

POLITECNICO DI MILANO
FACOLTÀ DI ARCHITETTURA E SOCIETÀ
Corso di Laurea Specialistica in Architettura
Indirizzo Tecnologico Strutturale dell'Architettura



LA FLESSIBILITA' NELLE STRUTTURE SANITARIE

Relatore: Prof. Stefano Capolongo
Correlatore: Prof.ssa Maddalena Buffoli

Tesi di Laurea di:

Dario Nachiero
matr. 712058

Anno Accademico 2008-2009

INDICE

Introduzione.....	1
-------------------	---

PARTE I

CAPITOLO 1 FLESSIBILITA'

1.1 - Flessibilità in edilizia	5
1.2 - Utenze che richiedono maggiore flessibilità	11

CAPITOLO 2 FLESSIBILITA' NEGLI OSPEDALI

2.1 - Evoluzione delle tipologie edilizie sanitarie	15
2.1.1 - <i>L'ospedale a padiglioni</i>	15
2.1.2 - <i>L'ospedale monoblocco</i>	16
2.1.3 - <i>L'ospedale poliblocco</i>	17
2.1.4 - <i>La ricerca di tipologie dedicate alla salute dell'uomo</i>	21
2.1.5 - <i>L'ospedale contemporaneo</i>	24
2.1.6 - <i>Metaprogetto Piano – Veronesi da linee guida D.M. 12 dicembre 2000</i>	32
2.2 - Requisiti per la flessibilità ed evoluzione delle funzioni	35

CAPITOLO 3 STRATEGIE E TECNOLOGIE PER LA FLESSIBILITA'

3.1 - Strategie generali per la flessibilità	41
3.2 - Evoluzione delle strategie per le strutture sanitarie flessibili.....	46
3.2.1 - <i>Progettazione modulare: gli edifici flessibili e integrabili</i>	50
3.2.2 - <i>L'edificio universale</i>	52
3.2.3 - <i>L'edificio adattabile</i>	55
3.2.4 - <i>Sistema progettuale Harness</i>	57
3.2.5 - <i>Il sistema Nucleus</i>	59
3.3 - Approcci attuali per la progettazione flessibile e modulare	62

PARTE II

CAPITOLO 4 INDIVIDUAZIONE DELLE SOLUZIONI TECNOLOGICHE PER LIVELLO DI FLESSIBILITA'

4.1 - Livelli di flessibilità	75
4.2 - Articolazione dei singoli livelli di flessibilità	78
4.3 - Flessibilità funzionale/planimetrica	83
4.4 - Flessibilità strutturale	87
4.5 - Flessibilità tecnologica delle partizioni interne e dei tamponamenti	90
4.5.1 - <i>Pannelli sandwich con rivestimento in lamiera metallica</i>	92
4.5.2 - <i>Pannelli in calcestruzzo</i>	96
4.5.3 - <i>L'utilizzo dei subcomponenti</i>	98
4.5.4 - <i>Le scocche</i>	99
4.5.5 - <i>Scocche in cemento rinforzato con fibre di vetro (GRC)</i>	100
4.5.6 - <i>Scocche in policarbonato rinforzato con fibre di vetro</i>	103
4.6 - Flessibilità impiantistica.....	106

CAPITOLO 5 CASI STUDIO DI OSPEDALI FLESSIBILI

Centro Europeo di Ricerca Biomedica Avanzata CERBA, Milano	111
Martini Hospital, Groningen	119
Hospital General del Mar e	
Parque de Investigation Biomedica PRBB, Barcellona	129
Nuovo ospedale di Bergamo.....	139
Nuovo ospedale Umberto I, Mestre.....	149
Ospedale Universitario Bretonneau, CHU Tours	161
Ospedale Unico della Versilia, Camaiore (Lucca)	175
New South Glasgow Campus, Glasgow.....	185
Ospedale di Kortrijk	193
Policlinico di San Donato Milanese, Milano.....	203

CAPITOLO 6	INDICAZIONI PROGETTUALI	213
6.1 - Flessibilità funzionale/planimetrica		216
6.2 - Flessibilità strutturale		223
6.3 - Flessibilità tecnologica e impiantistica		226
Conclusioni.....		231
Bibliografia.....		233

INDICE DELLE FIGURE

Figura 2.1 – Ospedale Laribosière – Parigi 1839 (Fonte: Rossi Prodi F., Stocchetti A., <i>L'architettura dell'ospedale</i> , Alinea Editrice, Firenze 1992).....	16
Figura 2.2 – Ospedale Cantonale e Universitario di Ginevra, Svizzera: assonometria. (Fonte: Rossi Prodi F., Stocchetti A., <i>L'architettura dell'ospedale</i> , Alinea Editrice, Firenze 1992).	18
Figura 2.3 – Ospedale Waterland di Purmeerend: pianta piano tipo degenze e sezione. (Fonte: Rossi Prodi F., Stocchetti A., <i>L'architettura dell'ospedale</i> , Alinea Editrice, Firenze 1992).....	20
Figura 2.4 - Progetto per l'ospedale di Venezia, planimetria generale (Fonte: Tzonis A., <i>Le Corbusier – la poetica della macchina e della metafora</i> , Rizzoli, Milano, 2001).	29
Figura 2.5 – Progetto per l'ospedale di Venezia, sezione dell'unità di degenza (Fonte: Tzonis A., <i>Le Corbusier – la poetica della macchina e della metafora</i> , Rizzoli, Milano, 2001).....	30
Figura 2.6: planimetria ideale del Metaprogetto Piano-Veronesi con accessi principali.....	32
Figura 2.7: layout dei collegamenti verticali tra i vari piani con indicate attraverso le colorazioni le diverse attività svolte.	33
Figura 3.1 Ospedale Municipale di Norimberga, Germania. Intervento di ristrutturazione di un padiglione esistente, edificato all'inizio del '900. L'impianto originario (schema planimetrico di sinistra) prevedeva un unico locale di degenza per complessivi 30 posti letto con i nuclei dei servizi su una testata e i collegamenti verticali sulla testata contrapposta. Negli schemi successivi sono rappresentate alcune ipotesi di trasformazione, con sensibile riduzione dei posti letto ospitati – raccolti in nuclei di degenza singoli o doppi dotati di servizi – e una maggiore dotazione di spazi comuni di soggiorno.(Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, op. cit., p.195).....	50
Figura 3.2 : Ristrutturazione dell'ospedale St. Franziskus, Colonia, Germania, 1973. Planimetria del piano tipo del corpo di fabbrica, prima e dopo l'intervento. L'assetto originale prevedeva le camere di degenza con tre o due letti, con nuclei di servizi comuni. L'intervento prevede lo stesso impianto distributivo con alcune integrazioni volumetriche. Viene realizzato infatti in adiacenza del lato di chiusura verticale perimetrale un oggetto in grado di accogliere un sistema di servizi igienici comuni a coppie di camere. La trasparenza dell'oggetto non preclude l'illuminazione delle camere garantendo anche angoli più ampi di visuali. La realizzazione di collegamenti verticali automatizzati completa l'intervento. L'ultimo piano viene riconvertito a degenza. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, <i>op.cit.</i> , p.196).	51

Figura 3.3: Mc Master Health Science Center. Il complesso ospedaliero è fortemente fuori scala rispetto al tessuto urbano circostante. Questo è oggi considerato un limite progettuale. Il progetto però ebbe delle notevoli capacità di condizionamento per le realizzazioni del tempo e fu molto valido riguardo ad alcune scelte tecnologiche e morfologiche.	53
Figura 3.4: vista di uno dei fronti dell'edificio. Le torri vetrate costituiscono l'ossatura principale. All'interno sono collocate canalizzazioni verticali principali collegate ai piani tecnici e alcuni gruppi scala. È facile in questo modo creare ampliamenti e accrescimenti volumetrici con grandi margini di flessibilità interna distributiva.....	54
Figura 3.5: Nortwick Park Hospital. Planimetria generale con indicate le tre fasi di costruzione, la strada coperta di collegamento tra i vari corpi e le direttrici possibili di espansione di ciascun corpo, a partire dalle testate degli stessi. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, <i>op. cit.</i> , p.76.)	55
Figura 3.6: Schemi grafici rappresentativi delle possibilità di crescita dimensionale di un corpo edilizio rispetto ad una direzione privilegiata di sviluppo: iterazione modulare dei corpi di fabbrica, crescita in altezza di un piano tipo, sviluppo dimensionale lungo l'asse trasversale o longitudinale dell'edificio. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, <i>op. cit.</i> , p.189.)	56
Figura 3.7: schemi planimetrici delle possibilità di crescita di un complesso ospedaliero in funzione dell'impianto morfologico e tipologico. Addizione ed espansione di padiglioni modulari iterati lungo una direzione privilegiata, crescita per ripetizione di moduli disposti su una maglia strutturale di riferimento. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, <i>op. cit.</i> , p. 189).....	57
Figura 3.8: Stafford District General Hospital, planimetrie schematiche dei tre livelli. Si notano i singoli dipartimenti con articolazioni spaziali basate sul modulo 15 3 15 metri, collegati dalla zona distributiva "harness".	58
Figura 3.9: Sistema progettuale Nucleus. Schema grafico che illustra la compatibilità morfologica di un elemento progettato in accordo con questo sistema (evidenziato in nero) e l'impianto tipologico di un ospedale a padiglioni. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, <i>op. cit.</i> , p. 101).....	59
Figura 3.10: Sistema progettuale Nucleus. Schemi grafici rappresentativi di alcune possibilità di aggregazione dei moduli costitutivi. Sono evidenziate le prime unità spaziali da realizzare, per consentire la piena autosufficienza funzionale dell'insediamento. Contestualmente sono rappresentate le possibilità di accrescimento dei nuclei originali.	60
Figura 3.11: Ospedale Generale di Detroit, USA, 1973 – 80. Plani volumetrico e planimetria schematica della maglia strutturale. Il complesso ospedaliero è costituito dalla aggregazione di sei moduli cruciformi strutturalmente identici. Ciascuno è caratterizzato dalla presenza di una corte interna e dalla collocazione ai vertici del	

quadrato centrale dei vani di connessione verticale sia dei percorsi che delle reti impiantistiche. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, <i>op. cit.</i> , p.176).	62
Figura 3.12: Sozialmedizinische Zentrum Ost, Vienna. Planimetria del complesso. I blocchi delle degenze sono connessi puntualmente con la piastra centrale dei servizi. La soluzione consente margini di elasticità sia per l'addizione di ulteriori corpi perimetrali, sia per la possibile espansione della piastra centrale. (Fonte: F. NUTI, <i>Evoluzione tipologica degli edifici ospedalieri. Metodi e procedure di progetto</i> , in AA.VV., <i>Acciaio e sanità</i> , Ed. Grafiche Mazzucchelli, Milano, 1992.)	63
Figura 3.13: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Plani volumetrico del modello. L'edificio, costituendo un modello teorico di studio non è localizzato in un contesto reale, ma è supposto realizzato in un'area semicentrale o periferica, per svolgervi un ruolo di "addensatore sociale". (Fonte: R. Piano, <i>op. cit.</i> , p.9).....	64
Figura 3.14: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Planimetria piano terra.	66
Figura 3.15: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Schema grafico dell'impianto strutturale. È evidente lo sviluppo planimetrico coerente con una maglia dimensionale costante (7,5 x 7,5 m). (Fonte: R. Piano, <i>op. cit.</i> , p.14).....	66
Figura 3.16: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Schemi planimetrici dei diversi piani con indicate le funzioni (livello -1: magazzini, depositi e radiologia; PT.: attrezzature pubbliche, direzione, morgue e pronto soccorso; P1:day hospital,ambulatori, degenze high care e albergo-residenze; P2: blocco operatorio, degenza high care e degenza low care; P3:laboratori analisi, studi medici, degenze high care, degenze low care).	67
Figura 3.17: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Sezioni degli schemi funzionali.....	69
Figura 3.18: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Sezioni progettuali.....	70
Figura 3.19: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Layout funzionale dei percorsi verticali.	70
Figura 5.1: vista del Cerba (Fonte: studio Boeri).	111
Figura 5.2: vista notturna del Cerba (Fonte: studio Boeri).	112
Figura 5.3: masterplan di progetto (Fonte: studio Boeri).	113
Figura 5.4: inquadramento territoriale e indicazione degli accessi dall'esterno (Fonte: studio Boeri).	113
Figura 5.5: asse principale Cerba (Fonte: studio Boeri).	115
Figura 5.6: vista complessiva del complesso e del parco (Fonte: studio Boeri).	116

Figura 5.7: edificio università e formazione (Fonte: studio Boeri).....	117
Figura 5.8: vista dal parco pubblico (Fonte: studio Boeri).....	117
Figura 5.9: Vista della facciata sud-est, in evidenza i moduli che consentono di ampliare la superficie. (Fonte: foto R. Hoektsra).....	119
Figura 5.10: render del nuovo ospedale inserito nel contesto di fianco all'edificio esistente. (Fonte: foto R. Hoektsra).....	120
Figura 5.11: schema funzionale. (Fonte: Burger Grunstra Architecten).....	122
Figura 5.12: schema impiantistico(Fonte: Burger Grunstra Architecten).....	123
Figura 5.13: rappresentazione grafica del modulo di espansione in facciata. (Fonte: propria).....	125
Figura 5.14: particolare del passaggio interno (Fonte: foto Derk Jan de Vries).....	126
Figura 5.15: particolare degli arredamenti interni (Fonte: foto Derk Jan de Vries).....	126
Figura 5.16: aerofotogrammetrico del sito (Fonte: fonte Google Maps).....	129
Figura 5.17: vista della Cittadella 2006. (Fonte: http://www.imasbcn.com).....	132
Figura 5.18: vista ipotetica della Cittadella 2011. (Fonte: http://www.imasbcn.com).....	132
Figura 5.19: ingresso del Palio. (Fonte: foto Laura Origgi).....	132
Figura 5.20: centro di ricerca biomedica PRBB. (Fonte: foto Laura Origgi).....	133
Figura 5.21: particolare dei brise-soleil. (Fonte: foto Laura Origgi).....	134
Figura 5.22: vista del lungomare. (Fonte: Materia n.38 luglio-agosto 2002).....	135
Figura 5.23: sezione trasversale e sezione longitudinale del centro PRBB.....	136
Figura 5.24: a lato, gli interni dell'edificio a padiglioni.....	137
Figura 5.25: sopra, gli interni del PRBB.....	137
Figura 5.26: masterplan di progetto con assi viabilistici dell'area. (Fonte: A. Zublena).....	139
Figura 5.27: vista dell'ingresso. (Fonte: A. Zublena).....	141
Figura 5.28: vista dell'ingresso e percorsi pedonali. (Fonte: A. Zublena).....	142
Figura 5.29: vista della Hospital Street. (Fonte: A. Zublena).....	143

Figura 5.30: render notturno del complesso ospedaliero. (Fonte: A. Zublena)	143
Figura 5.31: vista esterna. (Fonte: A. Zublena).....	145
Figura 5.32: pianta tipo degenza con 2 posti letto (a sinistra). (Fonte: A. Zublena)	146
Figura 5.33: render 3d stanza di degenza a 2 posti letto (a destra). (Fonte: A. Zublena)	146
Figura 5.34: planimetria di studio. (Fonte: propria).....	149
Figura 5.35: plastico del progetto e inserimento nell'area. (Fonte: Tecnica Ospedaliera n.3).....	152
Figura 5.36: vista interna della Rue. (Fonte: propria).....	153
Figura 5.37: camera di degenza a 2 posti letto. (Fonte: propria).....	154
Figura 5.38: vista dal basso della Rue e particolare della facciata. (Fonte: propria).....	155
Figura 5.39: vista dall'alto completa della Rue, si nota come la facciata sia inclinata e la costruzione interna a gradoni. (Fonte: propria).....	156
Figura 5.40: particolare interno facciata. (Fonte: propria).....	157
Figura 5.41: vista esterna degli accessi all'ospedale. (Fonte: propria).....	158
Figura 5.42: planimetria 1:5000 della localizzazione dell'ospedale universitario Bretonneau. (Fonte: Google Maps).....	161
Figura 5.43: aerofotogrammetrico e indicazione degli accessi e degli edifici (Fonte: Google Maps).....	164
Figura 5.44: vista della reception dell'edificio BN. (Fonte: Aymeric Zublena).....	166
Figura 5.45: hall di ingresso. (Fonte: Aymeric Zublena).....	168
Figura 5.46: hall di ingresso edificio B1 A. (Fonte: www.chu-tours.fr).....	169
Figura 5.47: particolare della facciata dell'edificio B1A. (Fonte: www.chu-tours.fr).....	170
Figura 5.48: particolare dei percorsi nell'edificio B2A. (Fonte: www.chu-tours.fr).....	171
Figura 5.49: particolare della copertura dell'edificio B2B. (Fonte: www.chu-tours.fr).....	172
Figura 5.50: particolare delle sale diagnosi dell'edificio B2A (a sinistra). (Fonte: www.chu-tours.fr).....	173

Figura 5.51: particolare del corridoio degenze dell'edificio B2A (a destra). (Fonte: www.chu-tours.fr).	173
Figura 5.52: vista esterna dell'ospedale. (Fonte: www.prointec.it).....	175
Figura 5.53: vista aerea dell'ospedale con in evidenza la parte adibita a pineta. (Fonte: www.prointec.it).	176
Figura 5.54: atrio principale e sistema di copertura a tralicci d'acciaio. (Fonte: www.prointec.it).....	177
Figura 5.55: particolare delle passerelle di collegamento in quota alla pineta. (Fonte: www.prointec.it).	178
Figura 5.56: vista dall'alto dell'atrio principale. (Fonte: www.prointec.it).....	181
Figura 5.57: vista progettuale aerea del complesso ospedaliero (Fonte: Nightingale Associates).	185
Figura 5.58: entrata principale dell'ospedale per acuti (Fonte: Nightingale Associates).	187
Figura 5.59: atrio dell'ospedale per acuti (Fonte: Nightingale Associates).	188
Figura 5.60: ingresso principale dell'ospedale per bambini (Fonte: Nightingale Associates).	189
Figura 5.61: reception dell'ospedale per bambini (Fonte: Nightingale Associates).....	190
Figura 5.62: parco dell'ospedale per bambini (Fonte: Nightingale Associates).....	190
Figura 5.63: planimetria generale, sono indicate nei diversi colori le fasi realizzative. Fase 1/2 blocchi in grigio chiaro in basso; fase 3 blocco centrale; fase 4/5 blocco a destra; fase 6/7 blocco a sinistra. (Fonte: Baumschlager-Eberle Architekturbüro e FDA Architekten & Ingenieurs).....	193
Figura 5.64: pianta del pianterreno. (Fonte: Baumschlager-Eberle Architekturbüro e FDA Architekten & Ingenieurs).	197
Figura 5.65: pianta del primo piano. (Fonte: Baumschlager-Eberle Architekturbüro e FDA Architekten & Ingenieurs)	198
Figura 5.66: pianta del secondo piano. (Fonte: Baumschlager-Eberle Architekturbüro e FDA Architekten & Ingenieurs).....	200
Figura 5.67: render del Policlinico di san Donato (Fonte: studio Artec).....	203
Figura 5.68: ingresso dell'edificio preesistente (Fonte: L. Gargioni).	204
Figura 5.69: connessione blocchi B e C (Fonte: L. Gargioni).....	204
Figura 5.70: masterplan di progetto (Fonte: Artec).....	206

Figura 5.71: rampa di collegamento hall-accettazione (Fonte: studio Arteco).....	207
Figura 5.72: render hall di ingresso (Fonte: studio Arteco).	207
Figura 5.73: render degli ingressi del Policlinico (Fonte: studio Arteco).	207
Figura 5.74: Blocco B e connessione blocchi C e B (Fonte: L. Gargioni).....	209
Figura 5.75: nuovo ingresso principale (Fonte: L. Gargioni).....	211
Figura 5.76: fronte ovest del blocco C (Fonte: L. Gargioni).....	211

INDICE DEI GRAFICI

Grafico 1: diagramma dei tempi medi di obsolescenza di elementi e componenti tecnici dell'edilizia ospedaliera. Si noti la differenza di 50 anni tra gli elementi strutturali permanenti e quelli sostituibili. (Fonte: F.ROSSI PRODI, A. STOCCHETTI, op. cit., p.186.)46

Grafico 2: grafico rappresentante i tempi medi di obsolescenza di diversi reparti ospedalieri. Mentre le camere di degenza sembrano potersi confrontare con un orizzonte temporale di almeno un decennio, tutti gli ambiti funzionali connotati da una maggiore densità tecnologica, come ad esempio il gruppo operatorio, devono tenere conto di processi di evoluzione nelle tecniche sanitarie ed assistenziali talmente rapidi, da richiedere una frequenza molto più elevata di interventi di adeguamento edilizio o impiantistico.46

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Proprietà fisiche e meccaniche dei rivestimenti dei pannelli compositi metallici. (Fonte: ECCS Technical Committee 7 – Working Group 7.4 – Design and application of sandwich panels, Preliminary European Recommendation for Sandwich Panels. Part II Good Practice, 1991, p. 21.)93

Tabella 2 – Potere fonoisolante dei pannelli compositi metallici. (Fonte: ECCS Technical Committee 7 – Working Group 7.4 – Design and application of sandwich panels, Preliminary European Recommendation for Sandwich Panels. Part II Good Practice, 1991, p. 30).....94

Tabella 3 – Proprietà fisiche e meccaniche degli isolanti dei pannelli compositi metallici a 20°C. (Fonte: ECCS Technical Committee 7 – Working Group 7.4 – Design and application of sandwich panels, Preliminary European Recommendation for Sandwich Panels. Part II Good Practice, 1991, p. 22).94

Tabella 4a – Trasmissione termica dei pannelli sandwich in calcestruzzo posati in orizzontale. (Fonte: RDB, *Edifici prefabbricati. Guida alla progettazione architettonica*, 1990, p. 10).97

Tabella 4b – Trasmissione termica dei pannelli sandwich in calcestruzzo posati in verticale. (Fonte: RDB, *Edifici prefabbricati. Guida alla progettazione architettonica*, 1990, p. 7).....98

Tabella 5 – Proprietà meccaniche del GRC. (Fonte: Filippoti Giuseppe, Gagliani Mariangela, a cura di, *Manuale di progettazione con il Glass Fibre Reinforced Concrete*, Edit Faenza, Faenza, 1992, p. 91).101

Tabella 6 – Proprietà fisiche del GRC. (Fonte: Filippoti Giuseppe, Gagliani Mariangela, a cura di, *Manuale di progettazione con il Glass Fibre Reinforced Concrete*, Edit Faenza, Faenza, 1992, p. 93).102

Tabella 7 – Sollecitazioni tipiche di progetto usate per il GRC. (Fonte: Filipputi Giuseppe, Gagliani Mariangela, a cura di, <i>Manuale di progettazione con il Glass Fibre Reinforced Concrete</i> , Edit Faenza, Faenza, 1992, p. 92).....	103
Tabella 8 – Proprietà fisiche dei policarbonati rinforzati con fibre di vetro. (Fonte: documentazione GE Plastics.).....	104
Tabella 9 – Proprietà meccaniche dei policarbonati rinforzati con fibre di vetro. (Fonte: documentazione GE Plastics.).....	105

ABSTRACT

La tesi si propone di illustrare i vari passaggi nella storia che hanno portato alla definizione della flessibilità all'interno delle strutture sanitarie.

Un'analisi verrà fatta attraverso l'evoluzione della tipologia ospedaliera nel corso dei secoli, illustrando quali metodi sono stati i più efficaci per raggiungere lo scopo prefissato e indicando le soluzioni studiate in passato. Si passerà quindi dai primi ospedali a padiglioni fino ad illustrare il Metaprogetto Piano – Veronesi del 2000 che ha dato le indicazioni basilari su come poter progettare una struttura sanitaria flessibile e soprattutto a misura d'uomo.

Un ulteriore passaggio prevede lo studio di alcune strategie passate e dei primi ospedali flessibili della storia, attraverso le tecnologie e come può essere sviluppata la flessibilità ai giorni nostri nelle moderne strutture sanitarie.

Verranno poi illustrati i diversi livelli di flessibilità articolandoli in base a come possono essere identificati all'interno delle strutture sanitarie, anche indicando quali materiali possono essere utilizzati.

Infine verranno presi in considerazione 10 casi studio, 5 italiani e 5 europei che hanno nelle loro caratteristiche primarie la capacità di essere flessibili e di adattarsi all'evoluzione scientifica e architettonica e che saranno lo spunto per elaborare delle indicazioni progettuali di massima.

INTRODUZIONE

Fin da quando è stato proposto da Walter Gropius nel lontano 1924, il concetto di flessibilità ha suscitato nei vari maestri dell'architettura l'interrogativo su come potesse cambiare il loro modo di progettare. La flessibilità dapprima si diffuse soprattutto in ambito residenziale, ma pian piano con l'evoluzione delle diverse tipologie ha sparso i propri principi anche ad edifici di pubblico utilizzo. Il tema della flessibilità correlato con quello della trasformabilità riveste primaria importanza per gli edifici ospedalieri. Si può affermare infatti che la rapida evoluzione delle tecniche di diagnosi e cura e delle caratteristiche delle strumentazioni mediche e di laboratorio, fanno sì che un edificio ospedaliero sia destinato a subire continue modificazioni nel tempo, come fosse un cantiere sempre aperto, un'opera mai finita.

Questa tesi si propone di capire come il concetto di flessibilità si sia ampliato alle varie tipologie edilizie, in particolar modo alle strutture sanitarie. Sempre viste come enormi edifici asettici e luoghi di cura, le strutture sanitarie si sono tuttavia riscattate nel corso del tempo, a partire soprattutto dagli anni '60 in Inghilterra con diverse teorie progettuali applicate al campo edilizio.

Il rapporto di causa effetto che corre tra avanzamento scientifico – tecnologico ed evoluzione formale risulta evidente in questo genere di tipologie. Spazi molto articolati e vasti si sono tuttavia ristretti nel corso degli anni creando comunque differenti problemi nella realizzazione di tali tipologie. L'avanzamento delle tecnologie ha fatto sì che i progettisti ricorressero alla flessibilità come capacità dell'organismo edilizio di adeguarsi ai cambiamenti funzionali e organizzativi dovuti agli avanzamenti della scienza medica e della tecnologia.

Obiettivo della tesi è riuscire a capire come gli strumenti e le tecnologie abbiano fatto sì che oggi ci siano delle strutture sanitarie altamente tecnologiche e flessibili, in grado di potersi trasformare tramite ampliamenti (esterni ed interni) e ridistribuzioni interne con poche spese di realizzazione e di gestione, ma soprattutto con notevoli risparmi di tempo. Tutto questo è stato affrontato attraverso una ricerca bibliografica delle varie strategie e delle varie tecnologie proposte negli ultimi cinquanta anni, arrivando a capire

come le ultime realizzazioni siano in grado di stare al passo con le esigenze dell'evoluzione tecnologica e medica.

La divisione della tesi in due parti è stata pensata per differenziare i percorsi seguiti.

Un primo percorso prevede la ricerca bibliografica delle evoluzioni degli ospedali contemporanei, con la spiegazione delle prime strategie improntate all'utilizzo della flessibilità e con l'individuazione di approcci progettuali di recente data. Nel primo capitolo verrà analizzata la flessibilità in generale e come questa abbia cambiato il modo di progettare le strutture in architettura. Saranno quindi illustrate, nel secondo capitolo, le più importanti evoluzioni progettuali subite dagli ospedali nel corso degli anni fino alla proposta Piano – Veronesi. Nel terzo capitolo verranno prese in considerazione le strategie generali per ottenere la flessibilità applicata in campo sanitario e verranno illustrati i metodi inglesi degli anni '60 e '70, un breve excursus sugli ospedali degli anni '80 e '90 e come le nuove metodologie di cura abbiano cambiato le metodologie progettuali; infine come il Metaprogetto Piano – Veronesi del 2000 abbia creato un'importante suggerimento per la progettazione attuale in ambito sanitario.

La seconda parte si propone di individuare i livelli di flessibilità all'interno delle strutture sanitarie e di indicare quali tecnologie vengono applicate per raggiungere tali livelli. Verranno indicati i livelli di flessibilità e verrà fatta un'analisi di differenti tecnologie applicabili al campo planimetrico e funzionale, all'ambito strutturale e infine tecnologico e impiantistico. Questa sarà confrontata con una ulteriore ricerca di differenti casi studio di ospedali flessibili, italiani e europei. I diversi casi studio sono stati scelti in base ai loro livelli di flessibilità e sono di recente progettazione e realizzazione.

Le diverse strutture, a loro volta, saranno corredate da una matrice finale che indicherà tali livelli per ognuna.

Infine, facendo riferimento all'analisi dei casi e alle matrici, verranno proposte delle indicazioni progettuali suddivise in flessibilità funzionale/planimetrica, strutturale e tecnologica/impiantistica.

PARTE

I

CAPITOLO 1

FLESSIBILITA'

Cap. 1.1

FLESSIBILITA' IN EDILIZIA

Quando nel 1924 Walter Gropius affermava che «gli alloggi devono essere progettati in modo che le giustificate esigenze individuali derivanti dal numero di componenti della famiglia o dal tipo di professione del capo famiglia siano esaudite in modo attuabile e flessibile» i progettisti che in quegli anni si interrogavano su un futuro per l'architettura in grado di confrontarsi con le istanze dell'industria si ponevano un duplice obiettivo: innanzitutto dimostrare la necessità di un allontanamento dall'architettura del passato, sia per quanto riguarda gli aspetti linguistici sia per ciò che riguarda gli aspetti tipologici; in secondo luogo legittimare le tecniche di produzione di serie come ambito di riferimento privilegiato per una architettura rinnovata.¹

Tutto ciò si è poi riversato in diverse ideologie e interpretazioni che hanno portato all'affermazione delle tecniche di produzione industriali. Questa nuova architettura però non si doveva limitare e imporre alla sola residenza. Un vero rinnovamento doveva passare attraverso una riorganizzazione spaziale che doveva basarsi sulla capacità di rispondere e adattarsi a necessità sempre nuove e sempre in via di trasformazione. Il tema della flessibilità degli spazi, quindi, prende seriamente corpo negli anni venti con i grandi maestri dell'architettura. Questo diventa il nodo centrale del pensiero della nuova architettura e la consapevolezza che una soluzione adeguata a questo problema doveva essere ricercata in nuovi scenari progettuali e tecniche tracciate dalla produzione industriale che andava prendendo corpo proprio in quel periodo, entrando nel settore delle costruzioni.

Da qui parte quindi un'evoluzione nella ricerca di tecniche esecutive innovative con lo scopo di migliorare le prestazioni ormai obsolete dei progetti. Infatti, la ricerca della flessibilità ormai è capostipite nella realizzazione di opere dedicate al terziario con

¹ Walter Gropius, *Ein Versuchshaus des Bauhauses*, in *Bauhausbucher*, vol.3, Langen, Munchen, 1924 (trad. It. *Industria dell'abitazione*, in *Architettura integrata*, Il Saggiatore, Milano, 1963, pp.173-182).

committenti, sempre più attenti all'esigenza degli utenti e alle trasformazioni dei modi d'uso nel tempo, ma anche a possibili trasformazioni future. Sul piano teorico il tema della flessibilità oggi si trova in relazione con i concetti di complessità e sostenibilità, temi molto cari alla contemporaneità dell'architettura. La chiave di volta sta nel fatto che sarà possibile la riconfigurazione, nel tempo, degli ambienti in base alle esigenze d'uso senza dover procedere a rilevanti modifiche che impongono la dismissione dei materiali e componenti difficilmente riciclabili, molte volte prima della conclusione del loro ciclo di vita. La ricerca della flessibilità sta quindi nella ricerca di un'elevata variabilità d'uso degli spazi e della loro aggregazione nel tempo per garantire praticabilità sul piano economico e tecnologico.

Si possono quindi classificare delle soluzioni flessibili di tre tipi: aperte, molteplici e continue.

- Un edificio flessibile "aperto" avrà la possibilità di essere usato in contesti sociali ad alta variabilità. Non pone limitazioni al numero di utenti che ammette dato che non richiede procedure complesse per accedervi garantendo inoltre ampi e sfumati spazi di libertà nell'uso.
- Un edificio flessibile sarà "molteplice" nel momento in cui presenta la capacità di essere o diventare diverso in situazioni diverse.
- Infine un edificio flessibile è "continuo" nel momento in cui asseconda senza interruzioni il variare delle molteplici configurazioni.²

La flessibilità si basa anche sul concetto dell'adattabilità dello spazio. Realizzare un edificio flessibile significa assicurare in tempi diversi un'adeguata fruibilità dell'organismo edilizio, evitando distruzioni onerose e rifacimenti costruttivi per adattare il progetto a bisogni in parte diversi da quelli iniziali. Le scelte tecniche faranno da padrone in questo caso. Le stesse tecnologie costruttive, i componenti e le tecniche di assemblaggio devono essere fondate su una visione dell'edificio come sistema, in modo da garantire variazione nell'organizzazione degli ambienti, nella dotazione impiantistica e nell'ampliamento degli spazi, con operazioni di minimo impatto sull'assetto generale della costruzione e con costi contenuti.

² G. De Michelis, *Aperto, molteplici, continuo. Gli artefatti alla fine del Novecento*, Dunod-Mason, Milano, 1998.

Una delle intenzioni più espressive dell'operazione progettuale odierna è quella di assegnare all'edificio ideato un'intrinseca flessibilità.

Questa deve essere considerata come espressione tangibile di un carattere della nostra epoca, la mobilità, che ha assunto un valore emblematico. La ricerca di flessibilità quindi può essere considerata come un'istanza che dovrebbe sempre essere considerata nell'operazione progetto, non come finalità stessa dell'operazione, ma come dato di riferimento e controllo per ogni tipo di soluzione tecnica e formale.

Se si considerano le evoluzioni avute dagli edifici, si nota come la flessibilità si è concentrata soprattutto in proposte atte alla distribuzione e trasformazione mediante l'utilizzo di pareti e divisori mobili all'interno di un impianto strutturale autonomo.

Gli interventi nel corso degli anni hanno sviluppato però solo in parte le loro potenzialità di trasformazione limitate solo a piccoli interventi e operazioni in fase di appropriazione dello spazio. Riguardando oggi il concetto di flessibilità ci si orienta in una soluzione che prevede reali richieste di variabilità d'uso o nel tempo dettate dall'evoluzione della società e dai ritmi della convivenza del gruppo.

Si sono quindi perseguite due strade per rispondere maggiormente alle esigenze degli utenti. Una prima soluzione è definita "flessibilità progettuale" o iniziale, che consente soluzioni progettuali alternative alla distribuzione e uso, senza esaurirsi in una risposta univoca che coinvolge il solo livello della flessibilità interna. La "flessibilità progettuale" si può raggiungere in molteplici modi e gradi d'intensità in rapporto al contesto ed è necessariamente affiancata a una "flessibilità di programmazione", vale a dire dall'intenzione del progettista di mantenere costante nel tempo il soddisfacimento delle esigenze degli utenti.

La "flessibilità progettuale" consiste nell'adottare come riferimento il "modello dell'automobile", quindi assumere la strategia di moltiplicare le opzioni per cercare di rispondere alle diverse domande dell'utente. Differenti soluzioni progettuali sono messe a punto dall'ideatore del progetto in conformità a considerazioni personali su quali possono essere le esigenze dei fruitori o in relazione a risultati di ricerche di mercato e sociologiche, su quanto è maggiormente richiesto dagli utenti. Attraverso la "flessibilità progettuale" si evita il rischio di produrre un'unica configurazione di edifici ed eventualmente alloggi indicati dalle norme. Questa impostazione progettuale non determina un incremento dei costi di costruzione rispetto a interventi meno flessibili, a

condizione che vi si pervenga mediante un criterio progettuale che preveda l'impiego della standardizzazione e del coordinamento dimensionale.

Per esempio nel campo dell'edilizia residenziale, la flessibilità progettuale prevede anche l'interesse da parte dell'utente nella realizzazione degli alloggi e degli spazi. La loro partecipazione è espressa in maniera sperimentale.

Qualora non siano previste altre trasformazioni in tempi successivi, l'ambito della "flessibilità progettuale" si riduce al momento in cui viene costruito l'edificio.

La seconda proposta è la diramazione di altri tipi di flessibilità: la flessibilità d'uso e la flessibilità nel tempo.

La prima prevede una variazione nella modalità di sfruttamento degli spazi in base alle esigenze del fruitore stesso.

La seconda invece prevede una sorta di aggiornamento in base all'evoluzione delle tecnologie e delle risorse economiche.

La flessibilità d'uso inoltre è da mettere in relazione con la durata della fruizione. A seconda della necessità di flessibilità è possibile distinguere:

- Cicli quotidiani di variazione che si manifestano relazionando temporaneamente unità spaziali contigue. Grazie ad un'adeguata progettazione si possono variare i gradi di comunicazione tra gli ambienti nell'arco della giornata abolendo l'identificazione di uno spazio con una singola funzione.
- Cicli medi di variazione che derivano da nuovi bisogni derivati da un cambiamento dei modelli d'uso dello spazio.
- Cicli lunghi di variazione che impongono espansione dovuta a cambiamenti nel nucleo dell'utenza.

Il raggiungimento di questo tipo di flessibilità implica la capacità del progetto di consentire variazioni nella collocazione delle pareti divisorie interne e nei casi più complessi delle facciate.

La flessibilità nel tempo da una parte implica l'estensione del principio di coordinamento dimensionale e della standardizzazione dell'organismo edilizio, dall'altra esige attenzione per le caratteristiche dell'attrezzatura impiantistica, che progettata opportunamente permette la variazione dei punti di utilizzo degli impianti nel tempo.

Non esiste però una scissione di fatto dei due tipi di flessibilità; molti aspetti che si possono osservare in rapporto all'opportunità di un uso differente dei diversi spazi (flessibilità d'uso), sono validi anche per l'introduzione della dimensione temporale nella fruibilità dello spazio (flessibilità nel tempo). La conseguenza progettuale della flessibilità d'uso di un edificio è la possibilità di avere in un certo spazio le condizioni necessarie per un corretto svolgimento di attività nuove o rinnovate per tipo o nucleo di utenza, per attrezzature o per altri motivi.

La predisposizione di una certa flessibilità d'uso e nel tempo deve tenere conto delle implicazioni che essa comporta in relazione alle diverse correlazioni spaziali che porta con sé e alle esigenze di privacy che possono sopraggiungere. È necessario tenere presente, variando la struttura di partenza, la necessità di garantire i corretti rapporti aeroilluminanti, la sicurezza antincendio e le esigenze che derivano dal benessere relative alle condizioni acustiche, termoigrometriche, di visione esterna, che il mutamento d'uso dell'edificio o di una parte di esso comportano.

Gli orientamenti progettuali possibili per la flessibilità d'uso e nel tempo sono sostanzialmente due e non necessariamente sono alternativi tra loro.

La prima tendenza coinvolge l'ambito spaziale fondandosi sulla ricerca di soluzioni tipologiche che consentano nuove attività all'interno di uno spazio, con forme e dimensioni che si mantengono immutate nel tempo.

La seconda tendenza invece coinvolge l'ambito più propriamente tecnologico e consente di realizzare una ridistribuzione dello spazio radicalmente diversa da quella iniziale. In rapporto al grado d'intensità delle trasformazioni funzionali variano i tempi di adeguamento della dimensione e dell'organizzazione degli spazi.

La flessibilità d'uso a superficie costante implica un valore di superficie tale che in condizioni di massima e minima occupabilità non vi siano problemi alle aree funzionali. Per ovviare al problema si tenderà dunque a realizzare spazi più prossimi ai valori corrispondenti all'indice di massima occupabilità.

Bisogna inoltre considerare un altro fattore: la predisposizione di una serie di spazi polivalenti. Questi affinché contribuiscano in modo efficace alla flessibilità dello spazio, devono essere strutturati in modo tale da consentire allo stesso tempo la separazione di spazi adiacenti per garantire le singole attività ma anche la possibilità di partecipare alla globalità delle attività attraverso l'inserimento di un ulteriore spazio.

Si tenderà dunque all'abolizione delle rigide suddivisioni tra gli ambienti, che porteranno poi a una possibile trasformazione in rapporto a esigenze e bisogni futuri. Verranno dunque identificati degli spazi privati all'interno di spazi collettivi, attraverso l'utilizzo di schermi o parti mobili, in modo tale che gli spazi singoli e quelli collettivi possano essere relazionati tra loro. Si avrà allora una redistribuzione degli spazi stessi che può anche variare nel corso della giornata. All'occorrenza si potranno creare degli spazi che possono dare più autonomia all'utente stesso, rimanendo comunque collegato con lo spazio comune; la creazione però di questi spazi trasformabili impone una corretta progettazione del connettivo di distribuzione dell'edificio. Tutto questo viene fatto in modo tale da garantire un'eventuale frazionabilità o ampliamento con un ulteriore spazio. La tendenza sarà poi quella di operare sugli spazi ricavati attraverso l'utilizzo d'impianti e sulla loro distribuzione.

La flessibilità nel tempo, oltre che all'interno di una medesima superficie, può essere ottenuta anche con un incremento dell'area nei limiti però di un volume costante. Anche qui lo studio degli incrementi andrà fatto in fase di progettazione. Si tende in questi casi alla creazione di logge o soppalchi leggeri tali da non gravare sulle strutture. La flessibilità nel tempo inoltre può anche prevedere un incremento del volume dell'edificio. In questo caso si tende alla realizzazione di strutture entro limiti fissati attraverso ampliamenti di volume e aggiunte effettuate con materiali molto leggeri.

Anche in edifici multipiano si può applicare lo stesso principio, addizionando volumi alla struttura originaria. Sono prevedibili piccoli volumi agganciati alla facciata oppure ai piani di copertura, o altrimenti si possono appoggiare come fossero su mensole per non gravare sulla struttura. La principale difficoltà però sta nell'immagine complessiva dell'edificio multipiano. Quest'addizione può essere mantenuta se il progetto iniziale individua degli elementi compositivi molto forti che governano l'immagine della costruzione al di là delle possibilità di variazione dell'involucro concesse dal progetto, e delle regole chiare per la gestione degli interventi nel tempo.

Cap. 1.2

UTENZE CHE RICHIEDONO MAGGIORE FLESSIBILITA'

Progettare in maniera flessibile significa trarre dei vantaggi anche a livello di costi e impatto ambientale. Si può pertanto utilizzare un approccio nella progettazione che segue i principi dello “sviluppo sostenibile” e cioè utilizzando:

- RISORSE RINNOVABILI, in maniera tale da essere in sintonia con la loro rigenerazione (acqua, legna, foreste, ecc.);
- RISORSE NON RINNOVABILI, con un ritmo di sfruttamento che consenta la scoperta di nuove sostanze sostenibili (combustibili fossili, minerali, ecc.);

e riducendo:

- RIFIUTI ED EMISSIONI di inquinanti in quantitativi tali da poter essere assorbiti dall'ambiente.

In tema di impatto sull'ambiente un edificio flessibile permette la riduzione dell'utilizzo delle energie e dei rifiuti. Una nuova realizzazione crea infatti più rifiuti rispetto una “riciclata” e flessibile. È noto come negli ultimi anni i livelli di energia e rifiuti derivanti dalle nuove costruzioni siano notevolmente aumentati. Un edificio flessibile non comporta la totale distruzione dello stesso, ma solo degli ampliamenti, che possono anche essere esterni ma che non creano quantità spropositate di macerie.

Analizzando il **Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412** (Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia), l'articolo n°3 classifica i vari edifici in base alla loro destinazione d'uso. Questa classificazione può essere quindi utile per capire le utenze che richiedono una maggiore flessibilità. In questi casi la stessa flessibilità sarà da correlare agli impatti ambientali che gli edifici comportano, oltre che alle spese di costruzione, gestione e manutenzione degli stessi.

Art. 3. Classificazione generale degli edifici per categorie.

1. Gli edifici sono classificati in base alla loro destinazione d'uso nelle seguenti categorie:

E.1 Edifici adibiti a residenza e assimilabili:

E.1 (1) abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme;

E.1 (2) abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili;

E.1 (3) edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;

E.2 *Edifici adibiti a uffici e assimilabili:* pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorparabili agli effetti dell'isolamento termico;

E.3 *Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili* ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici;

E.4 *Edifici adibiti ad attività ricreative o di culto e assimilabili:*

E.4 (1) quali cinema e teatri, sale di riunioni per congressi;

E.4 (2) quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto;

E.4 (3) quali bar, ristoranti, sale da ballo;

E.5 *Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili:* quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni;

E.6 *Edifici adibiti ad attività sportive:*

E.6 (1) piscine, saune e assimilabili;

E.6 (2) palestre e assimilabili;

E.6 (3) servizi di supporto alle attività sportive;

E.7 *Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili;*

E.8 *Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili.*

2. Qualora un edificio sia costituito da parti individuali come appartenenti a categorie diverse, le stesse devono essere considerate separatamente e cioè ciascuna nella categoria che le compete.

In base a questa classificazione quindi si cercherà di stabilire quali edifici siano maggiormente flessibili.

Per quanto riguarda le residenze il discorso si preclude solo all'utilizzo di accorgimenti nella suddivisione degli spazi interni o nella distribuzione degli ambienti domestici; invece per realizzazioni dedicate all'industria come i capannoni e per gli edifici a scopi sanitari o per il terziario, è richiesta maggior attenzione.

Questi ambienti infatti sono solitamente di notevoli dimensioni e un loro utilizzo o una loro modifica interna sarà meno dispendiosa che una loro ricostruzione totale. I grandi capannoni destinati alle industrie possono avere al loro interno una suddivisione tale da permettere diverse destinazioni d'uso che possono variare negli anni, anche grazie alle loro strutture a grandi luci. Le stesse espansioni spaziali richiederanno nella maggior parte dei casi l'utilizzo di strutture prefabbricate e facilmente smontabili e di non onerosa manutenzione e costi di gestione o smaltimento.

Gli edifici destinati ad uffici possono essere suddivisi facilmente con piccoli accorgimenti interni e con l'utilizzo di materiali riciclabili, anch'essi facilmente montabili. Gli stessi impianti tecnici all'interno di tali ambienti non verranno modificati eccessivamente se progettati in maniera corretta.

Per quanto riguarda le strutture sanitarie il discorso è più complesso in quanto la flessibilità rivestirà più campi e non soltanto quello della flessibilità interna. Ci saranno dunque anche valutazioni da fare sull'edificio stesso e sul suo intorno.

L'utilizzo inoltre di strutture così grandi ma facilmente flessibili garantisce risparmi anche a livello di costi di costruzione e di gestione. Nella maggior parte dei casi infatti si tende ad utilizzare strutture modulari e prefabbricate. Questo tipo di soluzione permette una realizzazione in serie degli elementi e costi relativamente bassi rispetto a realizzazioni non a secco o prefabbricate.

CAPITOLO 2

FLESSIBILITA' NEGLI OSPEDALI

Cap. 2.1

EVOLUZIONE DELLE TIPOLOGIE EDILIZIE SANITARIE

2.1.1 _ L'ospedale a padiglioni

Un primo riferimento per la descrizione dei vari organismi ospedalieri succeduti in epoca moderna è l'Ospedale a padiglioni, nato alla fine del '700, i cui principi formatori sono stati applicati seppur con qualche modifica fino alla metà del nostro secolo. In questo tipo di ospedale l'articolazione planivolumetrica risponde ai requisiti di salubrità e igienicità degli spazi per le degenze e per le cure dei malati; di conseguenza nasce nelle aree disponibili, la realizzazione dei vari corpi di fabbrica, i Padiglioni appunto, con grandi spazi verdi e con una grande concentrazione dei servizi generali.

Il padiglione prevede quindi tutto il necessario per le cure del malato e le degenze; attenzione particolare viene rivolta all'organizzazione delle corsie, con una dimensione di circa 30 letti ognuna e con servizi igienici per gli stessi malati. Il progettista pone dunque grandissima attenzione al soddisfacimento dei requisiti inerenti al comfort ambientale, con riferimento alla ventilazione e illuminazione naturale, nonché all'orientamento dei corpi di fabbrica.

I vari padiglioni sono aggregati in maniera "lineare", a "T" o "H", o circolare con sistemi di percorso a pettine, semplice o doppio. Gli edifici presentano modeste altezze, di solito 2-3 piani, intervallati da ampi spazi aperti di frequente a corte.

Progressivamente l'articolazione funzionale dell'ospedale si fa più complessa: i reparti specializzati come le sale operatorie, i laboratori di analisi o i reparti di isolamento, si rendono autonomi dalla struttura ripetitiva a padiglioni. Un'altra tendenza evolutiva è quella che vede la formazione di padiglioni specializzati per tipo di malattie e cure, che si distacca dal modello originario fino all'arrivo d'interi strutture ospedaliere di tipo specialistico. Le corsie si articolano in camere pluriletto fino a prevedere camere singole per particolari esigenze. Il difetto principale però dell'ospedale a padiglioni è la sua configurazione diffusa rispetto all'area: ciò comporta grande occupazione del suolo

rispetto alle cubature edificate, maggiori costi di costruzione e gestione, disagi a pazienti e addetti a causa della lunghezza dei percorsi.

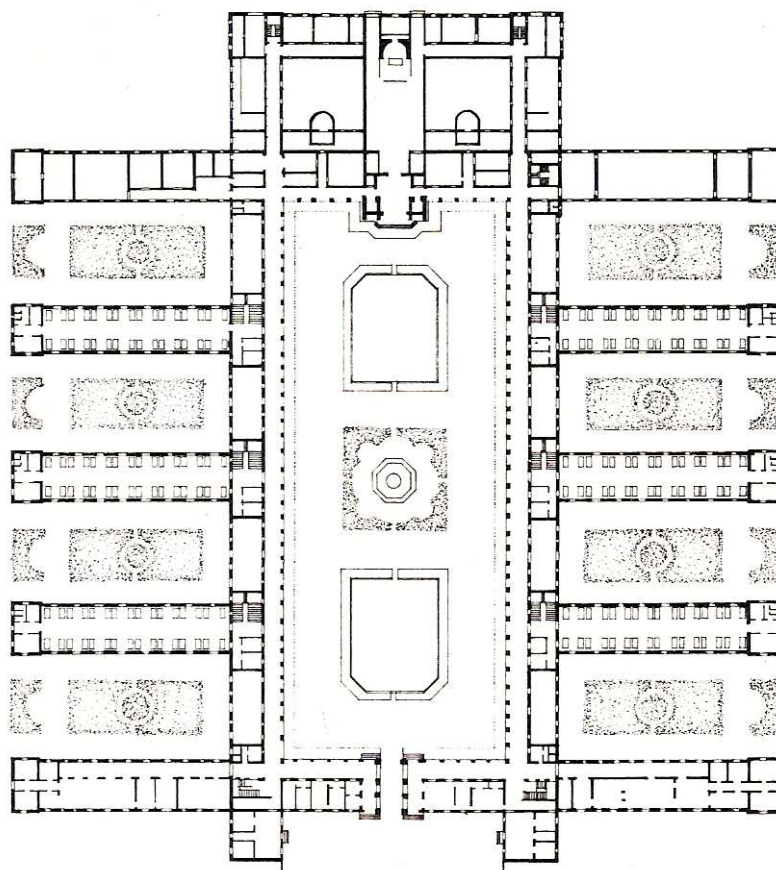


Figura 2.1 – Ospedale Laribosière – Parigi 1839 (Fonte: Rossi Prodi F., Stocchetti A., *L'architettura dell'ospedale*, Alinea Editrice, Firenze 1992).

2.1.2 _ *L'ospedale Monoblocco*

Si arriva così agli anni 20 negli USA, dove nascono i primi ospedali a Monoblocco, in cui le attività di degenza, diagnosi, cura e gestione-amministrazione sono collocate in edifici pluripiano, dotati di notevole consistenza volumetrica rispetto all'area edificabile. Nel piano tipo dell'edificio sono ospitate le degenze e i relativi servizi di diagnosi e cura.

Questa nuova tipizzazione prevede dunque un'utilizzazione ottimale delle aree urbane in termini di massima edificazione, il contenimento dei costi di costruzione e gestione, la riduzione della lunghezza dei percorsi di pazienti e addetti.

Inoltre un passo avanti rispetto alle precedenti realizzazioni a Padiglioni è dovuto alla possibilità di controllare artificialmente le condizioni ambientali degli spazi interni dell'ospedale, l'adozione di procedimenti costruttivi particolarmente idonei alla costruzione di edifici di notevole altezza, con strutture portanti in acciaio e l'efficienza dei sistemi di movimentazione meccanica verticale di uomini e cose. Entrando nel particolare si riducono i posti letto nelle corsie, fino a impiegare camere a uno - due letti, si potenziano le attività di assistenza medica, sulla base delle accresciute possibilità date dagli strumenti di diagnosi e cura nonché dal potenziamento delle analisi svolte in laboratorio.

L'articolazione complessiva dell'ospedale a Monoblocco si riferisce a forme planimetriche a "T", a "U" o doppio "T"; i corpi di fabbrica sono articolati in fasce funzionali distinte e sono classificabili come corpi multipli (in Italia sono tripli, negli USA sono quintupli)³; l'altezza degli edifici invece oscilla tra i 12 e 30 piani, per gli Stati Uniti ci si orienta verso le maggiori, per l'Europa verso le minori. In Italia la normativa impone il rispetto di un massimo di 7 piani di altezza.

Questo tipo di ospedale nato come "fabbrica della salute", dimostrandosi comunque efficiente, almeno fino a una dimensione di 400-500 posti letto, comporta tuttavia una trasformazione profonda nel rapporto medico/paziente, nel senso di una progressiva estraneità dell'uno rispetto all'altro e di una conseguente meccanicità nella prassi operativa quotidiana.

2.1.3 _ L'ospedale Poliblocco

Una variante significativa dell'ospedale a Monoblocco è quello a Poliblocco, interessante per lo sviluppo del tipo edilizio in Italia. Esso è costituito da un numero limitato di edifici collegati tra loro che hanno un'altezza di 5-7 piani; in ogni edificio si collocano le degenze e gli spazi di cura e servizi. Tale soluzione si presenta utile per e obbligata per ospedali di grandi dimensioni e si colloca a metà fra l'ospedale a Padiglioni e quello a Monoblocco, in quanto crea la possibilità di recuperare rapporto

³ Sono edifici caratterizzati da tre fasce di ambienti intervallati da un doppio percorso di distribuzione orizzontale. La spina centrale priva di illuminazione naturale viene favorevolmente adibita a locali di deposito e di servizio, collocando le camere di degenza e in generale i locali necessitanti di illuminazione sul perimetro.

tra edificato e spazi esterni aperti. In quest'ambito si possono collocare anche gli ospedali detti a Raggiera, caratterizzati da una speciale disposizione polarizzata dei corpi edilizi rispetto al baricentro del modello e da un accentuato controllo sulla rete dei percorsi che collegano le diverse parti.

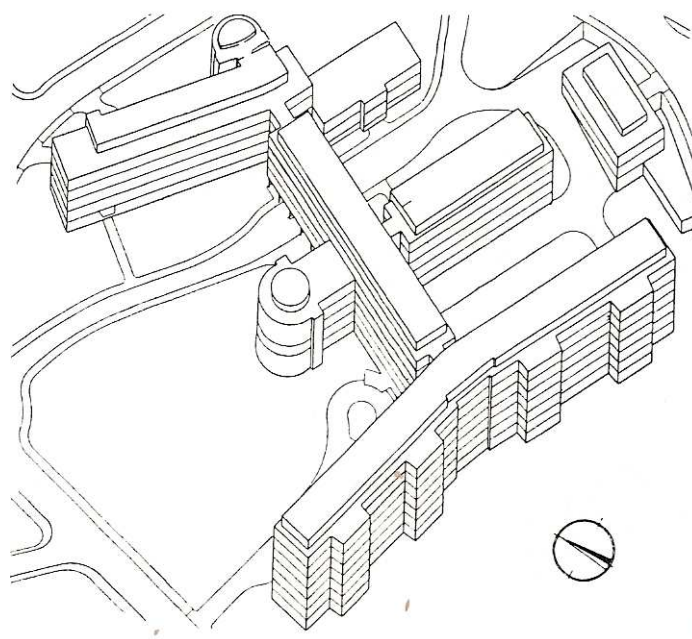


Figura 2.2 – Ospedale Cantonale e Universitario di Ginevra, Svizzera: assonometria. (Fonte: Rossi Prodi F., Stocchetti A., *L'architettura dell'ospedale*, Alinea Editrice, Firenze 1992).

Negli anni 40-50 si passa all'ospedale Piastra-Torre, dove la zona delle degenze viene collocata nella parte dell'organismo a forte sviluppo verticale, mentre gli spazi destinati a cure e servizi occupano la parte basamentale, la piastra, dell'intera struttura ospedaliera. Il modello presenta quindi grande qualità organizzativa in quanto concentra la complessità delle operazioni e relazioni funzionali nella parte bassa, dotandola di maggiori impianti, mentre sviluppa in altezza la parte con attività più ripetitive e con minore impegno.

Il tipo ospedale ha subito quindi nel corso degli anni diverse evoluzioni che possono essere enucleate in maniera schematica, soprattutto per quanto riguarda le ultime evoluzioni.

Si possono dunque distinguere tre tipi o opzioni progettuali che sono state identificate nel corso degli anni e sono:

- 1- L'opzione megastrutturale, per la quale l'ospedale può assumere differenti configurazioni in quanto altamente complesso, nell'ambito di una particolare struttura di relazione tra le parti. Tale struttura è completamente metaprogettuale e tuttavia si può associare a numerose alternative contestualizzate nelle fasi di progetto e costruzione. Gli edifici ospedalieri scontano un principio d'indeterminatezza per quanto riguarda il rapporto tra programmazione e realizzazione costruttiva; essi sono definibili come edifici multi - strategia nel senso che permettono un'ampia gamma di soluzioni e configurazioni finali, dotate a loro volta di flessibilità ed elasticità. Il processo edilizio quindi si estende fino alla fase di gestione oltre che alla programmazione degli interventi e alla loro utilizzazione.
- 2- La modellizzazione del processo progettuale, che porta alle configurazioni finali degli organismi ospedalieri: in questo caso si collocano numerosi casi di "sistemi" realizzativi e progettuali derivati dalle esperienze inglesi degli anni 60-70. Si tratta di opere complesse realizzate attraverso modelli aggregativi basati sull'identificazione di "Unità funzionali elementari" e sulla loro relazione plano-altimetrica. Procedure di progettazione integrata che danno origine a procedimenti costruttivi correlati all'uso di tecnologie precise e per i quali i singoli interventi assumono la veste di sperimentazioni di un apparato concettuale e operativo di tipo generale. I sistemi inglesi Harness, Nucleus e Oxford sono i più noti. In questa modellizzazione è rilevante il fatto che le parti che costituiscono l'organismo architettonico devono interagire; tali regole assumono a volte il senso di "Invarianti strutturali" che caratterizzano in modo univoco una precisa configurazione finale (ad esempio la "hospital street" intesa come linea strutturante il modello organizzativo dell'ospedale).
- 3- Lo studio della similitudine con la città; dove l'ospedale per integrarsi con essa, pur mantenendo una sua natura, tende a inglobare alcune attività prettamente urbane: la residenza, il commercio, la direzionalità. In tale ambito si collocano gli ospedali ad Atrio e a Galleria. La struttura ospedaliera si arricchisce così di

spazi semipubblici (piazza o centro commerciale) che sono usufruibili da pazienti, addetti, visitatori e pubblico.

In questo modo la vita dei degenti e degli addetti ma anche di chi utilizza l'ospedale solo per le attività diagnostiche, terapeutiche e riabilitative di breve durata o programmate, può svolgersi in un'atmosfera meno emarginata rispetto a un contesto sociale più ampio.

Tutte queste esperienze con l'aggiunta degli ospedali a banchina e a Nuclei, si collocano in una tendenza realizzativa che prevede edifici a bassa altezza integrati con la città, nei quali l'aspetto alberghiero/ricettivo e quello direzionale/terziario tendono sempre più a omologarsi con strutture esterne al mondo della sanità, certe volte portandosi fuori dell'ospedale stesso.

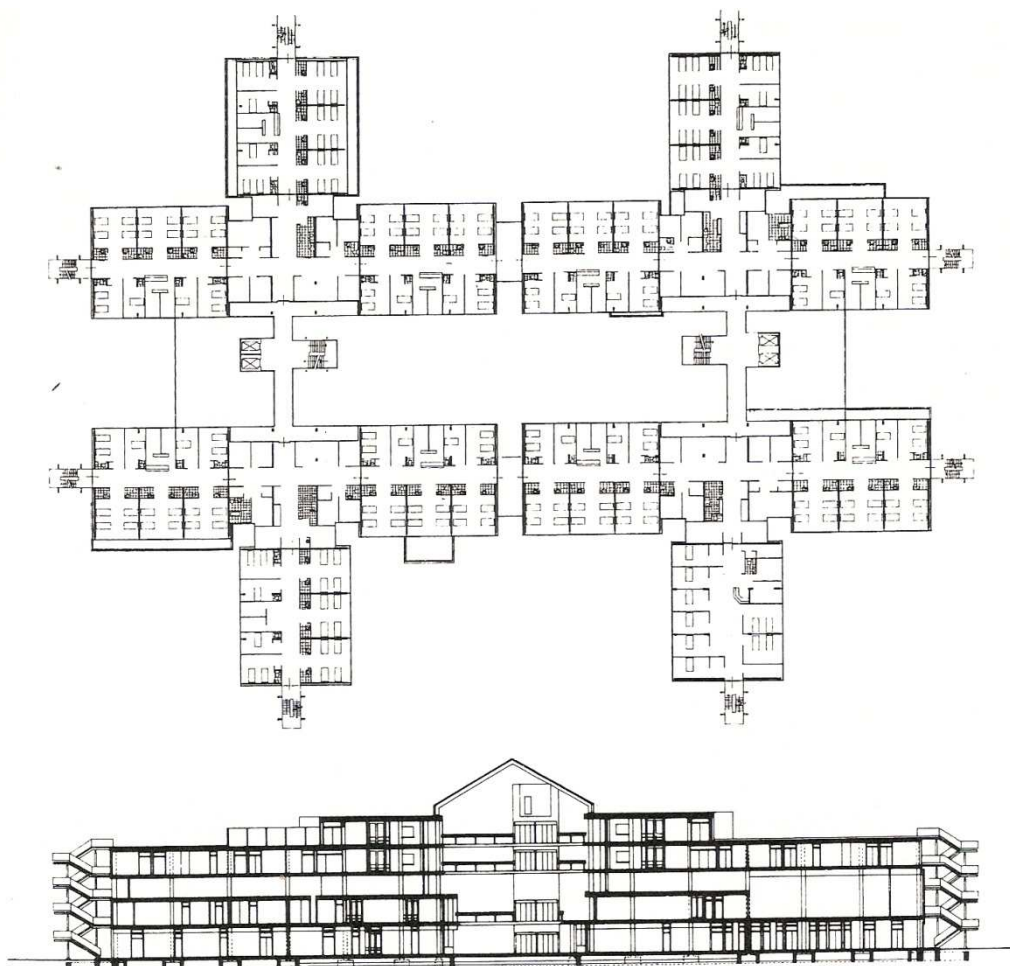


Figura 2.3 – Ospedale Waterland di Purmeerend: pianta piano tipo degenze e sezione. (Fonte: Rossi Prodi F., Stocchetti A., *L'architettura dell'ospedale*, Alinea Editrice, Firenze 1992).

La tendenza odierna dunque è quella di ridurre gli spazi destinati a degenze con il parallelo ampliamento di prestazioni di tipo terapeutico e riabilitativo posti all'esterno dell'organismo ospedaliero. Le degenze vengono qualificate in senso trasversale rispetto a reparti e divisioni, in modo da renderne più flessibile ed economico l'impiego. I servizi diagnostici e terapeutici vengono svolti in regime di day-hospital, così come i servizi generali vengono portati all'esterno grazie a operatori specializzati (lavanderie, cucine e contabilità per esempio).

I blocchi operatori agiranno in regime di ospedalizzazione diurna e le tecnologie mediche saranno potenziate grazie anche al settore informatico, in modo da capillarizzare il servizio sanitario sul territorio ma anche per rendere "intelligente" l'edificio-ospedale.

Queste scelte implicano dunque nella progettazione una ridefinizione degli standard dimensionali e funzionali dovute al rapporto tra attività di diagnosi/terapia/riabilitazione, una definizione e diretto rapporto tra articolazione funzionale dei diversi moduli attività e aggregazione dei medesimi in griglie strutturali piano-altimetriche e gestionali, una integrazione edificio - impianti con riferimento al campo informatico, energetico e della sicurezza, infine flessibilità d'uso e di progetto degli spazi elementari e aggregati.

2.1.4 _ La ricerca di tipologie dedicate alla salute dell'uomo

Da queste regole sono poi tratti spunti per la realizzazione degli ospedali contemporanei oltre che dal senso di confine e confinamento che essi suggerivano. È così che oggi la tendenza è quella di avvicinarsi sempre più a trasformazioni che interessano soprattutto gli spazi per lo svolgimento delle funzioni umane. Queste riflessioni portano alla creazione di ambienti che passano da una ristrettezza dell'immaginario comune a un edificio capace di modificare la sua spazialità, intervenendo per esempio nelle sale d'attesa o su quel senso di chiusura verso l'esterno attraverso soluzioni ibride dove per esempio gli spazi pubblici dell'ospedale vengono movimentati da servizi supplementari come quelli presenti negli shopping-mall americani.

Si tende quindi alla ricerca di ospedali shopping-mall come già nacquero in America negli anni 60-70. Questi oltre alle zone pubbliche di attraversamento si presentano come centri commerciali che offrono differenti servizi. In più si possono trovare anche

ambulatori medici capaci di integrare problemi di salute al quotidiano. Si crea perciò un passaggio meno traumatico dalla città all'interno dell'ospedale stesso attraverso una sorta di sospensione a livello percettivo per ingannare l'attesa o la preoccupazione per un parente malato.

Il problema dell'ospedale in questi ultimi anni è dunque la ricerca del benessere psicofisico del paziente attraverso spazi interni dell'ospedale nei quali il paziente stesso possa trovare la propria individualità per provare conforto. Il progettista deve quindi cercare di creare una continuità tra gli spazi esterni e quelli interni dell'ospedale, deve creare una mediazione tra città e ospedale per non arrecare traumi al paziente in arrivo alla struttura.

Ad esempio si possono creare spazi interni che portano al raccoglimento e spazi esterni che tendono al raggruppamento di molte persone in modo da alleggerire quel senso d'isolamento che si trova molto spesso all'interno dell'ospedale stesso. Così facendo si crea una continuità con il normale flusso di vita cittadino. Vengono quindi prese in esame quelle zone che fungono da collante esterno - interno come le hall d'ingresso e le zone d'attesa e di ritrovo. La stessa cosa vale anche per gli spazi pubblici che devono essere creati in maniera più fluida possibile, poco pressante, e che faccia percepire un sistema di accoglienza all'interno dell'ospedale.

Questa tendenza come accennato prima fa riferimento alle strutture create negli Stati Uniti; strutture miste a metà tra ospedale e centro acquisti. Queste strutture sono nate dalla concorrenza tra ospedali pubblici e privati. Si è cominciato a un certo punto a pensare a luoghi più accoglienti per pazienti e per il personale e quindi si è cominciato a progettare gli ospedali come degli shopping mall (centri commerciali americani). L'idea fu quella di creare posti dove non ci si sente intrappolati all'interno. Ecco perché si pensò ai malls, posti frenetici capaci di ingannare l'attesa. Il paziente quindi si ritrova a mantenere un contatto con l'esterno nel suo immaginario, anche perché lo sviluppo di questi luoghi porta alla creazione di parti pubbliche tendenzialmente ambulatoriali o di emergenza con una capacità d'impianti e attrezzature per effettuare piccoli interventi anche di un solo giorno.

L'ospedale diventa uno spazio dove si entra e si esce con facilità così come lo shopping mall. Si tratta quindi di ospedali/shopping mall, dove il paziente può soddisfare tutti i

propri bisogni. Questa soluzione porta quindi alla creazione di luoghi, dove il paziente si sente a proprio agio senza paura della malattia.

Un'altra tendenza è quella di creare ospedali come fossero aeroporti e quindi solo di passaggio attraverso la rottura della fissità d'immagine che gli stessi ospedali portano con sé. Si rompe dunque la chiusura strutturale a favore di una praticità di contenuti, sollievo dell'impatto visivo e miglioramento delle prestazioni. Il fine è quello di creare indipendenza fisica dal luogo proprio come succede in aeroporto ma considerando comunque la complessa fisicità dell'ospedale stesso (una struttura ospedaliera presenta molte più funzioni di un aeroporto).

Oggi è difficile fissare principi concettuali per la creazione di un ospedale a causa del tempo e dei cambiamenti molto rapidi che si hanno in esso.

Si creano pertanto degli ospedali capaci di trasformare i propri luoghi in maniera flessibile per agevolare la necessità della cura; attraverso questo espediente si rompe quindi la fissità d'immagine e tristezza che si ha del luogo. Si tratta d'ipotesi abitative, di valutazione di alcuni aspetti progettuali per raggiungere maggior confidenza visiva al suo interno, di mediazione con il resto della città e di praticità d'uso. L'architettura serve dunque per accompagnare il paziente nel suo percorso all'interno dell'ospedale in maniera più serena possibile.

Il dibattito sulla progettazione ospedaliera rimane comunque aperto, per via dell'estetica esterna ma anche e soprattutto per l'organizzazione interna, che è in continua elaborazione ed evoluzione in funzione alla necessità della cura e dei progressi in campo medico. Il problema che si pone è quello di realizzare delle strutture che siano al passo con le evoluzioni mediche molto rapide. Non si possono prevedere queste evoluzioni e farle coincidere con la progettazione che in questi casi impiega una decina d'anni per la realizzazione. Le domande che si pongono dunque sono inerenti alla relazione tra la progettazione e l'evoluzione delle tecniche ospedaliere. La discussione quindi verte sulla fase di programmazione dei progetti stessi. Il progettista si ritrova a creare dei luoghi che non dovranno rispondere più a un programma funzionale ma coinvolgere diversi punti, dall'immagine esterna all'organizzazione interna. Dovrà occuparsi dell'interpretare qualcosa che mostra nuove espressività, data la rigidità che hanno molte realizzazioni in ambito sanitario.

2.1.5 _ *L'ospedale contemporaneo*

L'evoluzione molto rapida delle tecnologie ospedaliere ha fatto sì che gli ospedali costruiti negli anni 60-70 abbiano subito una pesante obsolescenza, così come quelli degli anni 80 una notevole ristrutturazione, mentre quelli degli anni 90 non sono riusciti a tenere il passo delle nuove tecniche di day hospital e day surgery.

La tendenza attuale consiste nel risistemare gli spazi interni dei volumi esistenti con una doppia azione: potenziamento e ingrandimento degli spazi tecnici e impiantistici e rifacimento completo delle camere. L'umanizzazione degli ospedali porta quindi a un ingrandimento delle camere, a una riduzione delle stesche e all'utilizzo di tecnologie più avanzate e arredamenti meno freddi e più personalizzati. L'ospedale diventa perciò uno spazio completamente atomizzato, diviso in diverse parti. La committenza deve quindi preoccuparsi di una complessità del programma, dove la prassi medica, le tecniche e il comportamento sono in continua evoluzione. La stessa organizzazione medica richiede una maggior frammentazione degli spazi, gli uni isolati dagli altri, ma con una sola gestione. Questi luoghi così separati poi dovranno offrire la più grande flessibilità possibile nel tempo per adattarsi ai progressi della medicina e delle tecnologie medicali, mentre le reti impiantistiche sfrutteranno tutto lo spazio possibile. S'interverrà infine sull'accoglienza e sulla camera di degenza che sarà sempre più vicina a una camera di albergo.

In Italia il parco edilizio ospedaliero⁴ presenta delle strutture obsolete in elevato numero. Queste strutture sono tipologicamente e tecnologicamente inadeguate per soddisfare le esigenze attuali dell'utenza in termini di funzionalità, comfort e sicurezza. Oltre a questo fenomeno va aggiunta la presenza di diverse strutture sanitarie ultimate da anni ma mai entrate in funzione. Sono poli ospedalieri che hanno visto un rapido invecchiamento con caratteristiche ormai non compatibili con lo standard odierno e che pongono problemi di reimpiego. Si è cercato dunque di formulare delle strategie in merito e interventi al fine di raggiungere due obiettivi primari:

- 1- Garantire prestazioni sanitarie adeguate sotto il profilo medico-clinico, in strutture che garantiscono livelli di prestazioni alberghiere.

⁴ Cfr. U. Veronesi, *Relazione sullo stato sanitario del Paese*, 3 luglio 2000.

2- Riquilificare funzionalmente un patrimonio edilizio vasto e diffuso perseguendo strategie di elevata qualità edilizia.

Queste due scelte si confronteranno con la difficoltà di formulare ipotesi progettuali puntuali capaci di raffrontarsi con i singoli contesti ambientali e singoli presidi ospedalieri, inoltre devono tener conto dei vincoli di natura economica e funzionale.

Diversi contributi⁵ sul dibattito circa la creazione di presidi ospedalieri prevedono la realizzazione in zone periferiche dei centri abitati. Questa localizzazione:

- garantisce una disponibilità di superfici territoriali sufficientemente ampie rispetto alle necessità implicite di un modello tipologico a bassa densità edilizia, con corpi bassi e basso impatto ambientale immerso in aree verdi e con ampie superfici destinate ai parcheggi;
- consente l'inserimento in un contesto urbano generalmente non condizionato da problemi di congestionamento del traffico (con conseguente inquinamento acustico e ambientale);
- offre la possibilità di valorizzare le aree periferiche dal punto di vista urbanistico e funzionale, tanto più significativa quanto maggiore sarà l'integrazione della struttura ospedaliera con funzioni aperte ad una fruizione sociale ampia e articolata.⁶

Un simile modello ospedaliero risulterà di più facile realizzazione qualora il progetto sia un nuovo complesso completamente autonomo, procedendo alla dismissione completa di quello esistente.

L'effettiva realizzabilità su ampia scala di questa strategia progettuale sarà necessariamente condizionata dalla permanenza di forti vincoli realizzativi direttamente connessi al reperimento di finanziamenti adeguati. La strada quindi seguita nella maggior parte dei casi è quella di integrare nuovi corpi edilizi con quelli già esistenti.

Procedendo in questo modo si dovranno valutare alcuni fattori morfologico - localizzativi che si possono rinvenire in interventi su ospedali già in funzione e che si

⁵ Cfr. R Piano, *Nuovo modello di ospedale*, Ministero della Sanità, Roma, 21 marzo 2001.

⁶ Lo stesso modello prevede una fitta rete di integrazioni tra le attività ospedaliere in senso stretto ed altre più aperte ad una fruizione quotidiana. Infatti è prevista la realizzazione all'interno del complesso di spazi e servizi destinati a limitarne l'isolamento funzionale.

ritiene conservare, pur dopo la realizzazione di interventi di riqualificazione e ammodernamento. In molti casi invece la vetustità della struttura può essere vantaggiosa se gestita bene. Molti ospedali a padiglioni subiscono una grande integrazione ambientale con il paesaggio esistente e si integrano molto bene alla funzionalità e standard alberghieri attuali. Un po' meno si integrano quelli multipiano di origine americana data la loro compattezza e per via delle caratteristiche intrinseche del progetto stesso, come prima descritto.

In Italia anche la normativa che impedisce una altezza superiore ai sette piani nella tipologia a multipiano, ha fatto sì che si potesse costituire una più consistente articolazione planimetrica degli edifici, con conseguente costituzione del tipo edilizio a poliblocco. Ragionando in questo modo si creano diverse soluzioni miste con sviluppo sia verticale che orizzontale; ciò porta ad un più intimo collegamento tra edificio e spazi aperti circostanti con le aree trattate a verde. L'articolazione planimetrica sfrutterà poi le migliori condizioni di soleggiamento per le degenze e invece quelle meno avvantaggiate avranno la funzione di spazi di supporto.

Il problema che si va ad affrontare è anche quello della localizzazione del comparto ospedaliero già esistente rispetto al tessuto urbano. Se le nuove realizzazioni infatti richiedono vaste aree non congestionate dal traffico e facilmente raggiungibili, la riqualificazione di comparti ospedalieri si confronta con localizzazioni penalizzanti. Si parla di ospedali costruiti un tempo in aree periferiche che però adesso sono state inglobate dalla città, anche se ai tempi soddisfavano le caratteristiche di comfort ambientale che si ritengono oggi importanti. In questi casi l'intervento di riqualificazione funzionale dovrà confrontarsi con la struttura ospedaliera stessa e con la sua relazione con la città intorno. Quello che si cerca in questo processo è la sistemazione delle aree verdi e aree destinate ai parcheggi per favorire una adeguata accessibilità. Se si pensa di poter progettare un singolo presidio bisogna anche confrontarsi col disagio dei pazienti stessi che sono costretti a convivere coi rumori e smog prodotti da accessi veicolari continui e non regolamentati. Parcheggi adeguati e anche sotterranei innalzano lo standard alberghiero che si cerca in questo momento.

Tutti questi passaggi sono dettati da una tendenza europea che porta ad una radicale trasformazione dello schema dell'offerta di assistenza sanitaria. Si tende dunque a

capillarizzare le funzioni ospedaliere per integrare il tutto nella città e creare una ricca articolazione di cure.

Se parliamo di rapporto con la città⁷ dobbiamo risalire a dibattiti nati negli anni 80, focalizzati su due strategie fondamentali:

- 1- disseminazione di servizi sanitari sul territorio con funzione di filtro tra esigenze sociali di salute collettiva e la risposta sanitaria fornita nell'ospedale per acuti
- 2- progressiva integrazione di funzioni proprie della città entro un contenitore ospedaliero non ermetico rispetto all'esterno della città.

Questi due elementi hanno portato allo sviluppo di una evoluzione formale e tipologica degli edifici ospedalieri e quindi una riduzione dei posti letto che determina una contrazione delle superfici richieste, il trasferimento di servizi non essenziali all'esterno dell'ospedale e una maggior attenzione architettonica dei presidi stessi con conseguente minor impatto ambientale.

La rete sanitaria quindi è integrata con il tessuto edilizio e sociale della città. Nel Regno Unito⁸ alcune ricerche si sono mosse nella direzione di una articolata strutturazione dei presidi medico - sanitari, assieme ad una articolazione maggiore dell'offerta fornita e della progressiva scomparsa degli ospedali per acuti quali unici distributori di prestazioni sanitarie e assistenziali. La proposta che viene fatta è quella di quattro livelli sanitari differenziati per intensità e specificità delle cure fornite, partendo dall'assistenza familiare a domicilio fino al ricovero intensivo in ospedale con alti standard alberghieri e pochi posti letto in ragione di due obiettivi di medio - lungo periodo.

Partendo da queste valutazioni si arriva ad una rivoluzione nel sistema sanitario che comporta un generale ripensamento dell'assetto tipologico e distributivo dell'ospedale. È una ricerca sperimentale e anche un processo complesso che porta ad alcune contraddizioni ma che porta ad una evoluzione dell'ospedale sempre più formato di

⁷ Cfr. F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, *L'architettura dell'ospedale*, Alinea, Firenze, 1990, p.316.

⁸ Cfr. R. Glanville, MARU (Medical Architecture Research Unit), *Scanning the spectrum of healthcare from hospital to home in the UK*, London, 1996.

nuclei distribuiti nella città. Si tratta dunque anche in questo caso di un inserimento all'interno dell'ospedale di servizi e l'ospedale stesso diventa pezzo di città.⁹

Partendo da questo rapporto ospedale città si pone anche lo studio condotto da Renzo Piano per conto del Ministero della Sanità Italiano.¹⁰ Un punto in particolare è dedicato a ciò che viene definito “urbanità”, una sorta di decalogo di regole generale per la progettazione. Il nodo è che l'ospedale abbia una nuova valenza urbana, non tanto per la sua architettura ma per le dinamiche sociali all'interno. Facendo così si perde quel “carattere di recinto esclusivo, impermeabile e specialistico, storicamente nato per proteggere i nati dai malati”.¹¹

L'ospedale assume allora delle funzioni più complesse con diversi gradi di protezione e accessibilità tali da filtrare categorie di utenti differenti, senza invadere la privacy. Questa capacità di integrazione tra città e ospedale garantisce alla stessa struttura sanitaria un ruolo nuovo nella riqualificazione dei comparti urbani altrimenti poveri di valori sociali di riferimento. Quindi più l'ospedale sarà capace di espandersi verso l'esterno, meno traumatico sarà anche il salto psicologico che il paziente dovrà affrontare al momento del ricovero. Anche in questo caso l'utilizzo degli spazi verdi aperti anche all'esterno riveste un ruolo importante nella progettazione per creare una fruizione urbana più flessibile e trasparente. Tutto questo per arrivare all'umanizzazione degli spazi, tendenza degli ultimi anni, con la creazione di livelli di permeabilità, controllo e selezione differenti per le varie esigenze di sicurezza dell'utente e della struttura. Allo stesso modo le degenze saranno più accessibili ai visitatori e accompagnatori in termini di orari per non creare eccessivo e ingiustificato isolamento del paziente, non senza trascurare tutti gli aspetti legati alla sicurezza e salubrità degli spazi e degli ambienti di degenza.

⁹ Cfr. F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, *op.cit.*, p.263.

¹⁰ R. Piano, *Nuovo modello di Ospedale*, Ministero della Sanità, Roma, 21 marzo 2001.

¹¹ R. Piano, *op. cit.*, p.3

Nella storia dell'architettura non possiamo non citare il progetto di Le Corbusier per l'Ospedale di Venezia.

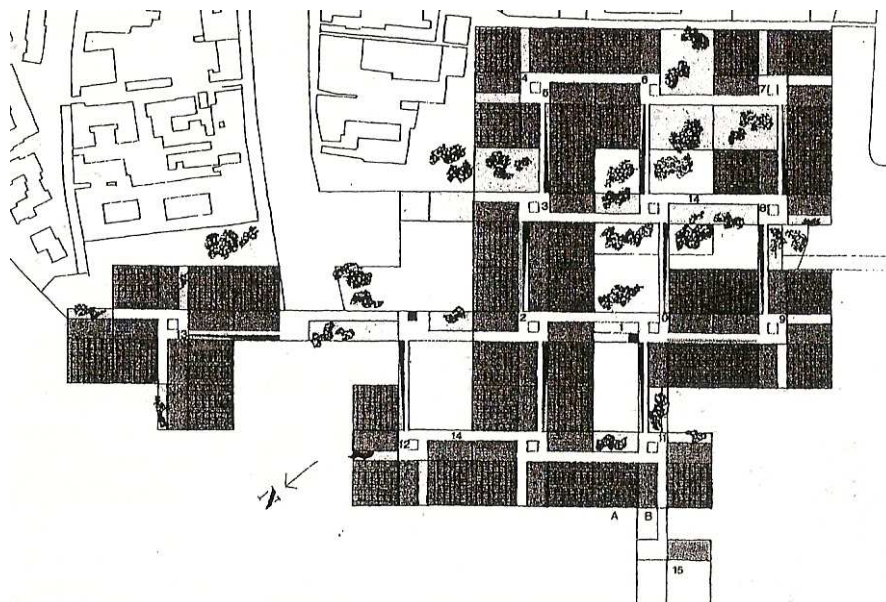


Figura 2.4 - Progetto per l'ospedale di Venezia, planimetria generale (Fonte: A. Tzonis, *Le Corbusier – la poetica della macchina e della metafora*, Rizzoli, Milano, 2001).

Questo progetto all'avanguardia anticipava i tempi per quanto riguarda la ricerca dell'ospedale inserito nel contesto urbano. La concezione di questo progetto nasce dall'impianto urbano veneziano, che ne diviene motivo tipologico e funzionale. Si tratta di un edificio misto a piastra e padiglioni, a corpo singolo, doppio o triplo. I padiglioni si diramano da un nucleo centrale non fisico creato da pieni e vuoti e da cortili e strade; la città si addentra nel progetto o comunque prosegue in essa. Questa disposizione permette l'espansione futura lasciando presagire delle direttrici di sviluppo. Le sale di degenza sono camere singole o in corsia, con la garanzia della privacy data da setti in testa e fianco del letto, ma lasciando lo spazio per percorrere e garantire ai passanti di non disturbare. I setti indirizzano ma non chiudono lo spazio, creando così una percezione di spazio aperto. Facendo così si crea una ottimizzazione dei costi e dei volumi murari; in più il paziente non si sentirà solo.

Per quanto riguarda la percezione degli spazi, il progetto prevede la “multiformità” ovvero il potersi muovere liberamente e osservare scorci di città o di mare e giardini, portando il paziente verso una dimensione non distaccata della vita comune.

Tutto ciò si può trovare anche per quanto riguarda la scelta illuminotecnica: la luce naturale filtra all'interno degli spazi per riflessione e dall'alto, ottimizzando la luce diffusa e quindi donando una piacevole sensazione che non affatica gli occhi. Il limite però sta nel fatto che non ci sono finestre nelle stanze e nei corridoi; un malato costretto a letto non potrà godere della vista dell'esterno e del paesaggio circostante.

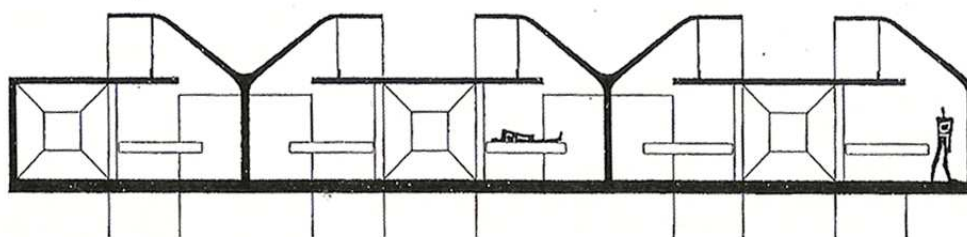


Figura 2.5 – Progetto per l'ospedale di Venezia, sezione dell'unità di degenza (Fonte: A. Tzonis, *Le Corbusier – la poetica della macchina e della metafora*, Rizzoli, Milano, 2001).

Ciò è dovuto alla scelta del corpo multiplo che non permette la visione alle corsie centrali. Per quanto riguarda la parte tecnica, i locali e gli spazi di gestione sono situati alla testa dei padiglioni che facilitano la creazione di asole e permettono una più facile dispersione delle sostanze chimiche e di eventuali fumi provocati da incendi.

Il progetto come parte della città assume valore e risulta alla base di moderne esperienze progettuali in quanto riporta alcuni aspetti innovativi volti alla ricerca di nuove tipologie funzionale soprattutto per quanto riguarda gli spazi di degenza. Il problema però va ricercato in spazi non proprio vivibili per via della non ottimale gestione del rapporto fra interno ed esterno. Il progetto non è mai stato realizzato ma presenta un tentativo di innovazione nelle scelte spaziali dedicate alla degenza. Il concetto di salute è cambiato nel tempo così come sono cambiate le esigenze dei malati e le modalità di cura. La diagnostica si è rafforzata così come il concetto di prevenzione. L'ospedale si struttura quindi come polo scientifico e tecnologico per essere al tempo stesso centro di diagnosi e cura, di prevenzione e studio, di sperimentazione e ricerca.

Lo si nota da come sono strutturati gli ospedali contemporanei con spazi più di degenza diminuiti e spazi di ricerca e terapie aumentati, ma soprattutto con la combinazione di tipologie piastra – monoblocco dove si collocano nella prima spazi che possono espandersi in base alle necessità funzionali future (come gli spazi diagnostici e di

ricerca), mentre nel secondo si collocano soprattutto le degenze poi gestite in corpi doppi, tripli o quintupli.

Nell'ospedale contemporaneo si collocano anche il day-hospital e il day-surgery che presuppongono, secondo la riorganizzazione ospedaliera contenuta nel D.Lgs. 502/92, un diverso approccio alle modalità di cura e di degenza dei malati.

Il day-hospital e il day-surgery nascono come proposte alternative al ricovero per quegli interventi dove la degenza ospedaliera non si rivela indispensabile. È una assistenza che si colloca secondo l'OMS a metà tra l'assistenza ospedaliera e quella ambulatoriale. La progettazione quindi dell'ospedale avrà un diverso approccio anche in termini di edificio ospedaliero. Si devono creare pertanto degli spazi altamente tecnologici e che rispettino le norme vigenti. Questi due sistemi sono ricoveri a tempi parziali e richiedono un servizio che presuppone l'integrità del paziente per il rientro in famiglia nelle ore notturne. Per quanto riguarda l'ospedalizzazione diurna le prestazioni erogate riguardano interventi a carattere diagnostico, riabilitativo e terapeutico. La classificazione dell'ospedale diurno può avvenire anche in funzione delle specialità trattate come la pediatria, l'oncologia, la nefrologia ecc.

Il day-hospital richiede una degenza non superiore alle 12 ore come stabilito dal primo riferimento legislativo nella L.595/85 e nel D.M. 19/03/88.

Il day-surgery trova riferimento nel Piano Sanitario Nazionale 1992/94 e viene attivato per attività chirurgiche in un ricovero che non superi l'arco delle 24 ore.

I due servizi possono essere inquadrati istituzionalmente all'interno delle strutture ospedaliere preesistenti in contiguità con le rispettive unità ordinarie di degenza. Queste formule assistenziali diurne possono comportare vantaggi sia a livello economico che sull'aspetto umano e sociale dei malati. Sul piano economico si possono ridurre i costi del 50 % in quanto si eliminano le spese alberghiere ricettive. Altro vantaggio che si ha dai due servizi è l'aspetto umano: i malati possono effettuare le loro attività tranne che nei giorni dedicati alle cure. Inoltre le risposte agli esami sono immediate in quanto avvengono nell'arco della giornata di ricovero. Ciò comporta un impegno maggiore da parte del personale sanitario e non è in più la selezione dei pazienti avviene in base alle condizioni fisiche generali e sull'età.

2.1.6 _ *Metaprogetto Piano – Veronesi da linee guida D.M. 12 dicembre 2000*

Nel marzo 2001 il Ministero della Sanità ha divulgato uno studio sperimentale, relativo ad un sistema organizzativo e distributivo relativo alle finalità che devono caratterizzare un ospedale contemporaneo. Il risultato fu una collaborazione tra l'ex ministro della sanità Umberto Veronesi e l'architetto Renzo Piano.

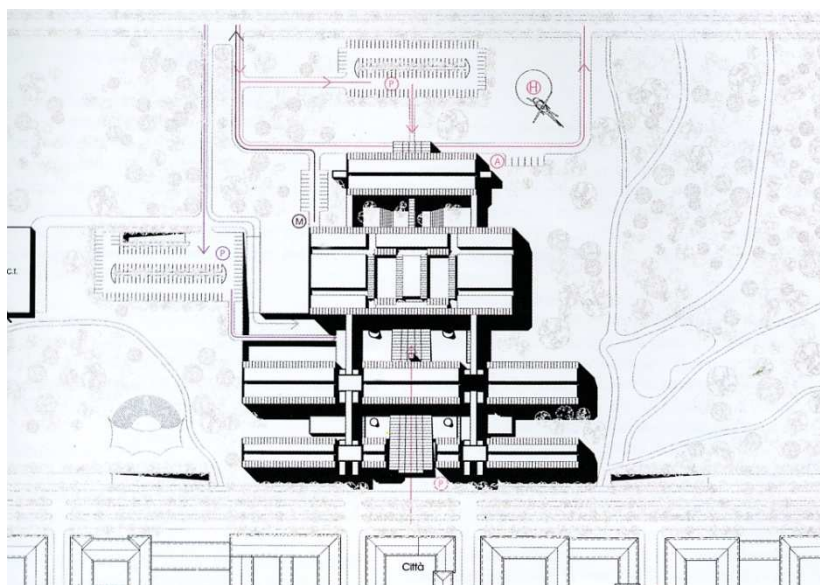


Figura 2.6: planimetria ideale del Metaprogetto Piano-Veronesi con accessi principali.

La ricerca verteva sulla descrizione di caratteri sociali e prestazionali che deve proporre oggi un ospedale per acuti oltre che all'alto contenuto tecnologico presente in esso. Tutto partiva dall'individuazione di un metaprogetto tipologico – distributivo che derivava dai vari dibattiti avuti in quegli anni relativi al tema della sanità. L'ospedale compie nei confronti della città una missione importante dato che si occupa di diagnosi prevenzioni e cure. Ricopre il luogo centrale della rete sanitaria ed è il nodo principale del sistema dei servizi sanitari e assistenziali territoriali. Il livello prestazionale è garantito dai servizi offerti e dall'effettivo livello prestazionale dell'organismo.

Lo studio elaborato individua così dieci principi informativi e di indirizzo quali obiettivi e requisiti da considerare in fase progettuale.

Fra questi è di rilevante importanza l'umanizzazione dell'ambiente ospedaliero ai fini del soddisfacimento dei diritti e delle necessità cognitive, percettive e di ergonomia del malato. Viene posta particolare attenzione alla privacy personale, al comfort e alla

piacevolezza degli spazi in quanto il paziente ricopre la parte fondamentale e centrale nella sua complessità psico-fisica.

L'ospedale supera anche gli aspetti strettamente legati ad esso diventando un luogo urbano grazie a strade, gallerie, negozi e centri commerciali. Questi spazi fanno sì che si superi quell'isolamento tipico che hanno i pazienti all'interno delle strutture sanitarie. L'umanizzazione diventa così una funzione terapeutica.

Un ulteriore passo per superare l'eterotropia tipica degli ospedali è dato dal principio dell'urbanità, ovvero il rapporto che ha la struttura con il contesto urbano nel quale si colloca. Oltre alle varie necessità di accessibilità proprie dell'ospedale, il concetto di urbanità si sofferma sulla possibilità di usufruire dell'ospedale anche attraverso l'urbano che lo circonda. Questa apertura comporta una connotazione di socialità all'azione ospedaliera. Questo accoglie attività dirette al pubblico di tipo culturale ricettivo con funzioni allargate e promiscue; tutto però deve avere una organizzazione funzionale, gestionale, settoriale e generale oltre che di elevata efficienza ed efficacia.

In tal senso sono fondamentali le gestioni dei percorsi, del personale sanitario, del personale di servizio, lo smaltimento dei rifiuti e la funzione relazionale.

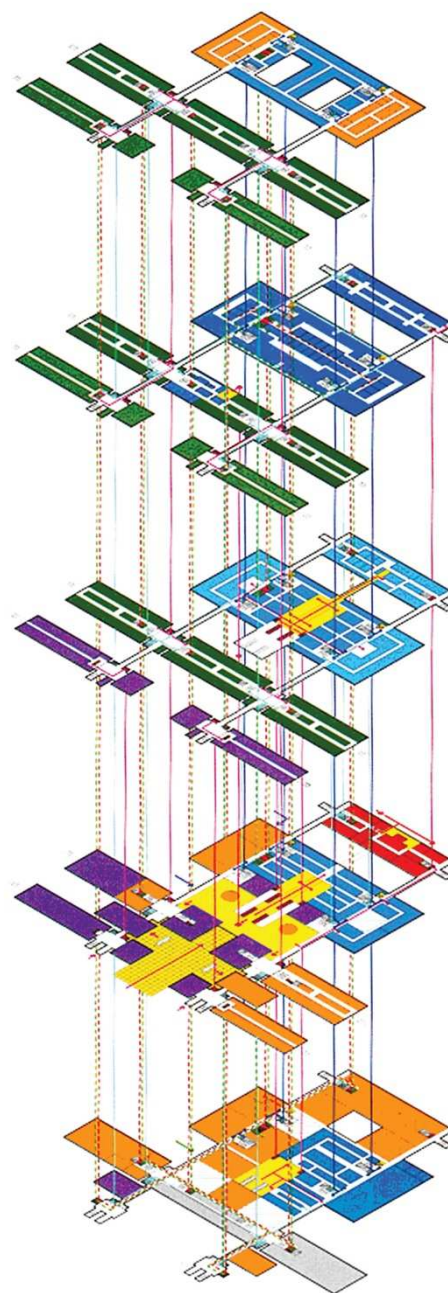


Figura 2.7: layout dei collegamenti verticali tra i vari piani con indicate attraverso le colorazioni le diverse attività svolte.

Le funzioni telematiche fanno in modo che le comunicazioni tra i diversi ambiti e strutture sanitarie siano molto rapide e intense.

Lo stesso vale per quanto riguarda le comunicazioni all'interno della struttura stessa, dove sono necessarie rapide comunicazioni tra i vari dipartimenti e le varie sezioni del complesso ospedaliero. La comunicazione deve essere diretta, caratterizzata da sale riunioni e terminali informatici. In termini di qualità e dotazioni l'appropriatezza delle cure viene definita come la commisurazione degli spazi, in base all'effettivo bisogno del tipo di terapia, dei tempi e delle modalità di degenza che ciascun caso richiede. L'affidabilità intesa come capacità diagnostico-terapeutica, impiantistica e igienica offerte dalle tecnologie e dal personale sanitario viene di conseguenza. Il continuo aggiornamento all'innovazione rende alta questa efficienza. Ogni struttura deve essere realizzata in modo tale da garantire questi repentini cambi. Già in fase meta progettuale si deve pensare a questa flessibilità tipologica e spaziale che consentono all'edificio di non irrigidirsi in caratteristiche destinate in tempi ristretti a datare un ospedale per inadeguatezza. Gli spazi ospedalieri devono essere il più possibile neutri e flessibili e adattabili al progredire della scienza medica, dell'innovazione tecnologica e delle istanze sociali. L'ospedale infatti deve anche fare ricerca e formazione del personale medico e paramedico interno ed esterno, ma anche dei cittadini in termini di educazione culturale sanitaria.

Il Decreto Ministeriale 12 dicembre 2000 non dà linee progettuali strutturali, ma indica le azioni da seguire in linea di massima per quanto riguarda gli alzati e le planimetrie, al fine di favorire la comprensione attuativa delle linee guida proposte.

Per gli ospedali si ipotizzano medie-piccole dimensioni con gran parte dei letti dedicati alle cure intensive e alle degenze brevi. Il sistema sanitario cambia così in breve tempo. L'ospedale avrà collegamenti telematici fitti e veloci tra i vari reparti, allo stesso tempo sarà il centro della rete sanitaria del territorio anche con i medici di famiglia e i diversi centri diagnostici territoriali. Gli stessi sistemi elettronici dedicati al paziente faranno in modo di avere a distanza un rapporto diretto con qualsiasi altra struttura sanitaria e fra il malato a domicilio e l'ospedale. Il sistema sanitario nel suo insieme è in fase di trasformazione per cui l'ospedale contemporaneo deve essere una struttura flessibile pronta ad adattarsi rapidamente a nuovi sistemi di organizzazione e di efficienza sanitaria.

Cap. 2.2

REQUISITI PER LA FLESSIBILITA' ED EVOLUZIONE DELLE FUNZIONI

La progettazione dell'edilizia ospedaliera è sempre condizionata dall'osservanza di precise regole di razionalità progettuale. L'obiettivo è quello di progettare edifici che svolgano i compiti a loro affidati con il massimo possibile di efficienza.

L'ospedale stesso, divenuto con la stessa "tecnologizzazione" della medicina, simbolo di grande e massima complessità funzionale e tecnologica, ha visto gradualmente perdere il proprio valore di architettura civile, per essere assimilato ad un complesso funzionale puramente meccanico: una "*machine a guérir*". Questo processo ha consolidato l'immagine stessa dell'ospedale come luogo dell'efficienza della cura più che non dell'umanità dell'assistenza.

Non è un caso che negli anni '60 e '70 "l'opzione megastrutturale" abbia visto come terreno sperimentale proprio l'edilizia ospedaliera. Poteva infatti sembrare che la complessità tecnologica dell'ospedale potesse divenire anche la parte compositiva e formale. Da ciò discesero le spinte nel campo strutturale, costruttivo e impiantistico. Spesso si generava una "ridondanza tecnologica" che generava elevati costi di realizzazione e gestione superiori al grado di efficienza necessario. Questo onere pagato non fu però solo di carattere ingegneristico-economico, ma riguardò anche la perdita di rapporti dimensionali e percettivi tra ambiente progettato e utente.

Solo in anni recenti si è iniziato a porre al centro dell'attenzione non tanto l'efficienza del sistema ospedale, ma il rapporto che si poteva instaurare tra questo e il paziente. Da questa attenzione e dallo spostamento della centralità dell'azione progettuale dal contenitore all'utenza, deriva una stratificazione di scelte morfologiche, costruttive e tecniche che prende il nome di "umanizzazione" degli spazi di degenza. Il dibattito si apre quindi su molti orizzonti di ricerca.

È in corso un processo di radicale trasformazione non solo della connotazione spaziale degli edifici ospedalieri, ma più in generale della complessiva visione del malato. Tutto ciò avviene grazie ad un ripensamento dello schema complessivo dell'offerta sanitaria e del ruolo che l'ospedale tradizionale deve svolgere all'interno di questo processo. L'ospedale quindi verrà valutato sempre meno per quanto riguarda l'aspetto della semplice ricettività, mentre risulterà più competitivo su un "mercato" connotato da

quote crescenti di concorrenza in funzione della specificità e della qualità dei servizi offerti. È possibile allora ritenere che ad una riduzione dei pazienti ricoverati ci sia un innalzamento della qualità complessiva dell'offerta. Questo non solo riguarda la qualità tecnica dell'atto o della prestazione assistenziale, ma comprende una scelta più ampia di aspetti: dalla qualità gestionale della struttura a quella alberghiera, a quella "percepita" dall'utenza, complessa da definire, difficile da controllare ma essenziale nel determinare il grado finale di soddisfazione dell'utenza. Per questo sono cruciali gli aspetti gestionali e amministrativi che si discostano dalla competenza diretta del progettista. A questo spetta però il controllo di una vasta rosa di temi: dalla progettazione architettonica degli spazi alla ergonomia degli arredi, dal controllo della luce naturale all'integrazione tra spazio interno ed esterno, dalla riconoscibilità dei luoghi e dei percorsi alla possibilità di compiere una facile e veloce manutenzione.

Dalla integrazione di questi aspetti e di altri consegue la definizione di spazi effettivamente progettati a partire dalle specifiche esigenze di un'utenza particolare in quanto "debole" per definizione: quella del malato. La sfida odierna è quella di progettare edifici efficienti, funzionali e flessibili ma a misura d'uomo, che integri tecnologia e familiarità.

La scelta progettuale più sperimentata nella realizzazione degli spazi ospedalieri comuni (atri, spazi di attesa o di soggiorno, percorsi di distribuzione) è quella di introdurre elementi morfologici non consueti nell'edilizia ospedaliera, ma propri di spazi pubblici, civili e commerciali.

La strada, la piazza, il giardino coperto tendono a trasformare uno spazio asettico e impersonale in un luogo riconducibile almeno psicologicamente ad una hall di un albergo o ad un centro commerciale. In questa direzione va quindi la realizzazione di spazi di sosta e attesa anche notevolmente sovradimensionati rispetto alle semplici esigenze funzionali derivanti dal numero medio di utenti contemporanei previsti. L'uso della luce naturale con l'inserimento di ampie superfici vetrate che garantiscano elevata trasparenza e luminosità, unito alla integrazione di alberi all'interno di spazi coperti consente una riduzione dell'impatto psicologico della struttura sul malato, innalzando complessivamente lo standard qualitativo del complesso. La volontà di realizzare ampi spazi pubblici all'interno dell'ospedale, mutandone caratteri espressivi da spazi ed edifici a differente destinazione d'uso ha talvolta condizionato le stesse scelte del tipo

edilizio impiegato. Si tratta per esempio del tipo ospedaliero “ a galleria”. In questo caso la *hospital street*, percorso distributivo orizzontale privilegiato, in quanto costituisce una nervatura centrale dell’intero edificio, diviene l’elemento morfologico caratterizzante l’intero complesso. L’utilizzo delle vetrate garantisce una elevata luminosità, così come le zone commerciali che danno allo spazio una caratteristica più vivace e “urbana” nei suoi caratteri morfologici. Tutto ciò correlato ad una ricercata chiarezza planimetrica agevola l’orientamento dei pazienti all’interno della struttura.

Il reparto di degenza costituisce certamente uno dei nuclei funzionali di un impianto ospedaliero la cui progettazione deve garantire i livelli più elevati di attenzione agli aspetti propri dell’umanizzazione. La camera di degenza è il luogo in cui il malato trascorre la maggior parte della giornata, e costituisce pertanto l’unità spaziale che più attentamente deve essere concepita per massimizzare il grado di benessere, non solo fisico, ma anche ambientale e psicologico.

Privacy e socialità costituiscono esigenze contrastanti ma essenziali per il paziente ricoverato. Il progettista deve fare fronte a questo compito particolarmente delicato, anche in funzione della scelta del numero di degenti collocati per ogni camera di degenza. Su questo punto il dibattito internazionale è particolarmente articolato e influenzato da fattori economici, sociali e culturali. Negli USA l’orientamento progettuale corrente è quello di realizzare camere singole, per garantire il massimo della *privacy* al paziente; nel Regno Unito si prediligono i quattro letti per creare delle relazioni sociali continue anche durante la degenza. Nell’Europa continentale si è consolidata invece la convinzione che la camera di degenza debba prevedere il ricovero di non più di due pazienti. Solo recentemente si affermano le posizioni¹² orientate nella direzione di prevedere una dotazione standard di camere singole. Anche a fronte degli aspetti di maggiore onerosità economica determinati da questa soluzione, l’elemento più controverso rimane il bilanciamento tra la maggiore *privacy* garantita dalla camera di degenza singola e l’inevitabile maggiore isolamento che questa comporta.

Una soluzione progettuale per ridurre l’isolamento del malato è data dalla collocazione del servizio igienico in prossimità della facciata, con conseguente “liberazione” della parete di separazione tra la camera e il corridoio di distribuzione al piano. Questa parte

¹² Cfr. R. Piano, *op. cit.*

può contenere elementi trasparenti, schermabili da parte del paziente, tali da consentire un contatto visivo tra camera e reparto.

Il problema della convergenza tra esigenze configgenti di *privacy* e di socialità va affrontato con un approccio progettuale integrale insieme ad altri due temi significativi:

- la possibilità di svolgere le necessarie operazioni di manutenzione impiantistica e tecnologica (programmate o al momento del guasto) minimizzando i livelli di interferenza con la normale attività del reparto, e consentendo lo svolgimento delle operazioni necessarie senza arrecare eccessivo disagio ai pazienti;
- la valutazione preliminare del grado di compatibilità ammesso in sede progettuale tra le esigenze contrapposte di umanizzazione (maggiori accessibilità della struttura sanitaria da parte di pazienti e accompagnatori allo scopo di impedire l'isolamento dei pazienti) e di asepsi, ovvero la possibilità della "integrazione sociale" del malato e la necessità inderogabile del controllo sanitario.

Una progettazione ospedaliera effettivamente orientata alla umanizzazione delle degenze, che definisce dunque spazi e ambienti orientati alla riduzione dei disagi ambientali e psicologici dei pazienti, deve tenere conto non solo di aspetti propriamente spaziali come la progettazione dei percorsi distributivi e dei nuclei di degenza, o l'impiego dell'illuminazione naturale e l'integrazione delle essenze vegetali all'interno degli spazi architettonici, ma deve anche essere orientata a facilitare per quanto possibile le operazioni di manutenzione degli elementi e dei sistemi costruttivi impiegati, minimizzando al tempo stesso gli inevitabili disagi per i pazienti. Questo obiettivo può essere perseguito integrando scelte sia tecnico – costruttive che morfologico – distributive.

Flessibilità, manutenibilità e umanizzazione sono principi – guida che possiedono una propria validità intrinseca per tutte le strutture ospedaliere. Esistono tuttavia alcuni casi particolari per i quali questi concetti devono essere applicati secondo criteri particolari. Una delle classi di pazienti per la cui ospedalizzazione è necessaria la realizzazione di strutture dedicate e specifiche, è quella dei pazienti infettivi.

Le strutture ospedaliere destinate a questo scopo¹³ possono garantire livelli di efficienza congrui se sono concepite sotto il profilo morfologico e impiantistico in modo fortemente specializzato e insieme altamente flessibile. La specializzazione è richiesta perché le strutture progettate non possono essere concepite quali contenitori edilizi indifferenziati, applicabili per qualsiasi patologia, ma devono essere concepiti e realizzati unitariamente, alla luce di una pianificazione planimetrica, distributiva e impiantistica fortemente specializzata. Allo stesso modo la flessibilità costituisce un elemento necessario ed essenziale per tutte le realizzazioni ospedaliere, per tenere conto delle modificazioni repentine indotte nelle pratiche terapeutiche e nelle configurazioni spaziali rese necessarie dalla modificazione delle tecniche mediche di terapia e trattamento, e per potersi adattare rapidamente alla estrema variabilità delle patologie che saranno chiamate ad accogliere.

Una ricerca condotta presso il Dipartimento di Ingegneria Edile e del Territorio dell'Università degli Studi di Pavia¹⁴ prese le mosse dalla convinzione che le possibilità operative di un moderno reparto di Malattie Infettive dipendano da un numero di posti letto adeguato e da specifiche strutture edilizie autonome di ricovero, diagnosi e terapia. Furono perciò sviluppate soluzioni distributive e funzionali atte a garantire una assistenza completa e polispecialistica agli ammalati infettivi in una struttura edilizia articolata e protettiva per l'ammalato, per gli operatori sanitari e per i visitatori. Le linee guida della ricerca si possono sintetizzare in questo modo:

- nuclei di degenza al massimo di 16 camere;
- sistemi di percorsi differenziati tra personale e visitatori;
- corpo di fabbrica multiplo con degenze collocate sul perimetro e servizi disposti centralmente;

¹³ Il tema della progettazione di strutture ospedaliere dedicate alla cura delle malattie infettive è ancora al centro del dibattito internazionale non solo per la diffusione permanente di malattie quali l'AIDS, ma anche per la ripresa di recrudescenza di ceppi virali che si ritenevano ormai estirpati dai paesi del primo mondo e che gli ingenti flussi migratori degli ultimi anni stanno invece riportando di attualità.

¹⁴ Cfr. *Edilizia ospedaliera per Malattie infettive e contagiose*, direttori della ricerca, G. Calvi, E.G. Rondanelli, Pavia, 1988. Tale ricerca condusse alla definizione di metodi di approccio progettuale orientati alla cura delle malattie infettive, che furono recepiti a livello nazionale dal Ministero della Sanità, che nella stesura delle "Linee guida standard di riferimento per la progettazione di strutture ospedaliere destinate al trattamento di malattie infettive" tenne conto, tra gli altri, anche di questo contributo.

- dotazioni impiantistiche volte a differenziare qualitativamente le diverse aree, garantendo i livelli di comfort ambientale più idonei per operatori e degenti.

In dettaglio le soluzioni per le camere delle degenze dal punto di vista tipologico – distributivo si possono riassumere così:

- camere a 2 letti, con secondo letto dedicato ad un accompagnatore o ad un altro paziente nosologicamente compatibile;
- previsione di un box separato per i visitatori, accessibile da un percorso autonomo e isolato rispetto agli spazi assistenziali;
- previsione di una separazione radicale tra spazi infetti e spazi a standard esterno, eventualmente con il passaggio attraverso spazi di transizione, con una soluzione a predominanza impiantistica¹⁵, oppure con una soluzione a predominanza tipologica.¹⁶

¹⁵ La separazione degli spazi avviene attraverso la zonizzazione delle pressioni, progressivamente minori nelle zone a maggior rischio infettivologico.

¹⁶ La separazione degli spazi avviene attraverso una effettiva separazione dei percorsi e l'impiego di opportuni protocolli d'uso.

CAPITOLO 3

STRATEGIE E TECNOLOGIE PER LA FLESSIBILITA'

Cap. 3.1

STRATEGIE GENERALI PER LA FLESSIBILITÀ

Per non incappare in una rapida obsolescenza del progetto e per garantire una prolungata fruibilità nel tempo degli spazi, bisogna interpretare in modo corretto le esigenze di flessibilità degli edifici. Si possono classificare diversi livelli di flessibilità per gli edifici sia a livello tipologico che a livello tecnologico.

Si parte da un livello minimo che prevede una bassa complessità tecnologica, si passa ad un livello intermedio con media complessità, fino ad arrivare ad un livello di elevato grado di flessibilità con l'adozione di soluzioni progettuali ad alta complessità tecnologica.

Il primo livello di flessibilità lo si raggiunge in fase progettuale nell'individuazione della tipologia, concerne essenzialmente l'ambito spaziale del progetto e richiede un elevato impegno progettuale in fase di elaborazione tipologica. Si realizza quando lo spazio interno può variare senza implicare ulteriori spese oppure quando l'assetto distributivo favorisce diverse attività all'interno dello spazio stesso.

Si studia quindi anche la fase di arredabilità degli spazi in modo tale da non impedire l'utilizzo di pareti per l'inserimento di eventuali impianti.

La possibilità di configurare più soluzioni nella disposizione degli elementi di arredo si può ottenere operando sulla geometria degli spazi, avendo cura di strutturarli sulla base della dimensione standard degli arredi necessari e in modo tale che il rapporto tra le dimensioni dei lati del locale consentano alternative nel posizionamento degli arredi stessi. La collocazione di porte e di serramenti esterni deve favorire l'attrezzabilità delle pareti ed essere progettata in modo che ciascuna delle differenti soluzioni concesse dal progetto possieda un livello d'illuminazione conforme alle prescrizioni normative. La progettazione delle chiusure di tamponamento verticali trasparenti, ai fini della flessibilità, deve permettere la realizzazione delle diverse configurazioni ammesse dalla matrice progettuale. Nel caso, per esempio, di finestre continue, il montante intermedio

deve avere configurazioni e dimensioni tali da potere accogliere tramezzature nel suo spessore. Questa esigenza può essere risolta mediante un coordinamento dimensionale modulare degli elementi di chiusura verticale tra loro, con le partizioni interne e con l'ossatura portante. Alcune soluzioni a bassa complessità, intervenendo solo sulla definizione della tipologia e della conformazione di porte e pareti interne, possono fornire l'adattabilità quotidiana degli spazi alle attività dei diversi utenti o ai diversi momenti della fruizione. In questo senso è determinante la possibilità di cambiare il rapporto tra vani attraverso una progettazione adeguata delle attrezzature fisse, degli arredi e soprattutto delle partizioni.

Consentire un certo grado di flessibilità nella separazione tra spazi contigui, senza dovere intervenire con complesse predisposizioni in fase di costruzione, può avvenire attraverso arredi a tutta altezza. In questo caso si terrà presente la modularità standard degli arredi, per evitare l'impiego di costosi pezzi su misura. Tale soluzione si presta però a un utilizzo in quei locali che non richiedono particolari ed elevati livelli d'isolamento acustico.

Le pareti attrezzabili sono elementi costruttivi polivalenti che arricchiscono la caratteristica funzionale di separazione tra due ambienti propria del muro divisorio con la funzione contenitiva del mobile con tutti i suoi accessori, quali piani estraibili o ribaltabili, cassetti e scaffalature. Le pareti attrezzabili possiedono infatti dispositivi, come guide e profilati, che consentono di integrare, ove sia necessario, la semplice parete di separazione con una serie di elementi aggiuntivi, con funzione di mensole o di contenitori tridimensionali chiudibili con sportelli, in rapporto alla destinazione d'uso dell'ambiente che delimitano e alle esigenze espresse dagli utenti.

L'intercambiabilità delle attrezzature della parete consente di raggiungere discreti livelli di flessibilità e di comunicazione tra due ambienti. La predisposizione di arredi intercambiabili permette all'utente, infatti, di variare la configurazione della parete attrezzata nel tempo, mentre la tecnologia del montaggio a secco dei suoi componenti consente di variare l'aspetto planimetrico degli ambienti in poco tempo e senza comportare onerosi interventi murari. I vari prodotti offerti dal mercato sono realizzati con tecniche tipiche dell'industria del mobile, in truciolare, compensati e simili, rifiniti superficialmente con essenze di legno impiallacciato, laminati plastici, laccatura. Essi sono molto simili per forma, dimensione e materiali di finitura, mentre si differenziano

per le caratteristiche tecnologiche dei dispositivi di connessione tra diversi elementi che compongono la parete attrezzata. Grazie a nuove soluzioni e a costi non decisamente elevati, l'utente può essere in grado di ripristinare la soluzione originale dell'ambiente. L'utilizzo inoltre di pareti spostabili, che permettono di modificare la loro collocazione, amplia il ventaglio delle scelte di progetto operabili, in fase ideativa, dai fruitori dello spazio abitativo. Le pareti interne smontabili sono nate per soddisfare le richieste di flessibilità del terziario, ma non sono in grado di soddisfare ad esempio le richieste di utenti che vogliono variare la configurazione degli spazi che circoscrivono nel breve periodo con operazioni che non compromettano la qualità e l'integrità degli elementi d'interfaccia, quali pavimenti sopraelevati e controsoffitti.

Le partizioni interne mobili sono in grado di svolgere queste funzioni in modo eccellente, consentendo di recuperare l'unità di due spazi contigui e allo stesso tempo di renderli autonomi. In questa categoria rientrano tutti i dispositivi di frazionamento dello spazio che compiono movimento ad eccezione degli elementi che svolgono la funzione di passaggio tra due locali, quali le porte.

In rapporto al particolare tipo di movimento che le pareti mobili sono in grado di compiere è possibile individuare pareti costruite da pannelli che compiono movimenti semplici, traslatori o rotatori, e pareti che combinano entrambi i dispositivi di movimento dei tramezzi.

I meccanismi per la traslazione dei pannelli prevedono lo scorrimento di piccole ruote o perni su apposite guide che indirizzano lo spostamento dei tramezzi. Le guide possono essere fissate agli elementi fissi, quali pavimento e soffitto, o viceversa essere consolidati con i pannelli mobili. I dispositivi per la rotazione dei tramezzi sono costituiti essenzialmente da perni e cerniere, posizionate a pavimento e a soffitto, che consentono il movimento rotatorio del pannello in corrispondenza del loro asse verticale.

Le pareti mobili scorrevoli possono essere formate da uno o due tramezzi che traslano lungo un binario, o essere costituite da più pannelli che si muovono lungo guide parallele. In entrambi i casi, i pannelli che creano la parete scorrevole possono rimanere in vista o scomparire all'interno di apposite nicchie o intercapedini atte a contenerle. Quest'ultima alternativa libera le pareti dall'ingombro dei tramezzi, consentendo di sfruttarle integralmente per la disposizione degli arredi. Le pareti costituite da più

pannelli scorrevoli occupano meno spazio in quanto i tramezzi si impacchettano per sovrapposizione ingombrando uno spazio pari alla superficie di uno solo di essi, con una profondità corrispondente alla somma degli spessori dei singoli pannelli. L'utilizzo di pareti scorrevoli a tutta altezza rispetto a quello di porte con altezze standard della stessa dimensione non varia di fatto la condizione d'uso degli spazi, ma permette di percepire i due vani che vengono messi in rapporto come fossero un unico ambiente. L'adozione di pareti mobili consente dunque di mettere in comunicazione due ambienti non solo fisicamente ma anche visivamente.

La particolarità delle pareti pivotanti è di non sgomberare completamente il vano, nella posizione di apertura, dall'occupazione dei divisori mobili. Di questa tipologia di pannello di chiusura è possibile realizzare anche la versione con pannelli a battuta sia tra singoli tramezzi che con le pareti d'ambito e il soffitto, per un migliore isolamento acustico e termico degli ambienti delimitati dalla parete mobile.

Oltre ai pannelli pivotanti è possibile l'utilizzo di pannelli basculanti, che adottano la tipologia di chiusura delle autorimesse. Il meccanismo di movimento di tali tramezzi prevede la traslazione dei singoli pannelli lungo un binario verticale e la loro contemporanea rotazione intorno all'asse orizzontale del perno di scorrimento.

Le pareti pieghevoli sono realizzate da ante collegate tra loro da cerniere la cui apertura avviene per rototraslazione dei pannelli: mentre il movimento d'insieme della parete è costituito dalla traslazione lungo i binari di scorrimento orizzontale, posti a pavimento e a soffitto, il movimento relativo di ciascun elemento che compone la parete rispetto a quello adiacente è di rotazione intorno a un asse verticale posto in mezzzeria di ciascun pannello. Le pareti mobili che si aprono per rototraslazione dei singoli pannelli che la compongono non liberano totalmente il vano di apertura, come le pareti costituite da elementi scorrevoli su piani sfalsati, ma rispetto a esse hanno il vantaggio di necessitare, per il movimento dei pannelli, di una sola guida. Per minimizzare gli inconvenienti provocati dall'ingombro fisso dei pannelli nella posizione di apertura è opportuno addossare le ante ripiegate a setti appositamente predisposti per l'alloggiamento di armadi a muro.

In linea generale, l'utilizzo delle pareti a pannelli mobili consente di realizzare con facilità diversi assetti nell'organizzazione dello spazio, ma richiede complesse operazioni per garantire un adeguato livello di isolamento acustico tra ambienti

contigui, nel rispetto delle esigenze di privacy delle funzioni che si svolgono in ciascun vano. In rapporto alla qualità complessiva degli spazi è dunque necessario valutare attentamente la corretta collocazione degli elementi di partizione mobile all'interno dell'alloggio, al fine di sfruttare al massimo le potenzialità e limitarne al minimo gli aspetti negativi. Queste infine possono scomparire dentro nicchie o intercapedini realizzate apposta atte a contenerle. Va valutato quindi l'utilizzo di queste soluzioni per sfruttare al massimo le potenzialità e limitarne al minimo gli aspetti negativi.

Il concetto di flessibilità va visto anche in cicli di trasformazioni a lungo e medio termine. Il progetto quindi dovrà consentire di incrementare o diminuire lo spazio in base alle esigenze; soluzioni strutturali e impiantistiche in questo caso sono fondamentali.

Il tipo di struttura che si adotta in fase progettuale ha un ruolo fondamentale nel costruire eventuali trasformazioni nel tempo dell'assetto distributivo degli spazi. Ai fini della flessibilità è essenziale che la maglia strutturale non ostacoli l'arredabilità dei vani e non influisca con la griglia distributiva. Lo schema strutturale in fase di progetto non deve limitare le possibilità dell'utente di scegliere diverse soluzioni organizzative e deve essere tale da consentire di operare variazioni distributive. Si dovranno quindi valutare i tipi di maglie strutturali e il tipo che garantisce maggiori gradi di flessibilità, agendo sulle soluzioni tecniche relative agli stessi. Tutto questo avrà una grande influenza sulle scelte progettuali per quanto riguarda i diversi impianti relativi alle canalizzazioni e servizi igienici.

Cap. 3.2

EVOLUZIONE DELLE STRATEGIE PER LE STRUTTURE SANITARIE FLESSIBILI

La prospettiva di introdurre interventi di modernizzazione nel sistema ospedaliero italiano, e quindi all'interno di un parco edilizio così diffuso ma anche datato, renderà inevitabili gli interventi di razionalizzazione numerosi e significativi.

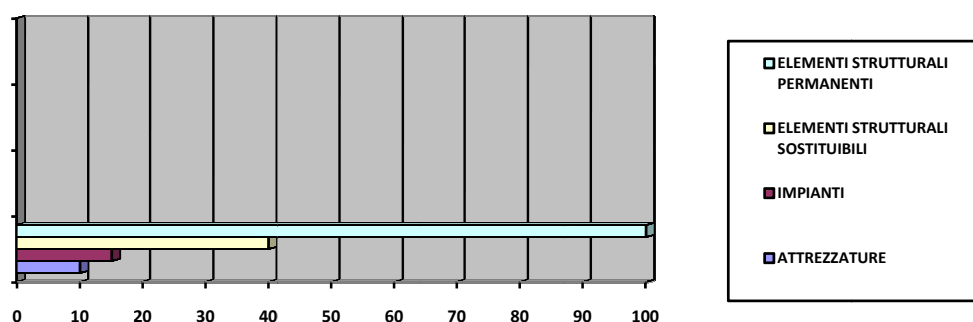


Grafico 1: diagramma dei tempi medi di obsolescenza di elementi e componenti tecnici dell'edilizia ospedaliera. Si noti la differenza di 50 anni tra gli elementi strutturali permanenti e quelli sostituibili. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, op. cit., p.186).

Statistiche condotte dall'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) stimano in 50 anni la durata di vita media di un ospedale con un invecchiamento impiantistico e tecnologico soggetto a radicali fenomeni di obsolescenza ogni 10 anni.

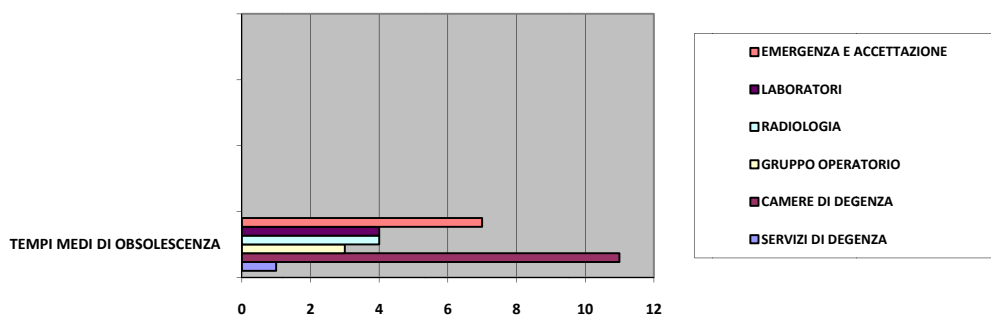


Grafico 2: grafico rappresentante i tempi medi di obsolescenza di diversi reparti ospedalieri. Mentre le camere di degenza sembrano potersi confrontare con un orizzonte temporale di almeno un decennio, tutti gli ambiti funzionali connotati da una maggiore densità tecnologica, come ad esempio il gruppo operatorio, devono tenere conto di processi di evoluzione nelle tecniche sanitarie ed assistenziali talmente rapidi, da richiedere una frequenza molto più elevata di interventi di adeguamento edilizio o impiantistico.

Questi dati portano dunque ad una attenta scelta in fase di progettazione per garantire all'edificio in corso di realizzazione il massimo grado possibile di adattabilità alle future esigenze dell'utenza, che non sono solo continuamente mutevoli, ma che si trasformano velocemente.

In molti casi si tende alla realizzazione ex-novo delle strutture, seguendo gli standard e le linee progettuali che emergono dai vari dibattiti, eliminando i vecchi presidi ospedalieri esistenti. Tuttavia per ragioni di economicità e sostenibilità urbana si ipotizzano numerosi casi di intervento su complessi esistenti, senza prevedere la completa dismissione funzionale. Si porrà dunque il tema del miglioramento prestazionale di complessi edilizi in uso, nella prospettiva di un avvicinamento di questi alle indicazioni progettuali ritenute soddisfacenti in caso di nuove realizzazioni. La molteplicità dei casi che si pone ai progettisti non consente una formulazione di scelte di intervento da seguire, né di soluzioni progettuali standard. Si possono però prefigurare alcune strategie generali di intervento con sufficienti gradi di libertà per risultare adottabili in vari casi.

Per prima cosa bisogna distinguere due diverse classi di intervento, ciascuna con proprie peculiarità e caratteristiche. Vanno quindi distinti gli interventi alla scala dell'intero presidio ospedaliero da quelli mirati all'adeguamento prestazionale e alla riconversione dei singoli corpi di fabbrica.¹⁷

Gli interventi che considerano globalmente l'intera estensione superficiale del presidio e il suo funzionamento complessivo come sistema integrato di strutture sanitarie devono tener conto a loro volta di due grandi classi di problemi inerenti agli aspetti ambientali e funzionali. La riqualificazione ambientale di presidi ospedalieri esistenti deve affrontare la riqualificazione delle aree verdi interne al perimetro, da considerare come risorse potenziali sia per quanto riguarda l'innalzamento dello standard alberghiero della struttura sia per ciò che attiene agli aspetti connessi all'umanizzazione del soggiorno all'interno del presidio. Una riprogettazione attenta di tali spazi può costituire una forte e competitiva risorsa per un impianto ospedaliero anche datato e non più idoneo a soddisfare esigenze attuali.

¹⁷ L'intervento sul singolo contenitore edilizio si riferisce ad aspetti di flessibilità, elasticità, modularità tipologica e costruttiva.

Ciò è possibile solo se:

- avviene una regolamentazione contestuale degli accessi alla struttura tale da liberare gli spazi di percorrenza interna dai flussi superflui di traffico
- sia progettata una rete di parcheggi interni al presidio o adiacenti all'ingresso principale, dimensionati opportunamente ed articolati per classe di utenza (pazienti, accompagnatori, medici) in modo da liberare i percorsi pedonali dalla sosta di autovetture.

La risoluzione degli aspetti funzionali connessi alla riallocazione delle destinazioni d'uso del presidio sanitario pone problemi più articolati e complessi. C'è infatti la necessità di definire in sede di programmazione sanitaria nuovi parametri di dimensionamento di ciascuna specialità ospitata all'interno del presidio, tenendo conto delle strategie sanitarie più generali. Da questa fase preliminare devono essere valutate le eventuali ricadute progettuali, morfologiche e tipologiche che derivano dalla rivoluzione dell'assistenza sanitaria che si sta avendo negli ultimi anni. La realizzazione di una rete di presidi medici distribuita sul territorio determinerà di conseguenza una scelta organizzativa differente nei vari impianti ospedalieri. Ad esempio la nascita del *day-surgery* e *day-hospital*, con conseguenze rilascio del paziente in giornata, e del ridimensionamento dei tempi di ricovero in degenza, produrrà una contrazione delle necessità di ricovero tradizionale dei reparti chirurgici. Questo fenomeno potrà garantire, dopo una attenta fase progettuale, un significativo incremento della dotazione spaziale disponibile per ciascun posto letto, prevedendo una sempre maggiore dotazione di camere di degenza singole, con la possibilità di dotare la camera stessa di un secondo posto letto per un eventuale accompagnatore.

Un corretto dimensionamento dell'offerta sanitaria deve precludere ad una approfondita revisione delle riallocazioni all'interno del presidio in funzione della collocazione degli accessi suddivisi rispetto a categorie differenziate¹⁸ e ai diversi gradi di permeabilità con la città e dalla effettiva compatibilità edilizia dei contenitori esistenti rispetto al programma funzionale da prevedere.

¹⁸ Vanno considerati i differenti flussi di ingresso e uscita dei pazienti, degli accompagnatori, del personale medico e paramedico, dei mezzi di soccorso, dei fornitori e dei mezzi di approvvigionamento e smaltimento.

La riconversione funzionale dei corpi di fabbrica esistenti, anche tipologicamente e tecnologicamente obsoleti, può essere un'occasione possibile di miglioramento dell'efficienza e della qualità complessiva di presidi ospedalieri oggi anche fortemente penalizzati. La scelta che può condizionare la qualità dell'intervento nei due sensi è ovviamente quella data dalla funzione che si vuole collocare all'interno dei contenitori stessi. Una possibile strategia è quella di collocare nei corpi esistenti riadattati sotto il profilo distributivo e impiantistico le funzioni assistenziali di *low care*,¹⁹ collocando le funzioni *high care*²⁰ in nuove addizioni volumetriche, integrate sotto il profilo morfologico e distributivo con le precedenti.

Altre ipotesi di articolazione funzionale²¹ suggeriscono una separazione tra le funzioni ospedaliere per degenze tradizionali e le funzioni assistenziali (mediche e chirurgiche) erogate in regime diurno. Secondo questo approccio si ritiene che "l'ospedale di giorno" possa funzionare come una struttura indipendente per accessi, percorsi e impiego, dall'ospedale tradizionale, costituito dalle attività con prestazione di ricovero. Molti spazi di servizio per l'ospedale diurno sono a questo dedicati, non solo per quanto riguarda accessi e percorsi, ma anche per la necessità di nuclei funzionali altamente specialistici e ad alta tecnologia, come ad esempio il blocco operatorio dedicato alla chirurgia di giorno.

Allo stesso tempo questo tipo di ospedale deve condividere con quello delle degenze nuclei funzionali importanti, relativi ad esempio ai servizi di gestione della struttura, così come gli spazi e le attrezzature necessarie alle indagini strumentali e di laboratorio. Appare quindi evidente come la possibilità di allocare gruppi omogenei di funzioni integrate in contenitori edilizi adiacenti, ma con ampi gradi di indipendenza e con livelli differenziati di infrastrutturazione tecnologica e impiantistica, costituisca un elemento di

¹⁹ Funzioni di lungodegenza e riabilitazione, la degenza per malati terminali, gli spazi ambulatoriali e consultori ali. A queste funzioni si possono associare piccoli spazi commerciali integrati con la struttura ospedaliera.

²⁰ Funzioni proprie dell'ospedale per acuti tradizionale, intendendo quindi le specialità mediche e chirurgiche, i servizi di emergenza e accettazione, i servizi di analisi di laboratorio e di diagnostica per immagini.

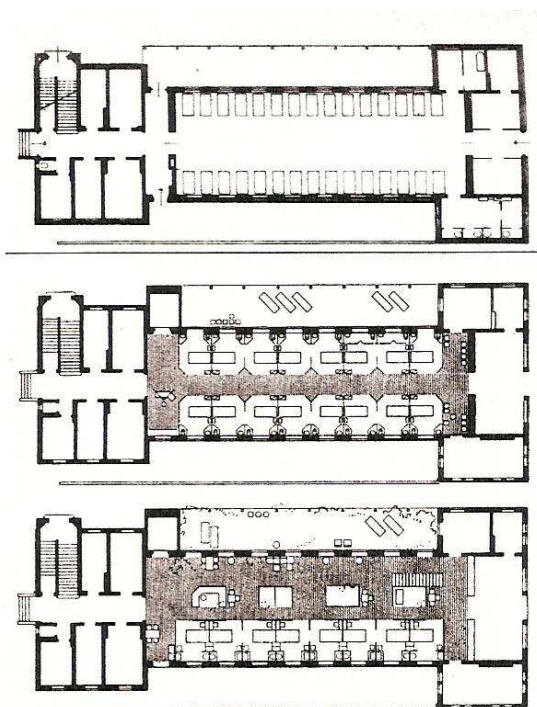
²¹ S. C. Gigli, *Verso il nuovo ospedale: architettura, tecnologia, organizzazione, gestione*, in "Progettare per la Sanità", n.55, gennaio – febbraio 2000.

sicura rilevanza strategica nell'ipotesi di progettare una oculata riqualificazione di impianti ospedalieri esistenti.

3.2.1 _ Progettazione modulare: gli edifici flessibili e integrabili

Prescindendo dalle scelte puntuali di destinazione funzionale dei singoli corpi edilizi costituenti il presidio va sottolineato che nella fase progettuale non è possibile definire, neppure in forma preliminare, nessun tipo di intervento che non sia sottoposto ad una analisi costi-benefici. Dunque le opzioni di intervento su ospedali esistenti si possono schematizzare così:

- interventi di adeguamento distributivo e impiantistico di corpi di fabbrica esistenti, senza espansioni volumetriche, ma con spazi interni razionalizzati
- accrescimenti planivolumetrici di corpi di fabbrica esistenti
- realizzazione di nuovi volumi, integrati funzionalmente e distributivamente all'interno dell'ospedale.



Nel primo caso le possibilità di ottimizzazione ambientale e distributiva interna dei corpi di fabbrica esistenti sono limitate a causa della scarsa adattabilità delle soluzioni tecniche e costruttive adottate. La presenza dei setti murari in muratura portante e l'assenza di condotti e vani per le canalizzazioni impiantistiche rendono economicamente oneroso e tecnicamente difficile l'adeguamento funzionale e ambientale necessario per raggiungere i livelli di qualità alberghiera necessari oggi.

Figura 3.1 Ospedale Municipale di Norimberga, Germania. Intervento di ristrutturazione di un padiglione esistente, edificato all'inizio del '900. L'impianto originario (schema planimetrico di sinistra) prevedeva un unico locale di degenza per complessivi 30 posti letto con i nuclei dei servizi su una testata e i collegamenti verticali sulla testata contrapposta. Negli schemi successivi sono rappresentate alcune ipotesi di trasformazione, con sensibile riduzione dei posti letto ospitati – raccolti in nuclei di degenza singoli o doppi dotati di servizi – e una maggiore dotazione di spazi comuni di soggiorno. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, op. cit., p.195).

L'accrescimento planivolumetrico di corpi di fabbrica esistenti può risultare efficace in funzione del fatto che questo risulti compatibile con le linee di sviluppo edilizio già previste in sede di realizzazione del presidio ospedaliero. Se il progetto aveva già tenuto conto di una possibile espansione futura, questa risulterà facilitata dal punto di vista funzionale, distributivo e tecnico-costruttivo.

La progettazione dell'intervento si inserirà in schemi di crescita organica e pianificata. Più complesso sarà il progetto di accrescimento qualora non sia stato previsto in fase progettuale. Si dovranno tenere conto i vincoli morfologici e costruttivi che possono entrare in conflitto con esigenze distributive ed impiantistiche che devono essere soddisfatte.

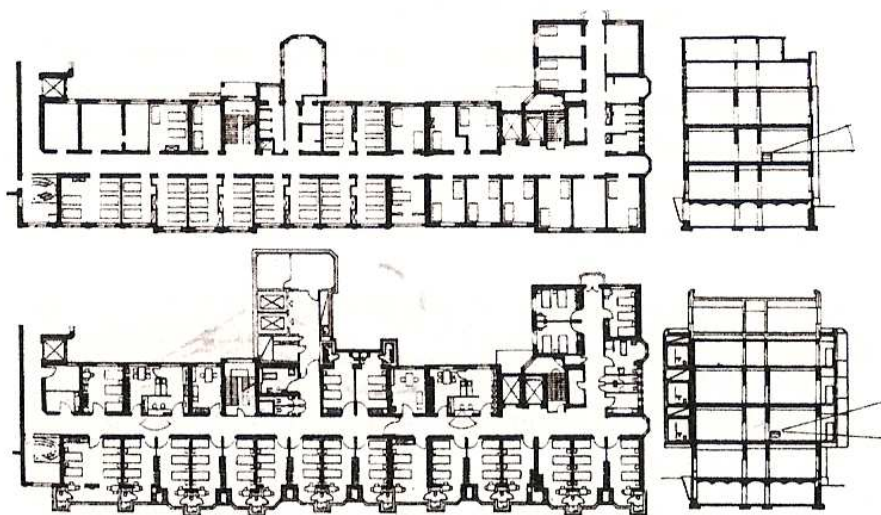


Figura 3.2 : Ristrutturazione dell'ospedale St. Franziskus, Colonia, Germania, 1973. Planimetria del piano tipo del corpo di fabbrica, prima e dopo l'intervento. L'assetto originale prevedeva le camere di degenza con tre o due letti, con nuclei di servizi comuni. L'intervento prevede lo stesso impianto distributivo con alcune integrazioni volumetriche. Viene realizzato infatti in adiacenza del lato di chiusura verticale perimetrale un aggetto in grado di accogliere un sistema di servizi igienici comuni a coppie di camere. La trasparenza dell'aggetto non preclude l'illuminazione delle camere garantendo anche angoli più ampi di visuali. La realizzazione di collegamenti verticali automatizzati completa l'intervento. L'ultimo piano viene riconvertito a degenza. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, *op.cit.*, p.196).

Allo stesso modo la realizzazione all'interno del perimetro del presidio di nuovi volumi indipendenti deve confrontarsi con una stratificazione di interventi susseguiti nel tempo e non collegati da un disegno unico capace di creare armonia agli sviluppi futuri. Si interviene su complessi non progettati per accrescimenti futuri. Nel Regno Unito questo tipo di studi volti ad armonizzare gli adattamenti morfologici e funzionali necessari

negli anni hanno cominciato a vedere luce negli anni 60. I requisiti strategici riconosciuti da allora per una progettazione ospedaliera aggiornata e competitiva sono flessibilità ed elasticità.

La flessibilità si configura come la capacità dell'organismo edilizio di adattarsi ad esigenze spaziali mutevoli nel tempo.

L'elasticità è invece la capacità dell'organismo di espandersi planivolumetricamente minimizzando costi dell'intervento, disagi per l'utente e l'impatto sulle strutture esistenti.

Dagli studi sviluppati e dalle sperimentazioni fatte in quegli anni, sono emerse due distinte strategie per arrivare ad una risposta al tema della "progettazione flessibile": "l'edificio universale" e "l'edificio adattabile".

3.2.2 _ *L'edificio universale*

Con il termine edificio universale si intende un contenitore edilizio di grandi dimensioni, isotropo per quanto attiene la dotazione di servizi, collegamenti e impianti, dotato di una maglia di luci rilevanti. Questa morfologia spesso è affiancata alla realizzazione di megastrutture, strutture rilevanti per estensione superficiale e complesse sotto il profilo impiantistico e tecnologico.

La flessibilità in questo caso è da ricercare nelle stesse scelte strutturali e costruttive. Le grandi strutture con grandi campate infatti permettono interessanti gradi di libertà e adeguamenti futuri per quanto riguarda la morfologia e la distribuzione interna. L'intera apparecchiatura costruttiva può essere scomposta in una serie di sistemi edilizi, caratterizzati da propri gradi di rigidità o adattabilità morfologica e impiantistica. Esistono pertanto elementi strutturali primari che dovranno essere mantenuti costanti a prescindere dalle scelte di adattamento spaziale interno, mentre altri elementi possono subire anche pesanti trasformazioni con bassi costi e disagi contenuti. Il modello ispiratore è quello di realizzare grandi e complesse macchine connotate da livelli altissimi di efficienza, costanti nel tempo, pur essendo soggette ad un continuo processo di trasformazione ed adeguamento morfologico, distributivo, tecnologico e impiantistico.

I limiti potenziali di questa "opzione megastrutturale" si sono rivelati:

- l'onerosità di gestione legata alla elevata complessità tecnologica e impiantistica necessaria per il funzionamento,
- la complessità distributiva interna, con percorsi orizzontali troppo tortuosi tali da creare disorientamento nei pazienti e nel personale.

Uno degli esempi realizzati secondo questa logica è il Mc Master Health Sciences Center, del 1967 in Ontario, Canada. Esso racchiude i diversi aspetti negativi e positivi prima citati. È un complesso per 418 posti letto, integrati con una struttura universitaria per circa 1000 studenti. Il progetto prevede il massimo livello di ottimizzazione dei vantaggi prodotti, tenendo conto anche delle ricadute negative. È stata perseguita la massima flessibilità d'uso degli spazi interni, facendo ricorso ad una maglia strutturale con grandi luci (25,6m per 28,8m) che costituisce l'unica parte rigida del complesso poiché:

- tutte le strutture secondarie e gli elementi di articolazione interna degli spazi sono stati realizzati utilizzando soluzioni tecniche e costruttive fortemente adattabili e flessibili;
- le canalizzazioni impiantistiche verticali sono concentrate in cavedi all'interno che ospitano anche le strutture principali, mentre la rete impiantistica orizzontale è distribuita all'interno di piani tecnici praticabili realizzati in corrispondenza di ogni piano.



Figura 3.3: Mc Master Health Science Center. Il complesso ospedaliero è fortemente fuori scala rispetto al tessuto urbano circostante. Questo è oggi considerato un limite progettuale. Il progetto però ebbe delle notevoli capacità di condizionamento per le realizzazioni del tempo e fu molto valido riguardo ad alcune scelte tecnologiche e morfologiche.

Il complesso ha anche un notevole margine di elasticità in quanto le strutture portanti sono state dimensionate in modo tale da poter supportare i carichi di un eventuale piano aggiuntivo. Le stesse centrali termiche sono infatti realizzate fuori dall'ultimo piano in modo da non interferire in un futuro ampliamento. Inoltre sono stati affrontati con attenzioni gli aspetti di impatto psicologico sui degenti provocato dai caratteri morfologici, tipologici e distributivi del complesso.

È stato semplificato lo sviluppo lineare dei percorsi di distribuzione interna orizzontali attraverso una *hospital street* che definisce un anello di collegamento tra i quattro snodi verticali principali lungo 300 metri e suddiviso in quattro tratti da 75 metri, ciascuno caratterizzato da cromatiche differenti. Questi snodi hanno interruzioni percettive per rendere più facile al paziente il riconoscimento del luogo in cui si trova. Soluzioni di luce e scelte cromatiche fanno sì che si abbia la percezione di uno spazio non eccessivamente vasto e complesso introducendo anche elementi di "familiarità" e riconoscibilità.



Figura 3.4: vista di uno dei fronti dell'edificio. Le torri vetrate costituiscono l'ossatura principale. All'interno sono collocate canalizzazioni verticali principali collegate ai piani tecnici e alcuni gruppi scala. È facile in questo modo creare ampliamenti e accrescimenti volumetrici con grandi margini di flessibilità interna distributiva.

3.2.3 _ L'edificio adattabile

La seconda strategia affrontata a partire dagli anni '60 per risolvere positivamente il tema della flessibilità e dell'elasticità edilizia ospedaliera è stata quella del cosiddetto "edificio adattabile". Questa ipotesi si fonda sulla pianificazione a grande scala delle possibili trasformazioni e ampliamenti del complesso ospedaliero nel tempo, e a sua volta ha prodotto due differenti approcci progettuali differenti: la "teoria dell'indeterminatezza" e quella della "flessibilità modulare".

La prima teoria fu teorizzata e sperimentata da John Weeks nel progetto del Nortwick Park Hospital nel Regno Unito nel 1962.

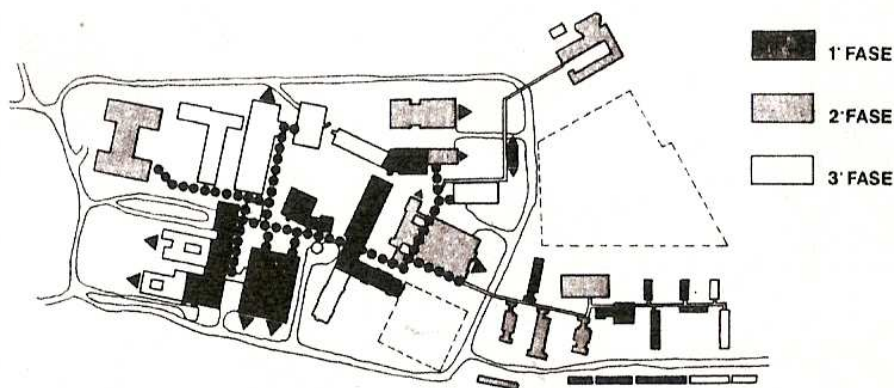


Figura 3.5: Nortwick Park Hospital. Planimetria generale con indicate le tre fasi di costruzione, la strada coperta di collegamento tra i vari corpi e le direttrici possibili di espansione di ciascun corpo, a partire dalle testate degli stessi. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, *op. cit.*, p.76).

La scelta di Weeks è quella di assumere come carattere fondativo di un'edilizia ospedaliera durevole nel tempo, la sua assoluta indeterminatezza funzionale e morfologica. Il progettista programma una realizzazione per fasi di crescita successive, sviluppa edifici singoli ciascuno contenente uno specifico reparto o una specialità.

Il tema del rapporto tra l'ospedale e la città viene affrontato secondo un'ottica originale, fondata sul tentativo di riprodurre alla piccola scala di un complesso edilizio, le logiche aggregative e di crescita proprie dei tessuti urbani.

Il complesso ospedaliero apparentemente in "disordine" trova le ragioni della realizzazione nella rispondenza della collocazione di ciascun volume all'orografia del terreno o agli allineamenti dei confini dell'insediamento. La libera disposizione sul terreno trascura il soleggiamento naturale confidando nella possibilità compensativa

offerta da una adeguata progettazione impiantistica. Il richiamo alla progettazione di ospedali a padiglione è molto forte; in questo caso viene negata la rigidità ottocentesca dell'impianto e allo stesso modo infranta la regola dell'iterazione di corpi edilizi identici, allineati secondo direzioni privilegiate. L'ospedale è visto qui come un sistema di corpi connessi tra loro tramite la “*hospital street*”, una strada coperta sopraelevata che collega fisicamente tutti i corpi edilizi.

La caratteristica più interessante di questa sperimentazione architettonica è costituita dalla forte adattabilità del complesso sia alla scala dell'intero organismo che del singolo corpo di fabbrica. È infatti possibile aggiungere nuovi corpi edilizi, secondo uno schema generale fissato, con notevoli gradi di libertà multipli, così da adeguarsi a contesti operativi anche differenti da quelli prefissati in fase di pianificazione generale.

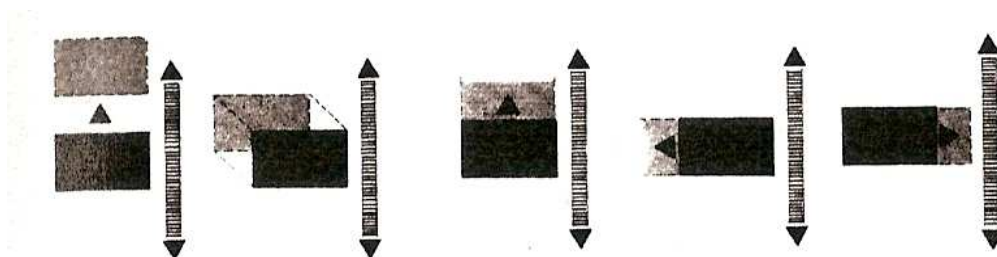


Figura 3.6: Schemi grafici rappresentativi delle possibilità di crescita dimensionale di un corpo edilizio rispetto ad una direzione privilegiata di sviluppo: iterazione modulare dei corpi di fabbrica, crescita in altezza di un piano tipo, sviluppo dimensionale lungo l'asse trasversale o longitudinale dell'edificio. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, *op. cit.*, p.189).

Questo tipo di approccio si adatta alle molteplici e mutevoli esigenze delle strutture sanitarie, connotate da elevati livelli di imprevedibilità; allo stesso tempo risulta implicito in queste strutture il rischio di una perdita di controllo sulle qualità proprie dell'edificio ospedaliero in quanto architettura. Infatti la teorizzazione anglosassone nasceva all'interno di una logica che tendeva a prediligere gli aspetti economico-funzionali piuttosto che quelli architettonico – ambientali.

In accordo con la volontà di progettare un edificio capace di ostacolare il meno possibile i cambiamenti di funzioni, piuttosto che di collocare quelle stesse funzioni con la maggiore razionalità, venne esteso il concetto di indeterminatezza anche alla progettazione interna dei singoli contenitori edilizi. Lo scopo venne ottenuto prevedendo opportuni livelli di multifunzionalità degli spazi, l'assenza di un dimensionamento delle singole unità funzionali calibrato sulla specifica destinazione

d'uso di primo inserimento e una uniforme distribuzione di collegamenti verticali, servizi e impianti nel tessuto dei fabbricati. Tutto ciò ha consentito una più agevole trasformazione degli spazi al variare delle esigenze degli utenti, benché abbia generato il rischio di una eccessiva approssimazione nella definizione progettuale dei lay-out funzionali, oltre che una eccessiva onerosità nella realizzazione dovuta alla distribuzione impiantistica all'interno dell'edificio. Il sistema di edifici separati del Nortwick permette, grazie alla connessione dei padiglioni con il percorso continuo coperto, uno sviluppo e una modifica autonoma su ciascun lato non prospiciente l'asse di collegamento. Interessante diventa quindi la scelta fatta che permette ulteriori gradi di libertà alla crescita dei singoli edifici costituenti il presidio. Le chiusure verticali dei lati

di ciascun blocco per i quali era prevista una possibile espansione sono infatti caratterizzate dalla completa leggibilità del telaio strutturale in calcestruzzo armato, integrato dalla posa in opera di pannelli prefabbricati che possono essere rimossi per eventuali addizioni volumetriche. Le stesse scale di sicurezza sono realizzate in elementi metallici assemblati a secco e possono essere smontate con facilità. Accanto alla “teoria dell'indeterminatezza” venne sviluppata sempre negli anni '60 e in Regno Unito la teoria della “flessibilità modulare”.

Da qui nacquero due ulteriori sistemi progettuali molto diffusi in territori britannico: il “sistema Harness” e il “sistema Nucleus”.

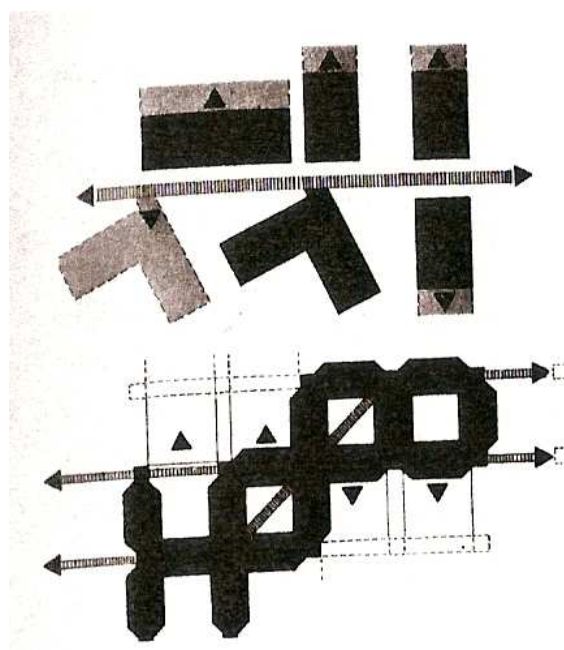


Figura 3.7: schemi planimetrici delle possibilità di crescita di un complesso ospedaliero in funzione dell'impianto morfologico e tipologico. Addizione ed espansione di padiglioni modulari iterati lungo una direzione privilegiata, crescita per ripetizione di moduli disposti su una maglia strutturale di riferimento. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, *op. cit.*, p. 189).

3.2.4 _ Sistema progettuale Harness

L'ipotesi fondativa di questo modello, applicata a piccoli o medi ospedali con sviluppo non superiore a quattro piani, è quella di realizzare un ospedale per assemblaggio di

moduli funzionali (dipartimenti) autosufficienti e completamente definiti sotto il profilo dimensionale e distributivo. Infatti è stata definita la maglia standard a base quadrata di modulo 15 metri. Ogni modulo diventa un sovrainsieme modulare di quell'unità di base. Secondo questo schema progettuale ogni dipartimento deve potersi sviluppare su un solo piano, e deve essere connesso ad una spina attrezzata di distribuzione, chiamata "zona harness". Questa zona presenta dei nuclei funzionali che possono contenere i collegamenti verticali, le canalizzazioni degli impianti o i nuclei dei servizi. È stata prevista una seconda griglia modulare, valida per le zone di contatto tra i vari dipartimenti o tra questi e la "zona harness". Si tratta di una fascia profonda 1,2 metri che governa il dimensionamento delle pilastrate e delle chiusure verticali esterne secondo una griglia modulare quadrata di 60 cm di lato.

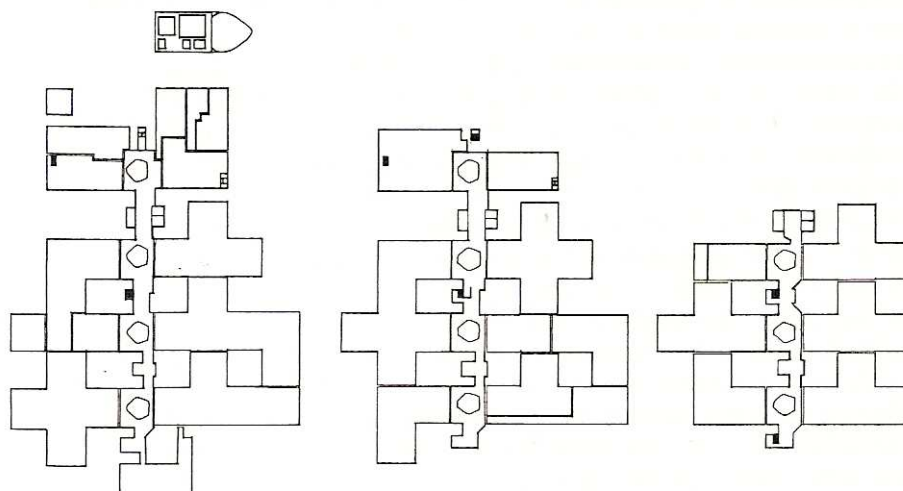


Figura 3.8: Stafford District General Hospital, planimetrie schematiche dei tre livelli. Si notano i singoli dipartimenti con articolazioni spaziali basate sul modulo 15 x 15 metri, collegati dalla zona distributiva "harness".

I pregi di questo sistema progettuale sono:

- la semplificazione delle attività di progettazione, intese come assemblaggio di componenti funzionalmente autonome, catalogate secondo abachi predisposti in funzione del dimensionamento complessivo del presidio, con semplificazione e snellimento delle procedure amministrative preliminari all'avvio del progetto, con agevolazione delle previsioni di costo per la realizzazione di ciascun presidio,

- l'espandibilità delle strutture ospedaliere in modo controllato e governabile secondo leggi costruttive e morfologiche omogenee,
- flessibilità distributiva interna dato che ogni dipartimento può essere riorganizzato in modo autonomo al suo interno, secondo schemi compatibili con la maglia modulare principale.

L'ampia sperimentazione a cui è stato sottoposto questo sistema progettuale ha consentito di verificare alcune eccessive rigidità residue, legate ad un sottodimensionamento di molti dipartimenti rispetto ai livelli di qualità alberghiera richiesti dall'utenza. In particolare le degenze e i servizi si dimostrano fin troppo compressi e insufficienti. Per soddisfare queste esigenze minime, si rende necessario un sovradimensionamento delle unità funzionali. Si è quindi assistito a fenomeni di sotto o sovra-dimensionamento di edifici ospedalieri, i cui costi di costruzione si sono dimostrati essere mediamente più alti del previsto. Tutte queste considerazioni hanno portato ad un sistema progettuale diverso: il sistema "Nucleus".

3.2.5 _ Il sistema Nucleus

Le critiche al vecchio sistema progettuale hanno portato alla creazione di un nuovo sistema mirato a contenere alcuni degli aspetti più contraddittori del sistema precedente. In particolare le realizzazioni risultavano sovradimensionate e molto costose.

Negli anni '70 si pensò allora di ridimensionare gli standard edilizi fissati per le strutture ospedaliere, partendo da una primaria delocalizzazione all'esterno dell'edificio di molti servizi non strettamente indispensabili. Venne proposta l'esternalizzazione di numerosi servizi, come sterilizzazione, scuola per il personale, officine di manutenzione, nel tentativo di contenere i costi di esercizio della struttura. Allo stesso scopo molti servizi sanitari vengono de localizzati sul territorio per ridurre i costi di gestione alberghiera e per avvicinarli all'utenza.

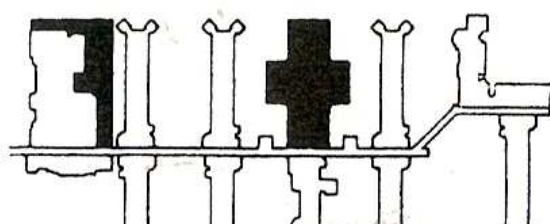


Figura 3.9: Sistema progettuale Nucleus. Schema grafico che illustra la compatibilità morfologica di un elemento progettato in accordo con questo sistema (evidenziato in nero) e l'impianto tipologico di un ospedale a padiglioni. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, *op. cit.*, p. 101).

Viene quindi definito un sistema progettuale che consenta la realizzazione anche solo di un primo “nucleo” funzionale autonomo di una struttura ospedaliera capace di svilupparsi in futuro per addizioni modulari successive senza disagi per l’utenza già insediata e senza costose ridistribuzioni delle porzioni già realizzate. Una delle capacità di questo sistema è pertanto quella di adattarsi a vecchi presidi come ai nuovi. Il sistema si adatta con facilità all’intervento progettuale su ospedali esistenti di medie dimensioni, soprattutto a padiglioni, consentendo l’aggregazione di nuovi corpi di fabbrica di dimensioni contenute e confrontabili con quelle di un padiglione tradizionale.

Lo schema in Inghilterra ha comunque preso piede in realizzazioni nuove con la un primo nucleo di 300 posti letto poi espandibile a 600 e 900. Il modello permette la realizzazione di complessi differenziati sotto il profilo architettonico, consentendo alcuni gradi di libertà aggregativa al progettista; l’impianto rimane quello di un ospedale a sviluppo orizzontale con altezze di 2-3 piani. Il modello non prevede espansioni in altezza ma solo moduli aggiuntivi rispetto al nucleo iniziale, e dunque le possibilità di ampliamento dei presidi ospedalieri agevoli teoricamente, trovano difficoltà a causa dell’elevata superficie edificabile richiesta dall’applicazione di questo modello.

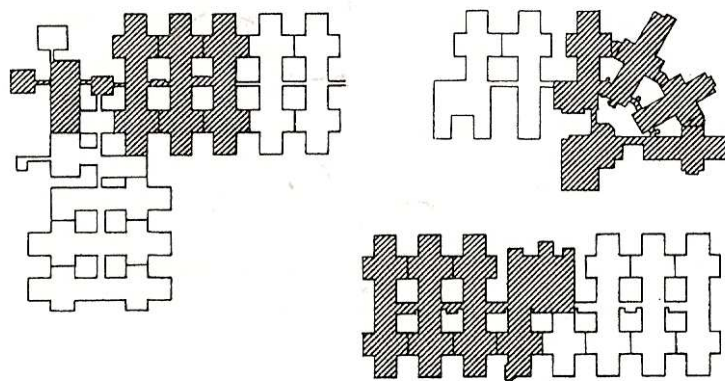


Figura 3.10: Sistema progettuale Nucleus. Schemi grafici rappresentativi di alcune possibilità di aggregazione dei moduli costitutivi. Sono evidenziate le prime unità spaziali da realizzare, per consentire la piena autosufficienza funzionale dell’insediamento. Contestualmente sono rappresentate le possibilità di accrescimento dei nuclei originali.

La scelta di piani bassi consente una positiva integrazione con l’ambiente circostante e allo stesso modo, grazie al calibro fisso dei corpi di fabbrica, un ampio ricorso all’illuminazione e ventilazione naturale dei locali. Una struttura ad altezza contenuta comporta minore complessità strutturale e realizzativa, così come l’utilizzo di

ventilazione naturale permette una semplificazione significativa delle reti impiantistiche interne, con sensibile riduzione degli oneri gestionale complessivi.

L'unità spaziale modulare è cruciforme, caratterizzata da una superficie complessiva di 1000 mq e da una profondità di 15 metri. La struttura è basata su una maglia modulare quadrata con griglia di 16,2 metri di lato. Ogni modulo contiene un dipartimento o gruppi di dipartimenti più piccoli collegati tra loro da *hospital street* coperta, profonda 3 metri, mentre i servizi generali sono raggruppati in un volume di forma variabile, in funzione della dimensione del complesso e delle sue caratteristiche specifiche, ma strutturata secondo una griglia modulare quadrata di 5,4 metri di lato. Le canalizzazioni impiantistiche verticali sono collocate in copertura per garantire un'ispezionabilità senza interferire con le attività di presidio e prive di interferenze con la distribuzione interna. Il modello *Nucleus* ha definito caratteri di approccio progettuale sicuramente innovativi e positivi, legati alla semplificazione delle procedure di pianificazione, progettazione ed esecuzione e legate al contenimento dei costi di realizzazione ed esercizio che consente. Gli ospedali così realizzati possono facilmente essere oggetto di interventi di addizione volumetrica (elevata elasticità) mentre quelli di riadeguamento e riorganizzazione interna (flessibilità) risultano più difficoltosi. Ciò è dovuto alla caratteristica di elaborazione della "scomponibilità" del progetto e delle sue parti e alla sua adattabilità planivolumetrica nel tempo, piuttosto che alla definizione di moduli ampiamente adattabili al suo interno. Ciascun nucleo prevede una distribuzione interna già ottimizzata rispetto alle superfici disponibili per i componenti modulari, e quindi difficilmente adattabile ai differenti contesti e scarsamente propensa ad eventuali interventi di riorganizzazione. Se le aggregazioni e le addizioni sono illimitate per i corpi cruciformi, la libertà per una trasformazione degli spazi interni rispetto al modello standard sono molto limitati.

La rigidità distributiva interna non è però l'unico limite riscontrato nella applicazione di questo modello progettuale. Diverse ricerche hanno evidenziato un eccessivo sottodimensionamento degli spazi accessori alle degenze e dei servizi, l'esiguità dei depositi e dei locali per il personale medico e paramedico, oltre che una non del tutto soddisfacente distribuzione planimetrica dei nuclei dei laboratori e del blocco operatorio.

Cap. 3.3

APPROCCI ATTUALI PER LA PROGETTAZIONE FLESSIBILE E MODULARE

Tutte le esperienze internazionali citate non possono essere considerate esaustive di un dibattito ben più ampio per quanto riguarda la sperimentazione progettuale nel campo dell'edilizia sanitaria. In anni più recenti diverse sperimentazioni hanno arricchito quel dibattito innestandosi all'interno di posizioni in qualche modo consolidate. È possibile osservare come l'opzione megastrutturale, con le sue notevoli dimensioni planivolumetriche, onerose da gestire e da realizzare, abbia avuto una posizione più marginale nelle realizzazioni correnti.

Si sono invece diffuse interpretazioni autonome che fanno della modularità ed espansibilità dell'impianto la linea progettuale strategica da proseguire. Recenti

realizzazioni di ospedali planivolumetricamente contenuti seguono questa direzione; ne nasce un privilegiato rapporto e rispetto dell'ambiente, sia di complessi anche rilevanti per dimensioni ma innovativi per scelte tipologiche, che nel tipo piastra-torre, cosa che non si rilevava invece in presidi monoblocco.

Ad esempio nell'ospedale di Detroit realizzato tra il 1973 e il 1980, dimensionato per 340 posti letto, viene sperimentato un modello di aggregazione simile al modello di moduli piani volumetrici che si rifà al modello *Nucleus*, sebbene con alcune differenze interessanti. La dotazione media per posti letto appare più generosa, soprattutto risulta essere più agevole un eventuale intervento di riorganizzazione interna.

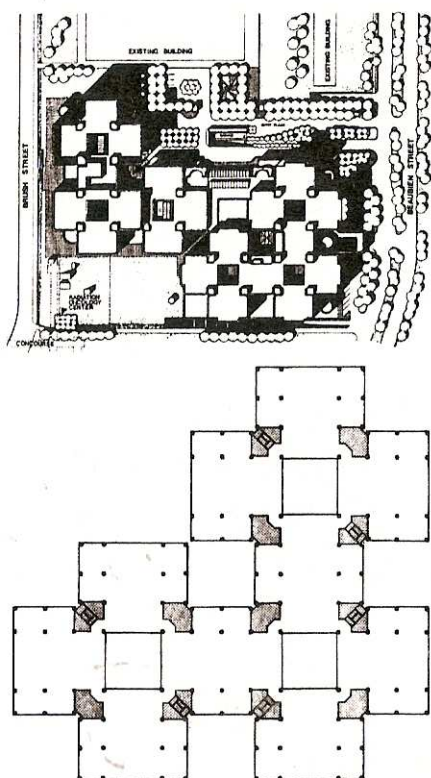


Figura 3.11: Ospedale Generale di Detroit, USA, 1973 – 80. Plani volumetrico e planimetria schematica della maglia strutturale. Il complesso ospedaliero è costituito dalla aggregazione di sei moduli cruciformi strutturalmente identici. Ciascuno è caratterizzato dalla presenza di una corte interna e dalla collocazione ai vertici del quadrato centrale dei vani di connessione verticale sia dei percorsi che delle reti impiantistiche. (Fonte: F. Rossi Prodi, A. Stocchetti, *op. cit.*, p.176).

Differente per logica progettuale e per dimensione del progetto il *Sozialmedizinische Zentrum Ost* a Vienna. Si tratta di un ospedale esemplificativo di un tipo edilizio di recente affermazione e ancora in corso di consolidamento: l'ospedale "a banchina". Può essere descritta come la scomposizione per parti di un ospedale a piastra e torri, in cui i due elementi costitutivi il presidio non sono sovrapposti ma accostati. Questa scelta progettuale produce un complesso connotato da una minore efficienza distributiva, in quanto i collegamenti orizzontali, contenuti in un ospedale piastra-torre, assumono qui maggior rilevanza; la separazione libera le due porzioni di fabbricato da ogni interferenza strutturale, impiantistica e distributiva, in quanto i nodi di connessione tra i diversi blocchi raccolgono in sé l'insieme degli elementi tecnologici e distributivi di servizio ad entrambi. La soluzione consente ampi gradi di flessibilità interna a ciascun blocco, poiché non vi sono sovrapposizioni e interferenze strutturali tra piastra dei servizi e degenze, inoltre è consentita una possibile espansione del complesso, sia per iterazione di uno dei corpi perimetrali, sia per ampliamento planimetrico della piastra centrale.

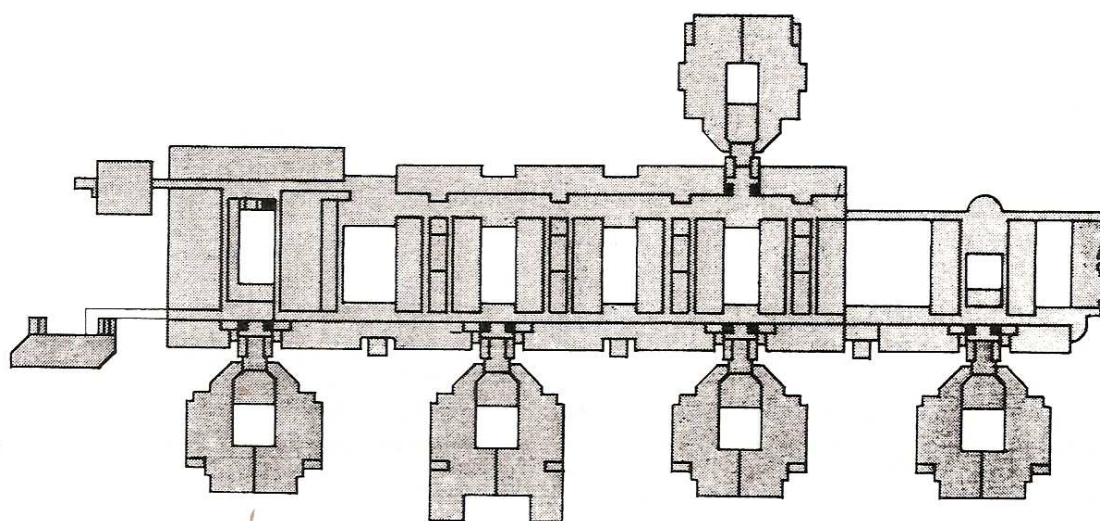
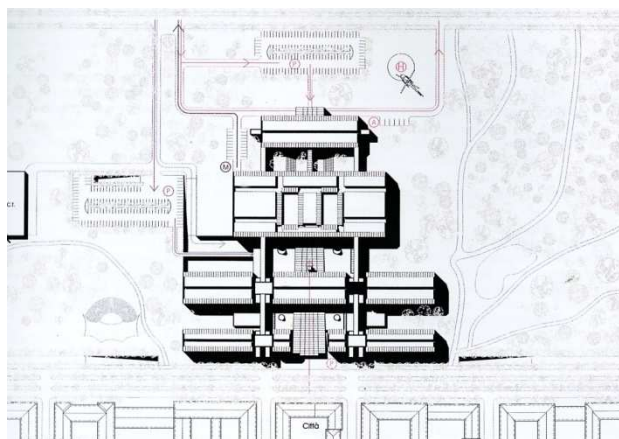


Figura 3.12: Sozialmedizinische Zentrum Ost, Vienna. Planimetria del complesso. I blocchi delle degenze sono connessi puntualmente con la piastra centrale dei servizi. La soluzione consente margini di elasticità sia per l'aggiunta di ulteriori corpi perimetrali, sia per la possibile espansione della piastra centrale. (Fonte: F. NUTI, *Evoluzione tipologica degli edifici ospedalieri. Metodi e procedure di progetto*, in AA.VV., *Acciaio e sanità*, Ed. Grafiche Mazzucchelli, Milano, 1992).

Il contributo più recente avanzato sul tema è rappresentato dal “Nuovo Modello di Ospedale”, redatto da Renzo Piano per conto del Ministero della Sanità nel 2001. Il contenuto di questo studio è un meta-progetto che raffigura graficamente un insieme di linee guida per la progettazione e la gestione di ospedali “ di alta complessità tecnologica e gestionale e di media dimensione”²²; esso “va interpretato come un manifesto di intenti e non come un tipo replicabile”.²³

La verifica di validità di queste linee guida sarà pienamente possibile quando si avrà una sperimentazione progettuale effettiva sul campo. Fino ad allora si potranno solo avere delle considerazioni di carattere generale derivate dalla ricerca. Il modello proposto, valido come rappresentazione morfologico - strutturale di un impianto astratto, si inquadra con difficoltà nelle tipologie tradizionali. Si configura infatti come un impianto planivolumetrico compatto, al massimo quattro piani fuori terra, ottenuto da una ibridazione morfologica di un ospedale a poliblocco con uno a galleria. L’impianto è connotato da una simmetria assiale, con una galleria vetrata che distribuisce le funzioni più pubbliche del complesso al piano terra; trasversalmente a questo elemento distributivo, che assume ruolo centrale nella definizione formale e nella riconoscibilità urbana dell’insediamento, si sviluppano quattro distinti corpi di fabbrica, che ospitano,



separate, le funzioni ricettivo - alberghiere e quelle terapeutico-sanitarie. Oltre che dalla vetrata, i diversi volumi sono connessi da due collegamenti orizzontali ad ogni piano, che si sviluppano per tutta la lunghezza del fabbricato.

Figura 3.13: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Plani volumetrico del modello. L’edificio, costituendo un modello teorico di studio non è localizzato in un contesto reale, ma è supposto realizzato in un’area semicentrale o periferica, per svolgervi un ruolo di “addensatore sociale”. (Fonte: R. Piano, *op. cit.*, p.9).

²² Cfr. R. Piano, *op. cit.*, p.8.

²³ Cfr. R. Piano, *op. cit.*, p.8.

Uno degli elementi di maggiore interesse nella definizione del modello è costituito dalla organizzazione dei servizi di degenza. L'ospedale risulta infatti articolato secondo l'intensità delle cure da fornire, superando la tradizionale separazione per specialità di riferimento.

Ciò ha determinato l'articolazione in quattro livelli distinti per intensità delle cure assistenziali fornite, e dei relativi costi di ricovero:

- terapia intensiva (*intensive care*): altissima tecnologia assistenziale ed elevatissimi costi di gestione per giornata di ricovero;
- degenza ad alto grado di assistenza (*high care*): articolata per aree dipartimentali, ad alta tecnologia di assistenza e con costi di gestione giornaliera elevati. La permanenza di un paziente in degenza deve durare al massimo tre giorni;
- degenza diurna (*day hospital, day surgery*): si svolge in spazi dedicati e caratterizzati da assetti planimetrici specifici che per definizione non prevedono il pernottamento del paziente nella struttura. Il paziente viene ospitato con un ricovero tradizionale solo nel caso in cui insorgano complicazioni durante il trattamento chirurgico, o nella successiva fase di *follow-up* postoperatorio;
- degenza a basso grado di assistenza (*low care*): necessità di livelli di dotazione tecnologica di servizio fortemente ridotti, con valenza medica e infermieristica fortemente attenuata e costi di gestione giornaliera molto contenuti. I pazienti vengono trasferiti in questa specifica categoria di assistenza quando sussiste comunque la necessità di una permanenza in ambiente ospedaliero controllato, ma il quadro clinico è stabilizzato ed è avviata la fase di recupero che precede la dimissione.

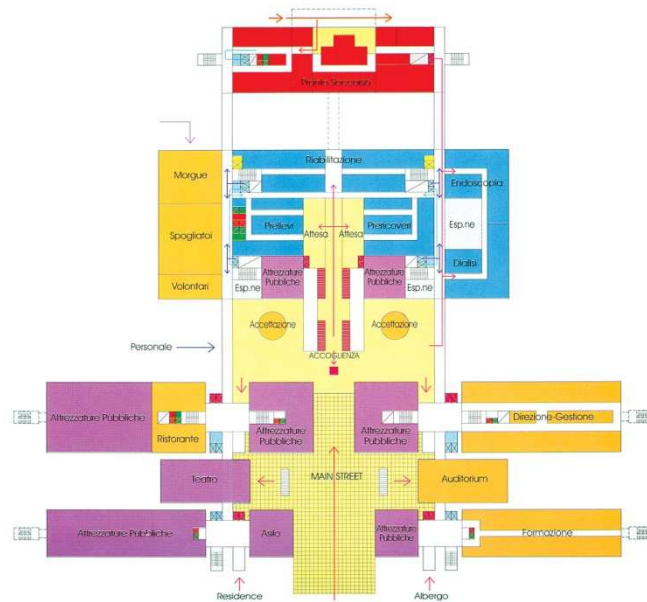


Figura 3.14: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Planimetria piano terra.

Il modello riprende alcuni aspetti che derivano dal dibattito internazionale in materia di progettazione ospedaliera, sviluppando alcuni elementi di particolare interesse.

Dal punto di vista morfologico e distributivo la chiarezza dei percorsi orizzontali e dei collegamenti tra blocchi funzionali distinti richiama la definizione della *hospital street* di alcuni esempi anglosassoni progettati secondo il modello *Nucleus*. Allo stesso modo

sono enfatizzate le scelte di modularità strutturale e costruttiva che si rifanno a maglie omogenee e di recente realizzazione. L'uso di tecniche di costruzione orientate all'impiego di assemblaggi a secco è raccomandato per agevolare le operazioni di adeguamento planimetrico e distributivo interno e per velocizzare e rendere meno invasive e di minor impatto le operazioni di adattamento e manutenzione.

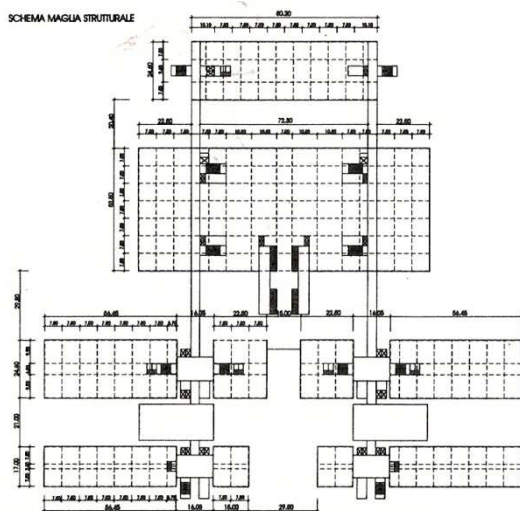


Figura 3.15: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Schema grafico dell'impianto strutturale. È evidente lo sviluppo planimetrico coerente con una maglia dimensionale costante (7,5 x 7,5 m). (Fonte: R. Piano, *op. cit.*, p.14).

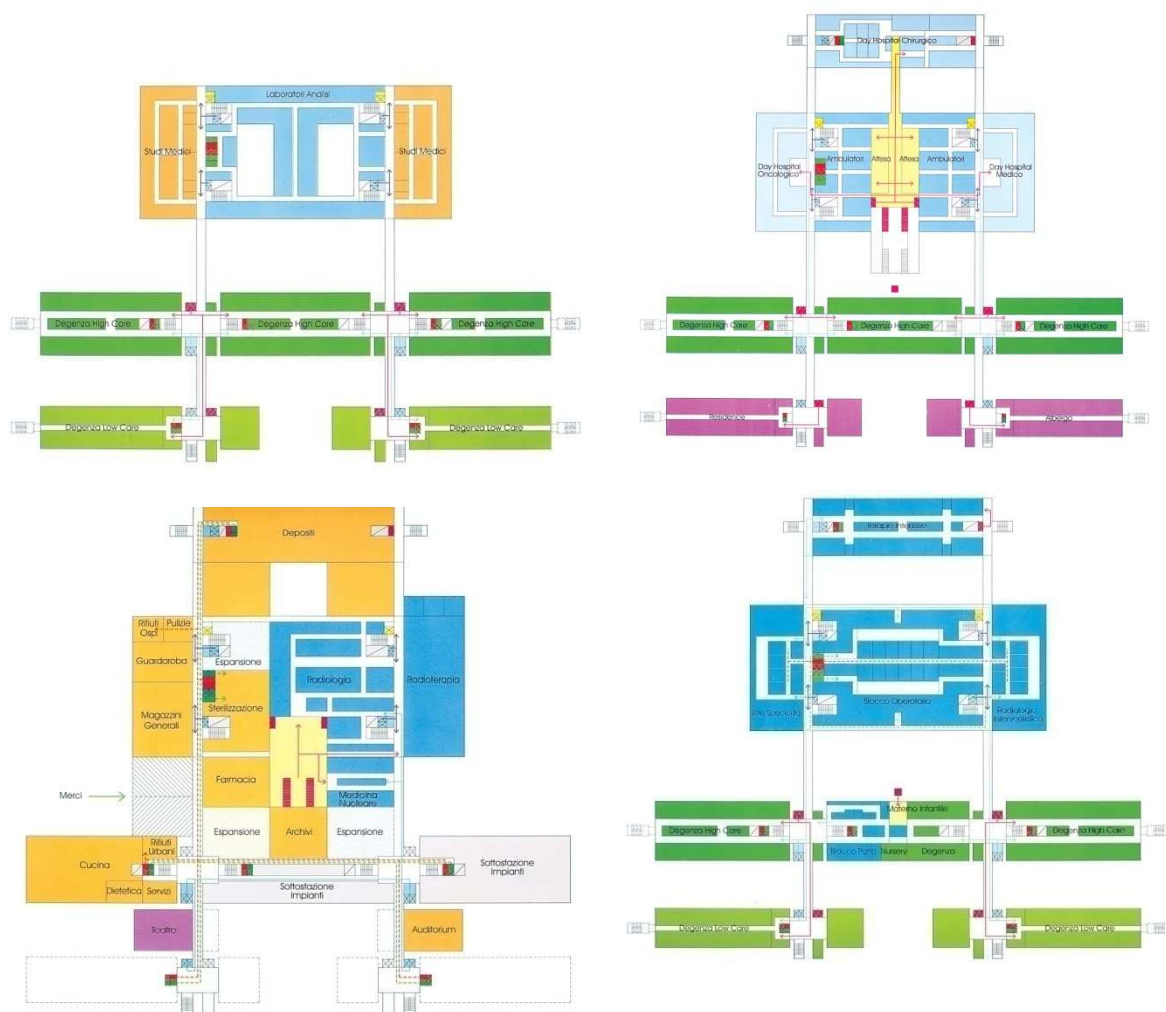


Figura 3.16: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Schemi planimetrici dei diversi piani con indicate le funzioni (livello -1: magazzini, depositi e radiologia; PT.: attrezzature pubbliche, direzione, morgue e pronto soccorso; P1: day hospital, ambulatori, degenze high care e albergo-residenze; P2: blocco operatorio, degenza high care e degenza low care; P3: laboratori analisi, studi medici, degenze high care, degenze low care).

La flessibilità interna degli spazi è stata perseguita come priorità assoluta, tale da condizionare le scelte planimetriche e impiantistiche, come pure l'elasticità del complesso. L'edificio consente alcuni margini di crescita plani volumetrica in virtù delle scelte costruttive, come ad esempio il prolungamento delle stecche trasversali delle degenze o l'ampliamento della piastra chirurgica. È interessante sottolineare un elemento di originalità proposto rispetto ad altri contributi: in questo caso il progettista prevede la dislocazione in alcuni punti strategici di spazi e locali destinabili a future espansioni. Si prevede dunque la realizzazione di spazi lasciati a rustico, senza divisioni

interne né attrezzature, per accogliere destinazioni funzionali future e predisposti per ricevere le connessioni più opportune con le reti impiantistiche già presenti nel presidio. Al tema della flessibilità interna degli spazi, connesso a quello dell'innovazione tecnologica continua cui sono sottoposte tecniche, strumenti e metodiche mediche, è stata riconosciuta una importanza strategica determinante per la progettazione di un ospedale capace di soddisfare nel tempo elevati standard qualitativi. A questo proposito si segnala l'articolazione del requisito della flessibilità in:

- interna edilizia, con l'utilizzo di sistemi costruttivi idonei e di una maglia strutturale modulare,
- interna funzionale, connotata dalla articolazione e ri-aggregazione di funzioni inizialmente previste con uno schema differente,
- interna planimetrica, connotata dalla previsione di aree polmone libere, non attrezzate e collocate in zone strategiche dell'edificio, disponibili per future allocazioni funzionali,
- esterna planimetrica, connotata dalla previsione di espansioni plani volumetriche definite in aree predisposte e congruenti con l'impianto complessivo.

Modularità planivolumetrica, flessibilità distributiva e spaziale, elasticità complessiva sono obiettivi strategici che difficilmente possono essere perseguiti e raggiunti senza affrontare il tema dell'integrazione tra reti impiantistiche, sistema strutturale e spazi architettonici.

La progettazione e la scelta dei materiali, degli spazi, degli impianti diventa imprescindibile al momento della progettazione delle strutture sanitarie. Difficilmente si trovano sistemi edilizi che vanno pari passo con la tecnologia. Il tipo edilizio a torre ad esempio fu possibile grazie alla diffusione del sapere tecnologico necessario alla realizzazione di impianti meccanici di elevazione sempre più veloci e sicuri; allo stesso modo il tipo a piastra non avrebbe potuto diffondersi se non insieme all'affinamento delle tecnologie necessarie al trattamento e al condizionamento dell'aria interna ai locali stessi.

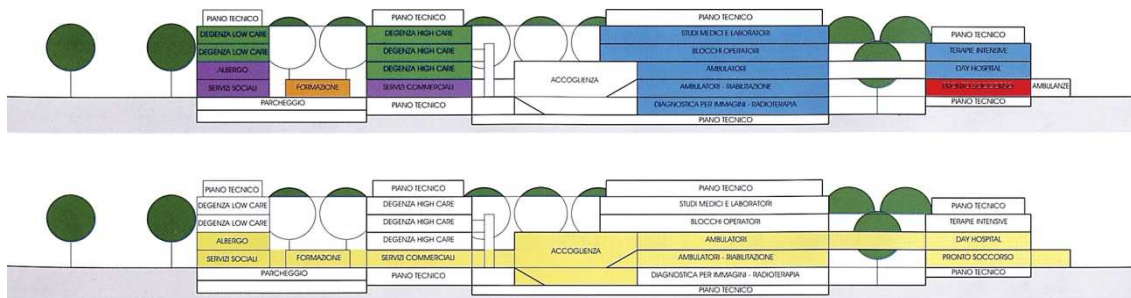


Figura 3.17: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Sezioni degli schemi funzionali.

La maggior velocità di evoluzione e trasformazione delle tecniche sanitario-diagnostiche e terapeutiche rende difficile in sede progettuale definire ipotesi reali di progettazione impiantistica capace di mantenersi costantemente adeguata alle esigenze dell'utenza. Si adottano quindi criteri di progettazione tipologica, costruttiva e spaziale che consentano di minimizzare gli adeguamenti che dovranno essere operati nel tempo, massimizzando contemporaneamente le possibilità di manutenzione delle reti con impatti e disagi limitati sulle attività della struttura. La questione non può essere tralasciata perché in termini volumetrici l'impiantistica ospedaliera può raggiungere il 15% del complessivo con costi, che sommati a quelli di impianti e tecnologie biomediche possono attestarsi sopra il 50% del costo globale di costruzione. La scelta quindi ricade sulla resa indipendente del sistema strutturale e degli impianti verticali e orizzontali. Più è regolare la griglia strutturale del complesso, più agevole sarà la pianificazione delle connessioni impiantistiche e la loro modificabilità nel tempo.

Nel dibattito internazionale non si trascura la posizione di chi adotta grandi luci strutturali per rendere minime le interferenze distributive tra gli elementi verticali portanti e gli spazi interni dell'edificio. Poiché tali luci comportano anche notevoli altezze delle strutture orizzontali, spesso in carpenteria metallica, si può garantire il passaggio di tutte le canalizzazioni impiantistiche nello spazio occupato dallo spessore dell'orizzontamento stesso.



Figura 3.18: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Sezioni progettuali.

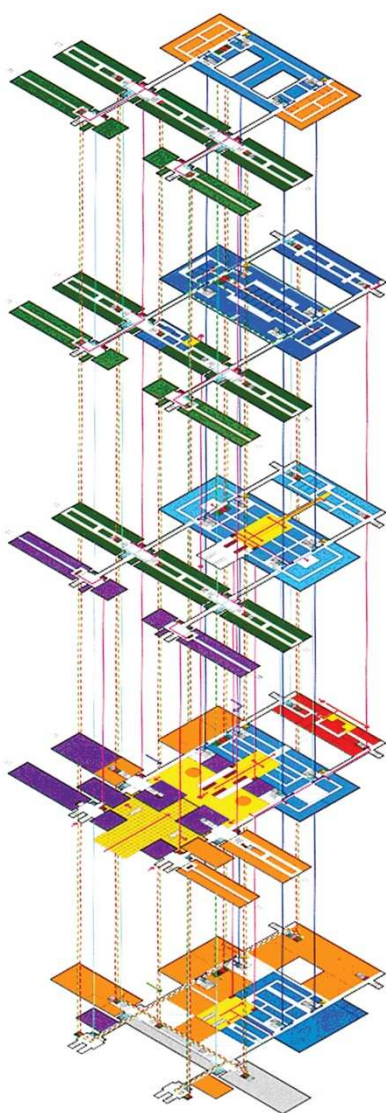


Figura 3.19: Nuovo Modello di Ospedale, R. Piano, 2001. Layout funzionale dei percorsi verticali.

Questo sistema ha avuto numerose applicazioni tra il 1960 e il 1970. In diversi presidi si trovano interpiani in corrispondenza di ogni orizzontamento che costituiscono soluzioni capaci di rendere trascurabili le interferenze tra spazi, strutture e impianti. L'obiettivo si raggiunge a costo però di una elevata onerosità iniziale dell'intervento, di una grande complicazione costruttiva e di una difficoltà gestionale. Rendere una struttura impiantistica indifferente dalla struttura vera e propria dell'edificio, porta a gradi di flessibilità interna pressoché illimitati, riducendo i costi realizzativi degli interventi di trasformazione. Spesso gli interpiani tecnici vengono realizzati ogni 2-3 piani e localizzati dove effettivamente necessari o per necessità particolari di climatizzazione e sterilità di blocchi funzionali specifici (blocco operatorio) o nei nuclei diagnostici, dove l'evoluzione delle tecniche di indagine può produrre variazioni nelle necessità impiantistiche di supporto. Anche schemi statici e impiantistici più semplici possono garantire una corretta integrazione distributiva e funzionale, come dimostrano gli esempi di ospedali realizzati secondo il modello *Nucleus*.

La progettazione di un complesso edilizio ospedaliero realmente modulare nella sua concezione morfologica, costruttiva e impiantistica costituisce un'esigenza non trascurabile per l'adattabilità che può essere conferita all'edificio durante la sua vita utile. Ciò garantisce una possibile trasformazione, interna o plani volumetrica, compatibile con l'esistente, poco invasiva e relativamente poco onerosa. Una modularità autentica agevolerà infatti la sua realizzazione per fasi, in compatibilità con le risorse finanziarie disponibili. È opportuno inoltre ricordare come l'articolazione degli spazi in unità modulari può agevolare anche le scelte compositive e formali di articolazione e scomposizione degli spazi in porzioni planimetricamente contenute e tali da essere percepite dagli utenti come "domestiche e familiari". Ciò consente di orientare la progettazione verso una maggiore umanizzazione degli spazi.

PARTE

II

CAPITOLO 4

INDIVIDUAZIONE DELLE SOLUZIONI TECNICHE PER LIVELLO DI FLESSIBILITA'

Cap. 4.1

LIVELLI DI FLESSIBILITA'

Il concetto di flessibilità deve favorire non soltanto dei cicli quotidiani di variazione, concedendo la possibilità di destinare a diverse funzioni il medesimo spazio, ma deve anche permettere di operare trasformazioni nel medio e lungo termine, in rapporto alla variazione della composizione del nucleo di convivenza. Il progetto dovrà quindi permettere di incrementare lo spazio, attraverso degli accorpamenti o di ridurlo, attraverso dei frazionamenti. Le soluzioni strutturali e impiantistiche in questo caso sono fondamentali.

Il tipo di struttura che si adotta in fase progettuale ha un ruolo essenziale nel consentire eventuali trasformazioni nel tempo dell'assetto distributivo, sia per quanto riguarda la totalità, sia per quanto riguarda la trasformazione di alcune parti. Ai fini della flessibilità è essenziale che la maglia strutturale non ostacoli l'arredabilità dei vani o interferisca con la griglia distributiva. Lo schema strutturale dell'edificio non dovrà limitare le soluzioni alternative di organizzazione, mentre in fase di fruizione deve essere tale da consentire operazioni di variazione distributive. In quest'ultimo caso sarà necessario progettare una maglia che consenta di ottenere i maggiori gradi di flessibilità. Affinchè si raggiunga un grado di flessibilità intermedio in fase di fruizione è opportuno operare scelte progettuali e tecnologiche che permettano con minimi incrementi di spesa, di realizzare soluzioni alternative, oppure di accorpare moduli secondo schemi prefissati.

Ogni modifica non pensata in fase progettuale implica una operazione ad "alta complessità tecnologica", il che significa onerosi costi di interventi, come demolizioni e ricostruzioni che limitano le possibilità di gestione della trasformazione.

Ad esempio gli interventi sui blocchi di servizio rientrano nella categoria ad altra complessità, poiché interessano non solo la morfologia ma anche la sfera tecnica della costruzione.

La possibilità di effettuare adeguamenti impiantistici dell'alloggio in tempi successivi a quelli di costruzione, limitando le opere distruttive sull'edificio, richiede l'adozione di tecnologie innovative che implicano notevoli incrementi di costo. Attualmente l'innovazione tecnologica si fonda sul concetto di ridondanza impiantistica e sull'utilizzo di solai tecnici ed elementi divisorii verticali concepiti come frontiere cave composte da strati funzionali assemblati a secco, che facilitano l'inserimento e l'ispezionabilità degli impianti e allo stesso tempo, eliminando l'interferenza delle opere murarie, riducono i tempi di posa.²⁴

Per quanto riguarda gli impianti edilizi sanitari, è stata elaborata una matrice che indica i diversi livelli di flessibilità applicabili.

Si parte quindi dal generale per arrivare al particolare attraverso alcuni passaggi che interessano prima l'intero ospedale e gli spazi esterni attorno ad esso, in seguito le singole stanze di degenza.

I "livelli di flessibilità" (i livelli di applicazione delle strategie per il conseguimento della flessibilità) sono stati individuati in quattro gruppi a loro volta suddivisi in:

- tipologie di flessibilità,
- soluzioni tipologico-spaziali,
- soluzioni tecniche,
- aspetti di innovazione.

I quattro livelli di flessibilità sono:

- SISTEMA OSPEDALIERO, cioè l'insieme di tutti gli edifici e gli spazi esterni che definiscono la struttura sanitaria nel suo insieme.
- EDIFICIO, cioè il singolo edificio riconoscibile all'interno del sistema più ampio; in caso di edificio monoblocco, questo coinciderà con il sistema ospedaliero
- UNITA' FUNZIONALE, cioè un insieme di unità ambientali raggruppate per omogeneità di funzioni: ad esempio i reparti degenze, il blocco operatorio, le centrali termiche, ecc.

²⁴ Laura Pedrotti, *La flessibilità tecnologica dei sistemi di facciata. Evoluzione delle tecniche di evoluzione e assemblaggio*, Angeli, Milano 1995

- UNITA' AMBIENTALE, cioè il singolo spazio confinato distinguibile all'interno di una unità funzionale: camera di degenza, ufficio medico, ecc.

A loro volta i diversi livelli di flessibilità saranno suddivisi secondo la TIPOLOGIA DI FLESSIBILITA', cioè la classificazione provvisoria delle tipologie di flessibilità per ciascun livello di flessibilità.

Esse sono:

- FLESSIBILITA' A SUPERFICIE COSTANTE: il complesso deve essere in grado di potersi evolvere accogliendo cambiamenti alla sua organizzazione spaziale, in funzione dell'evoluzione della domanda, degli avanzamenti della scienza medica o di ridefinizioni funzionali;
- FLESSIBILITA' A SUPERFICIE VARIABILE: il complesso deve essere in grado di potersi espandere o ridurre senza pertanto creare impedimenti all'attività ospedaliera,
- FLESSIBILITA' GESTIONALE: il complesso deve essere in grado di poter accogliere diverse funzioni atte a migliorare la propria creazione e gestione attraverso differenti servizi.

Per quanto riguarda le unità ambientali, la flessibilità gestionale viene sostituita dalla FLESSIBILITÀ D'USO, cioè la possibilità di variare le modalità di sfruttamento dello spazio e l'ADATTIVITÀ DELL'UTENTE, cioè la possibilità da parte dell'utente stesso di poter variare le caratteristiche dell'ambiente in base alle proprie esigenze di comfort ambientale.

Cap. 4.2

ARTICOLAZIONE DEI SINGOLI LIVELLI DI FLESSIBILITÀ

Entrando nel particolare dei singoli livelli di flessibilità si analizzeranno le varie soluzioni tipologico-spaziali, tecniche e aspetti di innovazione che permettono all'edificio di raggiungere i livelli di flessibilità precedentemente trattati.

Livello di flessibilità SISTEMA OSPEDALIERO.

Il sistema ospedaliero si può suddividere in tre tipologie di flessibilità:

- Flessibilità a superficie costante
- Flessibilità a superficie variabile
- Flessibilità gestionale.

La flessibilità a superficie costante prevede differenti soluzioni tipologico-spaziali:

- *Cambiamento del sistema di accessi*, un ospedale dovrà avere la possibilità di poter cambiare gli accessi ad esso, sia per quanto riguarda la struttura stessa che per quanto riguarda gli accessi dall'esterno attraverso modifiche alle strade e ai percorsi attorno.
- *Variazione funzionale*, l'ospedale deve essere in grado di poter cambiare al proprio interno le attività che vi si svolgono.
- *Previsione del riuso del sistema*, le attività che non sono sanitarie possono trovare una ridefinizione delle stesse.
- *Ottimizzazione dei percorsi*, i percorsi vengono definiti in maniera tale da favorire e ridurre gli spostamenti del personale ospedaliero, le SOLUZIONI TECNICHE utilizzate per svolgere questa attività si traducono, dove possibile, nell'utilizzo di sistemi automatizzati per il trasporto di materiale sanitario e non attraverso dei robot automatizzati.
- *Ridondanza delle strutture impiantistiche*, le strutture impiantistiche ridondanti fanno sì che la continuità del servizio consenta di aumentare il livello di flessibilità dell'intero sistema ospedaliero. In questo caso le SOLUZIONI TECNICHE prevedono la realizzazione di strutture impiantistiche ridondanti negli elementi fondamentali, ad esempio in quei reparti dove è essenziale

mantenere la funzionalità di essi anche nell'ottica dell'ottenimento di una maggiore flessibilità spaziale e funzionale.

La flessibilità a superficie variabile ha come SOLUZIONI TIPOLOGICO-SPAZIALI:

- *Spazi polmone*, gli spazi liberi lasciati a rustico che permettono un'eventuale utilizzo nel caso in cui ci dovesse essere una espansione dell'edificio.
- *Superfici edificabili libere*, sono spazi esterni privi di vincoli urbanistico-ambientali nei terreni adiacenti alla struttura stessa.
- *Possibilità di riduzione o aumento della superficie* destinata ad attività sanitarie a favore ad esempio delle residenze o alberghi destinati ai parenti dei pazienti o agli studenti o dottori che frequentano l'ospedale.

La flessibilità gestionale prevede:

- *Sistemi informatici*, con l'utilizzo di servizi e prodotti informatici per la gestione da remoto delle attività formative, di ricerca e sanitarie come le cartelle cliniche, i farmaci, i servizi ecc., per la condivisione in tempo reale delle informazioni.
- *Sostenibilità economica ed energetica* attraverso impianti di riscaldamento e condizionamento di ultima generazione (energie rinnovabili, impianti di cogenerazione, ecc.), in modo da non aumentare i già eccessivi costi per la realizzazione di una struttura sanitaria.
- *Demolizione e riciclo dei materiali*, attraverso l'utilizzo di materiali che semplifichino le operazioni di demolizione del sistema ospedaliero una volta concluso il ciclo di vita dell'edificio e che siano riciclabili. Si tende quindi ad utilizzare elementi modulari prefabbricati in acciaio, materie plastiche o vetro in sostituzione del cemento armato e del laterizio.
- *Servizi di supporto*, cioè la definizione di servizi inerenti tutti gli ambienti del sistema ospedaliero che si intendono acquistare e non erogare direttamente e affidarli a società di gestione, utilizzando un unico sistema informativo in grado di gestire tali servizi per tutto il sistema edilizio ospedaliero.
- *Struttura finanziaria dell'intervento*, attraverso interventi che facilitino l'ingresso di soggetti privati per il finanziamento dell'opera e la

corresponsabilità dell'operazione grazie al project financing, le società miste o i fondi immobiliari.

Livello di flessibilità EDIFICIO.

Anche in questo caso il livello di flessibilità EDIFICIO annovera:

- La flessibilità a superficie costante;
- La flessibilità a superficie variabile;
- La flessibilità gestionale.

La flessibilità a superficie costante prevede:

- *L'ottimizzazione della disposizione di parti fisse* in modo da consentire una riorganizzazione degli spazi in modo flessibile laddove necessario. Le parti fisse come i collegamenti verticali, i blocchi operatori, le centrali termiche possono essere collocate in punti strategici della struttura così da garantire la disponibilità di ampi spazi altrove. Tendenzialmente si usano sistemi a telaio in acciaio o legno nelle parti non fisse dell'ospedale per garantire flessibilità nelle trasformazioni interne nel corso del ciclo di vita dell'edificio così come le partizioni interne leggere facilmente spostabili con un minimo dispendio di energie e risorse e l'utilizzo di impianti modulari sia a livello di centrali che a livello di terminali come i sistemi di riscaldamento/raffrescamento a pannelli modulari.
- *Modifiche delle aperture finestrate* per migliorare o limitare l'ingresso di luce naturale all'interno degli ambienti e per consentire diverse configurazioni spaziali attraverso l'utilizzo di tecnologie di facciate flessibili.
- *Modifiche impiantistiche e tecnologiche* in funzione delle nuove esigenze emergenti attraverso l'utilizzo dell'interpiano tecnico.
- *Ottimizzazione dei percorsi* attraverso l'utilizzo di robot automatizzati.

La flessibilità a superficie variabile prevede:

- *Facciate cieche* prive di aperture laddove siano previsti futuri ampliamenti possibili.
- *Incremento modulare* dove l'organismo edilizio è concepito per elementi modulari che possono essere ampliati nelle tre direzioni spaziali in base alla necessità e in considerazione dei vincoli presenti sull'area attraverso l'utilizzo di elementi prefabbricati modulari.

- *Edificio a gradoni* che permette l'ampliamento verticale dello stesso.
- *Presenza di logge e arretramenti* utilizzabili per differenti funzioni.

La flessibilità gestionale prevede:

- *L'ispezionabilità degli impianti* in modo da semplificare lo svolgimento delle attività manutentive senza dover necessariamente interferire nelle attività svolte all'interno dell'edificio attraverso l'utilizzo di controsoffitti modulari, pavimenti sopraelevati e botole ispezionabili.
- *Realizzazione e manutenzione* dell'edificio con tecnologie in grado di ridurre i tempi di realizzazione dell'opera e la sua gestione e manutenibilità durante il ciclo di vita dell'edificio. Anche in questo caso si preferisce utilizzare elementi prefabbricati, modulari e standard al fine di semplificare la fase realizzativa dell'opera e favorire la sostituzione e manutenibilità degli elementi che compongono l'edificio.

Livello di flessibilità UNITA' FUNZIONALE.

Il livello di flessibilità in questione presenta solo:

- Flessibilità a superficie costante
- Flessibilità a superficie variabile

Per la flessibilità a superficie costante è prevista:

- *L'organizzazione interna adattiva* attraverso l'utilizzo di pareti e arredi mobili o attrezzate che consentono semplici modifiche alla organizzazione spaziale interna.

Per la flessibilità a superficie variabile invece sono previsti:

- *Aumenti di volumetria* attraverso dei sopralzi o attraverso l'estensione laterale
- *Aumento degli spazi esterni* di dotazione attraverso i balconi.

Livello di flessibilità UNITA' AMBIENTALE.

Il livello in questione prevede le stesse tipologie di flessibilità eccetto quella gestionale che viene sostituita da:

- Cicli brevi di variazione con flessibilità d'uso
- Ad attività dell'utente.

La *flessibilità a superficie costante* prevede l'organizzazione interna adattiva, anche in questo caso con l'utilizzo di pareti attrezzabili e arredi mobili modificabili in base alle esigenze del paziente.

La *flessibilità a superficie variabile* presenta aumenti di volume e spazi con partizioni interne verticali e orizzontali stratificate a secco.

I *cicli brevi di variazione* si hanno attraverso la possibilità di variare le modalità di sfruttamento dello spazio, variare il grado di comunicazione tra le unità ambientali e la possibilità di utilizzare la stessa unità ambientale per differenti funzioni. Tutto questo si può avere attraverso:

- La *distribuzione*, cioè la disposizione contigua di parti accorpabili attraverso pareti mobili leggere, scorrevoli o manovrabili e attraverso infissi graduabili con isolamento variabile.
- *Multifunzionalità*, collocando diverse unità ambientali multifunzionali senza spazi vuoti a servizio di una o più aree funzionali attraverso dotazioni impiantistiche in grado di garantire i requisiti correlati ad ogni attività prevista, per esempio i sistemi flessibili per il trasporto dell'energia.
- *Multifunzionalità immateriale*, con l'utilizzo di sistemi e dispositivi ICT per la comunicazione sia ad uso del paziente che degli operatori. Questi possono essere integrati con le parti edili attraverso partizioni e divisori multifunzionali come pareti o display interattivi.

L'*adattività all'utente* prevede la possibilità di variare le caratteristiche dell'ambiente per rispondere dinamicamente alle esigenze di comfort ambientale dell'utente.

Viene garantita attraverso la *distribuzione*, cioè la progettazione dell'unità ambientale per "nicchie" adattive all'utente e a livello di comunicazione variabile disposte in modo tale da poter isolare temporaneamente delle aree all'interno di una stessa unità ambientale oppure con la comunicazione variabile tra camere di degenza contigue attraverso:

- *Dotazione di elementi tecnici/arredi* come schermature e partizioni verticali leggere e scorrevoli, retrattili o arredi mobili; elementi illuminanti che consentano la modulazione di luce e colore con led a colore variabile; adeguati contenitori e mensole per consentire all'utente di caratterizzare con oggetti personali la propria area.

- *Dotazione di sistemi informatici e dispositivi individuali.* Le unità di degenza possono essere dotate di sistemi informatizzati tipo domotici al servizio dell'utente con sistema di controllo ambientale individuale tale da garantire sicurezza e interazione con le necessità di cura e gestione; dispositivi simili informatici, ma utilizzabili da pazienti allettati per la regolazione di illuminazione e schermatura con scenari luminosi oppure per la regolazione delle variabili termoisometriche anche individuali (per nicchia); infine possibilità di interazione tra monitoraggio clinico e sistema informatico per la gestione delle variabili ambientali.

Cap. 4.3

FLESSIBILITA' FUNZIONALE/PLANIMETRICA

L'ospedale è un organismo dinamico. Le innovazioni in campo sanitario e tecnologico apportano cambiamenti repentini sul funzionamento della struttura interna e sull'organizzazione spaziale dell'intero complesso.

Si dovrà dunque definire in maniera sistematica alcuni specifici parametri progettuali di riferimento per individuare alcuni criteri guida per un corretto approccio progettuale. Per questo è necessario concepire un "lay-out" cioè una "definizione degli schemi spaziali" di tipo organizzativo-funzionale.

In base alla definizione di questi schemi, il progettista farà le sue scelte in riguardo alla tecnologia da utilizzare. Il lay-out può essere quindi utilizzato in due modi:

- Il primo che prevede un ordine meta progettuale con lo scopo di proporre diversi schemi e configurazioni funzionali e dimensionali da interpretare e modificare in fase progettuale, ma che non interessano le scelte costruttive.
- Il secondo prevede una progettazione integrata con gli schemi proposti che interessano le componenti tecnologiche in termini impiantistici e strutturali e dove si prevedono subito quali tecniche utilizzare e quindi l'influenza che hanno nelle organizzazioni spaziali.

L'organizzazione funzionale e la sua flessibilità quindi saranno influenzati da alcuni parametri progettuali che intervengono nell'intero complesso ospedaliero,

condizionandone l'elaborazione degli schemi stessi e l'intera filosofia progettuale: le strategie di aggregazione e l'integrazione tecnologica.

Strategie di aggregazione

L'articolazione spaziale di un organismo ospedaliero è influenzata dalle modalità di aggregazione delle parti che costituiscono l'organismo stesso in relazione a criteri organizzativi funzionali e impiantistici.

Queste aggregazioni riguardano:

- I settori ospedalieri destinati allo svolgimento di specifiche attività come le degenze, la diagnosi, la terapia e i servizi generali;
- Le aree funzionali destinate allo svolgimento di una attività complessa e caratterizzate da un insieme di "unità ambientali" legate da specifici rapporti spaziali e funzionali come le aree del blocco operatorio;
- I possibili raggruppamenti di aree funzionali in una logica di tipo dipartimentale.

Secondo questa logica si possono analizzare i criteri di aggregazione dei tre settori ospedalieri, che risultano differenziati sia per le specifiche dotazioni impiantistiche che per le diverse esigenze di flessibilità, dovute ai continui processi di innovazione sanitaria e tecnologica che comportano diversi gradi di trasformazione.

La *degenza* ha tempi di trasformazione più lenti della *diagnosi* e *terapia*, la cui organizzazione è tale da subire continui cambiamenti. La progettazione di questo settore deve tener conto maggiormente delle esigenze di variabilità e adattabilità nel tempo.

Per i servizi generali di supporto le trasformazioni sono più radicali in quanto si è portato a separarli dall'edificio ospedaliero stesso. I servizi amministrativi infine, una volta interdipendenti con le degenze e diagnosi, presentano oggi alti gradi di flessibilità aggregativa per le svariate possibilità funzionali dovute all'evoluzione dei sistemi informatici.

L'analisi si può estendere alle aree funzionali raggruppate per settori, cercando di scovare le interrelazioni tra essi con livello di complessità tecnologica differenziato. È necessario pertanto individuare le specifiche aree funzionali che per le loro caratteristiche dimensionali e tecnologiche condizionano l'organizzazione complessiva dell'intero settore. Per caratterizzare l'organizzazione dell'intera area funzionale si

cercano dei moduli e dei macromoduli tali da creare delle affinità tra le varie sezioni e i vari dipartimenti. Da ciò si creeranno aree funzionali omogenee che saranno raggruppate secondo un livello di complessità tecnologica differenziato, in relazione ai necessari impianti e attrezzature.

Si possono avere aree funzionali omogenee con zone omogenee anche dal punto di vista di complessità tecnologica, quali ad esempio l'area di terapia intensiva, interamente ad elevate esigenze, mentre altre aree possono presentare livelli tecnologici differenziati, quali ad esempio l'area medica. Questa area omogenea infatti è caratterizzata da zone sia a livello medio di complessità sia ad alto livello tecnologico, nel caso specifico di zone dedicate alle malattie infettive, alla radioterapia e alla psichiatria.

In ogni caso i vari tipi di aggregazioni devono soddisfare una serie di esigenze.

Una valutazione può basarsi sull'individuazione di particolari requisiti atti a conferire maggiore specificità alla valutazione stessa quali:

- La flessibilità e riconvertibilità,
- La sicurezza ed efficienza,
- La fruibilità e modalità di accesso,
- Il benessere e l'umanizzazione.

La flessibilità e riconvertibilità possono essere valutate in relazione al grado di intercambiabilità ed integrazione funzionale e impiantistica che ogni aggregazione può garantire.

La sicurezza ed efficienza dipendono dalla possibilità che il tipo di aggregazione possa assicurare una corretta differenziazione e riduzione dei percorsi, nonché la razionalizzazione distributiva degli impianti.

La fruibilità e modalità di accesso vengono considerate in relazione all'ottimizzazione delle interrelazioni funzionali, nonché alla possibilità di diversificazione degli accessi; in termini tecnologici si traducono in ispezionabilità impiantistica.

Il benessere e l'umanizzazione infine possono essere soddisfatti, sotto il profilo progettuale, da aggregazione in grado di salvaguardare il comfort ambientale e psicologico attraverso rapporti visivo-funzionali con spazi all'aperto o mediante la valorizzazione degli spazi comuni; in termini tecnologici con la corretta integrazione degli impianti con gli elementi tecnici e gli arredi.

Integrazione tecnologica

La progettazione del sistema ospedaliero così complessa per le esigenze organizzativo-funzionali e tecnologiche individuate, richiede una particolare attenzione ai problemi di integrazione tra le diverse discipline.

L'aspetto impiantistico assume notevole importanza per le ricadute di organizzazione spaziale e volumetrica dell'organismo e comporta una attenta analisi della dotazione impiantistica. Si determineranno pertanto delle zone in base alle esigenze impiantistiche diversificate. È rilevante anche l'aspetto strutturale in relazione all'organizzazione della maglia e della tipologia degli elementi strutturali soprattutto in termini di compatibilità struttura-impianti.

Una tecnica costruttiva per componenti industrializzati risolve al meglio e in maniera più precisa i problemi di interfacciamento che riguardano:

- Le modalità di passaggio degli impianti e i relativi alloggiamenti;
- Le tipologie degli elementi strutturali e il posizionamento di specifiche unità tecnologiche (chiusure esterne, tramezzature e controsoffitti).

Nel primo caso si sfruttano i pilastri in orizzontale e in verticale per il passaggio dei cavi che si traduce in minor spazio da destinare al passaggio delle reti impiantistiche.

Nel secondo caso le chiusure esterne e le partizioni verticali e orizzontali, posate a secco e con un alto grado di flessibilità, risultano estremamente compatibili con gli elementi strutturali, tutto con ridotti ingombri dimensionali che comportano risparmi sul dimensionamento degli spazi utili.

Dal punto di vista progettuale esistono due tesi nella logica dell'edificio progettato per specifiche esigenze organizzativo-funzionale, impiantistiche e strutturali, o concepito come contenitore universale.

La prima si basa su una analisi specifica delle caratteristiche dimensionali di ciascuna unità ambientale e della relativa dotazione impiantistica, in modo da individuare maglie strutturali compatibili con le dimensioni degli ambienti e definire gli impianti specifici e relativi alloggiamenti.

La seconda tesi si basa sulla concezione di garantire massima flessibilità all'intero organismo ospedaliero in termini di spazi funzionali e di dotazione impiantistica. Ciò comporta l'utilizzo di maglie strutturali a grandi luci e di interpiani tecnici in grado di alloggiare ogni tipo di impianto, indipendentemente dalla sua complessità e tipologia.

Ad esempio una struttura in acciaio attraverso le reticolari può garantire grandi luci e una possibile flessibilità di crescita e accessibilità dei servizi con lo scopo di ottimizzare i costi di gestione e manutenzione dell'intero complesso.²⁵

Cap. 4.4

FLESSIBILITA' STRUTTURALE

L'esperienza degli ultimi decenni ha messo in luce quanto sia rilevante, per un organismo ospedaliero, essere concepito in modo che sia alquanto flessibile nella distribuzione funzionale e modificabile nel tempo a costi contenuti e tempi relativamente brevi.

Un'importante svolta l'ha data l'esperienza dei terremoti, grazie alla quale si è potuta aumentare la sicurezza antisismica degli ospedali sia per quanto riguarda le condizioni di resistenza ultima sia per quanto riguarda la sicurezza alla danneggiabilità.

Lo studio fatto quindi sulle strutture mette in luce alcuni condizionamenti che si hanno al momento della progettazione di un organismo ospedaliero, fra questi si possono segnalare:

- La rigidità degli schemi di progetto,
- La maggior sezione di alcuni elementi resistenti e la sensibile variabilità fra i piani,
- La necessità di controllare la risposta dinamica delle strutture e le rigidezze,
- La necessità di dimensionare la struttura in maniera tale da soddisfare le condizioni di resistenza meccanica e una corretta e uniforme distribuzione dei meccanismi dissipativi dai quali dipende l'intera duttilità strutturale,
- La necessità di inserire pareti di taglio che servono per smorzare le forze dovute ad un sisma.

I condizionamenti invece non strutturali sono gli elementi di completamento come le pareti divisorie interne, le tamponature esterne, e le reti di distribuzione e scarico degli impianti. Tutti questi elementi vengono ormai presi in considerazione nella

²⁵ Roberto Palumbo, in AA.VV., *Acciaio e sanità*, Ed. Grafiche Mazzucchelli, Milano, 1992

progettazione di ospedali e assumono maggior valenza nel caso in cui lo stesso organismo si trovi in una zona ad alto rischio sismico.

Nell'edilizia ospedaliera infatti non si accettano quei vincoli che si utilizzano nella progettazione residenziale ordinaria. Il tutto è dovuto alla incapacità e alle difficoltà che hanno certi tipi di strutture e accorgimenti ad essere flessibili o trasformabili. Se per aumentare la flessibilità degli edifici ospedalieri solitamente si usa ridurre le strutture e gli elementi di intelaiatura delle stesse (come ad esempio le sezioni delle travi) o la riduzione/abolizione delle pareti di taglio, si è obbligati invece ad accrescere il dimensionamento di questi elementi penalizzando la flessibilità. Una soluzione che può essere di aiuto è l'utilizzo di strutture in acciaio, che offrono una grande varietà di soluzioni o ottimizzano le possibili scelte.

Proprio per capire le potenzialità dell'acciaio verranno elencate delle osservazioni fatte a riguardo di strutture in cemento armato con schema a telaio spaziale e pareti di taglio:

- I pilastri e le travi, in questi casi, assumono dimensioni differenti nell'aumentare dei piani. Per prevenire inconvenienti dovuti a differenti sforzi quindi si tende a sovradimensionare le travi, ciò comporta ai piani alti delle superfici non ottimamente sfruttate anche per colpa di pilastri di elevata sezione.
- L'altezza della sezione delle travi in c.a. condiziona tutta l'altezza dei vani e quindi anche quella dei locali di interpiano, creando un serio ostacolo alla flessibilità e modificabilità interna. Tutto si ripercuote pertanto sugli impianti e la loro gestione in termini puramente economici e di flessibilità.
- Le pareti di taglio in c.a., infine, sono uno dei maggiori ostacoli per quanto riguarda la flessibilità e modificabilità della distribuzione interna.

L'acciaio tende invece a risolvere questa serie di problemi attraverso una serie di soluzioni puramente tecniche e strutturali:

- Minimizzare gli ingombri strutturali e flessibilità distributiva attraverso la struttura stessa dell'acciaio e delle sezioni dei pilastri e travi. Le strutture a telaio rendono tantissimo attraverso una flessibilità distributiva elevata e grazie alla razionalizzazione degli elementi impiantistici data la continuità dell'intradosso degli orizzontamenti. La velocità di cambiamento delle tecniche ne trarrebbe vantaggio in termini di tempo e costi qualora ci fosse la necessità di "aggiornare" i locali.

- Unificazione degli ingombri delle colonne e della geometria delle superfici attraverso la scelta di profili in acciaio dello stesso tipo ad esempio HE della serie A,B ed M e fra i tipi Fe 360, Fe 430, Fe 510. La geometria risulta quindi più uniforme.
- Minimizzazione del volume lordo, ottenuto grazie all'assenza delle travi a vista garantendo un'altezza maggiore utile dei vani e una riduzione al minimo degli impalcati. Agendo in questo modo si riducono inoltre i costi delle finiture e delle fondazioni.
- Controventature in acciaio che sono meno vincolanti delle pareti di taglio in c.a. e che garantiscono comunque la realizzazione di aperture per illuminazione, aerazione e transito.
- Rapidità di montaggio in quanto la struttura in acciaio è prefabbricata. Le fasi di lavoro e premontaggio in officina fanno sì che si guadagni tempo nella realizzazione di cantiere, evitando inoltre di aspettare l'asciugamento dei getti come avviene per il c.a.
- Comportamento antisismico sempreché la struttura in acciaio sia ben concepita per quanto riguarda la struttura stessa. Infatti grazie alla duttilità del materiale e alle sue capacità elastoplastiche, un telaio in acciaio resisterà di più di uno in c.a.; si potranno garantire pertanto delle deformazioni anche accentuate degli elementi strutturali duttili proprio le capacità intrinseche del materiale. Tutto però deve essere associato a scelte tipologiche e di dettaglio costruttive proprie del materiale stesso.
- Sicurezza della perdita di funzionalità connessa al concetto di aumento del rischio sismico in un territorio. Per risolvere questo tipo di problema si studiano soluzioni che prevedono l'utilizzo di materiali rigido-fragili in modo che siano plasticamente deformabili e non creino danni e perdita di funzionalità dell'edificio. Questo tipo di materiali inoltre si adattano bene all'utilizzo dell'acciaio rendendo al tempo stesso più agevoli gli interventi di riparazione per garantire elevate condizioni di esercizio.

Queste caratteristiche fanno optare verso una scelta che predilige l'utilizzo dell'acciaio rispetto al c.a., anche se il primo presenta negatività come la vulnerabilità al fuoco e alla corrosione. Per questo si cerca di trattare il materiale stesso prima del suo utilizzo.²⁶

Cap. 4.5

FLESSIBILITA' TECNOLOGICA DELLE PARTIZIONI INTERNE E DEI TAMPONAMENTI

Per parlare di flessibilità tecnologica bisogna analizzare la flessibilità dei componenti che in fase progettuale non limita il progettista nell'integrazione con altre scelte tecniche. Questo tipo di flessibilità, definita costruttiva, può essere considerata un attributo di qualità della produzione industriale in quanto riesce a soddisfare le richieste di prestazione del progetto. La flessibilità tecnologica coincide dunque con un indice di prestazioni iniziale, cioè un indice di qualità delle scelte tecniche valutato rispetto al tempo di progetto. La flessibilità costruttiva della produzione industrializzata garantisce quindi ai prodotti la qualità di integrazione morfologico – dimensionale, impiantistica, tecnologica e anche la capacità di adeguare i prodotti stessi alle diverse richieste di prestazione. La flessibilità tecnologica la si ritrova dunque come attributo di qualità delle scelte tecniche rispetto alla fase d'uso dell'edificio. È un indice di qualità nel tempo che consente di adeguare il comportamento delle scelte tecniche alla variazione delle richieste di prestazione che possono essere determinate dalle mutazioni delle modalità di fruizione degli spazi e delle attività degli utenti, o da interventi di rifunzionalizzazione dell'edificio misurando così l'adattabilità delle scelte tecniche alla variazione delle condizioni d'uso degli spazi.

Quello che si vuole fare è analizzare la flessibilità tecnologica, intesa come flessibilità prestazionale, costruttiva e d'uso di diversi elementi di facciata.

Lo sviluppo della flessibilità costruttiva delle facciate è da attribuire all'evoluzione di tecniche di produzione e alla diffusione di macchine produttive flessibili. Questo sviluppo porta alla realizzazione in serie di prodotti che possono anche svincolarsi dalla loro forma standard. La flessibilità prestazionale invece è data dalla diffusione di

²⁶ Aldo D'Amore, in AA.VV., *Acciaio e sanità*, Ed. Grafiche Mazzucchelli, Milano, 1992

tecniche di assemblaggio a secco e all'evoluzione del prodotto verso componenti semiaperti a bassa complessità tecnologica che consentono al progettista di intervenire sulle caratteristiche di resistenza meccanica, isolamento termico e acustico, durata degli elementi costruttivi.

Infine, la flessibilità d'uso che significa variazione della conformazione e delle prestazioni della facciata rispetto alle esigenze che si verificano nel tempo è da sottolineare ad un atteggiamento dei progettisti di componenti sempre più consapevole rispetto al ciclo di vita dell'edificio. Sarà compito del progettista avere quella apertura tecnica che lo porterà alle molteplici combinazioni capaci di trarre vantaggi dalle potenziali sinergie dei materiali diversi e alla integrazione di più sottosistemi costruttivi. Oggi si può dunque parlare di progettazione per componenti industrializzati. Questo consente dunque la possibilità di avere facciate su misura, realizzazioni miste artigianali – industriali e anche nuove tecniche di fissaggio che consentono la variazione di configurazione della facciata rispetto ai vincoli di contesto e alle sollecitazioni ambientali. La produzione sarà prettamente orientata verso la flessibilità costruttiva e prestazionale, il progetto si orienterà verso una flessibilità d'uso dei componenti. La combinazione dei sistemi di facciata con lo sviluppo di tecniche assemblate a secco permette al fruitore di vivere e cambiare il luogo a proprio piacimento, inoltre le tecniche moderne fanno sì che le soluzioni adottate possano integrarsi e adattarsi al cambiamento dinamico del clima e dei flussi energetici, per venire incontro alle esigenze di comfort.

La flessibilità tecnologica può essere intesa come il mezzo capace di realizzare progetti attenti al contesto e di interpretare in modo singolare le esigenze di fruizione degli spazi. La flessibilità tecnologica è il mezzo quindi che consente di recuperare la dimensione tecnica e culturale del progetto e ridà al progettista la consapevolezza di prendere delle decisioni facendo prevalere le ragioni del progetto sulle ragioni dei sistemi produttivi.²⁷

Nella prima fase di industrializzazione ci si orientava verso mezzi tecnici che imponevano certi vincoli al progetto, adesso invece si gioca con l'intercambiabilità e la

²⁷ Laura Pedrotti, *La flessibilità tecnologica dei sistemi di facciata. Evoluzione delle tecniche di evoluzione e assemblaggio*, Angeli, Milano 1995

componibilità degli elementi e quindi un mercato aperto in grado di ottenere e unire elementi di diversa origine produttiva. Si tende a creare quindi elementi industrializzati dotati di grande flessibilità funzionale e quindi dotati di grande flessibilità di impiego, proprio perché il progettista è alla ricerca di risposte in grado di soddisfare le richieste di comfort ambientale. Inoltre si tende ad utilizzare sistemi misti che sono in grado di soddisfare due esigenze differenti in quanto ogni materiale avrà la capacità di migliorare le prestazioni. L'ibridazione di materiali e tecniche porta a integrare il componente con diverse tecnologie realizzative e differenti tecniche costruttive, oltre che lo svincolamento da dimensioni prefissate. Perdono quindi importanza requisiti di flessibilità come la componibilità dimensionale e morfologica e vengono sostituiti dalle richieste di flessibilità di integrazione tecnologica e flessibilità prestazionale.

La flessibilità costruttiva dei componenti di facciata, impone al progettista un'analisi dei vincoli dimensionali e morfologici. Per questo ci sono diverse soluzioni quali pannelli sandwich in lamiera di metalli e componenti in calcestruzzo. Queste soluzioni sono combinate da diversi elementi e vengono solitamente utilizzati per le facciate in modo da garantire con le proprie prestazioni un adeguato isolamento termico, tenuta all'acqua e all'aria. I componenti con i sistemi di fissaggio creano dunque l'intero sistema di facciata.

Grazie alla flessibilità costruttiva e all'industrializzazione possiamo avere diverse produzioni atte a garantire diverse soluzioni; a queste si deve inoltre aggiungere lo sviluppo di tecniche artigianali di produzione che consentono al progettista un ulteriore intervento nel componente prefabbricato.

4.5.1 _ Pannelli sandwich con rivestimento in lamiera metallica

Si tratta di elementi di tamponamento leggeri che vengono inseriti nell'ossatura di una parete o di un serramento e ne costituiscono le parti opache o traslucide. Questi pannelli svolgono la sola funzione di isolamento dalle intemperie, dal rumore e dal fuoco e per questo sono abbinati a sistemi di sigillatura e tenuta. Sono costituiti da pannelli autoportanti rivestiti in lamiera metallica e da un materiale isolante realizzato con pannelli in lana minerale o con schiume poliuretatiche, polistireniche o polisocianiche. Il loro utilizzo varia dal terziario al residenziale, ma trova difficoltà applicative in quanto non normate. Tuttavia i pannelli realizzati in materiali compositi hanno buone

proprietà strutturali. Si possono creare differenziazioni tra materiali esterni e interni. La loro resistenza meccanica dipende dalla produzione e dal fissaggio degli elementi. Anche la produzione in serie oggi viene fatta da attrezzature automatiche che garantiscono la quasi perfezione degli elementi, questo porta ad assicurare una elevata leggerezza dei pannelli associata ad una elevata rigidità e proprietà di isolamento termico. Questo aspetto, insieme all'isolamento acustico, varia a seconda dello spessore del pannello e alla sua conformazione geometrica.

<i>Tipo di rivestimento</i>	<i>Acciaio zincato</i>	<i>Acciaio inossidabile</i>	<i>Alluminio</i>	<i>Rame (99,9%)</i>
Euronorm	147-79	88		DIN 17650
ISO	4998	693	R 209	
Resistenza allo snervamento (N/mm ²)	250-350	185-250	180-220	Min.180
Resistenza a trazione (N/mm ²)	350-460	500-700	230-250	240-300
Allungamento %	Min. 16	35	3	12
Protezione contro la corrosione	Strato di zinco		Rivestimento organico	

Tabella 1 – Proprietà fisiche e meccaniche dei rivestimenti dei pannelli compositi metallici. (Fonte: ECCS Technical Committee 7 – Working Group 7.4 – Design and application of sandwich panels, Preliminary European Recommendation for Sandwich Panels. Part II Good Practice, 1991, p. 21).

Realizzando dei pannelli leggeri infatti si tende a perdere quell'isolamento acustico ricercato che dipende appunto dalla scelta del materiale e dallo spessore che si vuole ottenere. Il valore del potere fonoisolante varia tra i 20 e i 40 dB e dipende anche dall'incidenza del suono stesso e dalla sua frequenza. Inoltre hanno basso valore di assorbimento acustico in quanto il suono viene riflesso dalle superfici metalliche.

<i>Peso specifico</i>	<i>Materiali</i>	<i>Potere fonoisolante (dB)</i>
Tipo 1 g = 0,109 KN/mq	Sp.:35 mm Isolante: poliuretano Rivestimento: acciaio 0,55 mm	26
Tipo 2 g = 0,144 KN/mq	Sp.:66 mm Isolante: poliuretano (45 kg/mc) Rivestimento: acciaio 0,55 mm	26
Tipo 3 g = 0,24 KN/mq	Sp.:80 mm Isolante: lana di roccia Rivestimento: acciaio 0,88 mm	32
Tipo 4 g = 0,30 KN/mq	Pannello tipo 1 con: - pannello integrativo in lana di roccia 20 mm - pannello cemento fibrorinforzato 10 mm	42

Tabella 2 – Potere fonoisolante dei pannelli compositi metallici. (Fonte: ECCS Technical Committee 7 – Working Group 7.4 – Design and application of sandwich panels, Preliminary European Recommendation for Sandwich Panels. Part II Good Practice, 1991, p. 30).

<i>Proprietà</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Polistirene espanso</i>	<i>Polistirene estruso</i>	<i>Schiuma fenolica</i>	<i>Poliuretano/Polisocianurato</i>
Densità	Kg/m ³	20-50	25-55	35-60	35-55
Resistenza a trazione	N/mm ²	0.15-0.6	0.2-0.6	0.2-0.3	0.1-0.5
Resistenza a taglio	N/mm ²	0.1-0.4	0.2-1	0.1-0.3	0.1-0.3
Resistenza a compressione	N/mm ²	0.1-0.6	0.2-0.8	0.2-0.8	0.1-0.3
Modulo di elasticità	N/mm ²	4-20	16		2.5-8
Modulo di taglio	N/mm ²	2-8	15		2-4
Coeff. Di conducibilità termica	W/mK	0.032-0.040	0.025-0.035	0.020-0.035	0.02-0.03
Permeabilità a vapore d'acqua		40-100	80-250	10-40	50-100
Assorbimento d'acqua	Vol.%	2-5	0.5-2	2-10	2-4
Stabilità termica	°C	75-85	75-90	120	90-110

Tabella 3 – Proprietà fisiche e meccaniche degli isolanti dei pannelli compositi metallici a 20°C. (Fonte: ECCS Technical Committee 7 – Working Group 7.4 – Design and application of sandwich panels, Preliminary European Recommendation for Sandwich Panels. Part II Good Practice, 1991, p. 22).

I pannelli hanno buona resistenza al fuoco ad eccezione della lana minerale, anche la fiamma non si espande grazie alle schiume utilizzate, le temperature di decomposizione degli elementi variano tra 320 °C e 420 °C. I pannelli vengono tuttavia rinforzati con materiali resistenti al fuoco per garantire ulteriori minuti di resistenza al fuoco. I punti deboli infatti sono i giunti che hanno differenti realizzazioni, tuttavia questi servono soprattutto per resistere all'acqua e all'aria. La finitura esterna può essere applicata sul semilavorato o dopo attraverso anodizzazione garantita per 50 anni resistente ai climi marini e cittadini oltre che alla luce del sole e alle alte temperature. L'utilizzo poi dell'alluminio garantisce una notevole brillantezza. Oltre a questo tipo di intervento si possono avere dei pannelli realizzati con vernici a base di polveri termoindurenti che creano molta resistenza e una vasta gamma di colori.

Questi materiali subiscono comunque degrado nella zona dei giunti a causa di:

- vento, pioggia, neve;
- umidità,
- variazioni di temperatura;
- raggi del sole;
- inquinamento;
- condizioni dell'uso dell'edificio.

Per testare quindi il livello di degrado e la resistenza dei giunti si effettuano prove in laboratorio attraverso apparecchi che modificano umidità e temperatura. Gli effetti quindi vengono presi in considerazione sin dalle prime fasi di progettazione.

I requisiti di durabilità dei pannelli compositi possono essere così riassunti:

- la finitura del rivestimento deve essere scelta in relazione alle sollecitazioni dell'ambiente interno e di quello esterno. I pannelli devono sopportare alte temperature senza subire alcun degrado;
- i giunti tra i pannelli devono proteggere completamente il materiale isolante dagli agenti atmosferici, devono prevenire l'ingresso di vento e acqua e devono limitare il ponte termico tra i due rivestimenti metallici;
- l'intero processo produttivo e i materiali devono essere sottoposti al controllo di qualità. In modo particolare bisogna accertarsi che qualsiasi variazione della

formula, della densità o della microstruttura dell'isolante venga immediatamente rilevata e corretta.

Per quanto riguarda le tecniche di produzione, i pannelli si possono trovare prodotti in continuo o in lotti. I primi si trovano sotto forma di bobine che vengono integrate con l'isolante attraverso dei rulli e poi successivamente tagliate; i secondi creano pannelli sottovuoto attraverso delle presse che consentono la varietà di elementi. Si possono trovare infatti diverse dimensioni e lunghezze dei pannelli stessi, limitate però dalla lunghezza che possono realizzare le macchine stesse. Un'ulteriore realizzazione può essere inoltre quella attraverso le leghe metalliche scelte in base alla resistenza meccanica, alla formabilità e alla compatibilità di materiali. Anche queste leghe come i pannelli prima citati hanno due tipi di realizzazione, una attraverso il fissaggio di elementi precostituiti e una attraverso gli stampi che realizzano i pezzi. In questo caso vengono poi fatte delle scelte in base alla dimensione richiesta e alla resistenza voluta.

4.5.2. _ Pannelli in calcestruzzo

I sistemi costruttivi di facciata a elementi prefabbricati in calcestruzzo possono essere costituiti da pannelli monostrato realizzati con un unico materiale in calcestruzzo armato, normale o alleggerito con inerti leggeri costituiti da argilla espansa o da polistirolo ad alta densità e con pesi variabili a seconda del tipo di calcestruzzo impiegato, oppure da pannelli multistrato caratterizzati da due strati esterni di calcestruzzo tra i quali è interposto uno strato interno di materiale isolante costituito da polistirolo, schiuma di poliuretano o lana minerale. Questo tipo di pannello però è cieco o con vano dove porre il serramento e sono caratterizzati da altezze monopiano interpiano o multipiano.

Lo spessore varia dai 12 ai 30 cm, il potere fono isolante è compreso tra i 35 e i 45 dB a 500 Hertz. La resistenza al fuoco è di 120 minuti e può essere elevata a 180 minuti se si realizza uno spessore maggiore del getto di calcestruzzo. Per quanto riguarda le tecniche di fissaggio alla struttura portante, si possono ancorare i pannelli a secco mediante piastre annegate, o predisposte nella struttura o ricorrere a getti armati di collegamento o infine attraverso mensole e dispositivi regolabili e disposti nella struttura principale.

In questo tipo di pannelli lo strato più spesso è ancorato alla struttura ed è quello interno, ma possono esserci anche con strati uguali. Il materiale isolante è il polistirolo

ad alta densità o argille espanse. In questo caso gli spessori variano da 15 a 30 cm e le larghezze da 120 cm a 1200 cm con dimensioni di 4-6 m. I due strati di calcestruzzo possono essere solidali, cioè collegati con nervature o da bloccaggi rigidi, oppure fissati da attacchi puntiformi. Il peso medio dei pannelli è di 350 - 400 kg/mc.

I pannelli con strato interno sottile hanno efficienza minore per quanto riguarda l'efficienza igrotermica rispetto a quelli con strato interno più spesso. Quelli con pannello esterno liberamente dilatabile minimizzano i ponti termici e acustici tra gli strati. La trasmittanza termica varia in relazione ai materiali impiegati. La resistenza al fuoco dei pannelli, incombustibili, è intorno ai 120 minuti. I giunti sono protetti da guarnizioni in PVC, in elastomero neoprene o EPDM e da sigillanti.

<i>Tipo di pannello</i>	<i>Altezza massima (m)</i>	<i>Peso (kg/mq)</i>	<i>Trasmittanza termica (W/mqK)</i>
Pannello sandwich sp.18 cm - sp. Isolante 10 cm - sp. Rivestimenti 4cm - larghezza pannello 200 cm	16	300	1
Pannello sandwich sp.20 cm - sp. Isolante 10 cm - sp. Rivestimenti 5cm - larghezza pannello 150-240 cm	10	350	1/0.8
Pannello sandwich sp.20 cm - sp. Isolante 10 cm - sp. Rivestimenti 10cm - larghezza pannello 200 cm	10	310	0.8
Pannello sandwich sp.26 cm - sp. Isolante 5 cm - sp. Rivestimenti 21cm - larghezza pannello 200 cm	10	525	0.5
Pannello sandwich sp.28 cm - sp. Isolante 7 cm - sp. Rivestimenti 21 cm - larghezza pannello 150-240 cm	10	525	0.4

Tabella 4a – Trasmittanza termica dei pannelli sandwich in calcestruzzo posati in orizzontale.
(Fonte: RDB, *Edifici prefabbricati. Guida alla progettazione architettonica*, 1990, p. 10).

La produzione di questi pannelli è standard o su misura. I componenti standard vengono utilizzati per edifici industriali mentre quelli su misura per edifici commerciali, terziari e residenziali.

L'utilizzo di questa tecnologia permette di progettare componenti di facciata di cui è possibile definire le caratteristiche fisiche e meccaniche dei materiali, le prestazioni, le forme, le dimensioni, i colori e le finiture di ogni manufatto. La progettazione su misura è legata alla realizzazione di stampi non reimpiegabili, mentre si stanno sperimentando tecniche di produzione flessibile che permettano l'utilizzo di sistemi integrati con la prefabbricazione flessibile.

Pannello sandwich sp. 14-16 cm - sp. Est. 5 cm - sp. Int. 4 cm	Pannello sandwich sp. 20-24 cm - sp. Est. 5 cm - sp. Int. 5 cm	Pannello sandwich sp. 22-26 cm - sp. Est. 6 cm - sp. isolante 5 cm - sp. Int. 11-15 cm	Pannello sandwich sp. 28 cm - sp. Est. 6 cm - sp. Int. 15 cm
Lunghezza massima (m) 7.00-10.00	Lunghezza massima (m) 10.00-12.00	Lunghezza massima (m) 7.50	Lunghezza massima (m) 9.00-11.00
Peso (kg/mq) 270-300	Peso (kg/mq) 350-400	Peso (kg/mq) 425-475	Peso (kg/mq) 525
Trasmittanza termica (W/mqK) 1.3-1.2	Trasmittanza termica (W/mqK) 1.0-0.8	Trasmittanza termica (W/mqK) 0.5	Trasmittanza termica (W/mqK) 0.5-0.4

Tabella 4b – Trasmittanza termica dei pannelli sandwich in calcestruzzo posati in verticale. (Fonte: RDB, *Edifici prefabbricati. Guida alla progettazione architettonica*, 1990, p. 7).

L'obiettivo di questa ricerca è quello di creare un'unità flessibile di prefabbricazione in modo di poter differenziare i due momenti della produzione del componente di facciata: lo stampo e la finitura. Da qui si sono dunque create delle geometrie variabili e delle finiture particolari delle superfici attraverso l'utilizzo di robot e particolari tecniche di sabbiatura e trattamenti acidi. L'utilizzo di questi prodotti porterà dunque ad un rapido sviluppo della flessibilità costruttiva interna che permetterà una particolare evoluzione della progettazione adesso non più standardizzata.

4.5.3 _ L'utilizzo dei subcomponenti

Un ulteriore passo in avanti nell'utilizzo di questi pannelli lo fa l'integrazione con i materiali e sistemi di fissaggio nella loro produzione. I semilavorati e i subcomponenti fanno sì che la forma sia modificabile e trasformabile, ma soprattutto l'utilizzo risulta

quasi indipendente dalla struttura portante stessa facendo sì che il pannello può essere utilizzato in nuove strutture o negli interventi di recupero.

La combinazione di questi elementi porta alla realizzazione di rivestimenti metallici che possono essere:

- *metallici semplici*, con la possibilità di variare facilmente forma e dimensione, in lega leggera o alluminio anodizzato e a forma di doghe che creano le lastre che andranno fissate con operazioni di piegatura o per mezzo di fissaggi. La loro flessibilità permette un'adattabilità alle facciate già esistenti.
- *laminati multistrato*, realizzati con l'accoppiamento di lamiere metalliche a un nucleo di plastica tramite un processo di fusione-colata-laminazione-avvolgimento e anche per mezzo di reazioni chimiche. Le superfici sono opache e la facile sagomabilità permette di creare soluzioni di continuità o rientranze nell'edificio.
- *Metallici irrigiditi*, con l'obiettivo di avere dei sistemi il più possibile adattabili alle esigenze progettuali e con derivazione aeronautica. Sono pannelli molto leggeri che permettono grandi luci senza deformazioni, con grande resistenza meccanica e geometria variabile. Vengono progettati in base alla forma dell'edificio.

4.5.4 _ *Le scocche*

Il progetto del componente prefabbricato è influenzato dalle tecniche di produzione. La diffusione di materiali formabili e progettabili e di tecniche di formatura artigianale consentono di produrre dei rivestimenti su misura: le scocche.

Le scocche sono componenti a bassa complessità tecnologica e quindi rientrano nella categoria sub componenti. All'interno della facciata assolvono funzione di rivestimento e contenimento degli impianti. Sono elementi caratterizzati da superfici di piccolo spessore e prodotti artigianalmente in stabilimento mediante l'utilizzo di stampi. Hanno una grande flessibilità morfologica grazie all'utilizzo di materiali compositi di cui sono composti. Questi sono combinati ad elementi fibrosi che fungono da matrice con lo scopo di reagire alla maggior parte delle sollecitazioni. Possono essere classificati in:

- Compositi a matrice metallica dotati di grandissime prestazioni e realizzati con matrici a base di acciaio, nichel, tungsteno, titanio, alluminio e magnesio.

- Compositi a matrice ceramica, resistenti alle alte temperature e utilizzati nell'industria meccanica.
- Compositi a matrice vetrosa con la capacità di offrire resistenza agli ambienti caratterizzati da alte temperature, ma poco utilizzate a causa del basso modulo elastico; vengono accoppiate con fibre di carbonio e metalliche.
- Compositi a matrice di carbonio con elevate prestazioni di resistenza metallica.
- Compositi a matrice cementizia utilizzate per realizzare componenti edilizi.
- Compositi a matrice polimerica realizzati con innumerevoli tipi di resine che assicurano al materiale caratteristiche molto diverse.

Le fibre garantiscono al materiale la resistenza meccanica, la resistenza all'abrasione, la rigidità e la leggerezza. Esistono diversi tipi di fibre, naturali e sintetiche, acriliche e fluorocarboniose. Ognuna di queste garantisce resistenze meccaniche o alle fiamme e al calore, oltre che agli urti e alle abrasioni. Le fibre di carbonio ad esempio vengono utilizzate per la loro resistenza alla compressione, alla trazione e alla notevole rigidità. Infine ci sono le fibre di vetro utilizzate grazie alle buone prestazioni meccaniche, buona resistenza alla fatica e limitata rigidità.

4.5.5 _ Scocche in cemento rinforzato con fibre di vetro (GRC)

Per cemento rinforzato con fibre di vetro si intende un impasto di cemento, sabbia, acqua, additivi e fibre di vetro alcalino-resistenti. Il cemento ha funzione di matrice in quanto possiede una buona resistenza alla compressione ma debole resistenza alla trazione, mentre la fibra di vetro agisce come elemento rinforzante, poiché dotata di buona resistenza a trazione.

Le caratteristiche di questo materiale noto come GRC sono la buona resistenza in rapporto al peso, alta resistenza all'urto e bassa porosità.

<i>Proprietà</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Con getto simultaneo - spruzzatura</i>	<i>Mediante premiscelatura</i>
Contenuto in fibra	% del peso	5	4
Densità (normale)	t/m ³	1,9-2,1	1,8-2,0
Resistenza a compressione	N/mm ²	50-80	40-60
Resistenza a trazione	N/mm ²	8-11	4-7
Resistenza a flessione	N/mm ²	21-31	10-14
Resilienza	Nmm/mm ²	10-25	8-14
Limite di elasticità sotto flessione	N/mm ²	7-11	5-8
Modulo di elasticità	KN/mm ²	10-20	13-18
Rapporto di Poisson		0,20-0,25	0,20-0,25
Rapporto di sollecitazione/cedimento	%	0,60-1,20	0,10-0,20
Resistenza interliminare al taglio	N/mm ²	3-5	Non applicabile
Resistenza in piano al taglio	N/mm ²	8-11	4-7

Tabella 5 – Proprietà meccaniche del GRC. (Fonte: Filipputi Giuseppe, Gagliani Mariangela, a cura di, *Manuale di progettazione con il Glass Fibre Reinforced Concrete*, Edit Faenza, Faenza, 1992, p. 91).

Tutto ciò si ripercuote in costi di produzione e trasporto garantendo notevoli risparmi rispetto all'utilizzo di materiali solo cementizi. Inoltre presenta una più elevata resistenza agli agenti chimici come gli acidi, diossido di carbonio e i solfati. Le macro e micro porosità sono inferiori rispetto ai calcestruzzi normali e quindi l'intaccabilità ne risente notevolmente. Il materiale inoltre si comporta meglio anche all'usura stessa grazie all'utilizzo di inerti più duri. Il materiale è incombustibile, difficilmente infiammabile e con estensione nulla della fiamma e soprattutto non emette fumi tossici. Il composito non cede e la fiamma stessa non riesce a penetrare nel materiale. L'utilizzo di questo materiale è dunque dettato da queste caratteristiche.

Il prodotto è riuscito a diffondersi velocemente grazie all'abbattimento dei costi di produzione e alla trasformazione delle tecniche di produzione, adesso tutte automatizzate. Il materiale risulta compatto alla fine della produzione, non necessita

elevati costi di realizzazione se non di manutenzione tecnica delle macchine che lo producono e della manodopera.

	<i>Proprietà</i>	<i>Unità o prova</i>	<i>Prestazioni</i>
Termiche	Dilatazione	Per K	10-20 x 10 ⁻⁶
	Conduttività	W/mK	0.5-1.0
	Gelo-disgelo	BS 4264	Nessun cambiamento
		DIN 274	Nessun cambiamento
	ASTM C666.73	300 cicli a 20°C piccolo cambiamenti	
Combustione	Non-combustibilità	BS 476 Pt4	Non-combustibile
	Infiammabilità	BS 476 Pt5	Classe P non infiammabile
	Propagazione fuoco	BS 476 Pt6	Classe O
	Propagazione fiamma	BS 476 Pt7	Classe I non propagazione
	Resistenza al fuoco	BS 476 Pt8	Da 0 a 4 h
	Fumo	ASTM STP 422-67	Dm=2-6 fumo trascurabile
Umidità	Permeabilità vapore acqueo	BS 3177	10mm sp. Permeabilità <1,3
	Permeabilità in acqua	BS 473/550	0,02-0,04 ml/m ² min sp.8 mm
	Assorbimento di umidità		10-20% da forno a saturazione
	Movimento di umidità		Da 0,15 a 0,2% da sat. a forno
Acustiche	Isolamento acustico dB		Sp.8mm: 23 dB a 125 Hz; 40 dB a 4000 Hz
Resistenza ad abrasione		ASTM C418-68	Perdita volume 0,27-0,30 cm ³ . Perdita inferiore a calcestruzzo normale, fibrocemento o mattone
sicurezza	Fibre nell'aria	Micron	Diametro sopra il limite di respirabilità
	Fibre nell'acqua	Standard del WHO (OMS)	GRC può essere usato per impianti idrici relativi ad acqua potabile. Le fibre non contaminano l'acqua. Non ha prodotto sapore, calore e torbidità inalterati e non sono stati riscontrati metalli tossici in quantità superiori a quelle ammesse

Tabella 6 – Proprietà fisiche del GRC. (Fonte: Filipputi Giuseppe, Gagliani Mariangela, a cura di, *Manuale di progettazione con il Glass Fibre Reinforced Concrete*, Edit Faenza, Faenza, 1992, p. 93).

Le tecniche di fabbricazione conferiscono a questi pannelli un'alta flessibilità progettuale. Per sfruttare questa qualità il progettista deve avere una profonda conoscenza delle caratteristiche di resistenza alle sollecitazioni.

	<i>Esempio di carico</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Con getto simultaneo (meccanico o manuale)</i>	<i>Mediante Premiscelatura</i>
Compressione	Tendente a comprimere	N/mm ²	12	12
Tensione	Sollecitazione periferica. Flessione pannelli sandwich	N/mm ²	3	2
Trazione/flessione	Flessione profilati a scatola o profilati a U	N/mm ²	4	2,5
Flessione	Flessioni travi solide o lastre	N/mm ²	6	4
Sollecitazione di taglio	Carico per sollecitazione di taglio	N/mm ²	1	1

Tabella 7 – Sollecitazioni tipiche di progetto usate per il GRC. (Fonte: Filipputi Giuseppe, Gagliani Mariangela, a cura di, *Manuale di progettazione con il Glass Fibre Reinforced Concrete*, Edit Faenza, Faenza, 1992, p. 92).

I pannelli possono assumere qualsiasi forma in quanto il materiale possiede un'ottima flessibilità che permette la realizzazione di forme complesse e articolate. Lo spessore non elevato fa sì che i pannelli abbiano bisogno di metodi di rinforzo, o con nervature di cemento rinforzato con fibre di vetro o con intelaiature metalliche. Le intelaiature garantiscono il rinforzo e assorbono le sollecitazioni statiche dovute al peso proprio e alla pressione del vento. Il rinforzo trasmette i carichi alla struttura portante attraverso gli ancoraggi di appoggio e controventatura. Il collegamento tra pannelli in GRC è fatto in maniera tale da garantire dilatazioni al pannello stesso. Proprio questa caratteristica è da tenere sotto controllo per evitare fessurazioni e incurvamenti; per questo motivo si creano giunti con sigillanti e sistemi di drenaggio.

4.5.6 _ *Scocche in policarbonato rinforzato con fibre di vetro*

I sistemi di rivestimento possono essere realizzate con materiali polimerici sperimentati già a partire dagli anni '40 con la produzione di pannelli in poliestere. Questi materiali polimerici sono costituiti da molecole di grandi dimensioni che si aggregano in sequenze regolari lungo una direzione e formate dalla ripetizione di unità molecolari uguali ma di dimensioni inferiori. Queste molecole fanno sì che si creino materiali termoplastici e termoindurenti, caratteristiche che danno ai pannelli la possibilità di

essere o meno lavorati diverse volte. Sono materiali prevalentemente trasparenti e tenaci con buona stabilità dimensionale e leggerezza.

<i>Proprietà</i>	<i>Prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Peso specifico	DIN 53479	g/cm ³	1,35
Assorbimento d'acqua	ASTM D570	Vol %	<0,35
Indice di resistenza alla diffusione di vapore d'acqua	ASTM E96-80		>20x10 ³

Tabella 8 – Proprietà fisiche dei policarbonati rinforzati con fibre di vetro. (Fonte: documentazione GE Plastics).

Le superfici però sono facilmente danneggiabili da agenti abrasivi e dalle azioni chimiche reagendo con rigonfiamenti, scioglimenti o saponificazioni. Sono però molto resistenti a trazione, flessione, compressione e urto, caratteristiche che possono essere facilmente modificabili grazie all'aggiunta di additivi e rinforzi. Tutto questo per ottenere dei materiali più resistenti alle fiamme e per aumentarne il modulo elastico, la resistenza a trazione e la stabilità dimensionale.

Le scocche vengono formate attraverso la termoformatura o con stampaggio per compressione all'interno di una pressa o con lo stampaggio su una forma ad una sola faccia con l'impiego di aria compressa, tecnologia utilizzata per la formatura di elementi di modeste dimensioni.

Le tecniche di produzione artigianali di questi pannelli consentono al progettista di variare le loro caratteristiche morfologiche e dimensionali. Le dimensioni sono però vincolate dalla dimensione delle macchine di estrusione. Si possono avere pannelli da uno a cinque metri quadrati mentre il mutamento della forma preclude un cambiamento degli stampi. La morfologia incide sulla rigidità del pannello così come la sua altezza; sarà il progettista a scegliere quello più adatto alle proprie esigenze. I costi di realizzazione non sono elevati, a dipendono dal costo dello stampo e dalla complessità della forma da realizzare.

<i>Proprietà</i>	<i>Prova</i>	<i>Unità di misura</i>	<i>Valore</i>
Resistenza a trazione	DIN 53455	N/mm ²	64
Modulo a trazione	DIN 53457	N/mm ²	3200
Allungamento:	DIN 53455		
- Allo snervamento		%	5
- A rottura		%	14
Resistenza a flessione	DIN 53452	N/mm ²	90
Modulo a flessione	DIN 53457	N/mm ²	3000
Resistenza all'urto Izod	ASTM D256		
- Con intaglio 20 °		J/m	80
- Con intaglio -20°		J/m	70
Resistenza all'urto Gardner (provino 3,5 mm)	Metodo GE		
20°		J	17
-20°		J	10
Durezza H358/30	DIN 53456	N/mm ²	110
Abrasione Taber, CS17, 1 kg, perdita di peso:	ASTM D1044		
- 500 cicli		mg	17
- 1000 cicli		mg	36

Tabella 9 – Proprietà meccaniche dei policarbonati rinforzati con fibre di vetro. (Fonte: documentazione GE Plastics).

CAP. 4.6

FLESSIBILITA' IMPIANTISTICA

La tendenza moderna progettuale prevede una sola figura che si occupi di tutti gli aspetti legati all'architettura, alle strutture e agli impianti. A differenza però di quanto accade per il settore del terziario, che si comporta in termini impiantistici come il settore residenziale, quello sanitario prevede oltre alle esigenze da soddisfare in termini di temperatura, umidità relativa e velocità dell'aria anche specifiche esigenze igienico-sanitarie.

È noto che un impianto di condizionamento dell'aria facilita la guarigione e la prevenzione da malattie infettive, spesso però inadeguate progettazioni ed errori portano ad una pesante critica di essi. I problemi che nascono sono prettamente di derivazione sanitaria come:

- La necessità di ridurre o annullare il trasferimento di aria da un locale o da un reparto all'altro,
- La ventilazione e la filtrazione dell'aria dovranno fare in modo di annullare tutte le particelle sospese, microrganismi e virus, nonché le sostanze tossiche e radioattive,
- La necessità di provvedere a realizzare diversi valori di temperatura e di umidità relativa in relazione alle diverse funzioni affidate ad ambienti apparentemente analoghi,
- La necessità di disporre di sofisticati sistemi controllabili per intervenire in caso di improvvise esigenze ambientali.

Ogni reparto pertanto, in un complesso ospedaliero, avrà la necessità di avere delle macchine specifiche per il trattamento dell'aria e quindi si dovranno riservare degli spazi architettonici adeguati in relazione agli spazi, alla rumorosità e alle esigenze manutentive.

Gli impianti termotecnici sono il punto di partenza per gli impianti di un ospedale. La centrale termica infatti è il punto dove viene prodotto il fluido termovettore che servirà per riscaldare i terminali d'impianto. La centrale inoltre deve provvedere anche ai servizi vitali come la lavanderia, le sterilizzazioni, le centrali frigorifere. Una volta, quando erano presenti le stierie all'interno dell'ospedale stesso, si

raggiungevano temperature molto alte (circa 180-190° C) con caldaie a pressione. Oggi le temperature si abbassano e raggiungono 140° C anche in virtù dell'esternazione dei servizi prima citati. La tendenza è quella di produrre solo acqua in pressione piuttosto che vapore, tanto che si possono avere temperature che non arrivano ai 100° C.

All'interno degli ospedali poi è molto elevato il fabbisogno di energia elettrica per cui si opta all'installazione di centrali di cogenerazione. Le macchine che generano aria pertanto vengono collocate nelle zone e nei reparti dove la stessa aria verrà utilizzata per due validi motivi:

- Il grado di purezza dell'aria e la possibilità di far uso dell'aria di ripresa, così come le condizioni termo igrometriche da realizzare, portano alla realizzazione di molti sottosistemi, lasciando al più la centralizzazione alla produzione del fluido vettore del freddo, che altro non può essere che acqua refrigerata a 7° C,
- L'opportunità di non perdere l'intero servizio in caso di avaria di un'unità, la necessità di far funzionare comunque certe macchine e nei nuovi ospedali l'opportunità di procedere alla realizzazione per lotti, giustificano tale scelta sotto gli aspetti della sicurezza e della praticità.

La proliferazione di macchine per il trattamento dell'aria e le notevoli dimensioni dei canali di distribuzione dell'aria trattata sono elementi che devono portare ad una attenta progettazione architettonica fin dai primi passi, per ottenere una soluzione ottimale sia dal punto di vista estetico che funzionale. Si tende perciò alla realizzazione di un unico sistema che riesca ad integrare perfettamente strutture e impianti.

Gli spazi pertanto da utilizzare si possono individuare in:

- Piano inferiore al servizio dei piani sovrastanti,
- Sopra la copertura dell'utenza più elevata a servizio dei piani inferiori,
- Entro un apposito volume tecnico creato in maniera tale da poter servire singolarmente o centralmente più livelli.

Le soluzioni esterne al blocco di utenza sono le più diffuse, ma sono carenti in fase di coordinamento progettuale. Nel sottopiano c'è invece il vantaggio di non coinvolgere i reparti della movimentazione del personale e dei materiali e si limita il rumore, ma le prese d'aria e di espulsione creano dei disagi in copertura. La soluzione in copertura

crea disagi nelle movimentazioni, rumori e vibrazioni. La soluzione migliore sarebbe quella integrata nell'utenza con una precisa progettazione delle canalizzazioni e vani creati apposta per sorreggere i carichi. Nella progettazione di un blocco ospedaliero sarà comunque necessario prevedere dei cavedi con sviluppo verticale, con dimensioni tali da contenere i canali d'aria e delle tubazioni per l'acqua dei servizi igienici, dell'impianto antincendio, i gas medicali, gli scarichi per i servizi igienico sanitari e i fluidi termovettori caldo e freddo coi relativi ritorni.

I cavedi sono così di notevoli dimensioni e vengono celati attraverso delle controsoffittature che interessano di norma i corridoi con bocchette di presa d'aria a soffitto o a parete. Le controsoffittature devono essere pertanto ispezionabili e vengono generalmente ottenute con pannelli rimovibili a soffitto che garantiscono una comoda manutenzione senza creare intralci qualora fosse il caso di una riparazione.

Per evitare però diversi inconvenienti, dovuti anche alla deformabilità dei pannelli operai che intralciano i passaggi, la tendenza degli ultimi decenni è l'utilizzo del piano tecnico, che garantisce:

- Igiene,
- Flessibilità in fase realizzativa e a fronte di ulteriori esigenze che si possono manifestare in sede di manutenzione o ristrutturazione,
- Possibilità di collocare le tubazioni orizzontali di fluidi sia di carico che di scarico con conseguente razionalità delle reti, facile manutenibilità e contenimento dei danni in caso di avarie,
- Possibilità di avere luci maggiori in quanto nel vano tecnico si possono trovare travi reticolari in acciaio di notevole altezza.

Per contro c'è l'inconveniente di dover alzare l'edificio complessivamente e di aggiungere un ulteriore costo per la duplice soletta, con l'allungamento dei pilastri e dei tamponamenti che non deve incidere troppo sul costo in parte recuperabile dai vantaggi che questa soluzione comporta nelle fasi di concepimento, installazione e manutenzione.

Per quanto riguarda invece l'impiantistica elettrica, le connessioni con l'architettura sono meno evidenti, ma non per questo non si deve realizzare un ospedale senza conciliare le esigenze architettoniche con quelle dell'efficienza e della sicurezza.

Un impianto elettrico infatti può generare mancanza di energia o potenziali focolai di incendio. Si crea pertanto un doppio tipo di impianti elettrici che possono garantire una distinzione delle utenze normali da quelle preferenziali.

Si devono creare quindi i seguenti circuiti:

- Illuminazione normale e preferenziale,
- Forza motrice normale, preferenziale e destinata agli impianti termotecnici,
- Interfonia, telecontrollo, telesegnalazioni e allarmi,
- Telefonia,
- Televisione da antenna e a circuito chiuso,
- Luce di sicurezza.

Quanto alle colonne montanti, esse possono essere realizzate in due modi:

- Linee individuali per ogni quadro di piano più flessibile,
- Unica linea per ogni circuito con derivazioni ai piani che però richiede un dimensionamento più accurato.

Nelle degenze si evita di installare apparecchi per l'illuminazione diretta da soffitto, ma si tende ad utilizzare una illuminazione generale indiretta completata da luci individuali per la lettura e per la visita. Nei reparti di terapia intensiva e simili è necessario prevedere provvedimenti di soppressione delle interferenze elettromagnetiche dovute all'uso delle lampade fluorescenti.

Nei moderni reparti di degenza la tecnologia offre un'ampia gamma di soluzioni per il paziente; esso infatti può, comodamente dal letto, comunicare con l'infermiera via interfono o nei casi più avanzati avere un telefono con contatti verso l'esterno che vengono smistati attraverso una centrale telefonica. Inoltre può essere garantito il massimo controllo del paziente con apparecchi di monitoraggio oltre che allarmi e reti di trasporto automatizzate.

I complessi operatori individuano quelle zone ad alto rischio elettrico anche perché sono presenti apparati elettromedicali di una certa rilevanza come la presenza di alimentatori ausiliari di sicurezza e trasformatori d'isolamento che permettono di continuare il lavoro nel caso di guasti a terra, limitano le correnti di guasto che si possono richiudere verso terra e che determinano differenze di potenziale sulle masse accessibili al paziente e infine controlla le tensioni di contatto.

Un trattamento speciale lo riservano i gas medicali in quanto in un ospedale è sempre necessario poter disporre di ossigeno, protossido di azoto, aria in pressione e vuoto. Per questo vengono realizzate delle reti di distribuzione che, collegate ad opportune centrali, consentono di ricevere il servizio in prossimità di ogni degente e all'interno dei reparti speciali, là dove necessita.

La rete principale distribuisce i gas a pressioni ridotte che si distribuiscono nelle degenze nelle teste-letto o nei contenitori apposti ad incasso. L'erogazione dei gas avviene tramite prese che devono essere una diversa dall'altra per evitare errori dovuti alla fretta nel caso di emergenze.

Gli impianti idrico-sanitari devono garantire circa 700-800 litri d'acqua potabile a persona quotidianamente per cui assumono notevole importanza sul piano impiantistico e gestionale. La distribuzione pertanto non si diversifica da quella per gli alberghi o per le residenze. È richiesta però attenzione per gli scarichi che dovranno essere sovradimensionati al fine di evitare facili intasamenti e particolare cura anche alle reti di ventilazione primaria e secondaria.

Gli apparecchi sanitari saranno lisci e privi di angoli non raggiungibili in modo da non accumulare sporco. Nei lavabi e bidets deve esserci solo acqua corrente e non ci devono essere il blocco dello scarico e il canale di troppo pieno; in ogni caso si deve impedire che ci sia un'erogazione tale da non portare al tracimamento dell'acqua.

La rubinetteria deve essere facilmente raggiungibile da tutti i lati con superfici lisce e montate a parete.²⁸

²⁸ Alessandro Cocchi, in AA.VV., *Acciaio e sanità*, Ed. Grafiche Mazzucchelli, Milano, 1992

CAPITOLO 5

CASI STUDIO DI OSPEDALI FLESSIBILI

CENTRO EUROPEO DI RICERCA BIOMEDICA AVANZATA, MILANO

Progetto: Boeri Studio

Luogo: Milano

Anno di realizzazione: 1° 2007-2012 ; 2° 2012-2017

Superficie area: 620000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale, ricerca, formazione, residenze



Figura 5.1: vista del Cerba (Fonte: studio Boeri).

Il progetto per il CERBA costituisce l'ampliamento dell'istituto europeo di oncologia (IEO), all'interno del parco agricolo sud di Milano in un'area di 62 ettari. Il CERBA nasce come centro di ricerca e studio sul Genoma, sulla Medicina Molecolare e sulle biotecnologie. Il nuovo centro sarà una cintura verde nella zona sud di Milano facilmente raggiungibile coi mezzi di superficie propri o pubblici, grazie al collegamento con la metropolitana (tram e autobus collegano l'area anche con la stazione della metropolitana Famagosta). Sono previste inoltre importanti opere infrastrutturali che potenzieranno i collegamenti esistenti, a fronte della grossa domanda di mobilità, inoltre saranno potenziati i trasporti pubblici e i collegamenti per garantire

una accessibilità ad ampio raggio. Inoltre a partire dal 2010 sarà disponibile il collegamento mediante la linea metropolitana 2 e dal 2016 si prevede il collegamento con la nuova linea della metropolitana 6.

Il CERBA ha due fasi di realizzazione, la prima tra il 2007 e il 2012 che prevede la realizzazione del 50% delle strutture previste per diagnosi, cura e ricerca clinica e strutture ricettive, residenziali temporanee e di accoglienza. Saranno inoltre realizzate opere infrastrutturali contestuali, riqualificazione di via Ripamonti e ampliamento, realizzazioni di un parco attrezzato pubblico di 300000 mq., risoluzione del nodo viabilistico Bazzi-Antonini-Cermenate, itinerario ciclopedonale esternamente al perimetro del Cerba per unificare il tessuto edificato milanese con le aree a sud del Cerba stesso. La seconda fase, che dovrebbe terminare nel 2017, riguarda il completamento delle strutture per la diagnosi, cura e ricerca clinica e le strutture ricettive, residenziali temporanee e di accoglienza. Inoltre saranno potenziati ulteriormente i mezzi di trasporto e collegamento. Il progetto verrà poi finanziato attraverso uno specifico strumento finanziario in grado di garantire denaro nell'arco di 4-5 anni.

Principi progettuali



Figura 5.2: vista notturna del Cerba (Fonte: studio Boeri).

Il progetto in base a ciò che è stato stabilito dalla fondazione CERBA nel 2004, ha l'obiettivo di creare un polo scientifico-sanitario di eccellenza con spazi di ricerca, cura

e formazione. L'idea è quella di porre la persona al centro aiutandolo attraverso la ricerca a prevenire e curare le principali malattie rendendo disponibile a tutti i migliori trattamenti. Tutto ciò è integrato nella configurazione degli spazi da una piattaforma tecnologica comune che integra ricerca sperimentale e clinica, servizi terapeutici e diagnostici, strutture per la cultura scientifica e strutture ricettive con assistenza medica di primo livello.

Oltre alla struttura sanitaria, il centro offre diversi spazi di supporto alle principali attività quali biblioteche, aule, sale studio, aree di attesa e soggiorno, ristoranti, negozi e servizi. Il centro di ricerca avrà un ruolo fondamentale dato che interagirà in modo diretto con gli spazi in cui si svolgono le attività di diagnosi e cura con lo scopo di abbreviare i tempi che separano la ricerca dalla pratica applicativa.

L'area non edificata sarà adibita a verde attrezzato, aperto al pubblico. Ogni clinica può ospitare 150 pazienti, inoltre la struttura è dotata di un sincrotrone: un acceleratore di particelle di nuova generazione.

Progetto architettonico e masterplan



Figura 5.3: masterplan di progetto (Fonte: studio Boeri).

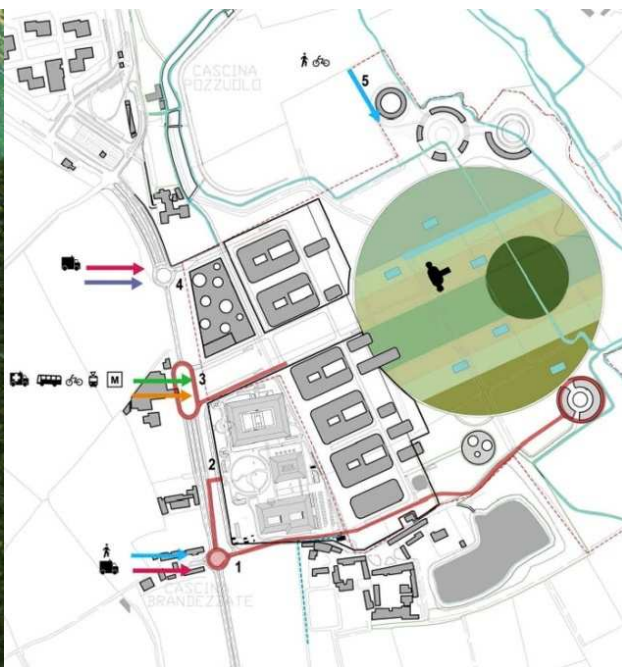


Figura 5.4: inquadramento territoriale e indicazione degli accessi dall'esterno (Fonte: studio Boeri).

Il progetto proposto dallo studio Boeri prevede un insieme di edifici ordinato di quattro piani fuori terra collegati tra loro attraverso una piastra comune e sotterranea che razionalizza i percorsi, oltre che da una torre dove sono collocati i laboratori di ricerca universitaria. Gli edifici bassi sono caratterizzati da colorazioni differenti e da una alta flessibilità funzionale, in riferimento alle esigenze clinico-scientifiche, obiettivo che si intende perseguire senza rinunciare alle esigenze di umanizzazione e cure. In tali edifici pluriplano sono localizzate tutte le attività diagnostiche e, posteriormente, tutte le degenze nelle quali si prevedono massimo 150 pazienti a clinica.

Sul fronte strada Ripamonti si affacciano i tre edifici dello IEO e l'edificio a torre destinato alle attività didattiche e di ricerca universitaria. Tale struttura è l'unica che oltre al basamento di circa 4 piani si eleva in altezza sovrastando tutti gli altri edifici.

La seconda fascia è invece costituita da un'ampia piastra interrata nella quale confluiscono ricerca clinica e attività ricettive pubbliche e da diversi volumi modulari sovrastanti la stessa.

La terza fascia è invece destinata alle attività di ricerca. Anche questa fascia è caratterizzata da una piastra comune interrata e da diversi edifici in elevazione connessi ciascuno al proprio e specifico edificio clinico relativo alla propria area di ricerca. Tali edifici sono modulari ed anch'essi dimensionabili in funzione delle specifiche esigenze.

L'edificio immerso nel verde lo rende luminoso naturalmente, il parco e gli spazi attrezzati possono essere sfruttati dai degenti e dal personale, attraverso anche giardini pensili e patii. Una particolare attenzione è stata posta per il risparmio energetico. Sono stati progettati vari sistemi per la massima illuminazione naturale, strutture variabili anti-irraggiamento per l'estate, contenimento delle dispersioni energetiche, nonché impianti per la produzione di energia solare e sistemi di raffreddamento centrale a "energia efficiente" con immagazzinamento termico.



Figura 5.5: asse principale Cerba (Fonte: studio Boeri).

Organizzazione funzionale

L'organizzazione del CERBA prevede diverse aree di attività condivise in modo diverso dai vari istituti che partecipano al progetto: attività di ricerca, clinica e di formazione.

I centri che parteciperanno al Cerba sono suddivisi in due fasi:

- La prima prevede lo IEO, il centro cardiologico Monzino, l'istituto Europeo di Neuroscienze, l'istituto europeo di Radioterapia, l'IFOM (istituto di oncologia molecolare) e l'ESO (European Southern Observatory)
- La seconda fase prevede l'entrata di: medicina perinatale e del primo sviluppo, ortopedia e reumatologia, endocrinologia, metabolismo, immunologia e infettivologia, riabilitazione, imaging biomedico, bioingegneria industriale, bioinformatica, scienze infermieristiche, tecnologia dell'informazione.

Questi istituti avranno servizi di supporto che garantiranno loro il contenimento dei costi di gestione. Il CERBA garantirà dunque potenziamento a diverse strutture. I centri di ricerca post-genomica, le strutture sanitarie e le strutture formative. Ci saranno così tre grandi parti interconnesse:

- La città della ricerca, della salute e della medicina che prevede cliniche per la prevenzione, diagnosi e cura ambulatoriale e in degenza nei settori oncologico, neurochirurgico, cardiovascolare, radioterapico, ortopedico, ecc.; un centro ricerca di 60000 mq. collegato con le aree cliniche; un polo universitario per la formazione di base e quella avanzata; una piattaforma avanzata che conterrà un centro di radioterapia, un centro di imaging e una serie di servizi tecnologici e generali centralizzati.
- Il campus dell'accoglienza per i ricercatori e i degenti ospiterà le strutture di accoglienza sanitaria per i pazienti e le residenze temporanee per i parenti; le residenze per i ricercatori e il personale; le residenze temporanee per gli studenti e i docenti, il tutto attorno al grande parco.
- Un parco aperto alla città in contatto con le aree agricole del parco Sud di Milano, 30 ettari delimitato da un percorso circolare. Sul parco si affacceranno le strutture di ricerca, quelle universitarie e le cliniche. Il parco sarà pubblico e a disposizione di pazienti e personale oltre che dai cittadini che possono usufruirne liberamente.

Specificatamente gli edifici per la ricerca occuperanno 65000 mq, le strutture di diagnosi e cura 180000 mq, ai quali si aggiungono 18000 mq delle aree destinate alla didattica. Sono previsti inoltre 40000 mq per le residenze asservite, 7000 mq per le attività commerciali e 155000 mq per i parcheggi, 20000 mq di parco attrezzato.



Figura 5.6: vista complessiva del complesso e del parco (Fonte: studio Boeri).

Il sistema ospedaliero ha preso spunto dalle specificità previste dall’Ospedale Modello di Veronesi-Piano e garantisce la possibilità di flessibilità e formabilità funzionale che vanno in contro alle esigenze dei singoli istituti, differenti seppur in un unico disegno generale. Il sistema sarà pertanto unificante per tutti gli istituti e garantirà un collegamento razionale tra le diverse strutture sanitarie.



Figura 5.7: edificio università e formazione (Fonte: studio Boeri).



Figura 5.8: vista dal parco pubblico (Fonte: studio Boeri).

FLESSIBILITA’

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input checked="" type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input checked="" type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

Le soluzioni progettate per il CERBA hanno creato un layout generale e degli edifici che lo compongono innovativo e che segue le caratteristiche redatte nel Metaprogetto Piano – Veronesi. Il sistema di accessi è flessibile e si adegua a seconda delle esigenze dei singoli istituti, rimanendo comunque coerente con il disegno generale.

Unità Funzionale e Ambientale

Le due unità possono essere descritte assieme in quanto il layout del CERBA nell’insieme è uguale per tutti gli istituti che lo compongono. La modularità permette la creazione di spazi distribuiti in modo razionale in base ai processi che devono garantire, tutto attraverso collegamenti tra le diverse strutture sanitarie.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

Per la realizzazione del centro si è adottata una piastra sotterranea comune che unifica i diversi edifici, tutti di quattro piani fuori terra e disposti in maniera ordinata. Sono tutti basati su un concetto di flessibilità funzionale e garantiscono il concetto di umanizzazione degli ambienti. Viene garantita massima illuminazione naturale e sono utilizzati impianti ad alto risparmio energetico per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti.

Aspetti di innovazione introdotti

Costruire in uno spazio così ampio permette facili ampliamenti delle strutture, così come realizzare edifici tutti uguali permette una riconversione delle funzioni in base alle esigenze. Mettere in comune le diverse piattaforme tecnologiche e i servizi comuni, è sinonimo di garanzia con enormi risparmi gestionali.

MARTINI HOSPITAL, GRONINGEN, OLANDA

Progetto: Burger – Gunstra

Luogo: Groningen, Olanda

Anno di realizzazione: 2003-2007

Superficie area: 25 ha

Destinazione d'uso: ospedale, ricerca



Figura 5.9: Vista della facciata sud-est, in evidenza i moduli che consentono di ampliare la superficie. (Fonte: foto R. Hoekstra).

Il Martini Hospital, recentemente realizzato a sud-ovest di Groningen City (NL), capitale della provincia di Groningen, rappresenta la concretizzazione di un lungo ed articolato studio sulla flessibilità, che ha coinvolto tutti gli stadi della progettazione, dalla programmazione dell'intervento al progetto esecutivo e impiantistico.

Si tratta di un ospedale generale affiancato da una attività di ricerca e formazione. Vi sono presenti 29 specialità tra cui anche il Centro Ustioni per l'Olanda orientale e settentrionale. Nella struttura vengono organizzati numerosi corsi di formazione ed è affiliata con il STZ (fondazione olandese per la collaborazione tra ospedali accademici

di eccellenza). L'ospedale inoltre collabora con la Facoltà di medicina dell'Università di Groningen/Ospedale Accademico (UMCG) per dare l'opportunità agli studenti di svolgere attività di tirocinio.

Il Martini Hospital è stato istituito nel 1991 dalla fusione di due ospedali di medie dimensioni: il Roman Catholic Hospital e l'ospedale generale Christian Diaconesseshuis Groningen, e ha mantenuto le due sedi separate fino al 2007, anno in cui è stato completato il complesso intervento di riqualificazione e ampliamento progettato dallo studio olandese Burger Grunstra Architecten e finalizzato a creare un'unica sede per l'intero impianto ospedaliero dal costo di 155 milioni di euro.

L'attuale Martini Hospital sorge quindi in un'area semiperiferica della città, facilmente accessibile sia da mezzi privati che pubblici (è servito da 4 linee di autobus e si trova in prossimità di svincoli autostradale importanti che collegano Groningen con Amsterdam), e caratterizzata dalla presenza di un vasto parco dotato di attrezzature sportive e di un lago.

L'area dell'intervento copre una superficie di circa 93.000 m², di cui 58.000 m² riservati all'ampliamento e 35.000 m² all'opera di riqualificazione della struttura esistente.



Figura 5.10: render del nuovo ospedale inserito nel contesto di fianco all'edificio esistente . (Fonte: foto R. Hoektsra).

Il programma IFD

Il progetto ospedaliero fa parte quindi di una lunga ricerca sulla flessibilità che ha coinvolto tutti gli stadi della progettazione. Per iniziare, questo progetto rispetta i principi enunciati nel programma IFD, acronimo di industrial-flexible-demountable, principi di un programma ad iniziativa di diversi ministeri tra cui il Ministero dell'Economia e il Ministero per l'Abitare, la Pianificazione territoriale e l'Ambiente. I principi enunciati non sono certamente nuovi. La prefabbricazione e l'industrializzazione nel mondo dell'edilizia sono questioni su cui si sta lavorando da tempo. Sono state molto utili nei periodi post-bellici e in tempi di crisi economica, al giorno d'oggi però non si può tralasciare il problema della modularizzazione, cioè l'uniformità nei progetti che essa comporta. Ogni compagnia cerca infatti di creare soluzioni il più personalizzate possibile e con una propria identità, cosa molto difficile nella pratica data la natura stessa dell'industria delle costruzioni.

Nel progetto per il Martini Hospital è stato raggiunto comunque un buon compromesso tra gli aspetti industriali e di prefabbricazione, e quelli più legati ai requisiti specifici della struttura; per questo l'edificio è stato scelto come progetto dimostrativo dei principi del programma.

I principi che hanno guidato i progettisti dello studio olandese Burger Grunstra Architecten, sono basati sulla teoria che, se da un lato esistono fattori che in quarant'anni muterebbero radicalmente e che non è possibile prevedere, quali ad esempio le trasformazioni tecnologiche in campo medico o l'organizzazione funzionale-gestionale, dall'altro ci sono degli elementi che negli anni sono rimasti invariati e che prescindono dalla rifunzionalizzazione come la presenza di luce naturale, l'accoglienza e il senso di sicurezza negli ambienti o la presenza di verde. Tutto questo ha dato come risultato un edificio caratterizzato da una forte flessibilità e adattabilità, coniugando la complessità della struttura ospedaliera alla qualità architettonica.

Masterplan

Il masterplan prevede che la parte vecchia dell'ospedale rimanga il cuore del complesso mentre invece l'edificio nuovo rimane come schermatura sul lato sud-est dell'isolato. Nell'intervento è stato previsto anche un edificio dedicato al parcheggio ad ovest.

Ipotizzando quindi una vita utile del sistema ospedale di circa quarant'anni, sono stati studiati i possibili futuri scenari di sviluppo dell'intero isolato, prendendo come periodi di riferimento l'anno 2024-2025 in cui l'edificio esistente della vecchia struttura dovrebbe andare in disuso e il 2047-2048 anno in cui la struttura appena edificata dovrebbe essere demolita e sostituita. Questi scenari hanno quindi consentito di programmare le eventuali trasformazioni dell'area di progetto, prevedendo anticipatamente le attività cantieristiche ed organizzando gli spazi ed i percorsi esterni al fine di potere intervenire con il minor impatto possibile sulle attività sanitarie di formazione e ricerca.

Concept

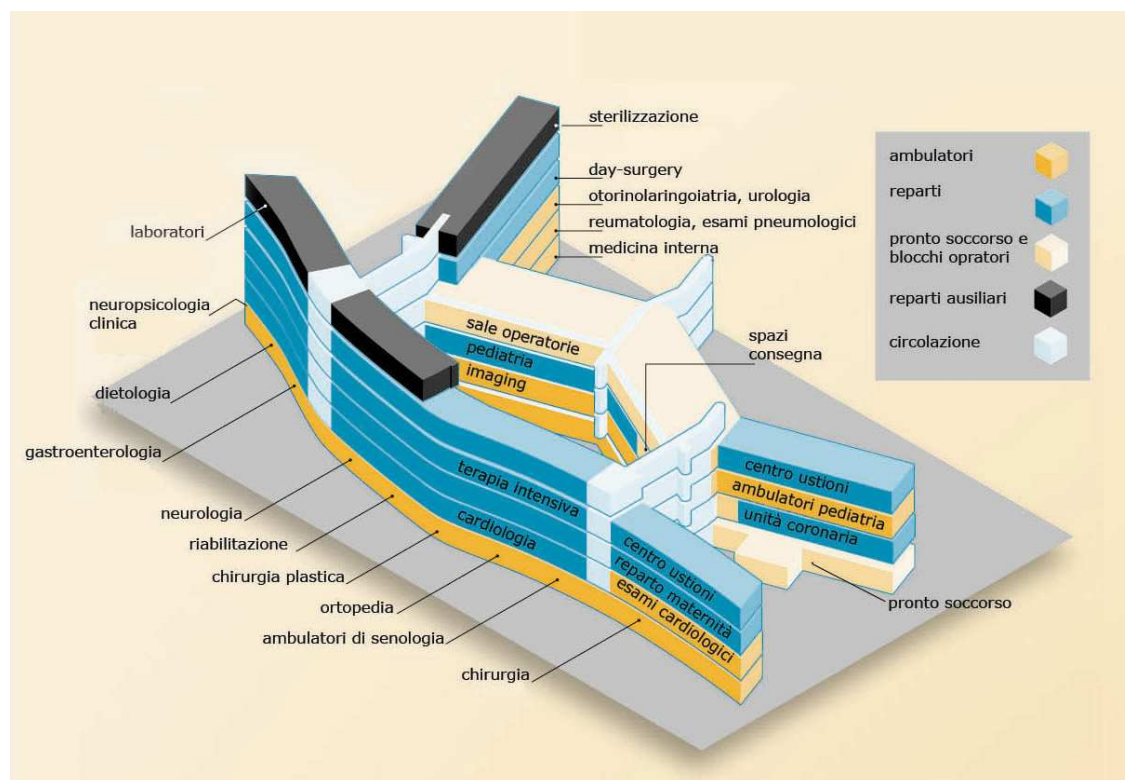


Figura 5.11: schema funzionale. (Fonte: Burger Grunstra Architecten).

L'idea di avere due edifici distinti con alcuni punti convergenti, parte da un'analogia con il cromosoma. Questa organizzazione planimetrica permette di avere due edifici autonomi collegati tra loro in due punti nei quali sono stati collocati i collegamenti verticali. Le due fasce edificate però hanno diverse caratteristiche in base alle varie attività offerte all'interno dell'ospedale. Il blocco rivolto all'esterno ha una forma più

sinuosa, quello interno è una spezzata che si orienta in base agli edifici circostanti. Questo rende semplice l'orientamento all'interno dell'area ospedaliera. Entrambi gli edifici sono infatti suddivisi in 4 blocchi di 4 piani ciascuno di circa 1000 m². ciascuno. Tali blocchi hanno una planimetria rettangolare di 16 m x 60 m, al posto dei tradizionali 25 m x 40 m, che consente di aumentare del 30% l'apporto di luce naturale di facciata, e permette un futuro riuso dell'edificio, consentendone la trasformazione in un complesso residenziale o ad uffici, grazie anche al sistema impiantistico utilizzato. Per l'edificio più esterno si è infatti scelto di collocare i condotti impiantistici in un cavedio posto al centro di ogni modulo, mentre nei blocchi contenenti le sale operatori si è optato di disporre tutte le canalizzazioni impiantistiche esternamente così da creare uno spazio libero e maggiormente flessibile.

Organizzazione funzionale

L'articolazione funzionale delle due fasce della nuova struttura ospedaliera è notevolmente diversa in ragione del fatto che trattandosi di un ospedale generale al proprio interno trovano collocazione ben ventinove specialità differenti oltre alle funzioni di ricerca e formazione. Dopo aver attraversato uno spazio verde, si giunge all'ingresso principale della struttura. Esso è collocato nella fascia interna dell'edificio nuovo. Nello stesso blocco troviamo anche l'ingresso per il pronto soccorso e le relative aree. La maggior parte degli spazi al piano terra sono dedicati ad ambulatori ma vi sono collocati anche la zona prelievi e alcuni spazi, nella parte più vecchia dell'ospedale, dedicati alla formazione e all'insegnamento. Alla stessa quota è ubicata anche la mensa per il personale. Dal primo piano in su, la maggior parte degli spazi dell'edificio nuovo sono

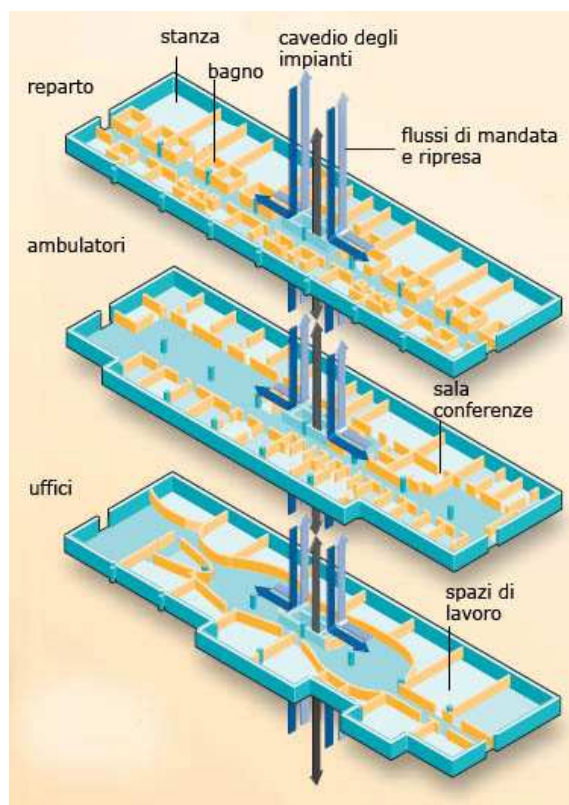


Figura 5.12: schema impiantistico. (Fonte: Burger Grunstra Architekten).

dedicati ai vari reparti (cardiologia, pediatria, centro ustioni ecc.) e le relative aree di degenza. Al terzo piano sono stati collocati i blocchi operatori: uno relativo agli interventi ad alto rischio e uno a quelli a basso rischio. All'ultimo piano invece troviamo alcuni servizi come la sterilizzazione e degli spazi dedicati a laboratori. Per facilitare e velocizzare gli spostamenti, è stato montato un ascensore d'emergenza esclusivamente per i casi più urgenti. Esso collega in maniera diretta il Pronto Soccorso con il reparto Diagnostica per Immagini e l'Unità Coronarica (1p), gli spazi per la consegna (2p), il Centro Ustioni e i Blocchi Operatori (3p). La parte più vecchia dell'ospedale rimane completamente funzionante i cui spazi sono stati adibiti prevalentemente a servizi ausiliari.

Aspetti tecnologici e strutturali

La caratteristica peculiare di questo progetto, in relazione alle tecnologie costruttive utilizzate è la sua completa smontabilità. La struttura è infatti prefabbricata, costituita da un telaio in calcestruzzo armato con interasse di 7,2 m in grado di permettere un'elevazione futura, e conseguentemente un possibile ampliamento, fino a 6 piani fuori terra (esclusi i vani tecnici collocati in copertura).

Le tecnologie utilizzate sono state studiate per consentire di trasformare completamente una serie di elementi, e di adattare il complesso ospedaliero alle necessità determinate dall'evoluzione della scienza medica. Con il sistema adottato, risulta quindi possibile intervenire sia a macro scala agendo su intere porzioni di fabbricato, sia a micro scala all'interno dell'edificio, dalla singola unità di degenza, all'ampliamento delle superfici a livello locale.

Nello specifico sarà quindi possibile :

- *Modificare una stanza*

La maggior parte delle stanze ha caratteristiche pressoché identiche, e risultano essere quindi facilmente interscambiabili; per quelle tipologie che si discostano maggiormente, il problema è stato affrontato attraverso l'utilizzo di partizioni interne smontabili e riasssemblabili anche nel caso in cui vi siano impianti elettrici o idrosanitari. Questo sistema, inoltre, prevede montanti disposti regolarmente ad ogni 90 cm che consentono di modificare l'assetto degli accessori da fissare a parete, come ad esempio il sistema d'illuminazione.

- *Modificare un insieme di stanze*

Agendo su scala più grande, l'utilizzo di partizioni spostabili consente la possibilità di combinare alcune stanze oppure di suddividere uno spazio ampio in ambienti più piccoli.

- *Modificare un intero reparto*

La trasformazione di un intero reparto può avvenire attraverso una serie di operazioni che coinvolgono vari elementi della struttura quali le partizioni, i sanitari, le porte, gli impianti...

Ad esempio nel caso di trasformazione di un blocco, da ambulatorio a reparto, potrebbe essere necessario un cambio nel flusso d'aria necessario per il condizionamento. Per questo motivo l'edificio è stato dotato di un regolatore dei flussi ad ogni piano, che consente di avere un ricambio d'aria differente ai diversi livelli in relazione alle necessità della zona da trattare.

- *Ampliare la superficie del piano*

Sono stati studiati moduli di 7,2x2,4m di dimensioni, che possono essere "agganciati" alla facciata e quindi aggiunti ad una determinata stanza. Questo sistema particolare consente di aumentare la superficie localmente, laddove risulti necessario e nel complesso permette di incrementare la superficie totale dell'edificio fino al 10%.



Figura 5.13: rappresentazione grafica del modulo di espansione in facciata. (Fonte: propria).

I materiali principali utilizzati per gli esterni sono vetro, acciaio, intonaco e legno. La facciata rivolta verso sud-est, che si estende per 270m identifica architettonicamente l'intera struttura ed è costituita da una facciata continua a doppia pelle, composta da una vetrata, un'intercapedine percorribile di 80 cm e da una parete interna intonacata.

Gli interni dell'edificio sono strettamente legati alla sua modularità e si distinguono per l'importanza data all'illuminazione naturale. Grazie all'utilizzo del colore si possono spezzare quelle sensazioni di oppressione al fine di creare anche atmosfere diversificate ed accoglienti.



Figura 5.14: particolare del passaggio interno (a lato)
(Fonte: foto Derk Jan de Vries).

Figura 5.15: particolare degli arredamenti interni
(sopra) (Fonte: foto Derk Jan de Vries).

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input type="checkbox"/>
Edificio	<input type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

Il Martini Hospital è l'ospedale più flessibile analizzato ed è il top per quanto riguarda gli aspetti di flessibilità. Infatti è l'unico capace di risolvere tutti e quattro i livelli attraverso propria tecnologia avanzata e i vari sistemi in esso presenti. Il sistema ospedaliero infatti è in grado di accrescere quasi a dismisura la propria superficie attraverso elementi modulari. Questo sistema garantisce lo sviluppo dell'ospedale in maniera tale da poter creare previsioni che si spingono fino al 2048, quando l'intera struttura verrà completamente sostituita.

Edificio

L'edificio ha un'enorme luminosità. Il grande apporto di luce è garantito dalla struttura che sostiene una facciata completamente vetrata. Questa inoltre può subire modifiche grazie al sistema di accrescimento delle logge modulari applicabili e prefabbricate. Le stesse strutture sono in grado di sostenere ulteriori piani fuori terra.

Unità funzionale

L'organizzazione interna può variare a seconda delle esigenze del personale e seguendo il passo con le tecnologie recenti grazie alla completa modularità del progetto e del layout stesso, gli stessi blocchi operatori possono cambiare tranquillamente funzione grazie a semplici divisioni interne. Lo studio dei flussi degli impianti è indipendente per ogni piano, in maniera tale si può garantire una riconversione totale ad altre funzioni.

Unità ambientale

Tutte le stanze hanno caratteristiche identiche, il che le rende completamente intercambiabili grazie alle divisioni interne smontabili e leggere. Sono stati studiati inoltre diversi sistemi che garantiscono modifiche all'assetto degli accessori da fissare a parete.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

Il Martini Hospital è completamente realizzato con la tecnica della modularizzazione e della prefabbricazione. Inoltre è stato scelto di introdurre dei cavedi centrali per garantire massima flessibilità d'uso degli ambienti. L'utilizzo di tali espedienti permette una completa smontabilità e modifiche di ogni tipo, dalla macro alla micro scala.

Aspetti di innovazione introdotti

Il sistema di logge applicabili e la possibilità di accrescere l'edificio di 6 piani fuori terra sono certamente aspetti nuovi nella realizzazione di una struttura sanitaria. Anche la possibilità di modificare facilmente gli ambienti è molto importante come aspetto. È garantita così la possibilità di seguire la tecnologia in base alla propria evoluzione. Lo studio dei flussi nei singoli piani garantisce facili riconversioni, così come l'idea di mettere le canalizzazioni dei blocchi operatori esternamente.

HOSPITAL GENERAL DEL MAR e PARQUE DE INVESTIGATION BIOMEDICA, BARCELONA

Progetto: Brullet – De Pineda

Luogo: Barcellona

Anno di realizzazione: 2000 – 2006

Superficie area: 62000 mq. + 9000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale, ricerca, formazione



Figura 5.16: aerofotogrammetrico del sito (Fonte: Google Maps).

A Barcellona, nell'ampia area del "Parc de la Ciutadella", si sta completando l'ambizioso progetto finalizzato alla creazione di una cittadella della Salute chiamata Campus del Mar, comprendente l'Hospital General del Mar, riqualificato nel 1989-92 ed attualmente in fase di nuovo ampliamento, gli edifici del Parque de Investigación Biomedica (PRBB), realizzato nel 2000-06, e dell'Università Pompeu Fabra, Facultat de Ciències de La Salut i de la Vida, realizzata nel 1992 destinata ad usi didattici nel 1998.

Tutta l'area del "Parc de la Ciutadella" è stata riqualificata in occasione dei Giochi Olimpici del 1992 e tuttora è sede di importanti progetti di riqualificazione e di nuova realizzazione che trasformeranno completamente lo sky-line di questo settore di città.

I progettisti Manuel Brullet e Albert de Pineta hanno studiato l'intero intervento di riqualificazione ed ampliamento dell'Hospital del Mar con lo scopo di integrare la struttura sanitaria al contesto circostante caratterizzato dalla presenza di due quartieri confinanti differenti tra loro: la città vecchia di Barceloneta e il quartiere della Villa Olimpica realizzato in occasione dei Giochi Olimpici del 1992.

L'intero isolato, confina infatti a nord-est con il nuovo quartiere olimpico (Villa Olimpica), a sud ovest, con il quartiere vecchio di Barceloneta, ed a nord-ovest con il Parc de la Ciutadella, mentre a sud-est, dove è collocato l'ingresso principale all'ospedale, si affaccia sul lungomare realizzato nel 1967 (Paseo Maritimo) e sulla spiaggia.

La cittadella della Salute, grazie agli interventi realizzati ed in fase di attuazione, risulta essere nel complesso accessibile e strettamente connessa al tessuto urbano circostante.

Nel 1986 Barcellona venne scelta dal Comitato Olimpico Internazionale come sede dei Giochi Olimpici del 1992 ed il progetto di riqualificazione ed ampliamento dell'Ospedale del Mare rientrava nella proposta di candidatura della città come Struttura Sanitaria per la Villa olimpica e come elemento di connessione tra la stessa ed il quartiere storico di Barceloneta. Il vecchio Ospedale del Mare si presentava infatti come un insieme inorganico e disarticolato costituito da sette padiglioni a lisca di pesce collegati da un unico percorso centrale e da un monoblocco di dieci piani sproporzionato rispetto al contesto circostante. Finalità dell'intervento di riqualificazione studiato dagli architetti Manuel Brullet e Albert de Pineda, era quella di ricollegare la struttura alla città circostante, attraverso un progetto comune che valorizzasse l'intero isolato. Per tale motivo il progetto comprendeva diverse tipologie di intervento quali la qualificazione interna ed esterna di tutti gli edifici già esistenti, la realizzazione di nuovi edifici, di "zone interesterne" e di percorsi pubblici comuni che valorizzassero il lungomare ed in generale l'intero isolato.

I progettisti ristrutturarono e valorizzarono l'antica struttura a padiglioni, ampliarono e ricoprirono con pannelli di acciaio inossidabile ed ampie vetrate il monoblocco, realizzarono un nuovo edificio di due piani a vetrata continua sul lungomare e

progettarono un nuovo ingresso principale costituito da una copertura metallica sorretta da fitti e sottili pilastri in acciaio.

Nello stesso isolato è stata inoltre prevista nel 2000 la realizzazione del Parque de Investigation Biomedica, progettato sempre dagli stessi architetti e inaugurato nel 2006. Nello stesso anno hanno inoltre progettato un nuovo ampliamento dell'ospedale che prevede la demolizione dei padiglioni centrali degli anni 20 e la realizzazione di una nuova struttura volumetricamente più consistente e funzionalmente più efficiente.

Nel 2008 è stato attuato un programma di ampliamento e ristrutturazione che coinvolge la zona dedicata alle funzioni ospedaliere. Tale intervento è suddiviso in tre macro-fasi e dovrebbe essere completato nel 2017.

Masterplan e progetto architettonico

L'isolato fa parte di una macroarea che comprende il Parco della Cittadella. Il principio guida della riorganizzazione dell'area è stata la risoluzione delle relazioni e connessioni e l'estensione del parco in modo da occupare tutti gli spazi disponibili, instaurando un adeguato collegamento col fronte marittimo.

Nell'intervento sono stati compresi:

- La crescita del polo universitario Pompeu Fabra con la realizzazione di nuovi edifici amministrativi e il Centro per la Ricerca Biomedica di Barcellona;
- L'ampliamento del Parlamento di Catalunya;
- La risistemazione dell'area occupata dal tracciato ferroviario;
- La nuova Biblioteca Provinciale di Barcellona;
- Un terminal intermodale tra la Avinguda Icaria e il Carter de Wellington;
- La definizione degli spazi vicino all'antico mercato del Born.

L'architettura dell'intero complesso ospedaliero ha carattere molto eterogeneo. Tutto questo è dovuto in parte ai molteplici interventi prolungatisi per un secolo, in parte alla volontà dei progettisti di fare della diversità il tratto caratteristico del complesso.

Sul fronte rivolto verso il mare si trova un edificio lungo, di due piani, con una struttura leggera in metallo e vetro, con la funzione di basamento e il compito di ridimensionare l'impatto troppo forte del corpo a monoblocco retrostante. Al piano terra di questa struttura si trova la galleria di accesso all'ingresso principale ed anche diverse attività commerciali o di supporto ospedaliero.



Figura 5.17: vista della Cittadella 2006.
(Fonte:<http://www.imasbcn.com>).



Figura 5.18: vista ipotetica della Cittadella 2011. (Fonte:<http://www.imasbcn.com>).

Dalla galleria si giunge ad una piazza coperta, “il Palio”, con duplice funzione di ingresso principale dell’ospedale, di piazza pubblica e attraversamento. La sua struttura è realizzata con sottili pilastri in acciaio e una copertura in lamiera leggera.

A nord l’isolato è delimitato da un edificio di quattro piani, arcuato leggermente, che ospita la Scuola Universitaria d’Infermeria del Mar.

I due corpi allungati racchiudono un ampio spazio che comprende la struttura originaria a padiglioni, l’edificio monoblocco e “il Palio”.



Figura 5.19: ingresso del Palio. (Fonte: foto Laura Origi).

Gli antichi padiglioni creati per le cure elioterapiche e costruiti parallelamente al mare, sono stati ristrutturati per tornare a compiere la loro funzione. Le loro finestre sono state abbassate per permettere una visuale aperta verso il verde all’esterno. L’edificio monoblocco è di 13 piani (2 interrati, 11 fuori terra), con facciate caratterizzate da

ampie vetrate. Tale edificio è stato ricoperto con una superficie avvolgente in acciaio inossidabile con lo scopo di ricucire le facciate del vecchio edificio con gli ampliamenti realizzati alle sue estremità.

Ultimo edificio di nuova realizzazione completato nel 2006 è il Parque de Investigation Biomedica (PRBB) collocato a fronte mare in un terreno di 9.000 mq, tra l'Ospedale e le Torri della Città Olimpica. Tale edificio, altamente tecnologico, si sviluppa su tredici piani.



Figura 5.20: centro di ricerca biomedica PRBB. (Fonte: foto Laura Origgi).

Architettonicamente si presenta come un grosso edificio a tronco di cono a base ellittica, con gli assi rispettivamente di 117 e 74 m. La compattezza e dell'edificio è data dalla necessità di realizzare una struttura di volumetria consistente in un'area limitata e di forma irregolare, ma la strategia di abbassare l'altezza del volume verso il lungomare favorisce l'integrazione dell'edificio al contesto territoriale e ne diminuisce l'impatto dal Paseo Marítimo. Inoltre la forma digradante della copertura permette la localizzazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda ed elettricità.

Per alleggerire maggiormente l'intero complesso e restituire un'immagine altamente tecnologica è stata inoltre posta particolare attenzione al rivestimento esterno costituito

da una doppia pelle: la più esterna costituita da una griglia in legno naturale, staccata dal suolo, finalizzata al controllo del soleggiamento indoor, a migliorare l'isolamento e ad alleggerire l'impatto dell'imponente struttura, la più interna completamente trasparente e protetta da brise-soleil per il controllo dell'illuminazione naturale e per ottimizzare l'apporto energetico dovuto all'irraggiamento. La struttura portante è composta dal corpo centrale, aperto verso il mare e svuotato al suo interno in un ampio patio a tutta altezza, e dalla copertura alla quale si appende l'involucro dell'edificio. In tale tecnica consente la realizzazione di una pianta libera, altamente flessibile e funzionale.

L'integrazione del PRBB al territorio e alla struttura sanitaria è garantita dalla modifica del tracciato della via Trelowny e dalla realizzazione di uno spazio semichiuso che darà accesso al nuovo edificio e allo stesso Hospital del Mar. I vari ingressi sono gerarchizzati e differenziati: i pazienti ambulatoriali accedono dal varco nel corpo di fabbrica vetrato lungo il fronte marittimo; quelli ospedalieri dal monoblocco; al pronto soccorso si accede sempre dal fronte, parallelo al lungomare, ma in modo indipendente.



Figura 5.21: particolare dei brise-soleil. (Fonte: foto Laura Origgi).

Organizzazione funzionale

L'edificio lineare sul Paseo Maritimo, di soli 2 piani, localizza al piano terra diverse attività commerciali o di supporto e la galleria di accesso all'ingresso principale, mentre al primo piano si trovano tutti gli studi medici per le consultazioni esterne. Nel monoblocco di 13 livelli (2 interrati ed 11 fuori terra) e nei padiglioni separati si trovano, come nel progetto originario, le sale operatorie, i servizi specialistici di neurologia, cardiologia, pneumatologia e gastroenterologia, il reparto di cure intensive, la hall principale, le degenze chirurgiche e le degenze ordinarie.



Figura 5.22: vista del lungomare. (Fonte: Materia n.38 luglio-agosto 2002).

Il Parco di Ricerca di Biomedica di Barcellona (PRBB) è articolato su 13 livelli (2 interrati, 1 seminterrato e 9 fuori terra tra cui due sottotetti per gli impianti) per una superficie totale di 51.100 mq.

La pianta dei due piani interrati è adibita a centro polisportivo di 1.751 mq e parcheggio con 312 posti auto (rispettivamente 158 al livello -2, 154 al livello -1). La pianta del seminterrato disporrà di un'area di servizi tecnici centrali dell'edificio, di un'area di servizi di appoggio ai laboratori e di un centro di accelerazione delle particelle mentre il piano terreno è dedicato a reception e aree commerciali e di ristoro. Dal primo al settimo si trovano tutti gli spazi di ricerca e gli uffici degli enti di ricerca presenti nella struttura.

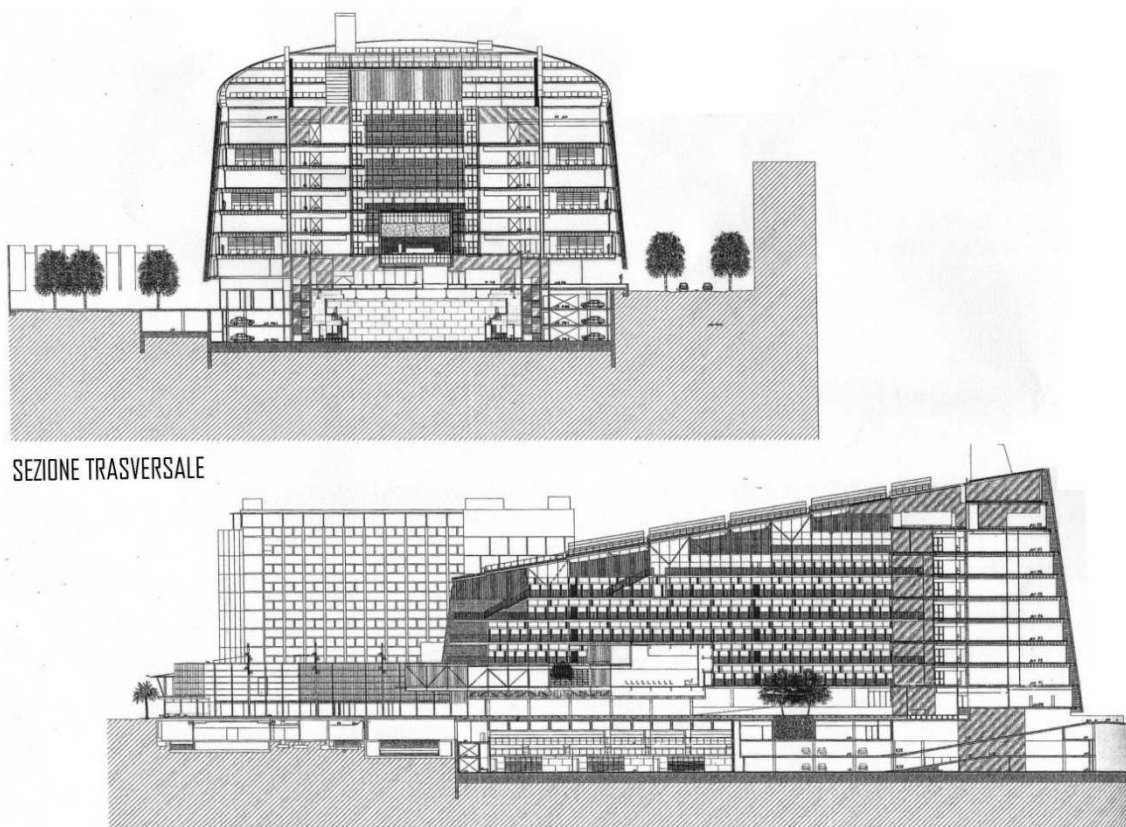


Figura 5.23: sezione trasversale e sezione longitudinale del centro PRBB.

Aspetti tecnologici e strutturali

Date le molteplici trasformazioni di questo organismo, ci si devono aspettare diverse soluzioni tecnologiche e materiche. Il più innovativo e interessante edificio è quello dedicato al PRBB.

L'edificio ha una particolare struttura: è una struttura a grande luce in calcestruzzo armato e sospesa dal tetto. Essa permette di creare una pianta libera, pulita che lascia la possibilità al piano interrato di collocarvi un centro polisportivo e ai piani superiori di avere una distribuzione planimetrica estremamente varia e facilmente modificabile. Questo tipo di struttura dà anche la possibilità di svuotare il volume in prossimità del terreno, eliminando un effetto di eccessiva voluminosità e oppressione.

Il rivestimento dell'edificio è rappresentato da una facciata costituita da diverse membrane: la più esterna in legno naturale, traforata, leggera e staccata dal suolo; la più interna in vetro, protetta da brise-soleil che consentono di controllare l'accesso di luce e

calore di modo che si possa disporre in qualsiasi momento della giornata di condizioni di lavoro ottimali e del massimo profitto energetico.

I componenti impiantistici principali si trovano ai piani pari, negli spazi al di sopra dei laboratori, consentendo in questo modo una maggiore flessibilità dell'edificio, mentre gli impianti centralizzati invece sono ubicati nei piani alti.

Design degli interni

Per il design degli interni è stata conferita grande importanza all'umanizzazione e al comfort degli ambienti.

L'intera area di diagnosi specialistica collocata nel primo padiglione è completamente illuminata da luce zenitale naturale e materiali e arredi caldi e accoglienti. Nei restanti padiglioni invece sono state previste due nuove connessioni vetrate, che trasformano l'originale schema distributivo favorendo l'ingresso della luce naturale in tutti gli ambienti. Negli interni dell'edificio per la ricerca si riscontra la stessa tendenza all'utilizzo del legno come materiale naturale e caldo, la scelta di arredi confortevoli e la presenza di luce naturale grazie alle grandi superfici vetrate e al patio.



Figura 5.24: a lato, gli interni dell'edificio a padiglioni.

Figura 5.25: sopra, gli interni del PRBB.

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input checked="" type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input checked="" type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

Il progetto per l'Hospital del Mar prevede la creazione di una macroarea da occupare completamente attraverso delle connessioni e delle relazioni. L'utilizzo poi dell'acciaio permette di fare valutazioni per il futuro su differenti riconversioni e riciclo di materiali tanto da creare progetti che si spostano nel futuro.

Edificio

In questa macroarea non è presente solo l'ospedale, ma c'è anche il centro ricerca PRBB altamente avanzato e tecnologico. Le facciate sono completamente flessibili e il sistema di terrazzamenti permette espansioni future. La pianta è completamente libera perché tutto il sistema di facciata è appeso alla struttura.

Unità ambientale

Il sistema di distribuzione interno dell'ospedale garantisce massima flessibilità d'uso agli utenti grazie a differenti sistemi di controllo dell'illuminazione interna. Inoltre l'organizzazione degli spazi è variabile in base alle esigenze operative.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

Per quanto riguarda l'ospedale si è cercato di usare al massimo dei materiali come l'acciaio, completamente riciclabili e in grado di garantire facili modifiche dell'assetto e dei layout distributivi. Inoltre l'uso di interpiani tecnici e controsoffittature permette facili modifiche degli impianti e semplice ispezionabilità.

Per il PRBB l'utilizzo della pianta libera e la realizzazione a gradoni permette massima flessibilità.

Aspetti di innovazione introdotti

La possibilità di espandersi grazie al tipo di soluzione di facciata adottata dal PRBB e la sua struttura a gradoni permettono facili modifiche, così come l'uso dell'interpiano tecnico permette una più facile gestione degli impianti.

IL NUOVO OSPEDALE DI BERGAMO

Progetto: S.C.A.U. (arch. Aymeric Zublena)

Luogo: Bergamo

Anno di realizzazione: 2004-2010

Superficie area: 329000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale, ricerca

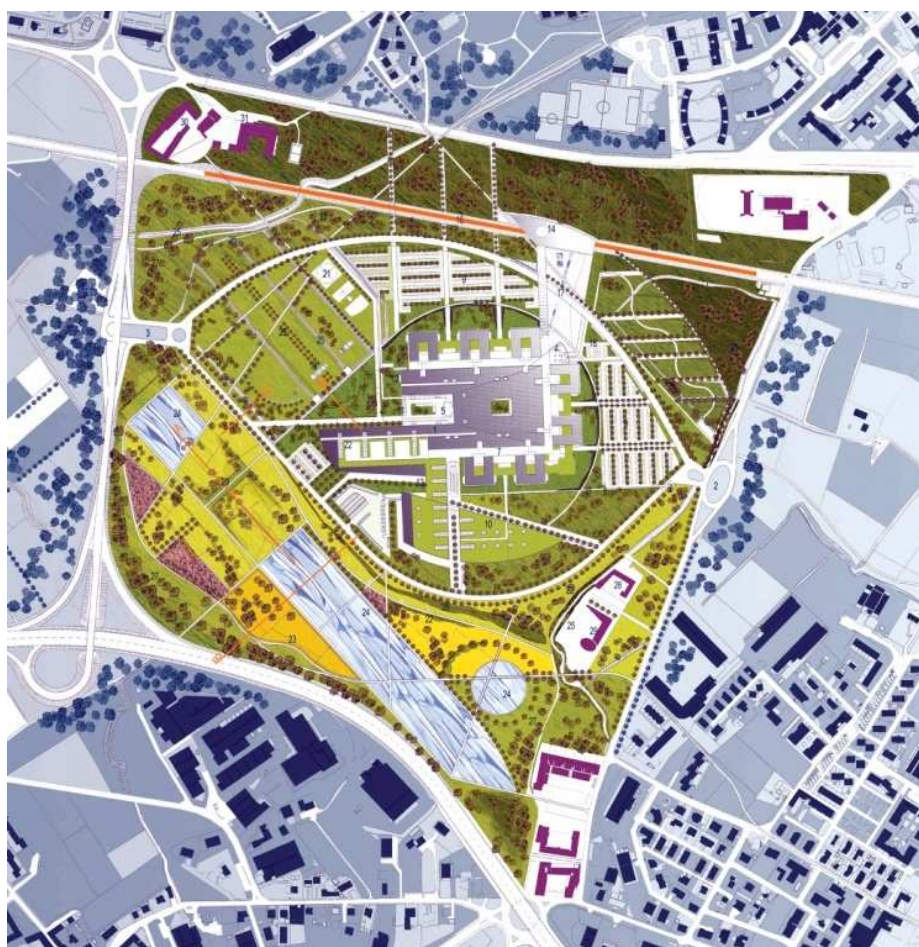


Figura 5.26: masterplan di progetto con assi viabilistici dell'area. (Fonte: A. Zublena).

La sede attuale dell'A.O. Ospedali Riuniti di Bergamo risale agli anni venti e nonostante i numerosi lavori di ristrutturazione e ampliamenti subito negli ultimi decenni, risulta altamente obsoleta e non al passo con le moderne esigenze di carattere sanitario, organizzativo, strutturale, tecnologico, normativo e gestionale.

La tipologia a padiglioni separati non consente pertanto, tra i vari reparti, una localizzazione compatta delle varie unità operative e quindi un facile rapporto fra le stesse unità. L'impossibilità di ristrutturare la vecchia sede, i prezzi elevati e i lunghissimi tempi di realizzazione, hanno fatto sì che l'unica soluzione fattibile per arrivare a dotare la Provincia di Bergamo di un ospedale, fosse la realizzazione di una struttura sanitaria atta a soddisfare le esigenze attuali e future.

Nel luglio 2000 l'Azienda Ospedaliera di Bergamo ha quindi indetto un Concorso Internazionale di Progettazione per il Nuovo Ospedale e nel novembre 2001 è stato proclamato vincitore del concorso il progetto proposto dal raggruppamento di professionisti avente come capogruppo la società S.C.A.U. di Parigi (Arch Aymeric Zublena).

Inquadramento territoriale

Il nuovo ospedale è progettato nell'area denominata "Trucca", nella periferia sud-ovest della città. L'area è costituita da terreni prevalentemente destinati a usi agricoli racchiusi nel quadrante viabilistico delimitato dalla ferrovia Bergamo-Lecco a nord e dalla S.S. Briantea, a ovest dalla circonvallazione Leuceriano, a sud dall'asse interurbano e a est dalla via M. L. King.

A seguito di diverse indagini, l'area della Trucca è risultata idonea alla realizzazione del nuovo insediamento ospedaliero in quanto:

- viabilisticamente ben servita e adiacente alla zona dove è prevista la realizzazione della stazione di interscambio tra la linea ferroviaria Bergamo-Milano e la nuova tramvia veloce;
- ha dimensioni sufficienti per la realizzazione del nuovo ospedale e per eventuali futuri ampliamenti della struttura (329.000 mq);
- presenta una conformazione pianeggiante;
- presenta un'idrografia superficiale di modesta importanza;
- risulta idonea per la realizzazione di una elisuperficie;

Principi progettuali



Figura 5.27: vista dell'ingresso. (Fonte: A. Zublena)

Il team S.C.A.U. ha perseguito la convinzione che un grande ospedale moderno non sia solo una struttura urbana complessa e significativa presente in un territorio, ma che sia anche il luogo di un'esperienza che riguarda la vita di tutti e che pertanto influenza il contesto sociale e urbano.

L'ospedale quindi deve presentarsi aperto, disponibile e leggero in modo che possa essere percepito come una struttura flessibile in grado di modificarsi e conformarsi al territorio in base alle esigenze.

I progettisti hanno curato il rapporto tra struttura ospedaliera e ambiente circostante in modo che la città percepisca la vita che vi si svolge all'interno. Gli spazi aperti e circostanti permetteranno pertanto una continuità con l'ambiente. Il benessere dei pazienti, operatori, visitatori e di tutti coloro che utilizzano la struttura, richiede infatti che l'ospedale si configuri con un'architettura chiara, un'immagine moderna e un comfort familiare caratterizzato da spazi interni luminosi, accoglienti e confortevoli.



Figura 5.28: vista dell'ingresso e percorsi pedonali. (Fonte: A. Zublena)

Architettura e scelte tipologiche

Strutturalmente il progetto prevede come idea guida l'equidistanza delle parti funzionali dell'ospedale, in orizzontale e in verticale, dall'origine dei flussi prevalenti dei pazienti, quali il pronto soccorso e l'accettazione.

Da tale principio, attuato per ottenere l'ottimizzazione delle connessioni e la riduzione dei percorsi, deriva uno schema funzionale - organizzativo costituito da una corona esterna di sette corpi di degenze, in corrispondenza di aree ambulatoriali collegate tra loro e disposte attorno ad un nucleo interno di diagnosi e cura. In posizione decentrata si colloca invece il corpo dei servizi tecnologici e generali.

La composizione volumetrica del nuovo ospedale di Bergamo risulta a sviluppo prevalentemente orizzontale, ben inserita nel verde e orientata in modo tale da ottenere un migliore allineamento con l'asse Eliotermico e con le viste panoramiche più significative verso la Città Alta e il sistema collinare e montuoso dei Colli e delle Prealpi Orobiche.



Figura 5.29: vista della Hospital Street. (Fonte: A. Zublena).

Il progetto del nuovo Ospedale è contraddistinto da tre elementi architettonici principali:

- la piastra centrale dei servizi di diagnosi e cura e dei servizi generali ed amministrativi;
- le sette torri delle degenze, disposte lungo tre lati della piastra, in corrispondenza delle aree ambulatoriali attinenti gli stessi dipartimenti;
- la “hospital street” formata da tre percorsi che connettono degenze, ambulatori, servizi e piastra centrale.



Figura 5.30: render notturno del complesso ospedaliero. (Fonte: A. Zublena)

L'ingresso dei visitatori e pazienti esterni avviene in posizione baricentrica, attraverso la piazza che collega l'ospedale alla stazione e si prolunga nella "hospital street" che rappresenta lo spazio pubblico per eccellenza del Nuovo Ospedale di Bergamo. Tale spazio si configura spazialmente e dimensionalmente come una vera e propria strada urbana, scandita sul lato delle degenze dai corpi scale e ascensori e intervallata dai collegamenti vetrati a ponte tra le degenze stesse e la piastra sanitaria.

Articolazione funzionale

Il *livello zero*, al piano interrato, è organizzato secondo una matrice ortogonale lungo la quale si sviluppano il sistema di trasporto automatizzato, la distribuzione primaria degli impianti e il sistema delle vie di fuga. Allo stesso livello trovano sede i servizi generali (cucina, lavanderia, farmacia, magazzini, spogliatoi, servizio mortuario) e le centrali tecnologiche.

Il *primo livello*, al piano rialzato, accoglie i principali accessi alla struttura: l'ingresso generale a Nord-Est, per visitatori e pazienti esterni, che immette nella "hospital street" laddove si localizzano tutti i servizi di informazione, di prenotazione e di ritiro dei referti; l'ingresso a Sud riservato al personale ed ai ricoveri programmati. A questo livello la piastra ospita i laboratori e i servizi di radiodiagnostica, neuroradiologia, medicina nucleare, radioterapia e fisica sanitaria. Allo stesso livello nelle torri sono invece ubicate le aree ambulatoriali. Funzionalmente la "hospital street" è divisa in tre tratti con caratteristiche diverse: quello centrale si presenta come un prolungamento della piazza esterna che unisce l'ospedale con la stazione tranviaria ed ospita i servizi accessori e gli spazi commerciali (accoglienza, bar, ristorante, negozi, ecc.), il tratto a nord ospita funzioni sanitarie (centro prelievi, centro trasfusionale e dialisi); il tratto a sud consente di accedere agli spazi per le attività didattiche e di aggiornamento (aule, biblioteca, sala convegni).

Il *secondo livello* presenta ad ovest l'ingresso del pronto soccorso complanare ai tre blocchi operatori retrostanti, al servizio di day surgery e al vicino blocco parto; sul perimetro del complesso trovano spazio invece le prime aree di degenza, diversi ambulatori e gli spazi dedicati alla libera professione.

Al *terzo livello*, in corrispondenza dei sottostanti blocchi operatori, vengono localizzate le terapie intensive e le sorveglianze intensive. La superficie rimanente della piastra ospita gli uffici amministrativi e la direzione.

Al *livello terzo, quarto e quinto* le torri ospitano le rimanenti unità di degenza.

Aspetti tecnologici e strutturali

L'articolazione concettuale e funzionale dell'ospedale trova una precisa corrispondenza nel trattamento architettonico degli involucri dei vari edifici e dei loro spazi interni.

Le facciate composte in alluminio e vetro, con un sistema di frangisole e passerelle esterne, accentuano la trasparenza e la leggerezza dell'organismo edilizio anche nelle ore serali.



Figura 5.31: vista esterna. (Fonte: A. Zublena)

I prospetti dei corpi di degenza sono costituiti da una facciata continua in alluminio con specchiature, dotate di vetri doppi con interposta una tapparella alla veneziana per l'oscuramento dell'ambiente; ad essa è accoppiato all'esterno un sistema di frangisole e passerelle metalliche in grado di assicurare il perfetto controllo del soleggiamento e dell'irraggiamento, modulandone gli effetti sulle condizioni interne.

Le lamelle dei frangisole, orientate secondo le inclinazioni più adatte alle esposizioni di ciascun fronte, potranno essere forate per consentire la vista anche in caso di posizionamento chiuso.

La grande piastra centrale, dove si concentrano i servizi, le prestazioni e le tecnologie più sofisticate, costituisce un insieme di funzioni articolate e complesse che il progetto distribuisce ordinatamente secondo una griglia modulare di percorsi e di connessioni, intervallata da patii e corti; la grande complessità interna viene così ricondotta ad un'immagine architettonica unitaria mediante la sovrapposizione di un grande tetto a tre falde convergenti, con lieve pendenza verso il piazzale del pronto soccorso. Le facciate che prospettano sulla "hospital street" sono anch'esse di tipo continuo, ma diversamente caratterizzate in rapporto alle varie zone del complesso: alluminio naturale per i piani superiori della piastra sanitaria e delle degenze; vetro per le scale e gli ascensori dei reparti di degenza; acciaio e vetro serigrafato per i collegamenti "a ponte" fra le degenze e la piastra sanitaria; alluminio e vetro per la copertura e le pareti verticali della galleria.

Design degli interni

Le camere godono di ampie vedute sul verde circostante e sul panorama dei Colli. Nel contempo è garantito il controllo della luminosità in qualsiasi condizione esterna e in funzione delle esigenze prioritarie di comfort e privacy dei pazienti.

Al benessere psicologico dei pazienti contribuisce anche la scelta dei materiali e dei colori adottati per gli interni, selezionati per trasmettere all'utente un senso di accoglienza nel rispetto dei requisiti di sicurezza e di facile manutenzione.

Le degenze presentano piani tipo da 52 letti che possono essere suddivise in moduli da 26 letti, consentendo di individuare unità operative di minori dimensioni.

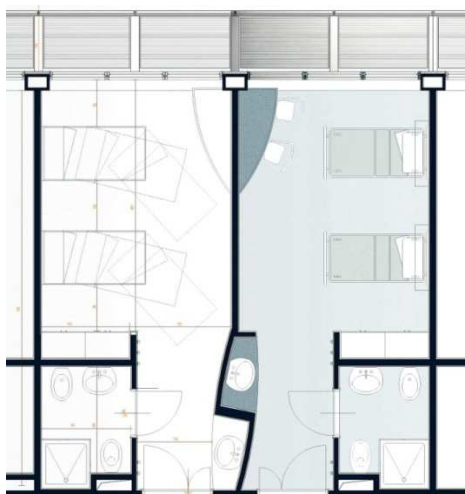


Figura 5.32: pianta tipo degenza con 2 posti letto. (Fonte: A. Zublena)



Figura 5.33: render 3d stanza di degenza a 2 posti letto. (Fonte: A. Zublena)

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input checked="" type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

Per l'ospedale di Bergamo si è fatta una ricerca su quale potesse essere l'area migliore per realizzare l'edificio, in modo tale da permettere espansioni future. Sono state utilizzate inoltre delle strutture leggere e luminose con materiali di nuova generazione che permettono semplici modifiche distributive e impiantistiche. L'utilizzo di acciaio e vetro permette poi il riutilizzo di tali materiali.

Unità ambientale

Attraverso diversi sistemi le stanze di degenza possono passare da 52 a 26 posti letto. Ogni utente però può avere la possibilità di controllare i propri spazi attraverso alcuni sistemi tecnologici studiati per garantire il massimo comfort e benessere.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

Molto vasto l'utilizzo dell'acciaio, dell'alluminio e del vetro che garantiscono un senso di leggerezza e trasparenza alla struttura, soprattutto nelle ore notturne. È presente una hospital street che contiene differenti servizi per il pubblico oltre che per il personale sanitario.

Aspetti di innovazione introdotti

La possibilità di dividere le stanze in sottomultipli permette una differente gestione degli spazi grazie a piccole modifiche mobili; inoltre l'utilizzo di sistemi di oscuramento indipendenti in ogni stanza garantisce al paziente massima libertà di gestione del proprio spazio.

NUOVO OSPEDALE UMBERTO I, MESTRE

Progetto: Amabsz – Studio Altieri

Luogo: Mestre (Ve)

Anno di realizzazione: 2003 – 2007

Superficie area: 151000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale



Figura 5.34: planimetria di studio. (Fonte: propria).

L'attuale progetto per la realizzazione del nuovo ospedale "Umberto I" di Mestre è il culmine di un processo di adeguamento delle strutture sanitarie della città di Venezia.

Il primo dei tre progetti è di Le Corbusier del 1964; doveva sorgere in uno spazio tra laguna e terraferma, nel quartiere S. Giobbe. Le intenzioni erano di progettare un luogo a misura d'uomo, la nuova struttura doveva essere secondo l'architetto: "ospedale della vita e non macchina per guarire".

Un'altra particolarità del progetto del 1964 era l'integrazione con il contesto veneziano; doveva essere un edificio del tipo a piastra, con la struttura che si sviluppava su pali infissi nel fango, in modo analogo all'antica tradizione edilizia veneziana. L'edificio non fu neppure iniziato perchè la Ulss Veneziana preferì ampliare il vecchio "Umberto I" nel 1957 e restaurare l'ospedale "S. Giovanni e Paolo" nel 1977.

La nuova Ulss 16 decretò, l'anno dopo, l'inopportunità di un nuovo ospedale in laguna, preferendone uno sulla terraferma dove i servizi ospedalieri erano più scarsi e reputò Mestre il luogo ideale.

Tra il 1980 e il 1988 fu redatto un nuovo progetto, quello dell'architetto Carlo Aymonino, che utilizzava un'area di circa 150 mila mq nella parte nord di Mestre, immersa nel verde, creando un forte dialogo con il bosco vicino e il vecchio forte. L'ospedale era basato su un'evoluzione del sistema piastra-torre, una sintesi e un'evoluzione dei tre sistemi: a blocchi, a banchina e a spina. La struttura simmetrica doveva essere composta di tre parti: il corpo d'accesso, la piastra delle diagnosi e cure e l'edificio delle degenze; tutti collegati da una galleria vetrata. La galleria fungeva sia da hospital street, che collegava assialmente il complesso dall'ingresso fino alla grande hall posta sotto l'edificio delle degenze, sia da spazio pubblico rappresentativo. La piastra centrale aveva forma rettangolare e conteneva, oltre ai due piani di servizi di diagnosi e cura, anche piani tecnici di notevole altezza, il tutto collegato da gruppi di scale e ascensori che perforavano la piastra ad intervalli regolari. Lo spazio pubblico della galleria era separato da quello delle aree di diagnosi e cura, mediante opportuni filtri. La degenza era caratterizzata da una forma ad arco di cerchio e si trattava di un corpo triplo, di dieci piani, con le camere che si affacciavano sul parco. Nonostante la presenza di tre spazi dedicati ai collegamenti verticali, uno centrale e due laterali, i tempi per i collegamenti degli ultimi piani del blocco semicircolare con la piastra centrale, risultavano molto lunghi. Neanche quest'ultimo progetto, sebbene molto innovativo e tecnologicamente avanzato, ebbe la fortuna di essere realizzato. La data del 25 ottobre 2001 conclude le vicissitudini del nuovo ospedale veneziano, con l'approvazione del progetto di Emilio Ambasz e la costruzione del nuovo "Umberto I" di Mestre, sulla zona verdeggiante, a nord della città.

Progetto architettonico e masterplan

Il complesso è stato progettato da Studio Altieri Spa con il contributo artistico dell'arch. Emilio Ambasz. La particolare impostazione progettuale è frutto della sintesi di 2 diverse filosofie progettuali: da una parte, quella della società di progettazione thienese, che pone il paziente al centro di percorsi terapeutici dagli elevati standard di qualità architettonica e ambientale; dall'altra la particolare poetica del progettista argentino, caratterizzata dalle ricerche di soluzioni progettuali che interpretano l'edificio come "paesaggio integrale".

Nato per soddisfare le necessità sanitarie del bacino veneziano, l'ospedale sorge al centro di un'area ampia circa 260mila mq (110mila dei quali destinati ad area verde) situata in località Zelarino, a circa 1 km di distanza dall'attuale tangenziale di Mestre. L'area d'intervento ha forma quadrangolare irregolare, delimitata a est dalla linea ferroviaria metropolitana, a nord dalla nuova strada di penetrazione e sui restanti lati dal tracciato stradale locale che la collega al Terraglio e a via Castellana.

Oltre all'ospedale, c'è anche il nuovo edificio della Fondazione Banca degli occhi del Veneto e, in futuro, si prevede la realizzazione di un Centro per le terapie protoniche nella lotta ai tumori. Le camere di degenza saranno sistemate in modo che tutti i pazienti avranno dalla loro finestra una vista diretta sul verde. All'ospedale verranno inoltre associate anche altre attività, di tipo commerciale e servizi. La posizione dell'area è ottimale, e le strutture di viabilità e di comunicazione sono migliorate con l'utilizzo del project financing. La viabilità per raggiungere l'ospedale è stata ottimizzata per dare modo ai visitatori di poterlo raggiungere con mezzi privati o pubblici e con la ferrovia.

Organizzazione funzionale

L'ingresso principale è localizzato a est, in prossimità della rotonda d'accesso ai parcheggi e della stazione metropolitana. L'ingresso dell'area emergenza è comune con quello delle merci ed è situato a nord del complesso, vicino all'eliporto; da lì le ambulanze incontrano subito la camera calda, mentre i veicoli di servizio costeggiano l'ospedale per giungere al piazzale circolare dell'area tecnico-economale.

I 2 ingressi per Morgue e Banca degli occhi si aprono verso sud. L'edificio ospedaliero è composto da 3 fabbricati principali:

- parcheggio interrato per circa 1.100 posti su 3 livelli (quello inferiore per il personale, gli altri per il pubblico), attraversato dal percorso pedonale che dalla rotonda conduce all'atrio, scavalcando l'attraversamento dei mezzi di servizio;
- piastra, anch'essa interrata e articolata su 3 livelli;
- monoblocco, che si eleva sulla piastra per 7 livelli, l'ultimo dei quali è riservato agli spazi tecnologici.

Nella piastra come nei parcheggi il solo livello inferiore è posto sotto il piano di campagna, mentre i 2 livelli superiori sono celati da riporti di terreno che creano la collina sulla quale sembra ergersi il monoblocco. In realtà, collegamenti viari interni all'area e accessi all'ospedale sono al pian terreno, tranne l'atrio, che alla vista si presenta interrato, in realtà è al primo piano. Lo slittamento progressivo dei piani dei degenza verso l'atrio ha permesso di definirlo come spazio dalla forma prismatica, suggestivo sotto il profilo architettonico e dalle elevate valenze fruibili, nel quale si risolvono le complesse problematiche legate alla distribuzione dei flussi di pazienti esterni e visitatori. Sul fronte opposto del monoblocco, la presenza dei giardini pensili lineari si pone come elemento di mediazione naturale tra interno ed esterno.



Figura 5.35: plastico del progetto e inserimento nell'area. (Fonte: Tecnica Ospedaliera n.3).



Figura 5.36: vista interna della Rue. (Fonte: propria).

L'articolazione spazio-funzionale è improntata a criteri di decisa dipartimentalizzazione:

- posizione strategica delle zone di lavoro del personale rispetto a nodi della circolazione verticale e corridoi interni;
- unificazione delle aree dedicate ai medici, complanari ai settori ambulatoriali, con spazi per riunioni e incontri, biblioteca multimediale con postazioni videoterminali e stanze per ricevere i familiari dei degenti;
- completa indipendenza e autonomia dei percorsi orizzontali e verticali di malati e personale rispetto a quelli del pubblico.

Tutto ciò a fronte di una superficie complessiva di 151.802 mq, che restituisce una media di circa 140 mq per degente contro i 120 della media europea e i 90 del vecchio ospedale Umberto I, con camere di dimensioni leggermente superiori a quanto prevede la normativa vigente (camera a 2 letti superficie netta 23mq più 3,6 bagno; 1 letto, oltre 17mq circa più 3,6 bagno), nella prospettiva di una potenziale contrazione dei posti

letto, cui corrisponderà la possibilità per i pazienti di soggiornare in compagnia di un parente.



Figura 5.37: camera di degenza a 2 posti letto. (Fonte: propria).

Aspetti tecnologici e strutturali

La scelta di scalare i volumi del monoblocco ha comportato la risoluzione d'alcune complesse problematiche. La necessità di realizzare una struttura antisismica ha comportato l'adozione di una struttura metallica a telaio che scende fino alle fondazioni, la cui inclinazione rispetto alla verticale s'è tradotta in un maggior dimensionamento degli elementi portanti. I giunti strutturali sono assenti, sostituiti da *shock transmitter* in corrispondenza dei blocchi scala in calcestruzzo.

La concezione di questa architettura ospedaliera ha comunque consentito un'interessante rivisitazione della tipologia del monoblocco a corpo quintuplo con piastra. Di questo modello, che ha dimostrato alcuni limiti specie nella sua rigidità d'impostazione, sono state mantenute le caratteristiche migliori: la compattezza spazio-funzionale delle aree di degenza come delle zone diagnostico-terapeutiche e l'ordinata

scansione dei nodi della circolazione verticale rispetto alla linearità dei percorsi orizzontali.

Nelle degenze la presenza di ampi cavedi interni s'è prestata non solo alla penetrazione di luce e aria nelle zone centrali e a una diversa definizione ritmica degli spazi, che mitiga il senso di disorientamento, ma anche ad accogliere aree dedicate alla degenza sub-intensiva situate in prossimità delle centrali di controllo medico e infermieristico, secondo la graduazione dell'intensità delle cure. Allo stesso modo, sono state esaltate le caratteristiche di flessibilità, indispensabili all'ospedale contemporaneo.

La maglia strutturale presenta un modulo di 7,5 m, per rispondere alle possibili combinazioni dimensionali d'eventuali nuovi ambienti con ampie superfici riservate per future espansioni di reparti diagnostico-terapeutici e servizi di supporto.

Il contenimento dei consumi energetici è uno dei principali campi d'applicazione di soluzioni e tecnologie innovative. Il corretto orientamento dell'edificio rispetto alle fasi

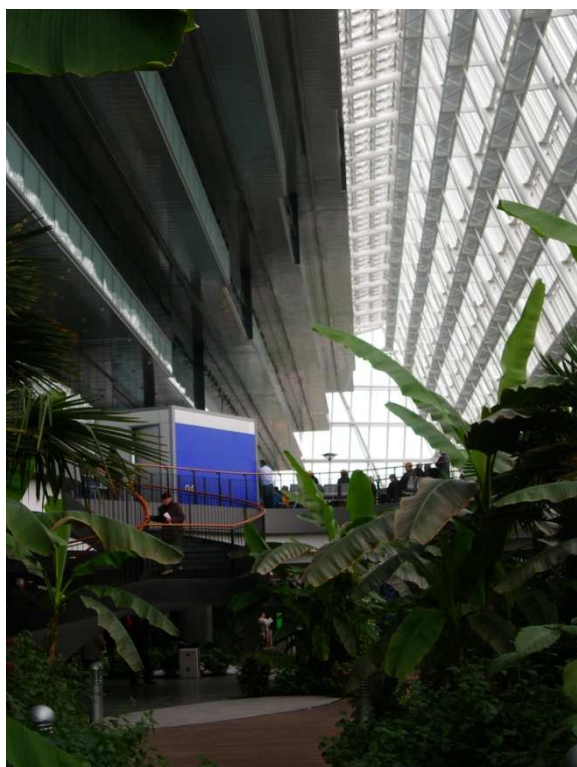


Figura 5.38: vista dal basso della Rue e particolare della facciata. (Fonte: propria).

solari stagionali (l'asse longitudinale è inclinato in direzione sud-ovest/nord-est) è il primo importante contributo all'efficienza bioclimatica complessiva.

Un secondo apporto positivo al bilancio energetico della costruzione è fornito dal parziale interrimento dei volumi della piastra, che presentano superfici esterne esposte indirettamente all'atmosfera o coperte da terreno e vegetazione. La soluzione è stata estesa anche alla porzione edificata fuori terra mediante giardini pensili: il terreno che supporta la coltre erbosa offre un contributo determinante alla riduzione delle dispersioni.



Figura 5.39: vista dall'alto completa della Rue, si nota come la facciata sia inclinata e la costruzione interna a gradoni. (Fonte: propria).

Gli altri ambiti presi in considerazione sono:

- conservazione dell'energia termica con l'impiego di materiali altamente isolanti per la coibentazione dell'involucro (cappotto) e la tenuta dei serramenti;
- recupero del calore presente nell'aria in espulsione dal sistema di ventilazione;
- riscaldamento solare passivo: l'atrio d'ingresso, chiuso dalla vetrata, costituisce un elemento di mediazione climatica tra esterno e ambienti ospedalieri e permette di mettere a frutto la radiazione solare che filtra attraverso le vetrate, secondo il principio dell'effetto serra;
- raffreddamento passivo: la moderazione degli estremi climatici è affidata a rivestimenti di facciata a protezione dall'irraggiamento solare e ad aperture motorizzate a funzionamento automatico, poste alla base e in sommità della vela, per attivare, quando necessario, la ventilazione naturale all'interno dell'atrio.
- illuminazione naturale: oltre alla vela vetrata, l'edificio è estremamente permeabile alla luce solare sia grazie ai cavedi inclinati situati all'interno del monoblocco sia lungo tutta la sua superficie esposta.

Le soluzioni tecnologiche più avanzate per definire il funzionamento dell'apparato di moderazione microclimatica interessano l'involucro del monoblocco. La piastra interrata, si giova dell'elevata inerzia termica delle masse strutturali, realizzate in cemento armato. La struttura del monoblocco è invece leggera, composta da una intelaiatura metallica; il volume in elevazione presenta inoltre 4 cavedi areati a tutt'altezza.



Figura 5.40: particolare interno facciata. (Fonte: propria).

Le parti cieche dei prospetti sono protette da una facciata ventilata, composta dal rivestimento esterno con funzioni architettoniche, dalla retrostante intercapedine ventilata e dalla fascia di coibentazione termica e acustica a contatto con il paramento murario vero e proprio. La facciata ventilata consente di ridurre le dispersioni di calore causate dai ponti termici perché l'isolamento può rivestire integralmente il volume indipendentemente dall'involucro esterno, che se esposto a situazioni climatiche estreme influenza in modo marginale le superfici verticali dell'edificio in ragione dell'effetto camino assicurato dal flusso d'aria che scorre nell'intercapedine.

La gestione integrata e flessibile di isolamento termo-acustico, illuminazione naturale e ventilazione degli ambienti è affidata a una sistema di facciata “attiva” che interessa le parti trasparenti dell’involucro del monoblocco, capace d’adattarsi alle variazioni climatiche dell’ambiente esterno e alle richieste dei fruitori dell’organismo edilizio. Ogni modulo della facciata attiva è composto da un pannello vetrocamera esterno, da un’intercapedine ventilata che accoglie una tenda veneziana motorizzata e da un doppio vetro interno. Sono presenti estrattori meccanici, in sommità, controllati da una centralina elettronica di regolazione che rileva livello della radiazione solare esterna e temperatura all’interno all’edificio, agendo sia sulla posizione delle veneziane, sia sull’attivazione del sistema d’estrazione forzata dell’aria.

Nel periodo estivo il calore accumulatosi per irraggiamento solare viene asportato, mantenendo la temperatura superficiale dei pannelli trasparenti prossima a quella ambiente. Nel periodo invernale il calore contenuto nell’aria estratta viene recuperato aumentando il rendimento dei sistemi di recupero centralizzati.

La grande copertura vetrata ha forma trapezoidale (circa 180 m alla base e 160 m in cima, alta 31 m e inclinata di 90° rispetto alla facciata scalare del monoblocco) è composta da struttura principale di 22 pontoni in acciaio e da una secondaria in alluminio, che sorreggono circa 7mila mq di superficie trasparente costituiti da 1100 tasselli di vetro. Oltre ad assicurare l’illuminazione naturale all’atrio la vela aumenta l’isolamento acustico rispetto alla vicina linea ferroviaria, dove transiterà anche la metropolitana di superficie.



Figura 5.41: vista esterna degli accessi all’ospedale. (Fonte: propria).

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input checked="" type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

L'ospedale di Mestre è un ospedale monoblocco, pertanto il sistema ospedaliero coincide con l'edificio stesso. Questo è realizzato a gradoni che garantiscono eventuali sviluppi futuri. Inoltre la posizione strategica permette espansioni grazie al vasto spazio verde lasciato attorno.

Edificio

Il monoblocco in questo caso è stato rivisitato mantenendo le migliori caratteristiche come la compattezza e la scansione ordinata della circolazione. Le soluzioni di facciata e la struttura in cemento armato con una maglia larga 7,5 m garantisce buona flessibilità del sistema.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

Sono proposte facciate cieche che assieme agli spazi polmone garantiscono facili espansioni future. La struttura prevede dei sistemi antisismici che derivano dal fatto di essere realizzata a gradoni. Le ampie superfici, le vetrate e la hospital street garantiscono spazi per eventuali nuovi ambienti.

Aspetti di innovazione introdotti

L'opera è stata realizzata con il sistema di finanziamento del project financing, è così possibile avere maggior disponibilità finanziaria per la progettazione e realizzazione. Per quanto riguarda i sistemi invece puramente tecnologici, l'utilizzo di facciate ventilate permette di gestire le temperature in ogni stagione garantendo elevato comfort ambientale.

OSPEDALE UNIVERSITARIO BRETONNEAU, TOURS

Progetto: Aymeric Zublena

Luogo: Tours, Francia

Anno di realizzazione: 1996 – 2008

Superficie area: 92000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale, ricerca, formazione

L'Ospedale Universitario Bretonneau fa parte del Centro Ospedaliero Universitario (CHRU) di Tours, che coinvolge sei ospedali dislocati sul territorio con 2000 posti letto e la possibilità di accogliere e ospedalizzare quotidianamente 375 nuovi pazienti, configurandosi come il più importante ospedale della regione centrale e centro di formazione del personale medico e non.

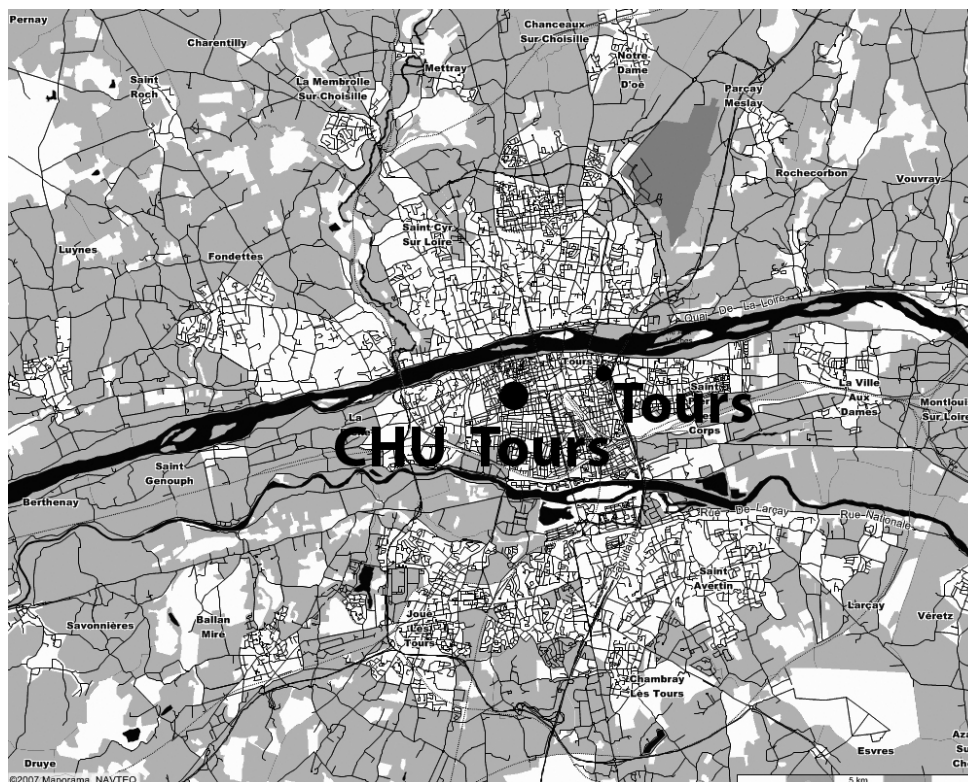


Figura 5.42: planimetria 1:5000 della localizzazione dell'ospedale universitario Bretonneau. (Fonte: Google Maps).

Negli ultimi anni i diversi Ospedali che facevano parte dell'istituzione sono stati pian piano rammodernati e riqualificati ma il progetto più significativo coinvolge l'Ospedale Bretonneau, che dal 1996 è in continua trasformazione.

Da tempo la direzione dei Centri Ospedalieri Universitari CHU evidenziava infatti come il vecchio ospedale, eccellente dal punto di vista scientifico, presentasse strutturalmente sostanziali carenze ambientali, funzionali e normative dovute alla vetustà del patrimonio edilizio, alla inadeguatezza tipologica, tecnologica e dimensionale delle strutture nonché alla presenza di criticità igieniche e di sicurezza. Nel 1996 è stato indetto un concorso per la riqualificazione e l'ampliamento della preesistente struttura a padiglioni che negli anni si evolse per parti senza nessun disegno d'insieme. Tale bando fu vinto da Aymeric Zublena, noto architetto francese dello studio SCAU di Parigi. L'Ospedale Bretonneau sarà così in grado di rispondere alle attuali esigenze assistenziali ponendosi effettivamente come polo sanitario di eccellenza.

Progetto architettonico e masterplan

Localizzato in una posizione centrale all'interno della città di Tours, poco distante dalla Loira, l'Ospedale è caratterizzato da una buona accessibilità, assicurata da assi stradali ad elevato scorrimento nonché dalle linee di trasporto pubblico di superficie, le cui fermate sono poste in prossimità dei principali accessi all'Ospedale. Inoltre va rilevata la vicinanza al Giardini Botanico su Boulevard Tonnellè che conferisce alla struttura un inserimento ambientale e territoriale di particolare pregio.

Nel 1980 si evidenziò come la vetusta struttura a padiglioni dell'ospedale Bretonneau fosse inadatta a rispondere alle attuali esigenze sanitarie. Si rilevò un elevato stato di degrado degli edifici e un mal funzionamento nella gestione dei flussi principali dei diversi utenti. Tale situazione comportava percorsi e distanze inefficienti, un servizio sanitario non di qualità, condizioni di lavoro inadeguate e impediva una riorganizzazione razionale del personale medico ed operatori sanitari.

E' stato quindi definito un quadro prestazionale finalizzato alla successiva definizione di un progetto di riqualificazione e ampliamento della struttura che ha definito tre assi principali sui quali articolare il successivo bando pubblico: migliorare l'accoglienza dei pazienti, migliorare le condizioni di lavoro del personale, ottimizzare l'organizzazione funzionale della struttura.

Inoltre dal momento che le tempistiche di realizzazione di un progetto di tali dimensioni sarebbero state considerevoli, un ulteriore requisito fondamentale doveva essere la flessibilità funzionale, planimetrica e tecnologica. Considerando infatti che il completamento dell'ultimo lotto sarebbe avvenuta nel 2010 (14 anni dopo l'assegnazione del progetto vincitore) risultò importante richiedere già in fase progettuale un'elevata adattabilità degli spazi.

La ricostruzione dell'ospedale Bretonneau si è quindi articolata in 4 fasi consequenziali:

- la prima fase chiamata B0 vedeva la riqualificazione di tutta l'area tecnica (riscaldamento, energia elettrica di emergenza, percorsi, ...);
- la seconda fase chiamata B1, prevedeva la realizzazione degli edifici B1A (terminato nel 2002) e B1B Olympe de Gouges (terminato nel 2004);
- la terza fase denominata B2, prevedeva la costruzione degli edifici B2A (terminato nel 2007) e B2B Henry S. Center Kaplan (terminato nel 2005);
- la quarta fase ancora da completare prevede la riqualificazione dell'edificio B3.

A completamento del progetto di riqualificazione ed ampliamento, la struttura sarà dotata di 615 posti letto articolati prevalentemente in camere singole e tutti localizzati negli edifici nuovi.

Il progetto di riqualificazione e ampliamento dell'Ospedale Bretonneau si articola secondo un principio organizzativo a "strati", in grado di definire le diverse disposizioni spaziali in base alle esigenze fondamentali di flessibilità e di integrazione fra i servizi e le funzioni. Esso si compone di cinque edifici principali: B1A, B1B, B2A, B2B e B3.

Un obiettivo primario del progetto che ha riguardato questo primo lotto è rappresentato dalla realizzazione di una nuova hall, non essendo in grado la preesistente, per dimensioni e posizione all'interno del complesso ospedaliero, di svolgere il ruolo di nodo strategico interfunzionale. La nuova hall è stata quindi predisposta nell'edificio centrale B1A, facilmente accessibile dalle vari ingressi pedonali posti sui quattro lati dell'isolato, ed è stata studiata per rispondere a requisiti prestazionali di elevata qualità ambientale, organizzativa e percettiva. Tale spazio rappresenta infatti l'intero ospedale e deve assolvere sia alla funzione centrale di rappresentatività sociale e di riconoscibilità dei luoghi che alla funzione prioritaria di accoglienza e orientamento. Da qui partono i

percorsi che attraverso gallerie pedonali coperte, collegano i diversi edifici e i diversi servizi esistenti.

Nella definizione del nuovo assetto dell'area di accoglienza, è stata quindi rivolta una particolare attenzione al ruolo di nodo strategico di coordinamento tra le funzioni principali (clinica formazione e ricerca) e quelle di servizio che questo spazio svolge. Coerentemente con la funzione sociale e di riconoscibilità, l'area dell'accoglienza è stata studiata per soddisfare requisiti prestazionali di elevata qualità ambientale, organizzativa e percettiva. L'utente viene accolto in un ambiente curato, accogliente e illuminato naturalmente dall'ampia vetrata frontale e dai grandi lucernari ovoidali posti in copertura. Il progetto complessivo è stato inoltre definito con l'obiettivo di assicurare elevata flessibilità funzionale, affinché la struttura possa adattarsi con facilità ai futuri cambiamenti. Per tale motivo la struttura è stata organizzata a strati, di volta in volta, intercambiabili insieme ai nodi di connessione fra i servizi senza dover intervenire direttamente sulla struttura degli edifici esistenti. L'inserimento delle ampie terrazze, opportunamente collocate, contribuisce invece a rendere la struttura ancora più flessibile in previsione di futuri ampliamenti.

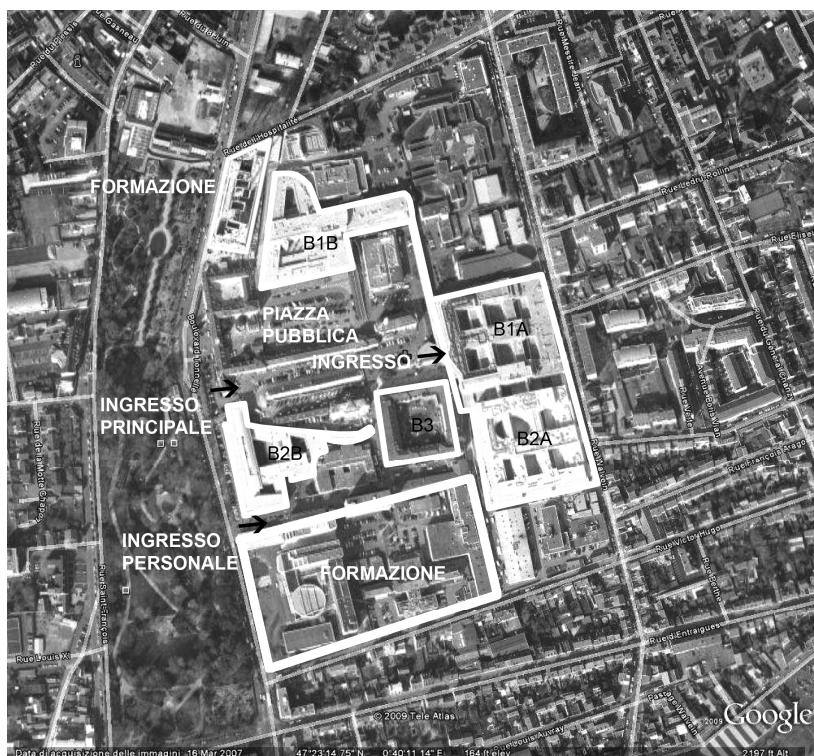


Figura 5.43: aerofotogrammetrico e indicazione degli accessi e degli edifici (Fonte: Google Maps).

Anche l'organizzazione settoriale interna delle Unità di cura è caratterizzata dalla predisposizione di punti di forza posti all'entrata di ogni unità e concepiti a loro volta per permettere una flessibilità delle unità di degenza senza richiedere interventi particolari.

L'organizzazione delle unità di degenza consiste quindi nel raggruppamento degli spazi comuni nella parte centrale e del collocamento periferico delle unità di degenza, in modo tale da poter eventualmente implementare gli spazi in futuro, ridurre i percorsi più frequenti e consentire al contempo un'effettiva sorveglianza dei pazienti.

Il progressivo riordino dei diversi edifici che costituiscono l'ospedale è stato studiato in modo da armonizzare tutti i volumi e dar luogo ad una coesistenza del vecchio e del nuovo che si esprime con un affascinante effetto visivo. Dal punto di vista progettuale l'importanza delle connessioni è stata promossa attraverso la creazione di un'immagine contemporanea di ospedale in grado di valorizzare gli aspetti più significativi delle antiche costruzioni, cosicché tutto il complesso risulta un unico armonioso insieme.

Anche la concezione generale usata per le facciate ha tenuto conto delle diverse dimensioni e dei punti di affaccio dell'edifici. Un esempio è dato dalla facciata dell'edificio su rue Walvein a est, che è frazionata e leggermente più bassa coerentemente con la cortina degli edifici fronti stanti. Lo stesso discorso di armonizzazione con l'ambiente circostante ha comportato la scelta, per la copertura delle facciate, di materiali in pietra che si richiamano ai materiali caratteristici della città. All'interno gli spazi d'accoglienza sono invece rivestiti di pannelli in legno per creare un ambiente il più possibile domestico e rasserenante

I fronti di nuova realizzazione ridisegnano gli spazi esterni. Le passerelle di connessione, poste al primo piano e create per favorire le connessioni funzionali, come le gallerie coperte, al piano terra, legano insieme gli organismi edilizi circondando un ampio spazio a verde posto centralmente che si configura come un parco pubblico protetto.

Una particolare attenzione è stata posta anche al disegno dei patii, di dimensione e trama regolare, che ripropongono la dimensione storica e culturale del paesaggio della Valle della Loira e del Giardino di Francia. Ciascun patio è infatti caratterizzato da specifiche essenze arboree, che contribuiscono a migliorare la qualità dell'accoglienza attraverso la vista che su di essi si può cogliere dall'interno dell'edificio.

La ricerca di un'interpretazione armonica del costruito ha promosso anche uno studio di equilibrio degli spazi esterni, in particolare per quanto concerne il dimensionamento fra gli spazi a verde e quelli destinati alla viabilità. Per la sosta di automezzi è stata valutata una necessità di circa 1000 posti destinati a parcheggio. Il progetto relativo ai parcheggi ha previsto che questi fossero equamente collocati con circa 100 posti sotterranei per edificio a cui aggiungere 400 posti in superficie, distribuiti secondo una logica mirata agli accessi principali, distribuiti verso il centro in zona nord-ovest verso il centro della città e a sud verso il più ampio contesto urbano-periferico.

Organizzazione funzionale

Dal punto di vista dell'organizzazione spaziale/funzionale il progetto del nuovo ospedale Bretonneau si è posto l'obiettivo di risolvere l'inefficienza della struttura a padiglioni, l'inadeguatezza dimensionale di molti spazi dedicati alla diagnosi e alla cura e la mancanza di illuminazione naturale nella prevalenza degli ambienti. Tale situazione comportava un generale stato discomfort indoor sia per il personale sanitario sia per i pazienti che venivano accolti in camere a 3 letti, prive di servizio sanitario e di spazi aggiuntivi di riposo.

Il primo obiettivo del progetto è stato quindi ripensare l'intero sistema ospedaliero dal punto di vista dei flussi di circolazione e della qualità dello spazio interno, ponendo al centro le esigenze di ogni utente.

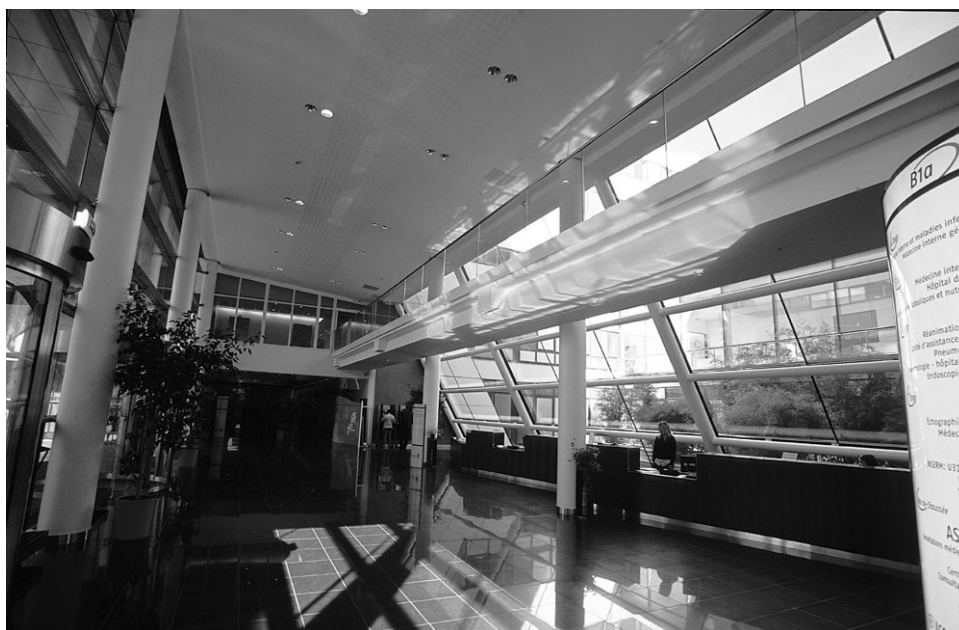


Figura 5.44: vista della reception dell'edificio B1A. (Fonte: Aymeric Zublena).

Il progetto del nuovo ospedale ha quindi adeguato l'articolazione planimetrica degli spazi interni alle esigenze derivanti da una tale realtà, raggruppando i servizi ambulatoriali dei differenti reparti su uno stesso piano. Nell'edificio B1A l'area ambulatoriale diagnostica è stata collocata al piano terra, in diretto contatto con la hall e l'accettazione, mentre le aree più tecnologiche e le aree che richiedono un'ospedalizzazione prolungata, sono state collocate ai livelli superiori. Una tale organizzazione degli spazi consente un'accoglienza diretta e agevole dei pazienti che necessitano cure giornaliere, un uso più fluido e settoriale dei collegamenti verticali ed una concentrazione dei servizi tecnici di diagnostica.

L'intento di offrire un'accoglienza più immediata, fondata sulla distinzione tra pazienti temporanei e pazienti permanenti e conseguentemente tra spazi per le cure ambulatoriali e spazi per l'ospedalizzazione, ha condotto il progettista a definire l'ingresso per le ambulanze nel piano interrato dello stesso edificio da cui può rapidamente accedere ai servizi sanitari urgenti.

All'ingresso del nuovo edificio sono state poste una caffetteria e uno spazio commerciale aperto verso l'esterno, con l'obiettivo di rafforzare attraverso questi ambienti di passaggio il legame tra ospedale e città.

Per quanto riguarda il miglioramento delle condizioni di lavoro del personale, il nuovo ospedale sulla base di una riflessione condivisa dal progettista con gli uffici della Direzione strategica e gestionale, ha privilegiato unità di cura costituite da 20-24 posti letto al fine di ottimizzarne la gestione da parte del personale infermieristico.

Questa dimensione consente di concentrare sulla minor superficie possibile i servizi, nella prospettiva di non precludersi una maggior disponibilità di spazio in futuro dovuta all'aumento del numero di stanze a un letto, della superficie di ciascuna stanza, nonché delle zone destinate a deposito. A questo livello il progettista ha concentrato nella parte centrale di ciascun servizio gli spazi direttamente legati alla somministrazione delle cure (ufficio degli infermieri, preparazione delle cure, decontaminazione, deposito). Per rendere più brevi le distanze e per permettere ai medici di lavorare con tranquillità, gli uffici dei medici sono stati localizzati in una posizione più interna rispetto alle camere di degenza.

Da un punto di vista dell'organizzazione funzionale, sono stati creati dei piani comuni destinati ai servizi ambulatoriali. Ridefinendo il servizio medico intorno al concetto di dipartimento ciascuno dei quali corrisponde a un insieme di attività che presentano caratteri comuni: le modalità di trattamento del paziente (ambulatoriale,...), l'utilizzo di tecniche (*imagerie*), la somministrazione di cure riguardanti gli stessi organi, la presenza di centri di interesse comune, nonché dei medesimi vincoli di carattere tecnico. Nonostante le unità operative in genere comprendano ambiti di attività o servizi complementari, si tratta di una nozione flessibile che non esclude che un servizio appartenente a un Dipartimento possa avere dei rapporti privilegiati con altre unità operative. Questa modalità organizzativa favorisce la condivisione delle conoscenze e delle risorse fisiche, perseguendo al contempo un significativo miglioramento delle prestazioni del servizio erogato.



Figura 5.45: hall di ingresso. (Fonte: Aymeric Zublena).

Una riflessione generale sui vincoli contenuti nel programma e sui caratteri fisici del luogo ha condotto il progettista a porre i dipartimenti ambulatoriali al piano terra degli edifici B1A, B2A, scelta molto vantaggiosa per i flussi, le relazioni funzionali e l'eventuale ospedalizzazione. Tali servizi infatti comportano il più rilevante movimento giornaliero di pazienti esterni.



Figura 5.46: hall di ingresso edificio B1 A. (Fonte: www.chu-tours.fr).

L'aver posto al piano terra l'accoglienza generale favorisce l'orientamento dei pazienti che visualizzano direttamente l'accesso ai servizi. Per quanto riguarda le relazioni funzionali, le attività ambulatoriali sono poste in stretto contatto con la farmacia, l'*imagerie* medica e i laboratori posti al piano superiore grazie a un accesso breve e diretto posto in contiguità con la hall per i pazienti. Questo assetto degli spazi ha consentito di porre al piano 1 i dipartimenti di *imagerie* e biologia, rispondendo altresì alle esigenze di vicinanza e relazione diretta con la radiologia adulti, il servizio ecografia della medicina nucleare, la neuroradiologia, il servizio di ecografia, il dipartimento di ginecologia-ostetricia, nonché quelli di oncologia. Questa organizzazione spaziale diminuisce i flussi verticali, che generano attese e interferenze conseguenti all'elevato traffico di pazienti. Essi sono gestiti attraverso blocchi

ascensori, monta-barelle e ascensori destinati esclusivamente alla logistica. Inoltre gli edifici B1A e B2A dispongono di ascensori ad accesso controllato ad uso esclusivo dei medici, in modo tale da assicurare collegamenti rapidi tra i differenti servizi. Per quanto riguarda i collegamenti orizzontali, una passerella posta al primo piano collega gli edifici B2B, B3 con gli edifici B1A e B2A, mentre un'altra passerella, posta allo stesso livello, assicura relazioni funzionali efficaci tra l'edificio di ginecologia-ostetricia e l'edificio B1A.



Figura 5.47: particolare della facciata dell'edificio B1A. (Fonte: www.chu-tours.fr).

Al fine di distinguere i flussi riguardanti i pazienti allettati, quelli generati da pazienti che necessitano di cure ambulatoriali e quelli del personale sanitario e tecnico, il progetto prevede i seguenti tre ingressi: un'entrata generale per il pubblico, il personale sanitario e le ambulanze in boulevard Tonnellé, che conduce ai parcheggi degli edifici B1A, B2A, B3, B1B, sia al parcheggio situato lungo la rue Victor Hugo; un accesso di carattere logistico, in rue de l'Hospitalité, dotato della possibilità di accedere a rue Walvein, che conduce alla zona a est degli edifici B1A, B2A dove si trovano i servizi di logistica; un ulteriore accesso sempre in rue de l'Hospitalité, che consente di raggiungere un parcheggio esterno posto all'angolo tra questa via e boulevard Tonnellé. Un ingresso specifico è stato posto al livello -1 degli edifici B1A e B2A, al fine di accogliere i pazienti allettati. Vi è un ingresso per i pedoni che passa attraverso il nuovo ingresso di boulevard Tonnellé.



Figura 5.48: particolare dei percorsi nell'edificio B2A. (Fonte: www.chu-tours.fr).

Aspetti tecnologici e strutturali

Ogni edificio è caratterizzato da collegamenti verticali centrali, comprendenti un gruppo di ampi ascensori per i diversi utenti dell'ospedale, un monta lettighe ed un apposito ascensore per fornire supporto logistico. Inoltre, gli edifici B1A e B2A hanno un ascensore aggiuntivo ad uso esclusivo dei medici, con accesso controllato al fine di assicurare rapidi spostamenti tra i diversi piani. Anche i flussi orizzontali sono differenziati, infatti tutti gli edifici sono collegati fra loro al piano -1 tramite gallerie ad uso esclusivo degli operatori sanitari e tecnici, mentre diverse passerelle pubbliche livello 1 permettono i collegamenti tra gli edifici B1A e B2A con gli edifici B3 e B2B e con l'edificio B1B.

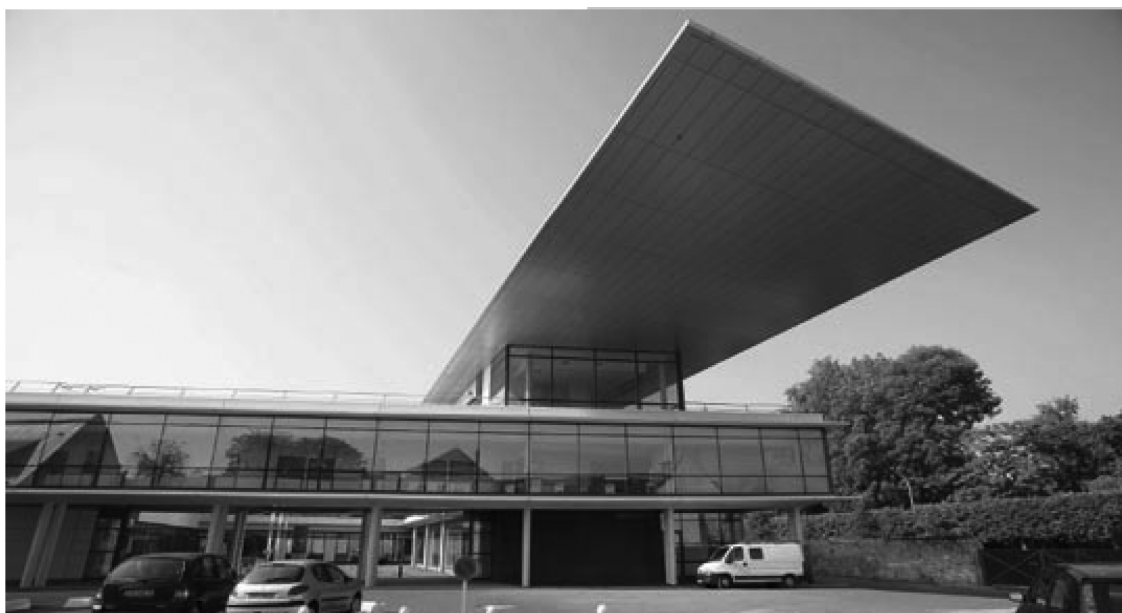


Figura 5.49: particolare della copertura dell'edificio B2B. (Fonte: www.chu-tours.fr).

Al fine di migliorare la qualità degli ambienti interni, il progetto ha previsto che l'85% delle camere in una prima fase e il 100% nelle seguenti fosse dotata di un solo letto, che tutte le camere avessero a disposizione un blocco sanitario costituito da wc, doccia, lavabo, che la superficie di ciascuna camera fosse almeno di 18 mq, che tutte le camere fossero dotate di sistema di raffrescamento dell'aria, che fossero definiti spazi di accoglienza per le famiglie dei pazienti e che tutte le camere fossero dotate di avvolgibili telecomandati. In ogni camera infine sono stati installati dei lavamani a comando automatizzato.



Figura 5.50: particolare delle sale diagnosi dell'edificio B2A. (Fonte: www.chu-tours.fr).



Figura 5.51: particolare del corridoio degenze dell'edificio B2A. (Fonte: www.chu-tours.fr).

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input checked="" type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input checked="" type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

Il CHU Bretonneau è composto da differenti edifici. Tale soluzione permette la possibilità di riconversione delle funzioni rispetto a quelle originali di partenza.

Edificio

La progettazione è stata pensata a “strati”. Agendo in questo modo l'edificio ha la capacità di poter essere modificato facilmente anche grazie alle ampie terrazze create apposta per garantire semplici espansioni.

Unità ambientale

È stato condotto uno studio importante per l'organizzazione delle degenze con ampi spazi comuni raggruppati al centro e le stesse stanze poste ai lati. In maniera tale vengono implementati gli spazi e ridotti i percorsi. Le stanze sono completamente automatizzate e con sistemi completamente controllabili dagli utenti.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

Il progetto prevede una riqualificazione del vecchio ospedale adattandolo alle moderne tecnologie, sono state pertanto realizzate passerelle di collegamento e ascensori che garantiscono rapidi spostamenti interni.

Aspetti di innovazione introdotti

Ampio utilizzo dei collegamenti meccanici fanno sì che l'organizzazione e le connessioni attraverso passerelle e gallerie siano molto rapidi. È stata completamente ristudiata la circolazione interna anche attraverso la creazione di patii e giardini.

OSPEDALE UNICO DELLA VERSILIA, CAMAIORE (LUCCA)

Progetto: Ettore Zambelli

Luogo: lido di Camaiore (Lu)

Anno di realizzazione: 2003 – 2007

Superficie area: 170000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale



Figura 5.52: vista esterna dell'ospedale. (Fonte: www.prointec.it)

Il primo Piano Sanitario Regionale Toscano dell'anno 1984, che prevedeva la riorganizzazione e razionalizzazione della rete dei servizi ospedalieri, ha portato alla realizzazione del Nuovo Ospedale della Versilia.

È stato dunque creato un ospedale generale al servizio di circa 170000 abitanti capace di soddisfare i bisogni dei quattro presidi esistenti in Versilia (Viareggio, Pietrasanta, Camaiore e Saravezza). Un ospedale capace di erogare prestazioni generali ma qualificate e collegato ai centri di riferimento di alta specialità della Regione Toscana.

Vari studi sono stati rivolti nella scelta di un terreno pianeggiante di circa 17 ettari con un lato in contatto con la Statale Aurelia nel comune di Camaiore, area per la quale era stata adottata una variante urbanistica nel 1988 e approvata nel 1990. La regione Toscana ha affidato dunque la progettazione ad un gruppo formato dall'ing. Carrara,

dall'arch. Manara e dall'arch. Fermi con la consulenza sanitaria del prof. Guzzanti, ed in stretto contatto con il Servizio tecnico della USL "Versilia".

Il nuovo ospedale e il sistema ambientale

La progettazione ha inserito dunque l'ospedale in una zona con interessanti caratteristiche ambientali, quali una fascia pinetata, un canale derivato dalle grandi opere di bonifica della zona e lo sfondo scenografico delle Alpi Apuane. si è dunque pensato alla realizzazione di un ospedale non più alto delle piante di alto fusto presenti (18-20 metri), per una profondità di 110 metri dalla Statale Aurelia al fabbricato, mantenendo il preesistente viale alberato interno al lotto (detto Viale dei Pini) quale viale di accesso pedonale all'edificio e realizzando i parcheggi in piano interrato per evitare l'eccessivo utilizzo di area verde.



Figura 5.53: vista aerea dell'ospedale con in evidenza la parte adibita a pineta. . (Fonte: www.prointec.it)

Analisi della morfologia e della struttura

Il nuovo complesso ospedaliero è un grande parallelepipedo caratterizzato da un sistema di pieni e vuoti a forte andamento orizzontale, con torri di risalita segnate da tagli e feritoie, con percorsi sospesi e vetrati, parapetti metallici e lunghi fronti sottolineati da brise-soleil e lamelle regolabili in alluminio e mossi dall'aggetto dei due livelli superiori rivestiti in lamiera ondulata e dalla "contraffortatura" in cotto che emerge dall'interrato. La planivolumetria dell'ospedale è caratterizzata dalla presenza di due corpi paralleli

(con struttura corpo di fabbrica quintuplo) orientati con l'asse principale in direzione Nord-Sud ed interconnessi da quattro segmenti che, fungendo anche da elementi distanziatori, delimitano 3 patii interni.

L'esposizione prevalente delle facciate è risolta in modo favorevole sia per i settori affacciati sui lati esterni che per quelli che guardano le corti interne. Le connessioni ospitano la gran parte dei collegamenti orizzontali e verticali dell'edificio e in modo differenziato per ogni singolo piano, specifici spazi assistenziali e dipartimentali.



Figura 5.54: atrio principale e sistema di copertura a tralici d'acciaio. (Fonte: www.pointec.it).



Figura 5.55: particolare delle passerelle di collegamento in quota alla pineta. . (Fonte: www.prointec.it)

Anche dal punto di vista architettonico si è cercato di non concepire l'ospedale come un unico blocco murario compatto per evitare l'effetto muraglia tipico degli edifici a sviluppo prettamente orizzontale. Data la vicinanza dell'alberatura si è preferita una vista ravvicinata attraverso l'articolazione dell'edificio in due parti fondamentali:

- Un basamento chiuso che esce dal terreno con pareti inclinate a scarpa per un'altezza di 6 metri con il quale il passante ha un contatto visivo diretto e che contiene l'intero piano di Diagnosi e Cura (3° livello) e la parte emergente del piano dei servizi generali.
- I due piani di degenza prevalentemente trasparenti.

Oltre le due fasce si colloca il "piano sociale" che assume un fondamentale ruolo di mediazione tra le due fasce e di collegamento attraverso due passerelle in quota alla pineta.

Analisi della distribuzione interna generale

La scelta tipologica ha creato una contiguità spaziale tra aree e funzioni omogenee ed inoltre linearità e chiarezza nei collegamenti tra le diverse interzone. L'edificio si sviluppa su sei piani, uno interrato, uno semi-interrato e quattro fuori terra per un'altezza complessiva che non supera i 18 metri.

Il reticolo progettuale modulare è di 12x12 metri, con maglia strutturale di 7.20x7.20 metri. Queste scelte permettono un ampio impiego di tecnologie costruttive industrializzate e di partizioni interna in base alle funzioni future ed esigenze di riassetto distributivo dei settori a più elevata obsolescenza tecnologica e/o organizzativa. I due corpi principali accolgono ai primi due livelli i servizi generali, al terzo e in parte al quarto i servizi di diagnosi e cura e negli ultimi due piani si concentrano le degenze. La distribuzione delle funzioni è stata studiata in modo da soddisfare le esigenze di accessibilità, funzionalità ed efficienza dell'organismo edilizio.

In particolare sono stati seguiti dei criteri esplicitati in alcune linee guida:

- Collocazione di parcheggi e impianti tecnologici al piano interrato (1° livello);
- Decentramento degli impianti in unità modulari per favorire i singoli settori e ridurre l'impatto ambientale delle strutture tecnologiche;
- Concentrazione dei Servizi Generali con trasporti automatici al piano seminterrato;
- Distribuzione dei servizi di Diagnosi e Cura al piano terra (3° livello) escluso il Poliambulatorio che invece è previsto al piano primo insieme alla Dialisi e ai servizi di amministrazione (4° livello);
- Moduli funzionali di degenza collocati ai piani secondo e terzo (5° e 6° livello);
- Collocamento delle funzioni Day Hospital in prossimità dei reparti di degenza a ciclo continuativo, con accesso indipendente dall'atrio principale e percorrenza dedicata.

Analisi spazi interni

Accessi e percorsi

La distribuzione degli accessi è stata studiata in modo tale da differenziare e garantire il corretto svolgersi delle diverse tipologie di traffico e salvaguardare le complesse esigenze funzionali proprie dell'organismo edilizio secondo questo schema: le urgenze

accedono nella zona sud da un piazzale con camera calda nella zona del Pronto Soccorso, i visitatori e i pazienti deambulanti accedono dall'ingresso principale in contratto diretto con il Viale dei Pini sempre al 3° livello della struttura. Le merci affluiscono ed escono dal secondo livello nella zona nord e il personale accede dall'ingresso zona sud nel parcheggio riservato al primo livello e da questo ai diversi servizi.

La distribuzione interna è tale da non consentire intralci nei vari traffici e garantisce la separazione dei flussi. Sono previsti percorsi dedicati ai materiali sporchi e puliti, ai traffici di servizio e ai flussi pubblici, su direttrici distinte che si sviluppano su diversi livelli dell'edificio in un disegno che permette l'integrazione e l'articolazione dell'intera struttura.

La distribuzione primaria è articolata su due livelli:

- Percorso di servizio a piano terra
- Percorso pubblico accessibile dall'ingresso principale attraverso un sistema di scale mobili, al primo piano.

I due percorsi si snodano in due collettori longitudinali sui quali si connettono cinque collegamenti trasversali. A livello delle connessioni si inseriscono 5 nuclei di collegamento verticale, 3 per i flussi di servizio e 4 per il pubblico e i pazienti deambulanti; in questo modo si evitano sovrapposizioni tra i flussi pubblici e quelli operativi. In corrispondenza dei nodi verticali ci sono piazzole dedicate ai carrelli di trasporto automatizzato. Il circuito orizzontale al secondo livello della struttura raccorda un totale di 12 montacarichi che permettono l'organizzazione dei materiali "sporchi" e "puliti".

Atrio

L'atrio è la porta dell'ospedale che data la sua forma ispirata ad una fortezza ispira sicurezza e protezione. L'ortogonalità della pianta e le corti nonché la simmetria sono molto evidenti nell'atrio stesso dove si presenta il blocco centrale dei collegamenti verticali rivestito in cotto e che lo divide in due parti speculari. Qui sono presenti scale mobili, elevatori e montacarichi che permettono al visitatore di spostarsi nei vari reparti. La percezione è quella di una piazza coperta con sedute per la sosta, una suggestiva illuminazione e la presenza del verde. Le luci si dispongono a tre quarti dell'altezza

poco prima della maglia reticolare che sostiene la copertura. Sono realizzati in materiali durevoli e solidi con una forma semplice che esalta la chiarezza dell'impianto.



Figura 5.56: vista dall'alto dell'atrio principale. (Fonte: www.prointec.it).

Le aree di degenza

Lo schema delle degenze è a corpo quintuplo, il sistema delle stanze sui due lati esterni della struttura e all'interno un doppio corridoio comprende al centro una doppia stecca di locali dedicati ai servizi di supporto alle attività assistenziali ed alberghiere di ciascuna sezione.

La spina centrale dei reparti di degenza è stata dimensionata in modo da consentire l'esatta duplicazione dei servizi di supporto, per ottimizzare la flessibilità d'uso dei reparti. Le soluzioni progettuali consentono di articolare le sezioni di 20 e 32 posti letto in reparti di degenza dotati fino a 40-64 posti letto senza perdere le caratteristiche di efficienza dell'insieme. Ogni sezione dispone di stanze a due letti e un minimo di due stanze singole. Queste dispongono di una poltrona letto per un accompagnatore e possono essere utilizzate per i pazienti più gravi o paganti.

Il progetto offre delle dimensioni al di sopra dello standard progettuale stabilito a 25 mq/ pl. Infatti le dimensioni su attestano sui 26 mq/pl costantemente e in alcuni casi si arriva a sfiorare i 30 mq/pl, il che garantisce un ottimo comfort e umanizzazione. Il day hospital è situato in queste stesse aree ma raggiungibile attraverso i collegamenti verticali dai percorsi esterni. I collegamenti sono molto agevoli e in più sono state create due zone day hospital poste a livello delle connessioni trasversali tra i corpi longitudinali delle degenze.

Lo schema del day hospital e day surgery prevede un corpo quintuplo con attesa, reception e stanze a 4 letti oltre che i locali di diagnosi e servizi per il personale.

I vantaggi così sono molteplici:

- Riduzione delle percorrenze interne del personale di assistenza;
- Elevato grado di flessibilità del reparto come condizione essenziale per una funzionale suddivisione dei pazienti per sesso o per l'adozione di differenti moduli assistenziali. Il reparto con camere a 2 letti ha servizi igienici privati e possono essere facilmente riconvertite settorializzando il modulo standard;
- In funzione delle evoluzioni che interessano l'area della degenza ospedaliera è inoltre garantita la realizzazione di ogni possibile futura combinazione di moduli tipo attribuibili a diverse discipline.

Analisi delle soluzioni tecnologiche

Per quanto riguarda le soluzioni tecnologiche sono state adottate soluzioni molteplici, sia nei rivestimenti esterni che negli interni.

La struttura a travi e pilastri è di tipo misto in cemento armato per i primi tre livelli mentre per i successivi tre è stato utilizzato l'acciaio.

Come rivestimento esterno si è pensato a due sistemi tecnologici differenti:

- Per il basamento è stata adottata una facciata ventilata, rivestita in cotto montato su telaio metallico prefabbricato, montato in opera e inclinato a scarpa. Alla base una serie di brise-soleil, per illuminare e mascherare il piano interrato.
- Per la parte superiore delle degenze si è optato per una facciata strutturale con pannellature in vetro e in lega di alluminio.

I trasporti interni dell'ospedale

L'innovazione tecnologica principale riguarda il trasporto dei materiali che avviene attraverso due sistemi differenti: il primo dedicato al trasporto pesante dell'ordine di 2-300 kg, il secondo che permette il trasporto di materiali non oltre i 10 kg, per sopperire alle esigenze spontanee durante l'intera giornata lavorativa.

Per il trasporto programmato, il primo, l'impianto effettua servizio di distribuzione pasti, farmaci, materiali di lavanderia, restituzione di stoviglie sporche e materiali di risulta di tutte le tipologie nell'arco di 14 ore di servizio al giorno per 365 giorni all'anno. Questo significa che il lavoro di un solo AGV (robot a guida passiva), svolto su due turni, sopperisce il lavoro di tre persone.

Per il trasporto spontaneo, il secondo, l'impianto effettua il servizio di consegna provette di laboratorio, farmaci di urgenza, lavanderia di urgenza, documenti, lastre, strumenti, ecc. nell'arco di 24 ore di servizio al giorno per 365 giorni all'anno.

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input checked="" type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

L'ospedale è collocato nel verde e segue un percorso dettato da una pineta. In questo modo si segue il concetto di non dover inquinare troppo anche attraverso l'utilizzo di impianti di ultima generazione e di soluzioni tecniche applicate in facciata. L'ottimizzazione dei percorsi in questo ospedale si ottiene grazie all'utilizzo di robot automatici che svolgono le funzioni di trasporto di attrezzature sanitarie e non.

Edificio

Attraverso la prefabbricazione e l'utilizzo di strutture in acciaio, si raggiunge una ottima flessibilità che permette una buona circolazione interna sia per quanto riguarda gli

addetti che per quanto riguarda il personale non sanitario ottimizzata anche attraverso l'utilizzo di passerelle sospese.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

La forma dell'ospedale è un parallelepipedo con pieni e vuoti a sviluppo orizzontale. Sono presenti torri di risalita, percorsi sospesi, patii e giardini interni. La struttura è mista e prevede per i primi 3 livelli l'utilizzo del cemento armato, per i successivi 3 l'utilizzo dell'acciaio. Il sistema di facciata è in parte strutturale e in parte ventilata.

Le stanze di degenza hanno la possibilità di variare il proprio numero da 20 – 32 posti letto a 40 – 64 posti letto, senza perdere le caratteristiche essenziali.

Aspetti di innovazione introdotti

Lo studio dei percorsi ha permesso la realizzazione di passerelle sospese che attraversano il parco pinetato, inserendo così l'ospedale in un contesto naturale. Il sistema dei trasporti interni è stato gestito attraverso l'utilizzo di robot automatici che lavorano 365 giorni l'anno per 24 ore su 24, andando così ad aumentare il lavoro di trasporto ma riducendo il personale addetto.

NEW SOUTH GLASGOW HOSPITAL CAMPUS, GLASGOW

Progetto: Nightingale Associates

Luogo: Glasgow, Scozia

Anno di realizzazione: 2010 – 2015

Superficie area: 170000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale, ricerca



Figura 5.57: vista progettuale aerea del complesso ospedaliero (Fonte: Nightingale Associates).

Lo studio Nightingale Associates, come parte del consorzio Brookfield Constructions UK, è stato incaricato di progettare nel centro della città di Glasgow un “super ospedale” da 840 milioni di sterline. Il nuovo campus non sarà solo il più grande contratto vinto negli ultimi vent’anni di storia, ma sarà anche uno dei più grandi ospedali mai commissionati in Gran Bretagna.

Il nuovo complesso, già acquisito il permesso di costruire, si espanderà per una superficie di 170000 mq e sarà uno dei più grandi “campus salute” dell’intera Europa. Lo scopo è quello di centralizzare i servizi per acuti, data la loro attuale suddivisione in tre differenti ospedali; essi saranno pertanto raggruppati in un unico ospedale da 1100 posti letto per adulti, 240 posti letto per bambini, laboratori e servizi di supporto. Lo sviluppo della struttura conterrà anche servizi particolari come un ospedale oncologico,

una unità cardiologica e cardiotoracica, due reparti maternità, due ambulatori per le cure, un laboratorio per le indagini diagnostiche.

Neil Murphy, direttore dello studio di Londra afferma: “è una opportunità estremamente importante per la Nightingale Associates. Non solo per quanto riguarda la grandezza del contratto, ma anche perché segna un ulteriore passo avanti significativo per noi nell’ambito della Cura in Scozia. Siamo molto eccitati da questa notizia e guardiamo molto avanti negli anni nella collaborazione con la Brookfield Construction e la Board”. Per il design unico dell’ospedale Murphy afferma anche: “una delle principali caratteristiche architettoniche è l’integrazione tra l’ospedale per bambini e l’ospedale per adulti. Sono due edifici separati, ognuno con le proprie caratteristiche e identità, ma ci sono molte connessioni e interrelazioni che relazioneranno entrambi. Internamente ed esternamente l’uso dei colori giocherà un ruolo fondamentale. Insieme alle texture saranno utilizzati per definire diverse aree e funzioni con il complesso e per creare identità appropriate. La luce naturale sarà massimizzata dove è possibile e l’attenzione maggiore sarà data alle viste dell’edificio dall’interno e dall’esterno. L’uso del colore e di altre soluzioni architettoniche e progettuali saranno usate dagli utenti stessi permettendo loro di orientarsi autonomamente e con facilità all’interno delle molte funzioni dell’edificio.”

Il nuovo South Glasgow Hospital sarà parte di una grande rivoluzione e di grandi cambiamenti per il servizio sanitario scozzese che negli ultimi dieci anni è stato costretto a tenere il passo con i nuovi sviluppi e i nuovi servizi di cura per gli adulti e per i bambini.

Lo studio Nightingale ha inoltre lavorato con diversi studi di pianificazione per la salute tra cui la Tribal.²⁹ L’ospedale sarà composto da quattro fasi realizzative e sarà finanziato anche da capitale pubblico.

La prima fase ha già preso il via (invece che a novembre 2010) e prevede la realizzazione degli ospedali per adulti e per i bambini. Il progetto sarà completamente finito nel 2015.

²⁹ La Tribal è una società che si occupa di organizzare e progettare strategie per realizzare al meglio le stanze o i servizi per gli ospedali avvalendosi della collaborazione di personale sanitario. La collaborazione con la Nightingale Associates è costata 120 milioni di sterline.

L'ospedale è una grossa riconfigurazione del vecchio ospedale, la strategia è quindi quella di creare un unico edificio in grado di raggruppare a sé i diversi servizi offerti nei tre ospedali presenti a Glasgow. Per fare questo in una prima fase è stato creato un programma di modernizzazione delle cure e dei servizi attraverso un intenso sistema informatico che coinvolgerà tutte le utenze sanitarie e non.

Una seconda fase del programma di modernizzazione è il continuo risviluppo del vecchio Southern General Campus attraverso la realizzazione del New South Glasgow Adult Acute Hospital.

Come accennato dai progettisti, il nuovo ospedale sarà il più grande ospedale scozzese che racchiuderà in una singola struttura differenti funzioni.

Il nuovo ospedale per adulti

Il progetto per il complesso vedrà la realizzazione di un edificio di 14 piani con 1109 posti letto. Questo sarà completato nel 2015 e diventerà il più grande ospedale per acuti di tutta la Gran Bretagna.

L'ospedale per adulti avrà uno dei più grandi dipartimenti di Emergenza in Scozia e sarà specializzato in chirurgia vascolare e trapianti. Ogni paziente delle degenze avrà una singola stanza con attrezzature dal design creativo ed ergonomico, inoltre godrà di una eccellente vista dell'ambiente circostante.



Figura 5.58: entrata principale dell'ospedale per acuti (Fonte: Nightingale Associates).

Lo studio progettuale ha previsto pertanto la realizzazione di stanze che non interferiranno tra loro con le visuali. Ogni degenza generale per adulti sarà composta da 28 stanze singole arredate e con servizi propri che prevederanno pertanto a garantire dignità e privacy al paziente. Le stanze avranno delle grandi finestre verso il corridoio interno di guardia, in maniera tale che il paziente possa essere controllato costantemente dallo staff medico. Tutte avranno anche grandi finestre verso l'esterno che garantiranno

ottima illuminazione e viste. Le stanze creeranno un ambiente pulito, privato, sicuro e confortevole al paziente. Il progetto prevede inoltre anche alcune aree dedicate ai pazienti e al per socializzare e per il controllo.

L'ospedale per adulti avrà una connessione fisica con quello per i bambini e attraverserà anche gli edifici della maternità e l'istituto neurologico.



Figura 5.59: atrio dell'ospedale per acuti (Fonte: Nightingale Associates).

Il nuovo ospedale per bambini



Figura 5.60: ingresso principale dell'ospedale per bambini (Fonte: Nightingale Associates).

L'ospedale per bambini avrà un'entrata separata e distinta da quella per adulti. Rimpiazzerà l'esistente Royal Hospital for Sick Children con un edificio a cinque piani e 256 posti letto. Il progetto prevede la realizzazione di un tetto giardino dove i pazienti potranno prendere parte ad intense attività all'aria aperta incluso un loro palco dove potranno creare piccole produzioni teatrali. Il design per questo edificio è a portata del bambino e soddisferà tutte le esigenze dell'utenza partendo dal tetto e arrivando alle stanze. Queste saranno composte da 4 letti o singole e verrà mostrato il beneficio in termini di salute che un bambino acquista a stare assieme ad altri.

Il collegamento dell'edificio prevede oltre quello con l'ospedale per adulti anche quello con l'ospedale per la maternità. Sono stati stanziati per questo collegamento 28 milioni di sterline ed è stata progettata un'estensione di tre piani del reparto maternità incluso nell'ospedale dei bambini che offre alle madri e ai loro figli il meglio in termini di accoglienza e ultime tecnologie.



Figura 5.61: reception dell'ospedale per bambini (Fonte: Nightingale Associates).



Figura 5.62: parco dell'ospedale per bambini (Fonte: Nightingale Associates).

Il nuovo ospedale per la maternità

Il nuovo ospedale rappresenta forse il pezzo più grande del puzzle del nuovo campus.

La ridefinizione dei servizi ha portato a ridurre a due gli ospedali per la maternità invece di tre. Pertanto all'interno del nuovo ospedale saranno realizzate unità molto particolari:

- Un'unità nuova di con tecnologie avanzate per le diagnosi prenatali che potrà trattare i casi di tutta la Scozia
- Due sale operatorie di cui una con una speciale tecnologia laser in grado di eseguire trattamenti al feto
- 12 stanze ognuna con bagni propri con doccia e bagno, piscina per le nascite, un'area con 4 letti prenatali, 5 aree di ricovero e stanze per i visitatori
- Unità di cura intensiva neonatale con la capacità di 34 incubatrici
- Unità di cura intensiva speciale con 26 incubatrici per i neonati che richiedono cure particolari più 4 stanze da dedicare alle madri e figli ognuna con il proprio bagno. Queste stanze sono create apposta per dare alle madri con difficoltà nell'allattamento l'opportunità di stare con i propri figli.

Nuovi laboratori e servizi

L'ultimo pezzo del puzzle è la creazione di un edificio per i nuovi laboratori di analisi e che comprenderà anche i servizi di emergenza e mortuari. Ogni parte del nuovo edificio avrà la sua distinta identità e il suo distinto personale. I collegamenti però permetteranno una completa connessione tra di essi e anche in caso di emergenze,

queste saranno gestite al meglio tramite rapidi ascensori e dal servizio di elicotteri per le emergenze collocato sul tetto.

Un collegamento sotterraneo, oltre al noto collegamento tra le varie unità, relazionerà l'ospedale per acuti e quello per i bambini con i laboratori per garantire supporti orari.

L'intero campus avrà un eccellente collegamento in termini di trasporto pubblico con la città e verranno realizzati 4 nuovi parcheggi multipiano. Infine verrà realizzato un meraviglioso boulevard all'interno del campus che creerà il senso di grandezza e spazio.

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input checked="" type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input checked="" type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

Il sistema ospedaliero vede nella grossa disponibilità finanziaria il suo punto di forza, essendo questo un ospedale da 840 milioni di sterline che raggrupperà tutti i servizi per la città di Glasgow. È forte come d'abitudine in Inghilterra l'utilizzo di sistemi informatici di comunicazione.

Unità funzionale

Essendo ancora in fase progettuale l'ospedale prevede delle espansioni, non ancora verificate perché solo indicate dai render di progetto.

Unità ambientale

È forte l'utilizzo di sistemi informatici anche all'interno delle stanze di degenza. Un paziente ha la possibilità di controllare e gestire il proprio ambiente in base alle proprie esigenze. Ottimo lo studio di colori e display interattivi che favoriscono le comunicazioni e la flessibilità d'uso.

OSPEDALE DI KORTRIJK

Progetto: Az Groeninge

Luogo: Kortrijk, Belgio

Anno di realizzazione: 2005 – 2009; 2013 – 2018

Superficie area: 144000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale



Figura 5.63: planimetria generale, sono indicate nei diversi colori le fasi realizzative. Fase 1/2 blocchi in grigio chiaro in basso; fase 3 blocco centrale; fase 4/5 blocco a destra; fase 6/7 blocco a sinistra. (Fonte: Baumschlager-Eberle Architekturbüro e FDA Architecten & Ingenieurs).

Kortrijk (Courtrai nella dizione francofona) è un comune di circa 74000 abitanti situato nella provincia delle Fiandre Occidentali (275000 abitanti), a breve distanza dal confine francese. La città, vanta un'istituzione ospedaliera plurisecolare gestita dalla società AZ Groeninge, una delle più importanti aziende sanitarie operanti a livello nazionale. La società vanta specifiche eccellenze nei settori di Oncologia, Chirurgia, Reumatologia, Geriatria e Psichiatria, ma l'offerta sanitaria interessa pressoché tutte le discipline medico-chirurgiche.

L'azienda gestisce all'incirca 1.100 posti letto, a fronte di 2.400 dipendenti circa, ed è il risultato della fusione tra le principali aziende sanitarie, pubbliche e private prima presenti sul territorio.

L'unificazione tra gli ospedali di Kortrijk fu promossa nei primi anni '90 per migliorare la gestione operativa delle diverse strutture, coordinare in modo unitario investimenti economici e progetti innovativi, concentrare le competenze, favorire la specializzazione e promuovere la cooperazione multidisciplinare, sviluppando anche ulteriori sinergie con l'Università di Gent. Nel 2006, AZ Groeninge s'è aggiudicata il premio "Tyco Healthcare" per l'eccellente approccio di gestione nella fusione dei 4 ospedali presenti nella città, operazione che costituisce il primo passo verso il trasferimento delle attività all'interno del complesso di nuova costruzione. Il progetto, redatto dallo studio austriaco Baumschlager & Eberle Architekturbüro, è stato vincitore nel '01 di un concorso internazionale d'architettura. La compagine dei progettisti s'è poi ampliata comprendendo la società di progettazione belga Fda Architecten & Ingenieurs n.v.

I lavori di costruzione dei lotti iniziali sono stati avviati nel 2005 e a lavori ultimati nel 2009, l'entrata in funzione di una prima parte (fasi 1+2) dell'edificio, per una spesa prevista di 51 milioni di euro.

La realizzazione del nuovo ospedale è stata suddivisa in fasi coerenti sia con la progressiva dismissione delle strutture esistenti, sia con il processo di fusione delle attività dell'intera azienda; in seguito saranno attivati gli appalti per gli altri lotti: fasi 3+4+5 (60 milioni di euro) e fasi 6+7 (20 milioni di euro).

Il completamento della I fase (381 posti letto, di cui 65 diurni) interessa per intero i blocchi B e C e parte del blocco centrale, che sarà completato nella II fase. I campus restanti saranno riallocati entro il 2013; la conclusione della costruzione è prevista per il 2018.

Un programma dai tempi così dilatati risponde al duplice scopo di massimizzare lo sfruttamento degli investimenti già realizzati nelle sedi già attive e permettere il consolidamento dell'integrazione tra strutture e personale prima del trasferimento definitivo. Tra le principali innovazioni dal punto di vista organizzativo, il nuovo ospedale avrà mille posti letto, di cui 855 dedicati alle degenze ordinarie e intensive e 155 riservati a quelle diurne: pur mantenendo la centralità della cura e dell'assistenza ai pazienti, la prevenzione è l'obiettivo principale della strategia aziendale.

Inserimento territoriale e urbanistico

L'area d'intervento (144000 mq.) si trova nella fascia verde che circonda la città, in una zona pianeggiante agricola, senza significativi vincoli né preesistenze di rilievo, posta a breve distanza dallo svincolo autostradale dell'autostrada tra Lille e Gent.

Il centro urbano di Kortrijk dista un paio di chilometri, ma il sito presenta l'aspetto tipico della campagna fiamminga con ampie coltivazioni intensive alternate ad aree boschive, corsi e specchi d'acqua.

L'insediamento è concepito sul modello di un villaggio della salute, completamente immerso nel verde. La progettazione delle sistemazioni esterne e la scelta delle essenze da piantumare si sono adeguate alle caratteristiche del paesaggio, anche per schermare l'insediamento rispetto all'autostrada e alle costruzioni circostanti. Il complesso presenta uno sviluppo orizzontale, frutto della volontà in fase progettuale di realizzare singole volumetrie rapportate alla scala umana. Data l'estensione del complesso, da nessun punto di vista si può avere una visione complessiva sull'intero insediamento.

L'edificio ospedaliero (25.583 mq. di superficie coperta, a fronte di 88.388 mq. complessivi) ha un impianto planimetrico con schema a stella.

Dai vertici del corpo centrale (blocco A), a pianta rettangolare con corte interna, si staccano 4 fabbricati: i blocchi B e C con pianta a L, aperti verso sud. I blocchi D ed E, che delimitano corti interne di grandi dimensioni (circa 20x60 m) trattate a giardino. In caso di necessità, eventuali future espansioni delle attività ospedaliere completeranno i blocchi B e C, creando 2 ulteriori corti interne.

I volumi abitabili non superano i 3 livelli fuori terra e, pur garantendo continuità e brevità ai percorsi, permettono agli spazi affacciati all'esterno di godere sempre di un rapporto diretto con la luce e il paesaggio circostante.

La viabilità principale è attestata sulla strada esistente che percorre il lato meridionale dell'area ospedaliera: 2 rotonde regolamentano i flussi e moderano la velocità dei veicoli nei punti d'accesso principali. Il primo di questi, a est, conduce all'ingresso dei mezzi per l'emergenza, all'uscita riservata ai cortei funebri, al parcheggio per l'area congressuale e al piazzale dedicato alla logistica; queste ultime 2 funzioni sono accolte in un fabbricato a sé stante. Pronto soccorso e Psichiatria hanno un ingresso di servizio comune in prossimità della camera calda.

Proseguendo verso ovest, la strada costeggia la piazza pedonale d'ingresso, situata tra i blocchi B e C, per giungere alla rotatoria che distribuisce il traffico privato di pazienti, visitatori e personale verso il parcheggio sotterraneo (circa 1.500 posti). Da questo prendono origine 3 percorsi: 2 pedonali all'aperto, che conducono alla piazza d'ingresso e alle unità di trattamento Dialisi, Medicina nucleare e Radioterapia (blocco E); uno sotterraneo, che porta direttamente agli spogliatoi del personale. Dal parcheggio inizia il percorso, esposto a sud: questo è accessibile solo ai mezzi che trasportano disabili ed è servita dalla fermata dei mezzi pubblici, dall'area per i taxi e dal parcheggio coperto per le biciclette. La piattaforma per l'elisoccorso è a nord del complesso e ha un collegamento preferenziale diretto all'area d'emergenza.

Assetto architettonico

Il progetto dell'Ospedale di Kortrijk è stato concepito per rispondere a numerose, differenti istanze concorrenti, tra cui la continua trasformazione delle tendenze socio-sanitarie e la rapida evoluzione della scienza medica. «Fin dalle fasi iniziali del processo ideativo» spiegano i progettisti «l'ospedale è stato concepito come contenitore funzionale al processo di guarigione, perciò non succube della componente tecnologica ma, piuttosto, votato a trasmettere un'atmosfera irradiante tranquillità e calma, mirata a distrarre dallo scopo reale del soggiorno. All'esterno l'edificio ha un impianto estensivo volutamente informale, scevro da qualsiasi ambizione rappresentativa. Tutti i locali dedicati alla permanenza di pazienti e personale hanno vista diretta verso il paesaggio o le corti interne, che presentano un disegno del verde estremamente differenziato. In questo modo s'è voluto favorire l'orientamento nella struttura e l'identificazione degli ambienti. Ai temi centrali del progetto (flessibilità e comfort) s'è aggiunta l'attenzione ai criteri di sostenibilità del costruito: l'edificio si presenta neutrale rispetto ai diversi usi e particolarmente versatile, per assecondare i potenziali sviluppi nelle attività ospedaliere». La griglia della struttura portante è impostata su un modulo di 90 cm, presenta passi costanti di 8,10 m e 5,40 m ed è realizzata con sistemi prefabbricati in calcestruzzo armato. Le facciate sono scandite da una fitta sequenza d'elementi portanti che creano una cortina esterna che sopporta gran parte delle sollecitazioni statiche trasmesse dalle solette. Le strutture verticali interne sono ridotte al minimo, a vantaggio della flessibilità degli spazi, mentre l'uso di pochi elementi ripetuti in modo seriale

facilita la manutenzione dell'involucro. Le facciate sono tutte simili tra loro, indipendentemente dalle funzioni ospitate. L'omogeneità della forma fisica dei prospetti nasconde un accurato trattamento della transizione tra interno ed esterno.

Gli elementi portanti della cortina esterna costituiscono veri e propri frangisole verticali (più adatti alle condizioni d'illuminazione naturale dei Paesi nordeuropei), che si ripetono secondo un passo di 1,80 m, cui corrispondono sempre un serramento chiuso e uno apribile d'uguale dimensione, per assicurare il riscontro d'aria anche al locale più piccolo, nel volume dei corpi di fabbrica, gli spazi dedicati all'attività del personale sono affiancati da chiostrine interne. L'orientamento a 45° dei frangisole restituisce profondità alla facciata ed evita il ricorso a ulteriori sistemi d'ombreggiamento, senza pregiudicare la penetrazione della luce naturale e al contempo salvaguardando la privacy.

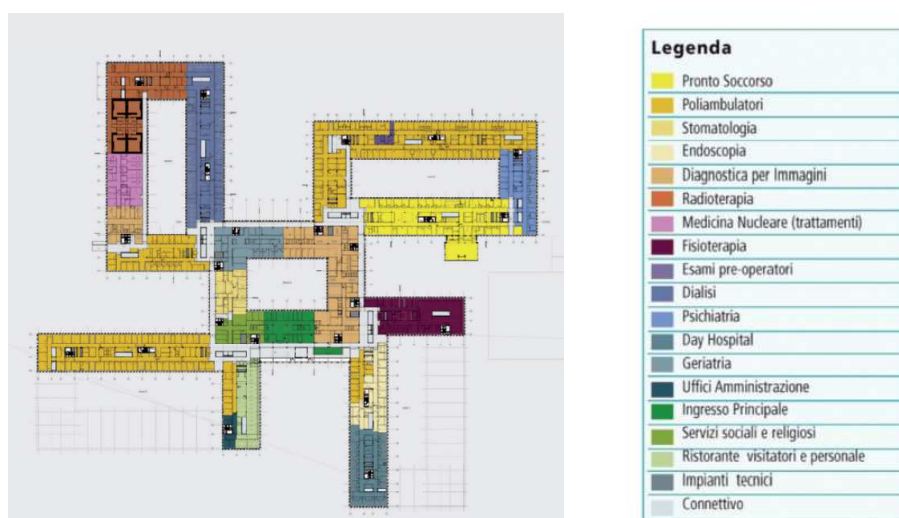


Figura 5.64: pianta del pianterreno. (Fonte: Baumschlager-Eberle Architekturbüro e FDA Architecten & Ingenieurs).

Comfort e ambiente

Le camere di degenza sono in gran parte singole, dotate di servizi igienici e apparecchi televisivi. Le camere doppie hanno doppi servizi e letti contrapposti, per favorire la socializzazione e assicurare a entrambi i degenti la vista verso l'esterno, e sistemi di separazione visiva per garantire la privacy. Le finiture interne sono caratterizzate dall'uso di una ristretta gamma di materiali, per quanto possibile scelti tra quelli caratterizzati da naturalità e qualità cromatiche e materiche. Per esempio, in ogni camera c'è una parete rimovibile in legno, dietro la quale sono posate le reti

impiantistiche. L'insieme restituisce un ambiente confortevole e domestico, sensibile alle condizioni luminose dei vari momenti della giornata, piacevole alla vista e al tatto. Alla flessibilità spazio funzionale degli spazi ospedalieri corrisponde un'analogha, uniforme distribuzione delle principali caratteristiche micro - ambientali. La conformazione dell'involucro, un corretto rapporto tra volume e superfici esposte e l'adozione di sistemi naturali di pretrattamento dell'aria assicurano alla maggior parte degli spazi idonee condizioni di comfort di base, da integrare con l'apporto dei sistemi impiantistici a seconda delle esigenze. In particolare, nelle aree circostanti la costruzione sono state interrate tubazioni d'aspirazione dell'aria che permettono di stabilizzarne la temperatura prima che abbiano inizio i trattamenti del sistema di condizionamento: anche nel periodo estivo le simulazioni compiute hanno indicato una temperatura degli ambienti quasi sempre inferiore a 27°C, cioè all'interno del range di comfort termoisometrico di riferimento per i mesi più caldi.

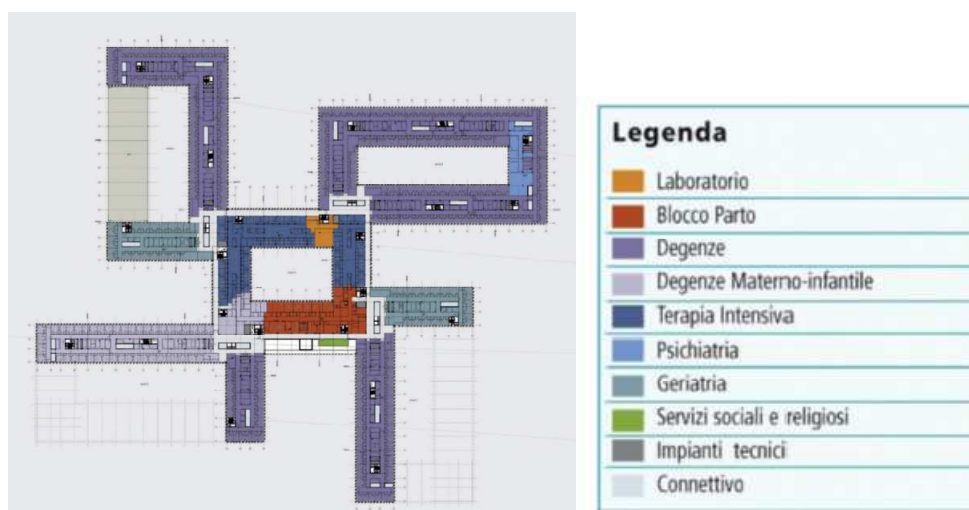


Figura 5.65: pianta del primo piano. (Fonte: Baumschlager-Eberle Architekturbüro e FDA Architecten & Ingenieurs).

Organizzazione funzionale

Sotto il profilo tipologico, l'ospedale di Kortrijk è composto da 4 blocchi sostanzialmente simili tra loro e potenzialmente autonomi, disposti attorno al corpo centrale i cui sono accolte le aree chirurgiche e ad alta intensità di cura. In sezione, l'assetto distributivo dei blocchi (tutti profondi 21,6 m e perfettamente complanari), rispetta lo schema a corpo quintuplo, che permette di soddisfare i diversi assetti spazio-funzionali degli spazi interni.

Le attività sono articolate in orizzontale:

- il livello interrato connette i nodi della circolazione verticale, permettendo l'accessibilità a ogni reparto soprastante da parte delle attività logistiche. Ospita i servizi di carattere generale e tecnico: laboratorio analisi, Anatomia patologica, sterilizzazione, magazzino strumenti medicali e spogliatoi sono situati nel corpo centrale; negli altri blocchi vi sono Morgue (sotto il Pronto soccorso), Farmacia, servizi di guardia, uffici amministrativi e aree tecnologiche;
- al piano terreno vi sono le funzioni d'accoglienza, gli spazi per la gestione dei rapporti con il pubblico, le aree commerciale e confessionale, i servizi diagnostico-terapeutici (Pronto soccorso, Ambulatori specialistici, Endoscopia, Diagnostica per Immagini e prechirurgica, Medicina nucleare, Radioterapia), i reparti diurni (day hospital, Dialisi, Fisioterapia, Geriatria e Psichiatria), studi medici e spazi per la ricerca, oltre a ristorante, uffici direzionali e amministrativi;
- il primo piano accoglie nel corpo centrale: cure intensive (42 posti letto indifferenziati, in camere singole precedute da filtro), blocco parto (8 sale travaglio-parto e 1 sala chirurgica) e Nursery; nei blocchi sono distribuite le degenze generiche, geriatriche e materno-infantili, più spazi afferenti a laboratori e Psichiatria, aree confessionali e collettive;
- il comparto operatorio (20 sale chirurgiche) occupa l'intero II livello del corpo centrale; degenze chirurgiche, pediatriche e geriatriche, oltre a un reparto per Day surgery, si trovano negli altri blocchi;
- la copertura del nucleo centrale è riservata agli spazi tecnologici, mentre sugli altri blocchi è prevista la posa di tetti verdi. Il sistema connettivo è semplice: la hall d'ingresso introduce al percorso anulare che percorre il perimetro esterno del nucleo centrale su tutti i livelli, collegando i 4 nodi di circolazione verticali situati in corrispondenza dei vertici, dai quali s'accede a tutti i reparti ospedalieri. L'orientamento del pubblico nella struttura è immediato e, nonostante lo sviluppo in piano dell'ospedale, i percorsi sono di lunghezza contenuta. I settori diagnostici sono raggiungibili dalle aree di degenza: il personale ha nodi di circolazione verticale riservati situati all'interno di tutti i blocchi e può utilizzare l'intero livello interrato.

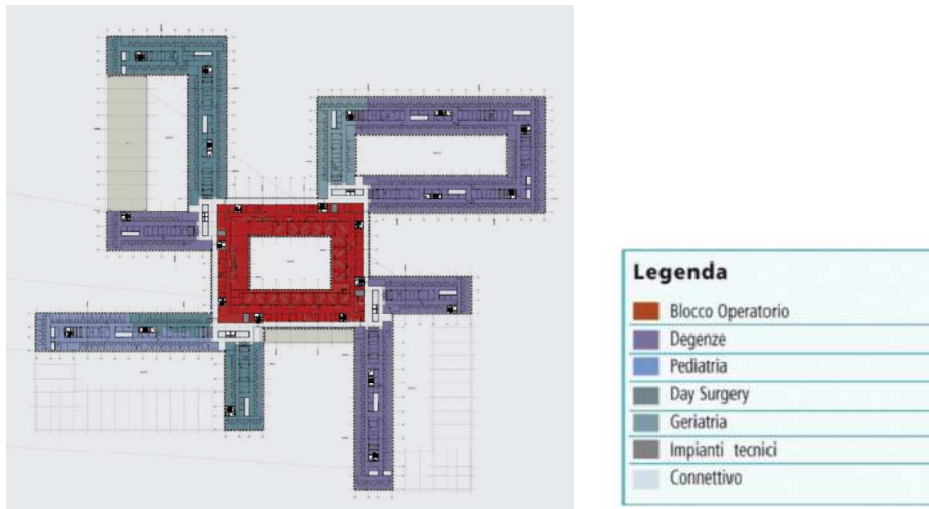


Figura 5.66: pianta del secondo piano. (Fonte: Baumschlager-Eberle Architekturbüro e FDA Architecten & Ingenieure).

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input checked="" type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

Le fasi di progettazione per questo ospedale sono molteplici e prevedono pertanto di lasciare libere delle zone utilizzabili in seguito per realizzare altri edifici del tutto uguali a quelli già presenti.

Unità ambientale

Nelle stanze di degenza verranno utilizzate delle pareti mobili in legno che permettono ulteriori suddivisioni garantendo la privacy dei pazienti. I vari sistemi tecnologici renderanno al paziente un ambiente confortevole e adatto a garantire benessere ambientale. L'utilizzo degli stessi materiali conferirà alle stanze una visione più umana.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

È stato fatto soprattutto uno studio di inserimento nel territorio in base alle tipologie costruttive dell'intorno. Lo sviluppo dell'ospedale è prettamente orizzontale e a scala

umana. Le strutture sono prefabbricate e in calcestruzzo armato con la facciata che sopporta le sollecitazioni statiche provenienti dalle solette attraverso un uso seriale di elementi. Le strutture verticali sono ridotte al minimo per garantire ottima flessibilità negli spazi interni.

Aspetti di innovazione introdotti

È stata fatta una precisa scelta sulla posizione degli impianti posti esternamente che garantiscono, attraverso l'aspirazione d'aria, temperature costanti stabilizzate per tutto l'anno ancor prima di venir trattate dai sistemi di condizionamento.

La scelta di lasciare liberi spazi di costruzione del tutto simili alla forma degli edifici già costruiti permetterà nel caso di espansioni di mantenere la stessa tipologia costruttiva.

POLICLINICO DI SAN DONATO MILANESE

Progetto: Studio Artecò

Luogo: San Donato Milanese (Mi)

Anno di realizzazione: 2002 – 2007

Superficie area: 44000 mq.

Destinazione d'uso: ospedale, ricerca, formazione, servizi



Figura 5.67: render del Policlinico di san Donato (Fonte: studio Artecò)

Inquadramento territoriale

Situato nel comune di San Donato Milanese, caratterizzato da una efficiente connessione alla rete di trasporto locale e nazionale su gomma e su ferro, il Policlinico realizzato nel 1969, è stato oggetto negli ultimi anni di un importante intervento di ampliamento e di adeguamento normativo.

Oltre ad esigenze di ordine sanitario e organizzativo, che hanno portato la struttura della degenza a un aumento di superficie pari al 15% e la ricettività attuale di 380 posti letto a 435, l'intervento risponde alla necessità di spazi adeguati all'attività di formazione e di ricerca scientifica.

Nuovi assetti infrastrutturali sono previsti nell'immediato futuro per il territorio comunale di San Donato. Gli interventi programmati consistono nella sistemazione della via Emilia e nella ristrutturazione della Paullese con penetrazione diretta in Milano, nella realizzazione della linea ad alta velocità per Bologna con la relativa

stazione di porta a Rogoredo, nella realizzazione del sistema di linee suburbane “S” (Linea S1 per Pavia) con l’attivazione delle nuove fermate di San Donato e di San Giuliano Tolstoj, oltre al prolungamento della metropolitana Linea 3 verso Paullo con la realizzazione della fermata San Donato Est (2015 circa).

Alla luce dell’elevata accessibilità e dell’ampliamento in fase di realizzazione, il Policlinico può essere considerato un ospedale a valenza sovracomunale, facilmente raggiungibile dalle regioni del nord e più in generale dalla rimanente parte del territorio nazionale, anche grazie al vicino aeroporto di Milano Linate, come è dimostrato dal fatto che oltre il 20% dei degenti abbia una provenienza extralombarda.



Figura 5.68: ingresso dell’edificio preesistente (Fonte: L. Gargioni).



Figura 5.69: connessione blocchi B e C (Fonte: L. Gargioni).

Storia e principi progettuali

L’intervento di ampliamento del Policlinico rappresenta la prima fase di un più ampio progetto di riqualificazione e di adeguamento normativo del patrimonio del Gruppo San Donato, il soggetto proprietario.

Il Policlinico San Donato è un’azienda ospedaliera accreditata dal Servizio Sanitario Nazionale e costituisce un polo didattico della Facoltà di Medicina e Chirurgia dell’Università degli Studi di Milano e dell’Università di Pavia. Inoltre è stato uno fra i primi Ospedali europei ad alta complessità e specializzazione ad aver ottenuto nel 1998 la Certificazione di Qualità ISO 9002 per tutte le proprie attività.

La struttura originaria occupa un’area di oltre 50.000 m² con una superficie lorda di pavimento di oltre 16.000 m² ed è composta da due corpi di fabbrica: un edificio

principale a monoblocco di otto piani, destinato alla degenza con stanze a uno – due letti e un edificio a piastra orizzontale di due piani dedicato ai servizi sanitari.

Il progetto di ampliamento, realizzato dallo Studio Artecò (Architecture Engineering Consulting s.r.l) e dallo Studio Berlucchi s.r.l. nel 2002 nasce dalla necessità del Policlinico di rispondere alla carenza di spazi dovuta alla crescente domanda di prestazioni ambulatoriali, di ricovero e di emergenza.

A lavori ultimati, i due nuovi edifici hanno implementato notevolmente la dotazione di spazi per le attività sanitarie e per le attività di formazione e di ricerca, svolte in convenzione con le Università di Milano e di Pavia; mentre per le attività ricettive di supporto si sono seguite le tendenze contemporanee di progettazione ospedaliera.

Grazie al suddetto ampliamento la superficie lorda ospedaliera è quindi passata da oltre 16.000 mq. a più di 44.000 mq., portando i posti letto da 380 (in camere da due o tre letti) a 435 (in camere da due letti).

Una seconda fase dell'intervento ha invece riguardato la riqualificazione e la messa a norma degli edifici esistenti. In tale fase particolare attenzione è stata posta alla gestione dell'attività cantieristica al fine di non interferire negativamente con le attività ospedaliere. In fase progettuale l'indicazione contenuta nello strumento urbanistico generale di collocare il nuovo ampliamento nonché di spostare l'ingresso principale e il pronto soccorso, a sud del corpo di fabbrica esistente, ha condizionato fortemente le scelte tipologiche e planimetriche dei percorsi interni.

I progettisti hanno trasformato questi vincoli in potenzialità per caratterizzare fortemente l'intervento, realizzando tre edifici (2 nuovi e l'esistente riqualificato), con un'unica identità progettuale da un punto di vista sia volumetrico e architettonico sia funzionale.

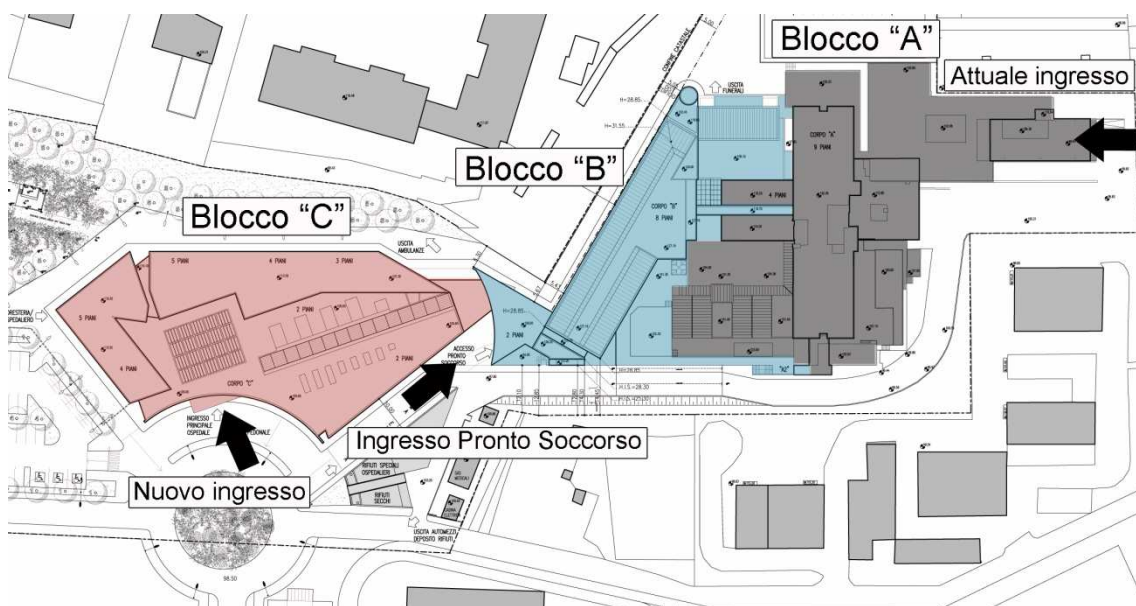


Figura 5.70: masterplan di progetto (Fonte: Artec).

Architettura e scelte tipologiche

La configurazione del nuovo Policlinico riprende il modello dell'ospedale sanitario edificato sopra a una piastra di servizi, in cui i percorsi interni sono studiati attentamente al fine di ridurre i percorsi del personale sanitario. Tali percorsi risultano quindi più lunghi per i visitatori, con una diminuzione dei flussi proporzionale al progressivo avvicinamento alle zone a maggior contenuto terapeutico e tecnologico, e minimi per il personale sanitario. Per tale motivo le attività non strettamente sanitarie sono state localizzate nelle zone maggiormente aperte al pubblico, attorno al nuovo ingresso (Blocco "C").

La hall di ingresso a tutta altezza, contraddistinta all'esterno da una superficie concava, si configura infatti come una piazza urbana interna volta ad accogliere il visitatore. Su questa, illuminata da luce naturale zenitale, si affacciano un'ampia caffetteria, l'ingresso per la foresteria, gli spazi per la formazione (aule attrezzate, spazi studio, postazioni internet, biblioteca) nonché le aree diagnostiche-terapeutiche a maggior affluenza (riabilitazione, analisi e laboratori). Dalla hall di ingresso tramite una lunga rampa trasversale, illuminata naturalmente da un copertura a shed trasparente, si accede, mediante un elemento di cerniera, al primo piano dell'edificio "B" dove è localizzata l'accettazione per la degenza. Tale spazio è stato progettato con particolare attenzione

alle scelte materiche e cromatiche al fine di conferire tramite ampie vetrate e colori caldi un particolare comfort indoor ed un importante rapporto con l'ambiente circostante.



Figura 5.71: rampa di collegamento hall-accettazione (Fonte: studio Arteco).



Figura 5.72: render hall di ingresso (Fonte: studio Arteco).

Il rapporto tra interno ed esterno è uno dei motivi architettonici maggiormente ricorrenti nel nuovo Policlinico, le cui implicazioni percettive ed emotive sono ritenute dai progettisti determinanti almeno quanto la funzionalità e l'elevato contenuto tecnologico delle scelte progettuali. La stessa attenzione alla qualità degli spazi interni è stata posta anche nella progettazione delle stanze di degenza, al fine di poter assicurare un elevato benessere anche ai degenti costretti a letto e limitare la sensazione di disagio che spesso si associa all'ingresso in ospedale. Negli ambulatori ai piani superiori, i corridoi di distribuzione per il pubblico si affacciano sulla corte centrale.

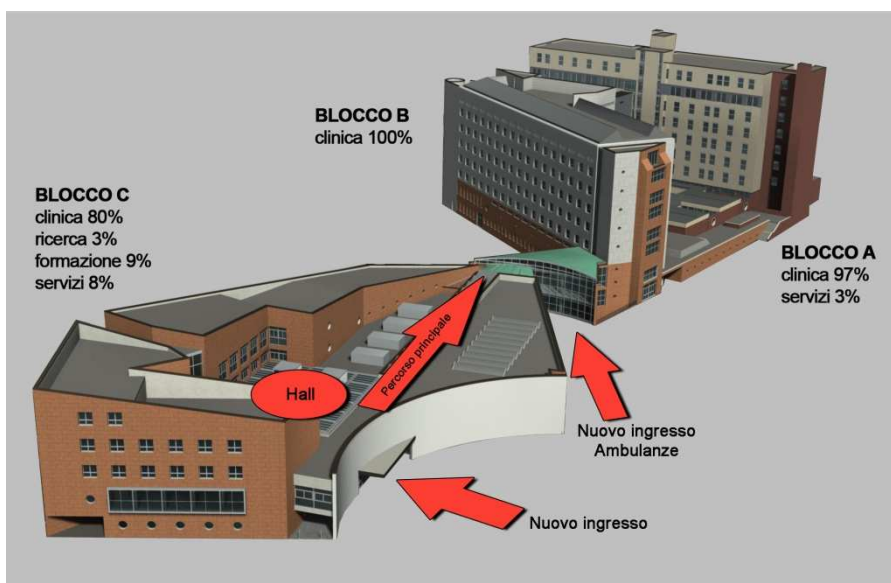


Figura 5.73: render degli ingressi del Policlinico (Fonte: studio Arteco).

La distinzione funzionale tra l'edificio "C", (accoglienza, formazione/ricerca e diagnosi) e i piani degli edifici "B" ed "A", (servizi, diagnosi e cura nella piastra di 2 piani e degenza nel blocco in elevazione), è sottolineata architettonicamente dal diverso trattamento del rivestimento delle facciate: per il blocco "C" e i primi due livelli fuori terra dei blocchi "B" e "A" è stata utilizzata la pietra rossa di Verona, mentre le superfici in elevazione sono rivestite in marmo di Botticino.

Le scelte ed i contrasti cromatici si ripetono anche negli ambienti interni, dove anche i percorsi, caratterizzati dal succedersi di differenti livelli di illuminazione naturale e di visuali dirette verso il territorio circostante sono rivestiti con la medesima pietra rossa.

Una particolare attenzione è stata posta al benessere acustico delle degenze rispetto a possibili fonti esterne, trovandosi l'ospedale sulle rotte di atterraggio di Milano Linate ed interne. Le partizioni interne sono infatti costituite da elementi divisori assemblati a secco realizzati in cartongesso a tripla lastra (175 mm) con isolante in lana di roccia (60 mm). Per quanto riguarda la struttura portante, tutto l'intervento di nuova edificazione è stato realizzato utilizzando una maglia strutturale in pilastri in cemento armato con un reticolo quadrangolare della dimensione di 6,30 x 7,50 metri per il blocco C e di 7,27 x 7,50 m nel corpo di degenza "B", la cui metà corrisponde alla larghezza d'interasse della stanza di degenza tipo (3,6 metri). Le solette, la cui altezza era imposta dal vincolo di complanarità con l'edificio esistente, sono state realizzate in calcestruzzo pieno, con uno spessore che varia da 28 a 30 cm, in modo tale da garantire un'elevata portanza e la massima adattabilità e flessibilità nell'uso dei locali. Grazie a tale struttura sarà infatti possibile posizionare le pesanti attrezzature mediche in maniera indifferenziata nello spazio (a pavimento o a soffitto) e realizzare facilmente delle aperture fra due piani contigui, qualora servisse. Al fine di contenere i consumi energetici, assicurando al contempo il massimo comfort interno, la maglia di rivestimento esterno si configura come una parete ventilata, costituita da una struttura realizzata parzialmente in acciaio al carbonio e parzialmente in acciaio inox, all'interno della quale è stato previsto uno strato con funzione isolante, costituito da pannelli di 4 cm di spessore in polistirene estruso (di densità 20 Kg/m³).

A livello impiantistico, è stato previsto l'uso di sistemi a totale recupero di calore e del teleriscaldamento per alimentare le condotte di fluido caldo.



Figura 5.74: Blocco B e connessione blocchi C e B
(Fonte: L. Gargioni)

Articolazione funzionale

Il complesso ospedaliero si presenta ben distinto in tre edifici (“blocco A”: struttura esistente, “blocco B”: Pronto soccorso, accettazione, degenza, “blocco C”: formazione, ricerca e funzioni ricettive), fortemente caratterizzati e chiaramente distinguibili fra loro, che racchiudono le tre principali funzioni dei più moderni ospedali a livello internazionale: la formazione affiancata dalla ricerca scientifica, la degenza e i servizi clinici tradizionali; a queste destinazioni d'uso si affianca, come una sorta di corollario, tutta una serie di funzioni non prettamente ospedaliere, ma che rendono l'ospedale non un semplice luogo per malati, ma bensì una complessa realtà architettonica e funzionale, una specie di città nella città.

L'articolazione planimetrica è coerente con gli attuali criteri di organizzazione delle attività ospedaliere che prevedono le aree terapeutiche nei piani bassi degli edifici (blocco B e piastra del Blocco A) e le aree di degenza nei piani superiori (Blocco A e B), mentre le attività di supporto sono state in questo caso delocalizzate in un'ulteriore blocco (“C”) insieme alle attività diagnostiche-terapeutiche a maggior affluenza giornaliera.

Il Blocco “B”, costituisce l’elemento funzionale di raccordo tra il Blocco “C”, destinato a funzioni collettive e di accoglienza, e quello “A”, destinato a funzioni strettamente sanitarie. Esso risulta ruotato di 30° rispetto agli altri due e si configura come completamento e implementazione del corpo “A”, al quale è strettamente collegato. La necessità di realizzare questa integrazione ha costituito un ulteriore vincolo nella progettazione delle nuove strutture, infatti per garantire la complanarità in tutto l’organismo ospedaliero i progettisti hanno dovuto mantenere gli interpiani nei blocchi “C” e “B” uguali a quelli esistenti nel blocco “A” nonostante la richiesta del complesso sistema impiantistico richieda oggi giorno altezze interpiano normalmente più consistenti.

Al piano terra del Blocco “B” trova posto il nuovo pronto soccorso con accesso indipendente sulla nuova rotonda dell’ospedale e con ingresso per le merci sul lato opposto, attraverso una strada di nuova realizzazione. A seguito dell’intervento di riqualificazione e adeguamento normativo, al piano terra del Blocco “A” sono stati invece localizzati tutti i servizi medici specialistici tra i quali i reparti di radioterapia, emodinamica, radiologia, elettrofisiologia, la dialisi, il morgue, la TAC e la mensa per il personale medico.

Al primo piano, comune agli edifici “A” e “B”, è stata posta l’accettazione, raggiungibile attraverso la rampa d’accesso dalla grande hall del Blocco “C”, e gli uffici amministrativi.

Al secondo e terzo piano, intorno a un grande blocco operatorio (14 sale), localizzato nel punto di unione tra i due blocchi, sono previste la terapia intensiva cardiocirurgia e quella neonatale, oltre che gli spazi dedicati alla degenza ordinaria.

I piani successivi sono tutti destinati a degenza ordinaria in corpo triplo con camere ad uno-due posti letto sia nell’edificio nuovo che in quello esistente, rispettivamente collegati ad ogni piano da una passerella vetrata.

Il Blocco “C” costituisce il nuovo ingresso, diametralmente opposto al preesistente che era situato verso il centro abitato. Sulla piazza interna che costituisce la hall d’ingresso del nuovo ospedale si affacciano tutte le funzioni non ospedaliere, di supporto ai visitatori e i percorsi per raggiungere le zone terapeutiche e di degenza. In particolare, al piano terra si trovano una caffetteria, le aule didattiche con ingresso indipendente, l’ingresso della foresteria e la zona per la riabilitazione e per i prelievi.

Al primo piano, oltre alla mensa e gli ambulatori medici, disposti lungo ballatoi che si affacciano sul grande spazio a doppia altezza dell'atrio, continua la parte destinata alla formazione con aule studio e aule internet, tutte strettamente connesse alle attività di ricerca scientifica e sono inoltre previsti la mensa. Al terzo piano si trovano gli ambulatori medici e la foresteria, così come al quarto, mentre il quinto è destinato unicamente alla foresteria.

Grande importanza, si nota, è data alla formazione, dotando l'ospedale di moderne aule coadiuvate da tecnologie informatizzate e da moderni laboratori di ricerca, sottolineando, in tal modo, l'importanza di questi settori nei moderni ospedali.



Figura 5.75: nuovo ingresso principale (Fonte: L. Gargioni)



Figura 5.76: fronte ovest del blocco C (Fonte: L. Gargioni)

FLESSIBILITA'

Sistema Ospedaliero	<input checked="" type="checkbox"/>
Edificio	<input type="checkbox"/>
Unità Funzionale	<input type="checkbox"/>
Unità Ambientale	<input checked="" type="checkbox"/>

Sistema ospedaliero

L'edificio è di tipo monoblocco e quindi coincide con tutto il sistema ospedaliero. Per la realizzazione di questo ospedale è stata fatta una riqualificazione del territorio attorno e delle funzioni dell'ospedale stesso. Sono stati ottimizzati i percorsi per il personale sanitario, non per quanto riguarda gli utenti in quanto destinati a passare meno tempo all'interno della struttura rispetto ai primi. Le strutture garantiscono elevata flessibilità,

anche perché il progetto prevede la realizzazione di nuovi edifici da collocare assieme a quelli di vecchia realizzazione.

Unità ambientale

Oltre all'ospedale vero e proprio sono presenti edifici adibiti alla ricerca e alla formazione. Tali discipline prevedono pertanto un grosso utilizzo dei sistemi informatici sia per il personale sanitario che per quello non sanitario. Sono stati fatti studi cromatici per rendere le stanze più umanizzate oltre che attraverso l'utilizzo di impianti adatti a garantire salubrità degli ambienti.

Soluzioni tipologiche e tecniche adottate

La struttura è interamente in cemento armato con maglia strutturale quadrangolare e con un particolare studio delle solette che permette di collocare gli impianti di nuova generazione sia a terra che a soffitto. Inoltre sono previste forature che garantiscono l'utilizzo di uno stesso impianto anche per due ambienti contigui seppur su piani diversi. Gli interni prevedono pareti divisorie in cartongesso che garantirà la difesa dei rumori data la vicinanza con l'aeroporto di Linate.

Aspetti di innovazione introdotti

Creare delle solette con uno spessore maggiorato e con la previsione di forature permette una miglior gestione degli impianti. Questi possono essere collocati in base alle esigenze ospedaliere, ma soprattutto saranno in grado di gestire diversi ambienti contemporaneamente. Infine l'utilizzo del teleriscaldamento interno permette enormi risparmi energetici.

CAPITOLO 6

INDICAZIONI PROGETTUALI

Le seguenti indicazioni progettuali derivano dallo studio e dall'analisi dei casi presi in considerazione e dalla ricerca bibliografica fatta sulle tecnologie che si sono susseguite nel corso degli anni all'interno delle strutture sanitarie.

Bisogna considerare differenti aspetti prima di poter progettare gli edifici sanitari in quanto si tratta di opere complesse e di enormi costi di progettazione, gestione e manutenzione.

Di primaria importanza infatti è da considerare la morfologia e il contesto del territorio dove queste strutture vengono realizzate. Si deve tener conto dei vari aspetti urbanistici, tipologici e del tessuto edificato persistente oltre che la realtà produttiva e industriale dove l'organismo verrà collocato. Inoltre va fatto uno studio approfondito su come inserire la struttura nel contesto per non creare il forte disagio a pazienti, operatori sanitari e non sanitari e visitatori date le notevoli dimensioni della stessa.

Importanti saranno anche i costi di costruzione e il notevole impatto ambientale che un ospedale comporta dato l'ingente consumo energetico che lo caratterizza.

La pianificazione ospedaliera si basa molto su un sistema sanitario territoriale specializzato e sulla sua diffusione ben articolata anche a seconda delle necessità sociali e demografiche.

Un ospedale quindi dovrà essere in grado di avere le seguenti caratteristiche:

- luogo di cura per acuti ad alta specializzazione;
- luogo di ricerca e formazione;
- luogo con tempi medi di degenza molto brevi;
- luogo con cure ambulatoriali ad alta efficienza.

Oltre a questi aspetti si terrà conto dei 10 principi formatori elaborati nel 2000 dal metaprogetto Piano-Veronesi, relativi ad aspetti tecnologici-gestionali e di benessere e comfort indoor :

- **Umanizzazione:** l'uomo deve essere posto al centro della progettazione sanitaria e quindi ogni aspetto della struttura dovrà essere studiato al fine di ottenere il completo benessere fisico, sociale e psicologico del paziente. Si porrà attenzione al bisogno di privacy del paziente, allo studio di arredamenti colori e materiali utilizzati per rendere il luogo di cura un luogo più domestico che impedisca il disagio ai pazienti.
- **Urbanità:** l'ospedale deve essere integrato al territorio circostante e alla vita quotidiana nella quale si inserisce. Deve essere il più possibile accessibile e fruibile e diventare parte integrante della quotidianità con zone e servizi accessibili al pubblico.
- **Socialità:** l'ospedale si deve integrare anche socialmente e culturalmente con l'ambiente che lo circonda, pertanto nelle aree pubbliche dovranno essere previste attività socioculturali, ricettive e di intrattenimento.
- **Organizzazione:** di fondamentale importanza sarà l'efficacia, l'efficienza e il benessere percepito, pertanto viene utilizzato il modello dipartimentale che permette un'ottimizzazione delle risorse, facilitando la collaborazione tra le diverse professionalità sanitarie presenti nella struttura e migliorando l'efficienza finale del servizio erogato. A livello progettuale devono essere previsti spazi per studi medici, sale riunioni e per il confronto tra le diverse specialità.
- **Interattività:** dato l'inserimento dell'ospedale in una complessa rete di servizi sanitari, questo dovrà essere in grado di operare sinergicamente con le altre strutture territoriali al fine di ottimizzare le prestazioni erogate. Tutto questo è possibile tramite i diversi sistemi informatici moderni.
- **Appropriatezza:** l'ospedale ad alto contenuto tecnologico e assistenziale deve fornire prestazioni mirate e specifiche in funzione delle reali esigenze del paziente. Per tale motivo deve essere dimensionato in funzione dei servizi erogati e deve essere diversificato in *Intensive Care, High Care, Day Hospital, Low Care* e ospitalità alberghiera.
- **Affidabilità:** l'ospedale dovrà avere in esso tutte le tecnologie più affidabili per quanto riguarda gli impianti, l'ambiente e l'igiene per garantire tutela e sicurezza per il paziente. Inoltre dovrà sfruttare le tecnologie più avanzate per rispondere

alle diverse e crescenti esigenze sanitarie in maniera efficace ed efficiente. Le dotazioni impiantistiche-tecnologiche e le certificazioni di qualità svolgono un ruolo fondamentale ai fini della sicurezza e dell'affidabilità.

- **Innovazione:** data la continua evoluzione, l'ospedale dovrà avere una struttura flessibile e adattabile sia in fase di progetto che nell'organizzazione. Le continue innovazioni terapeutiche e impiantistiche si devono pertanto integrare facilmente con essa. Per questo motivo sono previsti i diversi livelli di flessibilità interna e spazi esterni per gli ampliamenti.
- **Ricerca:** la ricerca in ambito sanitario e alla base del progresso e del successo di diagnosi e cura. Si devono quindi realizzare spazi adeguatamente equipaggiati e informatizzati, al fine di favorire le attività di studio interne e confronti con le strutture di ricerca esterne.
- **Formazione:** l'ospedale deve essere considerato luogo di formazione ed educazione sanitaria per garantire un'elevata efficienza sanitaria e anche per i cittadini che devono essere informati sugli esiti delle ricerche e sui comportamenti sanitari preventivi.

Pertanto la necessità di avere un luogo molto flessibile deriva dall'elevata velocità del rinnovamento delle cure e dalle esigenze sempre più alte dei pazienti oltre che dalle elevate attenzioni che si riserveranno nei confronti della sicurezza, dell'igiene e dell'ambiente.

Cap. 6.1

FLESSIBILITÀ FUNZIONALE/PLANIMETRICA

La definizione di un nuovo Ospedale implica innanzitutto una verifica del modello di organizzazione interna. Il principale parametro di riferimento è l'ottimizzazione della dimensione complessiva dell'organismo; l'obiettivo è quello di contenere i costi di costruzione e di gestione.

Per questo il primo passaggio in fase progettuale è una articolazione di Aree Funzionali Omogenee dove vengono definite le caratteristiche ambientali, dimensionali, funzionali e relazionali. Queste sono volte a ottimizzare il funzionamento interno in termini di layout spaziale e il rapporto dei flussi e dei percorsi per garantire ai pazienti e al personale sanitario i diversi livelli di flessibilità, privacy ed espandibilità richiesti.

Queste aree si possono dividere in:

- Servizi speciali di diagnosi e cura (medicina nucleare, diagnostica, prericoveri, centri trasfusionali, prelievi, riabilitazione, ambulatori, laboratori analisi)
- Degenze (terapia intensiva, ordinaria e diurna)
- Blocchi operatori (sale operatorie e radiologia interventistica)
- Punto nascita
- Emergenza-urgenza
- Servizi generali (farmacia, sterilizzazione, cucina, mensa, archivi, accettazione, locale rifiuti, morgue, spogliatoi e fisica sanitaria).

Questo passaggio permette di creare degli schemi e delle relazioni tra le diverse aree e di avere delle dimensioni sommarie dell'intero organismo. Inoltre vengono relazionate tra di esse le aree in modo da capirne le relazioni spaziali e funzionali.

Ulteriore elemento da prendere in considerazione sono appunto le dimensioni effettive di un ospedale o comunque di un centro di ricerca sanitario e le sue relazioni con il contesto in cui è inserito.

Pertanto si deve prevedere un piano urbanistico delle zone da occupare attraverso i seguenti accorgimenti:

- Pianificazione urbanistica

L'ospedale dovrà essere una struttura aperta al territorio *“capace – nel caso di localizzazioni all'interno di aree urbane o metropolitane – di “fecondare” le periferie urbane come nodo primario “condensatore” di una nuova armatura di attrezzature collettive chiamata a ridisegnare la città”*.³⁰ Questa valenza può essere assunta solo nel caso in cui ci sia un quadro di pianificazione chiaro e definito. La pianificazione urbana locale e generale deve farsi carico di localizzare delle aree ospedaliere corrette al fine di ottimizzarne il potenziale di riqualificazione urbana in un intorno molto ampio. Solo un'adeguata pianificazione permette un dialogo corretto tra organismo e città; la localizzazione dell'ospedale, inoltre, dovrà puntare alla sua massima fruibilità sia in condizioni normali che in condizioni di emergenza.

- Analisi sulla accessibilità, infrastrutture e reti

Fondamentale sarà conoscere il contesto fisico nel quale l'ospedale si andrà ad inserire e l'impatto che avrà sull'ambiente circostante. Si considereranno quindi gli edifici circostanti, la destinazione d'uso e le aree libere attorno, il sistema di viabilità pubblica e privata e il sistema dei parcheggi. Il complesso dovrà essere plurifunzionale e composto da aree a diverso grado di protezione e accessibilità oltre che ad elevato valore ambientale. Tutta la viabilità attorno andrà valutata attentamente, sia per ciò che riguarda i mezzi privati che per quelli pubblici. Ci deve essere la garanzia infatti di sicurezza sia in casi normali che in casi di emergenza. Soprattutto in questi ultimi dovrà essere garantita la velocità dei flussi veicolari. Inoltre verranno fatti studi sui venti dominanti nel caso in cui fosse presente un eliporto, per garantirne l'esatta collocazione in sicurezza.

- Aspetti geo-morfologici e sicurezza del sito

Particolari attenzioni andranno fatte su ciò che riguarda la sicurezza del sito dal punto di vista morfologico e sismico. Il tutto verrà effettuato attraverso indagini e analisi geomorfologiche e del sottosuolo del futuro piano di posa. La finalità è quella di

³⁰ Citazione tratta da A.a.V.v. *“Progetto di ricerca finalizzata (ex art.12, Dlgs 502/99): Principi guida tecnici, organizzativi e gestionali per la realizzazione e gestione di ospedali ad alta tecnologia e assistenza.”*, supplemento di Monitor n.6, ASSR editore, Roma, 2003, p.226.

ottimizzare le tecniche progettuali e procedurali per limitare danni alle strutture e a chi ne usufruisce oltre che ai costi di gestione e manutenzione nel caso in cui si verifichi un imprevisto di tale portata.

- Sostenibilità ambientale e integrazione paesaggistica

L'ospedale deve essere in grado di affievolire la malattia del malato e deve proporre un equilibrio tra l'uomo e l'ambiente. Dovrà quindi essere in grado di potersi integrare con l'intorno attraverso parchi attrezzati e tecnologici sia in senso ambientale che in senso energetico ed eco-compatibile. L'integrazione con l'ambiente porta pertanto a realizzazioni prevalentemente a sviluppo orizzontale e di altezza contenuta fortemente integrate nel paesaggio. L'intorno deve essere caratterizzato da schermature visive e contro il rumore e da un microclima ottimale attraverso un uso calibrato di piante ed essenze. Anche all'interno dell'organismo si tenderà ad avere patii e giardini che renderanno l'area dell'ospedale completamente integrata nel verde. Questi accorgimenti inoltre favoriranno un miglioramento della qualità ambientale e dal punto di vista energetico.

- scelta adeguata della localizzazione

come si è visto dai casi studio le zone periferiche risultano essere le migliori per la progettazione. Le zone con ampio spazio libero sono le ideali in quanto fanno sì che l'ospedale possa espandersi in futuro in maniera molto agevole.

Inoltre si preferisce costruire le residenze destinate ai parenti dei degenti in zone vicine ai servizi (ristoranti o negozi) e zone residenziali in modo che in una eventuale riconversione dell'ospedale queste possano usufruire di tali servizi.

- scelta di un'area di dimensioni adeguate

L'area da scegliere deve essere di elevate dimensioni soprattutto se l'ospedale racchiude in sé le zone destinate all'attività di ricerca e insegnamento in quanto queste aree verranno sfruttate per la realizzazione dei centri di ricerca, delle aule universitarie e in alcuni casi dalle residenze per il personale medico o per gli studenti che operano nel campus. Pertanto un ospedale per acuti richiederà minore area rispetto ad uno universitario. Si cerca quindi di lasciare uno spazio libero pari a quello edificato per

avere la possibilità di spazi di riserva che saranno sfruttati al momento della costruzione della struttura nuova che andrà ad ampliare quella vecchia.³¹

- Studio di eventuali ampliamenti e sostituzione dei fabbricati

Gli studi progettuali prevedono solitamente la predisposizione di schemi grafici che illustrano scenari futuri con tempi realizzativi definiti e anche come la struttura verrà utilizzata e sostituita. Per questo vengono anche predisposti percorsi cantierabili all'interno del lotto per facilitare le operazioni di ristrutturazione e nuove costruzioni ed espansioni.³²

Dal punto di vista architettonico si possono individuare queste strategie:

- Regola generale e generatrice

La regola prevede un ordine generale all'interno dell'area in modo tale da poter essere applicato e ripetuto all'interno del complesso e poi riutilizzato per eventuali sviluppi e ampliamenti futuri. Sarà pertanto uno strumento che controllerà e coordinerà lo sviluppo delle soluzioni progettuali attraverso una modularità che creerà ordine senza però precludere le idee del progettista.

- Organismo non troppo compatto

Questa soluzione permette un organismo più articolato che favorisce una luce naturale e areazione maggiore e permette inoltre alle varie componenti architettoniche di poter espandersi in maniera indipendente in una o più direzioni. La compattezza dell'edificio però deve essere comunque garantita per accentuarne la domesticità e l'integrazione con l'intorno e al fine di ottimizzare i percorsi in maniera tale da rendere contigue le aree funzionali che necessitano di una effettiva vicinanza.

³¹ Ad esempio l'area destinata alla costruzione del CERBA è molto vasta, al suo interno saranno presenti anche le residenze e le aule universitarie.

³² Ospedali come il Martini e quello di Barcellona hanno piani progettuali di espansioni che si spingono oltre il 2015, lo stesso Martini addirittura nel 2048.

- Modularità

Attraverso l'utilizzo di macromoduli e la modularità, che viene studiata in fase progettuale, si possono creare le zone ambulatoriali, gli uffici e i reparti di degenza che all'occorrenza possono permettere l'interscambiabilità tra le diverse funzioni ospitate o addirittura di diversi dipartimenti. Questa strategia permette inoltre l'ampliamento o la riduzione attraverso suddivisioni di ambiti e zone riducendo ad esempio quelle adiacenti.

- Suddivisione del complesso in zone più o meno soggette a trasformazioni

Questa soluzione prevede la distinzione tra zone che subiscono maggiormente la necessità di flessibilità come le sale operatorie o le sale diagnosi e zone che sono caratterizzate da meno trasformazioni come le degenze oppure quelle zone con alto contenuto impiantistico o basso contenuto.

- Percorsi differenziati

Una necessità primaria di un organismo complesso è la buona organizzazione dei percorsi in modo tale da consentire di isolare gli spazi nel momento in cui è prevista una ristrutturazione o un ampliamento, senza incidere pertanto sulle attività ospedaliere. La prassi, inoltre, prevede per quasi la maggior parte delle nuove realizzazioni di organizzare la struttura lungo un asse distributivo (la hospital street) e di dedicare percorsi differenziati per le persone interne ed esterne. In tal modo è possibile ampliare la struttura senza intralciare il lavoro quotidiano all'interno dell'ospedale.

- Distribuzione interna

L'organizzazione interna è importantissima e definisce l'assetto funzionale dell'ospedale. Viene realizzata seguendo queste esigenze:

- I degenti devono disporre di una rete di percorsi, verticali e orizzontali, coerenti con le esigenze dei livelli di urgenza;
- I percorsi dei pazienti ambulatoriali devono essere facilmente riconoscibili e di rapido collegamento con le funzioni diagnostiche;

- I percorsi dei visitatori devono essere facilmente collegabili alle degenze ed evitare incroci con altri flussi;
- I percorsi dei materiali all'interno devono essere il più separati possibile dagli altri flussi.

I percorsi saranno suddivisi in due tipologie: centrale centrifuga ascendente per il pubblico, anulare centripeta discendente per il personale tecnico e sanitario.

- Accessi, viabilità e parcheggi

È buona norma creare degli accessi differenziato per i diversi utenti della struttura.

Ci saranno quindi accessi differenti per l'area dedicata ai visitatori-ambulatoriali e per quella dedicata alle urgenze. Essi saranno ben visibili e separati, collocati in modo tale da non interferire con la circolazione dei mezzi privati e pubblici esterni. La rete stradale dovrà garantire un facile accesso per i vigili del fuoco e la possibilità di raggiungere tutti i corpi di fabbrica. L'area parcheggi è preferibile collocarla nei piani interrati per limitare l'impatto ambientale. Anche queste devono essere differenziate per dipendenti e non dipendenti (visitatori, ambulatoriali, emergenze, servizi mortuari e merci). Le autoambulanze avranno un parcheggio riservato vicino la camera calda. Gli stessi ingressi seguiranno in gran parte la suddivisione degli accessi all'area.

- Spazi multiuso

Sono spazi senza una indicazione d'uso specifica che permettono un intervallo di tolleranza tra la programmazione funzionale in fase progettuale e come poi vengono organizzati gli spazi nella realtà.

- Spazi "polmone" o spazi riserva

Sono spazi simili a quelli multiuso, ma sono lasciati a rustico, senza finiture, ma con i circuiti degli impianti principali disponibili. Questi spazi sono da collocare, se possibile, nelle vicinanze di quei reparti o in quei piani dove si prevedono trasformazioni future. In questo caso si lascia libero l'intervallo di tolleranza tra la superficie stimata in fase

progettuale e come poi può diventare utilizzabile in futuro. La soluzione sarà funzionale se i punti nei quali collocare queste zone sono scelti con attenzione.³³

- Controsoffitti e interpiani tecnici

La soluzione dei controsoffitti prevede la realizzazione di spazi generalmente usati per il passaggio delle reti impiantistiche. L'interpiano tecnico invece è l'evoluzione del controsoffitto stesso. Solitamente vengono utilizzati dove la struttura è prevalentemente in acciaio a grandi luci però con costi notevoli e grande aumento degli spazi. Si tende per cui a utilizzare questa soluzione nelle zone con maggiore grado di incertezza e quindi che necessitano di maggiore flessibilità spaziale quali le zone di diagnosi e le sale operatorie o laboratori. I controsoffitti utilizzati per gli impianti solitamente variano dai 60 cm a 1 m, 1,5 m. Gli interpiani tecnici invece da 1,5 m a 2,70 m.³⁴

- Prefabbricazione e tecniche di montaggio a secco

La prefabbricazione viene utilizzata per la facilità di montaggio degli elementi e la possibilità di recupero e riuso anche per quanto riguarda gli spazi interni e le pareti prefabbricate divisorie. L'utilizzo di bagni prefabbricati o di sale operatorie prefabbricate ha il vantaggio di una facile manutenzione o sostituzione per adeguamento a nuovi standard e normative.

- Standardizzazione

L'utilizzo di elementi standardizzati per gli elementi costruttivi o per gli arredi dà maggiore interscambiabilità di funzioni e l'opportunità di riutilizzare i componenti.

³³ L'ospedale di Mestre prevede l'inserimento di pareti cieche e spazi polmone che saranno sfruttati al momento dell'espansione.

³⁴ L'ospedale del Mar di Barcellona, tra quelli esaminati è quello che utilizza interpiani tecnici per la realizzazione degli impianti.

Cap. 6.2

FLESSIBILITÀ STRUTTURALE

La flessibilità strutturale si contrappone alla tesi di una definizione accurata di ciascun ambiente specifico e della sua rigorosa composizione. Privilegiare quindi l'aspetto di genericità vuol dire consentire una maggiore capacità di adattamento alle trasformazioni future che si basa sul presupposto che una maggiore specializzazione si traduce in una più rapida obsolescenza.

Si tende allora, per soddisfare il requisito della flessibilità strutturale, a predisporre il progetto su una griglia strutturale capace di assorbire una diversa organizzazione degli ambienti.

Alcune strategie più diffuse sono:

- Scelta di una tipologia di struttura adeguata

Per prima cosa si deve evitare una struttura che vincoli la libertà di trasformazione interna. Sono preferibili quindi le strutture in calcestruzzo armato o in acciaio che permettono il loro riutilizzo o la possibilità di essere montate e smontate in base alle esigenze.

- Scelta di una maglia strutturale regolare, utilizzabile per più spazi (uffici, ambulatori, degenze, ecc.)

Le maglie tipiche degli ospedali prevedevano la misura base di 7,20 m per 7,20 m, con misure alternative negli ambiti di "degenza" (i corpi triplo e quintuplo). Gli studi condotti in Inghilterra negli anni '60 e '70 hanno portato all'utilizzo di corpi con una struttura di 7,20 m di modulo, 3,6m per le zone impiantistiche e 0,60-1,20 m per gli interni. Si arrivò così a concludere che questa maglia ideale sarebbe stata quella più adatta a coprire più funzioni (camere di degenza, uffici e sale visita).

Recenti studi però (d.m. del 12/12/2000) hanno proposto una maglia leggermente più larga delle dimensioni di 7,50 m in senso longitudinale e l'alternanza 5,80 m – 6,70 m – 6,70 m – 5,80 m in senso trasversale per le degenze, perché ritenute più comode e più adeguate alla realizzazione delle camere. Queste dimensioni derivano dal consentire un più facile passaggio e una più facile gestione dei moderni letti su ruote (più larghi

rispetto al passato) dalle stanze ai corridoi e una più facile gestione degli spazi propri di degenza e dei servizi annessi. Per gli edifici piastra le dimensioni base sono 7,50 m per 7,50 m.

Il Martini Hospital ad esempio fa eccezione in quanto la maglia utilizzata è di 7,20 m in un verso e l'alternanza 7,20 m – 8,80 m nell'altro. Può inoltre essere agganciato alla facciata a sbalzo un modulo più piccolo di 7,20 m x 2,40 m.

L'ideale pertanto è l'utilizzo di maglie puntiformi comprese tra i 7 e 9 metri, sufficienti per le zone di diagnosi e terapia, con sottomultipli per gli spazi più ridotti come le degenze e gli uffici.

- Strutture a grandi luci

L'utilizzo di campate a grandi luci è una tecnica per ottenere la flessibilità che comincia ad essere applicata negli anni '60 per ospedali megastrutturali degli Stati Uniti, Canada e Germania. Sono utilizzate spesso con interpiani tecnici e con luci che coprono fino a 30 metri. Tutto questo rende più facile la trasformazione interna degli spazi e una più facile manutenzione.³⁵

Un aspetto però problematico è l'eccessivo sovradimensionamento della struttura a fronte di un costo elevato, anche se alcuni sostengono che ne giovi la funzionalità a lungo termine.

Questa soluzione è ideale nel caso si debba realizzare ad esempio un auditorium interno o spazi molto ampi, ma sconsigliabile come criterio unico per la struttura.

- Forabilità dei solai e delle travi

Per quanto riguarda la forabilità dei solai viene preso in considerazione ciò che è stato illustrato nella ricerca metaprogettuale Piano – Veronesi, cioè il notevole vantaggio che offrono i solai bidirezionali, la più semplice gestione della forabilità. Si suggerisce quindi che il progetto impiantistico *“avvenga sul tracciato di una mesh strutturale a passo regolare che riporti la distribuzione planimetrica sia delle travi (principali e secondarie) che dei travetti di solaio. In tal modo sarà possibile in sede progettuale*

³⁵ Una struttura innovativa e interessante è quella del PRBB di Barcellona che è costituita da un sistema di calcestruzzo sospeso dal tetto che permette ampio spazio libero e distribuzioni interne molto varie.

identificare le zone forabili sia nell'immediato che nel futuro, preordinando una serie di aree a formabilità diffusa nelle quali l'intervento demolitivo non necessita di ulteriore fase progettuale, in quanto già prevalutato in sede di ideazione del progetto strutturale/impiantistico."³⁶

Questo tipo di scelta non compromette la struttura anche nel caso che le forature non siano previste in fase progettuale, lasciando inoltre molta libertà.

- Predimensionamento strutturale che permette l'aggiunta di piani

In alcune strutture è previsto un sovradimensionamento delle strutture tale da poter sopportare i carichi di un ulteriore piano. Deve evitarsi però un sovradimensionamento ingiustificato ma può essere considerata la possibilità di aggiungere superficie in altezza del 10-15% come nel caso del Martini Hospital.

- Altezze interne adeguate e interpiani tecnici

Nelle zone di degenza e di lavoro il piano utile netto è mediamente alto 3,00 m e quindi si ipotizza, per un utilizzo vantaggioso dello spazio controsoffittato, di un'altezza del vano di 3,60 m almeno.

Nelle zone di diagnosi e terapia a causa della maggiore dotazione impiantistica, le altezze utili aumentano arrivando a 4,00 m oppure si inserisce un interpiano tecnico di altezza utile tra 1,5 m e 2,70 m.

³⁶ Citazione tratta da A.a.V.v. "Progetto di ricerca finalizzata (ex art.12, Dlgs 502/99): Principi guida tecnici, organizzativi e gestionali per la realizzazione e gestione di ospedali ad alta tecnologia e assistenza.", supplemento di Monitor n.6, ASSR editore, Roma, 2003, p.273.

Cap. 6.3

FLESSIBILITÀ TECNOLOGICA E IMPIANTISTICA

È fondamentale avere all'interno dell'ospedale una flessibilità tale da garantire cambiamenti di layout interno minimizzando i costi, i disagi agli utenti e i tempi di esecuzione delle opere necessarie. Per avere livelli di flessibilità elevati bisogna effettuare quindi scelte impiantistiche che garantiscano in sede di costruzione e, soprattutto a regime, di poter intervenire con il minor impatto. È importante garantire l'accessibilità e l'ispezionabilità degli impianti per una corretta e immediata manutenzione. Per minimizzare i costi di gestione e manutenzione dell'edificio, bisogna garantire la sostituibilità di elementi tecnologici degradati attuando scelte di tipo mirato. La flessibilità nel caso tecnologico dipende molto dall'integrazione dell'edificio con gli impianti e dalla distinzione tra elementi primari e secondari della costruzione.

Si possono quindi sintetizzare in pochi punti gli accorgimenti possibili per la realizzazione di ospedali ad elevata flessibilità impiantistica e tecnologica:

- Razionalizzazione del sistema impiantistico

Ogni impianto ha bisogno di volumi appositi per la collocazione delle centrali tecnologiche principali, delle reti di distribuzione primarie e secondarie e delle eventuali sottocentrali. Tutti i sistemi ospedalieri fanno capo a questo schema eccetto i sistemi di trasporto interni privi di una vera e propria centrale (montacarichi, ascensori e minitrailer).

Quindi è importante studiare la rete impiantistica in modo che possa prevedere aggiunte o deviazioni nel caso di cambio dell'organizzazione delle funzioni e distribuita su tutta la superficie dell'edificio. Per quanto riguarda le centrali, esse vengono poste tendenzialmente all'esterno o in edifici separati perché provocano inquinamento ambientale. In più hanno bisogno di essere ispezionabili per manutenzione e gestione e necessitano di particolari attenzioni e distanze da rispettare per legge.

In edifici di notevole dimensione sono presenti inoltre delle sottocentrali collegate con quella principale dalla rete primaria che si insinua negli interpiani tecnici o con percorsi aerei o gallerie di servizio, i primi sono di tipo distribuito mentre i secondi sono concatenati.

Le sottocentrali sono i punti di collegamento tra i sistemi principali di distribuzione e le varie zone dell'ospedale. Ci deve essere pertanto una correlazione con i percorsi principali e per le unità di trattamento dell'aria (UTA), la comunicazione con l'ambiente esterno per lo scambio dell'aria. Le sottocentrali solitamente sono interrato o ai piani terra, le UTA sulle coperture.

Per la distribuzione secondaria orizzontale e verticale si fanno scorrere gli elementi impiantistici parallelamente a quelli strutturali. La distribuzione orizzontale solitamente trova la propria flessibilità se collocata nel piano di pertinenza in controsoffittature, a vista o negli interpiani tecnici.³⁷ Ipotizzando un'adeguata altezza d'interpiano di almeno 4,20 m, si ha un'altezza utile per i controsoffitti variabile tra gli 80 e 90 cm in funzione delle scelte strutturali adottate.

La distribuzione verticale avviene di norma in cavedi, le cui dimensioni dipendono dalla tipologia costruttiva, dal numero dei piani della struttura, dagli impianti presenti nel reparto servito, dalla posizione delle centrali e sottocentrali.

- Distribuzione omogenea dei sistemi di trasporto meccanizzato

Si può raggiungere un buon grado di trasformabilità degli ambienti attraverso un sistema uniforme di collegamenti verticali e orizzontali. Tra questi rientrano oltre ai collegamenti fisici anche quelli di trasporto meccanizzato sia di persone che di materiali. In considerazione è da prendere anche il trasporto dei dati e dei flussi di informazioni ormai quasi del tutto informatizzati in sostituzione di quelli via carta.³⁸

- Accessibilità e ispezionabilità

Il requisito della facilità di manutenzione emerge come conseguenza della velocità di obsolescenza che hanno i vari componenti edilizi.

Se si predispone uno spazio sufficiente, disponibile, pulito e pulibile vuol dire che gli apparati potranno garantire una funzione maggiore e una maggior durabilità nel tempo,

³⁷ Gli impianti a vista pur se comodi da ispezionare hanno lo svantaggio di accumulare molta polvere e sporcizia.

³⁸ Attraverso l'utilizzo di robot automatizzati e regolati temporalmente, l'ospedale della Versilia ha ottimizzato i tempi di lavoro e di trasporto dei materiali sanitari e non.

mantenendo le caratteristiche prestazionali pressoché identiche a quelle originali e iniziali. Inoltre essi potranno garantire l'ampliabilità, cioè la possibilità non invasiva per l'area sanitaria di installare nuovi componenti come pompe, ventilatori, batterie, serrande, ramificazioni di condotti e tubazioni, cavi elettrici e di comunicazione.

Il requisito di accessibilità deve essere garantito per tutti gli elementi del sistema impiantistico, quindi per le centrali tecnologiche, per le reti primarie, per le sottocentrali e per le reti di distribuzione secondaria. Per quanto riguarda le sottocentrali ci saranno dei percorsi differenziati per i tecnici in quanto poste all'interno dell'edificio stesso. In modo tale non interferiranno con i percorsi dei medici per questioni igieniche e anche perché le gestioni degli impianti sono di pertinenza di ditte esterne .

La distribuzione orizzontale delle reti secondarie deve avvenire o all'interno di interpiani tecnici o nel piano di pertinenza in controsoffitti o a vista.

La distribuzione verticale dovrebbe avvenire in cavedi ispezionabili, con porte e solai tecnici a ogni piano, con griglie per l'accessibilità. I cavedi dovranno essere realizzati con parete frontale aperta in quanto la presenza di una tamponatura in mattoni darebbe la possibilità di chiudere il cavedio, successivamente alla realizzazione degli impianti.

- Automazione degli edifici (*building automation*)

Il *building automation* permette la gestione coordinata, integrata e computerizzata degli impianti tecnologici (climatizzazione, distribuzione dell'acqua, gas ed energia, impianti di sicurezza), delle reti informatiche e di comunicazione, migliorando il comfort, la sicurezza e la flessibilità di gestione e consentendo semplificazioni organizzative e notevoli risparmi energetici.³⁹

- Sistemi informatici wireless

L'ampia diffusione di questi sistemi si rivela molto comoda negli ambienti ospedalieri. Il loro utilizzo comporta notevoli semplificazioni nelle trasformazioni interne degli spazi o nella interscambiabilità funzionale.

³⁹ Ospedali come quello di Glasgow e quello di Bergamo sfruttano questi sistemi anche all'interno delle camere di degenza. La comunicazione tra pazienti e personale sanitario risulta così più facilitata.

- Prefabbricazione e modularità impiantistica

L'utilizzo di sistemi modulari, prefabbricati e standardizzati degli impianti ha notevoli vantaggi in diversi aspetti quali la velocità di montaggio, la gestione degli spazi, il possibile recupero e riutilizzo dei componenti, la sostituzione immediata e l'adeguamento a nuovi standard.

Infine è comodo avere un documento che indichi tutte le informazioni relative al progetto, le norme antincendio e i sistemi di spegnimento delle fiamme, le indicazioni necessarie e le possibilità intrinseche di trasformazioni che lo stesso progetto offre. In questo documento si possono trovare gli scenari di ampliamento sviluppati dai progettisti, le possibilità di sostituzione di funzioni e altre caratteristiche.

CONCLUSIONI

La flessibilità in campo sanitario ha cambiato le regole di progettazione di tali tipologie. Seguendo le evoluzioni tecnologiche e gli ultimi ritrovati scientifici gli ospedali hanno dovuto adeguarsi nel tempo a tali fattori. Se dapprima gli ospedali erano organismi di enorme fattura, quasi spaventosi per l'uomo, oggi, grazie alle scelte tecnologiche sempre più recenti, non lo sono più.

Riuscire a creare degli organismi compatti e flessibili è l'obiettivo che ogni progettista si pone per queste realizzazioni. Prefissarsi in fase progettuale di schemi grafici che diano delle indicazioni in ambito strutturale, realizzativo e tecnologico, e le stesse indicazioni dettate dal Metaprogetto Piano – Veronesi, fanno sì che l'uomo si trovi ad osservare e ad usufruire di strutture che somigliano sempre più ad alberghi e pertanto, umanizzate. La velocità di evoluzione delle tecnologie, che rende un ospedale obsoleto già dopo 10 anni, determina scelte molto particolari di progettazione e realizzazione.

L'analisi dei casi e delle tecnologie ha permesso di individuare come con pochi ma essenziali accorgimenti si possa realizzare un'opera a misura d'uomo, capace di espandersi in ogni direzione e capace di modificare il proprio assetto interno ed esterno.

La capacità di tali strutture ad adattarsi a tali regole, permette un elevato livello di flessibilità e di conseguenza un notevole risparmio nella realizzazione. Le stesse funzioni interne ne risentiranno, così come i tempi per le modifiche.

Le indicazioni progettuali sono state redatte come spunto base dal quale partire per progettare una struttura sanitaria altamente flessibile. L'organizzazione generale che attraverso diversi passaggi riesce a soddisfare le esigenze dei singoli utenti permette di capire come si deve realizzare un ospedale di ultima generazione.

Indicazioni strutturali e tecnologiche che seguono i principi della flessibilità, permettono di creare opere che non incapperanno nella rapida obsolescenza che caratterizza da sempre le strutture sanitarie.

L'ospedale deve infatti ricoprire diverse funzioni multiple che richiedono molto spesso flessibilità e adattabilità spaziale e tutta una serie di accorgimenti per il benessere dell'uomo. Pertanto dovrà essere concepito come uno strumento che dovrà produrre salute e gestito come un sistema multifunzionale e ad alto contenuto scientifico e

tecnologico. Per fare questo dovrà essere in grado di adattarsi ai repentini cambiamenti, restando comunque nel rispetto delle leggi. Come si è visto nei casi studio, la tendenza è quella di creare strutture che non saranno fatiscenti, strutture che si adegueranno nei vari momenti per rispettare il benessere dell'uomo, strutture in grado di evolversi e migliorare in qualunque momento senza pregiudicare il lavoro svolto all'interno dal personale medico sanitario e non. Si può notare inoltre come non tutte le tecnologie indicate, specialmente quelle per le facciate siano utilizzate. I costi di progettazione e di realizzazione già di per sé elevati, a volte non permettono ulteriori spese per l'utilizzo di tali elementi.

Nel realizzare questa tesi non sono stati trattati tutti gli argomenti relativi alle tecnologie utilizzate all'interno delle strutture sanitarie.

Temi come i sistemi antisismici, gli arredamenti interni, le singole tecnologie utilizzate dai pazienti delle degenze e la gestione finanziaria sono argomenti che prevedono ulteriori ricerche e che in questa tesi sono stati affrontati solo se indicati nell'analisi di alcuni casi studio. Gli approcci progettuali nella realizzazione di un ospedale prevedono anche questi fondamentali passaggi.

Le tendenze odierne sono comunque orientate a progettare in visione di continui cambiamenti, evoluzioni delle tecnologie sanitarie ed espansioni volumetriche. Un ospedale, una struttura sanitaria è un'opera viva e in continuo mutamento.

Come disse Le Corbusier nel 1965 a risposta sulle domande a proposito del suo progetto di ospedale a Venezia: “non ho proprio inventato niente, ho solo progettato un ospedale che può nascere, vivere ed espandersi come una mano aperta”.

BIBLIOGRAFIA

Monografie

AA.VV., *Acciaio e sanità*, Milano, Ed. Grafiche Mazzucchelli, 1992.

ASPETTI progettuali e costruttivi dei presidi sanitari e ospedalieri: valutazioni nelle scelte - flessibilità progettuale - prospettive di intervento, Roma, Comarch, 1974.

Edilizia per la sanità : ospedali, presidi medici e ambulatoriali, strutture in regime residenziale / a cura di Ferdinando Terranova; presentazione di Roberto Palumbo, Torino, UTET, 2005.

Edilizia precostruita Ipi : edilizia ospedaliera, a cura dell' Ipi, Milano, IPI, s.d.

EIB : lo standard per la gestione e il controllo degli edifici : sicurezza, economicità, flessibilità e benessere / a cura di Günter G. Seip ; Milano, Tecniche nuove, 2002.

Flessibilità e riuso, a cura di Valerio Di Battista, Carlotta Fontana, Maria Rita Pinto, Firenze, Alinea, 1995.

Housing 6: flessibilità ed ecologia nelle nuove "macchine per abitare", spazi pubblici e progettazioni urbane, omaggio a Scharoun, a cura di Bianca Bottero, Milano, Etaslibri, 1994.

H VEN LC: Hopital de Venise, Le Corbusier 1963-70: inventario analitico degli atti nuovo ospedale; a cura di Valeria Farinati, Venezia, Istituto Universitario di Architettura di Venezia, Azienda unità locale socio sanitaria veneziana, 1999.

Il Nuovo ospedale di Mestre: Carlo Aymonino, Luigi Calcagni, Gian Paolo Mar, Gigatta Tamaro; a cura di Gigetta Tamaro, Venezia, Arsenale Editrice, 1987.

Il nuovo ospedale di Mestre; a cura di Mariagrazia Raffele; fotografie di Daniele Resini, Venezia, Marsilio, 2007.

L'ospedale del futuro, a cura di Nicola Falcitelli, Marco Trabucchi e Francesca Vanara, Bologna, Il mulino, 2000.

La sanità in Versilia : umanità e tecnologia al servizio di una comunità, Roma, Esse Editrice, 2007.

Le Corbusier's Venice hospital and the Mat building revival, edited by Hashim Sarkis with Pablo Allard and Timothy Hyde, Munich, Prestel, Harvard university, Graduate school of design, 2001.

Nuovo ospedale di Bergamo: concorso internazionale, ente promotore: Ospedali riuniti di Bergamo, Bergamo, Bolis, stampa, 2002.

Associazione italiana tecnico-economica del cemento, *Industrializzazione e prefabbricazione nell'edilizia ospedaliera*, Roma, L'industria italiana del cemento, 1970.

C. Buccolieri, *Pareti e collettività : attrezzature e flessibilità dello spazio interno di scuole, ospedali, edifici per la cultura e lo spettacolo ed edifici di residenza collettiva*, Bologna, Ente autonomo per le fiere di Bologna, 1984.

V. Cammarata, *Tecnica ospedaliera ed edilizia sanitaria*, Roma, Legislazione Tecnica, 2005.

S. Capolongo; prefazione di Cesare Stevan; introduzione di Gaetano Maria Fara, *Edilizia ospedaliera : approcci metodologici e progettuali*, Milano, Hoepli, 2006.

S. Capolongo; prefazione di Fernanda Bergamini, *Igiene e edilizia ospedaliera: qualità e accreditamento*, Milano, CLUP, 2000.

Censis, Centro studi investimenti sociali, *Il futuro dell'ospedale: modelli e prospettive nell'evoluzione del sistema sanitario*, Milano, F. Angeli, 1993.

C.N.R., Consiglio nazionale delle ricerche; PFE, progetto finalizzato edilizia, sottoprogetto 2, area 2.2, tema 2.2.3; contraente Consorzio cooperative costruzioni; responsabile scientifico della ricerca Roberto Palumbo, *Metaprogettazione per l'edilizia ospedaliera*, Milano, BE-MA, 1993.

L. Corbo; a cura di Antonio ed Emanuela Corbo, *Ospedali : progettazione ed esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private*, Milano, Il sole-24 ore, 2004.

J. Cremnitzer, *Architecture et santé : le temps du sanatorium en France et en Europe*, Paris, Picard, 2005.

P. R. Cromwell, *Polyhedra*, Cambridge, Cambridge university press, 1997.

G. De Michelis, *Aperto, molteplice, continuo. Gli artefatti alla fine del Novecento*, Milano, Dunod-Mason, 1998.

A. Delera; prefazione di Clara Golinelli, *Le regole del progetto: i nuovi requisiti per abitare*, Milano, Libreria CLUP, 2004.

G. Filipputi, M. Gagliani, *Manuale di progettazione con il Glass Fibre Reinforced Concrete*, Faenza, Edit Faenza, 1992.

A. Friedman; with David Krawitz, *Planning the new suburbia: flexibility by design*, Vancouver, Toronto, UBC, 2002.

- A. Giovenale, presentazione di Roberto Palumbo, *Il progetto preliminare nell'edilizia ospedaliera: uno strumento per l'innovazione*, Roma, Kappa, 1998.
- R. Glanville, MARU (Medical Architecture Research Unit), *Scanning the spectrum of healthcare from hospital to home in the UK*, London, 1996.
- W. Gropius, *Ein Versuchshaus des Bauhauses*, in *Bauhausbucher*, vol.3, Munchen Langen, 1924 (trad. It. *Industria dell'abitazione*, in *Architettura integrata*, Milano, Il Saggiatore, 1963).
- R. L. Kobus, R. L. Skaggs, M. Bobrow and J. Thomas, T. M. Payette, *Building type basics for healthcare facilities*, , New York, Stephen A. Kliment, 2000.
- G. Lenzi, *Architettura e edilizia ospedaliera: progettazione di ospedali generali, tecnologia*. Con appendice di aggiornamento 1971, 2. ed. corretta e ampliata, Milano, Tamburini, 1973.
- L. Malighetti, *Progettare la flessibilità : tipologie e tecnologie per la residenza*, Santarcangelo di Romagna, Maggioli, 2008.
- F. Marzari, *Scuole, ospedali, alberghi*, Milano, Il sole-24 ore, 2001.
- P. Mello; introduzione di Romano Dal Nord, *L'ospedale ridefinito : soluzioni e ipotesi a confronto*, Firenze, Alinea, 2000.
- M. Morandotti, *Edilizia ospedaliera dallo spazio al luogo: approcci e metodi per la progettazione di una unita di day surgery*, Firenze, Alinea, 2008.
- M. Morandotti, *Modelli progettuali per l'edilizia ospedaliera*, Pavia, TCP, 2001.
- P. Oreto, *Alberghi e ospedali*, Palermo, Grafill, 2002.
- R. Palumbo, Ferdinando Terranova, *Lineamenti di edilizia sanitaria*, Roma, NIS, 1980.
- E. Paoli, *Gli edifici ospedalieri : ospedali, cliniche, case di cura, sanatori*, Milano, Tip. E. Sormani, 1960.
- L. Pedrotti, *La flessibilità tecnologica dei sistemi di facciata : evoluzione delle tecniche di produzione e di assemblaggio*, Milano, F. Angeli, 1995.
- S. Poretti; a cura del Gruppo ricerche edilizia industrializzata, *Partizioni interne e flessibilita` d'uso*, Roma, Tipografica Leberit, 1973.
- F. Prodi, A. Stocchetti; a cura di Sandro Boccadoro, *L'Architettura dell'ospedale : aspetti tecnico-sanitari*, Firenze, Alinea, 1992.

G. Rebecchini, *Considerazioni sul problema della flessibilità per le strutture edilizie universitarie: convegno di studio sull'edilizia universitaria / gruppo di lavoro sulle questioni tipologiche e tecnologiche*, Roma, ISES, 1970.

M. Salvadè, *Architettura ospedaliera*, Milano, Città studi Ed., 1991.

A. Tzonis, *Le Corbusier – la poetica della macchina e della metafora*, Milano, Rizzoli, 2001.

Riviste, articoli e ricerca

A.a.V.v. “Progetto di ricerca finalizzata (ex art.12, Dlgs 502/99): Principi guida tecnici, organizzativi e gestionali per la realizzazione e gestione di ospedali ad alta tecnologia e assistenza.”, supplemento di Monitor n.6, ASSR editore, Roma, 2003.

ECCS Technical Committee 7 – Working Group 7.4 – Design and application of sandwich panels, Preliminary European Recommendation for Sandwich Panels. Part II Good Practice, 1991.

Edilizia ospedaliera per Malattie infettive e contagiose, direttori della ricerca, G. Calvi, E.G. Rondanelli, Pavia, 1988.

Facciata in cotto per il nuovo ospedale della Versilia, in “Progettare per la sanità”, n. 99, maggio – giugno 2007, pp. 66 – 67.

Gestire il rischio clinico, in “Progettare per la sanità”, n. 107, settembre – ottobre 2008, p. 6.

S. Capolongo, Aymeric Zublena. *Incontro con l'architetto delle grandi opere pubbliche*, in “Tecnica Ospedaliera”, aprile 2003, pp. 30-33.

S. Capolongo, M. Buffoli, *Un nuovo ospedale per Bergamo*, in “Progetto Elettrico”, aprile 2005, BE-MA, Milano pp. 16-21

M. Carabillò, A. Ciotti, *Curarsi con la natura*, in “Progettare per la sanità”, n. 100, luglio – agosto 2007, pp. 20 – 29.

M. Carabillò, G. Manara, *Ospedali all'avanguardia*, in “Progettare per la sanità”, n. 97, gennaio – febbraio 2007, pp. 16 – 19.

M. Carabillò, G. Manara, *Viaggio CNETO in UK*, in “Progettare per la sanità”, n. 104, marzo – aprile 2008, pp.28 – 33.

C. Donati, *Evelia Guy's and St. Thomas Hospital*, in “Progettare per la sanità”, n. 104, marzo – aprile 2008, pp.20 – 27.

S. C. Gigli, *Verso il nuovo ospedale: architettura, tecnologia, organizzazione, gestione*, in “Progettare per la Sanità”, n.55, gennaio – febbraio 2000.

I. Masciardi, *Flessibilità funzionale in clinica*, in “Progettare per la sanità”, n. 108, novembre – dicembre 2008, pp. 20 – 25.

R. Piano, *Nuovo modello di ospedale*, Ministero della Sanità, Roma, 21 marzo 2001.

RDB, *Edifici prefabbricati. Guida alla progettazione architettonica*, 1990.

L. Rossi, *Ospedale comprensoriale di Gubbio e Gualdo Tadino*, in “Progettare per la sanità”, n. 106, luglio – agosto 2008, pp. 18 – 26.

U. Veronesi, *Relazione sullo stato sanitario del Paese*, 3 luglio 2000.

A. Zublena, *Integrazione urbana e architettonica*, in “Progettare per la sanità” 96, novembre – dicembre 2006, pp. 20 – 25.

Siti internet

http://archivistorico.corriere.it/2001/marzo/22/architetto_ecco_mie_regole_meta_co_0_01032211499.shtml

<http://www.armstrong.com>

<http://www.bdonline.co.uk/story.asp?sectioncode=426&storycode=3152742&channel=783&c=1&encCode=0000000001a6dcf6>

<http://www.building.co.uk/story.asp?storycode=3152844>

<http://www.chu-tours.fr>

<http://www.clydewaterfrontheritage.com>

<http://cnu.cineca.it/docum01/futuro.htm>

<http://www.comune.torino.it/cultura/biblioteche/nbcc/spazi.html>

http://www.domotica.it/pages/rivista/eco_prefab.html

http://www.e-architect.co.uk/holland/new_martini_hospital.htm

www.ediliziaospedaliera.net

<http://europaconcorsi.com/projects/73513-New-Martini-Hospital-in-Groningen/images>

<http://europaconcorsi.com/projects/71664-Studio-di-un-edificio-polifunzionale-a-terziario-innovazione-tecnologica-flessibilit-funzionale-risparmio-energetico>

http://www.groupe-6.com/site_en.html

www.idrotermicacoop.it/ospedaliera/

<http://www.imasbcn.com>

www.ministerosalute.it

<http://www.nhsggc.org.uk>

<http://www.nightingaleassociates.com>

http://www.progettomck.com/progetti/prog_modello.html

www.prointec.it/

<http://www.promozioneacciaio.it>

<http://thehub.c-hab.com/2009/11/modern-architecture-south-glasgow-hospital/>

<http://www.tribalgroup.com/servicesandsectors/pages/internationalhealthplanning.aspx>

http://www.ukprwire.com/Detailed/Health_Wellbeing/Nightingale_Associates_and_Tribal_win_840m_super_hospital_contract_57266.shtml

http://www.worldarchitecturenews.com/index.php?fuseaction=wanappln.projectview&upload_id=12754

<http://www.worldhealthdesign.com/Nightingale-wins-840m-Scottish-super-hospital-project.aspx>