. These records can be aggregated based on varying correlation requirements. The choice of this approach, unlike other case studies analysed, allows users to query the system at any time with the

 Operating Room (beds) 01_00	General OR; Specialist OR; Hybrid OR; Orthopedics OR; Pre-Operation (Patient) /Awakening; Pre-Operation (Staff);	 Intensive Care Unit (beds) 02_00	IC Box; NCC; Filter; Washing; Other	 Sub-Intensive Care Unit (beds) 03_00	
 Radiotherapy 04_00	Radiotherapeutic Applications; Tomotherapy; Gamma-Knife; CT Simulator; Control Room	 Diagnostic 05_00	Control Room; CT; MRI; Uninterventionist Angiography; Radiography; COM; RIS-PACS;	 Nuclear Imaging 06_00	Medicine Preparation; Diagnostic; Gamma Camera; Other
 A&E 07_00	Examination Box; Discharge Room; Isolation; Triage; Shock-room; Short Observance; Intensive Observance; Other	 Day Surgery 08_00		 Delivery Room (beds) 09_00	Delivery Room; Labour Room; Pre-Operation (Staff); Substerilization; Filter; Other
 Endoscopy 10_00	Bronchoscopy; Digestive Endoscopy; Urologic Endoscopy; Disinfection; Pre-operation (Patient); Control Room; Other	 Frigorifer 11_00		 Ambulatory 12_00	Echocardiography; Ergometry; Dynamic Electrocardiography; Surgery Ambulatory (local anaesthetic); Surgery Ambulatory
 Laboratory 13_00	BLS 1; BLS 2; BLS 3; BLS 4; Biobank; Cold Cell; Cold Store; Filter; Other	 Mental Health Unit 14_00	Therapeutic & Rehabilitative Assistance; Socio-Rehabilitative Assistance; Minor Intensity Therapeutic & Rehabilitative	 Pharmacy 15_00	Medicine Store; Fridge; Medicine Collecting; Antiblastic Medicine Unit; Medicine Preparation; Other
 Rehabilitation 16_00	Gym; Swimming Pool; Physical Therapy & Rehabilitation	 Day Hospital 17_00		 Ward (beds) 18_00	Ward with Toilet; Ward without Toilet; Crèche; Other
 Specialist Ward (beds) 19_00	Psychiatric Ward with Toilet; Hematologic Ward with Toilet; Isolation Ward with Toilet; Pediatric Ward with	 Dialysis (beds) 20_00		 Staff Room 21_00	Nursing Coordinator; Reporting; On-Call-Doctor Room; Tisanery; Nurse Room; Relaxation Area; Other
 Toilet 22_00	Public Toilet, Staff Toilet, Patient Toilet (for Invalids), Public Toilet (for Invalids), Staff Toilet (for Invalids), Bedpan	 Medical Office 23_00	Office; Talk Room; Other	 Sport Medicine 24_00	1st Level; 2nd Level
 Acceptance 25_00	Acceptance; Information; CUP; Administration; Porter's Lodge	 Waiting Room 26_00	Waiting Room for Relatives; Waiting Room for Patients; Game Space; Living Room; Other	 Public Service 27_00	Commercial; Chapel; Showroom; Game Room; Other
 Morgue 28_00	Autopsy; Corpse Waiting; Corpse Exposure; Cold Store; Other	 Meeting Room Library 29_00	Meeting Room; Reading Room; Library; Other	 Office 30_00	Office; Administration; Direction; Other
 Outer Area 31_00	Footpath; Parking; Other	 Unclassified 32_00		 Warehouse 33_00	Surgery Instruments; Medicine; Cleaning; Dirty Stuff; Clean Stuff; Archive; Other
 Laundry 34_00		 Locker Room 35_00	Staff Locker Room; Patient Locker Room	 Kitchen Work Canteen 36_00	Cooking; Work Canteen; Larder; Cold Store; Diet Kitchen; Meat Treatment; Washing; Warehouse; Other
 Technical Room 37_00	Vertical Atrium; Server; Sound & Data; Lift House; Boiler House; Electric Panel; EG / UPS; Other	 Medical-Aid Fecondation 38_00	Level 1; Level 2; Level 3A; Level 3B	 Sterilization Disinfection 39_00	
 Didactics 40_00	Administration; Office; Classroom; Auditorium; Conference Room; Simulator; Other	 Connective 41_00	Horizontal Connective; Vertical, Connective/Stairs; Litter Lift; Lift; Elevator; Service Lift; Stairlift; Backstairs;	 Hemoteca 42_00	

verificare in sede di controllo istituzionale (Fig.4);

- l'organizzazione sanitaria, restituendo le informazioni sulle DAI le SOD e le AA afferenti sia al singolo ambiente che ai gruppi omogenei per piani;
- le informazioni sulle caratteristiche degli impianti meccanici e termici;
- le informazioni sulle caratteristiche dimensionali, superfici, altezze, volumi, ecc.;
- le informazioni sulle dotazioni per la sicurezza, la salubrità degli ambienti e l'accessibilità, in collaborazione con l'SPP

(Servizio Prevenzione e Sicurezza), così da poter produrre la documentazione necessaria ai piani specifici;

- le informazioni per la gestione delle pulizie e delle attività di manutenzione, interfacciata con il sistema aziendale per la richiesta di intervento per guasti e/o manutenzioni.

Ai dati gestiti da S.A.C.S.<sup>®</sup> i vari utenti accedono attraverso procedure in parte di tipo *stand alone* e in parte attraverso *web-applications*. Tutte le interrogazioni al sistema generano report in formati HTML, DWF e PDF pubblicati sulla Intranet aziendale (Fig.5).

04 | Articolazione delle destinazioni d'uso e delle sotto-classi gestite da SACS<sup>®</sup>.  
Fonte: MonLAB, elaborazioni Marzi L, Leone S.

Space destinations. Source: MonLAB, elaborated by Marzi L, Leone S.

ment of cleaning and maintenance activities, based on an interface with the corporate system for the request of interventions in case of faults and/or maintenance.

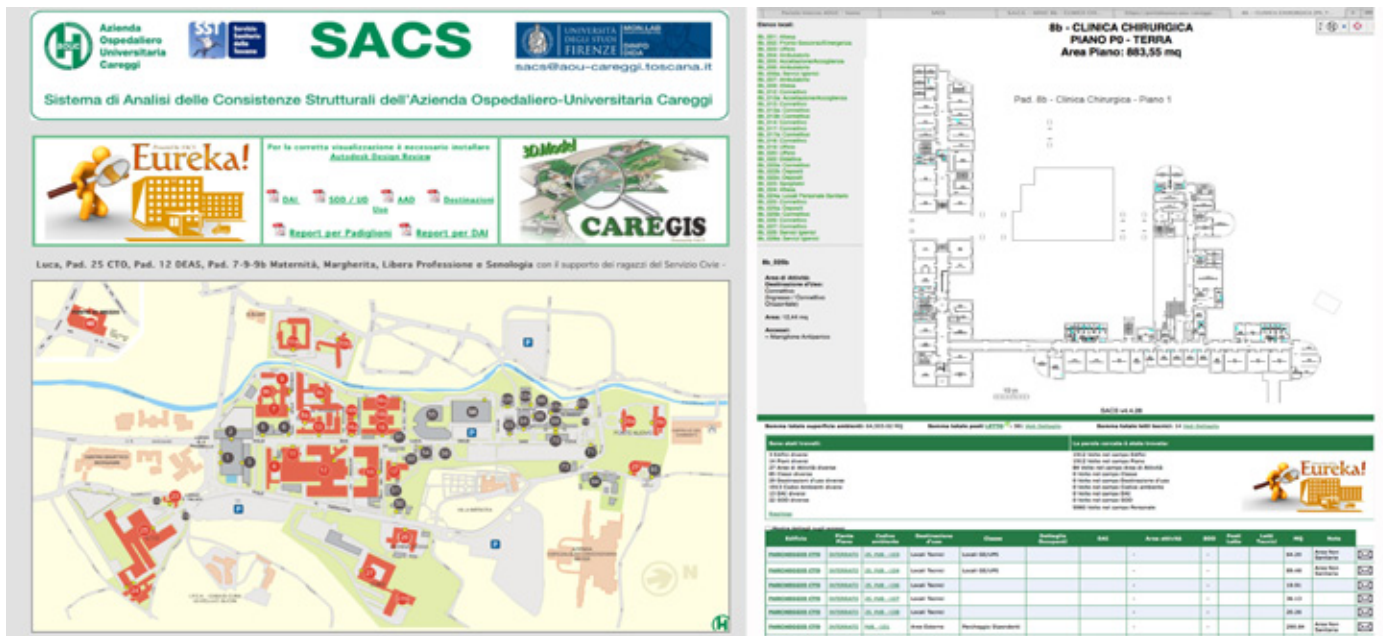
The various users can access the data managed by S.A.C.S.<sup>®</sup> partly through stand-alone procedures and partly through web applications. All the queries to the system generate reports in HTML, DWF PDF formats that are published on the corporate Intranet. Information can be aggregated in various clusters by using the search engine Eureka<sup>®</sup>, which extrapolates information and provides synoptic panels that are linked to the basic information module, i.e. the room. By using open-source software for the management of geo-referenced charts (QGIS), through a series of automated procedures that pilot the cartographic bases shared with the S.A.C.S.<sup>®</sup>, the

CAREGIS module was used to correlate, in a geo-referenced environment, all the cartographic archives used by the S.A.C.S.<sup>®</sup> and extend them with all the territorial information available, such as distances, connection paths, parking space management, and so on.

To complete the suite, other modules were defined for accreditation, logistic, facility management, and other applications<sup>2</sup>. These functions are connected to a several sets of KPIs with the objective of meeting the requirements of reliability and representativeness of the phenomenon considered. Indicators refer to different types of information: organizational, which regard the use of human resources and the arrangement of work; structural, i.e. concerning the physical structure where the activity area is located, the organization of spaces, their

partitioning, any installations/systems operated inside and the technological types of instrumental-electromedical equipment used, as well as other parameters associated with institutional accreditation, prevention and protection, the management of facilities and healthcare technologies.

To conclude the analysis of the current situation of the S.A.C.S.<sup>®</sup> system, we should mention its module accessible in the recent App called "Careggi Smart Hospital"<sup>3</sup> (that can be downloaded for IOS and Android), developed by the company for public use. This App contains a Way-Finding module that queries S.A.C.S.<sup>®</sup> and CAREGIS databases through a web-service and can be used by the citizens to be informed about the arrangement of spaces and paths based on a number of possible searches done with the key words proposed by the system.



Le informazioni sono aggregabili nei vari *cluster* tramite il motore di ricerca Eureka<sup>®</sup> che estrapola i dati fornendo dei quadri sinottici che risultano legati al modulo di base dell'informazione ovvero la stanza. Utilizzando un software *open source* per la gestione geo referenziata delle cartografie (QGIS), attraverso una serie di procedure automatizzate che pilotano le basi cartografiche comuni a S.A.C.S.<sup>®</sup>, è stato realizzato il modulo CAREGIS che permette di correlare in un ambito geo-referenziato tutti gli archivi cartografici in uso a S.A.C.S.<sup>®</sup>, ampliandoli con tutte le informazioni di carattere territoriale, come le distanze, le tipologie dei percorsi di collegamento, la gestione degli spazi a parcheggio ecc.

A completare la *suite*, sono stati definiti altri moduli per le applicazioni con funzioni di accreditamento, logistica e di *facility management*. Queste funzioni sono collegate ad una serie di set di KPI con l'obiettivo di rispondere ai requisiti di affidabilità e

rappresentatività dei fenomeni considerati. Ad oggi gli indicatori afferiscono a tipologie di dati di tipo organizzativo, ovvero attinenti l'utilizzo delle risorse umane e la tipologia del lavoro, di tipo strutturale, riguardanti la tipologia e l'organizzazione degli spazi, gli aspetti impiantistici e tecnologici, relativi alla dotazione strumentale, oltre ad altri parametri legati all'accreditamento istituzionale, come quelli afferenti alla sicurezza e l'accessibilità. Per concludere l'analisi degli utilizzi odierni di S.A.C.S.<sup>®</sup> dobbiamo ricordare il suo modulo in uso nella recente "App" denominata "Careggi Smart Hospital"<sup>23</sup>, realizzata recentemente dall'azienda A.O.U.C. L'App contiene un modulo di *Way-Finding* che, attraverso un *web-service*, interroga le basi dati di S.A.C.S.<sup>®</sup> e CAREGIS.

L'applicazione, informa il cittadino sulla articolazione degli spazi e sui percorsi in base ad una serie di possibili ricerche effettuate sulle Key-Words proposte dal sistema (Fig.6).

05 | Pubblicazione su WEB. Fonte: MonLAB, elaborazioni Marzi L, Leone S.  
WEB publication. Source: MonLAB, elaborated by Marzi L, Leone S.

cartographic file available (with space coordinates) containing all the information that interact with all the plugins that have been added to the system over time. Since its first release, the S.A.C.S.<sup>®</sup> system, whose most updated version is "r4", has been designed to contain consistent information. The laboratory defined a strategy to enter data regarding the entire real estate property based on classes, with the aim of providing reliable and complete information that could be shared among all the players involved. Information and data were entered by family, some of which derived from a direct surveying activity codified with a specific procedure, while others were entered by "views" on other databases used by the company. So the S.A.C.S.<sup>®</sup> relied on the current IT assets to associate and/or absorb other existing IT systems and coordinate the multifaceted

tools used. To date, the data managed by the software can be summarised in the following main clusters:

- An environmental register, by using an alphanumeric code to univocally identify, for each room, a code containing the information regarding the related buildings, the floor, sector (if any), room number and related personnel. This system may also be populated by using a plug-in that manages the production of the signs to be stuck on the outer side of doors, so that the system is also updated by the personnel taking care of the corporate signage;
- The types of spaces, by using a coding connected to 42 main Intended Uses (IU) and 256 sub-classes (SC); this subdivision has been defined in connection with the entire body of regulations regarding Accreditation and Authorization operations, where

each IU and SC refers to the information required to analyse the structural, technological, organizational and system units to be audited by each individual room in case of an institutional control;

- The healthcare organization, by returning the information on the DAIs, SODs, and AAs related both to the individual room and to the homogeneous groups by floor;
- The specifications of mechanical and thermal systems;
- Size, surface, height, volume, etc. specifications;
- The information on safety equipment and devices, the healthiness and accessibility of the environments, in cooperation with the SPP (service for Safety, Prevention, Protection) so as to be able to produce the documentation required for the specific floors;
- The information for the manage-

## Sviluppi futuri

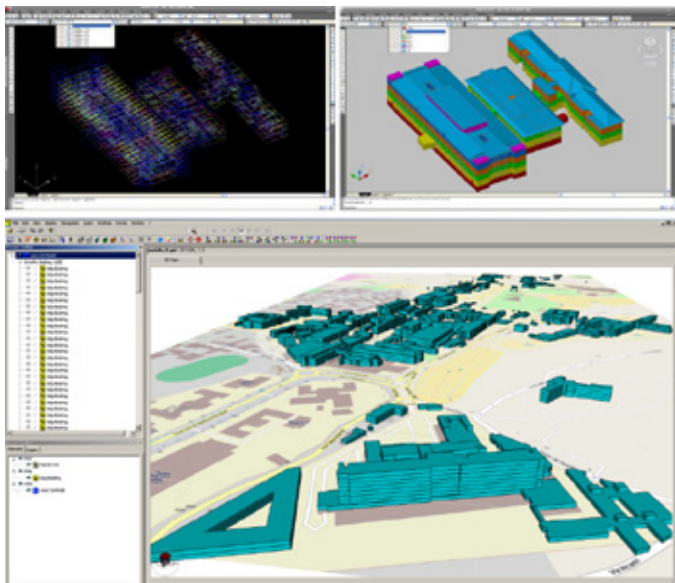
Le funzioni di *management* del sistema S.A.C.S.<sup>®</sup>, anche in considerazione all'architettura della sua piattaforma di sviluppo, sono evidentemente adattabili e modificabili a seconda di tutte quelle casistiche che si possono affrontare nella gestione di un ospedale. Peraltro l'approccio "bottom-up" con il quale il laboratorio ha definito le proprie attività, nasce in funzione di una ricerca dei possibili interlocutori del sistema, che corrispondono a nuove funzionalità ed applicazioni.

Oggi il gruppo di ricerca sta lavorando su diversi fronti, il primo dei quali di grande attualità anche in relazione alle necessità di controllo dei costi, riguarda l'analisi e gestione dei dati sui consumi energetici derivanti sia dalla natura degli edifici che dalle tipologie di impianti ed apparecchiature utilizzati. Per tale attività il MonLAB supporta l'azienda nella ricerca europea *Streamer*<sup>4</sup> di cui l'A.O.U.C. è partner, e sono in corso di realizzazione sperimentazioni su modelli e prototipi anche in relazione allo sviluppo di tecnologie afferenti ai sistemi BIM (Fig.7).

Altra linea di sviluppo riguarda il mondo delle applicazioni su Tablet e/o *SmartPhone*, per le quali si stanno progettando applicazioni sia per la gestione del sistema (metodi di rilevazione), che per l'accesso alle informazioni da parte dell'utenza.

## Ringraziamenti

L'autore ringrazia per il loro importante contributo al progetto la Prof.ssa M.C.Torricelli e il Prof. G.Biffi Gentili, per l'Università degli Studi di Firenze, la Dr.ssa M.Calamai, l'Ing. A.Belardinelli, l'Ing. M. Mocali e l'Arch. F.Terzaghi, per l'A.O.U.C. Oggi i componenti del MonLAB sono l'Ing. A.Luschi e l'Phd.Ing. E.Iadanza per il Dip. DiNFO, l'Arch. S.Leone e l'Phd.Arch. L.Marzi, per il Dip. DiDA.



06 | L'App. Careggi Smart Hospital, il modulo di Way-Finding. Fonte: Screenshot App by Dromedian srl

Screenshot of Smart Hospital. Source: Screenshot App by Dromedian srl

07 | Sviluppi di SACS<sup>®</sup>, i modelli BIM geo-referenziati sviluppati per la ricerca Streamer. Elaborazione immagine: MonLAB Leone S. e K.H.Haeefe per Streamer Georeferenced models, first processing by BIM. Image elaborated by Leone S. (MonLAB) and K.H.Haeefe (Streamer)



## NOTE

<sup>1</sup>L'articolazione aziendale è regolamentata dal D.G.L.S. 229 del 1999 che definisce i criteri per la costituzione dei presidi in Aziende Ospedaliere, individuandone le caratteristiche e le principali tipologie e dal D.G.L.S. 517/99 che detta l'articolazione e l'organizzazione degli ospedali che svolgono attività di ricerca e formazione biomedica.

<sup>2</sup>Sono da menzionare: il sistema ARES messo a punto per il patrimonio immobiliare sanitario della Regione Piemonte, il sistema di gestione degli ambienti per l'Hôpitaux Universitaires de Genève HUG e il sistema per l'Ohio State University Medical Center del Nord America. Sia nel caso Svizzero che nel Caso Piemontese, o in altri prodotti proposti da Software House, la gestione dei dati, (solitamente restituita ad ampie scale come quelle dell'edificio o al limite del singolo piano) è affidata a record alfanumerici alimentati indipendentemente dalla loro connotazione grafica. Eccezion fatta per alcuni sistemi GIS, che comunque utilizzano cartografie dedicate avulse dal sistema di gestione dei dati utilizzati in fase di progettazione (As-Build). Altri sistemi, afferenti al mondo BIM, gestiscono patrimoni edilizi complessi, ma ad oggi la loro realizzazione e manutenzione richiede contesti specifici difficilmente adattabili alle condizioni strutturali e conoscitive di un patrimonio articolato come quello di Careggi.

<sup>3</sup>Applicazione sviluppata per sistema IOS ed Android, - Realizzata da Dromedian srl, su progetto Ing. A.Belardinelli.

<sup>4</sup>Per informazioni si veda: <http://www.streamer-project.eu/>.

## REFERENCES

Bögedam de Debuchy, A.M. (2014), "The Temporal Dynamic in the Planning of Health Facilities", in: Del Nord, R. (Ed.), *Get better! the pursuit of better health and better healthcare design at lower costs per capita*. Proceedings 33<sup>rd</sup> UIA - PHG International Seminar on Public Healthcare Facilities + GUPHA Meeting Toronto, Ontario, Canada. Ed. Tesis, Firenze.

### Future developments

System management functions can obviously be expanded and modified based on all the cases that may occur during the management of a hospital, including as regards the basic software architecture, which is the property of the group of researchers. On the other hand, the bottom-up approach adopted for the preparation of the system by considering the diverse input provided by all the stakeholders involved in a general university hospital led to the definition of functionalities that allow the different functional sectors of the organization to promote and request specific modules for their needs. The team is presently working at this on different levels, the first of which is the analysis and management of energy consumption data. For this activity, the MonLAB supports the hospital organization in the

European research *Streamer*<sup>4</sup>, where the A.O.U.C. is one of the partners, and models and prototypes are being designed and developed for the development of technologies to be used by BIM systems. Another line of development in the world of applications for tablets and smartphones is the design of applications for the management of the system (surveying methods) and for access to information by users.

### Acknowledgment

The author would like to thank for their important contribution to the project Prof. MC.Torricelli and Prof. G.Biffi Gentili, for the University of Florence. Dr. M.Calamai, Ing. A.Belardinelli, M.Mocali, Arch. F.Terzaghi, for A.O.U.C. Today, the components of the laboratory (MonLAB) are: Ing. A.Luschi, Phd.Ing. E.Iadanza for DiFO and Arch. S.Leone and Phd.Arch. L.Marzi, for DiDA.

Curcio, S. (Ed.) (2003), *Lessico del Facility Management. Gestione integrata e manutenzione degli edifici e dei patrimoni immobiliari*, Promosso da Terotec, Ed. Il Sole24Ore, Milano.

Del Nord, R. (Ed.) (2011), *The new strategic dimensions of the hospital of excellence. Design innovations for the promotion and dissemination of the advanced biomedical culture*. Ed. Polistampa, Firenze.

Iadanza, E., Marzi, L., Turillazzi, B., Terzaghi, F., Giuntini, A., Rizal, S. (2014), "The STREAMER European Project. Case Study: Careggi Hospital in Florence", *IFMBE Proceedings* Dubrovnik - Springer International Publishing.

Luschi, A., Marzi, L., Belardinelli, A., Miniati, R., Iadanza, E. (2014), "Careggi Smart Hospital: A mobile app for patients, citizens and healthcare staff", *Biomedical and Health Informatics (BHI), IEEE-EMBS International Conference*. Ed. IEEE Valencia.

Luschi, A., Marzi, L., Miniati, R., Iadanza, E. (2013), "A custom decision support information system for structural and technological analysis in healthcare", *IFMBE Proceedings of XIII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing*, vol. 41. Ed. Springer Publishing, Seville.

Marzi, L. and Iadanza, E. (2006), "Il Piano straordinario di riqualificazione dell'assistenza sanitaria dell'area fiorentina zona di Careggi", in Terranova, F. (Ed.), *Edilizia per la Sanità. Ospedali-Presidi medici e ambulatoriali-Strutture in regime residenziale*, vol. 4, pp. 248-257, Ed. UTET Scienze Tecniche, collana Progettare metodi tecniche norme realizzazioni, Firenze.

Marzi, L., Luschi, A. (2012), "The S.A.C.S. system: a geographic information system for the analysis of structural and technological elements in healthcare", *ICONARCH-I International Congress of Architecture-I*, Ed. Selçuk University Department of Architecture & Selçuklu Municipality of Konya.

Przybyla, J. (2010), "The next frontier for BIM: interoperability with GIS", *Journal of Building Information Modelling*, Fall 2010, Ed. Matrix Group Publishing inc. - Reno California.

## NOTES

<sup>1</sup>Regulated by D.G.L.S. 229 del 1999 and D.G.L.S. 517/99.

<sup>2</sup>Main reference and case studies. ARES system made for Regione Piemonte. The system in use for l'Hôpitaux Universitaires de Genève HUG, Sw, and for l'Ohio State University Medical Center, US.

<sup>3</sup>Developed by OS system and Android system, - Made by Dromedian srl, design Ing. A.Belardinelli.

<sup>4</sup>For information see: <http://www.streamer-project.eu/>.