



STEAM

ARCHITETTURA E INGEGNERIA

LA GESTIONE DEGLI IMPIANTI DI CLIMATIZZAZIONE E DELL'EMERGENZA IN AMBITO OSPEDALIERO

Prof. Ing. Mauro Strada



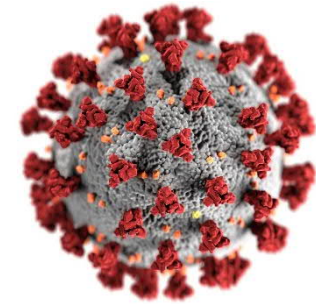
oice



CONFINDUSTRIA



Negli ambienti ospedalieri è fondamentale attuare tutti gli interventi idonei a ridurre al massimo il rischio di contagio in presenza di una pandemia quale quella attualmente in atto relativa al virus SARS – COV2-19 (normalmente indicato come COVID).



Data per scontata l'adozione di tutti gli interventi necessari ad evitare il contagio dovuto al trasporto tramite goccioline infettate (mezzi di protezione individuali per gli operatori sanitari nonché sanificazione frequente delle superfici dove si potrebbero depositare) gli impianti di condizionamento entrano in gioco principalmente per quanto riguarda la trasmissione del virus via aerosol.



A questo proposito il gruppo di lavoro dell'AICARR, coordinato dalla professoressa D'Ambrosio, a cui il sottoscritto ha collaborato, ha predisposto ancora nel mese di aprile il

«Protocollo per la riduzione del rischio da diffusione del SARS – COV2-19 mediante gli impianti di climatizzazione e ventilazione in ambienti sanitari»



oice



CONFINDUSTRIA

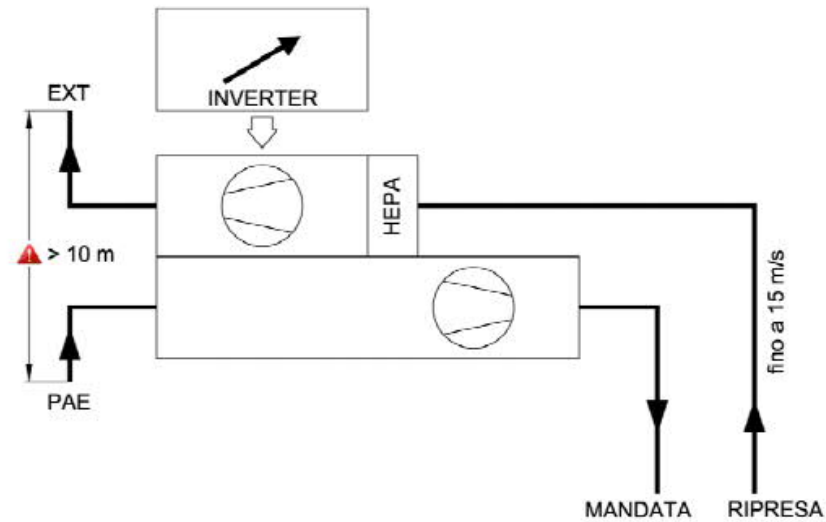
Tale Protocollo parte dai principi base da considerare quando si devono trattare pazienti infetti in un ospedale e cioè:

- segregazione sia in termini di layout architettonici (ad esempio air-lock) sia in termini impiantistici (azioni per il mantenimento di adeguate differenze di pressione tra i vari ambienti al fine di evitare la cross contamination);
- diluizione mediante elevati ricambi di aria della concentrazione del virus aerotrasportato, in particolare per le terapie intensive;
- controllo della contaminazione dell'ambiente esterno mediante filtrazione assoluta nelle espulsioni.

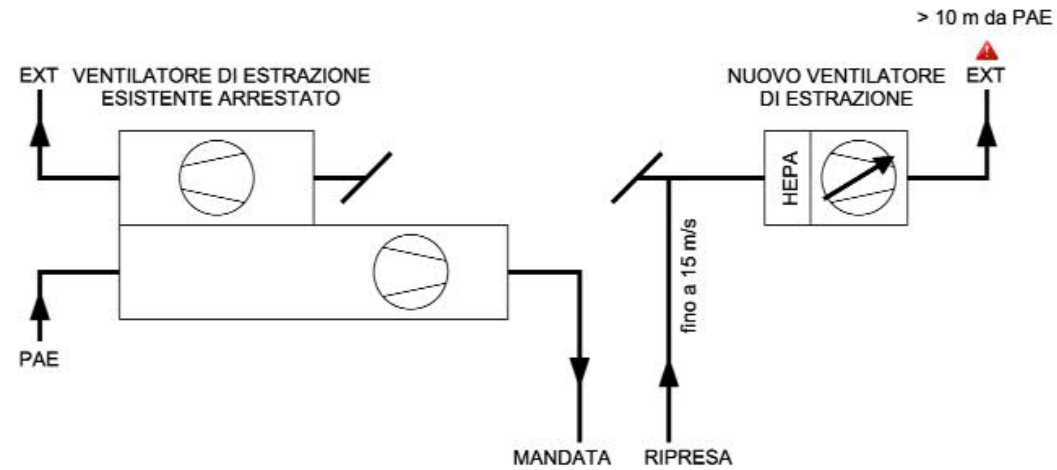
Fondamentale in tutti gli ambienti destinati ad accogliere pazienti infettivi è creare le corrette condizioni di pressione negativa negli ambienti dove gli stessi sono ricoverati rispetto alle altre zone dell'ospedale. Ciò si può realizzare tramite l'aumento della portata di ripresa ma **SENZA RIDURRE LA PORTATA DI ARIA ESTERNA**, provvedendo a :

- alla riprogrammazione degli inverter delle sezioni di ripresa;
- all'installazione di inverter di alimentazione elettrica dei motori esistenti ove non presenti ;
- alla modifica delle pulegge dei sistemi ventilanti di concezione più datata.

SCHEMA N.1 – Inserimento inverter su motore del ventilatore di estrazione e filtrazioni HEPA



SCHEMA N.2 – Nuovo blocco HEPA ventilatore di estrazione con inverter

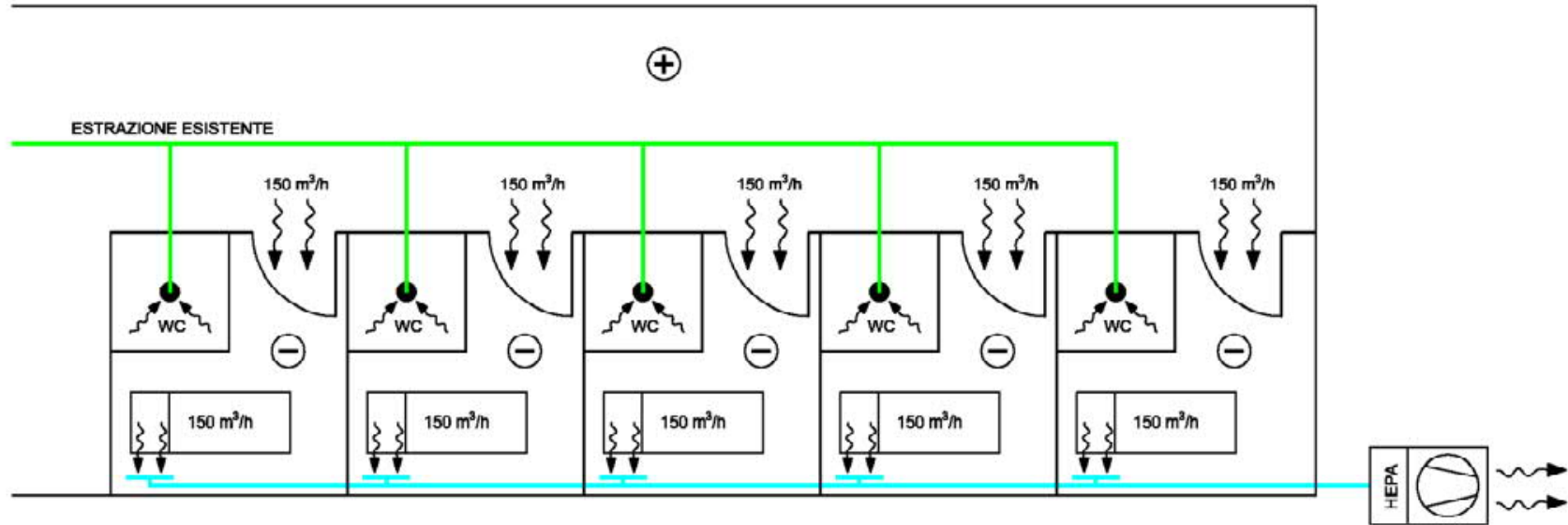


Piccoli margini di miglioramento possono essere ottenuti eliminando dalla rete aeraulica, e in particolare dall'UTA, elementi non indispensabili e che rappresentino una significativa perdita di carico, come ad esempio le batterie di recupero termico (nel caso di sistemi a doppia batteria) o i silenziatori oppure prevedendo la sostituzione dei filtri ben prima dei tempi di intasamento fissati dal programma di manutenzione.

Cit. da S. Cappelletti «L'Impiantistica ospedaliera si misura con l'emergenza epidemica»
da Progettare per la Sanità (in corso di pubblicazione)

Se tale intervento non fosse sufficiente si può provvedere all'installazione di un impianto autonomo di estrazione secondo lo schema seguente ripreso dal Protocollo AICARR

Ventilatore di estrazione esterno al reparto



Altro aspetto importante sta nella gestione dell'espulsione, dove viene raccomandato:

- ✓ di installare sulla stessa filtri assoluti HEPA con canister per facilitare le operazioni di pulizia e sostituzione in sicurezza
- ✓ l'attenta valutazione del mantenimento di una distanza di dieci metri tra presa aria esterna ed espulsione

Per quanto riguarda i terminali ambiente quali

- le unità split
- i ventilconvettori
- i sistemi VRF per il riscaldamento e il raffreddamento

le raccomandazioni generali

(non per reparti per pazienti infetti dove non si possono utilizzare!!!)

riguardano soprattutto la loro accurata pulizia e sanificazione

UN ESEMPIO ATTUALE

Polo Ospedaliero per Acuti di Schiavonia (Monselice/Este)



L'ospedale, finito di costruire nel 2015, è basato sul concetto di ospedale orizzontale con ampi spazi e percorsi separati (visitatori/personale e transito pazienti).

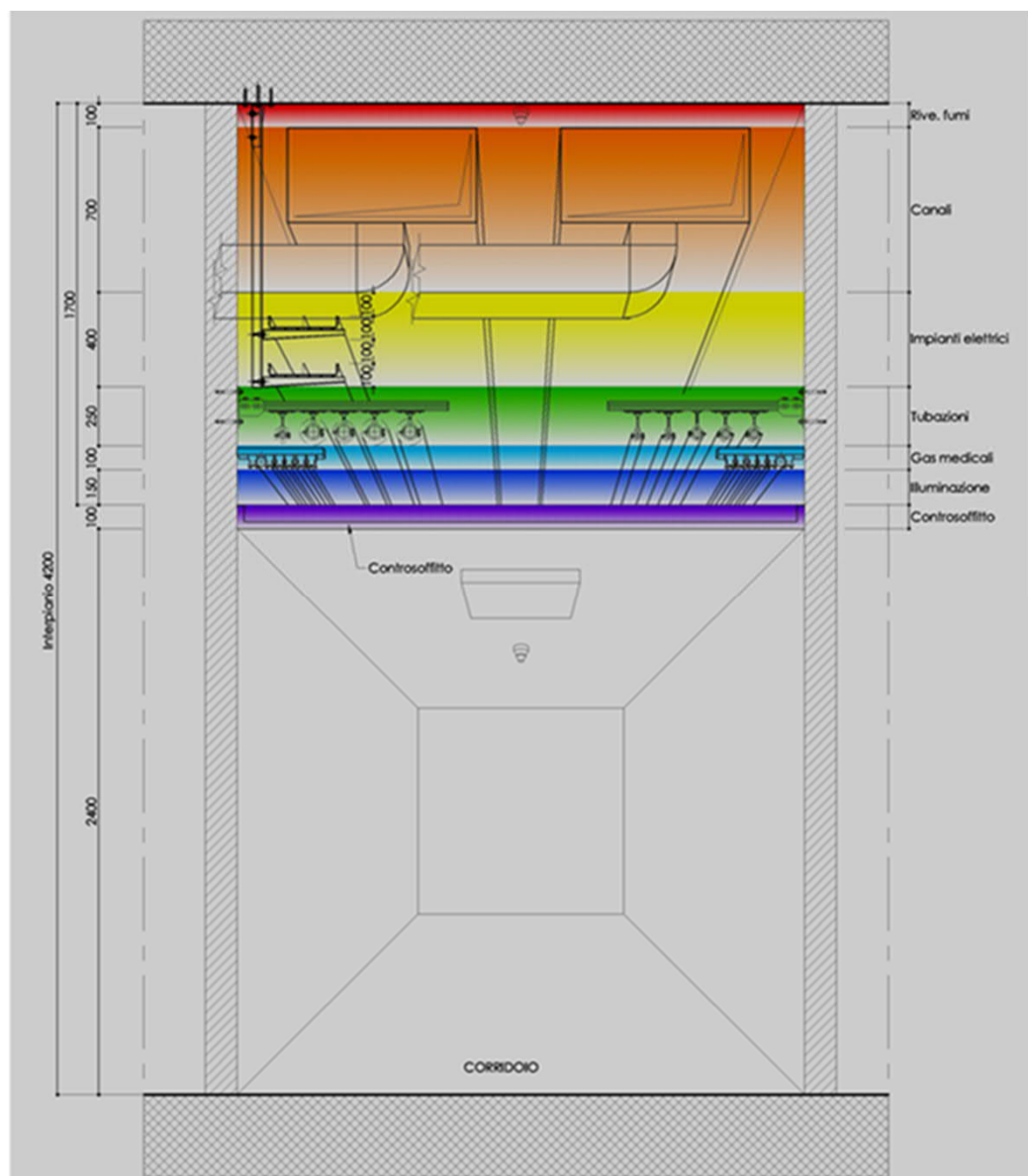
Progettato per garantire la massima flessibilità impiantistica (sandwich impiantistico nei controsoffitti) e secondo il concetto delle degenze organizzate per intensità di cura.

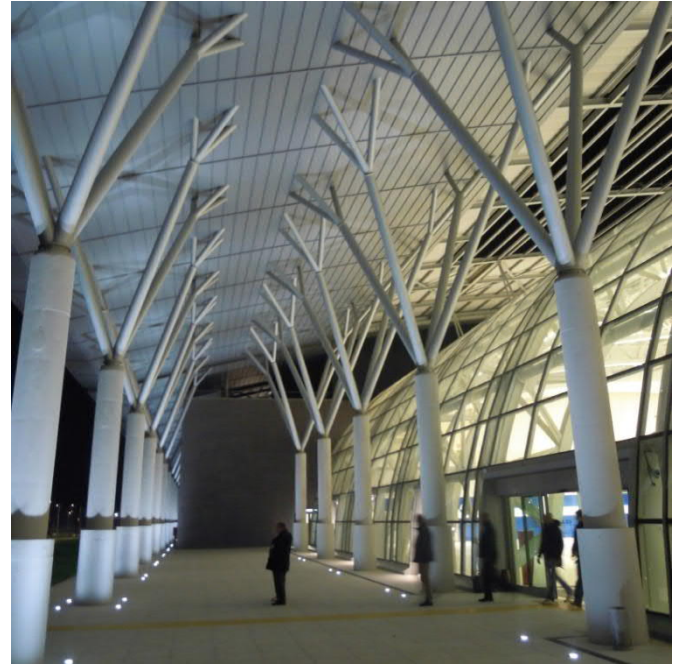
Previsti due reparti di degenze normali commutabili a degenze per infettivi senza interventi edilizi o impiantistici pesanti ma solo con variazioni direttamente da BMS , ciascuno da 15 posti letto.

Nel momento dell'emergenza è stato però necessario trasformare l'intero ospedale in "Ospedale COVID" a causa del grande numero di casi, trasferendo tutti i pazienti non COVID in altre strutture ospedaliere.

In definitiva, nonostante l'approccio moderno della progettazione, mancava la definizione di un'area separata e/o meglio separabile da adibire a solo cura di pazienti COVID.

Il sandwich impiantistico nei controsoffitti





ESPERIENZE DI CUI FARE TESORO NELLA GESTIONE DELL'EMERGENZA COVID-19 NELL'EDILIZIA OSPEDALIERA

- Un ospedale per acuti non era fino ad ora progettato per gestire l'improvviso afflusso di pazienti con un'unica patologia, derivante da un'epidemia e quindi quantitativamente rilevante
- I reparti di terapia intensiva e sub-intensiva possono diventare facilmente un collo di bottiglia. Stessa cosa per alcuni sistemi come i gas medicali.
- Le possibilità offerte dalle tecnologie digitali e dalla telemedicina sono ancora poco utilizzate

IMPLICAZIONI PROGETTUALI PER LE STRUTTURE OSPEDALIERE

- Un ospedale, deve diventare intrinsecamente meno pericoloso dal punto di vista dei contagi tenendo il più possibile separati i flussi, riducendo al minimo l'affollamento nelle zone d'attesa, garantendo con adeguata impiantistica condizioni più sicure e consentendo una più agevole sanificazione mediante la scelta coerente di materiali o apparecchiature.
- In caso di emergenze sanitarie, deve consentire di designare in via esclusiva, delle zone appositamente progettate per la cura, in regime di ricovero, di pazienti infettivi separando rigidamente i flussi.
- Necessità di aumentare i posti di terapia intensiva e sub-intensiva. In caso di epidemia il modello tipologico destinato ad accogliere gli spazi della terapia intensiva o sub intensiva deve essere flessibile e di conseguenza consentire di isolare i pazienti infetti; attualmente sono per lo più strutturate in open space adatte cioè per un utilizzo in ricovero ordinario.

- Gli impianti devono essere progettati secondo il criterio della massima flessibilità non solo per interventi di variazione di tipologia di uso delle varie zone, che richiedono tempi maggiori di esecuzione, ma anche per essere facilmente trasformabili in zone per l'accoglienza di pazienti potenzialmente infettivi. Tali interventi devono poter consistere in semplici variazioni di portate d'aria da effettuarsi tramite il BMS (Building Management System). L'aria di espulsione deve essere fatta passare tramite filtri assoluti HEPA quando l'impianto è in modalità "infettivi". Per permettere la disinfezione delle singole camere è necessario provvedere all'installazione di serrande di intercettazione a tenuta sia sui canali di mandata che di ripresa.
- Risulta essere indispensabile mantenere corretti valori di temperatura e umidità per permettere al personale di meglio tollerare i DPI

- Secondo la revisione 3 delle linee guida REHVA del 3 agosto 2020
 - negli ospedali in cui è garantito un elevato tasso di ventilazione (almeno 12 vol/h), la trasmissione per aerosol è per lo più eliminata;
 - nel caso di SARS-CoV-2 l'umidità relativa e la temperatura non contribuiscono alla vitalità del virus, in quanto i coronavirus sono abbastanza resistenti ai cambiamenti ambientali e sono sensibili solo a un'umidità relativa molto elevata superiore all'80% e una temperatura superiore a 30°C (valori non accettabili negli edifici).

- Secondo il rapporto ISS COVID-19 n. 33/2020 del 25 maggio 2020
 - Gli impianti di ventilazione forzata determinano la formazione di getti d'aria in ambiente, che non interagiscono con le emissioni dovute alla respirazione qualora la velocità dei getti stessi sia inferiore a 0,25 m/s;
 - in caso di ventilazione naturale degli ambienti è essenziale mantenere chiuse le porte interne all'edificio onde limitare la diffusione tra ambienti adiacenti. Infatti, in tal caso, la velocità dell'aria in ambiente potrebbe essere significativa, determinando il trascinamento di goccioline di maggiore dimensione.

- L'emergenza sanitaria ha messo in evidenza forti stress sulle linee ossigeno dell'impianto gas medicali, chiamate a prestare un servizio del tutto eccezionale. I forti consumi derivanti dagli eccezionali fattori di contemporaneità e dai rilevanti consumi specifici alla singola presa hanno determinato eccessive perdite di carico sulle linee, saturazione della potenzialità dei riduttori di secondo stadio, limiti di assorbimento termico sugli evaporatori, limitatezza delle scorte di emergenza ecc. Tra i tanti interventi che gli operatori sono stati chiamati a realizzare si possono annoverare:
 - L'aumento delle superficie di scambio termico degli evaporatori (altrimenti soggetti a frequente e consistente accumulo di ghiaccio)
 - La sostituzione dei riduttori di secondo stadio con elementi di maggior portata
 - La posa di tubazioni di raddoppio

- Gli ospedali devono poter diventare anche il fulcro di servizi di telemedicina e utilizzare al meglio le tecnologie digitali, che necessitano di infrastrutture adeguate (dematerializzazione documentale, controllo automatico degli affollamenti, gestione code virtuale, algoritmi di programmazione visite evoluti, riconoscimento facciale per il controllo accessi e la misurazione di temperatura ecc.)

- Alcune implicazioni logistiche possono diventare critiche:
 - aree dedicate per il lavaggio e decontaminazione delle ambulanze e degli operatori
 - spazi di immagazzinamento, gestione, controllo e manutenzione di DPI ed attrezzature

- E' necessario pensare ad un potenziamento dei laboratori di analisi microbiologica adottando macchinari specifici in grado di garantire quanti più esami giornalieri possibili dei campioni prelevati.

NUOVI CONCETTI DI LAYOUT PER LE RISTRUTTURAZIONI OSPEDALIERE

Nei casi di ristrutturazione ospedaliera dovrebbero essere previste, come minima misura, le seguenti aree funzionali:

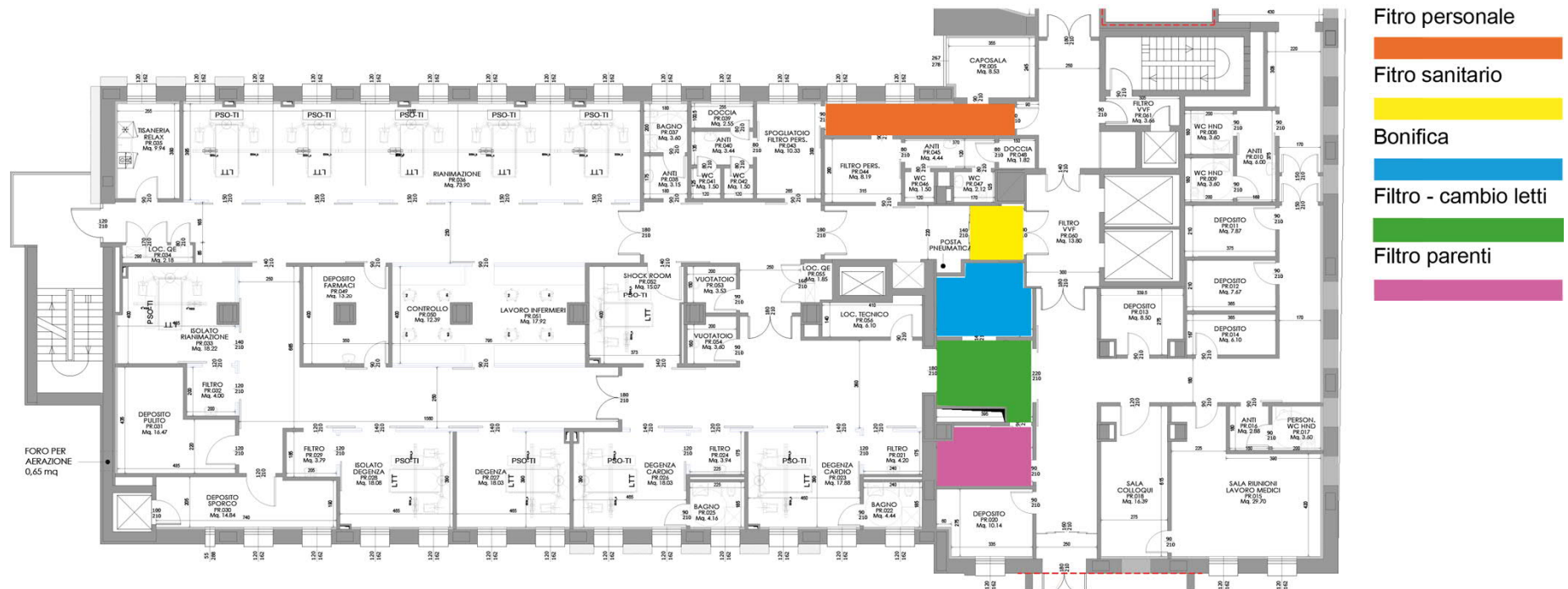
- aree di pre-triage separate;
- area di attesa dedicata a sospetti infetti o potenzialmente contagiosi in attesa di diagnosi;
- ambulatorio per sospetti infettivi o potenzialmente contagiosi in attesa di diagnosi;
- area dedicata per soggetti in attesa di esito tampone;
- percorso specificatamente individuato per pazienti infettivi;
- accesso diretto e percorsi dedicati di mezzi di soccorso a spazi di attesa sospetti barellati;
- diagnostica radiologica dedicata;
- terapie intensive e semi intensive dotate di filtri;
- percentuale di degenze ordinarie trasformabili in terapie intensive e semi intensive

DGR Regione Veneto n. 782 del 16 giugno 2020

Le degenze ordinarie, trasformabili in terapia intensiva e sub-intensiva, dovranno essere dotate, fin dalla prima fase progettuale, dei seguenti locali che potranno, in regime ordinario, essere impiegati per altri usi (magazzini, ecc).

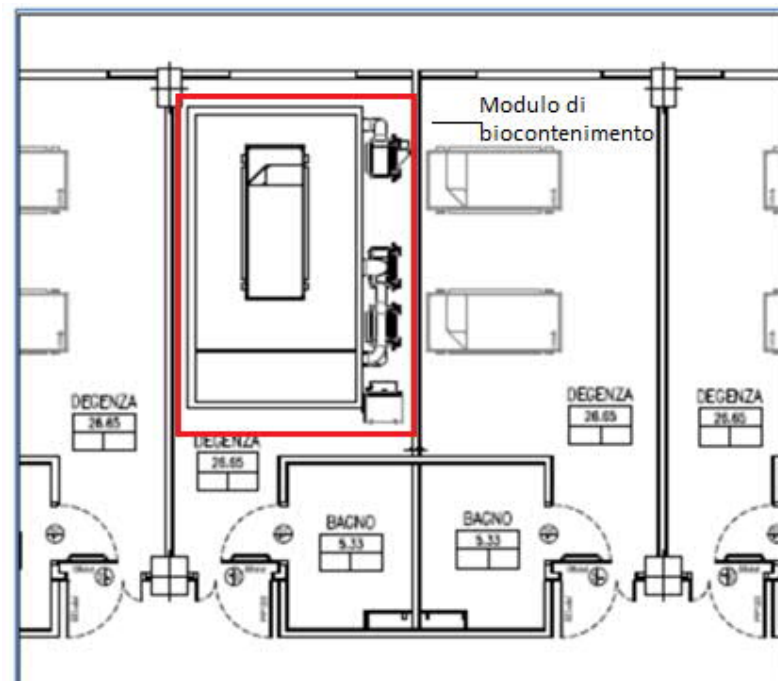
TERAPIA INTENSIVA	
REQUISITI MINIMI STRUTTURALI	
Descrizione	Ulteriori specifiche
Degenze con una superficie di 15 mq per posto letto	
Zona filtro degenti	
Zona filtro personale addetto	
Spogliatoio	Zona per indossare/togliere DPI
Locale medici	
Locale lavoro infermiere	
Locale per i pazienti infetti dotato di zona filtro	
Servizi igienici per il personale	
Deposito strumentazione e materiale pulito	
Deposito materiale sporco	
Vuotatoio con adeguata ventilazione	
Locale preparazione farmaci	
Locale bonifica /decontaminazione	
Bagno assistito	
Locale Tisaneria	

Le terapie intensive e sub intensive, al fine di un'eventuale rapida riconversione di tutta la U.O. al trattamento di infettivi, dovranno essere preventivamente dotate, dal punto di vista strutturale, di adeguati ambienti di comunicazione e filtro con la restante area ospedaliera.



Al fine di garantire tempestivamente la riconvertibilità dei posti letto in posti di terapia intensiva sia dal punto di vista dell'attrezzamento che dal punto di vista strutturale, si potrà dotare ogni posto letto di un modulo di biocontenimento mobile.

La camera di isolamento mobile a pressione negativa converte una stanza d'ospedale in un ambiente sigillato completo, con lo scopo di isolare le persone infette o potenzialmente contaminate e ridurre così la potenziale esposizione a persone terze.



Esempio di inserimento modulo di biocontenimento in stanza di degenza

La sicurezza del biocontenimento è assicurata da quattro livelli di protezione: rivestimento in PVC della camera, pressione negativa, filtri HEPA e sistemi di protezione personali.

Al fine di garantire l'adeguato numero di ricambi di aria all'interno della camera, il sistema è dotato di un circuito di ventilazione composto da tre gruppi filtro-ventilatore:

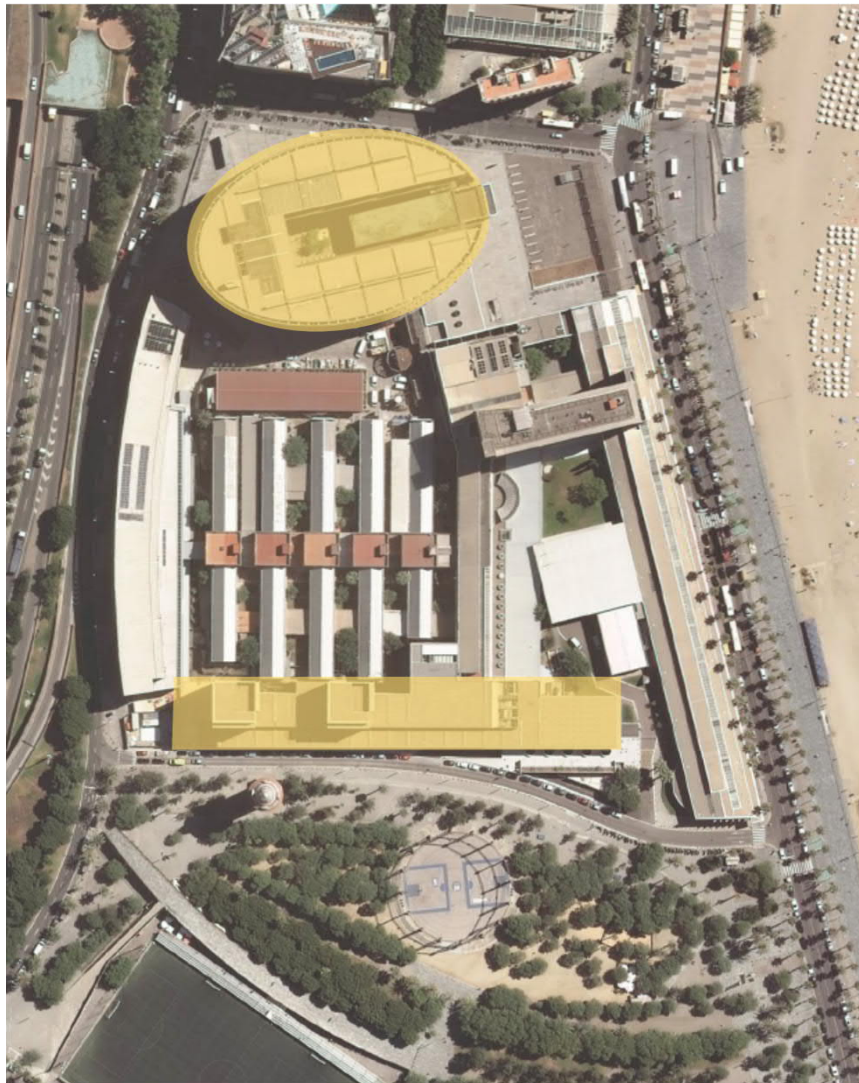
- il ventilatore centrale preleva aria dall'ambiente e la immette, dopo averla filtrata tramite prefiltro e filtro HEPA H14, all'interno di precamera e camera;
- l'aspiratore della precamera preleva aria dalla precamera e la reimmette, dopo averla filtrata da filtro HEPA H14, nell'ambiente;
- l'aspiratore della camera preleva aria dalla camera e, dopo averla filtrata da filtro HEPA H14, la reimmette nell'ambiente (in tal caso è fondamentale la presenza di un impianto di estrazione dell'aria che espelle l'aria dell'ambiente



verso l'esterno) oppure la veicola direttamente all'esterno.

Le pressioni negative all'interno della camera e della precamera sono monitorate e regolate da un sistema di controllo.

L'Hospital del Mar di Barcellona - Spagna



Situazione pre COVID-19

532 letti ordinari
+40 letti critici

Esigenze COVID-19

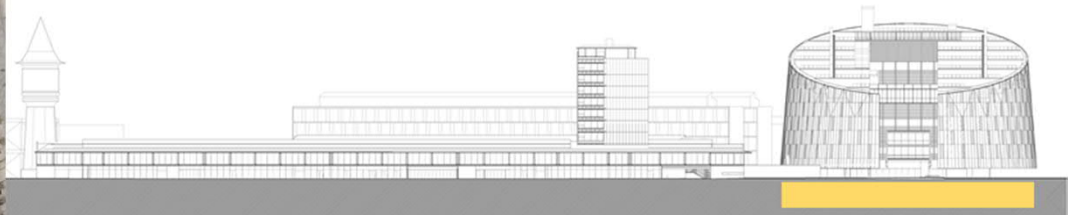
+ 190 letti semicritici

Ottenuto marzo - aprile 2020

196 letti semicritici

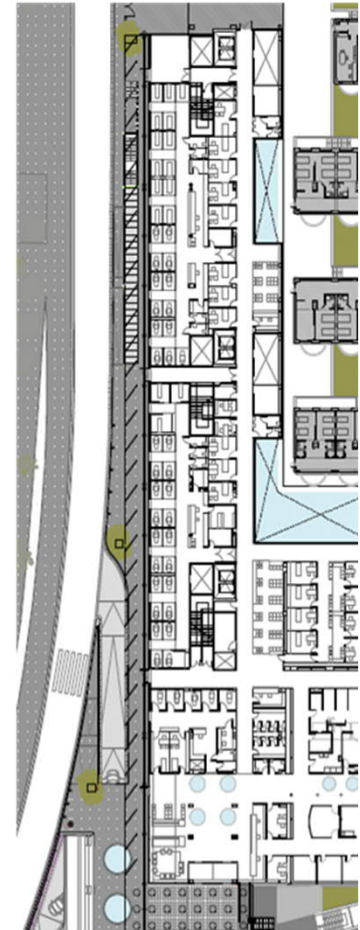
Possibili scenari attuativi

- Mutazione Day hospital
- Occupazione del livello primo
- Estensione palestra adiacente all'ospedale
- *Trasformazione del parcheggio (non realizzato)*



Mutazione Day hospital: dalle sedie ai letti (54 posti letto)

Pre COVID-19



oice CONFINDUSTRIA

Occupazione del livello primo (70 letti semicritici)

Pre COVID-19



Estensione palestra adiacente all'ospedale (72 letti semicritici)

Pre COVID-19



NUOVI CONCETTI DI LAYOUT PER I FUTURI OSPEDALI

L'ipotesi di layout proponibile per i futuri ospedali o per quelli per cui la costruzione non è ancora iniziata, deve risolvere le problematiche emergenti in caso di infezioni epidemiche o pandemiche. Il layout deve permettere di trasformare, rapidamente, la struttura ospedaliera in un centro specialistico di accoglienza e di gestione dell'infezione, assicurando, nel contempo, il massimo grado di sicurezza, con un'efficace capacità di trattamento e cura. Un'accorta progettazione deve, quindi, prendere avvio dall'analisi delle seguenti esigenze:

1. necessità di mantenere in un'eventuale emergenza epidemiologica, la funzionalità ordinaria dell'ospedale; da qui deriva la precisa volontà di non prevedere/permittere l'accesso di casi infettivi o presunti tali alle zone dedicate al Pronto Soccorso o alla Terapia Intensiva di normale utilizzo;
2. necessità quindi di risolvere: il problema della gestione dei casi di persone potenzialmente infette in ingresso alla struttura, l'arrivo di pazienti in ambulanza per essere direttamente ospedalizzati, l'ingresso di utenza che si rechi in Ospedale per sottoporsi a screening (tamponi, etc), visite o consulti medici, il corretto trattamento di pazienti nei letti di Terapia Intensiva.

Parte della struttura, quindi, deve essere progettata al fine di creare un polo sanitario che, in caso di infezioni epidemiche o pandemiche possa, in modo separato rispetto all'organismo ospedaliero, ma in stretta connessione medico/clinica con esso, accogliere e gestire i casi infettivi. Per raggiungere tale scopo nelle progettazioni si dovrà:

- A. Realizzare un volume (provvisorio o stabile) dedicato all'emergenza contenente: Camera Calda, un Triage ed un'area screening. Il volume dovrà essere posto esternamente alla struttura e collegato ad essa a mezzo di filtri sanitari.
- B. Tale volume funzionale potrebbe essere:
- Di tipo provvisorio e quindi montato all'occorrenza usando una struttura mobile (tenda, prefabbricato, etc) posta su una platea in C.A. già realizzata e predisposta con tutti gli elementi tecnologici necessari;
 - Di tipo fisso ovvero realizzato un volume che può essere impiegato , in regime ordinario, per altri scopi (magazzino, ecc).

- C. Il blocco degenze dovrà essere collegato alle dorsali distributive orizzontali principali, a mezzo di filtri sanitari, posto planimetricamente in maniera tale da essere collegato al blocco di risalita verticale, garantendo percorsi di collegamento verticali e orizzontali dedicati tra Triage Infetti e Pronto Soccorso ed i vari piani di Degenze occupate dagli infettivi, in funzione del numero e della gravità dell'infezione epidemica o pandemica.
- D. Le camere delle degenze dovrebbero essere dotate di filtro sanitario tenuto normalmente aperto ed utilizzato solo in caso di necessità.
- E. Grazie alle predisposizioni impiantistiche ed edili le degenze, in caso di emergenza, potranno essere rapidamente trasformate in spazi, tra loro separati, di degenze infettive o di terapia intensiva e sub-intensiva, creando di fatto un vero e proprio polo specialistico a sé stante ma interconnesso all'Ospedale.

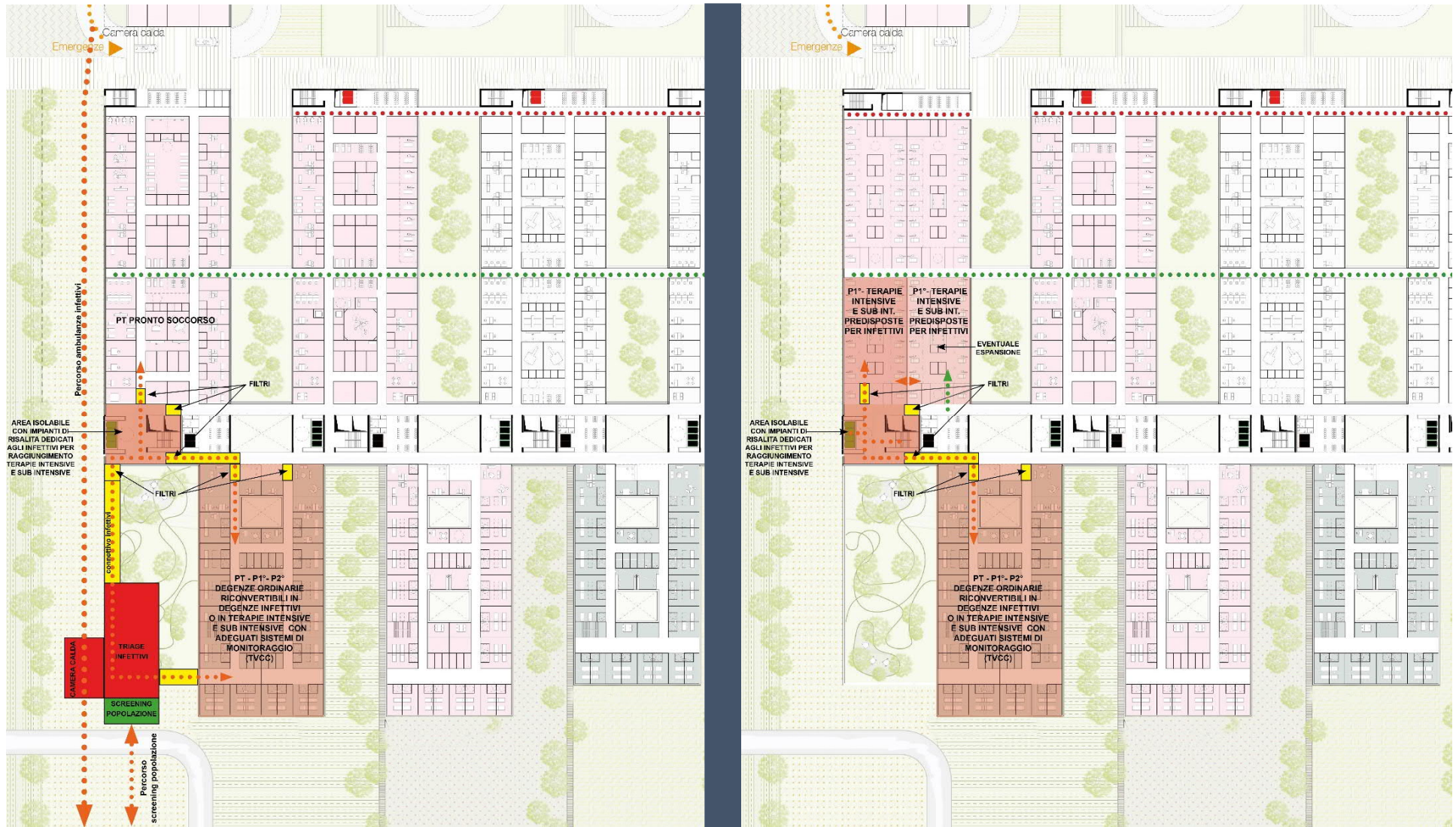
- F. Le terapie intensive e sub intensive dovranno essere collocate in maniera tale da essere collegate a mezzo di filtro sanitario al distributivo orizzontale e verticale.
- G. Per quanto riguarda la gestione degli spazi di attesa, generali o specifici a servizio dei vari reparti, tali spazi vanno adeguatamente dimensionati per permettere, in caso di pericolosità di contagio, un corretto distanziamento sociale, soprattutto in considerazione del fatto che, con generose dimensioni, potranno essere messe in atto diverse strategie legate alla disposizione degli arredi da prevedere.
- H. Dovrà essere previsto un percorso esterno dedicato alle ambulanze con trasporto infettivi verso il Triage dedicato (vedi punto A) ed un percorso separato carrabile e pedonale per il raggiungimento dell'area screening da parte degli utenti esterni.

Piante del piano terra e del piano primo di un Ospedale Tipo in regime ordinario



Piante piano terra (a sinistra) e piano primo (a destra) di un ospedale tipo in regime ordinario. In giallo, rosso e verde le predisposizioni di layout necessarie al fine di garantire la piena funzionalità delle aree dedicate alla gestione dell'eventuale futura emergenza e la sicura integrazione di queste con il restante impianto ospedaliero in funzionamento ordinario.

Piante del piano terra e del piano primo di un Ospedale Tipo con funzionamento in regime emergenziale



Pianta piano terra (a sinistra) e piano primo (a destra) di un ospedale tipo in regime emergenziale. In giallo, rosso e verde le predisposizioni edilizie necessarie al fine di garantire la piena funzionalità delle aree dedicate agli infettivi e la sicura integrazione di queste con il restante impianto ospedaliero.

VANTAGGI OFFERTI DALLA SOLUZIONE

- Variazioni poco impattanti del layout di un polo ospedaliero che in termini generali non modificano nulla rispetto alle normali esigenze per le necessità gestionali e medico-cliniche (in regime di attività ordinarie dell'ospedale)
- Possibilità, in caso di emergenza sanitaria, di mantenere in attività ordinaria l'intero Ospedale, riuscendo altresì ad avere un polo medico strategico dedicato alla gestione dell'emergenza
- Possibilità di avere, con una predisposizione impiantistica adeguata, un blocco di degenza medica funzionale alle attività ospedaliere ordinarie in tempi normali, rapidamente trasformabile in un funzionale Padiglione per degenze infettive o di Terapia Intensiva e Sub intensiva in caso di emergenza

GRAZIE PER L'ATTENZIONE



oice



CONFINDUSTRIA