

HOSPITAL & PUBLIC HEALTH

Rivista scientifica trimestrale di progettazione integrata, biomedicina, nanotecnologie, tecnica sanitaria, edilizia ospedaliera e scienza della salute

postatarget
magazine
020053388
N. 47 - 692005
Posteitaliane

Efficienza energetica

Il caso studio italiano nel progetto di ricerca europeo Streamer: l'Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi

Sicurezza

La gestione come possibile strumento di sicurezza alternativa? L'esempio delle strutture ospedaliere

Normativa

L'efficienza energetica negli edifici pubblici. Strumenti giuridici e modalità di finanziamento



HOSPITAL & PUBLIC HEALTH

Rivista scientifica trimestrale di progettazione integrata, biomedicina, nanotecnologie, tecnica sanitaria, edilizia sanitaria e scienza della salute

SOMMARIO

1-2

Gennaio - Giugno 2014

EDITORIALE

3

EFFICIENZA ENERGETICA

Il caso studio italiano nel progetto di ricerca europeo Streamer:

l'Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi

F. Terzaghi, A. Giuntini, E. Iadanza, L. Marzi, B. Turillazzi, R. Sebastian

4

SICUREZZA

La gestione come possibile strumento di sicurezza alternativa? L'esempio delle strutture ospedaliere

Luca Nassi

14

PROGETTAZIONE

Il rumore negli ambienti di salute e cura

Mattia Atzeni, Andrea Alessandro Muntoni, Gianluca Borelli

20

MANAGEMENT

Le risorse umane e gli applicativi informatici di supporto per la gestione di una moderna centrale di sterilizzazione

Massimo Avino, Stefania Villani

26

NORMATIVA

L'efficienza energetica negli edifici pubblici.

Strumenti giuridici e modalità di finanziamento.

Giuliano Berruti, Marco Monaco, Eugenio Siragusa

29

NORMATIVA

Sicurezza e questioni giuslavoristiche negli appalti: le ultime novità normative

M. Cristina Colombo

34

IMPIANTI

Ipoclorazione, metodologie, limiti.

Luca Lucchetti

37

NEWS

38

COLOPHON

HOSPITAL & PUBLIC HEALTH - Rivista scientifica trimestrale di progettazione integrata, di biomedicina, nanotecnologie, tecnica sanitaria, edilizia sanitaria e scienza della salute

Anno VII - Numero 1 - Gennaio/Giugno 2014

Direzione, Amministrazione, Redazione e Pubblicità: EDICOM s.r.l.

Sede legale: via Zavanasco, 2 - 20084 Lacchiarella (MI)

Sede operativa:

Via Alfonso Corti, 28 - 20133 Milano
tel. 02 70 63 36 94 - fax 02 70 63 34 29
info@gsanews.it - www.gsanews.it

Direttore responsabile: Serranò G.

Direttore editoriale: Pelissero G.

Coordinatori scientifici: Finzi G., Pedrini D.

Segreteria Editoriale: Borelli G., Calamea P.,

Comitato Editoriale: Antonelli R., Aparo U.L., Borelli G., Calamea P., Caviglia A., D'Alessandro D., Improta G., Kob K., Marcelli E., Rossolini S., Scarpini G.

Segreteria e diffusione: Amoroso B.

Organo ufficiale S.I.A.I.S. Società Italiana dell'Architettura e dell'Ingegneria per la Sanità

Organo ufficiale S.I.S.B.E. Società Italiana per lo Studio delle Biotecnologie delle Tecnologie Biomediche, dell'Engineering Ospedaliero e dell'Edilizia Sanitaria

fotolito e stampa:

T&T STUDIO - MILANO
VELAWEB - BINASCO (MI)

Autorizzazione del tribunale di Milano n° 671 del 24-10-1990

© Copyright EDICOM s.r.l. - Milano

ASSOCIATO A:
A.N.E.S.
ASSOCIAZIONE NAZIONALE
GIURISTI E PERIODICISTI ITALIANI
1962 - 1995

"Ai sensi dell'art. 2 comma 2 del codice di deontologia relativo al trattamento dei dati personali nell'esercizio dell'attività giornalistica, si rende nota l'esistenza di una banca-dati personali di uso redazionale presso la sede di Via Alfonso Corti, 28 - Milano. Gli interessati potranno rivolgersi al responsabile del trattamento dei dati sig. ra Barbara Amoroso presso la sede di Milano Via Alfonso Corti, 28 per esercitare i diritti previsti dalla legge n. 675/96"

Il caso studio italiano nel progetto di ricerca europeo Streamer: l'Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi

STREAMER è un progetto di ricerca cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del tema "Optimised design methodologies for energy-efficient buildings integrated in the neighbourhood energy systems" del 7° Programma Quadro.

Il progetto ha durata quadriennale - a partire dal settembre 2013 - e vede la partecipazione di 20 partners (6 grandi aziende, 6 piccole/medie imprese, 4 enti di ricerca, 3 ospedali pubblici e 1 ospedale privato) provenienti da 9 Paesi dell'Unione. I partner italiani sono Ipostudio architetti, Becquerel Electric e l'Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi.

Il fine ultimo della ricerca è la riduzione del 50% del consumo energetico e delle emissioni di anidride carbonica dei grandi distretti sanitari, di cui si prevedano interventi di nuova costruzione o di ristrutturazione di edifici in essi inseriti. Il conseguimento di questo risultato passa attraverso l'ideazione di strumenti progettuali avanzati - BIM e GIS - in grado di indirizzare le scelte di coloro che si occupano del progetto e della gestione dei grandi complessi ospedalieri verso l'efficienza energetica. Tali strumenti indagano e ottimizzano l'involucro e l'organizzazione - tipologica, spaziale e funzionale - degli edifici, il sistema degli impianti e delle apparecchiature medicali e, infine, il sistema di infrastrutture a rete dell'intero distretto sanitario e del suo intorno. Le 4 aziende ospedaliere (Francia, Olanda, Gran Bretagna e Italia, con l'Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi AOUC) sono coinvolte quali casi studio per la verifica dei risultati attesi.

L'AOU Careggi ha strategicamente deciso di avvalersi dell'Università degli Studi di Firenze come terza parte, utilizzando, ai fini della ricerca, il sistema informatizzato e geo-referenziato SACS (Sistema per l'Analisi delle Consistenze Strutturali): il data base è in uso - ed in continuo aggiornamento - presso il proprio Laboratorio di Monitoraggio e contiene informazioni dettagliate delle consistenze strutturali dell'intero distretto sanitario.

L'obiettivo dell'Azienda è di implementare questo sistema con i risultati della ricerca Streamer per utilizzarlo quale supporto in tutte le fasi decisionali riguardanti il suo patrimonio immobiliare in un'ottica di contenimento energetico ed efficienza funzionale.

PAROLE CHIAVE

Efficienza energetica, BIM, GIS, distretti sanitari, riqualificazione ospedaliera

* Azienda Ospedaliero-Universitaria Careggi di Firenze

** Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione - Università degli Studi di Firenze

*** Dipartimento di Architettura - Università degli Studi di Firenze

**** DEMO Consultants bv

INTRODUZIONE

L'Unione Europea (EU) annovera l'efficienza energetica degli edifici tra i temi di ricerca più urgenti e prioritari ma, per ottenere il massimo risultato, anziché focalizzarsi sul singolo edificio, essa deve riguardare innanzitutto il contesto urbano in cui l'edificio si colloca [Koch et al., 2012]: le tecnologie disponibili, quelle che garantiscono consumi energetici ridotti con la massima efficienza, sono numerose ed in continua evoluzione, ma sono davvero efficaci solo se correttamente integrate sia nell'edificio che nella rete impiantistica del distretto, valutandone il funzionamento e gli effetti durante l'intero ciclo di vita. Ne consegue che la fase progettuale, sia che si tratti di nuova costruzione che di ristrutturazione di edifici esistenti, risulta la fase più delicata e cruciale affinché le soluzioni di efficienza energetica siano effettivamente adeguate ad ogni livello.

Gli ospedali, e tutti gli edifici inseriti all'interno di un distretto sanitario, giocano un ruolo chiave per il contenimento del consumo energetico di una comunità perché risultano tra le strutture più energivore e più "inquinanti": un ospedale consuma, in media, 2,5 volte più di un edificio destinato a uffici. In Europa sono presenti circa 15.000 ospedali che sono responsabili di almeno il 5% dell'emissione annuale europea di anidride carbonica (pari a 250 milioni di tonnellate); la sanità genera circa il 10% del Prodotto Interno Lordo ed un sistema sanitario può arrivare a pesare fino al 60% sulla spesa di un Paese [BPIE, 2011; EuHPN, 2010; HOPE, 2012].

Il punto critico nella ricerca dell'efficienza energetica nei distretti sanitari è l'inadeguatezza dei metodi di progettazione disponibili, soprattutto riguardo alle soluzioni olistiche a livello di contesto, di intorno.

Sono tre le grandi sfide da sostenere [Bonnema et al., 2010; EPTA, 2007; Schneider Electric, 2010]:

- Manca un approccio olistico che riesca ad affrontare la

complessità multi-dimensionale tipica di questi complessi sanitari. La progettazione di un distretto sanitario energeticamente efficiente non riguarda solo la tecnologia in senso lato poiché non può prescindere dalle attività che vi si svolgono, dalle infrastrutture preesistenti nel quartiere dove è localizzato e dal funzionamento dei singoli edifici che lo costituiscono. I metodi progettuali disponibili oggi sono inadeguati anche riguardo all'integrazione tra competenze architettoniche, impiantistiche e sanitarie e non riescono a recepire ed utilizzare le competenze (know-how) proprie degli esperti, degli operatori e degli utenti.

- Manca l'ottimizzazione tra i diversi livelli, ad esempio tra componenti tecnologiche, edificio e contesto. Le grandi potenzialità di questo tipo di ottimizzazione (cioè una progettazione olistica e sistemica dell'efficienza energetica) sono tutte da esplorare. I suoi sviluppi sono ancora frammentati e limitati a singoli sistemi. L'approccio "trial-and-error" (la correzione degli errori via via che si presentano durante le fasi del processo edilizio) è responsabile di numerosi aggiustamenti durante la fase costruttiva: questo approccio impedisce che le soluzioni ottimali, quelle che garantiscono il massimo dei benefici per l'intero ciclo di vita di un edificio, siano definibili con più esattezza possibile e riescano a recepire in tempo utile i rapidi cambiamenti tipici delle politiche, delle procedure e delle tecnologie sanitarie.
- Solitamente il processo progettuale comincia con una indagine ad hoc dei problemi e delle relative soluzioni. Molti cambiamenti risultano spesso necessari durante la fase programmatica e progettuale che, in genere, richiede anni prima di potersi tradurre in fase realizzativa. La conoscenza del funzionamento di un edificio, inoltre, non è facilmente ottenibile soprattutto perché il feed-back durante il suo uso risulta inadeguato se non addirittura mancante. Infine, aspetto non secondario riguardo alla sfida sulla procedura, le competenze acquisite durante la fase progettuale (anche quelle sull'efficienza energetica) dei team di progettazione, vengono spesso perse o non riutilizzate, comportando così la rinuncia all'efficace metodo del "precedence based design" [Nauta et al., 2009].

Affinché questo problema relativo alla metodologia progettuale venga adeguatamente affrontato è necessario che committenti, architetti, ingegneri, costruttori ed utenti facciano un passo avanti verso un metodo che miri all'efficienza energetica degli edifici sanitari considerandoli all'interno di un contesto più ampio. Il nuovo sistema deve mirare all'ottimizzazione dell'effettivo consumo energetico in relazione a tre aspetti [Singer et al., 2009; Johnson Control, 2010; Nedin, 2011]:

- *Aspetto funzionale.* Il lay-out spaziale e l'involucro di ogni edificio influiscono, indirettamente il primo e direttamente il secondo, sull'efficienza energetica.

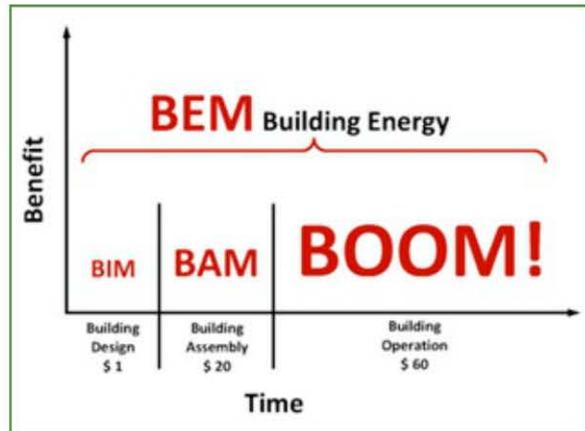


Figura 1. Livelli di modellazioni (fonte: Programma di ricerca Streamer; adattamento di McLeamy, 2010)

- *Aspetto impiantistico.* Gli impianti idrico, termico ed elettrico e di trattamento dell'aria devono essere pensati tenendo conto delle interdipendenze tra componenti e sistemi energetici dell'edificio. Metodi progettuali innovativi devono essere in grado di risolvere quegli errori progettuali che causano perdite di efficienza e perdite di distribuzione, specialmente quando impianti di nuova concezione vengono inseriti in sistemi o edifici già esistenti.
- *Aspetto relativo al contesto,* ovvero ottimizzare la relazione tra sistema energetico dell'edificio e sistema energetico del quartiere.

La progettazione riguarda sempre dimensioni e scale diverse: un efficace nuovo metodo progettuale deve basarsi sulla interoperabilità tra Building Information Modeling (BIM) e Geospatial Information Systems (GIS) [Przybyla, 2010; Sebastian et al, 2013]. Ad esempio, l'ottimizzazione dell'efficienza energetica può essere ottenuta solo con una adeguata relazione tra sistema architettonico e sistema impiantistico tramite i sistemi Product Lifecycle Modeling (PLM) e Building Management Systems (MBS) collegati al BIM e al GIS. Il nuovo metodo deve coprire tutti i livelli e le fasi del ciclo di vita dell'ambiente costruito così come deve comprendere l'intero ciclo di vita della modellazione stessa: BIM, Building Assembly Model (BAM), Building Energy Model (BEM) e Building Operation Optimisation Model (BOOM). [Figura 1]

Il progetto di ricerca europeo Streamer (7° Programma Quadro) riguarda tutto questo. Il progetto coinvolge un consorzio molto ampio di partner industriali e di ricerca e si avvale dell'utilizzo di casi studio di distretti sanitari (ad uso misto) presenti in 4 Paesi diversi. Un distretto sanitario è un esempio molto significativo di quartiere, con sistema energetico integrato, che consiste di vari edifici (ospedali e ambulatori, edifici universitari e per la ricerca, foresterie, strutture per la

Efficienza energetica

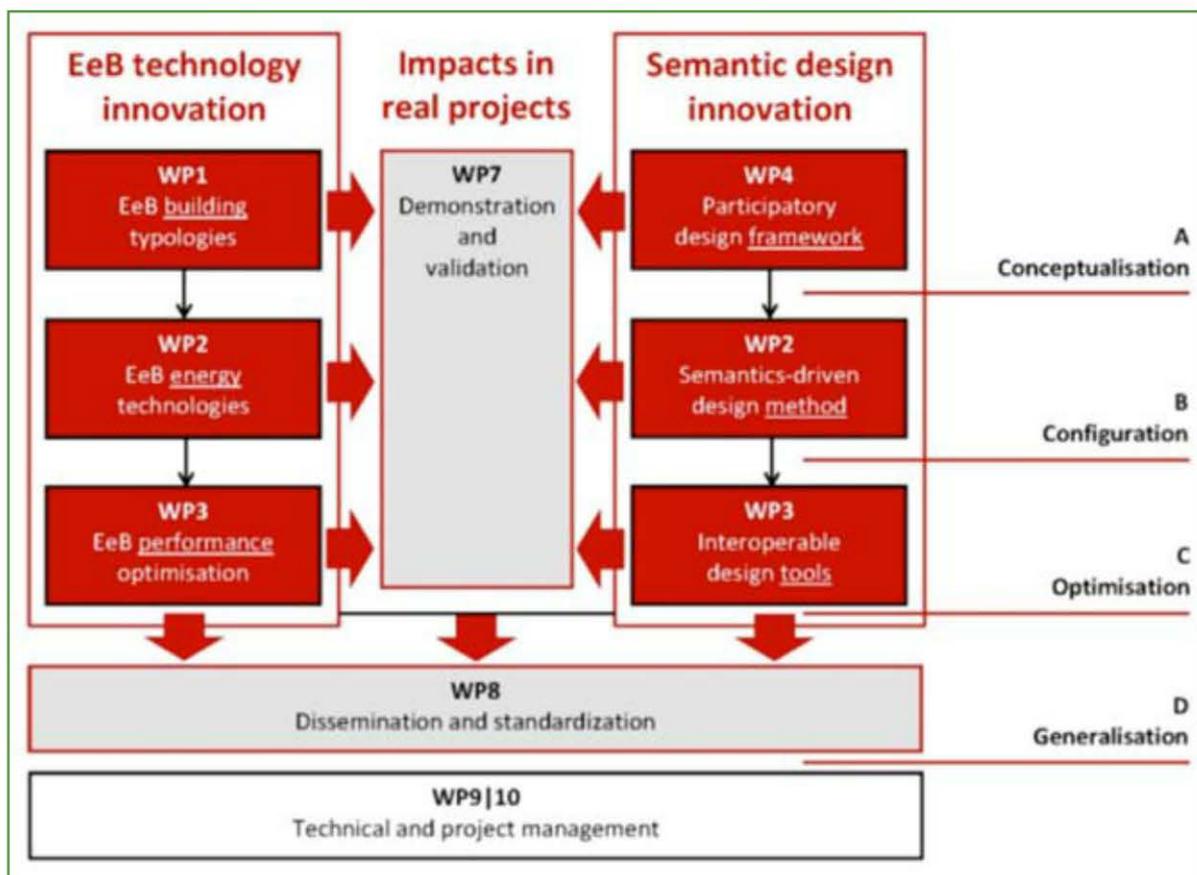


Figura 2. Fasi del progetto di ricerca e loro interdipendenze (fonte: Programma di ricerca Streamer)

riabilitazione e per lo sport, uffici, negozi, centrali tecnologiche, ecc.).

In quasi tutte le città Europee è presente almeno un distretto sanitario che è responsabile di una quota significativa del consumo energetico complessivo cittadino; di conseguenza, il suo impatto sulle prestazioni energetiche della città è enorme [HOPE, 2012].

MATERIALI E METODI

Il progetto di ricerca Streamer mira all'uso e allo sviluppo di un approccio progettuale semantico partendo dal connubio dei sistemi BIM e GIS. La progettazione semantica, in questo contesto, è definibile quale: un metodo di progettazione partecipata che si fonda sull'analisi razionale delle prestazioni di quei modelli progettuali che integrano le esigenze, le interpretazioni e le conoscenze dei team di progettazione, degli stakeholders e degli utenti. È una metodologia che si basa, certo, sulla conoscenza della tecnologia e dei prodotti ma anche sul patrimonio di conoscenza umana "implicita" e di dati empirici sul funzionamento di un edificio [Pauwels, 2012; Storti, 2010; Nauta et al., 2009].

Nella modellazione BIM semantica, i processi di "trasferimento e interpretazione" tra gli attori (esperti/utenti) e i diversi ambiti conoscitivi sono integrati. Ognuno partecipa con dati e definizioni coerenti ed interagenti in modo che siano impediti eventuali errori di comunicazione [Pauwels, 2012]. L'uso del BIM passa dall'attuale utilizzo quale strumento di progettazione e stampa (modellazione 3D, animazioni, database, fogli di calcolo e disegni in 2D) verso una procedura di lavoro coordinato e cooperativo nella quale le funzioni di elaborazione dei dati sono massimizzate e si basano su un modello informatico integrato [Eastman et al., 2008]. Proprio per questo Streamer sceglie di impiegare i sistemi BIM e GIS: essi si relazionano con le competenze e le esperienze degli utenti, comprendono il funzionamento dell'edificio, le difficoltà tecnologiche e funzionali e ottimizzano le soluzioni. La modellazione di edifici e quartieri energeticamente efficienti è quindi totalmente controllata e supportata da un sistema BIM e GIS operante in un ambiente Web semantico.

Il controllo e la gestione di un distretto sanitario, dove tutti gli edifici sono interdipendenti, non può quindi

prescindere dall'uso del BIM e del GIS. Streamer parte proprio dall'attuale stato di conoscenze su questo tipo di modellazione parametrica e interattiva e le sviluppa puntando agli aspetti di efficienza energetica.

Il progetto agisce su 2 ambiti di innovazione e sviluppa la ricerca in 4 fasi. I 2 ambiti sono:

- **Innovazione tecnologica:** l'efficienza energetica viene ottimizzata dal punto di vista tipologico (edificio e distretto) e dal punto di vista tecnologico
- **Innovazione progettuale semantica:** l'efficienza energetica viene perseguita lavorando con metodi e strumenti nuovi che facilitino la collaborazione di tutti gli attori coinvolti nel processo.

Le 4 fasi di lavoro, invece, sono: A) Concettualizzazione; B) Configurazione; C) Ottimizzazione; D) Generalizzazione. Lo studio è suddiviso in 10 Work Packages di cui 6 sono di Research and Technological Development (RTD) [Figura 2].

Il consorzio di ricerca è composto da 20 partner (imprese di costruzioni, società di ingegneria, istituzioni sanitarie, enti di ricerca ed enti pubblici) che, per competenza e provenienza, garantiscono un'elevata qualità progettuale e un altrettanto vasto impatto dei risultati a livello europeo. Nel gruppo di ricerca sono rappresentati 5 settori – professionali, di ricerca e sviluppo e di gestione della sanità pubblica – che sono essenziali per garantire l'evoluzione, l'ottimizzazione, la validazione e l'utilizzo di nuovi metodi progettuali per l'efficienza energetica:

- Settore professionale di ingegneria e progettazione ambientale con particolare esperienza nel campo della progettazione urbana e di edifici sostenibili;
- Settore professionale della costruzione, della manutenzione e della gestione, anche energetica, degli edifici con particolare esperienza nel campo della progettazione e gestione orientata all'utenza e al ciclo di vita;
- Settore della ricerca e sviluppo di sistemi energetici di edifici e di quartieri urbani con particolare esperienza nel campo degli impianti degli edifici, delle infrastrutture energetiche urbane e delle risorse energetiche rinnovabili;
- Settore della ricerca e sviluppo di Information and Communication Technology (ICT) avanzate per procedure progettuali con particolare esperienza nel campo dei sistemi BIM, GIS, Web semantico, Modellazione parametrica, Ontologia, Product Lifecycle Management (PLM) e annessi open standard (IFC e CityGML);
- Politiche pubbliche e strategie commerciali di efficienza energetica degli edifici, mirate alla gestione e trasformazione sostenibile del patrimonio sanitario pubblico.

I risultati della ricerca saranno verificati attraverso la loro applicazione durante la fase progettuale di nuovi

edifici o di edifici da riqualificare in 4 distretti sanitari che, per tipologia, dimensioni e funzioni sono effettivamente rappresentativi di quelli presenti in Europa. Si tratta di ospedali di grandi dimensioni inseriti in quartieri sanitari contenenti funzioni miste; in tre casi si tratta di ospedali accademici, quindi, nei loro distretti sono presenti anche tutti gli edifici tipici dell'edilizia universitaria:

- NHS, Rotherham, Gran Bretagna
- Rijnstate Ziekenhuis, Arnhem, Olanda
- AOUC, Firenze, Italia
- AP-HP, Parigi, Francia

NHS, ROTHERHAM, GRAN BRETAGNA

Si tratta di una struttura ospedaliera per acuti da 500 posti letto che si trova nel Nord dell'Inghilterra. Il distretto è stato costruito in tre fasi con la prima attivazione risalente al 1978 (l'ultima al 1994). L'attuale dimensione del suo edificio principale è di 67.000 m² con un volume climatizzato pari a circa 179.000 m³.

Il distretto è gestito da un BMS che necessita di miglioramento: tale potenziamento verrà accompagnato da interventi di efficienza energetica sugli edifici (l'isolamento termico degli involucri, ad esempio). L'obiettivo è la riduzione dei costi di gestione e di manutenzione degli edifici.

La Fondazione proprietaria dell'ospedale partecipa al Programma Nazionale per la riduzione delle emissioni di anidride carbonica, con l'obiettivo di riduzione pari al 30% nei prossimi 5 anni [Figura 3]



Figura 3. Distretto sanitario del NHS Rotherham, Gran Bretagna (fonte: Google Maps)

Efficienza energetica

RIJNSTATE ZIEKENHUIS, ARNHEM, OLANDA

Si tratta di un distretto sanitario localizzato a Nord di Arnhem, capoluogo della Provincia del Gederland. Copre 72.000 m² di superficie utile e comprende sia edifici accademici (Università di Radboud) che residenze per anziani. Oggi l'ospedale ha deciso di attuare un programma di ampliamento molto vasto (10.000 m²): il progetto prevede la creazione di nuovi spazi di accoglienza secondo criteri di elevata qualità dell'ambiente di cura e di lavoro. Il programma si combina con la prevista (nel 2016) sostituzione dell'esistente sistema impiantistico con uno a basso consumo energetico.

Il Masterplan – che comprende aspetti architettonici, ambientali, infrastrutturali e logistici – diventa la base per la verifica di 5 scenari diversi di ampliamento e rinnovamento di cui verranno comparate la fattibilità economica e quella energetica (nel senso di riduzione del consumo energetico). BIM e GIS verranno usati fin dalle prime fasi di progetto e analisi dei 5 scenari e ne guideranno le scelte [Figura 4].



Figura 4. Distretto sanitario Rijnstate Arnhem, Olanda (fonte: Rijnstate)

AOUC, FIRENZE, ITALIA

Il distretto sanitario e universitario di Careggi è una città dentro la città di Firenze. Copre 74.000 m², contenuti in 25 padiglioni, ed ospita circa 1.650 posti letto. Ogni anno è frequentato da circa 5.670 dipendenti e da circa 130.000 visitatori. Il suo consumo energetico annuale corrisponde a circa 21.000 alloggi.

Dal 2000, il distretto ha subito una profonda trasformazione sia strutturale che tecnologica: il piano "Nuovo Careggi" ha previsto la conversione dello schema a padiglioni in un sistema integrato di edifici capace di accoglierne e prevederne i cambiamenti. Nello stesso piano è stata programmata la revisione dell'intero sistema di distribuzione dell'energia e del vapore; la nuova centrale di trigenerazione a gas – in funzione da questo anno – garantisce i più elevati standard di efficienza energetica e una notevole riduzione nell'emissione di anidride carbonica [Figura 5].



Figura 5. Nuovo Ingresso del distretto sanitario AOU Careggi di Firenze, Italia (fonte: Inso/AOUC)

AP-HP, PARIGI, FRANCIA

Assistance Publique – Hôpitaux de Paris (AP-HP) è l'ospedale universitario dell'Ile de France ed è il più grande ospedale universitario d'Europa. Conta 90.000 dipendenti frequentanti 37 ospedali raggruppati in 12 distretti. La superficie si aggira sui 3,5 milioni di metri quadrati distribuiti in 52 aree ospedaliere. La capacità ricettiva è pari a 23.000 posti letto, di cui 350 per la terapia intensiva, e i pazienti curati nel 2001 hanno superato i 7 milioni.

Per la validazione dei risultati del progetto di ricerca Streamer, sono stati selezionati due edifici: si trovano nel distretto ospedaliero Salpêtrière, distretto con 1.600 posti letto di medicina generale, chirurgia e lungodegenza [Figura 6].



Figura 6. Distretto sanitario Salpêtrière a Parigi, Francia (fonte: GoogleEarth)



Figura 7. Il sistema SACS©

RISULTATI ATTESI

Il progetto di ricerca si trova ancora in fase iniziale, esplorativa, ma i risultati attesi sono chiaramente individuabili in:

1. la definizione di modelli tipologici semantici (BIM e GIS) quale riferimento per la nuova costruzione e la ristrutturazione di edifici - ad elevata efficienza energetica - inseriti nei distretti sanitari,
2. la definizione di una struttura di riferimento per il BEM che connetta il modello relativo alla fase progettuale con quelli prodotti in fase costruttiva e in fase gestionale, durante tutto il ciclo di vita dell'edificio,
3. la creazione di uno strumento decisionale che contenga: modelli BIM e GIS di progettazione, valutazione delle prestazioni del progetto e analisi delle esigenze e priorità di tutte le figure coinvolte durante le varie fasi del processo.

La principale sfida da affrontare è quella di risolvere i problemi di interoperabilità e dialogo tra i disponibili, ma molto dissimili, strumenti di progettazione, modellazione e gestione, seguita da quella relativa ai diversi livelli di dettaglio (LoD) propri di tali modelli e alla necessità di lavorare su piattaforme e soluzioni open-source per un uso più ampio ed efficiente del nuovo strumento "Streamer".

Progressivamente e per l'intera durata quadriennale della ricerca, questi risultati devono essere verificati e validati sui 4 casi studio, sia da un punto di vista strategico/teorico che da un punto di vista tecnico/operativo.

Ai fini della **validità teorica** dei risultati il programma di ricerca prevede l'organizzazione di workshops o sessioni di:

- progettazione semantica,
- programmazione e coordinamento,
- coinvolgimento degli utenti (pazienti, medici, dirigenti, ecc.),
- simulazione di prestazione energetica.

Ai fini della **validità pratica** dei risultati, il programma prevede:

- la selezione di una porzione del piano strategico di intervento in vigore nel distretto sanitario, da utilizzare ai fini della ricerca,
- la verifica e la validazione dei modelli ricavabili dalla trasformazione semantica dei progetti già esistenti del distretto, conversione che tenga conto degli standard normativi e delle esigenze e delle conoscenze dell'amministratore,
- la verifica della interdisciplinarietà e attitudine all'implementazione del nuovo strumento.

Efficienza energetica

All'AOU Careggi, in particolare, viene richiesto di focalizzare la ricerca sugli aspetti relativi alla distribuzione di elettricità e vapore e sull'ottimizzazione delle funzioni tra gli edifici.

L'Azienda offre, nel contesto del programma di ricerca, la possibilità di utilizzare un suo efficace strumento di monitoraggio e gestione delle consistenze strutturali, il **SACS**[®], frutto della collaborazione decennale con l'Università degli Studi di Firenze, di cui di seguito vengono descritte genesi, funzione e potenzialità [Figura 7].

L'Azienda Ospedaliero-Universitaria di Careggi è da sempre stata profondamente interconnessa alle attività ed agli spazi dell'Università degli Studi di Firenze. Con il protocollo d'intesa sottoscritto tra i due enti nel 2001, è stato definito un accordo quadro di collaborazione in merito al monitoraggio delle attività di riqualificazione del complesso ospedaliero di Careggi: processo profondo ed in continua evoluzione che l'Azienda ha sempre condotto, in particolare negli ultimi decenni, senza interrompere mai le attività e senza ricorrere a strutture decentrate di back-up. Nell'ambito del protocollo d'intesa sono state sottoscritte convenzioni fra l'AOU Careggi e i dipartimenti di Elettronica e Telecomunicazioni della Facoltà di Ingegneria e quello di Tecnologie dell'Architettura della Facoltà di Architettura (oggi rispettivamente Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione e Dipartimento di Architettura) per la costituzione di un **Laboratorio di Monitoraggio** (MonLAB) con sede stabile presso l'Area Tecnica della AOU Careggi stessa. Il Laboratorio, grazie alla multidisciplinarietà garantita dalla collaborazione tra bioingegneri ed architetti universitari ed aziendali, rappresenta un interessante progetto pilota.

Un aspetto chiave per la gestione tecnica consapevole di una struttura sanitaria è rappresentato dalla conoscenza aggiornata delle dotazioni strutturali in termini analitici; solo così infatti la Direzione Tecnica può potenziare i punti di forza della propria struttura, valutare le situazioni più critiche al fine di progettare eventuali soluzioni e gestire agevolmente la dinamicità connaturata all'uso delle strutture stesse. Qualora poi l'ospedale sia anche soggetto ad un processo di rinnovamento, l'accurata conoscenza degli spazi e delle loro destinazioni d'uso diventa condicio sine qua non per la gestione del processo stesso.

L'approccio utilizzato si fonda su alcune considerazioni preliminari. Gli uffici tecnici delle strutture sanitarie pubbliche sono in larga parte dotati di rappresentazioni cartografiche bidimensionali dei presidi da essi gestiti. Tali piante sono per la grande maggioranza dei casi disponibili anche in formato elettronico (CAD). L'informazione contenuta in questi documenti è però raramente strutturata in modo tale da costituire una vera e propria piattaforma di basso livello sulla quale impiantare un modello di gestione. La soluzione adottata è costituita da una metodologia per l'organizzazione delle informazioni legate alle strutture, da una procedura per la

conduzione dei rilievi sul posto e da un software custom appositamente sviluppato per la alimentazione della base dati cartografica e per l'analisi dei dati. Il software prende il nome di **SACS**[®] (acronimo di Sistema per l'Analisi delle Consistenze Strutturali). Esso consente di fotografare ad un certo istante la struttura in esame fornendo informazioni quantitative ed organizzative in un formato elettronico facilmente consultabile in rete mediante un comune browser web. Il sistema è attualmente in uso presso l'AOUC e le informazioni da esso generate sono consultabili via Intranet previa autenticazione dell'utente.

SACS[®] è una suite di applicazioni, in parte stand alone e in parte web-applications, in grado di manipolare un file DWG - pilotando un software per il disegno automatico - alimentando il file con informazioni opportunamente codificate raccolte durante la campagna di rilievi sul posto. Lo stesso **SACS**[®] è in grado di estrarre le informazioni così strutturate, collegarle ad altre provenienti dal sistema informativo ospedaliero, e realizzare rapporti contenenti elaborazioni grafiche bidimensionali e tridimensionali, analisi quantitative e rappresentazioni cartografiche della condizione d'uso degli spazi. Tutte le interrogazioni al sistema generano report in formati standard HTML, DWF e PDF pronti per essere pubblicati sulla Intranet aziendale e consultati con un comune browser web. Il sistema integra un motore di ricerca interrogabile via intranet, denominato Eureka[®], e molti altri moduli per applicazioni verticali (accreditamento, logistica, facility management, etc.). Poiché **SACS**[®] codifica l'informazione e la colloca tutta direttamente nel file DWG, quest'ultimo è usato in maniera non convenzionale fungendo da database. Tale approccio innovativo - contrapposto ad esempio a quello di un GIS standard nel quale le informazioni risiedono in un database esterno e sono collegate alla cartografia tramite coordinate spaziali - consente di interrogare in qualunque momento il sistema avendo a disposizione nient'altro che il file cartografico. Risultano mappati circa 16.000 ambienti in 52 edifici. **SACS**[®] è oggi dotato di una serie di webservice che permettono di alimentare applicativi esterni ed una applicazione per iOS ed Android.

Nel corso dell'elaborazione è stato progettato un set di indicatori di performance (KPI - Key Performance Indicators) con l'obiettivo di rispondere a requisiti di sensibilità, affidabilità, rappresentatività del fenomeno considerato. Sono stati individuati:

- 14 indicatori di tipo organizzativo, ovvero attinenti l'utilizzo delle risorse umane e la disposizione del lavoro,
- 22 di tipo strutturale riguardanti la struttura fisica in cui si colloca l'area di attività, l'organizzazione degli spazi, la loro suddivisione, gli aspetti impiantistici, etc.
- 9 di tipo tecnologico pertinenti la dotazione strumentale-elettromedicale ed il suo utilizzo.

Dopo una necessaria fase di "critical design review" il sistema

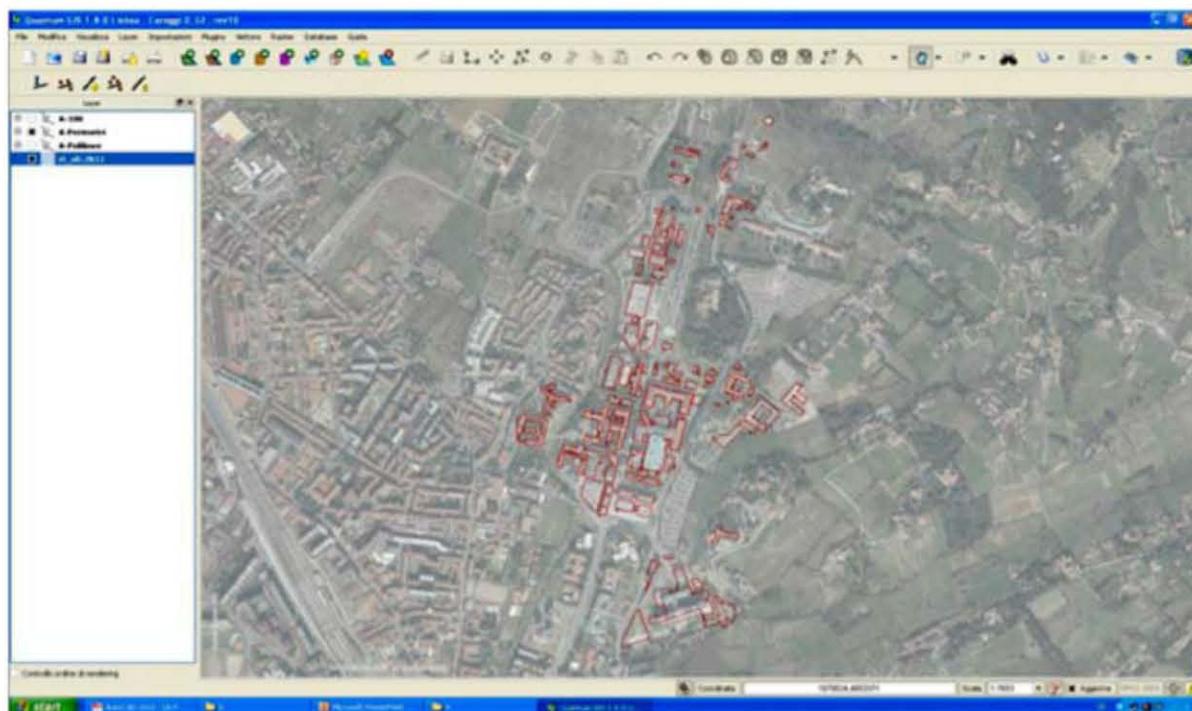


Figura 8. Georeferenziazione della cartografia

è stato sottoposto a un profondo potenziamento volto ad incorporare nel modello di analisi gli indicatori sopra descritti e ad estenderne le potenzialità includendo parametri legati all'accreditamento istituzionale, alla prevenzione e protezione, ai facilities management e alle tecnologie sanitarie. Lo sviluppo più recente ha riguardato la georeferenziazione del sistema, di cui si descrive origine, realizzazione ed impiego. Il sistema SACS[®] gestisce le componenti semantiche ambientali alla scala del singola stanza posizionata per piani e padiglioni. Le informazioni sono aggregabili nei vari cluster tramite il motore di ricerca Eureka[®] che estrapola i dati fornendo dei quadri sinottici che risultano legati al modulo di base dell'informazione ovvero la stanza. I dati, seppur in forma aggregata, sono avulsivi dal "contesto geografico" nel quale si trovano, sostanzialmente è possibile conoscere tutte le informazioni legate alla tipologie di dati raccolti, ma, non è possibile aggregarle per vicinanza o per modelli di correlazioni funzionali come i sistemi dei percorsi tra i vari padiglioni. Con le ricerche operate dal laboratorio di monitoraggio Careggi (MONLAB) in merito all'organizzazione dei flussi (personale, utenti, studenti, etc.) e dell'accessibilità, fruibilità e sicurezza in stretta relazione con le attività del servizio prevenzione e protezione, è scaturita la necessità di gestire le informazioni ad una scala territoriale vasta che inglobasse tutte le informazioni dell'intero comprensorio gestito dall'AOUC con la possibilità di correlare geograficamente i flussi informativi gestiti da SACS[®]. 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 SACS[®], è stata creata una mappa geo-referenzata, contenente tutti i dati dei 74 ettari che costituiscono l'"enclave" di Careggi. La cartografia, utilizzando le

basi della CTR (Carta Tecnica Regionale) alla scala di 1:2000, è stata geo-referenzata utilizzando il sistema di riferimento "Monte Mario", in modo tale da poter essere inglobate nel patrimonio informativo utilizzato dagli enti che gestiscono le basi GIS della Regione Toscana. La mappa è stata organizzata per livelli corrispondenti ai piani di sviluppo dei padiglioni ospedalieri, ed è stata implementata con tutti i dati relativi alle tipologie di utilizzo degli spazi extra-edificio. In tal senso sono state mappate tutte le consistenze delle tipologie delle aree verdi, dei parcheggi, dei percorsi, quali marciapiedi, strade carrabili o percorsi pedonali. La mappatura contiene sia le informazioni al livello del suolo, sia le informazioni relative alle aree e ai percorsi ipogei. In particolare sono stati rilevati i cunicoli e le reti sotterranee che collegano i vari padiglioni del policlinico. Le informazioni gestite dal supporto GIS, denominato nello specifico CareGIS, sono fruibili dalla rete intranet dell'azienda, contengono i dati sui cunicoli logistici e tecnologici e sulle tipologie delle reti impiantistiche principali, gestendo le informazioni sia dei parametri qualitativi che quantitativi come le lunghezze, le correlazioni, ecc. L'utilizzo di CareGIS, oltre che interessare tutti i settori funzionali legati alla varie articolazioni di management come quello energetico o trasportistico, ha fornito la base sulla quale sono stati creati supporti informatici utilizzati per la gestione dei sistemi di informazione all'utenza (way-finding) con la realizzazione di mappe interrogabili via web in formato SVG, e dei modelli tridimensionali definiti secondo gli standard associabili ai formati CityGML [Figura 8]. A sei mesi dall'inizio della ricerca Streamer, considerando la programmazione dei futuri interventi sul patrimonio strutturale, l'AOUC ha scelto di utilizzare il polo oncologico del San Luca quale oggetto della validazione dei risultati della

Efficienza energetica

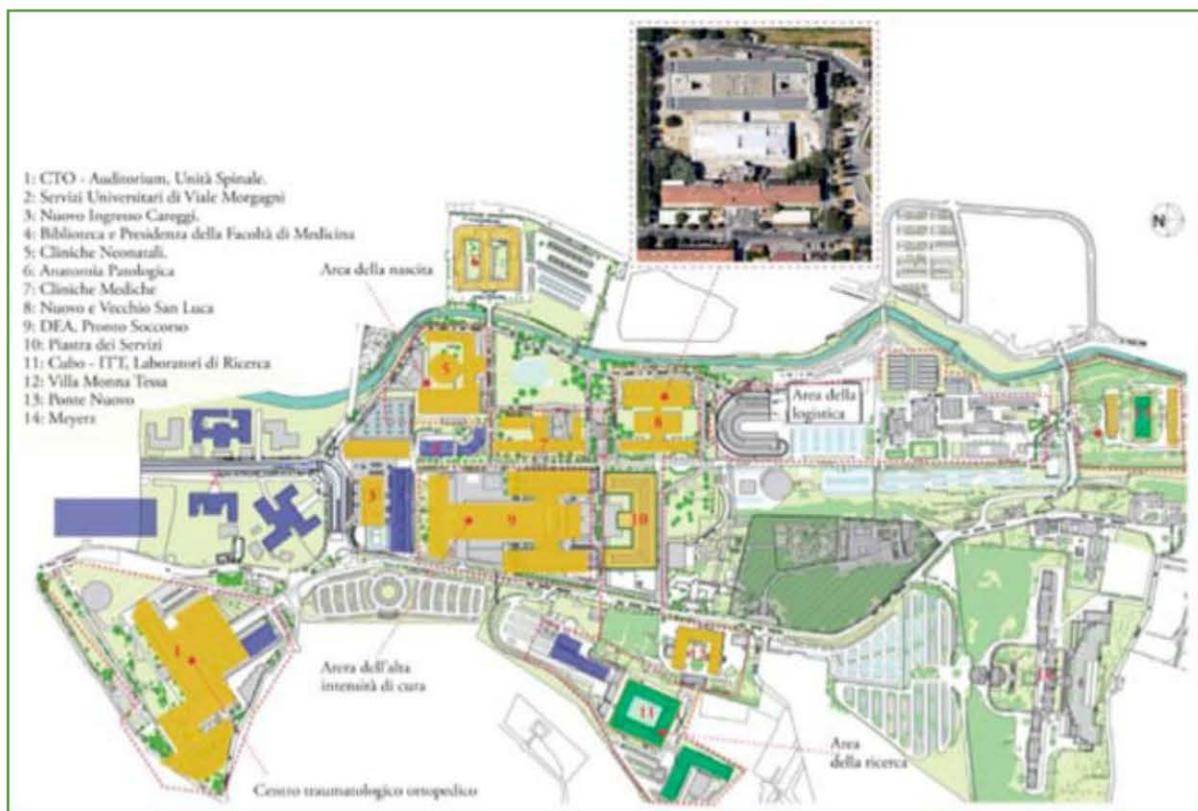


Figura 9. Planimetria generale del distretto sanitario e localizzazione del Polo Oncologico, oggetto del test.

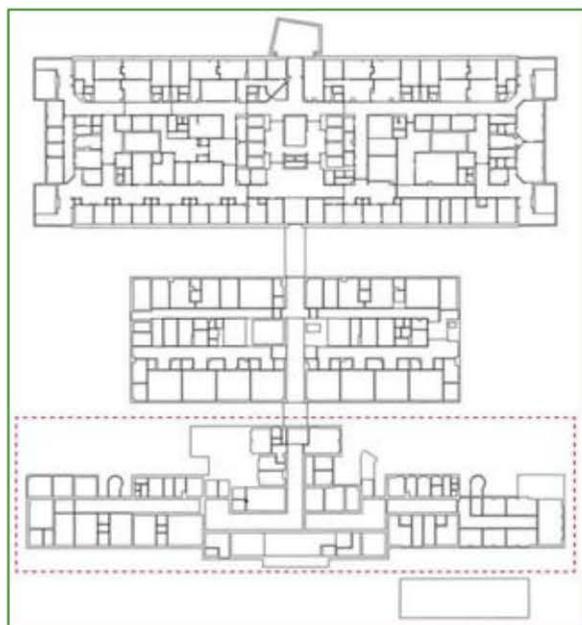


Figura 10. Pianta dei piani terra dei tre edifici del Polo Oncologico, con evidenziato il San Luca "vecchio", oggetto del test.

ricerca. Il polo si articola in un complesso di tre edifici posto nel cuore del distretto, in adiacenza alla nuova centrale di tri-generazione [Figura 9]. Il primo dei tre edifici, il San Luca "vecchio", è stato costruito negli anni '60 e presenta uno schema planimetrico a "triplo distributivo" su tre livelli. Ospita, oltre ai locali destinati all'accoglienza, le Strutture Ospedaliere Dipartimentali (SOD) afferenti ai Dipartimenti ad Attività Integrata (DAI): del Cuore e del Vasi, del DEA e Medicina e Chirurgia Generale e di Urgenza, e di Biomedicina. Conta 282 ambienti distribuiti in 3.646 m² e ospita 60 posti letto.

Il secondo, il cosiddetto "volano", di collegamento tra gli altri due edifici, è stato inaugurato da qualche mese e presenta uno schema planimetrico a "quintuplo distributivo" su 4 livelli (di cui uno interrato). Ospita, oltre ai locali tecnici, i DAI di Diagnostica per immagini e di Oncologia; 7 sono le nuove sale operatorie al piano terra. Conta 242 ambienti distribuiti su 4.662 m². La costruzione del terzo edificio, infine, il San Luca "nuovo", risale a 15 anni fa. La struttura presenta, come il "volano", uno schema planimetrico a "quinto distributivo" ma su 6 livelli (di cui uno interrato). Ospita i DAI del Cuore e dei vasi, delle Specialità Medico-Chirurgiche, del DEA e Medicina e Chirurgia Generale e di Urgenza, di Diagnostica per Immagini e di Oncologia. Conta 817 ambienti distribuiti su 13.784 m² e

ospita 219 posti letto. La Direzione dell'Azienda, considerata la vetustà e l'inefficienza – funzionale e prestazionale – del primo edificio [Figura 10], si è posta il problema del tipo di intervento da intraprendere, cioè se effettuare una demolizione e ricostruzione oppure una ristrutturazione profonda. Streamer diventa quindi lo strumento strategico per effettuare questa scelta secondo criteri di efficienza energetica. Perché lo strumento sia realizzato risulta necessaria la modellazione BIM e GIS, prima dell'intero distretto sanitario, poi dei tre edifici componenti il polo oncologico oggetto del test, secondo diversi livelli di dettaglio. Grazie alla disponibilità dei dati e delle planimetrie contenuti nel database SACS® e dopo una campagna di rilievo mirata alla verifica delle altezze degli edifici, il primo modello, quello distrettuale [Figure 11 e 12], è stato elaborato e consegnato ai partner tedeschi dell'Università di Karlsruhe che lo hanno trasformato in BIM georeferenziato con LoD2 MultiSurface [Figura 13].

La fase seguente, appena iniziata, riguarda la preparazione del modello tridimensionale con LoD3 dei tre edifici del polo oncologico da utilizzare come base per la realizzazione del BIM, di pari livello, da parte dei colleghi olandesi: l'obiettivo è quello di riuscire a modellare, con il massimo dettaglio, un gruppo di 4 stanze all'interno del San Luca "vecchio".

Il rilievo dimensionale necessario per l'elaborazione grafica del modello sarà completato dalla misurazione di alcuni parametri significativi: questi sono stati selezionati da parte dei gruppi di lavoro che si occupano degli impianti, dell'involucro edilizio e del layout funzionale (WP1, WP2 e WP3) e la loro applicazione sul caso studio italiano sarà una preziosa occasione di verifica della correttezza di tale selezione.

CREDITI

Il progetto di ricerca è cofinanziato dall'Unione Europea, nell'ambito del Settimo Programma Quadro, con il contratto n. 608739 (Progetto STREAMER).

BIBLIOGRAFIA

- Bonnema, E., Doebber, I., Pless, S., Torcellini, P., 2010. *Development of the advanced energy design guide for small hospitals and healthcare facilities – the 30% guide*, NREL/TP report, Springfield, VA, USA.
- BPIE, 2011. *A country-by-country review of the energy performance of buildings*. BPIE, Brussels, Belgium.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Listorn, K., 2008. *A BIM Handbook*. Wiley and Sons, New Jersey, USA.
- EPTA, 2007. *Guidelines for energy efficiency in hospitals*. EU LIFE ENV project report, Athens, Greece.
- EuHPN, 2010. *Guidelines and standards for healthcare buildings*. European Health Property Network, Durham, UK.
- HOPE, 2012. *Hospital healthcare Europe 2011/2012*. European Hospital and Healthcare Federation, Brussels, Belgium.
- Johnson Controls, 2010. *Energy-efficiency indicator – healthcare sector*, Institute for Building Efficiency, Washington D.C., USA.
- Koch, A., Girard, S., McKoen, K., 2012. *Towards a neighbourhood scale for low or zero carbon building projects*. *Building Research and Information*, 40(4).



Figura 11. Vista del modello tridimensionale

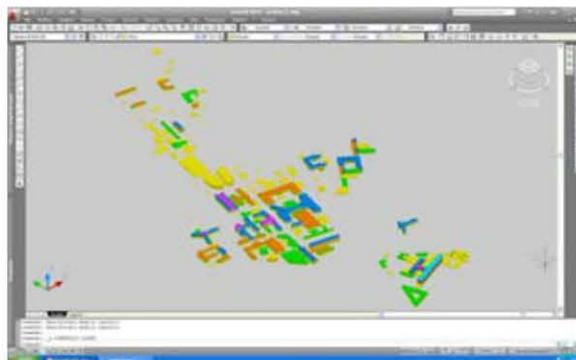


Figura 12. Vista del modello tridimensionale da trasformare in BIM

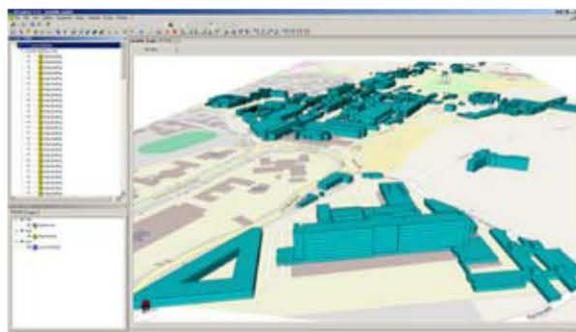


Figura 13. Vista del modello BIM georeferenziato del distretto (fonte: Karl-Heinz Haefele)

- MacLeamy, P., 2010. "Project effort and impact", <http://www.buildingsmartsd.org/> (15 Sep. 2012).
- Nauta, J., Michiel, P. (Eds.), 2009. *All designers use evidence*. GRAS, Groningen, The Netherlands.
- Pauwels, P., 2012. *Reconsidering information system support in architectural design thinking*. PhD Dissertation, Universiteit Gent, Gent, Belgium.
- Przybyla, J., 2010. *The next frontier for BIM: interoperability with GIS*. *Journal of Building Information Modelling*, Fall 2010.
- Schneider Electric, 2010. *How energy efficiency ensures financial health for hospitals*. White paper, North Andover, MA, USA.
- Sebastian, R., Bohms, H.M., Helm, P. van den, 2013, *BIM and GIS for Low-Disturbance Construction*. In: *Proceedings of CONVR2013*, London, UK.
- Singer, B.C., Tschudi, W.F., 2009. *High-performance healthcare buildings: a roadmap to improved energy-efficiency*. Report, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA, USA.
- Storti, E., 2010. *Semantic-driven design and management of knowledge discovery in databases (KDD) processes*. PhD Dissertation, Università Politecnica delle Marche, Ancona, Italy.