

## sintesi di tesi di laurea

Università degli Studi di Firenze - Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea: Ingegneria Edile Magistrale

**LA RIQUALIFICAZIONE IMPIANTISCA OSPEDALIERA. IL CASO STUDIO DEL REPARTO OPERATORIO DELL'OSPEDALE DI SAN MARCELLO PISTOIESE**

Autore: Patrizio Pasticci

Relatori: Prof. Ing. Giuseppe GRAZZINI, Dott.ssa Carla BALOCCO, Ing. Luca SANI

Data di Laurea: 13 Ottobre 2010

### PRESENTAZIONE

*Questo lavoro di Tesi Magistrale in Ingegneria Edile, che ho seguito come secondo Relatore insieme al Prof. Giuseppe Grazzini quale Primo Relatore e all'Ing. Luca Sani dello Studio Ing. Luca Sani di Firenze, Relatore esterno, si pone all'interno di una ricerca interdisciplinare che riguarda aspetti energetici ed impiantistici di edifici speciali, quali gli ospedali di cui le sale operatorie costituiscono parti e sistemi che dal punto di vista funzionale, impiantistico ed energetico risultano emblematici per complessità e criticità progettuale nonché normativa.*

*Come si evince dal testo dell'articolo inerente la tesi, l'argomento è particolarmente complesso soprattutto perché affronta tematiche di refurbishment energetico ed impiantistico di strutture ospedaliere inserite in edifici storici spesso vincolati. Tematiche che appartengono al campo della fisica tecnica ambientale, degli impianti tecnici civili e dell'energetica.*

*L'aspetto innovativo e cruciale di questo lavoro di Tesi è l'approccio non-convenzionale alla progettazione impiantistica e distributivo funzionale dell'ospedale che segue peraltro l'orientamento attuale del settore ospedaliero. La progettazione ospedaliera sia in termini di recupero energetico che di nuova progettazione attualmente infatti segue un processo di distribuzione ed organizzazione funzionale degli spazi nonché di progettazione degli impianti volta al rispetto di requisiti di sterilità, di risparmio energetico, uso razionale dell'energia con efficiente impiego delle risorse rinnovabili, ma anche di "umanizzazione" e quindi di qualità e comfort per gli occupanti. Il caso studio dell'Ospedale di S.Marcello Pistoiese ed in particolare il suo blocco operatorio, sono stati gli oggetti su cui poter valutare l'efficacia e la possibilità dell'approccio approccio non-convenzionale proposto.*

Dott.ssa Carla Balocco

### RIASSUNTO

Il presente lavoro riguarda l'ipotesi di una riqualificazione architettonica ed impiantistica dell'ottocentesco ospedale F. Pacini di San Marcello Pistoiese (PT) con particolare attenzione alla problematica impiantistica del trattamento dell'aria nel reparto operatorio.

Lo studio è cominciato a partire da un approfondimento, condotto attraverso un'ampia ricerca bibliografica, in materia di contaminazione batterica aviotrasportata nell'ambiente operatorio: nello specifico vengono analizzati i metodi di diffusione batteriologica, quindi le fonti di inquinamento particellare più comuni e come queste possono essere limitate attraverso sia la progettazione architettonica ed impiantistica sia tramite adeguate procedure comportamentali e funzionali in ambito medico. E' stata quindi condotta una analisi critica circa la legislazione nazionale ed internazionale, specificatamente per il reparto

operatorio, in materia di progettazione architettonica ed impiantistica, di controllo, manutenzione e collaudo impiantistico. Ciò ha permesso di evidenziare alcune carenze delle norme più longeve, il dissenso in ambito internazionale su taluni parametri progettuali, infine, la probabilità di non raggiungere gli standard richiesti dalla normativa per il controllo e collaudo impiantistico, nonostante una corretta progettazione, dovuta proprio alla presenza di fonti di inquinamento endogene non determinabili né quantificabili a priori e mutevoli nel tempo. L'ipotesi di progetto parte da una constatazione: l'impossibilità di adeguare ai requisiti richiesti dalla normativa vigente l'esistente reparto operatorio.

Si è quindi optato per la realizzazione di un ospedale di "prima stabilizzazione" ovvero di una struttura sanitaria le cui "aree critiche" (pronto soccorso e blocco operatorio) fossero potenziate a scapito dei reparti per lungodegenti lasciando inalterati i servizi e gli spazi per le

funzioni sanitarie alle quali la popolazione accede pressoché quotidianamente. Dato il carattere radicale di questa riorganizzazione, si è resa necessaria una progettazione per fasi: la nuova dislocazione del pronto soccorso ha comportato infatti anche una nuova riorganizzazione dei percorsi esterni e quindi una nuova dislocazione dei parcheggi. Particolare attenzione è stata poi dedicata ai percorsi interni, riservando quest'ultimi in parte al personale sanitario ed ai pazienti, in parte ai visitatori. Infine si è proceduto alla nuova dislocazione del reparto operatorio ed al dimensionamento dell'impianto di ventilazione in accordo alle Linee Guida ISPSEL ed alla UNI EN ISO 14644.

## PREMESSA

In Italia il sistema ospedaliero poggia su retaggi decisamente antichi: sopravvivono infatti sotto gli occhi di tutti antiche strutture destinate un tempo all'accoglienza e cura dei malati che sono oggi testimonianze storiche di rara bellezza.

Laddove questi edifici ospitano ora uffici o ambulatori, si è potuto con relativa facilità predisporre il loro utilizzo e recuperare quindi l'immobile ma, nel caso siano destinati ad accogliere ospedali veri e propri la riqualificazione soprattutto in ambito impiantistico si dimostra un'operazione critica.

Molteplici sono gli aspetti da considerare: adattare nuove esigenze a spazi predefiniti, allineare le strutture agli odierni standard igienico-sanitari, ottimizzare le risorse, mantenere il passo con l'evoluzione di apparecchiature e tecniche mediche, soddisfare i bisogni di un utenza sempre più numerosa e diversificata.

Il caso preso in esame rispecchia decisamente quanto premesso: l'ospedale di San Marcello Pistoiese, di dimensioni non ragguardevoli, è un blocco unico sviluppatosi nel corso del tempo e conserva, nel corpo di fabbrica originario, tutte le caratteristiche strutturali ottocentesche.

Preliminarmente è stato condotto uno studio delle pubblicazioni scientifiche in merito alle cause delle infezioni da sito chirurgico e dei veicoli di contagio, la cui limitazione è stato l'obiettivo della progettazione architettonica ed impiantistica del reparto operatorio; a tal fine è stato importante anche indivi-

duare l'impatto della prassi medica in ogni suo aspetto, dall'uso delle diverse tecnologie alla tipologia dell'abbigliamento utilizzato.

Successivamente si è valutato il tutto alla luce dell'apparato normativo vigente, considerando la legislazione nazionale ed internazionale, soffermandosi su tutti i principali parametri di riferimento sia per quanto riguarda le costruzioni ospedaliere generiche, sia nello specifico dei blocchi operatori.

## Lo stato dell'arte

### Il problema delle Infezioni da Sito Chirurgico (SSI)

Fra i molteplici aspetti che implica un intervento di riqualificazione edilizia ed impiantistica, quello relativo all'igiene dell'aria nelle camere bianche ed ambienti ad esse associati è uno dei più critici, poiché legato alla salute del paziente ma anche all'economicità dell'intero sistema sanitario. Basta infatti considerare il problema delle infezioni da sito chirurgico (SSI). Tanto per dare un'idea dell'importanza ed attualità della questione, negli Stati Uniti risulta che annualmente vi siano 700.000 casi di SSI che costituiscono la quarta causa di morte per la popolazione dopo malattie cardiovascolari, neurologiche e neoplastiche, e prima di eventi traumatologici[1]. In Gran Bretagna è stato stimato che le operazioni di protesi all'anca nel 2050 saranno 4,5 milioni; ad oggi la percentuale di pazienti sottoposti ad un nuovo intervento chirurgico è del 5,8% (di cui il 4% per infezione dei tessuti interni) se il precedente intervento è stato condotto in una ambiente con ventilazione a flusso non laminare e del 1,4% (di cui lo 0% per infezioni dei tessuti interni) [6].

Queste analisi a due conclusioni cruciali: la prima è che trascurare il problema delle infezioni da sito chirurgico porterà nel 2050, nell'esempio della Gran Bretagna, a 10.440 interventi operatori evitabili causati da inadeguatezze ambientali; la seconda è che l'architettura e la funzionalità e tipologia della sala operatoria ed il sistema di ventilazione giocano un ruolo fondamentale per l'igiene, la salute e i requisiti di qualità dell'aria richiesti.

### Alcune cause del problema

Solo il 2% delle SSI (tubercolosi, il morbo del legionario e l'aspergillosi) sono contratte per via aerea mentre il restante 98% dipendono da fattori endogeni aviotrasportati e che agiscono quindi tramite un contatto indiretto;

funghi batteri e virus sono imprescindibili dal particolato che funziona come elemento connettore tra sorgente inquinante e sito chirurgico.

Arduo sembra definire e quantificare l'incidenza probabilistica in merito al rischio infettivo di tutte le variabili (intese come fonti generatrici di particolato) presenti nell'ambiente operatorio:

**- Il contatto indiretto quale lo scambio a distanza di squame cutanee dovuto ai flussi d'aria:**

L'essere umano libera quotidianamente circa  $3 \times 10^8$  squame al giorno la cui dimensione è dell'ordine di  $1 \mu\text{m} - 2 \mu\text{m}$  (quella dei pori del vestiario chirurgico è dell'ordine di  $80 \mu\text{m} - 100 \mu\text{m}$ ), ciascuna delle quali carica di più di 100 batteri.

**- L'utilizzo degli dispositivi di protezione individuale da parte del personale sanitario:**

Uno studio ha rilevato come all'altezza del tavolo operatorio il numero di CFU (Unità Formanti Colonie) di batteri su piastrine di raccolta era 472 quando capelli e naso erano scoperti, 324 CFU con il naso scoperto, 21 CFU con naso e capelli coperti [5]

**- La destinazione d'uso della sala operatoria:**

Alcuni test effettuati tra le sale operatorie dell'ospedale di Taiwan, quella dedicata alla traumatologia d'emergenza è risultata essere la più inquinata sia dal punto di vista della conta particellare sia della conta batterica, con un massimo di CFU/m<sup>3</sup> superiore di 4 volte il limite consentito [11].

**- Il tipo di procedura chirurgica utilizzata:**

L'utilizzo dell'elettro-bisturi genera polveri sottili la cui sedimentazione, secondo l'equazione di Stokes, si protrae nel tempo, contrariamente l'utilizzo della strumentazione laparoscopica che non genera inquinanti.

**- Il tipo di procedura anestetica impiegata:**

Per l'anestesia si utilizzano cocktails di gas medicali liquidi vaporizzati in sito misti ad ossigeno puro (O<sub>2</sub>), tra i quali il più rinomato è il protossido di azoto (N<sub>2</sub>O); in alternativa, secondo le nuove tecniche anestesiolgiche, sono utilizzati farmaci come i curari immessi per via endovenosa [4] e quindi non dispersori di inquinanti in aria. Inoltre i danni che i reflui dei gas anestetici

arrecano colpiscono essenzialmente tutti coloro che ne subiscono una esposizione costante e prolungata nel tempo, anche se a bassi dosaggi. Vi è poi da ricordare che tali miscele gassose sono altamente infiammabili e necessitano quindi non solo di un impianto specifico per l'estrazione dall'ambiente (AGSS) ma anche, in quest'ultimo, della presenza di superfici antielettrostatiche.

**- Alcune soluzioni al problema**

Gli ambiti di intervento al fine di diminuire il rischio di SSI possono riguardare sia il paziente, tramite la farmacologia, sia l'ambiente, tramite l'eliminazione con lampade ai raggi U.V. delle specie batteriche e/o la riduzione dei vettori di transito (il particolato).

**- La profilassi antibiotica**

Da alcuni studi emerse chiaramente che i pazienti sottoposti a profilassi antibiotica e operati in sale ultra-clean riportarono lo 0,7% di casi di SSI contro l'1,6% di un secondo gruppo che, operato nella stessa tipologia di sala, non fu invece sottoposto a profilassi antibiotica [10].

**- L'utilizzo delle lampade ai raggi UV**

Vi è una scarsissima casistica di studi inerenti l'effettiva efficienza di queste lampade poste in termini di disinfezione dell'aria, se inserite in contesti reali prettamente sanitari o di ambito ospedaliero. Inoltre è stato dimostrato che l'effetto germicida dei raggi ultravioletti non è efficace per tutti i virus ed è addirittura innocuo per le spore. Infine non è da dimenticare che il National Toxicology Program ha definito i raggi ultravioletti cancerogeni per l'uomo [9].

**- L'abbattimento della concentrazione del particolato**

Si distinguono in questo caso un intervento comportamentale/procedurale di ambito medico ed un intervento architettonico/impiantistico di ambito progettuale ed è in merito a quest'ultimo aspetto che si concentra la nostra attenzione:

**a) La zonizzazione del reparto**

Già nel 1947 si intraprese lo studio inerente la composizione architettonica dei reparti operatori, definendone alcune caratteristiche peculiari tutt'oggi ancora valide: la definizione di classe di pulizia degli ambienti, la mediazione tramite ambienti "filtro" tra i locali a differente classe di pulizia (specie per quelli ove il rischio di contrarre infezioni è più elevato), i percorsi separati tra "pulito" e "sporco".

**b) Il sistema di filtraggio dell'aria.**

I livelli di filtraggio dell'aria prevedono l'allocatione subito dopo il ventilatore di un filtro per

particelle di diametro maggiore di  $3\mu\text{m}$ , con efficienza variabile dal 30% al 50%, al fine di preservare i componenti meccanici ed elettronici dell'UTA, un secondo filtro nell'ultima sezione della UTA, con efficienza al 95% per particelle di diametro minore di  $3\mu\text{m}$  per purificare "grossolanamente" l'aria di mandata e preservare al meglio i filtri ad alta efficienza (HEPA, 99,97%) siti nell'immissione della sala operatoria [2].

#### **c) L'area del soffitto filtrante**

Un soffitto filtrante che sovrasti completamente il tavolo operatorio, il personale sanitario comporta un lavaggio continuo delle aree più sensibili alla contaminazione.

#### **d) La portata d'aria e numero di ricambi l'ora**

Ciascun ricambio d'aria comporta una riduzione del 37% della concentrazione batterica presente in aria.

#### **e) Studi condotti attraverso l'uso della fluidodinamica computazionale**

Le simulazioni di termofluidodinamica (CFD) sono un utile strumento di analisi e di valutazione dell'efficienza dell'impianto HVAC nel garantire requisiti di igiene, qualità dell'aria, stabilità del regime pressorio interno, sicurezza e comfort per il paziente e lo staff medico in sala operatoria. Ad esempio la simulazione in condizioni di regime transitorio della dispersione dei contaminanti e/o dei gas nel micro-ambiente chirurgico consentono di valutare l'efficacia della posizione delle bocchette di mandata e ripresa, verificare il regime pressorio, programmare la pulizia dell'ambiente in funzione degli ostacoli (team chirurgico, arredi, colonne gas medicali, lampada scialitica) e della movimentazione delle persone.

#### **f) Tipologia del flusso**

Due sono le tipologie di flusso d'aria associabili ad ambienti a contaminazione controllata: il flusso turbolento, i cui vantaggi sono una rapida dispersione di batteri dal sito chirurgico, il benessere termico per chirurghi ed una miscelazione d'aria più efficace rispetto al flusso laminare il quale, invece, ha il vantaggio di non creare eccessivi moti turbolenti sul pavimento riducendo il rischio di innalzare particolato che anzi, sfruttando l'effetto pistone di griglie di ripresa d'aria a terra, viene allontanato più efficacemente dal sito chirurgico[3].

#### **g) Temperatura dell'aria ambiente**

Il freddo interno provoca vasocostrizione, che a sua volta provoca una riduzione del regolare afflusso sanguigno, quindi di ossigeno e di polymorphonuclear neutrophils (PMN's) impedendo il compiersi dei processi ossido riduttivi di soppressione delle attività fagocite [11].

#### **h) I controlli**

L'eccessiva concentrazione di particolato potrà essere rilevata, in un futuro prossimo, anche in automatico ed alle condizioni di "in operation", tramite apparecchi conta particelle installati in posizioni strategiche. Fornendo un risultato in tempo reale si potrà provvedere subito, a procedure "straordinarie" per la pulizia dell'aria, come l'aumentare dei ricambi d'aria l'ora. Altrettanto però non sarà possibile fare per la conta di colonie batteriche, le quali richiedono sempre una incubazione in siero di 48 ore a  $38^{\circ}\text{C}$ . Esiste allora la possibilità di definire una relazione tra conta particellare e conta batterica? Molta è la letteratura in materia ma ad esempio un recente lavoro di ricerca condotto in un importante ospedale parigino non ha mostrato alcuna chiara relazione [8].

#### **Riferimenti normativi**

Preliminarmente allo studio della riqualificazione impiantistica del reparto operatorio dell'ospedale di San Marcello Pistoiese, si è intrapreso per l'intera struttura ospedaliera, uno studio di riqualificazione "compositiva" ovvero architettonica e funzionale, poiché evidente è allo stato attuale un certo disordine architettonico dovuto ai vari ampliamenti volumetrici susseguiti negli anni. Proprio in questa fase è apparso evidente come la presenza di un testo unico normativo in materia di progettazione ospedaliera, oggi assente, sarebbe uno strumento di grande ausilio.

In merito alla riqualificazione impiantistica, specifica del reparto operatorio, dalla normativa internazionale analizzata emergono alcuni punti di dissenso, in riferimento anche ai risultati spesso discordanti degli studi condotti in materia. Premesso che la matrice comune della quasi totalità dei testi normativi europei è l'ASHRAE Standard 170, si colgono evidenti differenze, circa:

- immissione o meno in sala operatoria di aria di ricircolo ed eventualmente in quale quantità;
- metodo di calcolo e valore delle portate di immissione di aria di rinnovo in sala operatoria;
- metodo di controllo della concentrazione batterica in aria;
- validità del controllo della concentrazione particellare in aria.

Altresì vi è un consenso pressoché unanime in merito:

- alla classificazione degli ambienti in funzione dei requisiti di igiene e pulizia richiesti;
- al numero, dislocazione e tipologia dei setti filtranti;
- all'impiego di flussi laminari per l'immissione d'aria nell'ambiente tramite un soffitto filtrante (sistema air-ceiling) di almeno  $9\text{m}^2$ ;
- ad un intervallo di temperatura ambiente va-



riabile da 20°C a 24°C con umidità relativa dal 30% al 60%.

Appare poi evidente come a livello nazionale il D.P.R. del 14 Gennaio 1997 sia insufficiente a garantire il rispetto degli standard richiesti a livello internazionale per gli ambienti a contaminazione batterica controllata. Alle lacune del D.P.R. 14/01/97 sopperiscono le Linee Guida ISPSEL 2009 che hanno il grande vantaggio di presentarsi come “Testo Unico” in materia di progettazione dei reparti operatori, riportando non solo gli standard del già citato D.P.R. del 14/01/97 ma anche, tramite altre “citazioni” di norme internazionali, i riferimenti per il controllo ed il collaudo impiantistico delle sale operatorie.

Non vi è poi garanzia che ad una progettazione scrupolosa e conforme alla normativa di riferi-

mento corrisponda poi il raggiungimento degli standard di pulizia ed igiene richiesti invece dalla normativa per il controllo ed il collaudo impiantistico delle sale operatorie. Ciò è dovuto anche alla presenza nell’ambiente di numerose variabili inquinanti non facilmente quantificabili e determinabili.

### Il Caso studio

L’obiettivo di questo lavoro riguarda la riqualificazione architettonica ed impiantistica dell’ottocentesco ospedale F. Pacini di San Marcello Pistoiese (PT) con particolare attenzione alla problematica impiantistica del trattamento dell’aria nel reparto operatorio. Immagini dell’ospedale sono di seguito riportate



## Fasi di intervento

Data l'impossibilità fisica di ristrutturare il solo reparto operatorio esistente secondo i canoni normativi vigenti, si è reso necessario un intervento sull'intera struttura creando così un "ospedale di prima stabilizzazione" potenziando le "aree critiche" (pronto soccorso e blocco operatorio) a scapito dei reparti per lungodegenti, lasciando inalterati i servizi e gli spazi per le funzioni sanitarie alle quali la popolazione accede pressoché quotidianamente (laboratorio analisi, emodialisi, poliambulatorio, fisioterapia). Questo ha fatto sì che si dovessero apportare modifiche sensibili anche agli spazi esterni, diversificando sia i percorsi pedonali e carrabili sia i parcheggi, razionalizzando lo spazio disponibile per agevolare l'accesso alle utenze ed ai mezzi di trasporto sanitari ad oggi affollati nel piazzale principale. Si è dunque proceduto per fasi:

### - Fase 1: l'ampliamento del pronto soccorso da 42m<sup>2</sup> a 443m<sup>2</sup>

Realizzazione di accessi distinti per pazienti barellati o deambulanti, di una sala di attesa per eventuali accompagnatori, di una sala specifica

per il trattamento delle emergenze (sala rossa), mediata da un locale "filtro".

Ulteriore dislocazione di un ambulatorio per i codici differibili con annessa una sala di attesa per gli utenti ed una camera di degenza per l'osservazione breve.

Realizzazione di un locale di ristoro del personale sanitario e di un ufficio per il coordinatore infermieristico.

### - Fase 2: riorganizzazione dei percorsi interni.

Accesso controllato e distinto in funzione del tipo di percorso, degli ascensori e delle scale esistenti a servizio dei reparti ospedalieri ed in particolare del poliambulatorio.

### - Fase 3: razionalizzazione degli spazi esterni.

Accesso per visitatori o utenti deambulanti tramite un percorso pedonale agevolato dal vicino parcheggio comunale.

Locazione sul piazzale in prossimità dell'ingresso del pronto soccorso di due stralli riservati ai mezzi di soccorso del 118.

Locazione di quattro stralli riservati ai veicoli socio-sanitari sul piazzale posto sul fronte su in prossimità dell'accesso alla struttura ospedaliera.



Fig.1 : ampliamento del pronto soccorso e razionalizzazione degli spazi esterni: Si è indicato con il colore rosso la sala adibita al trattamento delle emergenze ed il relativo percorso di accesso; parimenti per l'ambulatorio dedicato ai codici differibili di colore verde, in viola i locali dedicati al ristoro del personale e all'ufficio del coordinatore infermieristico. In azzurro l'ingresso pedonale in prossimità degli ambulatori di triage.



**- Fase 4: l'ampliamento del reparto operatorio da 80m<sup>2</sup> a 300m<sup>2</sup>**

Realizzazione di due sale operatorie (il numero minimo secondo la normativa vigente) in adiacenza alle rispettive sale di anestesia e locali di vestizione chirurgica oltre ad una recovery room con due postazioni letto ed al deposito sterile tutte incidenti nel corridoio a carica batterica controllata.

Realizzazione di una centrale di sterilizzazione con un sistema di percorrenza del materiale del tipo "tutto avanti" separato, per altro, dal percorso di lavaggio e sanificazione dei carelli. In particolare: dislocazione di un locale di decontaminazione, collegato tramite "pass-box" alle sale operatorie, dal quale il materiale biologicamente inattivato confluirà poi all'esterno del

reparto operatorio, nel locale "lavaggio" e da qui a sua volta, ancora tramite "pass-box" nel locale di controllo dove verrà inviato, sempre tramite pass-box, nel locale di confezionamento ed infine, a chiusura del circolo, nel deposito sterile interno, come visto, al "nucleo" a carica batterica controllata del reparto operatorio.

Organizzazione dei percorsi di accesso al reparto operatorio separati per pazienti, personale sanitario, materiale pulito e materiale sporco. Posizionamento di locali "filtro" tra ambienti a differente classe di pulizia (spogliatoi del personale e locale passa-malati, tra il corridoio "sporco" e quello "pulito"; sistema "Air Lock" e "Pass Box" tra corridoio pulito e corridoio a carica batterica controllata).

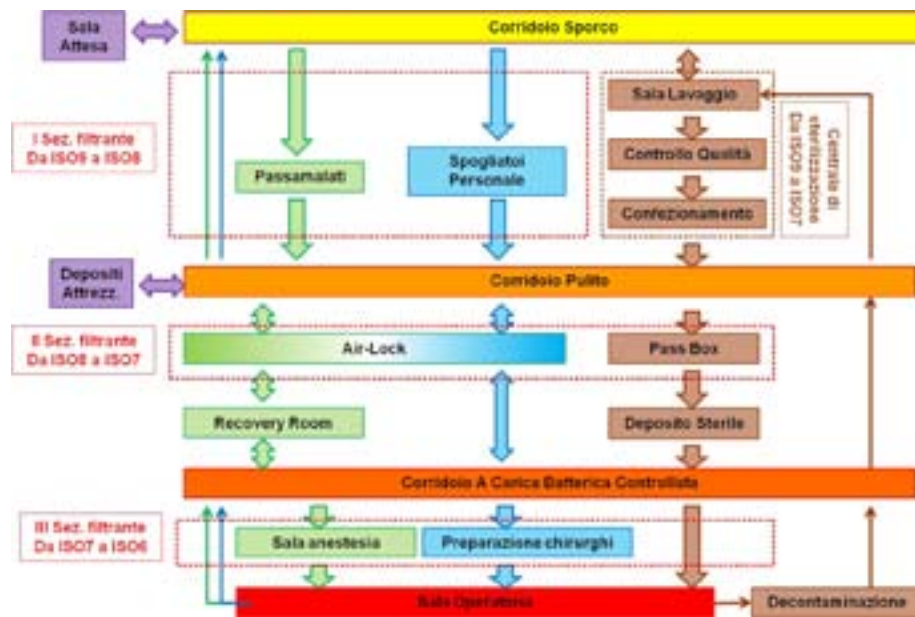


Fig.2 : schema dei percorsi interni al reparto operatorio: Si è indicato con i colori verde, azzurro e marrone rispettivamente i flussi dei pazienti, del personale sanitario, dei pazienti e del materiale. In particolare la freccia bidirezionale indica la libera circolazione mentre le frecce monodirezionali spesse e sottili indicano il passaggio obbligato rispettivamente in entrata ed in uscita da un determinato ambiente. Dallo schema sopra riportato si evincono inoltre le tre sezioni filtranti a monte delle zone progressivamente

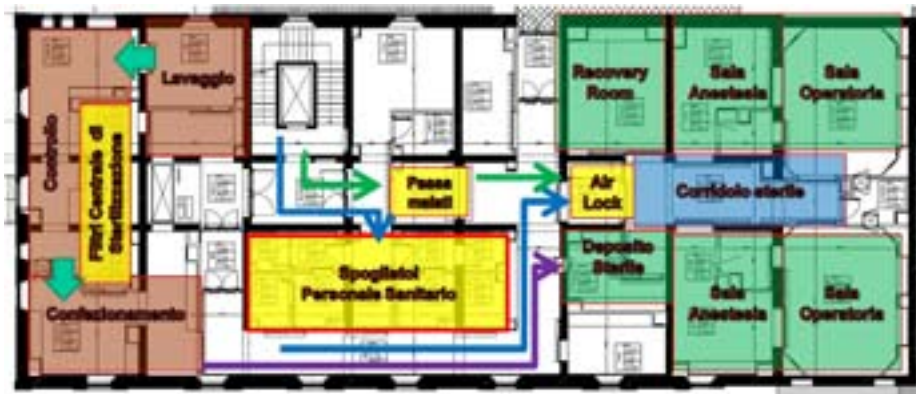


Fig.3 : definizione dei locali e dei percorsi di accesso al reparto operatorio: in giallo sono evidenziati i locali "filtro" tra ambienti a differente classe di pulizia secondo UNI EN ISO 14644 ed in particolare le frecce verdi, azzurre e viola indicano rispettivamente i percorsi di accesso al corridoio a carica batterica controllata (il nucleo del reparto) di pazienti, personale sanitario, materiale "pulito"

**- Fase 5: il progetto dell'impianto VCCC per il blocco operatorio**

Classificazione degli ambienti del reparto operatorio secondo UNI EN ISO 14644-1 e dimensionamento delle portate.

Verifica delle portate tramite il calcolo delle po-

tenze di picco in regime periodico stabilizzato. Calcolo della percentuale di aria di ripresa in relazione alla differenza di pressione tra ambienti di diversa classe di pulizia.

Dimensionamento delle condotte e conteggio delle perdite di carico lineari e puntualizzate.



Fig.4 : definizione delle classi di pulizia secondo UNI EN ISO14644 e relativi parametri progettuali: dal blu (corridoio "sporco" sala attesa, spogliatoi personale sanitario) al celeste chiaro (sale operatorie) la progressione degli ambienti classificati secondo ISO9 - ISO8 - ISO7- ISO6. In tabella la portata d'aria di rinnovo e quella di ripresa in funzione della crescente differenza di pressione tra ambienti di differente classe ISO

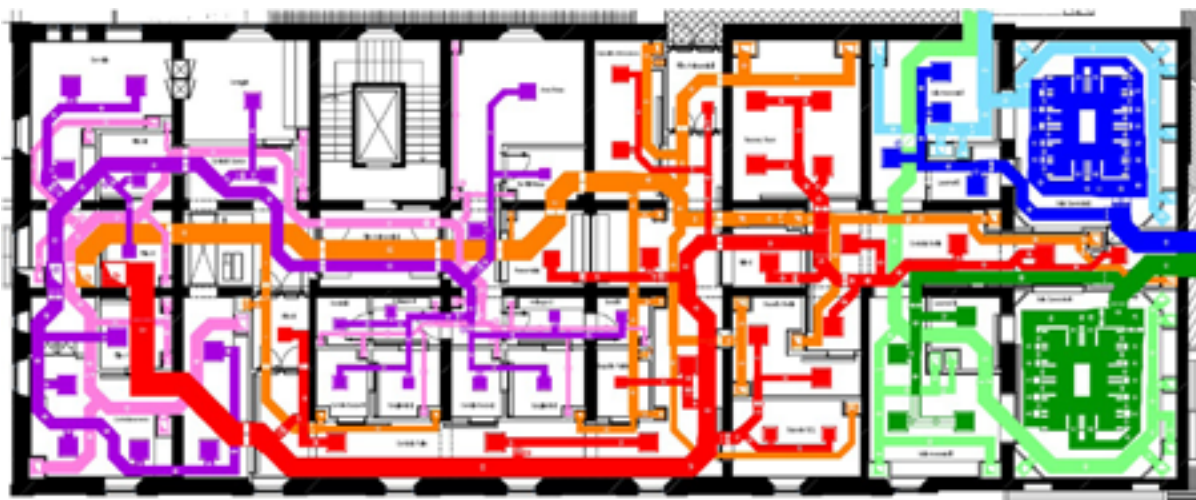


Fig.5 : sovrapposto delle linee di mandata (colore scuro) e di ripresa (colore chiaro) dell'impianto di ventilazione  
 Linea Verde (sala operatoria; sala di anestesia) Mandata: 13367 m<sup>3</sup>/h - Ripresa: 5576 m<sup>3</sup>/h  
 Linea Blu (sala operatoria; sala di anestesia) Mandata: 13715 m<sup>3</sup>/h - Ripresa: 8507 m<sup>3</sup>/h  
 Linea Rossa (corridoio a c.b.c.; corridoio "pulito"; recovery room) Mandata: 15191 m<sup>3</sup>/h - Ripresa: 14164 m<sup>3</sup>/h  
 Linea Viola (centrale di sterilizzazione; spogliatoi; corridoio "sporco") Mandata: 10153 m<sup>3</sup>/h - Ripresa: 9602 m<sup>3</sup>/h



## CONCLUSIONI

Lo studio condotto ha portato in evidenza le molteplici problematiche da tenere in considerazione nella progettazione architettonica ed impiantistica di ambienti, quali le sale operatorie, particolarmente sensibili al grado di pulizia sia delle superfici che dell'aria. Il rischio di infezioni post operatorie, dovute proprio alla carenza di ottimali condizioni igieniche, può essere ridotto attraverso campi d'intervento multidisciplinari:

- Una progettazione architettonica del reparto operatorio che preveda percorsi differenziati per materiale pulito o contaminato, personale sanitario e pazienti con la predisposizione di ambienti che funzionino da filtro tra locali a differente classe di pulizia.

- Una progettazione impiantistica, avvalorata da modellazione termo-fluido-dinamiche (tecniche CFD) del microambiente e del macroambiente, in aggiunta sia all'utilizzo di cospicue portate d'aria d'immissione sia all'utilizzo di portate di ripresa in funzione della differenza di pressione tra ambienti a classe di pulizia non omogenea. Infine la diffusione dell'aria nella sala operatoria tramite flusso laminare verticale, e la ripresa tramite opportune griglie sia a livello del pavimento (per l'aspirazione degli inquinanti più pesanti) sia a livello del soffitto (per l'aspirazione degli inquinanti più leggeri come eventuali reflui di gas anestetici).

- Aspetti procedurali, di competenza medica, ma di grande impatto sul calcolo ingegneristico perché non vi è una formula empirica che assicuri al progettista la certezza della pulizia dell'aria considerando implicita proprio la prassi medica che può variare a seconda degli iter lavorativi (abbigliamento del personale, frequenza di apertura della porta) e delle apparecchiature elettromedicali (laparoscopia, elettrobisturi).

- La profilassi antibiotica, anch'essa prettamente di competenza medica, il cui solo impiego può ridurre del 50% la possibilità di contrarre infezioni da sito chirurgico.

L'analisi della normativa internazionale ha evidenziato poi una discreta eterogeneità in merito a taluni parametri di riferimento per la progettazione impiantistica mentre la norma italiana, per agevolare il progettista, dovrebbe invece prevedere un testo unico che raccolga le direttive in materia di architettura ed impianti di costruzioni ad uso ospedaliero. Dal progetto finale ottenuto si possono muovere importanti considerazioni:

- I requisiti prestazionali richiesti dalla normativa sono talmente elevati che necessitano di consistenti volumetrie difficili da ottenere in edifici antichi: si dovrà quindi considerare la fattibilità o meno delle modifiche necessarie e, laddove queste siano attuabili, quale sia la qualità del risultato ottenuto ed i costi affrontati.

- In termini di risparmio energetico non è ipotizzabile intervenire sulla sala operatoria in quanto trattasi di un ambiente necessariamente "energivoro". Quello che il progettista deve attuare è invece una lettura sistematica dell'intero organismo ospedale evidenziando, altrove, quegli elementi architettonici ed impiantistici che possono contribuire al risparmio energetico.

Questo lavoro propone un approccio non-convenzionale alla progettazione edile ed impiantistica delle sale operatorie, in riferimento alla normativa vigente, per la quale, peraltro si stanno orientando le nuove progettazioni ospedaliere. Ciò significa che la progettazione ospedaliere sia in termini di recupero energetico che soprattutto sul nuovo debba procedere secondo una distribuzione ed organizzazione funzionale degli spazi ed una progettazione degli impianti secondo requisiti di sterilità. Tutto ciò ha come conseguenze fondamentali:

- Difficoltà attuative e rilevanti costi monetari ed energetici nei casi, come quello studiato, di refurbishment.
- Cadenzate misurazioni biologiche e microclimatiche con i costi conseguenti e con risultati spesso non auspicati.
- Un impianto le cui prestazioni soddisfino i requisiti per ultra clean ambients
- Pianificazione dei controlli e della manutenzione degli impianti e delle strutture con la relativa stesura di piani gestione delle risorse finanziarie.
- Stesura di piani procedurali e di formazione per la movimentazione dello staff sanitario nel macro ambiente.

## BIBLIOGRAFIA

- [1]- Albrecht M. et al. (2010). *Forced-air warming blowers: An evaluation of filtration adequacy and airborne contamination emissions in the operating room*, American Journal Of Infection Control.
- [2]-Balaras A. et al. (2007). *HVAC and indoor thermal conditions in hospital operating rooms*, Energy & Buildings.
- [3]- Chow T.T. et al. (2003). *Ventilation performance in operating theatres against airborne infection: review of research activities and practical guidance*, Journal Of Hospital Infection.
- [4]- Dascalaki E.G. (2008). *Air quality in hospital operating rooms*, Building And Environment .
- [5]- Hubble M.J. et al. (1995). *Clothing in laminar-flow operating theatres*, Journal Of Hospital Infection.
- [6]- Kakwani R.G. (2007). *The effect of laminar air-flow on the results of Austin-Moore hemiarthroplasty*, Injury.
- [7]- Knobben B.A.S. et al. (2006). *Evaluation of measures to decrease intra-operative bacterial contamination in orthopedic implant surgery*, Journal Of Internal Infection.
- [8]- Landrin. A et al. (2005). *Monitoring air sampling in operating theatres: can particle counting replace microbiological sampling?*, Journal Of Hospital Infection.
- [9]- Memarzadeh F. (2010). *Applications of ultraviolet germicidal irradiation disinfection in health care facilities: Effective adjunct, but not stand-alone technology*, American Journal Of Infection Control.
- [10] - Scaltriti S. et al. (2007). *Risk factors for particulate and microbial contamination of air in operating theatres*, Journal Of Hospital Infection.
- [11]- Wan G.H. et al. (2011). *Long-term surveillance of air quality in medical center operating rooms*, American Journal Of Infection Control.



**NEL PALAZZO REALE DI PORTICI**  
dal 16 marzo al 16 giugno si tiene la Mostra

**IL SITO REALE DI PORTICI  
DAI BORBONE ALL'UNITA' D'ITALIA**

Orari di apertura:  
Giovedì e Venerdì 10.00-16.00  
Sabato 10.00-18.00  
Si organizzano Visite Guidate

La mostra è stata curata  
per la SoprintendenzaBAPSAE di Napoli e Provincia  
dalla storica dell'arte Annalisa Porzio  
e dall'architetto Tommaso Russo.

Data Inizio:16 marzo 2012  
Data Fine: 16 giugno 2012  
Luogo: Portici, Reggia  
e-mail: sbapsae-na.comunicazione@beniculturali.it  
sito Web: <http://www.palazzorealenapoli.beniculturali.it>

Portici, Reggia  
Città: Portici  
Indirizzo: via università 101  
Provincia: (NA)  
Regione: Campania  
E-mail: sbapsae-na.comunicazione@beniculturali.it  
Sito web: <http://www.palazzorealenapoli.beniculturali.it>

**NUOVO SERVIZIO ON-LINE COMUNE DI FIRENZE**

Il Comune di Firenze dal 13 Febbraio 2012 ha attivato un Nuovo Servizio On-line per la trasmissione telematica delle pratiche di progetto e certificazione ai sensi delle L. 10/91, L. 248/05 e D.P.R. 59/09 (A.C.E.), che consente all'utenza di utilizzare una procedura assistita/guidata, disponibile mediante link presente in Rete civica del Comune di Firenze con il percorso: [www.comune.fi.it/Servizi/Servizi](http://www.comune.fi.it/Servizi/Servizi) On-Line) ed utilizzabile quindi dal proprio domicilio.

La procedura assistita assicura che l'invio sarà completo delle dichiarazioni e degli allegati in conformità a quanto richiesto dalla normativa vigente, riducendo fortemente il rischio di errori o richieste di integrazioni.

Per considerare la portata dell'evento si deve tener conto che le pratiche depositate allo sportello al pubblico della Direzione Ambiente, competente al ricevimento, nel 2011 hanno superato le 6000 unità e che tendenzialmente le pratiche sono in aumento ogni anno. L'Amministrazione ha quindi realizzato una procedura ed un programma di software in collaborazione tra le Direzioni Ambiente e la Direzione Servizi Informativi, per la gestione dell'intera ricezione, archiviazione, controllo e verifica delle informazioni depositate. L'archivio che ne deriva e' utilizzabile anche dalla Direzione Urbanistica ed Edilizia Privata (Banca Dati Ges. Pra).

Questa procedura ha avuto un lungo periodo di preparazione, sia perché è stata più volte implementata per gli aggiornamenti normativi intercorsi, sia perché è stato attivato un periodo di sperimentazione, da aprile 2011 a gennaio 2012, durante il quale un gruppo di 14 tecnici in rappresentanza dei vari Ordini e Collegi Professionali, l'ha utilizzata inviando oltre 200 pratiche, consentendo di collaudarla nel funzionamento sia per l'utenza, sia per gli operatori addetti. Nella verifica finale della fase di sperimentazione, i professionisti hanno dichiarato il loro pieno gradimento della procedura, ed hanno suggerito altri possibili miglioramenti che verranno accolti in una prossima fase di sviluppo già prevista. Infine questa procedura permetterà, di eliminare, in futuro, l'archivio cartaceo con un risparmio stimato in 300-400 mila pagine documentali, equivalenti a circa 15-20 quintali di carta ogni anno, con evidenti vantaggi per l'ambiente ed economici.