POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Horizontality and verticality in architectures for health - Orizzontalità e verticalità nelle architetture per la salute

*Original*
Horizontality and verticality in architectures for health - Orizzontalità e verticalità nelle architetture per la salute / Capolongo, S., Cocina, G.G., Gola, M., Peretti, G., Pollo, R.. - In: TECHNE. - ISSN 2240-7391. - STAMPA. - 17:(2019), pp. 152-160. [10.13128/Techne-24028]

*Availability:*
This version is available at: 11583/2734732 since: 2019-06-05T18:15:40Z

*Publisher:*
Firenze University Press

*Published*
DOI:10.13128/Techne-24028

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*
default_article_editorial [DA NON USARE]

-

(Article begins on next page)

13 September 2026

# Orizzontalità e verticalità nelle architetture per la salute



Stefano Capolongo[a], Grazia Giulia Cocina[b], Marco Gola[a], Gabriella Peretti[b], Riccardo Pollo[b],
[a] Dipartimento di Architettura, Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito, Politecnico di Milano, Italia
[b] Dipartimento Architettura e Design, Politecnico di Torino, Italia

stefano.capolongo@polimi.it
grazia.cocina@polito.it
marco.gola@polimi.it
gabriella.peretti@polito.it
riccardo.pollo@polito.it

Abstract. Il saggio propone una riflessione e un punto di vista sul progetto dell'ospedale contemporaneo e delle architetture per la salute secondo tipologie "verticali" o "orizzontali". L'obiettivo è individuare nelle diverse configurazioni, relazioni tra qualità degli spazi e requisiti specifici in rapporto ai più recenti sviluppi della medicina sia di carattere organizzativo/funzionale sia per quanto attiene alla componente sociale.
La metodologia consiste nella definizione di un quadro di confronto esigenziale-prestazionale relativo alle diverse ipotesi, documentato da analisi indirette e dirette degli esiti, restituito attraverso una matrice di analisi in riferimento a casi studio, considerati come best practices tra le architetture per la salute.

Parole chiave: Architetture per la salute; Tipologie ospedaliere; Organizzazione dell'ospedale; approccio esigenziale-prestazionale.

## Introduzione

La molteplicità di tipologie di utenti (personale medico e infermieristico, pazienti e *caregivers*), le attività svolte, le tecnologie, i sistemi impiantistici in gioco e i tempi di funzionamento, che si estendono per tutta la giornata e durante tutto il corso dell'anno, sono solo alcuni dei principali fattori che contribuiscono a rendere complesse le architetture per la salute.
Gli spazi di cura e tutti gli ambienti che accolgono funzioni connesse alla salute sono inoltre caratterizzate da un forte processo evolutivo dovuto al mutamento delle esigenze degli utenti e in generale della società (Stevan *et al.*, 2006), che si aggiunge a quello legato alle tecnologie, ai metodi di cura e alla prevenzione. L'evoluzione dei luoghi della salute e la relativa trasformazione delle tipologie dell'azione assistenziale e terapeutica si possono leggere nella storia. Come osserva l'economista J. Attalì in "*Cannibalism and Civilization: Life and Death in the History of Medicine*", si evidenzia un passaggio da luoghi dove espiare i propri peccati, a luoghi dove cessare di essere malato fino a quelli per la prevenzione (Attalì, 1980). Se inizialmente gli ospedali nascevano come spazi in cui la degenza si collocava al centro dell'intero sistema, oggi, attraverso il processo evolutivo della ricerca nel campo della diagnosi e della cura e, in ultimo, della genetica e delle sue applicazioni biotecnologiche e nelle tecnologie informatiche, le strutture ospedaliere sono necessariamente connesse anche spazialmente ad aree per l'alta formazione, la ricerca e i servizi. Inoltre, l'ospedale è certamente luogo di cura della malattia ma anche di prevenzione e prestazioni sanitarie anche specialistiche, che non prevedono necessariamente il ricovero. Come riportato in letteratura, oggi l'utilizzo delle strutture sanitarie è più orientato alle attività di prevenzione che alla malattia (Nickl-Weller and Nickl, 2013). La progettazione delle strutture ospedaliere è più attenta alle esigenze del paziente anche attraverso l'inserimento di spazi che accolgono diverse *facilities* non strettamente legate al processo di cura e mirate a migliorare, nell'ambito delle attenzioni progettuali, l'umanizzazione degli spazi, il benessere psico-sensoriale degli utenti, ma che comunque, come confermato dalle molte evidenze documentate in letteratura, influenzano gli esiti e la prognosi delle patologie (Arneill and Devlin, 2003; Heerwagen, 2008).
In questa evoluzione, si rileva come queste architetture in passato localizzate ai margini della città per evitare il contagio della popolazione, hanno in seguito trovato luogo in aree non urbanizzate dando origine a nuove parti di città. Oggi le recenti tendenze evidenziano il loro inserimento all'interno del contesto cittadino, in qualità di servizi urbani socio-sanitari, che diven-

# Horizontality and verticality in architectures for health

Abstract. The paper proposes a reflection and a point of view on the design of the contemporary hospital and the architectures for health according to "vertical" or "horizontal" typologies. The aim is to identify in various configurations, the relationships between the quality of the spaces and specific requirements in relation to the most recent developments in medicine both from the organizational and functional points of view and the social component.
The method consists in defining a framework of demanding and performance comparison of different hypotheses, supported by indirect and direct analysis of the outcomes, through an analysis matrix related to case studies, considered as best practices among the architectures for health.

Keywords: Architectures for Health; Hospital typologies; Hospital organization; Demanding and performance approach.

## Introduction

The multiplicity of types of users (medical and nursing staff, patients and caregivers), the activities carried out, the technologies and systems involved as well as the operative times, which extend throughout the day and during all the year, are some of the main factors that contribute to be complex the architectures for health.
The healing spaces and all the environments that host sanitary functions are characterized by a strong evolutionary process due to the changing needs of users and, in general, of the society (Stevan *et al.*, 2006), which should be considered with the one related to the technologies, methods of treatment and prevention. The evolution of architectures for health and the relative transformation of the typologies of the assistance and therapeutic action can be analyzed in history of architecture. As the economist J. Attalì observes in "*Cannibalism and Civilization: Life and Death in the History of Medicine*", there is a passage from places in which expiate sins to places for ills and, finally, spaces for prevention (Attalì, 1980).
If at the beginning, hospitals were born as spaces in which the inpatient ward was at the center of the whole system, currently thanks to the evolutionary process of research in the field of diagnosis and treatment and, lastly, of genetics and its biotechnological applications and technologies computer science, hospital facilities are necessarily also connected spatially to areas for higher education, research and services. Furthermore, the hospital is certainly a place for the disease but also for prevention and health services, including specialist ones, which do not necessarily include hospitalization. As reported in the literature, nowadays



ISSN online: 2239-0243 | © 2019 Firenze University Press | http://www.fupress.com/techne
DOI: 10.13128/Techne-24028

tano parte attiva della città e della vita pubblica oltre che luoghi di riferimento per la cura, la prevenzione e la promozione della salute (Capolongo, 2006).
Come sottolinea Del Nord (2011) inoltre, l'evoluzione degli ospedali, in particolare quelli localizzati nei grandi centri, ha determinato non solo l'introduzione di altre attività di matrice più urbana, ma anche di quelle correlate alla formazione e alla ricerca, che si «alimentano dai processi clinici e a loro volta li alimentano».
Da queste considerazioni emerge l'importanza che sia le aree stesse che gli output della ricerca biomedica e traslazionale (*from bench to bed*), in continuo divenire, debbano sempre più fare riferimento ad un sistema di interfacce che si rivolga all'interno del polo ospedaliero, alla comunità dei cittadini e agli altri nodi della rete sanitaria anche per quanto concerne la caratterizzazione dei volumi che contengono tutte queste funzioni. Queste innovazioni impongono il rispetto di nuovi requisiti degli spazi e dei loro reciproci rapporti, che devono essere tenuti in considerazione anche nelle scelte tipologiche.
Sotto tale profilo, queste tendenze oggi, come risposta non solo al progetto sanitario, all'evoluzione delle tecnologie per la cura e la prevenzione e al quadro dei requisiti funzionali, ma anche in relazione al contesto di insediamento, possono essere lette anche attraverso lo sviluppo tipologico delle architetture ospedaliere di cui l'orizzontalità e la verticalità dei volumi rappresenta una componente essenziale.

**Tipologie ospedaliere e criteri di indagine**

Come James e Tatton-Brown avevano già sintetizzato nel 1986 in "*Hospitals. Design and development*", il tema tipologico è ancora oggetto di ampio dibattito e rappresenta un'importante caratteristica nell'ambito del progetto dell'ospedale. La differenziazione tra tipologie, oltre a recepire i mutamenti nelle modalità di cura essenzialmente legati al peso sempre maggiore delle funzioni diagnostiche e interventistiche e ad alta tecnologia, è fortemente correlato con il tema dell'umanizzazione. Per altro verso, l'umanizzazione si correla anche alla collocazione della struttura ospedaliera nell'ambiente circostante. Oltre alla contrapposizione tra orizzontale e verticale potremmo individuare anche quella tra urbano ed extraurbano, tra vicinanza ad un ambiente più naturale e integrazione nella città.
A livello di classificazione delle tipologie ospedaliere contemporanee gli autori introducono il tema del confronto tra verticale e orizzontale individuando ulteriori sotto-tipologie, come riportato in (Fig. 1):
– le verticali in semplice torre su piastra, torre a forma complessa su piastra, torre radiale su piastra, volumi articolati su piastra e monoliti verticali;
– le orizzontali in volumi indipendenti collegati, spine e padiglioni, a corte articolati, a corte compatto e blocco orizzontale.

Tra le casistiche emergono temi relativi alla piastra sanitaria, caratterizzata spesso dalle funzioni ambulatoriali, diagnostiche e interventistiche (dipartimento di emergenza, chirurgia, radiodiagnostica e radioterapia, ecc.) a cui si sovrappongono le degenze, del monoblocco, del volume compatto con chiostrine a sviluppo orizzontale e della spina. Tali impostazioni declinano in modo differente il tema organizzativo del rapporto tra le funzioni ambulatoriali, diagnostico-interventistiche e quelle di degenza. L'evoluzione storica dell'ospedale ha seguito i cambiamenti della morbilità e della sensibilità culturale nei confronti

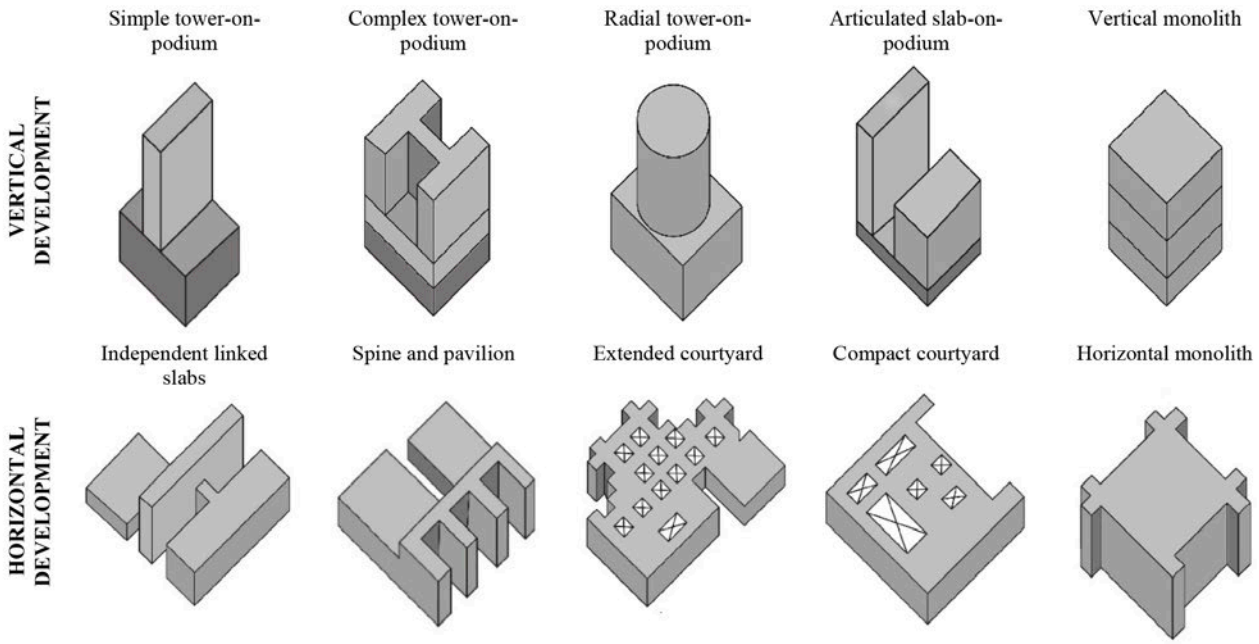
the use of healthcare facilities is more oriented towards prevention activities than to the disease (Nickl-Weller and Nickl, 2013). The design of hospitals is more focused to the needs of the patient, also through the inclusion of spaces that host different services not strictly related to the treatment process and aimed at improving, in the context of the design attention to the humanization of spaces, psychosensorial wellbeing of users, but that however, as confirmed by the many evidences in the literature, influence the outcomes and the prognosis of the pathologies (Arneill and Devlin, 2003; Heerwagen, 2008).
In this evolution, it is clever that these architectures located in the past on the edge of the city to avoid the contagion of the population, had subsequently found place in non-urbanized areas giving rise to new parts of the city. Currently, the recent trends highlight their inclusion within the urban context, as urban social-health services, which become an active part of the city and public life as well as places of reference for the treatment, prevention and health promotion. (Capolongo, 2006).
Furthermore, as Del Nord (2011) highlighted, the evolution of healthcare facilities, especially those located in big urban centers, has determined not only the introduction of other activities with more urban services, but also those related to training and research ones, which they «feed from the clinical processes and in turn feed them».
From these considerations, it is clever the importance that both the areas (themselves) and the outputs of biomedical and translational research (from bench to bed), in continuous evolution, should increasingly refer to a system of interfaces related to the hospital, the community of citizens and the other nodes of the healthcare network, also with regard to the characterization of the volumes that contain all these functions. These innovations require the compliance with new space requirements and their mutual relationships, which must also be taken into consideration in the typological choices.
From this point of view, nowadays these trends, as a response not only to the healthcare design, the evolution of technologies for treatment and prevention, and the framework of functional requirements, but also in relation to the context, can also be understand through typological development of healthcare facilities whose horizontality and verticality of the volumes represent an essential component.

**Hospital typologies and criteria**

As James and Tatton-Brown had already synthesized in 1986 in *"Hospitals. Design and development"*, the hospital typology is still broadly debated and it represents an important key-issue related to the hospital design. The differentiation among the typologies, besides responding to changes in the treatment modalities mainly related to diagnostic, interventional and high-tech functions, is strongly correlated to humanization issue. On the other hand, humanization is strongly correlated also to the localization of the hospital building in the surrounding. In addition to the contrast between horizontal and vertical developments, we could also identify the critical issues between urban and suburban areas, among the proximity to a natural environment and the integration in the city.

01 | Tipologie ospedaliere. Schemi tratti da James and Tatton-Brown in "Hospitals. Design and development" (1986)
*Hospital typologies. Schemes redesigned from James and Tatton-Brown in "Hospitals. Design and development" (1986)*

01 |




della malattia. Dai modelli rinascimentali ispirati alla riduzione del contagio infettivo, al ricovero e alla creazione di ambienti salubri per i malati, si è passati all'impostazione degli ospedali a padiglioni del XIX secolo, e ai modelli di città ospedaliera a padiglioni su ispirazione delle città giardino dei primi del Novecento. Il XX secolo invece, dagli anni Trenta in poi, è stato caratterizzato dall'introduzione di architetture per la salute a sviluppo verticale su modello degli ospedali americani, con altezze superiori anche ai 15 piani, recependo gli avanzamenti delle terapie antibiotiche e degli sviluppi della chirurgia e della diagnostica.

Nella teoria dell'architettura quindi, il concetto di tipologia edilizia è sempre stato connotato dal rapporto con la storia urbana, le modalità di costruzione e l'uso dello spazio. Questo punto di vista tuttavia, appare solo in parte utilizzabile per il confronto tra architetture verticali e orizzontali analizzate secondo l'approccio esigenziale-prestazionale e di valutazione della qualità. Infatti, edifici sviluppati in altezza o in estensione possono comportarsi in modo analogo se valutati nelle risposte alle diverse esigenze. Si ritiene pertanto necessario definire un quadro generale dei criteri di analisi e valutazione ai quali si riferiscono le esigenze e le risposte prestazionali.

At the classification level of the contemporary hospital types, the authors introduce the comparison of the vertical and horizontal developments identifying further sub-typologies, as reported in (Fig. 1):
- vertical ones in simple tower on podium, complex tower on podium, radial tower on podium, articulated slab on podium and vertical monoliths;
- horizontal ones in connected independent linked slabs, spine and pavilion, extended courtyard, compact courtyards and horizontal block.

Among the case studies, there are topics related to the high-care area, often characterized by outpatient wards, diagnostic and interventional functions (emergency department, surgery block, radio-diagnostics and radiotherapy, etc.) which overlap the inpatient wards of the monoblock or towers, or horizontal compact volumes with courtyards or spines.

These settings differentiate the organizational issue of the relationship among outpatient, inpatient, and diagnostic-interventional functions. The historical evolution of the hospital has followed the changes in morbidity and cultural sensitivity towards the disease. From Renaissance models inspired by the reduction of infectious contagion, to hospitalization and the creation of healthy environments for the sick, the society moved on to the setting up of hospitals in the 19th century pavilions, and to the models of hospital cities in pavilions inspired by the garden cities of the early 20th century. The 20th century, however, from the thirties onwards, was characterized by the introduction of vertical architectures on the model of American hospitals, with heights above even 15 floors, incorporating advances in antibiotic therapies and developments in surgery and diagnostics. In the theory of architecture, therefore, the concept of building typology has always been characterized by the relationship with urban history, the methods of construction and the use of space. This point of view, however, appears only partially usable for the comparison between vertical and horizontal architectures analyzed according to the needs and performance, and quality assessment approach. In fact, buildings developed in height or in extension can behave in a similar way if evaluated in the answers to the different medical needs. It is therefore considered necessary to define a general framework of the analysis and evaluation criteria to which needs and performance strategies refer.

Therefore, the present paper focuses on the needs and performances' comparison of vertical and horizontal typologies through the analysis of several international case studies in relation to some criteria identified by the Authors, as reported in (Tab.1). Through these criteria, it is possible to define the needs and the level of achievement of the answer that the case studies taken into consideration, articulated in the two categories, vertical and horizontal ones, provide reaching a qualitative but specific evaluation.

Table 1 shows a broad, although not exhaustive, framework of the assessment aspects that can be considered in the comparison between buildings with horizontal and vertical development.

**Detailed analysis of some international case studies**

Starting from the schematizations by James and Tatton-Brown (1986), a

Tab. 01 | Criteri ed elementi di valutazione
*Evaluation criteria and elements*

| Tab. 01

| | CRITERIA | EVALUATION REQUIREMENTS |
|---|---|---|
| URBAN ASPECTS | Relationship with the context | - Minimization of land consumption<br>- Environmental and architectural integration with the urban context in natural and anthropized issues<br>- Easy connection with the transport, services and tertiary networks |
| | Relationship with the public space | - Architectural, functional and environmental quality of public spaces near the hospital and, in particular, accesses<br>- Contribution of the hospital building to the definition of public space |
| | Accessibility | - Proximity to public transport and absence of physical obstacles<br>- Ease identification of access routes and general distribution |
| | | |
| FUNCTIONAL LAY OUT | Building typology | - Capacity of the building to express an appropriate character to the functions in relation to the conditions and expectations of the user. This feature may vary depending on the use of the hospital building: a highly specialized center will be characterized differently than a low-care hospital |
| | General distribution | - Clarity of the distribution system<br>- Separation and hierarchy of users' flows<br>- Psycho-environmental qualities |
| | Distribution typology | - Articulation of the spatial distribution typology<br>- Possibility of being able to vary and modify distribution and layout schemes |
| | Organization and localization of the technological area | - Functionality and flexibility compared to the adaptation of the implants<br>- Separation from hospital environments<br>- Presence of particularly efficient technological systems (cogeneration, free-cooling, passive technologies, etc.) |
| | Organization and location of the outpatient area | - Ease access for external patients<br>- Easy access for healthcare staff from hospitalization / treatment areas to the outpatient one<br>- Architectural / environmental quality of spaces in relation to the patient care path |
| | Organization and location of the logistics area | - Easy access to refueling vehicles<br>- Integration with service paths<br>- Separation from other hospital activities |
| | Organization and location of the emergency area | - Easy access from the road network for rescue vehicles and patients<br>- Recognisability of accesses<br>- Provision of large spaces for catastrophic emergencies<br>- Connection with interventional areas and admission areas<br>- Quality of reception and waiting spaces |
| | Organization and localization of the diagnostic / interventional area | - Ease access for external patients<br>- Ease access for health workers from hospitalization / treatment areas to the outpatients ones<br>- Architectural / environmental quality of spaces also in relation to the relationship among patient, staff and technological devices for diagnosis and treatments |
| | | |
| CONSTRUCTION and MAINTENANCE ASPECTS | Maintenance activities | - Easy access to the external areas of the building<br>- Presence of technical rooms and spaces for maintenance activities |
| | Fire protection and structural safety | - Presence of adequate escape routes<br>- Easy evacuation in case of fire<br>- Structural project |
| | Construction systems | - Possibility of interventions on the building with additions, partial demolitions, integrations for the functional adaptation of the structure |
| | Flexibility | - Ease of space adaptation to changing needs in relation to advances in care modalities, reorganization of the health network or new uses |
| | Natural ventilation strategies | - Possibility of natural ventilation in relation to the compactness of the volumes and the technological systems adopted oriented to bioclimatic strategies and use of renewable sources |
| | | |
| SOCIAL ASPECTS and PSYCHOSENSORAL WELLBEING | Environmental quality | - Integration of spaces that allow social interaction<br>- Presence of solutions that guarantee privacy<br>- Quality of external views |
| | Wayfinding | - Presence of an orientation system composed of signage, use of colours, etc. |
| | Relationship with nature | - Use of natural elements (green, natural light, etc.) |

Pertanto il presente paper si concentra sul confronto esigenziale-prestazionale relativo alle tipologie verticali e orizzontali attraverso l'analisi di diversi casi studio internazionali in relazione ad alcuni criteri individuati dagli Autori, come riportato nella (Tab.1). A tali criteri possono quindi essere ricondotte le esigenze e il grado di risposta che i casi studio presi in considerazione, articolati nelle due categorie di verticale e orizzontale, forniscono, giungendo ad una valutazione di carattere qualitativo ma specifico.
La Tabella 1 che segue riporta un quadro ampio anche se non esaustivo degli elementi di valutazione che possono essere considerati nella comparazione tra strutture a sviluppo orizzontale e verticale.

**Analisi critica di alcuni casi studio internazionali**

A partire dalla schematizzazione di James and Tatton-Brown (1986), un edificio ospedaliero può essere caratterizzato da alcune componenti di carattere orizzontale o verticale: infatti il *core* dell'ospedale (piastra sanitaria, area della logistica, piastra tecnologica) può estendersi in orizzontale (anche su uno o più livelli) per garantire la corretta erogazione dei servizi sanitari più complessi (diagnosi e cura, area di emergenza, area critica, ecc.), su cui si possono attestare, su stecche o volumi verticali, le aree low-care (degenza, ambulatori, dipartimenti, ricerca, ecc.).
Per questo motivo, garantire una corretta organizzazione dei percorsi degli utenti diventa strategico, come sottolineano Setola e Borgianni (2016). Infatti, la piastra orizzontale può essere luogo di relazione funzionale e spaziale tra le funzioni sanitarie e non, di flussi e percorsi di utenti (*hospital street*), come dimostrano, per esempio, il progetto del *Hospital del niño* a Panamá, il progetto dell'*Ospedale Galeazzi* di Milano, *Ospedale Quiròn* di Barcellona, e il nuovo progetto dell'*Ospedale Policlinico* di Milano. Inoltre, risulta singolare l'intervento del *Hospital de Sant Joan Despí Moisès Broggi*, il cui volume, nonostante si sviluppi per 6 piani fuori terra, in sezione passa da una tipologia a corpo settuplo nella piastra sanitaria e tecnologica, a un corpo quintuplo nell'area diurna e a corpo doppio nelle degenze.
Ciò naturalmente non esclude anche la possibilità della sovrapposizione delle due tipologie (verticale e orizzontale) che si ritrova oggi in interventi di recente realizzazione, come per esempio il nuovo *Karolinska Hospital* a Stoccolma oppure il *Sammy Ofer Heart Center* di Tel Aviv.
Come diversi autori a livello internazionale hanno evidenziato, è necessario che le architetture per la salute posseggano un elevato carattere di flessibilità e adattabilità nel tempo, capaci di rispondere ai segni del cambiamento e delle pratiche medico-sanitarie (Astley *et al.*, 2015). Tra le due tipologie, le architetture a sviluppo verticale risultano le più critiche sia in termini di manutenzione che di trasformazione delle aree funzionali nel tempo (Pollo, 2017). A sviluppo orizzontale, si riconoscono 3 tipologie di intervento, riconducibili ad alcuni casi studio internazionali:
– possibilità di ampliare la superficie degli ambienti interni del 25% con l'aggiunta di un elemento prefabbricato sulla facciata, come avviene al *Martini Hospital* a Groningen (sviluppo a superficie variabile);
– possibilità di avere uno scheletro strutturale capace di rispondere a diverse configurazioni nel tempo (*Open Building*), come dimostra l'*INO Hospital* a Berna (sviluppo a superficie costante);

hospital building can be characterized by some components with horizontal development or with vertical one: in fact the core of the hospital (hard activities, logistics, and technological areas) can extend into horizontal (even on one or more levels) to ensure an adequate delivery of the most complex health services (diagnosis and care, emergency, high care areas, etc.), on which the low and medium care areas can be localized on spines or vertical towers (inpatient wards, outpatient clinics, departments, research areas, etc.).
For this reason, guaranteeing an adequate organization of users' distribution becomes strategic, as Setola and Borgianni (2016) highlights. In fact, the podium can be a space for functional and spatial relationships among the sanitary and non-sanitary functions, users' flows and distributions (hospital street), as shown, for example, the project of the *Hospital del Niño* in Panamá, the project of the new *Hospital Galeazzi* in Milan, *Quiròn Hospital* in Barcelona, and the new project of the *Hospital Policlinico di Milano*. Moreover, the intervention of the Hospital *Sant Joan Despí Moisès Broggi* is singular, whose volume, despite being developed only for 6 floors above ground, passes from a layout typology with a sevenfold body in the high care and technological areas, a fivefold body in the daily areas and a double-body in the inpatient wards.
As a consequence, this does not exclude the possibility to overlap the vertical and horizontal typologies that can be found nowadays in recent projects, such as the new *Karolinska Hospital* in Stockholm or the *Sammy Ofer Heart Center* in Tel Aviv.
As several authors at international level have highlighted, architectures for health need to have a high degree of flexibility and adaptability over time, able to respond to the signs of change and medical practices (Astley *et al.*, 2015). Among the two typologies, the vertical architectures are the most critical both in terms of maintenance and the transformation of functional areas over time (Pollo, 2017). At the horizontal typology, we recognize 3 typologies of intervention, attributable to some international case studies:
- possibility of enlarging the surface of 25% with the addition of a prefabricated component on the façade, as happen at *Martini Hospital* in Groningen (variable surface development);
- possibility of having a structural skeleton capable of responding to different configurations over time (Open Building), as shown by *INO Hospital* in Bern (constant surface development);
- possibility of horizontal expansion (completing the structural grid diagram) and/or vertical one (with structures oversized) of the hospital building, as in the new hospital in Legnano.

In relation to users' psychosensorial well-being, the presence of environmental quality's elements can give rise to different perceptions depending on vertical or horizontal development:
- in vertical architectures users, although they can have a great view on a part of the city, can feel isolated from the urban context, especially when they are on the higher floors, and this could cause states of anxiety and stress (fear relating to the evacuation of the building, a sense of vertigo, reduced interaction with

– possibilità di ampliamento orizzontale (completando lo schema a griglia di base) e/o verticale (le strutture sono sovradimensionate) dell'edificio ospedaliero, come avviene nel *Nuovo Ospedale Civile* di Legnano.

In relazione al benessere psicosensoriale degli utenti, la presenza di elementi di qualità ambientale può dare origine a percezioni differenti a seconda che ci si trovi in ospedali a sviluppo verticale o orizzontale:

– nelle architetture a sviluppo verticale gli utenti, sebbene possano godere di una buona visuale su porzioni della città, si possono sentire isolati dal contesto urbano, soprattutto quando localizzati ai piani più alti, e ciò potrebbe causare stati d'ansia e stress (timori relativi all'evacuazione dell'edificio, senso di vertigine, poca interazione con quello che succede nei dintorni, etc.);
– nelle architetture a sviluppo orizzontale si possono verificare problemi relativi al *wayfinding* se la distribuzione non è correttamente progettata, e di mancanza di privacy nel caso in cui gli ambienti si affaccino all'interno di corti comuni (Del Nord and Peretti, 2011).

All'interno dell'ultimo scenario rientra il caso dell'ospedale compatto e orizzontale di *Collado Villalba* (Madrid, Spagna), le cui degenze sono organizzate in stecche poco distanti le une dalle altre con un carattere altamente introspettivo non garantisce un adeguato livello di privacy. Lo stesso tema viene affrontato in maniera diversa nel *Hospital de Sant Joan Despí Moisès Broggi* (Barcellona), attraverso l'introduzione della tipologia distributiva a corpo doppio nelle stecche di degenza, oppure nell'ospedale di Pordenone, in cui le stanze di degenza fronteggianti hanno la parete inclinata rivolta verso l'esterno.

Sebbene lo sviluppo orizzontale o verticale dell'edificio sia fortemente correlato all'area di intervento e alla superficie a disposizione, come enunciato nel Metaprogetto Piano-Veronesi-Mauri (D.M. 12/12/2000), le strutture a sviluppo orizzontale, avendo dimensioni, in termini di altezza, ridotte, riescono ad avere una relazione più diretta con il contesto in cui sono inserite (Dell'Ovo and Capolongo, 2016). Rispetto a questo aspetto, sono emblematici i seguenti interventi:

– *Paediatric and Cardiac Center* di Innsbruck e *University Hospital* di Hamburg-Eppendorf dove gli edifici ospedalieri si inseriscono all'interno di un tessuto storico consolidato e dimensioni, forme e trattamento delle facciate ricercano un dialogo e un'identità con il contesto (Nickl-Weller and Nickl, 2013);
– *Città della Salute* di Sesto San Giovanni, il cui masterplan e indicazioni progettuali a cura di R. Piano, vengono concepiti per non superare i 5 piani fuori terra al fine di ricercare un'armonia e relazione con gli alberi di pari altezza.

Tra gli aspetti di benessere e confort dell'utente, l'illuminazione naturale è di fondamentale importanza; tale requisito viene più facilmente garantito da corpi di fabbrica di profondità contenute oppure dalla presenza di cavedi, corti e aperture su spazi pubblici a più altezze che possono garantire un'adeguata illuminazione naturale (Origgi *et al.*, 2011). Differente è l'approccio invece relativo alla ventilazione naturale con l'apertura della finestra da parte dell'utente: infatti, il trend nei paesi sviluppati è quello di avere architetture sempre più ermetiche, per garantire una corretta gestione della struttura (in termini di costi, consumi energetici, fattori microclimatici, qualità dell'aria, ecc.), sebbene in termini psicologici dell'utente la possibilità di aprire la finestra

what is happening in the surroundings, etc.);
- in architecture with horizontal development, critical issues can be related to the wayfinding if the distribution is not correctly designed, and there is a lack of privacy in the case that the healing spaces overlook in common courtyards (Del Nord and Peretti, 2011).

In particular, regarding the last aspect, the case of the compact and horizontal hospital of *Collado Villalba* (Madrid, Spain) is representative: inpatient wards are organized in buildings not far from each other with highly introspective, not guaranteeing an adequate level of privacy. The same issue is dealt differently in the *Hospital Sant Joan Despí Moisès Broggi* (Barcelona), through the introduction of the double-body distribution typology in the hospital wards or, in the new hospital of Pordenone, where the inpatient rooms have inclined wall facing outwards.

Although the horizontal or vertical development of the building is strongly correlated to the area of intervention and the available surface, the structures with horizontal development, as stated in the Meta-project by Piano-Veronesi-Mauri (Italian Ministerial Decree 12/12/2000), with reduced heights have a higher relationship with the context in which they are inserted (Dell'Ovo and Capolongo, 2016). Regarding this aspect, the following interventions are emblematic:

- *Pediatric and Cardiac Center* in Innsbruck and *University Hospital* in Hamburg-Eppendorf where hospital buildings fit into a consolidated historical urban context and dimensions, shapes and façade solution seek a dialogue and identity with the existing context (Nickl-Weller and Nickl, 2013);
- *Città della Salute* in Sesto San Giovanni, whose masterplan is designed by Renzo Piano, does not exceed 5 floors above ground to seek harmony and relationship with trees with the same heights.

Among the aspects of users' wellbeing and comfort, natural lighting is of fundamental importance; this requirement is more easily guaranteed by building with a reduced depth or by the presence of skylight cavities, courtyards and openings on public spaces at different heights that can guarantee adequate daylighting (Origgi *et al.*, 2011). Another approach instead is related to natural ventilation with the window opening by users: in fact, the trend in developed countries is to have architectures increasingly hermetic, to ensure a proper management of the structure (in terms of costs, energy consumption, microclimatic factors, air quality, etc.), although in the user's psychological terms the possibility of opening the window (even if only partially) can determine a more human environment.

In conclusion, in relation to technological and social aspects, a case study of "hybridization" between horizontal and vertical typologies is presented by the *Guy's Cancer Center* in London, a specialist hospital, next to a general hospital, spread over 14 floors with a triangular base. The building hosts welcoming areas, outpatient wards, radiotherapy and chemotherapy activities, and a private clinic. Despite having a vertical development, it is organized in "villages" of 2 or 3 levels for each specialty ensuring a welcoming lounge with its own full-height entrance and public areas, strongly at-

(anche solo in parte) possa rendere lo spazio più umanizzato.
In conclusione, a lettura critica degli aspetti tecnologici e sociali, viene presentato un caso studio emblematico di "ibridazione" tra tipologia orizzontale e verticale. Si tratta del *Guy's Cancer Center* di Londra, un ospedale specialistico, prossimo ad un ospedale generale, che si sviluppa per 14 piani con una pianta triangolare. L'edificio ospita attività di accoglienza, ambulatoriali, di radioterapia e chemioterapia, e una clinica privata. Pur avendo uno sviluppo verticale, ogni specialità è organizzata per "villaggi" su 2 o 3 livelli garantendo uno spazio accogliente in corrispondenza dell'ingresso e aree pubbliche a più altezza, fortemente riconducibili alla scala umana.

## Conclusioni e scenari futuri

A partire dall'analisi e dei criteri che possono influenzare le caratteristiche strutturali, funzionali e percettive delle tipologie edilizie a sviluppo orizzontale e verticale, una serie di casi studio internazionali, considerati *best practices* presenti o di futura realizzazione, sono stati comparati, come riportato nella Tabella 2.
Dal confronto dei casi studio presi in considerazione, emergono diversi aspetti caratteristici relativi ad entrambe le tipologie (Guenther and Vittori, 2014).
In relazione agli aspetti urbani, è doveroso riconoscere che il progetto dell'ospedale è fortemente influenzato dal sito di intervento e dalle dimensioni disponibili, dalle condizioni geografiche e sismiche, dai vincoli paesaggistici, dal contesto di inserimento sia naturale che socio-economico e politico (Oppio *et al.*, 2016), dai servizi da erogare e tipo di organizzazione e processi sanitari che si intendono applicare. In ogni caso entrambe le tipologie possono avere esiti generali positivi, sebbene la relazione con il contesto e con lo spazio pubblico risultino più critiche per le strutture orizzontali localizzate al di fuori di nuclei urbani. A differenza degli ospedali a sviluppo verticale, che sono solitamente molto più radicati all'interno di contesti urbani consolidati (VV.AA., 2016), quelli a sviluppo orizzontale più comunemente localizzati in aree esterne alla città, mancano di una relazione con l'intorno e di spazi pubblici per la comunità, nonostante possano godere del vantaggio di una più agevole possibilità di espansione futura.
In relazione al layout architettonico funzionale, si riconosce che la tipologia edilizia e distributiva, e l'organizzazione dei percorsi - sebbene più lunghi – siano molto più funzionali nelle architetture orizzontali. Nonostante l'edificio monoblocco sviluppato in altezza risulti ottimale per il ridotto consumo di suolo e una compattazione dei percorsi, grazie alle innovazioni tecnologico-costruttive e all'introduzione dei mezzi di trasporto verticali (Capolongo, 2012), oggi questa logica si dimostra altamente inefficiente. Nelle strutture a sviluppo orizzontale, la riduzione dei trasporti verticali, spesso fonte di rallentamento dei flussi, consente un migliore coordinamento tra le funzioni sanitarie e una relazione facilitata con ambienti esterni di qualità ambientale con effetti anche sugli *outcomes* di salute dei pazienti, come evidenziato in diversi studi di *Evidence Based Design* (Alfonsi *et al.*, 2014).
Rispetto alle relazioni funzionali e spaziali per un corretto e adeguato processo sanitario, l'organizzazione e la localizzazione tra le aree ambulatoriali, quelle di diagnostica/interventistica, e logistica – sviluppate a livello orizzontale e/o verticale – risultano coerenti per entrambe le tipologie, a differenza di quanto avviene per le aree dedicate al pronto soccorso e alla piastra tecnologi-

tributable to the human scale.

**Perspectives and present and future scenarios**

Starting from the analysis of the criteria that can affect the structural, functional and perceptive issues of the building typologies with horizontal and vertical development, a series of international case studies have been compared, as reported in Table 2.
Although the analysis takes into account a reduced number of case studies, considered as present and future best practices at the international level, different and distinctive aspects of both typologies emerge (Guenther and Vittori, 2014).
In relation to urban issues, it is important to observe that the hospital project is strongly influenced by the context and the site dimensions, the geographical and seismic conditions, the landscape constraints, the natural, socio-economic and political context (Oppio *et al.*, 2016), the services to be provided and the type of organization and health processes to be carried out. In any case, both typologies can have in general positive outcomes, although the relationship with the context and the public space are critical for the horizontal structures located in suburban areas, unlike vertical hospitals that are usually much more localized within consolidated urban contexts (VV.AA., 2016). Those with horizontal development are located in areas outside the city, lacking of a relationship with the neighborhood and public spaces for the community, although they can enjoy the advantage of an easier possibility of future expansion.
In relation to the functional layout, it is well-known that the building and distribution typology, and the organization of the users' flows - although longer - are much more functional in horizontal hospitals. Although the monoblock building, developed on several floors, is optimal for the reduced consumption of soil and a high efficiency of spaces for general distribution, thanks to the technological and constructive innovations and the introduction of vertical transport means (Capolongo, 2012), nowadays this logic proves to be highly inefficient. In horizontal structures, the reduction of vertical transport, often a source of flows' slowing, allows better coordination among the healthcare functions and a facilitated relationship with outdoors of environmental quality with effects also on patients' health outcomes, as highlighted in several Evidence Based Design studies (Alfonsi *et al.*, 2014).
Compared to functional and spatial relationships for a correct and adequate healthcare process, organization and localization among outpatient, diagnostic /interventional, and logistics areas - developed horizontally and/or vertically - are consistent for both typologies, differently, the areas dedicated to the emergency room and the technological area that are strongly related to the shape of the building and its location (Carrara *et al.*, 2017). In particular, in vertical architectures, one of the critical aspects can be affected by the complexity of the implants and the sizing of the cavities to ensure the correct functioning of the hospital (Righini *et al.*, 2015), as well as to the structural project and safety conditions to be guarantee (Grifa, Cuccato and Laurenti, 2016).
Other very important aspects are the constructive, structural and maintenance features. In fact, from the comparative matrix, the most optimal

Tab. 02 | Analisi comparativa di alcuni casi studio internazionali
*Analysis matrix with some international case studies*

| Tab. 02

| | VERTICAL VS HORIZONTAL HOSPITAL DEVELOPMENT | | URBAN ASPECTS | | | FUNCTIONAL LAYOUT | | | | | | | | CONSTRUCTION and MAINTENANCE ASPECTS | | | | | SOCIAL ASPECTS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Relationship with the context | Relationship with the public space | Accessibility | Building typology | General distribution | Distribution typology | Organization and location of the outpatient area | Organization and localization of the technological area | Organization and location of the logistics area | Organization and location of the emergency area | Organization and localization of the diagnostic / interventional area | Maintenance activities | Fire protection and structures | Construction systems | Flexibility | Natural ventilation strategies | Environmental quality | Wayfinding | Relationship with nature |
| VERTICAL DEVELOPMENT | Specialist Hospital, Israel<br>2008-2011<br>12 floors, 4 basements | | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ▫ | ▪ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ▪ | ■ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ■ | ▪ |
| | General Hospital, Spain<br>2010-2012<br>9 floors, 1 basement | | ▫ | ▪ | ■ | ▪ | ▪ | ▫ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ▫ | ■ | ▪ | ■ | ▫ |
| | General Hospital, Sweden<br>2010-2018<br>11 floors, 2 basements | | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ■ |
| | General hospital, Singapore<br>2012-2015<br>17 floors, 2 basements | | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ▫ | ▫ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ▪ | ■ | ■ |
| | Private hospital, Spain<br>2005-2007<br>8 floors, 6 basements | | ▪ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ▪ |
| | Cancer center, UK<br>2013-2016<br>13 floors, 1 basement | | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ▪ | □ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | Children Hospital, United States<br>2010-2012<br>9 floors, 1 basement | | ■ | ■ | ■ | ▫ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ▪ | □ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ▫ | ▫ | ■ | ■ | ▪ |
| | Research and Training center, Unite States<br>2014-2016<br>13 floors, 2 basements | | ■ | ■ | ■ | ▪ | □ | ▫ | □ | ■ | ■ | □ | □ | ▪ | ▪ | ▪ | ▫ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | General hospital, Italy<br>work in progress<br>16 floors, 1 basement | | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| | Paediatric center, Republic of Panama<br>work in progress<br>18 floors, 3 basements | | ■ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▫ | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |
| HORIZONTAL DEVELOPMENT | General Hospital with Research and Training areas, Spain<br>1992- work in progress<br>different floors, 2 basements | | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ■ |
| | General hospital, Italy<br>2007-2010<br>6 floors | | ▫ | ▫ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ▫ | ▪ | ▪ | ▪ |
| | General hospital, Spain<br>2008-2010<br>4/5 floors, 1 basement | | ▪ | ▫ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ■ | ▪ |
| | General hospital, Germany<br>2007-2009<br>6 floors | | ■ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ▫ | ■ | ■ | ▪ |
| | General Hospital, Netherlands<br>2004-2007<br>4 floors, 1 basement | | ▪ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| | High care hospital building, , Switzerland<br>2006-2009<br>6 floors | | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▫ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▫ | ▪ | ▪ | ▫ |
| | Specialistic hospital, Austria<br>2006-2008<br>6 floors | | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ■ | □ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ■ |
| | Rehabilitation center, Switzerland<br>1999-2002<br>2 floors | | ■ | ▪ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | □ | ▪ | □ | □ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ▪ | ■ | ■ | ■ |
| | Specialistic hospital, Italy<br>work in progress<br>5 floors, 2 basements | | ▪ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | □ | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | ■ | ■ |
| | General hospital, Italy<br>work in progress<br>5/9 floors, 1 basement | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ▪ | ■ | ▪ | ■ | ▫ | ■ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ | □ |

Legend | ■ high level | ▪ medium level | ▫ low level | □ not present / not evaluable because work in progress

ca che risultano fortemente relazionate alla forma dell'edificio e alla loro localizzazione (Carrara *et al.*, 2017). In particolar modo, nelle architetture verticali, uno degli aspetti critici può essere ricondotto alla complessità impiantistica e al dimensionamento dei cavedi per assicurare il corretto funzionamento dell'ospedale (Righini *et al.*, 2015), nonché al progetto strutturale e alle condizioni di sicurezza da garantire (Grifa, Cuccato and Laurenti, 2016).

Un altro dato molto evidente sono le caratteristiche costruttive, strutturali e manutentive. Infatti, dall'analisi comparata, i risultati più ottimali sono rappresentati dalle architetture per la salute orizzontale (Langevin, 2018). Particolare attenzione è da rivolgere all'adattabilità e alla flessibilità della struttura, supportata da tecnologie costruttive innovative in grado di trasformarsi nel tempo. Il progetto architettonico deve poter rispondere in maniera adeguata a quello sanitario (Verderber, 2010).

In termini psico-sensoriali infine, si osserva che in entrambe le tipologie, attraverso diverse soluzioni tecnologiche e relazioni con elementi di qualità ambientale quali la natura, la luce naturale, ecc. è possibile creare ambienti confortevoli e accoglienti (Capolongo, 2016).

In conclusione, come si evince dall'analisi comparativa dei casi studio, possiamo sostenere che, nell'ambito delle architetture per la salute, non emerge una tipologia edilizia favorita da adottare: sebbene le architetture a sviluppo orizzontale risultino più ottimali ed efficienti infatti, attraverso adeguate scelte architettoniche è possibile attuare molteplici strategie in grado di rendere, sia strutture orizzontali che verticali, adatte a rispondere al quadro funzionale ed esigenziale preposto.

results are represented by the horizontal architectures for health (Langevin, 2018). Particular attention must be paid to the adaptability and flexibility of the structure, supported by innovative construction technologies that support its transformation over time. The architectural project must be able to respond adequately to the healthcare process (Verderber, 2010).

Finally, in psycho-sensory terms, it is clever that in both typologies, through different technological solutions and relationships with nature, green, daylight, etc., it is possible to create comfortable and cozy environments (Capolongo, 2016).

In conclusion, as it emerges from the comparative analysis, we can sustain that around architectures for health, there is not a specific building typology to be adopted: although the horizontal development ones are more optimal and efficient, in fact through adequate design strategies it is possible to implement multiple strategies able to guarantee, both horizontal and vertical structures, suitable to respond to the functional and demanding framework required.

REFERENCES


Alfonsi, E., Capolongo, S. and Buffoli, M. (2014), "Evidence based design and healthcare: an unconventional approach to hospital design", *Ann Ig*, Vol. 26, n. 2, pp. 137-43.

Arneill, A.B. and Devlin, A.S., (2003), "Health care Environments and Patient outcomes a Review of the literature", *Environment and Behavior*, Vol. 35, n. 5.

Astley, P., Capolongo, S., Gola, M. and Tartaglia, A. (2015), "Operative and design adaptability in healthcare facilities", *Techne*, *Journal of Technology for Architecture and Environment*, Vol. 9, pp. 162-170.

Attalì, J. (1984), *Cannibalism and Civilization: Life and Death in the History of Medicine*, Bloomsbury USA Academic.

Capolongo, S. (2016), "Social aspects and well-being for improving healing processes' effectiveness", *Ann Ist. Super Sanità*, 201, 52(1), pp. 11-14.

Capolongo, S. (2006), *Edilizia ospedaliera*, Hoepli, Milano.

Carrara, G., Dubini, N., Ferrante, T., Ingaglio, M., Mauri, M., Meoli, F., Palumbo, R., Peretti, G., Pollo, R., Ravegnani, Morosini, R., Scorziello, R. and Vitali, M. (2017), "Architettura dell'ospedale", *Quaderni CNETO*, Milano.

Del Nord, R. and Peretti, G. (2011), *L'umanizzazione degli spazi di cura*, Linee guida, Ministero della Salute Tesis, Firenze.

Dell'Ovo, M. and Capolongo, S. (2016), "Architectures for health: Between historical contexts and suburban areas Tool to support location strategies", *Techne*, *Journal of Technology for Architecture and Environment,* n. 12, pp. 269-276.

Grifa, E., Cuccato, E. and Laurenti, R. (2016), "Sicurezza strutturale", *Quaderni CNETO*, Milano.

Guenther, R. and Vittori, G. (2014), *Sustainable healthcare architecture*, Hoboken, John Wiley & Sons.

Heerwagen, J. (2008), *Psychosocial value of Spaces*, National Institut of Building Sciences.

James, W.P. and Tatton-Brown, W. (1986), "Hospitals. Design and development", *Architectural press*, London.

Langevin, F. (Ed.) (2018), *Architecture et ingénierie à l'hôpital*, Presses de l'EHESP, Rennes.

Nickl-Weller, C. and Nickl, H. (2013), *Healing architecture*, Braun, Berlin.

Oppio, A., Buffoli, M. Dell'Ovo, M., Capolongo, S. (2016), "Addressing decisions about new hospitals' siting: a multidimensional evaluation approach", *Ann Ist. Super Sanità*, Vol. 52, n. 1, pp. 78-87.

Origgi, L., Buffoli, M., Capolongo, S. and Signorelli, C. (2011), "Light wellbeing in hospital: research, development and indications", *Ann Ig*, 23(1), pp. 55-62.

Pollo, R. (2017), "Quali strategie per il Facility Management degli ospedali", *Progettare per la sanità*, Vol. 11, pp. 36-39.

Righini, R., Argentieri, L., Oddi Baglioni, G., Taddia, C. and Zotti, A. (2015), *Tecnologie impiantistiche*, Quaderni CNETO, Milano.

Setola, N. and Borgianni, S. (2016), *Designing Public Spaces in Hospitals,* Routledge, London.

Stevan, C., Capolongo, S. and Lapi, R. (2006), "Modelli organizzativi e strutturali. I nuovi ospedali: esperienze a confronto. Ospedali in rete e servizi di pronto soccorso", *IV Convegno di Organizzazione, Igiene e Tecnica, Grado, 6/7 aprile 2006*, pp. 9-11.

Verderber, S. (2010), *Innovations in Hospital Architecture*, Routledge, New York.

VV.AA. (2016), "Tall Buildings in Numbers. The World's 75 Tallest Hospitals", *CTBUH Journal,* II: pp. 46-47, available at: http://www.ctbuh.org/LinkClick.aspx?fileticket=sxB67W69N7E%3D (accessed 18 september 2018).