

POLITECNICO DI TORINO

Facoltà di Ingegneria

Tesi di Laurea Magistrale

in Ingegneria Edile

**LA PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA ANTINCENIO
NELL'EDILIZIA OSPEDALIERA: APPLICAZIONI E
PROCEDURE OPERATIVE**



Relatore

Prof. Ing. Roberto Vancetti

Candidata

Perez T. Shirley

Marzo 2019

Sommario

Sommario	2
Introduzione.....	4
CAPITOLO 1: Criteri generali di prevenzione incendi.....	5
1.1. La legislazione italiana nel settore della prevenzione incendi: L'evoluzione normativa	5
1.1 Attività soggette al controllo dei vigili del fuoco.....	5
1.2 Regole tecniche orizzontali di prevenzione incendi	7
1.3 Regole tecniche di prevenzione incendi nelle strutture sanitarie pubbliche e private	8
CAPITOLO 2: Progettazione Antincendio nelle strutture ospedaliere	11
2.1. Dati statistici	11
2.2. Problematiche tipiche e peculiarità nelle strutture ospedaliere	13
2.1 Configurazione architettonica degli edifici	13
2.2 Fattori di rischio di tipo tecnologia	14
2.3 Fattore di rischio dovuti alle persone	17
2.3. Esodo	19
2.4. Compensazione del rischio	20
2.4.1 Misure di prevenzione	20
2.4.2 Misure di protezione	22
2.4.3 Formazione	31
CAPITOLO 3: Caso studio: Padiglione 2 dell'ospedale San Luigi Gonzaga.....	32
3.1. Cenni storici.....	32
3.2. Descrizione dell'attività	34
CAPITOLO 4: La progettazione antincendio con l'approccio prescrittivo applicato al caso studio	38
4.1. Generalità	38
4.2. Ubicazione	39
4.2.1 Caratteristiche costruttive	39
4.3. Scale	45
4.4. Misure per l'esodo di emergenza	46
4.5. Aree ed impianti a rischio specifico	54
4.6. Organizzazione e gestione della sicurezza antincendio	60
4.7. Informazione e formazione	60
4.8. Segnaletica di sicurezza	60
4.9. Problematiche	61
CAPITOLO 5: La progettazione antincendio con l'approccio prestazionale applicato al caso studio	62
5.1. La Fire Safety Engineering	62

5.1.1	Esodo nell'approccio prestazionale	62
5.1.2	Modelli di calcolo.....	64
5.2.	Sezione M: Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio	71
5.2.1	Processo di valutazione	71
5.2.2	Prima fase: analisi preliminare	71
5.2.3	Seconda fase: analisi quantitativa	79
5.3.	Risultati delle simulazioni	83
5.3.1	Calcolo RSET e ASET	83
	Conclusioni.....	99
	Ringraziamenti	101
	Indice delle figure.....	102
	Indice delle tabelle	103
	Bibliografia e sitografia.....	104
	Tavole.....	105

INTRODUZIONE

La relazione costituisce uno studio della sicurezza antincendio nell'ambito dell'edilizia ospedaliera. In particolare sono stati utilizzati i due approcci. L'approccio prescrittivo, un approccio largamente diffuso in Italia, che si concretizza nell'applicazione di regole tecniche; e l'approccio prestazionale o dell'ingegneria antincendio (FSE) che si basa innanzitutto sulla previsione, mediante modelli di calcolo, della dinamica di un incendio.

La FSE consente infatti l'utilizzo di strumenti di calcolo numerico avanzati, con l'obiettivo di verificare il raggiungimento di idonei livelli di sicurezza per la struttura in esame mediante analisi di tipo quantitativo. Modelli di incendio e modelli di esodo, oggetto di sempre maggiore interesse anche da parte della comunità scientifica, possono far emergere criticità che altrimenti non potrebbero essere considerate nella fase di progettazione della sicurezza antincendio: dalla rapidità di propagazione dei fumi da un ambiente all'altro, ai ritardi nei tempi di esodo per congestioni e code nelle zone di restringimento o di intersezione di più flussi.

È proprio in questo campo che l'approccio prestazionale dimostra la sua indispensabilità, non esistendo altri approcci in grado di quantificare l'effetto che le misure di sicurezza avranno sull'evoluzione dell'incendio.

CAPITOLO 1: CRITERI GENERALI DI PREVENZIONE INCENDI

1.1. La legislazione italiana nel settore della prevenzione incendi: L'evoluzione normativa

I criteri generali di prevenzioni incendi sono riportati in quelle che vengono chiamate REGOLE TECNICHE ORIZZONTALI ed applicabili pertanto a tutte le attività soggette al controllo del comando dei Vigili del fuoco.

Tra queste Il DM 10 marzo 1998 costituisce la base da cui partire per elaborare qualsiasi valutazione del rischio incendio in un luogo di lavoro.

Tale decreto è il testo di riferimento per la gestione del rischio incendio all'interno delle aziende: stabilisce i requisiti e le regole per una corretta valutazione del rischio, redazione del Piano di Emergenza ed Evacuazione, designazione e formazione degli addetti antincendio, definizione delle attività soggette a rischio di incendio basso, medio e alto con relativi obblighi correlati, controlli e manutenzioni dei presidi antincendio, impianti di spegnimento ecc.

Le strutture ospedaliere per esempio sono classificate a rischio di incendio elevato, in quanto una situazione di emergenza con un numero rilevante di persone disabili per le quali la principale misura di protezione, la fuga, è resa estremamente difficile o quasi impossibile.

1.1 Attività soggette al controllo dei vigili del fuoco

Il D.P.R. n. 151 del 01/08/2011, "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla norma dell'articolo 49, comma 4, del decreto legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni dalla legge 30 luglio 2010, n. 122", pubblicato nella gazzetta ufficiale n. 221 del 22/09/2011. Elenca una serie di attività che devono essere sottoposte ai controlli di Prevenzione Incendi da parte del Corpo nazionale dei Vigili del Fuoco.

Infatti abroga completamente sia il dpr n. 37 del 12 gennaio 1998 che il D.M. 16 febbraio 1982, introducendo nel suo allegato 1 un nuovo elenco di attività soggette ai controlli dei VVF, distinte in tre categorie, denominate A, B, C.

A differenza del dpr 151/2011 la vecchia disciplina antincendio dettata dal dpr 37/1998 disponeva che tutte le attività soggette a visita e controllo da parte dei Vigili del Fuoco fossero trattate alla stessa maniera.

Inoltre, tutte dovevano ottenere il famoso Certificato di Prevenzione Incendi (CPI) per poter essere avviate.

Dal 2011 entra in vigore il nuovo regolamento di prevenzione incendi, che semplifica gli adempimenti e prevede procedure differenziate in funzione della complessità delle attività.

In particolare, le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi come già specificato, vengono suddivise in 3 categorie A, B e C, individuate in base alla gravità del rischio piuttosto che della dimensione o, comunque, del grado di complessità che contraddistingue l'attività stessa. Con le nuove regole le attività soggette ai controlli passano da 97 a 80.

Procedure in funzione della categoria

Le procedure cambiano in funzione della categoria in cui ricade l'attività. In tutti i casi, l'attività può essere avviata solo dopo la presentazione della SCIA antincendio.

Attività di Categoria A

Tutte le attività ricadenti nella categoria A, non richiedono il parere di conformità del comando provinciale dei vigili del fuoco.

Ma una volta finiti i lavori, per iniziare l'attività basta presentare la SCIA con allegato progetto. Accertata la completezza dell'istanza, il Comando dei VVF o il SUAP rilasciano immediatamente la ricevuta e l'attività si intende autorizzata.

Tuttavia, entro i successivi 60 giorni, il Comando effettua controlli attraverso visite tecniche che possono essere eseguite a campione.

Attività di categoria B

Per le attività della categoria B occorre chiedere al Comando il parere di conformità sul progetto. Il Comando entro 30 giorni può chiedere documentazione integrativa e entro 60 giorni dal ricevimento della documentazione completa si pronuncia sulla conformità.

A lavori ultimati, come per la categoria A, l'istanza per l'inizio dell'attività viene presentata tramite SCIA e quindi l'attività può iniziare subito.

Anche in questo caso sono previsti controlli a campione.

Attività di categoria C

Per le attività in categoria C è richiesto il parere di conformità dei VV.F. relativamente al progetto. Il Comando entro 30 giorni può chiedere documentazione integrativa e entro 60 giorni dal ricevimento della documentazione completa si pronuncia sulla conformità.

L'attività può iniziare subito dopo la presentazione della SCIA, tuttavia, i VV.F. procederanno in ogni caso al controllo dell'attività. Solo in caso di esito positivo del controllo, il Comando rilascerà il CPI (Certificato di prevenzione incendi).



Figura 1. Procedure per le Attività di categoria A ,B e C

1.2 Regole tecniche orizzontali di prevenzione incendi

La struttura del DM 4 maggio 1998 – DM 7 agosto 2012

A partire dal 27 novembre 2012 le domande per l'avvio di procedimenti di prevenzione incendi sono conformi all'emendamento che sostituisce il Decreto Ministeriale del 4 maggio 1998, a cui far riferimento esclusivamente per determinare l'importo dei corrispettivi dovuti ai Vigili del Fuoco.

Il Decreto del Ministero dell'Interno del 7 agosto 2012, contiene le modalità di presentazione delle istanze concernenti i procedimenti di prevenzione incendi e la documentazione da allegare, ai sensi del dpr 151/2011.

Il provvedimento regola i contenuti e i relativi allegati per ciascuna delle seguenti istanze:

- Istanza della valutazione dei progetti;
- Segnalazione Certificata di Inizio Attività (SCIA);
- Attestato di rinnovo periodico di conformità antincendio;
- Istanza di deroga;
- Istanza di Nulla Osta di Fattibilità (NOF);
- Istanza di verifica in corso d'opera;
- Istanza di voltura.

Le due figure

A differenza del dm 4 maggio 1998, il dm 7 agosto 2012 richiede di presentare l'asseverazione a firma di un tecnico abilitato, attestante la conformità dell'attività ai requisiti di prevenzione incendi e di sicurezza antincendio, alla quale sono allegati certificazioni e dichiarazioni a firma del professionista antincendio.

Definizione di **tecnico abilitato** e **professionista antincendio** secondo il DM 7 agosto 2012.

Il **tecnico abilitato** è un *“professionista iscritto in albo professionale, che opera nell'ambito delle proprie competenze”*.

È l'ingegnere, l'architetto, il geometra o perito iscritto al proprio albo professionale.

Le competenze generali del tecnico abilitato riguardano essenzialmente l'asseverazione attestante la conformità dell'attività ai requisiti di prevenzione incendi e di sicurezza antincendio.

Il **Professionista antincendio** è un *“professionista iscritto in albo professionale, che opera nell'ambito delle proprie competenze ed iscritto negli appositi elenchi del Ministero dell'interno di cui all'articolo 16 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n. 139”*.

È un professionista già iscritto al proprio albo professionale ma che ha superato gli esami previsti dal Decreto legislativo 139 del 2006 (ex legge 818/84).

Oltre ad avere una formazione completa per la predisposizione di pareri preventivi, istanze di valutazione dei progetti, certificazioni e dichiarazioni riguardanti gli elementi costruttivi, i prodotti, i materiali, le attrezzature, i dispositivi e gli impianti rilevanti ai fini della sicurezza antincendio, il Professionista Antincendio è autorizzato a svolgere altri compiti specifici tra i quali l'asseverazione per il

rinnovo periodico di conformità antincendio, l'elaborazione delle istanze di deroga, la redazione dei progetti sviluppati con l'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio, nonché del relativo documento sul sistema di gestione della sicurezza antincendio.

Semplificazioni e agevolazioni introdotte

Il nuovo regolamento introduce appunto delle semplificazioni che riguardano i rinnovi, alla scadenza del CPI, che ora è fissata in 5 anni o 10 anni in alcuni casi, non è più necessario richiederne il rinnovo, ma esso è sostituito dall'Attestazione di rinnovo periodico di conformità, reso sotto forma di autodichiarazione attestante l'assenza di variazioni alle condizioni di sicurezza antincendio.

Inoltre, si segnala la possibilità di richiedere il cosiddetto (NOF) Nulla osta di fattibilità, che costituisce un esame preliminare per progetti complessi, prima di richiedere la valutazione del progetto vero e proprio.

E' anche possibile richiedere verifiche in corso d'opera, ovvero sopralluoghi da parte dei Vigili del Fuoco durante la fase dei lavori per avere un parere tecnico su quanto già realizzato e prima della presentazione della SCIA.

1.3 Regole tecniche di prevenzione incendi nelle strutture sanitarie pubbliche e private

Molte attività, come gli ospedali, risultano assoggettate ad una normativa di tipo verticale che prescrivono le modalità di intervento per consentire il raggiungimento del livello di sicurezza previsto dalla normativa stessa:

Sono «Normative tecniche VERTICALI» chiamate nei vari decreti «Regole Tecniche»

La struttura del DM 18 settembre del 2002 – DM 19 Marzo 2015

DM 18/9/2002 **“Regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle *strutture sanitarie pubbliche e private*”.**

(G.U n. 227 del 27/9/2002)

DM 19 marzo 2015 **“*Aggiornamento della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private di cui al DM 18/9/2002*”.**

(G.U n. 70 del 25/3/2015)

E' stato pubblicato in Gazzetta ufficiale il decreto interministeriale del 19 marzo 2015 che aggiorna la regola tecnica di prevenzione incendi per le strutture sanitarie pubbliche e private.

Le innovazioni rispetto al passato

Per le strutture esistenti la norma introdotta nel 2015 ha radicalmente modificato il concetto di adeguamento intervenendo su una pluralità di aspetti. I requisiti edili ed impiantistici richiesti dal 2002 sono stati mantenuti quasi integralmente, garantendo così una continuità rispetto al passato e facilitando il completamento degli interventi già effettuati.

Sono state previste semplificazioni e riduzioni, al fine di commisurare proporzionalmente le misure di sicurezza al rischio effettivo. Uno degli aspetti più innovativi, consiste nell'aver introdotto una progressività nell'adeguamento, prevedendo fasi intermedie, scandite temporalmente secondo cronoprogrammi definiti.

E' stata concessa anche una certa flessibilità delle modalità di 1 DM 19 marzo 2015.

Aggiornamento della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private di cui al decreto 18 settembre 2002. (GU Serie Generale n.70 del 25-3-2015) 2 D.M. 18 settembre 2002 Approvazione della regola tecnica di prevenzione

incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private. (GU n. 227 del 27 settembre 2002) Capitolo 2 Gli strumenti per l'adeguamento 4 adeguamento, che si traduce in una discrezionalità dei percorsi strategicamente più confacenti alla struttura ed agli interventi di adeguamento precedentemente realizzati.

Infine è stato previsto un sistema compensativo (Sistema di Gestione della Sicurezza Antincendio) in grado di garantire un livello di sicurezza costante lungo tutto il periodo di adeguamento nel quale verranno realizzati gli interventi edilizi ed impiantistici necessari.

A tale fine è previsto, tra gli aspetti organizzativi e gestionali, l'utilizzo di un maggiore apporto di personale addestrato (addetti antincendio) ed un rapporto inversamente proporzionale tra la componente strutturale e quella gestionale, concorrenti al complessivo livello di sicurezza. La messa in opera di sistemi edilizi ed impiantistici è finalizzata all'abbattimento del rischio, la gestione ed il trattamento della componente residua è demandata agli aspetti organizzativi e gestionali così da giungere a valori considerati accettabili. Tale componente è maggiorata nelle fasi iniziali per sopperire alle mancanze strutturali, con il crescere degli interventi l'apporto fornito dal personale preposto decresce, fino a raggiungere il livello minimo al termine del processo. Per quanto riguarda i tempi di realizzazione, sono stati concessi dieci anni dal momento di approvazione della legge.

La scansione temporale del periodo di adeguamento, da completarsi entro il 24 aprile 2025, è stata suddivisa in massimo quattro fasi intermedie, sintetizzate nello schema seguente:

I° scadenza	II° scadenza	III° scadenza	IV° scadenza
24 aprile 2016	24 aprile 2019	24 aprile 2022	24 aprile 2025

Figura 2. Schema delle scadenze delle fasi per la tipologia

La norma prevede che le misure architettonico-impiantistiche definite dalla regola tecnica siano realizzate secondo un calendario di interventi da effettuarsi nell'arco temporale prefissato.

Concluso l'adeguamento previsto per ogni fase, deve essere certificato il rispetto degli adempimenti attraverso la presentazione di specifiche istanze (SCIA) al corpo dei VVF.

Le fasi, così come gli aspetti sui quali intervenire e le modalità di esecuzione sono vincolati ai due percorsi previsti, funzionali alla continuità enunciativa, che per semplicità possiamo definire e riconoscere come di:

1. rispetto dei requisiti previsti dal DM 18 settembre 2002
2. rispetto dei requisiti previsti dal DM 19 marzo 2015

Con la presentazione della prima SCIA, comune ai differenti percorsi di adeguamento, viene redatto un unitario progetto antincendio ed è attuato il Sistema Gestione Sicurezza Antincendio (SGSA). Quindi già al termine della prima fase, pur in assenza di un adeguamento completo, è possibile garantire la sicurezza complessiva della struttura.

In sintesi, tempi più lunghi rispetto alle scadenze previste con il precedente atto normativo e un percorso guidato, finalizzato ad agevolare la progressività nella realizzazione degli adempimenti.

Per quanto riguarda gli interventi di adeguamento edilizio ed impiantistico, a titolo di esempio, si riporta la suddivisione dei principali da realizzarsi nel caso che siano condotte secondo un adeguamento che avvenga sulla base della regola tecnica del 2015, per "punti" e nelle quattro fasi precedentemente indicate.

CAPITOLO 1: Criteri generali di prevenzione incendi

I° scadenza	II° scadenza	III° scadenza	IV° scadenza
- o adeguamento depositi infiammabili; - o installazione estintori; - o installazione della segnaletica sicurezza antincendio; - o modalità di utilizzo delle bombole gas medicali; - o certificazione degli impianti elettrici; - o installazione di impianto di illuminazione di sicurezza;	- o adeguamento di: centrale termica, GE, autorimesse; spazi per convegni, uffici, aule, mense, aree per risonanze magnetiche, TAC. - o adeguamento dei depositi materiale combustibile e laboratori; - o adeguamento dell'impianto di distribuzione gas combustibili e medicali; - o realizzazione degli impianti di rilevazione, di segnalazione e di allarme antincendio; - o adeguamento del comportamento dei tendaggi, dei mobili imbottiti e delle sedie in relazione alla classe di reazione al fuoco;	- o realizzazione di vani scala almeno di tipo protetto; - o realizzazione di doppia uscita per i locali ai piani interrati; - o adeguamento degli ascensori; - o adeguamento degli impianti di condizionamento; - o adeguamento della rete di idranti e degli impianti automatici antincendio; - o realizzazione del centro gestione emergenze;	- o adeguamento delle strutture in relazione alla loro resistenza al fuoco; - o realizzazione delle compartimentazioni; - o adeguamento delle vie di uscita; - o realizzazione di montalettighe antincendio; - o installazione di materiali classificati al fine della reazione al fuoco.

Figura 3. Schema dei principali interventi da realizzarsi in corrispondenza delle scadenze previste per la tipologia ospedaliera con adeguamento per "punti" della regola tecnica del 2015

L'elenco, pur incompleto e sintetico denuncia l'importanza e l'urgenza delle opere indicate

Per mezzo di un'attività progressiva si interviene affinché:

siano eliminate le cause del possibile incendio: le superfici, i mobili e gli arredi abbiano caratteristiche tali da renderli sicuri in caso di aggressione del fuoco; ecc.

sia diminuita la gravità del danno: siano adottati sistemi di contingentamento degli eventi incendiari e siano realizzate soluzioni per separare e proteggere le singole parti della struttura dal contesto (compartimentazioni); sia possibile individuare e spegnere manualmente o automaticamente eventuali fiamme (impianti rilevazione e spegnimento-estintori); siano rese sicure, percorribili e riconoscibili le vie di fuga orizzontali e verticali (corridoi, scale ed ascensori).

Volendo ulteriormente sintetizzare si può indicare come lo spirito imposto dalla norma preveda di attuare azioni di prevenzione e protezione attiva e passiva, affinché riducendo la componente del rischio sia possibile intervenire su inizi di incendio e non su eventi di vaste dimensioni.

CAPITOLO 2: PROGETTAZIONE ANTINCENDIO NELLE STRUTTURE OSPEDALIERE

Nella gestione delle strutture ospedaliere ci si trova sempre più a dover agire su diversi fronti, perché:

- è indispensabile la **messa in sicurezza**, secondo i requisiti imposti da nuove normative e norme tecniche in materia di sicurezza;
- occorre dar corso all'**ammodernamento logistico – funzionale – impiantistico** allo scopo di rispondere ai criteri di qualità imposti dalle disposizioni di legge per l'assistenza sanitaria in funzione dell'accreditamento delle strutture stesse;
- occorre fornire **un servizio di qualità, sicuro ed erogabile costantemente**.

2.1. Dati statistici

Dall'analisi degli incendi accaduti negli anni precedenti in strutture sanitarie emergono alcune interessanti indicazioni che consentono di avere una più chiara indicazione su dove porre l'attenzione.

Si riscontra infatti che negli anni 80' si è assistito ad un incremento del numero di incendi ; questo incremento era dovuto a diversi fattori tra i quali i malfunzionamenti di apparecchiature o impianti elettrici, riconducibili a camini o a faville in genere, all'uso improprio di mozziconi di sigaretta e di fiammiferi, nonché al surriscaldamento di motori e macchine.

Da ciò si può dedurre che particolare attenzione deve essere riservata alla seguenti operazioni e fattori.

- La corretta installazione e manutenzione dell'impianto elettrico
- Uso proprio di tutte le apparecchiature elettriche e/o elettromedicali
- Buona tenuta in manutenzione di tutte le macchine
- Divieti di fumo
- Gestione di manutenzioni o lavorazioni che prevedono l'uso di fiamme libere
- Acquisto di materiali con bassa reattività al fuoco.

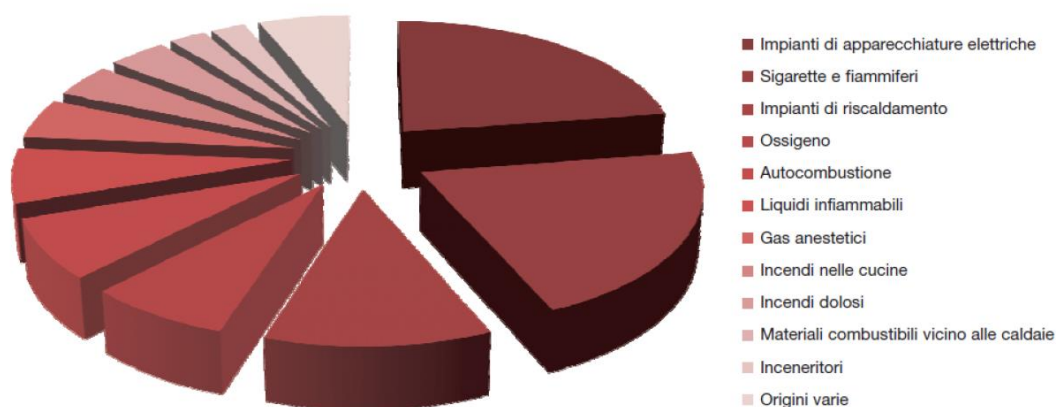


Figura 4. Statistiche sulle fonti di innesco - Comando VVF

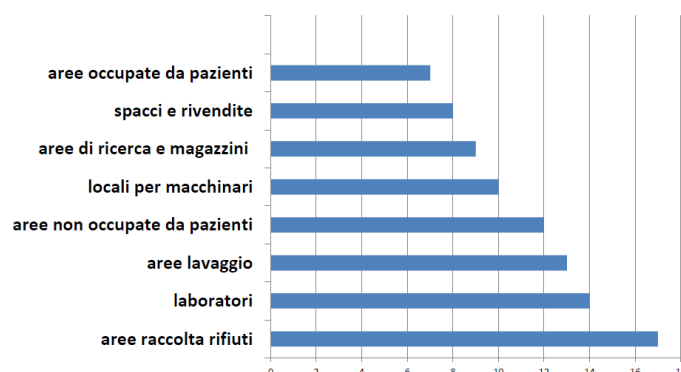


Figura 5. Luoghi ove si innescano gli incendi

Esempi

Ospedale San Pietro di via Cassia a Roma , 3/11/2018

Vittime: 0

Origine: **cortocircuito** al generatore del blocco operatorio

Sia l'impianto elettrico della struttura che i generatori di emergenza sono stati messi fuori uso dal corto circuito per cui tutti i 400 pazienti ricoverati al San Pietro sono stati dimessi o trasferiti in altri ospedali.

Ospedale di Calcutta (India) – 16 dicembre 2011.

Presidio: 160 persone presenti tra personale e pazienti.

Vittime: 93.

Origine: deposito di materiale combustibile nei sotterranei.

Carenze riscontrate: incendio scoppiato per cause ancora da accertare alle 3 del mattino, è partito dai sotterranei dell'ospedale e si è propagato rapidamente verso i piani superiori dell'edificio, privo di impianto di rivelazione, accumulo di materiale combustibile.

Residenza sanitaria psichiatrica di San Gregorio Magno (Sa) – 16 dicembre 2001.

Presidio di 32 posti letto (presenti 28 pazienti e 3 infermieri).

Vittime: 19.

Origine: nel locale infermiere a mezzanotte circa per probabile sovraccarico elettrico.

Carenze riscontrate: presenza di materiale altamente combustibile (vetroresina, linoleum, arredi), idranti dislocati lungo il perimetro della struttura privi di alimentazione idrica, mancato utilizzo di telefono fisso per segnalazione e assenza di segnale per cellulari, Vigili del Fuoco a 40 km, nessun allarme efficace (le vittime forse sotto sedativi furono trovate nei propri letti o nelle vicinanze), mancanza di certificato di prevenzione incendi.

Istituto ortopedico Galeazzi Milano – 31 ottobre 1997.

Camera iperbarica: presenti 10 pazienti ed 1 infermiere.

Vittime: 11 persone (tutti i presenti all'interno della camera iperbarica).

Origine: un paziente che ha introdotto uno scaldino per le mani.

Carenze riscontrate: l'impianto di spegnimento automatico posto all'interno della camera iperbarica privo di alimentazione idrica, assenza del tecnico preposto alla consolle di controllo, anomalie nella concentrazione ossigeno e pressione interna dovute a malfunzionamento impianto di regolazione, inadeguata formazione dei pazienti, superficiale ispezione sui pazienti prima dell'ingresso nella camera iperbarica.

2.2. Problematiche tipiche e peculiarità nelle strutture ospedaliere

2.1 Configurazione architettonica degli edifici

Per quanto riguarda la configurazione architettonica degli ospedali è da considerare la complessità degli edifici:

- Edifici nuovi ed edifici storici.
- Area degenze diversificate in base al servizio erogato, costituiti essenzialmente da: corridoi, camere di degenza convenzionate o a pagamento, soggiorni, sale di medicazione, studi medici, aree diagnosi e terapia, depositi temporanei di reparto, servizi igienici, cucina.
- Area degenze day hospital o day surgery.
- Aree attività specialistiche: sala operatoria, pronto soccorso, unità diagnostiche (TAC, PET, radiologia, risonanza magnetica nucleare, ecc.)
- Aree ambulatori: sale di attesa, servizio cassa, corridoi, sale diagnosi, terapia o prelievi, studi medici; - Aree servizi sanitari: impianti termici (riscaldamento e raffreddamento), impianti distribuzione gas medicali, lavanderia, guardaroba, sterilizzazione, farmacia, obitorio, preparazione chemioterapici-antiblastici, laboratori di analisi, smaltimento rifiuti, palestre, piscina.
- Aree servizi non sanitari: bar, negozi, cucine, aree ristorante e/o mensa, chiesa, ostelli o servizi di ricovero parenti, aule di docenza, biblioteche,

Ad esempio le Aree di degenza possono essere a degenza singola o a degenza multipla.

Sono dotate di armadi e comodini che possono essere fissi attraverso le partizioni interne oppure mobili di produzione industriale.

Le dotazioni però, variano in base alla tipologia di area come le aree di rianimazione e terapia intensiva, nelle quali si prevede una tipologia di letto diversa. L'articolazione dello spazio non segue gli standard progettuali prescritti dalla normativa vigente. Infatti, il personale medico e paramedico deve essere in condizione di poter seguire anche gli altri ricoverati mentre assiste uno in particolare. Le camere potranno essere organizzate anche con più di quattro letti.

In queste stanze si deve tener conto che il paziente è costretto a letto, continuamente monitorato e collegato ad apparecchiature di sostegno delle funzioni vitali, agganciate a un canale testa letto e al soffitto. La maggiore dotazione impiantistica richiede un aumento di superfici e altezze. Inoltre, alle stanze è vincolato dalle misure di asepsi e può prevedere anche zone filtro in cui vestirsi.



Figura 7. Stanza di rianimazione



Figura 6. Aree degenze

2.2 Fattori di rischio di tipo tecnologia

Impianti di distribuzione di gas medicali

Gli impianti centralizzati di distribuzione dei gas medicali (in particolare ossigeno e protossido di azoto, ovvero gas comburenti) hanno il merito di annullare, o quanto meno ridurre al minimo indispensabile per le necessarie garanzie di sicurezza, la presenza di bombole nei reparti (che, in prospettiva, sarebbero comunque da eliminare e, in attesa di ciò sono da utilizzare ed installare con la massima cautela possibile).



Figura 8. Bombole di ossigeno

Tuttavia, perdite non prontamente individuate dalle linee di distribuzione possono portare a situazioni di grande rischio. E' necessario verificare periodicamente la tenuta di linee, accessori, bocchette ecc. e procedere alla graduale sostituzione delle linee interrato o annegate nella muratura con linee totalmente esterne, dotate di un adeguato numero di valvole di sezionamento in modo da agevolare gli interventi di manutenzione.

Il DM 18/9/02 dedica nella fattispecie il tema degli impianti di distribuzione dei gas medicali, specificando le caratteristiche costruttive e gestionali che gli stessi devono possedere.

Apparecchiatura ad alta energia

Risonanza magnetica

Il termine Risonanza Magnetica Nucleare viene introdotto negli anni '40 per descrivere un fenomeno chimico-fisico basato sulle proprietà di alcuni nuclei degli elementi chimici che, sottoposti ad un campo magnetico, sono in grado di assorbire e riflettere energia nello spettro delle radiofrequenze è, quindi, quella tecnica radiologica che, utilizzando proprietà di alcuni nuclei atomici di emettere radiazioni elettromagnetiche, fornisce immagini di sezioni trasverse dell'organismo umano secondo una rappresentazione morfologica della distribuzione dell'acqua (atomi idrogenoidi).

Per quanto riguarda le norme di sicurezza, queste hanno lo scopo di proteggere gli individui dai possibili rischi biologici: può infatti accadere che un effetto, di solito indifferente, possa sfuggire al controllo dei meccanismi fisiologici di compensazione, specie nei casi di esposizioni ripetute e prolungate, dando luogo ad un danno: il danno non è certo, ma se ne può stabilire la probabilità in base, per esempio, all'intensità e alla durata dell'esposizione.

Per tutelare i pazienti e i lavoratori è stato predisposto un regolamento di sicurezza al cui rispetto sono tenuti tutti coloro che, per qualunque motivo, accedono alle aree di accesso controllato. Il rischio maggiore comunque è il rischio di infortunio legato alla accelerazione che il campo magnetico, di elevata

intensità e sempre presente nei magneti a superconduttore, può imprimere agli oggetti di ferro o di metalli ferromagnetici, trasformandoli in proiettili micidiali.

Ecco infatti alcune norme di sicurezza a cui gli operatori devono sottoporsi:

1. Il personale addetto deve preventivamente sottoporsi alla visita ed alle indagini mediche volte ad escludere qualunque patologia o situazione clinica che controindichi l'esposizione a campi magnetici
2. Prima di entrare nella sala magnete il personale deve depositare tutti gli oggetti metallici ed in particolare quelli di materiale ferromagnetico (orologi, chiavi, spille, forcine ecc) ed ogni tipo di carte magnetiche
3. E' obbligo del personale sottoporsi agli accertamenti medici preventivi, periodici e straordinari
4. Il lavoratori addetti al reparto RM sono tenuti a comunicare tempestivamente al Medico Responsabile dell'attività dell'impianto ogni variazione delle condizioni fisiche che comporti la presenza nel proprio corpo di protesi e/o corpi metallici. Le lavoratrici sono tenute a comunicare tempestivamente al responsabile del reparto il proprio stato di gravidanza
5. I lavoratori non devono superare, durante la routine lavorativa, i limiti di esposizione.

La Tomografia Computerizzata (TC)

Tale sistema permette di ottenere la ricostruzione della sezione di una zona anatomica di interesse tramite un fascio collimato emesso da un tubo a raggi X in rotazione attorno all'asse del paziente.

Durante le procedure speciali, la radioprotezione viene assicurata dalla presenza di idonee schermature nelle sale in cui sono collocate le apparecchiature. Le schermature vengono dimensionate in funzione dei materiali utilizzati e in relazione al numero di esami effettuati. Nel caso in cui il personale abbia la necessità di restare in prossimità della fonte radiogena, la sua protezione deve essere assicurata tramite l'utilizzo di schermi mobili, se possibile, e/o di dispositivi di protezione individuale: camici piombiferi, guanti. Dipendentemente dal tipo di attività svolta e dall'entità del rischio può o meno essere prescritto l'uso 5 dei dosimetri personali e possono inoltre essere prescritti dosimetri per la valutazione della dose assorbita dalle estremità e dal cristallino. Per proteggere i pazienti, invece, deve essere limitato il tempo



Figura 9. Locale Tomografia Computerizzata

di scopia allo stretto necessario, devono essere usati grembiulini protettivi in piombo per schermare in particolare gli organi riproduttivi quando il fascio primario è orientato in prossimità delle gonadi.

La Pet

la tomografia ad emissione di positroni consente di misurare la concentrazione di traccianti radioattivi nell'organo in esame e di ricostruire immagini di sezioni dell'organo stesso in termini di distribuzioni di concentrazione del radio tracciante. La pet utilizza radionuclidi emittenti positroni (decadimento β^+) e rileva le radiazioni γ da 511 keV emesse a 180° in seguito all'annichilazione del positrone con un elettrone. Un sistema di coppie di rivelatori opposti permettono la rivelazione dei γ emessi in coincidenza ed il segnale viene inviato ad un computer per il trattamento dei dati per la creazione di immagini tomografiche. Per quanto riguarda le norme di radioprotezione:

- se prescritti, assicurarsi di portare i dosimetri personali;
- in zona controllata è vietato mangiare, bere e fumare;
- all'uscita eseguire il controllo della contaminazione personale con l'apposito strumento di misura;
- durante l'esame non rimanere in prossimità del paziente;

Sorgenti di radiazioni ionizzanti

Un rischio importante nel settore sanitario è quello d'esposizione a radiazioni ionizzanti, utilizzate per una prolungata e non protetta attività a scopo diagnostico, terapeutico o di disinfezione. Le radiazioni ionizzanti sono delle particelle e delle onde elettromagnetiche con energia sufficientemente elevata tale da far emettere ad un atomo uno o più elettroni alterando la loro neutralità elettrica (che consiste nell'avere un uguale numero di protoni e di elettroni). Gli atomi si caricano elettricamente e si ionizzano. L'esposizione a tali radiazioni può determinare gravi danni fino alla morte cellulare, ecc.

La radioprotezione in attività radiologica viene assicurata soprattutto dalla presenza di idonee schermature nelle sale in cui sono collocate le apparecchiature; le schermature vengono dimensionate in funzione dei materiali utilizzati (cemento, mattoni, piombo), in relazione al numero d'esami effettuati, alla destinazione d'uso dei locali confinanti e al loro grado di occupazione. La sala radiologica, normalmente classificata zona controllata, è indicata oltre che dall'apposita segnaletica, anche da un dispositivo luminoso che lampeggia durante l'emissione raggi. Le zone adiacenti alla zona controllata possono essere classificate zona sorvegliata o non essere classificate, in funzione dell'intensità dei campi di radiazione presenti in tali zone. È obbligatorio per gli operatori addetti l'uso dei dosimetri personali e degli eventuali dispositivi di protezione individuali assegnati (camici piombiferi, guanti attenuatori, collari e occhiali anti-X) in relazione alle mansioni svolte.

Medicina nucleare

essa si occupa dello studio della morfologia e della funzionalità di alcuni organi del corpo umano, utilizzando sorgenti γ emittenti non sigillate. L'esame scintigrafico viene effettuato somministrando al paziente, principalmente per via endovenosa, una sostanza radioattiva legata ad un composto chimico (tracciante) diverso a secondo dell'organo che si desidera studiare.

Ai fini dai rischi di irradiazione esterna è necessario che vengano utilizzate tutte le schermature strutturali presenti nel servizio: cella di manipolazione in camera calda, barriere fisse e mobili. È indispensabile utilizzare



Figura 10. Sorgenti radioattive

tutti i dispositivi disponibili e in particolare gli schermi di piombo per le siringhe, per i flaconi contenenti traccianti e per i contenitori di rifiuti.

Le attività di Medicina Nucleare comportano l'inevitabile produzione di rifiuti radioattivi di tipo solido: siringhe, provette, materiale di medicazione, etc.

In generale si tratta di materiale prevalentemente "a perdere", contaminato da sostanze radioattive a breve tempo di dimezzamento; materiale contaminato non "a perdere" (ad esempio biancheria) può essere riutilizzato dopo adeguate procedure di decontaminazione e/o dopo un tempo sufficiente a consentire il decadimento della sostanza radioattiva a livelli trascurabili.

I principali rifiuti liquidi sono invece:

- residui di soluzioni somministrate, costituiti da piccoli volumi con attività inferiore al centinaio di MBq;
- acque utilizzate per il lavaggio di vetrerie o altri oggetti contaminati;
- acque di lavaggio di biancheria contaminata;
- escreti di pazienti, di solito raccolti in apposite vasche di decantazione;

2.3 Fattore di rischio dovuti alle persone

Entità numerica

In un ospedale si possono presentare diverse tipologie di persone in numerose quantità per cui in caso d'incendio l'evacuazione richiederebbe tempi troppo lunghi.

Le figure che si possono trovare sono:

Il personale dipendente

- Direttore del reparto- Ha la responsabilità dell'organizzazione del reparto e dell'assistenza.
- Medici - Coadiuvano il direttore nell'assistenza al malato da un punto di vista diagnostico e terapeutico.
- Caposala -Ha la responsabilità del buon funzionamento dell'assistenza. Coordina il personale infermieristico O.S.S. ed ausiliario. Coadiuvano i medici nell'organizzazione e nella gestione assistenziale del reparto. Mantiene i collegamenti con gli altri servizi di diagnosi e cura.
- Infermieri- Prestano l'assistenza diretta al malato. Somministrano le terapie, si occupano dell'igiene e della cura della persona.
- Operatori socio sanitari (O.S.S.) - Coadiuvano gli infermieri nell'assistenza al malato.
- Ausiliari- Accompagnano i degenti negli spostamenti all'interno dell'ospedale.
- Altri operatori- Nel corso del ricovero, possono contribuire all'assistenza altri operatori che operano secondo le loro specifiche aree di competenza. Essi saranno, di volta in volta, attivati dal reparto sulla base delle esigenze diagnostiche, terapeutiche ed assistenziali del malato.
- Il personale amministrativo e tecnico - Si occupa di svolgere gli adempimenti amministrativi e tecnici che sono di supporto all'attività dell'ospedale, in quanto organizzazione complessa.

CAPITOLO 2: Progettazione Antincendio nelle strutture ospedaliere

- Pulizia - La pulizia degli ambienti è affidata a personale di una ditta esterna che opera secondo procedure definite dall'Azienda Ospedaliera.



Figura 11. Personale dipendente

Degenti: autosufficienti e non autosufficienti

- non devono agire da soli, anche potendo, per motivi di sicurezza;
- non sono in grado di eseguire gli ordini per carenze mentali o fisiche;
- devono, per stato fisico, essere trasportati di peso (su letto, sedia o lenzuolo);
- possono essere trasportati ma solo con l'ossigeno o altro sistema attrezzato;
- non possono essere trasportati (soggetti in rianimazione, traumatizzati gravi ecc)

Visitatori e parenti



Figura 12. Visitatori e parenti

Condizioni psico-fisiche delle persone

Inoltre è da considerare il comportamento psicofisico delle persone, in caso di emergenza, costituisce, infatti, un fattore determinante ai fini del deflusso di emergenza, potendo comportare una situazione di tipo ordinato o una situazione critica incontrollata (si pensi al comportamento della folla in caso di panico), ove la perdita di lucidità, di mobilità e del senso di orientamento giocano un ruolo importante. Le problematiche conseguenti agli aspetti psico-fisici possono tuttavia essere minimizzati attraverso una adeguata informazione e formazione.

Tutte le figure all'interno dell'ospedale presenteranno o una diversa cognizione del rischio e comportamenti diversi alla percezione del pericolo.

2.3. Esodo

Gli edifici ospedalieri sono delle strutture complesse, in cui molteplici sono gli aspetti da considerare nell'ambito progettuale. Per queste attività, per la presenza di persone non autosufficienti, oltre alle normali vie di esodo che vengono utilizzate per il deflusso delle persone autonome, viene previsto:

1. **L'evacuazione parziale** ovvero il trasferimento di personale e degenti da un compartimento ad un altro dello stesso piano considerato luogo sicuro o verticale con il movimento degli occupanti tra piani dell'edificio, preferibilmente dall'alto verso il basso di almeno due piani, fino alla soluzione massimale di evacuazione all'esterno. In caso di inaccessibilità delle vie di fuga verso l'esterno.
2. **L'evacuazione totale** ovvero l'esodo dei degenti e del personale verso l'esterno nelle zone individuate come luoghi sicuri o reparti ubicati in altro edificio in grado di ospitarli.

Per cui le procedure di esodo saranno di due tipi:

- a) **Evacuazione orizzontale progressivo**, deve poter avvenire in sicurezza l'esodo progressivo di tutti gli occupanti verso una zona sicura, definita compartimento adiacente, localizzata sullo stesso piano dove si è verificato l'incendio.
- b) **Evacuazione verticale** deve poter avvenire in sicurezza una successiva evacuazione verso una zona sicura localizzata almeno due piani sotto il reparto ove si è verificato l'incendio, verso locali distinti (reparti ai piani inferiori).

L'esodo delle persone in un ospedale, dovuto alle sollecitazioni rappresentate da un pericolo reale o apparente, deve tener conto oltre allo stato psico-fisico delle persone, dell'ubicazione, del numero e dai tipi e dalle caratteristiche delle vie di esodo, della velocità e del tempo di sfollamento e, come in questo caso, della propagazione dell'incendio stesso e del fumo.

Inoltre si presuppone che non si origini il panico, perché in tal caso, il comportamento di più persone, anche in numero notevolmente inferiore a quello che può costituire una folla, sarebbe imprevedibile e irrazionale, nel senso che ogni persona spinta dall'istintivo senso di sopravvivenza obbedirebbe all'imperativo di allontanarsi a tutti i costi nel più breve tempo possibile, cercando disperatamente e con forza spesso inaudita di raggiungere l'esterno, con le disastrose conseguenze a tutti note.

Si deve comunque tener presente che una delle cause che da sola o con altre può generare il panico è proprio la non corretta ubicazione e il cattivo dimensionamento delle vie di esodo, occorre di conseguenza predisporre un corretto sistema di vie d'uscita dai locali, ove possono essere presenti persone, tali che in ogni circostanza sia garantita una adeguata via di scampo. Tutto ciò rientra fra i compiti del progettista e/o del responsabile della sicurezza, i quali dovranno valutare attentamente ogni situazione e adottare i necessari provvedimenti, soprattutto nei casi di edifici ad uso collettivo ove il numero delle persone può essere considerevole e l'attività è particolare.

2.4. Compensazione del rischio

2.4.1 Misure di prevenzione

Alcune tra le principali misure di prevenzione incendi, finalizzate alla riduzione della probabilità di accadimento di un incendio, possono essere individuate in:

- Realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte. (Norme CEI)
- Collegamento elettrico a terra di impianti, strutture, serbatoi etc.
- Installazione di impianti parafulmine.
- Ventilazione dei locali.
- Utilizzazione di materiali incombustibili.
- Segnaletica di Sicurezza, riferita in particolare ai rischi presenti nell'ambiente di lavoro.

Realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte

Gli incendi dovuti a cause elettriche ammontano a circa il 30% della totalità di tali sinistri.

Pertanto appare evidente la grande importanza che deve essere data a questa misura di prevenzione che, mirando alla realizzazione di impianti elettrici a regola d'arte (D.M.37/2008, norme CEI), consegue lo scopo di ridurre drasticamente le probabilità d'incendio, evitando che l'impianto elettrico costituisca causa d'innesco. Numerosa è la casistica di anomalie riguardante gli impianti elettrici, i quali possono causare principi d'incendio dovuti a: corti circuiti, conduttori flessibili danneggiati, contatti lenti, surriscaldamenti dei cavi o dei motori, guaine discontinue, mancanza di protezioni, sottodimensionamento degli impianti, apparecchiature di regolazione mal funzionanti ecc.

Collegamento elettrico a terra

La messa a terra di impianti, serbatoi ed altre strutture impedisce che su tali apparecchiature possa verificarsi l'accumulo di cariche elettrostatiche prodottesi per motivi di svariata natura (strofinio, correnti vaganti ecc.). La mancata dissipazione di tali cariche potrebbe causare il verificarsi di scariche elettriche anche di notevole energia le quali potrebbero costituire innesco di eventuali incendi specie in quegli ambienti in cui esiste la possibilità di formazione di miscele di gas o vapori infiammabili.

Installazione di impianti parafulmine

Le scariche atmosferiche costituiscono anch'esse una delle principali cause d'incendio. Per tale motivo risulta necessario provvedere a realizzare impianti di protezione da tale fenomeno, impianti che in definitiva consistono nel classico parafulmine o nella "gabbia di Faraday". Entrambi questi tipi di impianto creano una via preferenziale per la scarica del fulmine a terra evitando che esso possa colpire gli edifici o le strutture che si vogliono proteggere. La vigente normativa prevede l'obbligo d'installazione degli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche solo per alcuni attività (scuole, industrie ad alto rischio d'incendio).

Ventilazione dei locali

Vista sotto l'aspetto preventivo, la ventilazione naturale o artificiale di un ambiente dove possono accumularsi gas o vapori infiammabili evita che in tale ambiente possano verificarsi concentrazioni al di sopra del limite inferiore del campo d'infiammabilità. Naturalmente nel dimensionare e posizionare le aperture o gli impianti di ventilazione è necessario tenere conto sia della quantità che della densità dei gas o vapori infiammabili che possono essere presenti.

Impiego di strutture e materiali incombustibili

Quanto più è ridotta la quantità di strutture o materiali combustibili presente in un ambiente tanto minori sono le probabilità che possa verificarsi un incendio. Pertanto, potendo scegliere tra l'uso di diversi materiali dovrà sicuramente essere data la preferenza a quelli che, pur garantendo analoghi risultati dal punto di vista della funzionalità e del processo produttivo, presentino caratteristiche di incombustibilità.

Misure comportamentali per prevenire gli incendi

L'obiettivo principale dell'adozione di misure precauzionali di esercizio è quello di permettere, attraverso una corretta gestione, di non aumentare il livello di rischio reso a sua volta accettabile attraverso misure di prevenzione e di protezione.

Le misure precauzionali di esercizio si realizzano attraverso:

- Analisi delle cause di incendio più comuni
- Informazione e Formazione antincendi
- Controlli degli ambienti di lavoro e delle attrezzature
- Manutenzione ordinaria e straordinaria

Molti incendi possono essere prevenuti richiamando l'attenzione del personale sulle cause e sui pericoli di incendio più comuni.

In particolare, è bene porre l'attenzione sui seguenti punti:

- deposito ed utilizzo di materiali infiammabili e facilmente combustibili;
- utilizzo di fonti di calore;
- impianti ed apparecchi elettrici;
- fumo;
- rifiuti e scarti combustibili;
- aree non frequentate;
- rischi legati a incendi dolosi;

Deposito ed utilizzo di materiali infiammabili e facilmente combustibili

Dove è possibile occorre che il quantitativo di materiali infiammabili o facilmente combustibili esposti, depositati o utilizzati, sia limitato a quello strettamente necessario per la normale conduzione dell'attività e tenuto lontano dalle vie di esodo. I quantitativi in eccedenza devono essere depositati in appositi locali od aree destinate unicamente a tale scopo. Le sostanze infiammabili, quando possibile, dovrebbero essere sostituite con altre meno pericolose (per esempio adesivi a base minerale dovrebbero essere sostituiti con altri a base acquosa). Il personale che manipola sostanze infiammabili o chimiche pericolose deve essere adeguatamente addestrato sulle circostanze che possono incrementare il rischio di incendio.

Utilizzo di fonti di calore

Le cause più comuni di incendio al riguardo includono:

- a) impiego e detenzione delle bombole di gas utilizzate negli apparecchi di riscaldamento (anche quelle vuote);
- b) depositare materiali combustibili sopra o in vicinanza degli apparecchi di riscaldamento;
- c) utilizzo di apparecchi in ambienti non idonei (presenza di infiammabili, alto carico di incendio etc.)
- d) utilizzo di apparecchi in mancanza di adeguata ventilazione degli ambienti (norme UNI-CIG)

I condotti di aspirazione di cucine, forni, seghe, molatrici, devono essere tenuti puliti con frequenza adeguata per evitare l'accumulo di grassi o polveri.

Gli ambienti in cui sono previste lavorazioni con fiamme libere o con elementi ad incandescenza a vista dovranno essere accuratamente controllati. I luoghi dove si effettuano lavori di saldatura o di taglio alla fiamma, devono essere tenuti liberi da materiali combustibili; è necessario tenere presente il rischio legato alle eventuali scintille.

Il personale deve essere istruito sul corretto uso delle attrezzature e degli impianti elettrici e in modo da essere in grado di riconoscere difetti.

Le prese multiple non devono essere sovraccaricate per evitare surriscaldamenti degli impianti. Nel caso debba provvedersi ad una alimentazione provvisoria di una apparecchiatura elettrica, il cavo elettrico deve avere la lunghezza strettamente necessaria e posizionato in modo da evitare possibili danneggiamenti. Le riparazioni elettriche devono essere effettuate da personale competente e qualificato. Tutti gli apparecchi di illuminazione producono calore e possono essere causa di incendio.

Il fumo e l'utilizzo di portacenere

Occorre identificare le aree dove il fumo delle sigarette può costituire pericolo di incendio e disporne il divieto, in quanto la mancanza di disposizioni a riguardo è una delle principali cause di incendi. Nelle aree ove sarà consentito fumare, occorre mettere a disposizione idonei portacenere che dovranno essere svuotati regolarmente. I portacenere non debbono essere svuotati in recipienti costituiti da materiali facilmente combustibili, nè il loro contenuto deve essere accumulato con altri rifiuti. Non deve essere permesso di fumare nei depositi e nelle aree contenenti materiali facilmente combustibili od infiammabili.

Rifiuti e scarti di lavorazione combustibili

I rifiuti non debbono essere depositati, neanche in via temporanea, lungo le vie di esodo (corridoi, scale, disimpegni) o dove possono entrare in contatto con sorgenti di ignizione. L'accumulo di scarti di lavorazione deve essere evitato ed ogni scarto o rifiuto deve essere rimosso giornalmente e depositato in un'area idonea fuori dell'edificio.

Aree non frequentate

Le aree del luogo di lavoro che normalmente non sono frequentate da personale (cantinati, locali deposito) ed ogni area dove un incendio potrebbe svilupparsi senza preavviso, devono essere tenute libere da materiali combustibili non essenziali. Precauzioni devono essere adottate per proteggere tali aree contro l'accesso di persone non autorizzate.

Misure contro gli incendi dolosi

Scarse misure di sicurezza e mancanza di controlli possono consentire accessi non autorizzati nel luogo di lavoro, comprese le aree esterne, e ciò può costituire causa di incendi dolosi. Occorre pertanto prevedere adeguate misure di controllo sugli accessi ed assicurarsi che i materiali combustibili depositati all'esterno non metta a rischio il luogo di lavoro. E' quindi evidente come molti incendi possono essere prevenuti richiamando l'attenzione del personale sulle cause e sui pericoli di incendio più comuni; questo può essere realizzato SOLO attraverso una idonea informazione e formazione antincendi.

2.4.2 Misure di protezione

La protezione antincendio consiste nell'insieme delle misure finalizzate alla riduzione dei danni conseguenti al verificarsi di un incendio, agendo quindi come già illustrato sulla Magnitudo dell'evento incendio.

Gli interventi si suddividono in misure di protezione attiva o passiva in relazione alla necessità o meno dell'intervento di un operatore o dell'azionamento di un impianto.

Misure di protezione passiva

L'insieme delle misure di protezione che non richiedono l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto sono quelle che hanno come obiettivo la limitazione degli effetti dell'incendio nello spazio e nel tempo (- garantire l'incolumità dei lavoratori - limitare gli effetti nocivi dei prodotti della combustione - contenere i danni a strutture, macchinari, beni).

Questi fini possono essere perseguiti con :

- barriere antincendio: isolamento dell'edificio; distanze di sicurezza esterne ed interne; muri tagliafuoco, schermi etc.
- strutture aventi caratteristiche di resistenza al fuoco
- materiali classificati per la reazione al fuoco
- sistemi di ventilazione
- sistema di vie d'uscita commisurate al massimo affollamento ipotizzabile dell'ambiente di lavoro e alla pericolosità delle lavorazioni

Distanze di sicurezza

Le distanze di sicurezza si distinguono in distanze di sicurezza interne e distanze di sicurezza esterne a seconda che siano finalizzate a proteggere elementi appartenenti ad uno stesso complesso o esterni al complesso stesso.

Un altro tipo di distanza di sicurezza è da considerarsi la "distanza di protezione" che è definita la distanza misurata orizzontalmente tra il perimetro in pianta di ciascun elemento pericoloso di una attività e la recinzione (ove prescritta) ovvero il confine dell'area su cui sorge l'attività stessa.

La determinazione delle distanze di sicurezza in via teorica è basata sulle determinazioni dell'energia termica irraggiata dalle fiamme di un incendio. Esistono vari modelli di calcolo che forniscono dati molto orientativi.

Nelle norme antincendio ufficiali vengono introdotti invece valori ricavati empiricamente da dati ottenuti dalle misurazioni dell'energia raggiante effettuata in occasione di incendi reali e in incendi sperimentali.

Appare evidente che compartimentare una struttura ricorrendo alla sola adozione di distanze di sicurezza comporta l'utilizzo di grandi spazi che dovranno essere lasciati vuoti e costituire di per se una misura poco conveniente di realizzazione di una barriera antincendio da un punto di vista economico, anche nel caso di edifici industriali dove si dispone di solito di grandi spazi, poiché così facendo si aumenterebbero i tempi di lavorazione e i costi relativi all'incremento dei servizi di trasporto dei prodotti all'interno del ciclo produttivo.

Pertanto la protezione passiva si realizza anche mediante la realizzazione di elementi di separazione strutturale del tipo "tagliafuoco".

Resistenza al fuoco e compartimentazione

La resistenza al fuoco delle strutture rappresenta il comportamento al fuoco degli elementi che hanno funzioni strutturali nelle costruzioni degli edifici, siano esse funzioni portanti o funzioni separanti.

In termini numerici la resistenza al fuoco rappresenta l'intervallo di tempo, espresso in minuti primi, di esposizione dell'elemento strutturale ad un incendio, durante il quale l'elemento costruttivo considerato conserva i requisiti progettuali di stabilità meccanica, tenuta ai prodotti della combustione, nel caso più generale, di coibenza termica.

La determinazione della resistenza al fuoco delle strutture si effettua generalmente mediante un metodo di calcolo globale (Circolare del Ministero dell'Interno n.91 del 1961) che si basa su una relazione tra la durata presumibile dell'incendio e il carico d'incendio che caratterizza il compartimento in esame,

facendo inoltre riferimento ad un incendio con una curva standard temperatura-tempo di regola piuttosto severa rispetto alle possibili condizioni reali.

Più specificatamente la resistenza al fuoco può definirsi come l'attitudine di un elemento da costruzione (componente o struttura) a conservare:

R - stabilità

l'attitudine di un elemento da costruzione a conservare la resistenza meccanica sotto l'azione del fuoco;

E - tenuta

attitudine di un elemento da costruzione a non lasciar passare né produrre -se sottoposto all'azione del fuoco su un lato- fiamme, vapori o gas caldi sul lato non esposto al fuoco;

I - isolamento termico

Attitudine di un elemento da costruzione a ridurre, entro un dato limite, la trasmissione del calore

Vie di esodo (sistemi di vie d'uscita)

Nonostante il massimo impegno per prevenire l'insorgere di un incendio e la massima attenzione nell'adozione dei più moderni mezzi di rivelazione, segnalazione e spegnimento di un incendio, non si può escludere con certezza la possibilità che l'incendio stesso si estenda con produzione di calore e fumi tale da mettere a repentaglio la vita umana.

In considerazione di tutto ciò, il problema dell'esodo delle persone minacciate da un incendio è universalmente riconosciuto di capitale importanza, a tal punto da comportare soluzioni tecniche irrinunciabili.

Le soluzioni tecniche finalizzate all'esodo delle persone dai locali a rischio d'incendio nelle migliori condizioni di sicurezza possibile in caso d'incendio o di qualsiasi altra situazione di pericolo reale o presunto.

Gli elementi fondamentali nella progettazione del sistema di vie d'uscita si possono fissare in:

- dimensionamento e geometria delle vie d'uscita;
- sistemi di protezione attiva e passiva delle vie d'uscita; - sistemi di identificazione continua delle vie d'uscita (segnaletica, illuminazione ordinaria e di sicurezza)

In particolare il dimensionamento delle vie d'uscita dovrà tenere conto del massimo affollamento ipotizzabile nell'edificio (prodotto tra densità di affollamento -persone/mq- e superficie degli ambienti soggetti ad affollamento di persone -mq-) nonché della capacità d'esodo dell'edificio

La reazione al fuoco dei materiali

La reazione al fuoco di un materiale rappresenta il comportamento al fuoco del medesimo materiale che per effetto della sua decomposizione alimenta un fuoco al quale è esposto, partecipando così all'incendio.

La reazione al fuoco assume particolare rilevanza nelle costruzioni, per la caratterizzazione dei materiali di rifinitura e rivestimento, delle pannellature, dei controsoffitti, delle decorazioni e simili, e si estende anche agli articoli di arredamento, ai tendaggi e ai tessuti in genere.

Per la determinazione della reazione al fuoco di un materiale non sono proponibili metodi di calcolo e modelli matematici, essa viene effettuata su basi sperimentali, mediante prove su campioni in laboratorio.

In relazione a tali prove i materiali sono assegnati alle classi:

0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 con l'aumentare della loro partecipazione alla combustione, a partire da quelli di classe **0** che risultano non combustibili.

Specifiche norme di prevenzione incendi prescrivono per alcuni ambienti in funzione della loro destinazione d'uso e del livello del rischio d'incendio l'uso di materiali aventi una determinata classe di reazione al fuoco.

Il Centro Studi ed Esperienze del Ministero dell'Interno ed altri laboratori privati legalmente riconosciuti dal Ministero stesso, rilasciano a seguito di prove sperimentali un certificato di prova, nel quale si certifica la classe di reazione al fuoco del campione di materiale sottoposto ad esame.

La reazione al fuoco di un materiale può essere migliorata mediante specifico trattamento di ignifugazione, da realizzarsi con apposite vernici o altri rivestimenti, che ne ritarda le condizioni favorevoli all'innesco dell'incendio, riducendo inoltre la velocità di propagazione della fiamma e i fenomeni di post-combustione.

Misure di protezione attiva

L'insieme delle misure di protezione che richiedono l'azione di un uomo o l'azionamento di un impianto sono quelle finalizzate alla precoce rilevazione dell'incendio, alla segnalazione e all'azione di spegnimento dello stesso.

- Estintori
- Rete idrica antincendi
- Impianti di rivelazione automatica d'incendio
- Impianti di spegnimento automatici
- Dispositivi di segnalazione e d'allarme
- Evacuatori di fumo e calore

Estintori

Gli estintori sono in molti casi i mezzi di primo intervento più impiegati per spegnere i principi di incendio.

Vengono suddivisi in:

- Estintori portatili
- Estintori carrellati

Gli estintori portatili

Sono concepiti per essere utilizzati a mano ed hanno un peso che può superare 20 Kg. Essi vengono classificati in base alla loro capacità estinguente. Infatti sono sperimentati su fuochi di diversa natura classificati in base al tipo di combustibile.

Classi di incendio

Classe "A" - fuochi di solidi con formazione di brace
Classe "B" - fuochi di liquidi infiammabili

Classe "C" - fuochi di gas in
nfiammabile
Classe "D" - fuochi di
metalli

La scelta dell'estintore va fatta in base al tipo di incendio ipotizzabile nel locale da proteggere.

Su ciascun estintore sono indicate le classi dei fuochi ed i focolai convenzionali che è in grado di estinguere (esempio: 21A 89BC). Per norma devono essere di colore rosso e riportate una etichetta con le istruzioni e le condizioni di utilizzo.

La posizione deve essere scelta privilegiando la facilità di accesso, la visibilità e la possibilità di raggiungere uno percorrendo al massimo 20 m.

Gli estintori carrellati

Hanno le medesime caratteristiche funzionali degli estintori portatili ma, a causa delle maggiori dimensioni e peso, presentano una minore praticità d'uso e maneggevolezza connessa allo spostamento del carrello di supporto.

La loro scelta può essere dettata dalla necessità di disporre di una maggiore capacità estinguente e sono comunque da considerarsi integrativi di quelli portatili.

Vengono di seguito citate le varie tipologie di estintori:

- ad acqua, ormai in disuso,
- a schiuma, adatto per liquidi infiammabili,
- ad idrocarburi alogenati, adatto per motori di macchinari,
- a polvere, adatto per liquidi infiammabili ed apparecchi elettrici,
- ad anidride carbonica, idoneo per apparecchi elettrici;

per queste ultime due tipologie di estintori, di uso più diffuso, vengono fornite ulteriori informazioni:

Estintori a polvere

Per il lancio delle polveri antincendio si adoperano estintori costituiti da un involucro metallico, contenente la miscela di bicarbonato di sodio e polvere inerte; collegato ad una bombola di gas compresso o liquefatto (CO_2).

Il gas propellente della polvere può essere CO_2 , per estintori di capacità sino a 30 Kg.; per gli estintori di maggiore capacità il gas è aria, o meglio azoto in pressione

Il CO_2 contenuto nella bomboletta, interna od esterna all'estintore, è circa, in peso, 1/10 della polvere da espellere.

Estintore ad anidride carbonica

Gli estintori a CO_2 sono costituiti da una bombola collaudata e revisionata ogni 5 anni dall'ISPESL (ex ANCC) - per una pressione di carica, a 15°C . a 250 ate; da una valvola di erogazione a volantino o a leva e da una manichetta snodata - rigida o flessibile - con all'estremità un diffusore in materiale isolante.

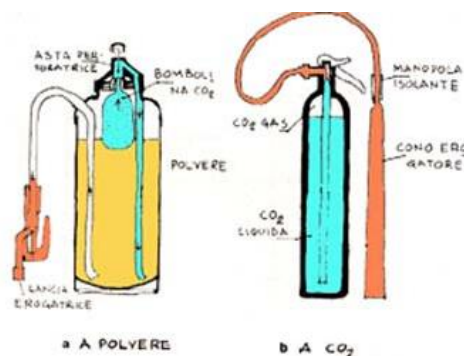


Figura 13. Estintori a polvere e a CO_2

Al momento dell'apertura della bombola, a mezzo delle valvole, il liquido spinto dalla pressione interna, sale attraverso un tubo pescante, passa attraverso la manichetta raggiungendo il diffusore dove, uscendo all'aperto, una parte evapora istantaneamente provocando un brusco abbassamento

di temperatura (- 79° C.) tale da solidificare l'altra parte in una massa gelida e leggera detta "neve carbonica" o "ghiaccio secco".

La neve carbonica si adagia sui corpi che bruciano, si trasforma rapidamente in gas sottraendo loro una certa quantità di calore; il gas poi, essendo più pesante dell'aria, circonda i corpi infiammabili e, provocando un abbassamento della concentrazione di ossigeno, li spegne per soffocamento.

Gli estintori potranno essere poggiati a terra od attaccati alle pareti, mediante idonei attacchi che ne consentano il facile sganciamento; se l'estintore non può essere posto in posizione ben visibile da ogni punto della zona interessata, dovranno porsi dei cartelli di segnalazione, se necessario a bandiera) del tipo conforme alle norme della segnaletica di sicurezza.

Rete idrica Antincendio

A protezione delle attività civili caratterizzate da un rilevante rischio viene di norma installata una rete idrica antincendio collegata direttamente, o a mazzo di vasca di disgiunzione, all'acquedotto cittadino.

La presenza della vasca di disgiunzione è necessaria ogni qualvolta l'acquedotto non garantisca continuità di erogazione e sufficiente pressione. In tal caso le caratteristiche idrauliche richieste agli erogatori (idranti UNI 45 oppure UNI 70) vengono assicurate in termini di portata e pressione dalla capacità della riserva idrica e dal gruppo di pompaggio.

La rete idrica antincendi deve, a garanzia di affidabilità e funzionalità, rispettare i seguenti criteri progettuali:

- Indipendenza della rete da altre utilizzazioni.
- Dotazione di valvole di sezionamento.
- Disponibilità di riserva idrica e di costanza di pressione.
- Ridondanza del gruppo pompe.
- Disposizione della rete ad anello.
- Protezione della rete dall'azione del gelo e della corrosione.
- Caratteristiche idrauliche pressione
 - portata (50 % degli idranti UNI 45 in fase di erogazione con portata di 120 lt/min e pressione residua di 2 bar al bocchello).
- Idranti (a muro, a colonna, sottosuolo o naspi) collegati con tubazioni flessibili a lance erogatrici che consentono, per numero ed ubicazione, la copertura protettiva dell'intera attività.

Impianti di spegnimento automatici

Tali impianti possono classificarsi in base alle sostanze utilizzate per l'azione estinguente:

- Impianti ad acqua SPRINKLER (ad umido, a secco, alternativi, a preallarme, a diluvio etc.);
- Impianti a schiuma;
- Impianti ad anidride carbonica;
- Impianti ad halon;
- Impianti a polvere.

Gli impianti di estinzione ad acqua

L'erogazione di acqua può essere comandata da un impianto di rilevazione - incendi, oppure essere provocata direttamente dalla apertura delle teste erogatrici: per fusione di un elemento metallico o per rottura, a determinate temperature, di un elemento termosensibile a bulbo che consente in tal modo la fuoriuscita d'acqua.

Gli impianti a schiuma sono concettualmente simili a quelli ad umido e differiscono per la presenza di un serbatoio di schiumogeno e di idonei sistemi di produzione e scarico della schiuma (versatori). Impianti di anidride carbonica, ad halon, a polvere: hanno portata limitata dalla capacità geometrica della riserva (batteria di bombole, serbatoi).

Gli impianti a polvere, non essendo l'estinguente un fluido, non sono in genere costituiti da condotte, ma da teste singole autoalimentate da un serbatoio incorporato di modeste capacità.

La pressurizzazione è sempre ottenuta mediante un gas inerte (azoto, anidride carbonica).

Impianti di rivelazione automatica d'incendio

Tali impianti rientrano a pieno titolo tra i provvedimenti di protezione attiva e sono finalizzati alla rivelazione tempestiva del processo di combustione prima cioè che questo degeneri nella fase di incendio generalizzato.

Si deduce che è fondamentale riuscire ad avere un tempo d'inter-vento possibilmente inferiore al tempo di prima propagazione, ossia intervenire prima che si sia verificato il "flash over"; infatti si è ancora nel campo delle temperature relativamente basse, l'incendio non si è ancora esteso a tutto il sistema e quindi ne è più facile lo spegnimento ed i danni sono ancora contenuti. Dal diagramma qualitativo riportato di seguito si può vedere che l'entità dei danni, se non si interviene prima, ha un incremento notevole non appena si è verificato il "flash over". Pertanto un impianto di rivelazione automatica trova il suo utile impiego nel ridurre il "tempo reale" e consente:

- di avviare un tempestivo sfollamento delle persone, sgombero dei beni etc;
- di attivare un piano di intervento;
- di attivare i sistemi di protezione contro l'incendio (manuali e/o automatici di spegnimento)

I rivelatori di incendio possono essere classificati in base al fenomeno chimico-fisico rilevato in:

- | | |
|------------|-------------------------------------|
| | - di calore |
| Rilevatori | - di fumo (a ionizzazione o ottici) |
| | - di gas |
| | - di fiamme |

oppure in base al metodo di rivelazione:

- statici (allarme al superamento di un valore di soglia)
- differenziali (allarme per un dato incremento)
- velocimetrici (allarme per velocità di incremento).

La suddivisione può essere infine effettuata in base al tipo di configurazione del sistema di controllo dell'ambiente:

Puntiformi, a punti multipli (poco diffusi), lineari (poco diffusi).

In sintesi potremo quindi definire un "rilevatore automatico d'incendio" come un dispositivo installato nella zona da sorvegliare che è in grado di misurare come variano nel tempo grandezze tipiche della combustione, oppure la velocità della loro variazione nel tempo, oppure la somma di tali variazioni nel tempo

Avvenuta la rilevazione, con il superamento del valore di soglia, si ha la rivelazione quando "la notizia" che si sta sviluppando l'incendio viene comunicata (rivelata) al "sistema" (uomo o dispositivo automatico) demandato ad intervenire.

Componenti dei sistemi automatici di rivelazione

Un impianto rilevazione automatica d'incendio è generalmente costituito da:

- rilevatori automatici d'incendio;
- centrale di controllo e segnalazione;
- dispositivi d'allarme;
- comandi d'attivazione;
- elementi di connessione per il trasferimento di energia ed informazioni.

Evidentemente vi possono essere impianti che hanno componenti in più o in meno rispetto a quelli elencati.

La centrale di controllo e segnalazione garantisce l'alimentazione elettrica (continua e stabilizzata) di tutti gli elementi dell'impianto ed è di solito collegata anche ad una "sorgente di energia alternativa" (batterie, gruppo elettrogeno, gruppo statico ecc.) che garantisce il funzionamento anche in caso di "mancanza ENEL".

Avvenuto l'incendio, l'allarme può essere "locale" o "trasmesso a distanza".

Illuminazione di sicurezza

L' impianto di illuminazione di Sicurezza deve fornire, in caso di mancata erogazione della fornitura principale della energia elettrica e quindi di luce artificiale, una illuminazione sufficiente a permettere di evacuare in sicurezza i locali (intensità minima di illuminazione 5 lux).

Dovranno pertanto essere illuminate le indicazioni delle porte e delle uscite di sicurezza, i segnali indicanti le vie di esodo, i corridoi e tutte quelle parti che è necessario percorrere per raggiungere un'uscita verso luogo sicuro.

E' opportuno, per quanto possibile, che le lampade ed i segnali luminosi dell'impianto luci di sicurezza non siano posizionati in alto (la presenza di fumo ne potrebbe ridurre la visibilità in maniera drastica sin dai primi momenti).

L'Impianto deve essere alimentato da una adeguata fonte di energia quali batterie in tampone o batterie di accumulatori con dispositivo per la ricarica automatica (con autonomia variabile da 30 minuti a 3 ore, a seconda del tipo di attività e delle circostanze) oppure da apposito ed idoneo gruppo

elettrogeno; l'intervento dovrà comunque avvenire in automatico, in caso di mancanza della fornitura principale dell'energia elettrica, entro 5 secondi circa (se si tratta di gruppi elettrogeni il tempo può raggiungere i 15 secondi).

Evacuatori di fumo e di calore

Tali sistemi di protezione attiva dall'incendio sono di frequente utilizzati in combinazione con impianti di rivelazione e sono basati sullo sfruttamento del movimento verso l'alto delle masse di gas caldi generate dall'incendio che, a mezzo di aperture sulla copertura, vengono evacuate all'esterno.

Gli evacuatori di fumo e calore (EFC) consentono pertanto di:

- Agevolare lo sfollamento delle persone presenti e l'azione dei soccorritori grazie alla maggiore probabilità che i locali restino liberi da fumo almeno fino ad un'altezza da terra tale da non compromettere la possibilità di movimento.
- Agevolare l'intervento dei soccorritori rendendone più rapida ed efficace l'opera.
- Proteggere le strutture e le merci contro l'azione del fumo e dei gas caldi, riducendo in particolare il rischio di collasso delle strutture portanti.
- Ritardare o evitare l'incendio a pieno sviluppo - "flash over".
- Ridurre i danni provocati dai gas di combustione o da eventuali sostanze tossiche e corrosive

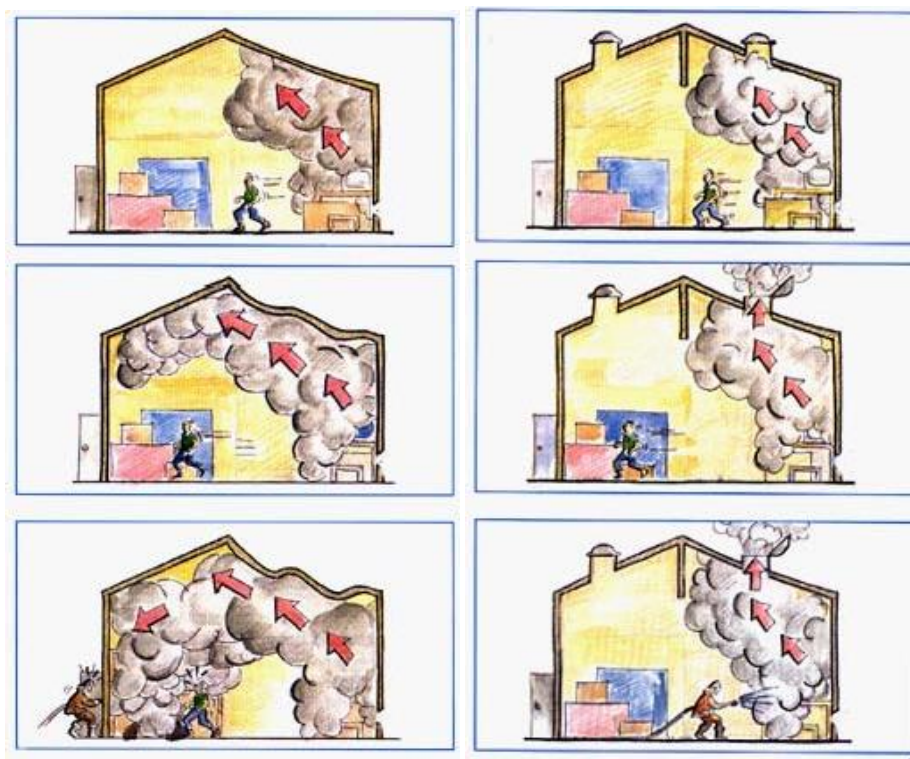


Figura 14. Evacuatori di fumo e calore

originate dall'incendio.

Gli EFC devono essere installati, per quanto possibile, in modo omogeneo nei singoli compartimenti, a soffitto in ragione, ad esempio, di uno ogni 200 m² (su coperture piane o con pendenza minore del 20 %) come previsto dalla regola tecnica di progettazione costituita dalla norma UNI - VVF 9494.

La ventilazione dei locali può essere ottenuta con vari sistemi:

- Lucernari a soffitto
- Ventilatori statici continui
- Sfoghi di fumo e di calore
- Aperture a shed
- Superfici vetrate normali

l'installazione di vetri semplici che si rompano sotto l'effetto del calore può essere adottata a condizione che sia evitata la caduta dei pezzi di vetro per rottura accidentale mediante rete metallica di protezione

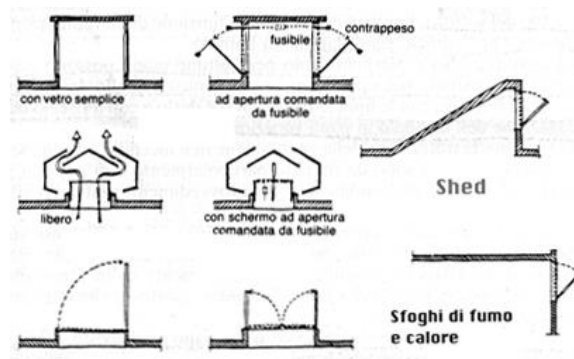


Figura 15. Tipo di evacuatore

2.4.3 Formazione

E' fondamentale che i lavoratori conoscano come prevenire un incendio e le azioni da attuare a seguito di un incendio.

E' obbligo del datore di lavoro fornire al personale una adeguata informazione e formazione al riguardo di :

- rischi di incendio legati all'attività svolta nell'impresa ed alle specifiche mansioni svolte.
- misure di prevenzione e di protezione incendi adottate in azienda con particolare riferimento a : ubicazione dei presidi antincendi ;
- ubicazione delle vie di uscita;
- modalità di apertura delle porte delle uscite;
- l'importanza di tenere chiuse le porte resistenti al fuoco;
- I motivi per cui non devono essere utilizzati gli ascensori per l'evacuazione in caso di incendio;
- etc

. procedure da adottare in caso di incendio ed in particolare: azioni da attuare quando si scopre un incendio; come azionare un allarme; azione da attuare quando si sente un allarme; procedure di evacuazione fino al punto di raccolta in luogo sicuro; modalità di chiamata dei vigili del fuoco.

- i nominativi dei lavoratori incaricati di applicare le misure di prevenzione incendi, lotta antincendi e gestione delle emergenze e pronto soccorso;
- Il nominativo del responsabile del servizio di prevenzione e protezione dell'azienda.

Adeguate informazioni devono essere fornite agli addetti alla manutenzione e agli appaltatori per garantire che essi siano a conoscenza delle misure generali di sicurezza antincendio nel luogo di lavoro, delle azioni da adottare in caso di incendio e le procedure di evacuazione. L'informazione deve essere basata sulla valutazione dei rischi, essere fornita al lavoratore all'atto dell'assunzione ed essere aggiornata nel caso in cui si verifichi un mutamento della situazione del luogo di lavoro che comporti una variazione dei rischi di incendio.

CAPITOLO 3: CASO STUDIO: PADIGLIONE 2 DELL'OSPEDALE SAN LUIGI GONZAGA

3.1. Cenni storici

L'inizio della storia del "San Luigi Gonzaga" ha una data precisa: il 26 Marzo 1818. Quel giorno, alla presenza del Re e delle autorità del Comune iniziarono i lavori dell'Ospedale "specializzato" nella cura dei malati polmonari, all'epoca, per la maggior parte, affetti da tubercolosi. L'esigenza di un ospedale specializzato venne recepita dall'Opera Pia San Luigi Gonzaga.

L'Ospedale sorse nel 1826, in una sede che non era quella attuale. Originariamente, infatti, si trovava a



Figura 16. Prima sede storica di corso Valdocco a Torino

Torino, in zona Valdocco, nell'attuale sede dell'Archivio di Stato. Il luogo per la nuova costruzione fu individuato tra Via delle Ghiacciaie, Via del Deposito, Via Santa Chiara e Strada Valdocco, rispettivamente le attuali Via Giulio, Via Piave, Via Santa Chiara e Corso Valdocco.

Il progetto venne affidato a Giuseppe Maria TALUCCHI, tra i pochi esponenti del Neoclassicismo piemontese, che realizzò, tra l'altro, la facciata e la rotonda del cortile dell'Accademia Albertina, il completamento del Collegio dei Nobili del Guarini, in un secondo tempo sede dell'Accademia delle Scienze, nonché il portale d'ingresso dell'Università di Via Verdi.

Nel 1903 l'Ospedale raggiunse la capienza massima di 243 posti letto; tuttavia i progressi continui della scienza nella cura delle malattie polmonari indussero l'Amministrazione a non realizzare ulteriori ampliamenti, ma a costruire un nuovo ospedale destinato unicamente alla cura dei malati affetti da tubercolosi.

La prima pietra del nuovo Ospedale venne posta nel 1904, mentre il trasferimento da Regione Valdocco al modernissimo sanatorio suburbano di 1000 posti letti nella zona di Corso Orbassano a Torino, attuale sede dello stabilimento FIAT Mirafiori, avviene nel 1909.



Figura 17. Seconda sede di Mirafiori a Torino

Il nuovo ospedale San Luigi Gonzaga nacque così in località Tre Tetti, un agglomerato di tre casette ad un piano che interrompeva il deserto stradale che portava ad Orbassano.

Nel 1970, infine, l'Ospedale San Luigi Gonzaga venne nuovamente trasferito, andando ad occupare l'attuale sede. L'originaria valenza di sanatorio si evince dalla struttura a padiglioni, con ampi terrazzi soleggiati e lunghi corridoi di collegamento, oltre che dal vastissimo parco che circonda l'Ospedale.

All'inizio degli anni '90, l'insediamento dell'Università degli Studi di Torino, attraverso l'acquisizione di alte professionalità, ha prodotto un significativo ampliamento delle competenze e delle specialità dando un forte impulso alla vita dell'ospedale. Di conseguenza, da prettamente pneumologico, il San Luigi si è trasformato in un moderno complesso polispecialistico.

Negli anni successivi, l'istituzione del II Corso di Laurea in Medicina e Chirurgia, del Corso di Laurea in Infermieristica (C.L.I.) e di alcune Scuole di Specializzazione post-laurea hanno ulteriormente ampliato la collaborazione tra Università e Ospedale consentendo di raggiungere elevati livelli di sviluppo attraverso l'integrazione tra ricerca scientifica, assistenza e formazione professionale, caratterizzando l'Ospedale, nel frattempo divenuto "Azienda Sanitaria Ospedaliera" a rilevanza nazionale, quale vero e proprio "Ospedale di insegnamento".

Con D.P.G.R. n° 99 del 17 dicembre 2007, l'Azienda Sanitaria Ospedaliera San Luigi Gonzaga, ha assunto, dal primo gennaio 2008, la qualificazione di "Azienda Ospedaliero Universitaria". L'Azienda Ospedaliero-Universitaria San Luigi Gonzaga si caratterizza per attività medico-chirurgiche che la pongono in posizione di rilievo nell'ambito del panorama sanitario piemontese.

L'iniziale vocazione al trattamento delle patologie polmonari è stata, nel corso degli anni, oggetto di profonde trasformazioni evolutive che hanno condotto il "San Luigi" ad un presente ed un futuro fortemente caratterizzati da un'offerta di interventi sanitari polispecialistici ad alto contenuto qualitativo.

Si evidenziano, sempre all'interno della struttura ospedaliera, il Centro Regionale Antidoping "Alessandro Bertinaria", realizzato in occasione delle Olimpiadi Invernali "Torino 2006" e destinato a rappresentare un centro di eccellenza e formazione nel campo della Tossicologia ed il Centro di ricerca di Neuroscienze della Fondazione Cavalieri Ottolenghi, di recente inaugurazione.

Dal 1° ottobre 2008, la struttura sanitaria è sede della Facoltà di Medicina e Chirurgia San Luigi Gonzaga. Questo risultato è frutto della forte collaborazione tra Azienda Sanitaria ed Università, che ha portato al conseguimento di risultati scientifici di elevato livello ed, in particolare, allo sviluppo e all'integrazione tra ricerca scientifica, assistenza sanitaria e formazione, tutti mirati al raggiungimento di un unico obiettivo primario: la cura del paziente.

3.2. Descrizione dell'attività

Ubicazione urbanistica

L'Azienda Ospedaliera è situata presso il territorio del comune di Orbassano. Ha a disposizione 4 accessi dalla pubblica via.

Strada Regione Gonzole	s. n. c. ingresso 1 (passo carraio);
Strada Regione Gonzole	s. n. c. ingresso 2 (passo carraio);
Strada Regione Gonzole	s. n. c. ingresso 3 (passo carraio);
Via San Luigi	s. n. c. ingresso 4 (passo carraio);

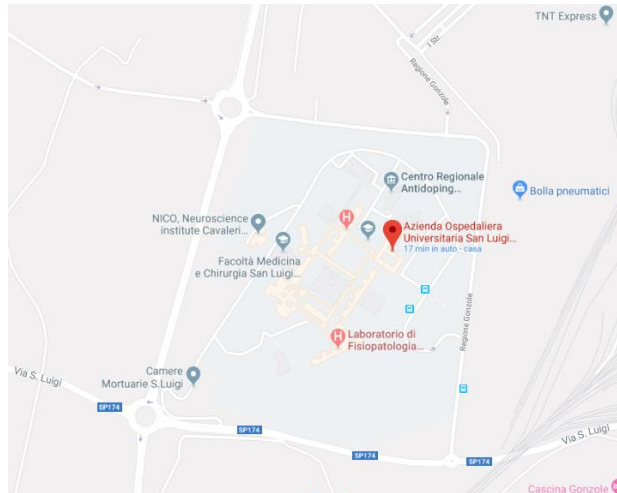


Figura 18. Ubicazione urbanistica - Google maps

Caratteristiche

Ha una struttura composta da tre padiglioni, ciascuno di quattro piani, collegati da lunghi corridoi. Un quarto padiglione è invece destinato ai servizi. È questa una conformazione permessa dal territorio in cui l'ospedale è situato, una zona quasi priva di altre costruzioni nonché distante un chilometro circa dal più vicino centro urbano. L'ospedale ha infatti una notevole estensione orizzontale e la distanza tra le due estremità è di circa cinquecento metri.

Oltre ai padiglioni citati, ve n'è uno dedicato agli ambulatori e il palazzo del centro antidoping, una palazzina di tre piani sede del polo biologico e una palazzina circolare sede del polo universitario. È presente inoltre una biblioteca biomedica.



Figura 19.. Ospedale San Luigi Orbassano - Google Maps

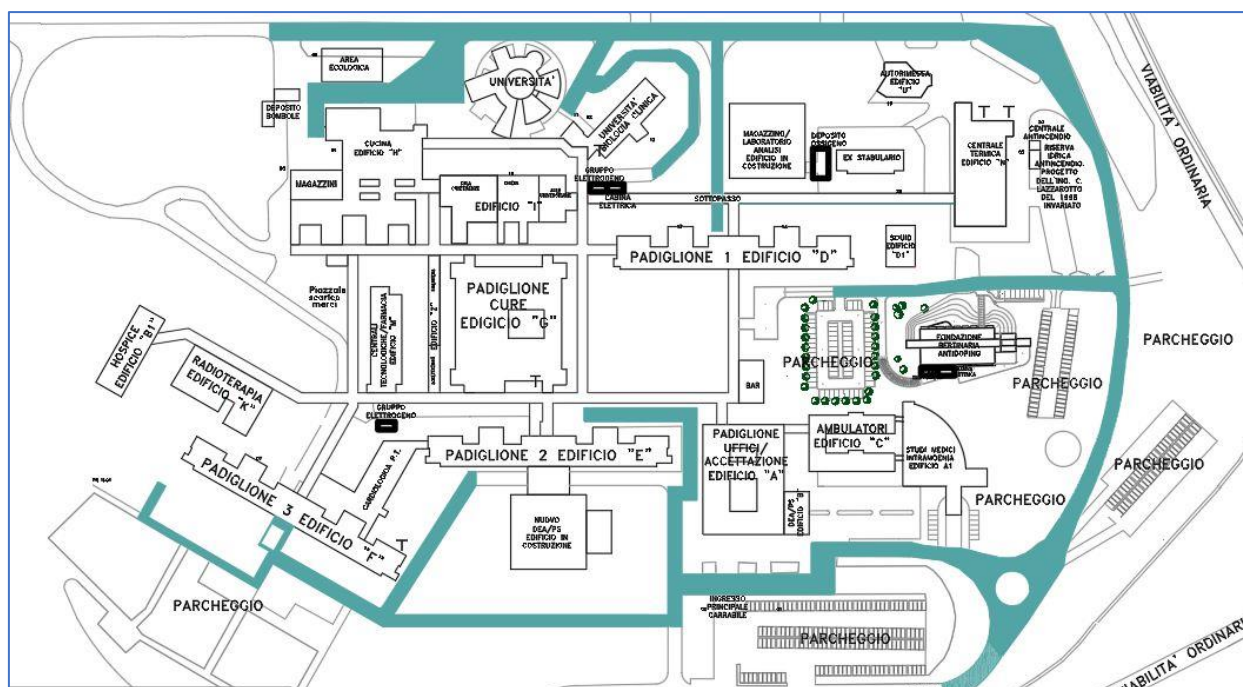


Figura 20. Planimetria generale con viabilità esterna dei mezzi di soccorso

Caso in studio

L'edificio in analisi sarà il padiglione 2 che ospita in particolare le degenze. Questo padiglione ha 4 piani fuori terra e uno seminterrato, ogni piano è composto da due reparti di cui il piano terra è collegato con il pronto soccorso di recente costruzione. Ha tre corpi scala di tipo protetto serviti da tutti piani. Inoltre, è collegato al padiglione cure e al reparto radiologia tramite i corridoi del primo e piano terra rispettivamente.



Figura 21. Caso Studio



Figura 22. Foto frontale - Padiglione 2

*Vengono di seguito rappresentate le aree per ogni reparto:

PIANO TERRA



Figura 23. Reparto Medicina d'urgenza, Rianimazione e DEA - Piano terra

PRIMO PIANO

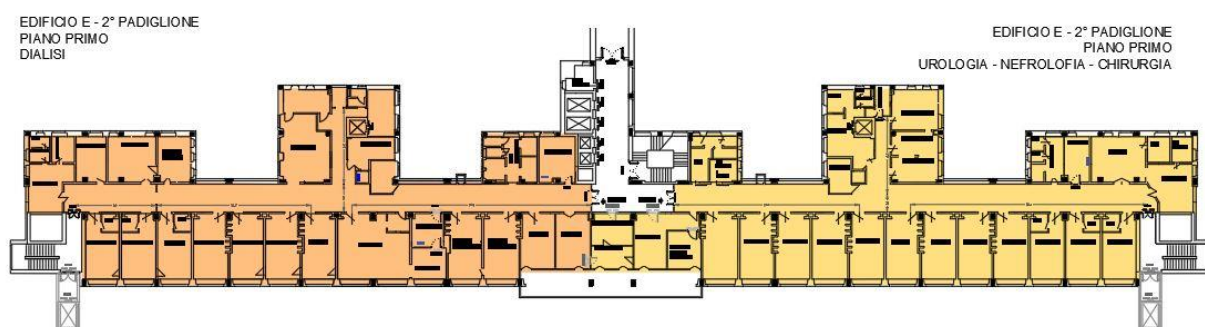


Figura 24. Reparto Dialisi e Reparto Urologia, Nefrologia e Chirurgia - Piano primo

PIANO SECONDO

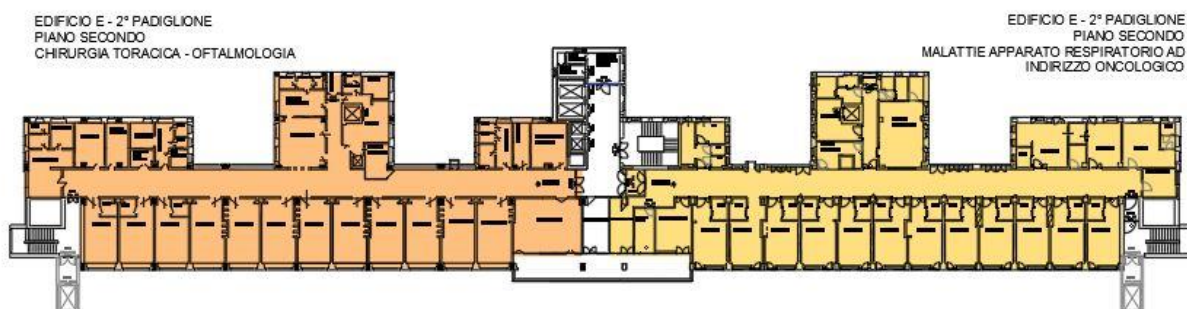


Figura 25. Reparto chirurgia toracica e Reparto ad indirizzo oncologico - Piano secondo

*I montalettighe alle testate dei reparti sono da progetto antincendio, (non esistenti)

PIANO TERZO

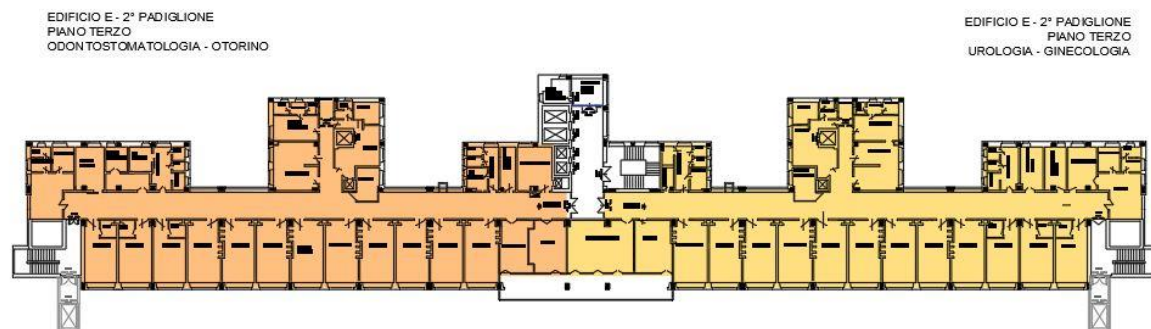


Figura 26. Reparto di Odontostomatologia- Otorino e Reparto Ginecologia - Piano terzo

PIANO QUARTO

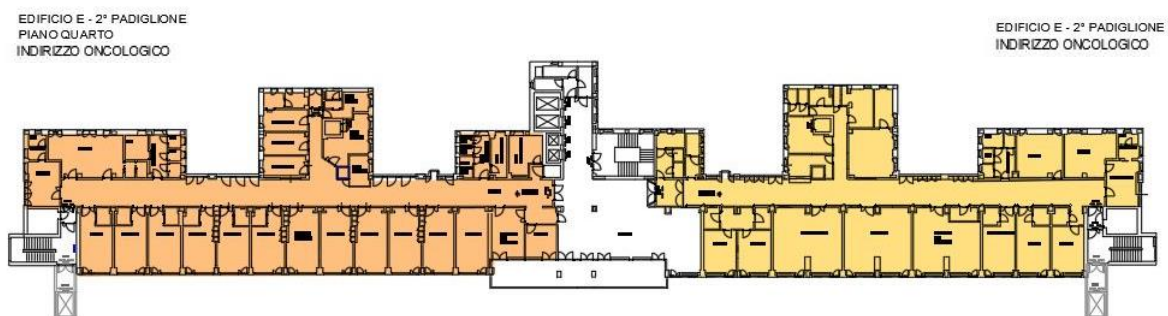


Figura 27. Reparto DH Oncologico

CAPITOLO 4: LA PROGETTAZIONE ANTINCENDIO CON L'APPROCCIO PRESCRITTIVO APPLICATO AL CASO STUDIO

4.1. Generalità

Termini, definizioni e tolleranze dimensionali.

Sulle planimetrie sono riportati simboli e definizioni previsti dal DM.30 novembre 1983 (Gazzetta Ufficiale n. 339 del 12 dicembre 1983).

Classificazione delle aree delle strutture sanitarie.

Tipo A	Aree od impianti a rischio specifico
Tipo B	Aree a rischio specifico accessibili al solo personale dipendente (laboratori di analisi e ricerca, depositi, lavanderie, ecc.) ubicate nel volume degli edifici destinati, anche in parte, ad aree di tipo C, D1, D2 ed F;
Tipo C	Aree destinate a prestazioni medico-sanitarie di tipo ambulatoriale in cui non è previsto il ricovero.
Tipo D1	Aree destinate a ricovero in regime ospedaliero e/o residenziale
Tipo D2	Aree adibite ad unità speciali
Tipo E	Aree destinate ad altri servizi pertinenti. Gli uffici, aule, mense sino ad un massimo complessivo di 25 persone, non costituiscono aree di Tipo E se presenti nelle aree di altro tipo.
Tipo F	Aree destinate a contenere apparecchiature ad elevata tecnologia oppure sorgenti di radiazioni ionizzanti (sorgenti radioattive, apparecchiature o dispositivi contenenti sorgenti radioattive, apparecchiature ad alta energia di tipo ionizzante e simili) che siano soggette ai provvedimenti autorizzativi di nulla osta per impiego di categoria A e B.

	P. Seminterrato	P. Terra	P. Primo	P. Secondo	P. Terzo	P. Quarto
A						
B	UTA Magazzino ad'uso della medicina d'urgenza 3 UPS	Deposito Dep. salme	Deposito	Deposito	Deposito	Deposito
C		DEA Pronto soccorso Zona ambulatoriale				
D1		Medicina d'urgenza	Day hospital Day week surgery	Degenza Chir.generale	Degenza ortopedia traumatologia. Degenza urologia	Degenze, day hospital,
D2		Reparto di rianimazione				
E		DEA Sala d'attesa				
F						

Tabella 1. Classificazione delle aree

Il fabbricato destinato al DEA è suddiviso in **tre compartimenti** corrispondenti alle aree omogenee classificate in

- un compartimento corrispondente al locale *"camera calda"* assimilabile per rischio all'attività autorimessa di tipo misto di cui al p.to 2 del D.M. 01.02.1986 (autorimessa con capacità di parcheggio non superiore a nove autoveicoli),

- un compartimento corrispondente al *pronto soccorso* vero e proprio e pertanto classificato come **area di tipo C** "aree destinate a prestazioni medico-sanitarie di tipo ambulatoriale in cui non è previsto il ricovero,

- un compartimento corrispondente alle aree "sale d'attesa parenti" e "punto caffè" assimilate ad **aree di tipo E** "aree destinate ad altri servizi pertinenti".

Il nuovo fabbricato DEA comprende inoltre le seguenti **aree di tipo B** "aree a rischio specifico accessibili al solo personale dipendente ubicate nel volume degli edifici destinati, anche in parte, ad aree di tipo C e D":

- n. 7 locali di deposito di superficie limitata non eccedente i 10 mq. dislocati all'interno del compartimento "pronto soccorso" (aree tipo C)

- un locale "centrali tecnologiche" contenente le UTA (unità di trattamento aria) a servizio del DEA, ubicato sulla copertura della "camera calda" ed accessibile da scala esterna posta sull'angolo nord-ovest del fabbricato; il solaio di separazione "camera calda" / locale UTA ha caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60

I reparti ai piani superiori e la medicina d'urgenza sono invece aree di tipo D1 degenza, con locali deposito aree di tipo B.

L'unico reparto di tipo D2 come caso specifico per la reanimazione

4.2. Ubicazione

Il padiglione 2 è ubicato nel rispetto delle distanze di sicurezza, stabilite dalle disposizioni vigenti, da altre attività che comportino rischi di esplosione od incendio.

È un fabbricato isolato ubicato nel settore sud-ovest del complesso ospedaliero, ha pianta rettangolare e si articola su 5 piani fuori terra ed un piano interrato attualmente solo parzialmente utilizzato.

Comunicazioni e separazioni.

Tutte le attività presenti nel complesso ospedaliero sono pertinenti all'attività principale.

Il padiglione 2 non comunica con:

- a) attività ad esso non pertinenti,
- b) attività ad esso pertinenti non soggette a controllo dei Vigili del fuoco,
- c) attività ad esso pertinenti soggette a controlli di prevenzione incendi di cui ai punti 34 (limitatamente ad archivi e biblioteche), 65, 66, 67, 69, 72, 73, 74 (ad esclusione dei locali di installazione di apparecchi per la climatizzazione degli edifici e per la produzione centralizzata di acqua calda, acqua surriscaldata e/o vapore), 75 dell'allegato I al decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151;

Il padiglione comunica tramite filtro a prova di fumo con il DEA pronto soccorso, e con il sistema di corridoi che collega i diversi fabbricati del complesso ospedaliero.

Tali sono della stessa attività, ma diversa tipologia di aree.

4.2.1 Caratteristiche costruttive

Resistenza al fuoco delle strutture e dei sistemi di compartimentazione

Le strutture e i sistemi di compartimentazione devono garantire i requisiti di resistenza al fuoco compatibili con il carico di incendio specifico di progetto in conformità al decreto del Ministro dell'interno del 9 marzo 2007 e comunque almeno i seguenti valori:

CAPITOLO 4: La progettazione antincendio con l'approccio prescrittivo applicato al caso studio

- ✓ Piano interrato REI 60
- ✓ Piani fuori terra REI 30

L'altezza antincendio risulta inferiore a 24m

Reazione al fuoco dei materiali

I prodotti da costruzione ed i materiali dovranno essere conformi a quanto di seguito specificato, con la precisazione che è consentito mantenere in uso, fino alla loro sostituzione, mobili imbottiti e sedie non imbottite non rispondenti ai requisiti previsti, rispettivamente, alle successive lettere g) e h):

a) atri, corridoi, disimpegni, scale, rampe, passaggi in genere

Si impiega in ragione del 50% massimo della superficie totale (pavimento + pareti + soffitto + proiezioni orizzontali delle scale) di prodotti da costruzione classificati in una delle classi di reazione al fuoco rispondenti al sistema di classificazione europeo di cui al decreto del Ministro dell'interno del 10 marzo 2005.

Sono installati prodotti classificati in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0) e (B-s1,d1) per impiego a parete, (A2fl-s1), (Bfl-s1,d0), (Cfl-s1) per pavimento, e in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0) e (B-s2,d0) per impiego a soffitto.

Particolari esigenze di carattere igienico-sanitario, che devono essere dichiarate dalla Direzione sanitaria del reparto e/o della Struttura ospedaliera, negli atri, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere, a servizio di aree di tipo C, ed F.

Dovranno essere installati prodotti classificati in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0)*, (A2-s1,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0)* e (B-s1,d1) impiego a parete, (A2fl-s1), (Bfl-s1,d0), (Cfl-s1) per pavimento e in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0) e (B-s2,d0) per impiego a soffitto. (* Nel caso di attività esistenti)

Per materiali commercializzati prima dell'entrata in vigore del decreto del Ministro dell'interno del 10 marzo 2005, si utilizzano prodotti classificati in classe 1 di reazione al fuoco secondo il decreto del Ministro dell'interno del 26 giugno 1984.

b) tutti gli altri ambienti

Sono installati prodotti classificati in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d0)*, (A2-s3,d1)*, (B-s1,d0), (B-s2,d0)* e (B-s1,d1), (B-s2,d1)* per impiego a parete, (A2fl-s1), (Bfl-s1,d0), (Cfl-s1) per pavimento, e in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d0) e (B-s2,d0) per impiego a soffitto.

In presenza di impianti di spegnimento automatico o di sistemi di smaltimento dei fumi asserviti ad impianti di rivelazione degli incendi devono essere installati prodotti classificati in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s2,d2), (A2-s3,d2), (B-s1,d0), (B-s1,d1) e (B-s1,d2), (B-s2,d0), (B-s2,d1), (B-s2,d2), (B-s3,d0), (B-s3,d1), (B-s3,d2), (C-s1,d0), (C-s1,d1), (C-s2,d0), (C-s2,d1) per impiego a parete, in classe (A2-s1,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d0), (A2-s2,d1), (B-s1,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d0), (B-s2,d1), (B-s3,d0), (B-s3,d1), (C-s1,d0), (C-s2,d0), (C-s3,d0) per impiego a soffitto.

Per i materiali commercializzati prima dell'entrata in vigore del decreto del Ministro dell'interno del 10 marzo 2005 e rispondenti al sistema di classificazione italiano di cui al decreto del Ministro dell'interno del 26 giugno 1984, le pavimentazioni, compresi i relativi rivestimenti, devono essere di classe di reazione al fuoco 2 e gli altri materiali di rivestimento di classe I, oppure di classe 2, se in presenza di impianti di spegnimento automatico o di sistemi di smaltimento dei fumi asserviti ad impianti di rivelazione degli incendi.

c) Prodotti isolanti installati negli atri, nei corridoi, nei disimpegni, nelle scale, nelle rampe, nei passaggi in genere

Per i prodotti da costruzione rispondenti al sistema di classificazione europeo di cui al decreto del Ministro dell'interno del 10 marzo 2005 e successive modificazioni è consentito l'impiego, in ragione del 50% massimo della superficie totale (pavimento + pareti + soffitto + proiezioni orizzontali delle scale) di prodotti classificati in una delle classi di reazione al fuoco indicate e per le restanti parti devono essere impiegati materiali incombustibili.

Sono installati prodotti isolanti classificati in classe (A2-s1,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d0), (B-s1,d0), (B-s2,d0) e (B-s1,d1) impiego a parete e per pavimento, in classe (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (B-s1,d1) e (B-s2,d0) per impiego a soffitto.

CAPITOLO 4: La progettazione antincendio con l'approccio prescrittivo applicato al caso studio

Qualora per il prodotto isolante è prevista una protezione, da realizzare in sito, affinché lo stesso non sia direttamente esposto alle fiamme, sono ammesse le seguenti classi di reazione al fuoco, in funzione delle caratteristiche della protezione adottata:

- protezione almeno con prodotti di classe di reazione al fuoco (A2FL-s1), (A2FL-s2), (BFL-s1), (BFL-s2) (CFL-s1), per impiego a pavimento, (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-1,d0), (B-s2,d0), (B-s1,d1), (B-s2,d1) per impiego a parete e (A2-s1,d0), (A2-s2,d0), (A2-s3,d0), (A2-s1,d1), (A2-s2,d1), (A2-s3,d1), (B-s1,d0), (B-s2,d0), (B-s3,d0) per impiego soffitto: prodotti isolanti indicati con nella seguente tabella, in funzione del tipo di impiego previsto.

Tabella 2. Prodotti isolanti non direttamente esposti alle fiamme

Prodotti isolanti		
Istallazione a pavimento	Istallazione a parete	Istallazione a soffitto
A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0
A2-s1,d1	A2-s1,d1	A2-s1,d1
A2- s2,d0	A2- s2,d0	A2- s2,d0
A2- s2,d1	A2- s2,d1	A2- s2,d1
A2- s2,d1	A2- s2,d1	A2- s2,d1
A2-s3,d1	A2-s3,d1	A2-s3,d1
B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0
B-s1,d1	B-s1,d1	B-s2,d0
B-s2,d0	B-s2,d0	B-s3,d0
B-s2,d1	B-s2,d1	

-protezione con prodotti di classe di reazione al fuoco almeno (A2-s3,d0) ovvero (A2FL-s2) con esclusione dei materiali metallici: prodotti isolanti indicati nella seguente tabella, in funzione del tipo di impiego previsto.

Prodotti isolanti		
Istallazione a pavimento	Istallazione a parete	Istallazione a soffitto
A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0
A2-s1,d1	A2-s1,d1	A2-s1,d1
A2-s1,d2	A2-s1,d2	A2- s2,d0
A2- s2,d0	A2- s2,d0	A2- s2,d1
A2- s2,d1	A2- s2,d1	A2- s2,d1
A2- s2,d2	A2- s2,d2	A2-s3,d0
A2- s3,d0	A2- s3,d0	B-s1,d0
A2-s3,d1	A2-s3,d1	B-s1,d1
A2-s3,d2	A2-s3,d2	B-s2,d0
B-s1,d0	B-s1,d0	B-s2,d1

CAPITOLO 4: La progettazione antincendio con l'approccio prescrittivo applicato al caso studio

B-s1,d1	B-s1,d1	B-s3,d0
B-s1,d2	B-s1,d2	B-s3,d1
B-s2,d0	B-s2,d0	C-s1,d0
B-s2,d1	B-s2,d1	C-s2,d0
B-s2,d2	B-s2,d2	C-s3,d0
B-s3,d0	B-s3,d0	
B-s3,d1	B-s3,d1	
B-s3,d2	B-s3,d2	
C-s1,d0	C-s1,d0	
C-s1,d1	C-s1,d1	
C-s2,d0	C-s2,d0	
C-s2,d1	C-s2,d1	

-protezione con prodotti incombustibili, con esclusione dei materiali metallici: prodotti isolanti indicati nella seguente tabella, in funzione del tipo di impiego previsto.

Prodotti isolanti		
Istallazione a pavimento	Istallazione a parete	Istallazione a soffitto
A2-s1,d0	A2-s1,d0	A2-s1,d0
A2-s1,d1	A2-s1,d1	A2-s1,d1
A2-s1,d2	A2-s1,d2	
A2- s2,d0	A2- s2,d0	A2- s2,d0
A2- s2,d1	A2- s2,d1	A2- s2,d1
A2- s2,d2	A2- s2,d2	A2- s2,d2
A2-s3,d0	A2-s3,d1	A2-s3,d2
A2-s3,d1	A2-s3,d1	A2-s3,d1
A2-s3,d2	A2-s3,d2	
B-s1,d0	B-s1,d0	B-s1,d0
B-s1,d1	B-s1,d1	B-s1,d1
B-s1,d2	B-s1,d2	
B-s2,d0	B-s2,d0	B-s2,d0
B-s2,d1	B-s2,d1	B-s2,d1
B-s2,d2	B-s2,d2	
B-s3,d0	B-s3,d0	B-s3,d0

CAPITOLO 4: La progettazione antincendio con l'approccio prescrittivo applicato al caso studio

B-s3,d1	B-s3,d1	B-s3,d1
B-s3,d2	B-s3,d2	
C-s1,d0	C-s1,d0	C-s1,d0
C-s1,d1	C-s1,d1	
C-s1,d2	C-s1,d2	
C-s2,d0	C-s2,d0	C-s2,d0
C-s2,d1	C-s2,d1	C-s2,d1
C-s2,d2	C-s2,d2	
C-s3,d0	C-s3,d0	C-s3,d0
C-s3,d1	C-s3,d1	C-s3,d1
C-s3,d2	C-s3,d2	
D-s1,d0	D-s1,d0	D-s1,d0
D-s1,d1	D-s1,d1	
D-s2,d0	D-s2,d0	D-s2,d0
D-s2,d1	D-s2,d1	

Per i materiali commercializzati prima dell'entrata in vigore del decreto ministeriale 10 marzo 2005 ,è consentito che i materiali isolanti in vista con componente isolante direttamente esposto alle fiamme, siano di classe di reazione al fuoco non superiore ad 1. Nel caso di materiale isolante in vista con componente isolante non esposto direttamente alle fiamme, sono ammesse le classi di reazione al fuoco 0-1, 1-0, 1-1.

e) I prodotti isolanti per installazioni tecniche a prevalente sviluppo lineare devono essere conformi a quanto stabilito dall'articolo 8 del decreto del Ministro dell'interno del 15 marzo 2005 e successive modifiche ed integrazioni.

f) I materiali suscettibili di prendere fuoco su entrambe le facce (tendaggi, ecc.) devono essere di classe di reazione al fuoco non superiore ad 1;

g) I mobili imbottiti (poltrone, poltrone letto, divani, divani letto, sedie imbottite, ecc.) ed i materassi devono essere di classe 1 IM;

h) Le sedie non imbottite devono essere di classe non superiore a 2.

2. È consentita la posa in opera di rivestimenti lignei delle pareti e dei soffitti, purché opportunamente trattati con prodotti vernicianti omologati di classe 1 di reazione al fuoco, secondo le modalità e le indicazioni contenute nel decreto del Ministro dell'interno del 6 marzo 1992.

3. L'impiego e i requisiti di posa in opera dei materiali e dei prodotti da costruzione per i quali sono prescritti specifici requisiti di reazione al fuoco devono essere rispondenti alle disposizioni ad essi applicabili.

4. I materiali non ricompresi nella fattispecie dei prodotti da costruzione devono essere omologati ai sensi del decreto del Ministro dell'interno del 26 giugno 1984 e successive modifiche ed integrazioni. Per i materiali rientranti nei casi specificatamente previsti dall'articolo 10 del citato decreto del Ministro dell'interno del 26 giugno 1984, è consentito che la relativa classe di reazione al fuoco sia attestata ai sensi del medesimo articolo.

Compartmentazione

1. Le aree di tipo D1 e D2 sono suddivise in compartimenti, distribuiti sul medesimo livello, di superficie singola non superiore a 1500 m² e 1.000 m² rispettivamente
2. Le aree di tipo E sono suddivise in compartimenti antincendio per attività omogenee.
3. I compartimenti delle aree di tipo D2 ed E comunicano con altri compartimenti e con i percorsi

di esodo orizzontali, tramite disimpegni e tramite filtri a prova di fumo, ove necessari in relazione agli obiettivi generali di prevenzione incendi.

4. I disimpegni a servizio delle aree di tipo D2, reparto rianimazione, hanno dimensioni tali da consentire il passaggio di letti, lettighe o barelle e dei relativi accompagnatori in modo tale che le porte resistenti al fuoco del disimpegno possano chiudersi agevolmente dopo il passaggio.
5. I compartimenti delle aree di tipo C, D1, E (per le attività non soggette ai controlli del Corpo nazionale dei vigili del fuoco ai sensi dell'allegato I al decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n. 151), limitatamente alle apparecchiature ad elevata tecnologia, possono comunicare con altri compartimenti e con i percorsi di esodo orizzontali, tramite porte aventi caratteristiche EI conformi a quanto previsto per le strutture separanti al comma 1 del punto 15.1.
6. Aree tipo B far rif al 17.
7. Un altro compartimento è la camera calda, assimilabile per rischio ad autorimessa con capacità di parcheggio non superiore a nove autoveicoli, si prevedono in questo caso strutture non inferiori a R 60, nonché porte e pareti di compartimentazione rispetto al DEA con caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiore a REI 60. (Decreto ministeriale 1° febbraio 1986)

Limitazioni alle destinazioni d'uso dei locali

1. I locali ubicati oltre il primo piano interrato, qualora il carico di incendio superi i 531 MJ/m², (30 Kg/m² kg legna) devono essere protetti mediante impianto di spegnimento automatico.

Nel caso del magazzino a servizio della medicina d'urgenza, tale locale non supera attualmente il valore di carico d'incendio segnato ma è stato comunque installato un impianto di spegnimento a gas per una questione di sicurezza futura.

2. I locali destinati a produzione di sorgenti radioattive sono sigillati.
 - a. TAC e Raggi X .

4.3. Scale

Generalità

Si hanno tre scale di tipo protetto almeno REI 30 , immettono direttamente in luogo sicuro all'esterno dell'edificio.

Con aperture di aerazione in sommità di superficie non inferiore di 1 m².

Ammissibilità di una sola scala

Il piano interrato è servito da due uscite contrapposte, adducenti verso un luogo sicuro dinamico tramite la scala a prova di fumo interna e direttamente all'esterno in spazio scoperto.

Sarà presente una scala metallica esterna a servizio del locale tecnico ubicato sul piano copertura, in corrispondenza della "camera calda".

Ascensori e montacarichi

Tutti gli ascensori saranno di tipo protetto, con caratteristiche di resistenza al fuoco almeno REI 30.

Considerando le caratteristiche di resistenza più gravoso, quello al piano interrato.

Gli impianti di sollevamento non devono essere utilizzati in caso di incendio ad eccezione di quelli di cui al successivo punto.

Montalettighe utilizzabili in caso di incendio

I montalettighe da utilizzare in caso d'incendio risponderanno alla normativa specifica del 15/9/2005.

In particolare, le aree di tipo D1 devono prevedere almeno un montalettighe antincendio, che permetta in qualsiasi configurazione d'incendio, di avere a disposizione un impianto di sollevamento sicuro.

I requisiti del montalettighe sono:

- L'uscita dall'ascensore deve immettere in luogo sicuro, posto all'esterno dell'edificio
- Avere vano corsa e locale macchinario indipendente da altri elevatori.
- Gli elementi delle strutture del vano di corsa, del locale del macchinario, se esiste, o degli spazi del macchinario e delle aree di lavoro, se disposti fuori del vano di corsa, devono avere una resistenza al fuoco corrispondente a quella del compartimento REI 60;
- Ad ogni piano, all'uscita dall'ascensore, deve essere realizzata un'area dedicata di almeno 5 m² aperta, esterna all'edificio, oppure, protetta da filtro a prova di fumo di resistenza al fuoco corrispondente a REI 60.
- In caso di incendio la manovra di questi ascensori deve essere riservata ai Vigili del fuoco ed eventualmente agli addetti al servizio antincendio opportunamente addestrati;
- Gli ascensori antincendio non vanno computati nella valutazione delle vie di esodo.

4.4. Misure per l'esodo di emergenza

Affollamento

1. Il massimo affollamento è fissato in:

a) Aree di tipo B:

- persone effettivamente presenti incrementate del 20%;

b) Aree di tipo C:

- ambulatori e simili: 0,1 persone/m²;

- sale di attesa: 0,4 persone/m²;

c) Aree di tipo D1 e D2 :

- 3 persone per posto letto in strutture ospedaliere;

- 2 persone per posto letto in strutture residenziali;

d) Aree di tipo E:

- uffici amministrativi: 0,1 persone/m²;

Piano interrato:

LOCALI TECNICI - aree di tipo B

Non è stato calcolato l'affollamento relativo ai locali tecnici perché sono utilizzati saltuariamente per interventi di manutenzione.

MAGAZZINO A USO DELLA MEDICINA D'URGENZA - aree di tipo B

Premesso che questo magazzino è destinato alla maxi-emergenza sanitaria, si è ipotizzato che la presenza saltuaria e temporanea di personale in condizioni di regolare esercizio dell'attività sanitaria possa essere di 4 persone, pertanto:

Affollamento = 4 persone + 20% = 4,8 - **5 persone**

SPOGLIATOI DONNE - aree di tipo E

Numero degli utenti previsti = 100 circa suddivisi su tre turni

Numero di presenze effettivamente previste per turno = 35 persone circa

SPOGLIATOI UOMINI - aree di tipo E

Numero degli utenti previsti = 40 circa suddivisi su tre turni

Numero di presenze effettivamente previste per turno = 15 persone circa

Totale affollamento spogliatoi (aree di tipo E) = **50 persone**

Piano terra:

MEDICINA D'URGENZA – aree di tipo D1:

14 posti letto x 3 persone/posto letto = **42 persone**

A favore di sicurezza si considera anche l'affollamento relativo alle salette di attesa parenti all'interno del compartimento:

Saletta centrale c/o corridoio mq 12,5 x 0,4 pers./ mq = 5 persone

Sala d'attesa 3 mq.25 x 0,4 pers./ mq = 10 persone

Sommano **15 persone**

Totale affollamento medicina d'urgenza = 42 + 15 = 57 persone

N.B. Non è stato calcolato l'affollamento delle aree di tipo B presenti all'interno del reparto Medicina d'Urgenza, in quanto trattasi di depositi a servizio esclusivo del reparto per i quali pertanto non si prevede la presenza di persone aggiuntive rispetto a quelle sopra calcolate.

COMPARTIMENTO "DEA" – aree di tipo C

Poiché all'interno del compartimento DEA ci sono alcune aree destinate all'accoglienza ed all'attesa dei pazienti e due locali con 16 posti letto destinati all'osservazione, a favore di sicurezza l'affollamento è stato calcolato considerando:

- un affollamento di 0,4 persone/mq per le sale d'attesa e l'accettazione
- un affollamento di 3 persone/posto letto per i locali OBI e Osservazione,
- un affollamento di 0,1 persone/mq per il restante compartimento (aree di tipo C)

I locali deposito (aree di tipo B) ubicati all'interno del compartimento, aventi tutta superficie limitata ed inferiore a 10 mq, sono strettamente funzionali alle esigenze del reparto e ad uso esclusivo del personale del reparto stesso, pertanto non si ritiene necessario prevedere per essi un affollamento aggiuntivo e nel calcolo che segue la loro superficie è inclusa nella superficie del compartimento.

AREE DI ATTESA:

registrazione e triage mq 47,50

attesa pazienti dopo triage mq 24,00

attesa pazienti RX mq 24,00

totale mq 95,50

$95,50 \text{ mq} \times 0,4 \text{ pers./mq} = 38,2 \rightarrow 40 \text{ persone}$

OSSERVAZIONE + OBI:

$16 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = 48 \text{ persone}$

AMBULATORI, LOCALI PER IL PERSONALE compresi corridoi, servizi igienici, depositi

Sup. compartimento - aree di attesa - locali osservazione =

$= \text{mq } 1.322,00 - \text{mq. } 95,50 - \text{mq } 237,00 = 989,50 \text{ m}^2$

$\text{mq } 989,50 \times 0,1 \text{ persone/mq} = 98,95 \text{ persone } 99 \text{ persone}$

TOTALE AFFOLLAMENTO COMPARTIMENTO "DEA" = 187 persone

COMPARTIMENTO "SALE D'ATTESA"- aree tipo E

L'affollamento del compartimento "SALE D'ATTESA" non è stato calcolato in base al parametro indicato al DM 19 marzo 2015, ma considerando i posti a sedere effettivamente previsti su richiesta della Committenza

- sala prevista da progetto originario = mq 49,00 n° 39 posti a sedere

- sala d'attesa aggiunta in variante = mq 86 circa n° 69 posti a sedere

TOTALE AFFOLLAMENTO COMPARTIMENTO "SALE D'ATTESA" = 108 PERSONE

COMPARTIMENTO "CAMERA CALDA"

N.B.: Sebbene la "camera calda" sia assimilabile ad autorimessa con capacità di parcheggio inferiore a nove autoveicoli, facendo riferimento a quanto previsto dal D.M. 1 febbraio 1986, per la valutazione di affollamento ed esodo si fa riferimento a quanto previsto dal citato D.M. per le autorimesse con capacità di parcheggio superiore a nove autoveicoli.

Pertanto per l'affollamento si assume il parametro "densità di affollamento" pari a 0,1 persone/mq.

CAMERA CALDA: $0,1 \text{ per./mq} \times 191 \text{ mq} = 19 \text{ persone}$

COMPARTIMENTO "RIANIMAZIONE"

I posti letto sono distribuiti in quattro box singoli e cinque nell'open space. Uno dei quattro box dispone di una propria zona filtro e di un sistema di controllo dell'aria specifico per patologie infettive o per persone ricoverate con sistema immunitario compromesso.

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $9 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = 27 \text{ persone}$

CAPITOLO 4: La progettazione antincendio con l'approccio prescrittivo applicato al caso studio

A favore di sicurezza si considera anche l'affollamento relativo alle salette di attesa parenti all'interno del compartimento:

Sala d'attesa $23 \text{ mq} \times 0.4 \text{ pers./mq} = 9 \text{ persone}$

Totale affollamento medicina d'urgenza = $27 + 9 = 36 \text{ persone}$

Piano primo:

LATO DESTRO/DAY HOSPITAL– aree di tipo D1:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $28 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = \mathbf{84 \text{ persone}}$

Sala d'attesa $44 \text{ mq} \times 0.4 \text{ pers./mq} = 17,6 \text{ persone}$

Totale affollamento = $101,6 \text{ persone}$

LATO SINISTRO/WEEK SURGERY – aree di tipo D1:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $20 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = \mathbf{60 \text{ persone}}$

Piano secondo:

LATO DESTRO– aree di tipo D1:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $24 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = \mathbf{72 \text{ persone}}$

LATO SINISTRO– aree di tipo D1:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $24 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = \mathbf{72 \text{ persone}}$

Piano terzo:

LATO DESTRO– aree di tipo D1:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $35 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = \mathbf{105 \text{ persone}}$

Sala d'attesa $23 \text{ mq} \times 0.4 \text{ pers./mq} = 9 \text{ persone}$

Totale affollamento 114 persone

LATO SINISTRO– aree di tipo D1:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $24 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = \mathbf{72 \text{ persone}}$

Sala d'attesa $23,41 \text{ mq} \times 0.4 \text{ pers./mq} = 9 \text{ persone}$

Ambulatori $1 \text{ pl} \times 3 \text{ pers/mq} = 3$

Totale affollamento = 84 persone

Piano quarto:

LATO DESTRO– aree di tipo D1:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $20 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = \mathbf{60 \text{ persone}}$

LATO SINISTRO– aree di tipo D1:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $8 \text{ posti letto} \times 3 \text{ persone/posto letto} = \mathbf{24 \text{ persone}}$

ZONA FILTRO:

L'affollamento del compartimento è dato quindi da: $133 \text{ m}^2 \times 0.4 \text{ persone/m}^2 = \mathbf{53 \text{ persone}}$

Esodo orizzontale progressivo

“Modalità di esodo che prevede lo spostamento dei degenti in un compartimento adiacente capace di contenerli e proteggerli fino a quando l'incendio non sia stato domato o fino a che non diventi necessario procedere ad una successiva evacuazione verso un luogo sicuro.”

Dal DM Ciascun compartimento deve poter contenere in situazioni di emergenza, oltre ai suoi normali occupanti, il numero di persone previste per il compartimento adiacente con la capienza più alta, considerando una superficie media di 0,70 m²/persona. Tale superficie deve essere elevata a 1,50 m²/persona qualora l'evacuazione dei degenti debba necessariamente avvenire su letti o barelle.

PIANO TERRA

DEA

Il DEA è collegato mediante filtro a prova di fumo ai reparti di degenza ubicati al piano terra del Padiglione 2.

Sebbene il DEA non sia destinato alla degenza bensì alla permanenza temporanea per l'osservazione, in caso di emergenza al proprio interno gli eventuali pazienti in osservazione non deambulanti potranno comunque essere evacuati tramite letti o barelle nei contigui compartimenti antincendio del suddetto Padiglione 2.

Viceversa lo stesso compartimento DEA potrà contenere in caso di emergenza nei reparti attigui, oltre ai suoi occupanti, il numero di persone previsto per il compartimento adiacente con la capienza più alta.

Ipotizzando che l'evacuazione dei degenti debba necessariamente avvenire con letti o barelle e Considerando pertanto una superficie media a persona pari a 1,50 mq, il compartimento DEA, in base alla superficie in pianta, potrà ospitare il seguente numero di persone:

$\text{mq } 1322 \text{ (DEA)} / 1,50 \text{ mq/pers.} = \mathbf{881 \text{ persone}}$

881 persone > affollamento DEA(187) + affollamento compartimento attiguo con la capienza più alta(57 persone medicina d'urgenza)

MEDICINA D'URGENZA

Il compartimento Medicina d'Urgenza è in grado di contenere in situazioni di emergenza, oltre ai suoi normali occupanti, il numero di persone previsto per il compartimento adiacente con la capienza più alta. Ipotizzando che l'evacuazione dei degenti debba necessariamente avvenire con letti o barelle e considerando pertanto una superficie media a persona pari a 1,50 mq, il compartimento Medicina d'Urgenza, in base alla superficie in pianta, potrà ospitare il seguente numero di persone:

$\text{mq } 784 \text{ circa (MED. D'URGENZA)} / 1,50 \text{ mq/pers.} = \mathbf{522 \text{ persone}} > \text{affollamento MED. D'URGENZA} + \text{affollamento compartim. Attiguo DEA (187)}$

RIANIMAZIONE

Il compartimento Rianimazione è in grado di contenere in situazioni di emergenza, oltre ai suoi normali occupanti, il numero di persone previsto per il compartimento adiacente con la capienza più alta.

Ipotizzando che l'evacuazione dei degenti debba necessariamente avvenire con letti o barelle e considerando pertanto una superficie media a persona pari a 1,50 mq, il compartimento in base alla superficie in pianta, potrà ospitare il seguente numero di persone:

$\text{mq } 555 \text{ circa (MED. D'URGENZA)} / 1,50 \text{ mq/pers.} = \mathbf{370 \text{ persone}} > \text{affollamento Rianimazione (36)} + \text{affollamento compartim. Attiguo DEA (187)}$

PIANO SUPERIORI

Per i piani superiori si procede allo stesso modo ipotizzando che l'evacuazione dei degenti debba necessariamente avvenire con letti o barelle, pertanto si considera una superficie media a persona pari a 1,50 mq.

Primo piano

Reparto LATO DESTRO mq 850 circa/ 1,50 mq/pers. = **566 persone** > *affollamento* Reparto LATO SINISTRO 60 persone

Reparto LATO SINISTRO mq 830 circa/ 1,50 mq/pers. = **553 persone** > *affollamento* Reparto LATO DESTRO 101,6 persone

Secondo piano

Reparto LATO DESTRO mq 850 circa/ 1,50 mq/pers. = **566 persone** > *affollamento* Reparto LATO SINISTRO 60 persone

Reparto LATO SINISTRO mq 830 circa/ 1,50 mq/pers. = **553 persone** > *affollamento* Reparto LATO DESTRO 101,6 persone

Terzo piano

Reparto LATO DESTRO mq 850 circa/ 1,50 mq/pers. = **566 persone** > *affollamento* Reparto LATO SINISTRO 60 persone

Reparto LATO SINISTRO mq 830 circa/ 1,50 mq/pers. = **553 persone** > *affollamento* Reparto LATO DESTRO 101,6 persone

Quarto piano

Reparto LATO DESTRO mq 850 circa/ 1,50 mq/pers. = **566 persone** > *affollamento* Reparto LATO SINISTRO 60 persone

Reparto LATO SINISTRO mq 830 circa/ 1,50 mq/pers. = **553 persone** > *affollamento* Reparto LATO DESTRO 101,6 persone

Capacità di deflusso

Ai fini del dimensionamento delle uscite la capacità di deflusso non sarà superiore ai seguenti valori:

- 50 per il piano terra
- 37,5 per i piani fuori terra

Sistemi di vie di uscita

1. I compartimenti individuati precedentemente sono provvisti di un sistema organizzato di vie di uscita, dimensionato in base al massimo affollamento previsto per i singoli compartimenti in funzione della capacità di deflusso e che adduce verso un luogo sicuro.
2. I percorsi del sistema di vie di uscita comprendono corridoi, vani di uscita all'esterno e passaggi in genere.
3. Nella predisposizione del sistema delle vie di uscita sono state tenute presenti le disposizioni vigenti in materia di superamento ed eliminazione delle barriere architettoniche di cui al D.P.R.503/1996

Lunghezza delle vie di uscita al piano

Come già evidenziato al pto precedente il DEA non include aree di tipo D poiché non destinato alla degenza bensì alla permanenza temporanea per l'osservazione; tuttavia si pone in evidenza che, dell'ipotesi di un'emergenza all'interno del DEA, gli eventuali pazienti non deambulanti presenti nei locali OBI e OSSERVAZIONE potranno comunque essere evacuati nei contigui compartimenti antincendio del Padiglione 2 o direttamente all'esterno.

CAPITOLO 4: La progettazione antincendio con l'approccio prescrittivo applicato al caso studio

Per evacuare i pazienti dei locali OBI e Osservazione nei compartimenti attigui sarà possibile raggiungere dai suddetti locali il filtro a prova di fumo adducendo al Padiglione 2 mediante percorsi di lunghezza non superiore a 30 metri.

Gli altri compartimenti destinati ad aree di tipo D1 e D2, per alcuni è possibile raggiungere, partendo da qualsiasi punto di un compartimento, all'altro compartimento, con percorsi di lunghezza non superiore a 30 m. **Vedi tabella**

Inoltre non sono presenti corridoi ciechi di lunghezza superiore a 15 metri.

				Percorso orizzontale [m]
PIANO TERRA	Area D1	Medicina d'urgenza	Dal relax medico fino al filtro a prova di fumo	34
	Area D2	Rianimazione	Dal medico curante fino al filtro a prova di fumo	35
PIANO PRIMO	Area D1	Lato destro (Nefrologia, Urologia -Day hospital)	Dalla cucina fino al corridoio centrale (altro compartimento)	39
		Lato sinistro(Day week surgery)	Dal locale sosta fino al corridoio centrale (altro compartimento)	35
PIANO SECONDO		Lato destro	Dal locale sosta fino al corridoio centrale (altro compartimento)	39
		Lato sinistro (Oncologia polmonare day hospital)	Dalla tisaneria fino al corridoio centrale (altro compartimento)	31
PIANO TERZO		Lato destro	Dal locale sosta fino al corridoio centrale (altro compartimento)	39
		Lato sinistro	Dal locale sosta fino al corridoio centrale (altro compartimento)	39
PIANO QUARTO		Lato destro	Dal locale sosta fino al corridoio centrale (altro compartimento)	39
		Lato sinistro (Day hospital oncologico)	Dal locale sosta fino al corridoio centrale (altro compartimento)	29

Tabella 3. Lunghezze di esodo al piano

Caratteristiche delle vie di uscita

1. La larghezza utile delle vie di uscita sarà misurata deducendo l'ingombro di eventuali elementi sporgenti con esclusione degli estintori. Tra gli elementi sporgenti non saranno considerati quelli posti ad altezza superiore a 2 m ed eventuali corrimano lungo le pareti, con ingombro non superiore a 8 cm.
- 2- L'altezza dei percorsi delle vie di uscita sarà, in ogni caso, non inferiore a 2 metri.
3. I pavimenti ed i gradini non avranno superfici sdrucciolevoli.
4. Non saranno presenti specchi che possano trarre in inganno sulla direzione dell'uscita.
5. Le porte che si aprono sulle vie di uscita non ridurranno la larghezza utile delle stesse.
6. Le vie di uscita saranno tenute sgombre da materiali che possano costituire impedimento al regolare deflusso delle persone.

Larghezza delle vie di uscita

1. La larghezza utile delle vie di uscita è essere multipla del modulo di uscita e non inferiore a due moduli (1,20 m).
- Non viene verificata per la scala nei reparti del lato destro.

La misurazione della larghezza delle uscite deve essere eseguita nel punto più stretto della luce.

2. Sono consentite vie di uscita di larghezza non inferiore a 0,9 m da computarsi come un modulo ai fini del calcolo del deflusso. La misurazione della larghezza delle uscite deve essere eseguita nel punto più stretto della luce.

Larghezza totale delle vie d'uscita

1. La larghezza totale delle uscite da ogni piano, espressa in numero di moduli, è determinata dal rapporto tra il massimo affollamento previsto e la capacità di deflusso del piano.

			Persone	20%		TOT	TOT PIANO	Esodo orizzontale Moduli
PIANO INTERRATO	Area B	3 UPS e UTA	Non è stato calcolato l'affollamento relativo ai locali tecnici poiché saranno utilizzati saltuariamente per interventi di manutenzione.				59,6	2
		UTA ad utilizzo Med. Urgen	4	0,8		4,8		
		Maxi emergenza	4	0,8		4,8		
	Area E	Spogliatoio 1	Utenti previsti			35		
		Spogliatoio 2	Utenti previsti			15		

Tabella 4. Larghezza delle vie d'uscita - Piano Interrato

			Posti letto [pl*3 p/pl]	Sala visita [mq*0,4 p/mq]	Ambulatori e locali per il personale [mq*0,1 p/mq]	TOT	TOT PIANO	Esodo orizzontale Moduli
PIANO TERRA	Area B	Depositi	Ad utilizzo esclusivo del reparto				389	8
	Area C	DEA Pronto soccorso	48	38,2	98,95	185,15		
	Area E	Sala d'attesa	numero di posti a sedere effettivamente richiesti			108		
	Area D1	Medicina d'urgenza	42	15		57		
	Area D2	Rianimazione	27	9	3	39		

Tabella 5. Larghezza delle vie d'uscita- Piano terra

I

			Posti letto [pl*3 p/pl]	Sala attesa [mq*0,4 p/mq]	Ambulatori (Si considera 10 2pl) [pl*3 p/pl]	TOT	Sala attesa nel filtro [mq*0,4 p/mq]	TOT PIANO	Esodo orizzontale/ve rticale Moduli
PIANO PRIMO	Area D1	Lato destro (Nefrologia, Urologia -Day hospital)	84	17,6	18	119,6	28	207	6
		Lato sinistro(Day week surgery)	60			60			
PIANO SECONDO		Lato destro	72			72	7	163	4
		Lato sinistro (Oncologia polmonare day hospital)	84			84			
PIANO TERZO		Lato destro	105	9		114		198	5
		Lato sinistro	72	9	3	84			
PIANO QUARTO		Lato destro	60			60	53	137	4
		Lato sinistro (Day hospital oncologico)	15		9	24			

Tabella 6. Larghezza delle vie di uscita- Piani superiori

1. Per le aree D1 e D2, tenendo presente il concetto di esodo progressivo, la larghezza totale delle vie d'uscita verticali che conducono al piano di uscita dall'edificio è stata calcolata riferendosi al solo piano di massimo affollamento.

Da tabella è possibile constatare che il primo piano è quello con maggiore affollamento per cui:
6 moduli pari a 360 cm di larghezza, deve essere minore o uguale alla larghezza totale delle scale;
360m < 381m

Risulta verificato

Sistemi di apertura delle porte

1. Le porte installate lungo le vie di uscita ed in corrispondenza delle uscite di piano si apriranno nel verso dell'esodo e a semplice spinta mediante l'azionamento di dispositivi a barra orizzontale. Esse saranno a uno o due battenti.

I battenti delle porte, quando saranno aperti, non ostruiranno passaggi, corridoi e pianerottoli.

DEA

In corrispondenza delle due uscite dalla "camera calda" saranno installati due portoni ad avvolgimento rapido per l'entrata/uscita delle autoambulanze la cui apertura è comandata da sensori rilevatori di presenza; detti portoni saranno manovrabili manualmente in caso di emergenza

2. L'uscita di emergenza della zona destinata all'osservazione dei pazienti, ove è prevista la permanenza temporanea degli stessi, è apribile a spinta tuttavia, per cautelarsi da un uso improprio della stessa, sarà allarmata e dotata in merito di idonea segnaletica. Analoga soluzione è prevista per:

- le due uscite di emergenza sul fronte sud-est del DEA
- l'uscita di emergenza sul fronte nord-est della Sala d'attesa 2.

3. Non sono previste porte scorrevoli in corrispondenza delle vie di esodo.

4. Le porte, comprese quelle di ingresso, si apriranno su area piana, di profondità almeno pari a quella delle porte stesse.

5. Le tre porte resistenti al fuoco (due scorrevoli ed una a spinta) dotate di dispositivo di autochiusura e installate in corrispondenza della compartimentazione tra DEA e camera calda saranno tenute in posizione aperta tramite appositi dispositivi elettromagnetici che ne consentano il rilascio a seguito di:

- attivazione dell'impianto di rivelazione automatica di incendio;
- attivazione del sistema di allarme incendio;
- mancanza di alimentazione elettrica.

6. Il filtro a prova di fumo di collegamento con il Padiglione 2 È dotato di un evacuatore di fumo posto in copertura a chiusura di un vano non inferiore a 1 mq. Detto evacuatore è apribile automaticamente in caso di attivazione dell'allarme antincendio. L'evacuatore sarà dotato anche di un dispositivo di apertura a comando manuale, posto in posizione segnalata, e non riduce la sezione netta di aerazione quando è in posizione di apertura.

Numero di uscite

1. Le uscite da ciascun piano dell'edificio non sono inferiori a due, ed sono posizionate in punti ragionevolmente contrapposti

4.5. Aree ed impianti a rischio specifico

Generalità

1. Gli impianti ed i servizi tecnologici saranno realizzati a regola d'arte e saranno intercettabili sia centralmente che localmente da posizioni segnalate e facilmente accessibili.

Sono presenti:

Mezzi ed impianti di estinzione degli incendi

Impianto elettrico

Impianto rivelazione incendi, segnalazione ed allarme

Impianto di condizionamento e ventilazione

Impianto di distribuzione dei gas

2. Nel filtro a prova di fumo (*tunnel di collegamento DEA/Medicina d'Urgenza*) saranno previste intercettazioni a comando manuale, ubicate in apposito quadro, dei seguenti impianti a servizio dei compartimenti attigui DEA e MEDICINA D'URGENZA:

- impianto elettrico;
- impianto di distribuzione dei gas medicali;
- impianto di condizionamento e ventilazione.

3. All'interno del filtro saranno ripetuti in apposito pannello i segnali relativi allo stato di servizio dei seguenti impianti dei compartimenti attigui DEA e MEDICINA D'URGENZA:

- impianto elettrico;
- impianto di distribuzione dei gas medicali;
- rete idrica antincendio;
- impianto di rivelazione e allarme.

Depositi

Locali adibiti a deposito di materiale combustibile per le esigenze giornaliere dei reparti.

Saranno destinati a deposito di materiali combustibili, per le esigenze giornaliere dei reparti, n. 7 locali di superficie limitata e comunque non eccedente i 10 mq, tutti privi di aerazione naturale, con le seguenti condizioni e caratteristiche:

- carico di incendio non superiore a 30 kg/mq di legna standard,
- strutture di separazione con caratteristiche non inferiori a REI 60,
- porte di accesso con caratteristiche non inferiori a REI 60, munite di dispositivo di autochiusura,
- rivelatore di fumo collegato all'impianto di allarme,
- un estintore portatile d'incendio avente carica minima pari a 6 kg e capacità estinguente non inferiore a 21A 89B C, posto all'esterno del locale, nelle immediate vicinanze della porta di accesso.

Locali destinati a deposito di materiale combustibile con superficie massima di 500 mq.

1. Al piano interrato sottostante il reparto Medicina d'Urgenza è ubicato un deposito a servizio di detto reparto ed avente superficie di circa 66 mq; l'utilizzo del deposito è previsto esclusivamente in situazioni di maxi emergenza sanitaria.
2. Questo magazzino ha due accessi:
 - un accesso da intercapedine antincendi di larghezza non inferiore a 90 cm accessibile da rampa a cielo libero sul fronte sud-est del padiglione,
 - un accesso dall'interno, dal corridoio centrale del piano interrato riservato alla circolazione interna, tramite filtro a prova di fumo.
3. Un parte della parete fronte sud-est del locale, per una lunghezza non inferiore al 15% del perimetro del locale stesso, è attestata su intercapedine antincendi (in corrispondenza dell'arrivo della rampa a cielo libero di collegamento con l'elisupeficie).
4. Le strutture di separazione avranno caratteristiche REI 120.
5. Sarà installato un impianto automatico di rivelazione ed allarme incendio.
Un idrante DN 45 è posizionato nel corridoio nelle immediate vicinanze della porta di ingresso al locale magazzino.
Inoltre all'interno del locale è previsto un estintore portatile aventi carica minima pari a 6 kg e capacità estinguente non inferiore a 34A 144BC.
6. Non essendo posto un limite al valore del carico di incendio, il deposito è protetto con impianto di spegnimento automatico a gas inerti.
7. L'aerazione naturale è non inferiore ad 1/40 della superficie in pianta del locale.

Depositi di sostanze infiammabili

1. Non sono previsti depositi con tali caratteristiche nel volume del fabbricato.
2. Sarà consentito detenere all'interno del volume dell'edificio, in armadi metallici dotati di bacino di contenimento, prodotti liquidi infiammabili in quantità strettamente necessaria per le esigenze igienico-sanitarie. Tali armadi potranno essere ubicati nelle infermerie di piano nonché nei locali deposito se dotati della prescritta superficie di aerazione naturale.

IMPIANTI DI DISTRIBUZIONE DEI GAS.

Distribuzione dei gas combustibili.

Non sono utilizzati gas combustibili all'interno del DEA, del reparto Medicina d'Urgenza e nei locali al piano interrato.

Viene utilizzato negli altri reparti

Le condutture principali dei gas combustibili (gas metano) saranno posizionati in cavedi direttamente e permanentemente aerati in sommità. In caso di eventuali brevi attraversamenti di locali tecnici, le tubazioni saranno compartimentate REI60.

Distribuzione dei gas medicali.

La distribuzione dei gas medicali all'interno delle strutture sanitarie avverrà mediante impianti centralizzati rispondenti ai seguenti criteri:

La disposizione geometrica delle tubazioni della rete primaria sarà tale da garantire l'alimentazione di più compartimenti nel caso in cui vi sia un'emergenza. Ciò è realizzato mediante una rete primaria disposta ad anello e collegata alla centrale di alimentazione in punti contrapposti. L'impianto di un compartimento non sarà derivato da un altro compartimento, ma direttamente dalla rete di distribuzione primaria.

-Le reti di distribuzione dei gas medicali saranno disposte in modo tale da non entrare in contatto con reti di altri impianti tecnologici ed elettrici.

- i cavedi attraversati dagli impianti di gas medicali sono ventilati con aperture la cui posizione è individuata in funzione della densità dei gas utilizzati;
- gli impianti di distribuzione dei gas medicali saranno realizzati e sottoposti ad interventi di controllo e manutenzione nel rispetto delle disposizioni legislative e regolamentari vigenti, delle norme di buona tecnica o, in assenza di dette norme, delle istruzioni fornite dal fabbricante e/o dall'installatore.

IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E VENTILAZIONE.

Generalità.

Per l'intero padiglione è previsto un impianto a tutt'aria centralizzato sul tetto.

Solo Per il DEA è previsto un impianto a tutt'aria che garantisce la climatizzazione ed i ricambi d'aria secondo la normativa vigente.

Solo per la Medicina d'Urgenza e del blocco spogliatoio è previsto un impianto a tutt'aria al piano interrato.

1. L'impianto di condizionamento e/o di ventilazione di tipo centralizzato.

Tale impianto possiederà i requisiti che garantiranno il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- a) non alterare le caratteristiche delle strutture di compartimentazione;
- b) evitare il ricircolo dei prodotti della combustione o di altri gas ritenuti pericolosi;
- c) non produrre, a causa di avarie e/o guasti propri, fumi che si diffondano nei locali serviti;
- d) non costituire elemento di propagazione di fumi e/o fiamme, anche nella fase iniziale degli incendi.

Impianti centralizzati.

-Le unità di trattamento dell'aria e i gruppi frigoriferi non saranno installati nei locali dove sono ubicati gli impianti di produzione calore.

-I gruppi frigoriferi sono installati in appositi locali, realizzati con strutture di separazione di caratteristiche di resistenza al fuoco REI 60 ed accesso direttamente dall'esterno o tramite disimpegno aerato di analoghe caratteristiche, munito di porte REI 60 dotate di congegno di autochiusura.

Le unità di trattamento aria del DEA sono installate in apposito locale soprastante la camera calda del DEA, realizzato con strutture di separazione con caratteristiche di resistenza al fuoco non inferiori a REI 60 ed accesso direttamente dall'esterno sul piano copertura del DEA, che è servito dalla scala esterna ad uso esclusivo. Poiché il locale UTA non ospita gruppi frigoriferi, ma solo gruppi di pompaggio, per l'aerazione naturale del locale si è ritenuto sufficiente garantire una superficie aerante minima non inferiore a 1/100 della superficie in pianta, facendo riferimento per analogia a quanto previsto dalla Norma

UNI 11292/2008 "Locali destinati ad ospitare gruppi di pompaggio per impianti antincendio".

-Le unità di trattamento aria della Medicina d'Urgenza e del blocco spogliatoio al piano interrato sono installate in apposito locale nel lato nord-ovest del piano interrato, realizzato con strutture di separazione con caratteristiche di resistenza al fuoco REI 120 ed accesso direttamente dall'esterno. Nel suddetto locale UTA non saranno installati gruppi frigoriferi, poiché già esistenti nella centrale frigorifera a servizio di tutto il complesso ospedaliero ed ubicata nel settore nord dello stesso.

Le condotte degli impianti non attraverseranno:

- luoghi sicuri, che non siano a cielo libero;
- vani scala e vani ascensore;
- locali che presentino pericolo di incendio, di esplosione e di scoppio.

Per tratti limitati, le condotte, qualora attraversino luoghi sicuri, vani di ascensore o locali a maggior rischio d'incendio, saranno separate con strutture REI di classe pari al compartimento interessato ed intercettate con serrande tagliafuoco aventi analoghe caratteristiche

Dispositivi di controllo

Ogni impianto sarà dotato di un dispositivo di comando manuale, situato in un punto facilmente accessibile, per l'arresto dei ventilatori in caso d'incendio.

Inoltre gli impianti saranno dotati di sistema di rivelazione di presenza di fumo all'interno delle condotte che comandi automaticamente l'arresto dei ventilatori e la chiusura delle serrande tagliafuoco. L'intervento dei rivelatori sarà segnalato nella centrale di controllo.

IMPIANTI ELETTRICI.

1. Gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità alla legge n. 186 del 1 marzo 1968. In particolare, ai fini della prevenzione degli incendi, gli impianti elettrici:

- a) avranno caratteristiche strutturali, tensione di alimentazione e possibilità di intervento individuate nel piano della gestione delle emergenze tali da non costituire pericolo durante le operazioni di spegnimento.
- b) non costituiranno causa primaria di incendio o di esplosione;
- c) non forniranno alimento o via privilegiata di propagazione degli incendi. Il comportamento al fuoco della membratura sarà compatibile con la specifica destinazione d'uso dei singoli locali;
- d) saranno suddivisi in modo che un eventuale guasto non provochi la messa fuori servizio dell'intero sistema (utenza);
- e) disporranno di apparecchi di manovra ubicati in posizioni protette e riporteranno chiare indicazioni dei circuiti cui si riferiscono.

2. I seguenti sistemi utenza disporranno di impianti di sicurezza:

- a) illuminazione;
- b) allarme;
- c) rivelazione;
- d) impianti di estinzione incendi (*previsto nel magazzino ad uso Maxi Emergenza al p. interrato*);
- e) elevatori antincendio
- f) impianto di diffusione sonora.

3. La rispondenza alle vigenti norme di sicurezza sarà attestata con la procedura di cui al D.M. 22 gennaio 2008 n. 37 e s.m.i.,

4. L'alimentazione di sicurezza sarà automatica ad interruzione breve (<0,5 sec) per gli impianti di rivelazione, allarme e illuminazione e ad interruzione media (<15 sec) impianti idrici antincendio ed impianto di diffusione sonora.

5. Il dispositivo di carica degli accumulatori è di tipo automatico e tale da consentire la ricarica completa entro 12 ore.

6. L'autonomia dell'alimentazione di sicurezza consente lo svolgimento in sicurezza del soccorso e dello spegnimento per il tempo necessario; in ogni caso l'autonomia minima è stabilita per ogni impianto come segue:

- a) rivelazione e allarme: 30 minuti primi;
- b) illuminazione di sicurezza: 2 ore;
- c) impianti idrici antincendio: 2 ore;

d) impianto di diffusione sonora: 2 ore.

7. L'impianto di illuminazione di sicurezza assicurerà un livello di illuminazione, non inferiore a 5 lux ad 1 m di altezza dal piano di calpestio, lungo le vie di uscita e nelle aree di tipo D.

8. Le singole lampade con alimentazione autonoma assicureranno il funzionamento per almeno 2 ore.

9. Il quadro elettrico generale sarà ubicato in posizione facilmente accessibile, segnalata e protetta dall'incendio.

MEZZI ED IMPIANTI DI ESTINZIONE DEGLI INCENDI

Generalità.

1. Le apparecchiature e gli impianti di estinzione degli incendi saranno realizzati ed installati a regola d'arte ed in conformità a quanto di seguito indicato.

Estintori.

I locali del piano saranno dotati di un adeguato numero di estintori, di tipo approvato dal Ministero dell'interno, distribuiti in modo uniforme nell'area da proteggere in modo da facilitarne il rapido utilizzo in caso di incendio; a tal fine gli estintori saranno ubicati:

- lungo le vie di esodo, in prossimità degli accessi;
- in prossimità di aree a maggior pericolo.

Gli estintori saranno ubicati in posizione facilmente accessibile e visibile in modo che la distanza che una persona deve percorrere per utilizzarli non sia superiore a 30 m; appositi cartelli segnalatori ne faciliteranno l'individuazione, anche a distanza.

Nei luoghi a maggior rischio (ambulatori) gli estintori saranno in numero superiore ad uno per 100 mq con un minimo di due estintori.

Gli estintori saranno del tipo a polvere o ad anidride carbonica, con capacità estinguente non inferiore a 34A 144 BC e carica minima di 6 kg.

Impianti di estinzione incendi.

Generalità

1. Per quanto riguarda i componenti degli impianti, le modalità di installazione, i collaudi e le verifiche periodiche, le alimentazioni idriche e i criteri di calcolo idraulico delle tubazioni, si applicherà la norma UNI 10779 del luglio 2007.

2. Per i criteri di dimensionamento dell'impianto si applicherà quanto di seguito indicato:

Tipologia dell'impianto

- *per la protezione interna*: una rete idranti UNI 45 derivata dalla rete antincendio della struttura esistente,

- *per la protezione esterna*: idrante a colonna UNI 70.

Con collegamento alla riserva idrica e sistema di pompaggio (alimentazione multipla superiore)

Caratteristiche prestazionali e di alimentazione

Saranno garantite le seguenti caratteristiche idrauliche minime:

- Per gli idranti DN 45, una portata per ciascun idrante non minore di 120 l/min ad una pressione residua di almeno 2 bar, considerando simultaneamente operativi non meno di 3 idranti nella posizione idraulicamente più sfavorevole;
- Per gli idranti esterni DN 70, il funzionamento di almeno 4 idranti nella posizione idraulicamente più sfavorevole, con una portata minima per ciascun idrante di 300 l/min a 4 bar, senza contemporaneità con gli idranti interni.

2. L'autonomia degli impianti idrici antincendio non sarà inferiore a 60 minuti primi.

3. L'alimentazione idrica dell'impianto antincendio sarà garantita dalla riserva idrica interrata con relativa stazione di pompaggio ubicati nel settore nord-ovest dell'area in cui sorge il presidio ospedaliero.

4.6. Organizzazione e gestione della sicurezza antincendio

Il piano di emergenza sarà conforme al decreto del Ministero dell'interno di concerto con il Ministero del lavoro e della previdenza sociale del 10 marzo 1998 (S.O.G.U. n. 81, del 7 aprile 1998).

Oltre alle misure specifiche definite secondo i criteri di cui al precedente punto 19.1, sarà predisposto e tenuto aggiornato un piano di emergenza, che indicherà tra l'altro:

- a) le azioni che il personale addetto deve mettere in atto in caso di incendio a salvaguardia degli utenti dei servizi e dei visitatori;
- b) le procedure per l'esodo degli occupanti;

Centro Di Gestione Delle Emergenze

Ai fini del necessario coordinamento delle operazioni da affrontare in situazioni di emergenza, il retro portineria, compartimentato e con accesso da esterno, sempre presidiato durante l'esercizio dell'attività, costituirà punto di coordinamento detto COGE.

Il centro sarà dotato di strumenti idonei per ricevere e trasmettere comunicazioni agli addetti al servizio antincendio, alle aree della struttura ed all'esterno. In esso saranno installate le centrali di controllo e segnalazione degli incendi nonché di attivazione degli impianti di spegnimento automatico e quanto altro ritenuto necessario alla gestione delle emergenze.

All'interno del centro di gestione delle emergenze sono custodite le planimetrie dell'intera struttura riportanti l'ubicazione delle vie di uscita, dei mezzi e degli impianti di estinzione e dei locali a rischio specifico, gli schemi funzionali degli impianti tecnici con l'indicazione dei dispositivi di arresto, il piano di emergenza, l'elenco completo del personale, i numeri telefonici necessari in caso di emergenza, ecc.

Il COGE sarà accessibile al personale responsabile della gestione dell'emergenza ed ai Vigili del Fuoco, e sarà presidiato da personale all'uopo incaricato.

4.7. Informazione e formazione

La formazione e l'informazione del personale sarà attuata secondo i criteri di base enunciati negli specifici punti del decreto del Ministero dell'interno di concerto con il Ministero del lavoro e della previdenza sociale del 10 marzo 1998

4.8. Segnaletica di sicurezza

ISTRUZIONI DA ESPORRE A CIASCUN PIANO

In ciascun piano della struttura sanitaria, in prossimità degli accessi, lungo i corridoi e nelle aree di sosta, saranno esposte, bene in vista, precise istruzioni relative al comportamento del

personale e del pubblico in caso di emergenza corredate da planimetrie del piano medesimo che riporti, in particolare, i percorsi da seguire per raggiungere le scale e le uscite.

ISTRUZIONI DA ESPORRE NEI LOCALI CUI HANNO ACCESSO DEGENTI, UTENTI E VISITATORI

In ciascun locale precise istruzioni, esposte bene in vista, indicheranno il comportamento da tenere in caso di incendio.

Le istruzioni saranno accompagnate da una planimetria semplificata del piano, che indicherà schematicamente la posizione del locale rispetto alle vie di esodo, alle scale ed alle uscite. Le istruzioni richiederanno il divieto di usare i comuni ascensori in caso di incendio ed eventuali altri divieti.

4.9. Problematiche

Utilizzando l'approccio prescrittivo si sono trovati delle misure che non rispettano il DM 19 marzo 2015, quali:

La lunghezza delle vie d'uscita al piano risultano superiori a 30m

La larghezza delle vie d'uscita: le scale risultano avere larghezze di 115 cm

In questo caso per caratteristiche strutturali e architettoniche, la normativa risulta non applicabile, pertanto la sicurezza antincendio del progetto potrà essere assicurata dall'applicazione di disposizioni suppletive concordate con i VV.F. (procedimento di deroga art. 6 del d.p.r. 151 del 1 agosto 2011)".

Oppure si può ricorrere a una soluzione alternativa, l'approccio ingegneristico o prestazionale introdotta con il D.M. 9 maggio 2007 "Direttive per l'attuazione dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio" e successivamente inserita nella Sezione M del c.d. "Codice di prevenzione incendi" di cui al D.M. 3 agosto 2015, in vigore dal 18/11/2015.

Questo tipo di approccio non si occupa di verificare il rispetto di una norma o di una probabilità di accadimento, bensì definisce lo scopo del progetto e l'obiettivo da conseguire e si effettua la verifica sulla rispondenza dei requisiti stabiliti.

Lo vedremo in modo più approfondito nel seguente capitolo.

CAPITOLO 5: LA PROGETTAZIONE ANTINCENDIO CON L'APPROCCIO PRESTAZIONALE APPLICATO AL CASO STUDIO

5.1. La Fire Safety Engineering

La Fire Safety Engineering (FSE), chiamata anche Ingegneria Antincendio, o Metodo Prestazionale, o Approccio Ingegneristico, o Performance-based Design, è una branca della progettazione ingegneristica applicata alle tematiche della sicurezza antincendio che consente di analizzare il fenomeno degli incendi in termini scientifici, al pari delle strutture e dei sistemi impiantistici. Permette infatti di predire la dinamica evolutiva dell'incendio tramite l'applicazione di idonei modelli di calcolo.

Veniva inizialmente applicata ad insediamenti complessi come capannoni industriali o edifici di particolare rilevanza storica o architettonica, o ad attività non regolate da specifiche disposizioni antincendio o per le quali, seguendo il tradizionale approccio prescrittivo, era necessario attivare il procedimento di deroga con previsione di misure di sicurezza compensative.

L'approccio prestazionale alla sicurezza antincendio rende necessario formalizzare tutti i passaggi che conducono il professionista ad individuare le condizioni più rappresentative del rischio al quale l'edificio è l'attività in esame sono soggetti.

Dopo la definizione degli scenari di incendio si passa poi al calcolo, cioè all'analisi quantitativa degli effetti dell'incendio, del comportamento umano e degli impianti attivi di estinzione. L'analisi quantitativa non deve necessariamente riguardare tutti gli aspetti antincendio ma può riferirsi anche solo alla sicurezza strutturale o all'evacuazione delle persone.

Da quando in Italia il DM 09/05/2007 ha consentito l'analisi prestazionale come metodo progettuale e grazie agli sviluppi normativi e alla diffusione di software particolarmente affidabili ad essa dedicati, la FSE si sta progressivamente affermando. Il DM 03/08/2015, cioè il Codice di Prevenzione Incendi, e le successive Regole Tecniche Verticali (RTV) a sua integrazione, hanno poi ampliato il ventaglio delle possibili applicazioni della FSE.

Tale metodo può essere applicato per:

- Quantificare le prestazioni delle misure corrispondenti alle soluzioni conformi (prescrittive) del Codice;
- Analizzare il livello di sicurezza equivalente delle soluzioni alternative;
- Dimostrare l'efficacia delle strategie antincendio in deroga alle soluzioni prescrittive.

5.1.1 Esodo nell'approccio prestazionale

Il DM 03/08/2015 contiene due capitoli dedicati all'esodo ed alla salvaguardia della vita umana, in particolare:

- Capitolo S.4: Strategia Antincendio – Esodo
- Capitolo M.3: Metodi – Salvaguardia della vita con la progettazione prestazionale

Tali capitoli risultano tra le parti che propongono maggiore evoluzione dal metodo prescrittivo presente nelle Regole Tecniche precedentemente in vigore, e nuovi metodi prestazionali basati su analisi e considerazioni evolute, a cura del professionista. La finalità del sistema di esodo progettato nel Nuovo Codice è quella di assicurare che gli occupanti possano raggiungere o permanere in un luogo sicuro (pubblica via o luogo non soggetto agli effetti dell'incendio in ogni caso collegato alla pubblica via - definizione da RTO) a prescindere dall'intervento dei Vigili del Fuoco.

Nell'applicazione del metodo prestazionale alla sicurezza antincendio per la salvaguardia della vita, gli obiettivi del professionista antincendio possono essere:

- la dimostrazione diretta ed esplicita della possibilità per tutti gli occupanti di un'attività di raggiungere o permanere in un luogo sicuro, senza che ciò sia impedito da una eccessiva esposizione ai prodotti dell'incendio;
- la dimostrazione della possibilità per i soccorritori di operare in sicurezza, secondo le indicazioni presenti nel capitolo M.3.

Infatti nel capitolo M.3 del Codice, viene introdotto un nuovo concetto di progettazione prestazionale del sistema di vie d'esodo, che consiste sostanzialmente nel calcolo e nel confronto tra due intervalli di tempo così definiti:

- ASET = tempo disponibile per l'esodo (Available Safe Escape Time);
- RSET = tempo richiesto per l'esodo (Required Safe Escape Time).

Si considera efficace il sistema d'esodo se $ASET > RSET$, cioè se il tempo a disposizione per l'esodo risulta maggiore del tempo minimo necessario per l'esodo. La differenza tra i due intervalli di tempo, margine di sicurezza della progettazione prestazionale per la salvaguardia della vita, a meno di specifiche valutazioni deve essere $\geq 100\%$ RSET, in caso di specifiche considerazioni è accettabile ridurlo a $\geq 10\%$ RSET, ma in ogni caso non deve mai essere inferiore a 30 secondi.

ASET dipende strettamente dalle interazioni all'interno del sistema incendio-edificio-occupanti: l'incendio si innesca, si propaga e diffonde nell'edificio i suoi prodotti, fumi e calore. Gli occupanti sono esposti agli effetti dell'incendio in relazione alle attività che svolgono, alla loro posizione iniziale, al loro percorso nell'edificio ed alla loro condizione fisica e psicologica. Questo comporta che ciascun occupante possiede un proprio valore di ASET, che può essere determinato con modelli di calcolo numerico o assumendo ipotesi semplificative.

RSET si calcola tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui gli occupanti dell'edificio raggiungono un luogo sicuro.

Il riferimento normativo per il calcolo di RSET è la ISO/TR 16738. RSET è dato dalla somma delle seguenti componenti:

- Il tempo di rivelazione (detection time);
- Il tempo di allarme generale (alarm time);
- Il tempo di pre-movimento (pre-travel activity time, PTAT);
- Il tempo di movimento (travel time) – calcolato mediante i software di modellazione dell'esodo.

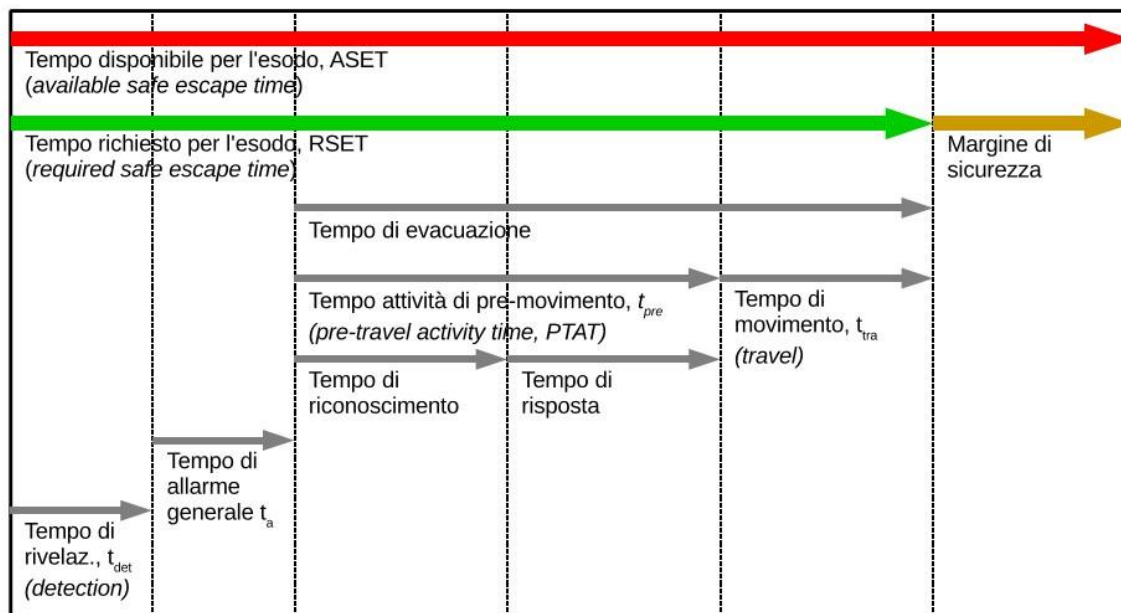


Figura 28. Tempo Aset e Rset

5.1.2 Modelli di calcolo

Introduzione

Nell'approccio ingegneristico sono impiegati modelli di calcolo analitici o numerici, i cui risultati quantitativi consentono di descrivere l'evoluzione dell'incendio e gli effetti su strutture, occupanti, ambiente.

- Modelli analitici

- Modelli numerici tra quelli più utilizzati:

- ♣ simulazione incendio a zone per ambienti confinati (CFAST, OZone).
- ♣ simulazione incendio di campo (CFX, FDS, Fluent).
- ♣ simulazione dell'esodo (FDS+EVAC).
- ♣ analisi termostrutturale (Abaqus, Adina, Ansys, Diana, Safir, Strauss)

FDS-Pyrosim

In questo caso si è optato per utilizzare il Modello di campo FDS Pyrosim che rappresenta l'ambiente nel modo più adeguato alle necessità.

Stima l'incendio per via numerica, dividendo lo spazio in un numero elevato di celle, risolvendo le equazioni di conservazione di massa, energia, ecc. all'interno di ciascuno di essi, attraverso i metodi degli elementi finiti.

Con la definizione di celle tridimensionali (mesh), si possono studiare geometrie diverse e più complesse dei semplici parallelepipedi, considerando la presenza di elementi architettonici particolari. I risultati sono molto più dettagliati dei modelli a zone.

Per risultati accurati le celle devono essere di dimensioni ridotte (35 - 50 cm) e molto numerose (alcune centinaia di migliaia). Tali forniscono i valori di tutte le variabili calcolate in ciascuna cella del dominio come ad esempio concentrazioni di specie chimiche, distribuzione temperature, pressioni, velocità di gas e fumi, visibilità.

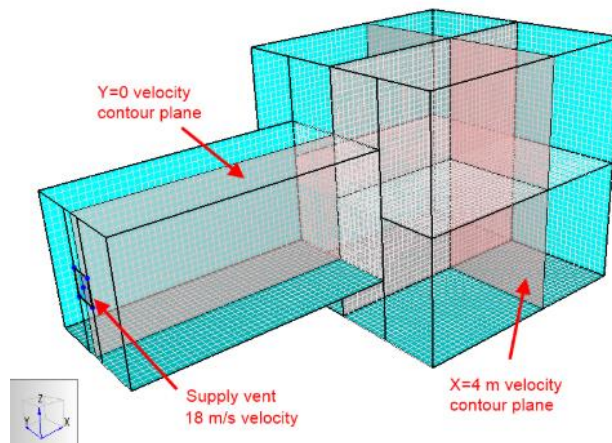


Figura 29. Creazione delle Mesh con Pyrosim

PROCESSO DI CALCOLO PARALLELO

I risultati con numerose celle però richiede molto tempo di calcolo, ma sono necessarie per definire con precisione il dominio della simulazione. La maggior parte dei computer moderni ha più 'core' o processori, e FDS tramite la funzione Message Passing Interface (MPI) consente di assegnare ciascuna mesh o cella a un processore specifico usando la parola chiave MPI_PROCESS. Questa funzione consente di assegnare qualsiasi numero di mesh allo stesso processore per migliorare l'efficienza di calcolo.

Solitamente in un calcolo MPI, a ciascuna mesh viene assegnato il proprio processo e ogni processo viene elaborato da un processore.

Tuttavia, è possibile assegnare più di una mesh a un singolo processo ed è possibile assegnare più di un processo a un singolo processore.

Per esempio:

Si considera il caso che coinvolge sette mesh:

```
& MESH ID = 'mesh1', IJK = ..., XB = ..., MPI_PROCESS = 0 /  
& MESH ID = 'mesh2', IJK = ..., XB = ..., MPI_PROCESS = 1 /  
& MESH ID = ' mesh3 ', IJK = ..., XB = ..., MPI_PROCESS = 2 /  
& MESH ID = ' mesh4 ', IJK = ..., XB = ..., MPI_PROCESS = 3 /  
& MESH ID = ' mesh5 ', IJK = ..., XB = ..., MPI_PROCESS = 4 /  
& MESH ID = 'mesh6', IJK = ..., XB = ..., MPI_PROCESS = 4 /  
& MESH ID = 'mesh7', IJK = ..., XB = ..., MPI_PROCESS = 4 /
```

Il parametro MPI_PROCESS indica a FDS di assegnare quella particolare mesh al processo specificato. In questo caso, devono essere avviati solo quattro processi, numerati da 0 a 3. Si noti che i processi devono essere richiamati in ordine crescente, a partire da 0.

Si hanno sette processori disponibili per questo lavoro. Avviando solo cinque processi anziché sette, si può risparmiare tempo perché "mesh6" e "mesh7" possono comunicare direttamente tra loro senza dover trasmettere dati utilizzando le chiamate MPI attraverso la rete.

CAPITOLO 5: La progettazione antincendio con l'approccio prestazionale applicato al caso studio

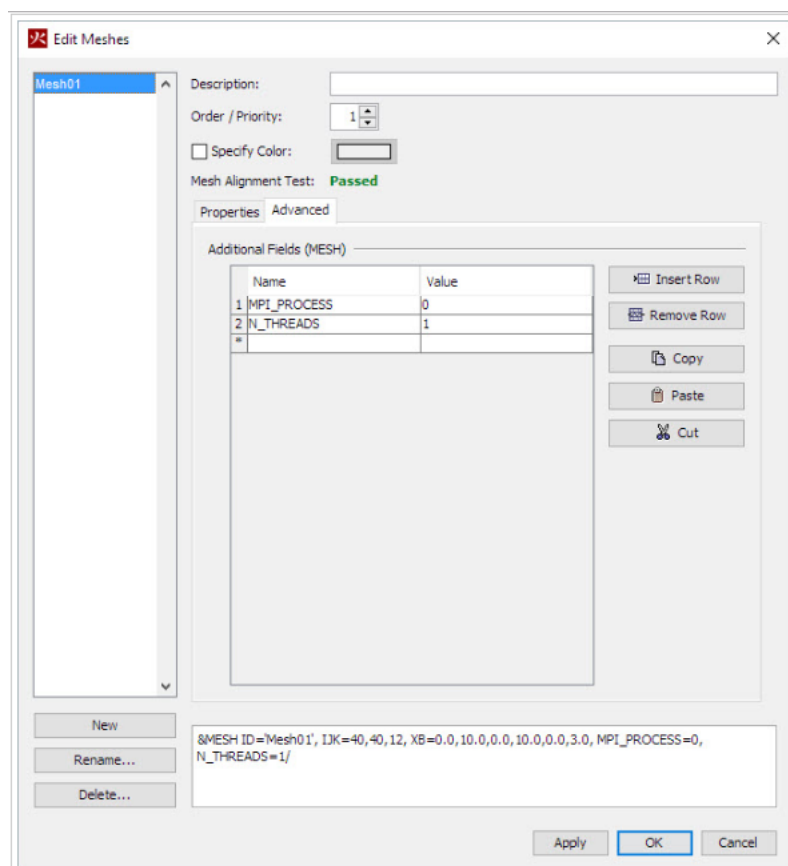


Figura 30. Esempio con MPI_Process

Funzionalità come questa migliorano le funzionalità integrate di PyroSim e risparmiano tempo e fatica per l'utente durante l'impostazione e l'esecuzione di simulazioni FDS.

Procedure

- Importazione del file 3D

Si è provveduto alla creazione del modello 3D su Revit che viene successivamente esportato in formato dwg.

Gli elementi sono importati su Pyrosim, rimanendo composte in famiglie come instaurato da Revit.

Questi sono riconosciuti come "obstruction", superfici che fungeranno da ostacolo per il passaggio dei fumi e causeranno diramazioni e stagnazioni di essi all'interno del dominio.

La superficie di fiamma è inserita in base alla posizione stabilita nei scenari d'incendio. Questa ostruzione risulterà la più interessante per la visualizzazione dell'evoluzione dell'incendio.

- Creazione della mesh

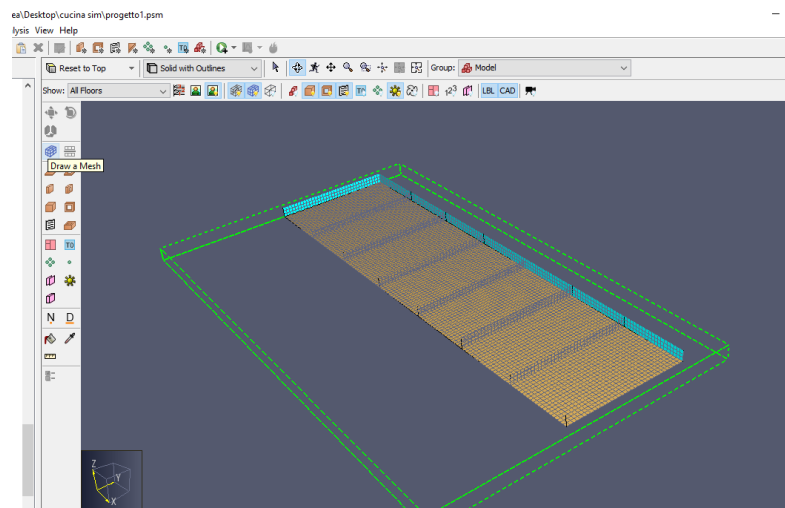


Figura 31. Esempio creazione delle mesh

Nella modellazione la scelta della dimensione caratteristica della griglia di calcolo svolge un ruolo importante. La soluzione derivata dal modello è una soluzione approssimata; con l'obiettivo di ridurre sempre di più la differenza tra la soluzione computata rispetto a quella effettiva, si dovrà ridurre il più possibile la dimensione della cella ("size"). Si è considerato accettabile una mesh cubica di lato 0.5m nelle mesh che coprono da più vicino l'incendio.

In effetti nelle simulazioni di incendio tramite FDS, in genere si preferisce utilizzare una mesh più fine nelle zone prossime alla fiamma in modo da poter visualizzare un profilo di temperatura più accurato nella zona in cui la temperatura è più alta.

Inoltre è possibile per ogni mesh stabilire il MPI_PROCESS come indicato precedentemente.

- Definizione della reazione di combustione

In Pyrosim all'interno del menu "Edit reactions" si può scegliere il combustibile da utilizzare nella simulazione

- Introduzione della superficie di fiamma

L'incendio all'interno della stazione viene generato da una superficie di fiamma posta sul pavimento nella zona studiata dagli scenari. La superficie è una "obstruction" di tipo "fire" che ha come parametro caratteristico l'HRRPUA pari a 250 kW/mq nel caso degli ospedali. Tale coefficiente determina l'heat release rate della reazione una volta definita una superficie. La dimensione della superficie di fiamma studiata è di 0.25 m² e determina un HRR di 63 kW.

Tramite questo zoom dall'alto possiamo osservare il punto di ingresso del combustibile, in rosso.

- Parametri della simulazione: definizioni delle condizioni iniziali e durata simulazione

In Pyrosim, i parametri della simulazione vengono modificati e imposti nella sezione "Simulation

Parameters". Alcuni parametri sono ad esempio: "end time", "Ambient Temperature" e "Ambient Pressure".

Si è definita la fine della simulazione pari a 500s .I restanti coefficienti sono tenuti invariati rispetto la condizione di default.

- Introduzione dei devices e delle slices

Sono state utilizzate alcune abilità del software FDS per studiare in seguito i risultati della simulazione: i devices e le slices.

I devices sono dei rilevatori di temperatura puntiforme di tipo gas-phase device. Le slices sono dei piani passanti per il dominio computazionale in grado di annotare le temperature e le velocità fissata una coordinata x, y o z.

- Risultati

I risultati vengono elaborati una volta selezionato "Run simulation".

Si aspetta il tempo indicato dopodichè si apre la finestra "smokeview" tramite cui si visualizzano i profili di temperatura e di velocità lungo le slices.

Inoltre è stato possibile osservare la corretta propagazione dei fumi generati dalla modellazione con FDS. I risultati ricavati dai devices vengono tabulati da FDS all'interno di un file chiamato "nomeprogetto_devc.csv", facilmente maneggiabile utilizzando il software Excel contenuto all'interno del pacchetto Microsoft Office. Con il comando "Plot time Hystory Results" contenuto all'interno del menu "FDS", nella schermata di lavoro di Pyrosim, è possibile visualizzare direttamente l'andamento della temperatura registrata dai devices nel tempo.

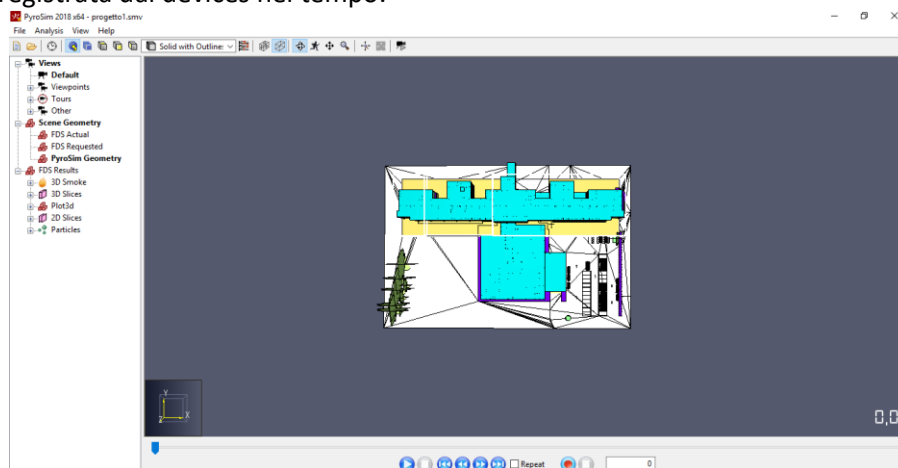


Figura 32. Finestra smokeview

Modello di esodo Pathfinder

Pathfinder è un simulatore di vie di esodo che utilizza comportamenti guida per modellare il movimento degli occupanti, è costituito da tre moduli: un'interfaccia utente grafica, il simulatore ed un visualizzatore di risultati 3D. Pathfinder combina un potente motore di simulazione con un controllo flessibile su popolazione e comportamento per fornire risultati migliori, consente così di valutare i modelli di evacuazione più rapidamente e di produrre una grafica più realistica rispetto ad altri simulatori.

Pathfinder fornisce supporto per l'importazione di file DXF e DWG in formato AutoCAD: attraverso lo strumento di estrazione del pavimento, consente di utilizzare la geometria importata per definire lo spazio di spostamento degli occupanti, per il modello di evacuazione.



Figura 33. Esempio di esodo- Pathfinder

Il software utilizza un modello geometrico 3D, all'interno del quale la geometria del modello importato viene trasformata automaticamente in una mesh di navigazione (navigation mesh), cioè una superficie triangolare 2D, unilaterale e rappresentata per l'appunto da triangoli adiacenti. Le ostruzioni (cioè qualsiasi ostacolo situato entro 1,8 metri dal pavimento) vengono rappresentate come spazi vuoti nella mesh di navigazione. La triangolazione facilita inoltre il movimento continuo delle persone in tutto il modello, che avviene proprio sulla mesh di navigazione, rispetto ad altri simulatori che suddividono lo spazio in celle che possono risultare artificialmente limitanti per il movimento degli occupanti. Dato che gli occupanti possono muoversi soltanto sulla mesh di navigazione, non sono presenti oggetti solidi che possano sovraccaricare od influenzare il software.

Procedura

Importazione del modello 3D

Come in Pyrosim, il file dwg viene importato inserendo l'unità di misura del disegno.

Estrazione dei pavimenti

In questa sezione, si creano le mesh di navigazione sul pavimento importato, in modo da poter creare stanze, porte e occupanti.

Sulla barra degli strumenti Disegna, fare clic su  **Estrai piano da Geometria importata**.

Nella vista 3D, fai clic su un punto qualsiasi sulla superficie del primo piano.

Sulla barra degli strumenti Vista, deselezionare  **Mostra geometria importata**.

Creazione delle porte e degli occupanti

Si creano le porte sopra la geometria importata in modo che le stanze e i compartimenti siano collegate e gli occupanti possano prendere decisioni su dove andare.

Sulla barra degli strumenti di Disegno, fare doppio clic su  **Aggiungi una nuova porta**.

Nel pannello delle proprietà invece è possibile stabilire la larghezza e la profondità.

Per quanto riguarda gli occupanti con il pulsante destro del mouse si seleziona il locale e Aggiungi occupanti.

CAPITOLO 5: La progettazione antincendio con l'approccio prestazionale applicato al caso studio

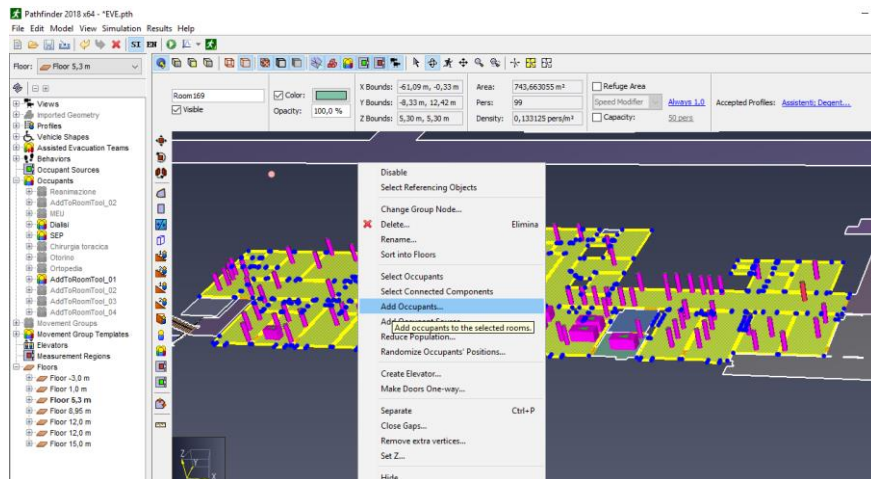


Figura 34. Aggiunta di occupanti - Pathfinder

Definizione dei profili e dei comportamenti

Ogni persona nel modello agisce con un proprio profilo (es. dimensione e velocità di camminata) ed un proprio comportamento (es. uscite, tempi di attesa, tappe di percorso) assegnatogli nell'interfaccia utente.

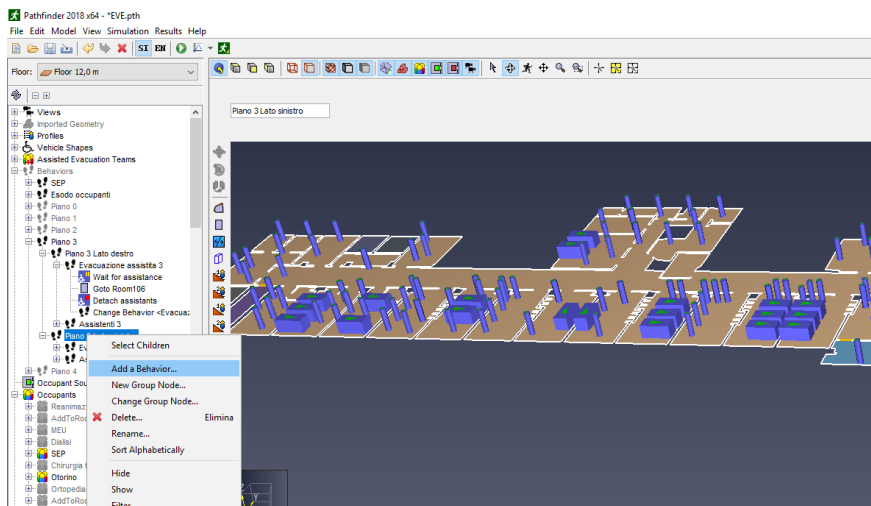


Figura 35. Aggiunta dei "behavior"

Risultati

Sulla barra degli strumenti principale, fare clic su  Esegui simulazione, si apre la finestra con l'esodo impostato.

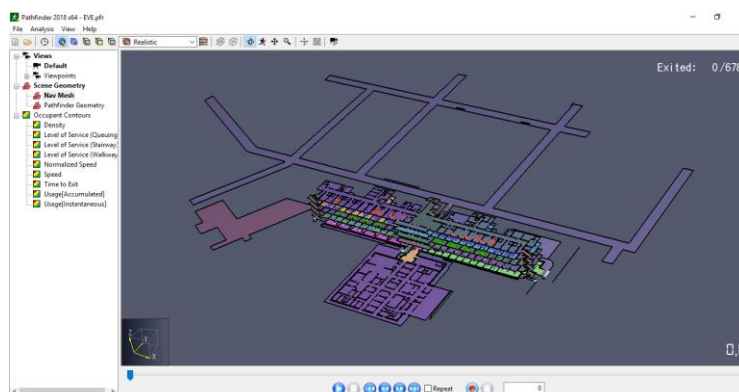


Figura 36. Finestra della simulazione - Pathfinder

5.2. Sezione M: Metodologia per l'ingegneria della sicurezza antincendio

5.2.1 Processo di valutazione

Il processo di valutazione e progettazione nell'ambito dell'approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio (allegato al DM 9 Maggio 2007) si compone in due fasi:

- a. Prima fase: analisi preliminare: Sono formalizzati i passaggi che conducono ad individuare le condizioni più rappresentative del rischio al quale l'attività è esposta e quali sono le soglie di prestazione cui riferirsi in relazione agli obiettivi di sicurezza da perseguire.
- b. Seconda fase: analisi quantitativa: Impiegando modelli di calcolo, si esegue l'analisi qualitativa degli effetti dell'incendio in relazione agli obiettivi assunti, confrontando i risultati ottenuti con le soglie di prestazione già individuate e definendo il progetto da sottoporre a definitiva approvazione.

5.2.2 Prima fase: analisi preliminare

La fase di analisi preliminare si compone delle seguenti sotto-fasi necessarie per definire i rischi da contrastare e, di conseguenza, i criteri oggettivi di quantificazione degli stessi necessari per la successiva analisi numerica.

Definizione del progetto

L'edificio in oggetto come già introdotto è una struttura ospedaliera che si occupa in particolare nella degenza.

La finalità e l'utilizzo della progettazione antincendio prestazionale è quella di garantire l'esodo degli occupanti in caso d'incendio.

Vincoli progettuali: La normativa prescrittiva, ai fini di un corretto esodo definisce come larghezza minima del vano scala a 120cm, lunghezze di esodo minori a 30m e delle porte di deposito di 10mq REI30, nella struttura in esame tali requisiti non vengono garantiti, dovrà perciò essere dimostrato che anche in assenza di questi requisiti, l'esodo è comunque verificato in termini di durata.

Pericoli di incendio: In questo tipo di struttura, si possono trovare sostanze facilmente combustibili e infiammabili, sorgenti di innesco, situazioni che possono determinare la facile propagazione dell'incendio. L'attività ospedaliera sarà oggetto di studio per ciò che potrebbe comportare l'innesco di un incendio in cucina, dalle stanze di degenza e dai depositi

Analisi degli occupanti: Inoltre occorre considerare attentamente le tipologie di persone esposte in caso di incendio.

Nell'ospedale le tipologie di occupanti sono:

- Personale dipendente
- Degenti allettati o in sedia a rotelle
- Visitatori e parenti

In questo caso l'esodo ne risentirà negativamente in termini di velocità ed efficienza.

Infine per la sicurezza antincendio questi compartimenti risultano coperti da rilevazione antincendio.

Identificazione degli obiettivi di sicurezza antincendio

Dopo aver stabilito lo scopo del progetto, in particolare la destinazione e le modalità di impiego dell'attività, si specificano gli obiettivi di sicurezza antincendio, tra quelli previsti nel presente documento, in relazione alle specifiche esigenze dell'attività in esame ed alle finalità della progettazione.

CAPITOLO 5: La progettazione antincendio con l'approccio prestazionale applicato al caso studio

- 1) Valutare la sicurezza degli occupanti che impegnano il corridoio all'interno dei reparti durante un incendio, per raggiungere l'altro compartimento.
- 2) Valutare la fruibilità in sicurezza delle scale laterali per l'esodo successivo di evacuazione verticale durante un incendio.
- 3) Valutare la sicurezza degli occupanti in caso di esodo completo dell'edificio.

Definizione delle soglie di prestazione

Il passo successivo consiste nella traduzione degli obiettivi antincendio in soglie di prestazione (performance criteria). Si tratta di soglie di tipo quantitativo e qualitativo rispetto alle quali si può svolgere la valutazione oggettiva di sicurezza antincendio.

Ai fini della progettazione per la salvaguardia della vita si stabiliscono le soglie di prestazione per la vita (life safety criteria). Si tratta delle soglie impiegate per definire l'incapacitazione degli occupanti esposti al fuoco ed ai suoi prodotti. Nel capitolo M.3 sono riportati esempi di valori numerici utilizzabili per tali progettazioni.

Modello	Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Oscureamento della visibilità da fumo	Visibilità minima di pannelli riflettenti, non retroilluminati, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie lorda < 100m ² : 5 m	ISO 13571-2012.
		Soccorritori: 5 m Soccorritori in locali di superficie lorda < 100m ² : 2,5 m	[1]
Gas tossici	FED, <i>fractional effective dose</i> e FEC, <i>fractional effective concentration</i> per esposizione a gas tossici e gas irritanti, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 0,1	ISO 13571-2012, limitando a 1,1% gli occupanti incapaci al raggiungimento della soglia
		Soccorritori: nessuna valutazione	--
Calore	Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 60°C	ISO 13571-2012
		Soccorritori: 80°C	[1]
Calore	Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura) di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m ²	ISO 13571-2012, per esposizioni maggiori di 30 minuti, senza modifica significativa dei tempi di esodo (2,5 kW/m ²).
		Soccorritori: 3 kW/m ²	[1]

[1] Ai fini di questa tabella, per soccorritori si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per *hazardous conditions*.

Figura 37. Soglie di prestazione impiegabili con il metodo del calcolo avanzato - sezione M

Tale condizione si raggiunge quando vengono superati i seguenti parametri (con Z= 1,8m altezza della sonda):

PARAMETRO	VALORE	UNITA DI MISURA
Livello di visibilità	10(z=1,8m)	m
Temperatura massima di esposizione	60(z=1,8m)	°C
Irraggiamento termico massimo	2,5(z=1,8m)	kW/m ²
Gas tossici FED	0,1	-

Tabella 7. Soglie di prestazione

Questi parametri permettono di valutare l'ASET (tempo disponibile per un sicuro esodo) da confrontare con RSET (tempo necessario per l'esodo).

La durata degli scenari di incendio di progetto sarà conforme all'obiettivo, per cui sarà dato dall'evento iniziatore fino al momento in cui tutti gli occupanti dell'attività raggiungono o permangono in un luogo sicuro, per cui nella durata di pre-flashover.

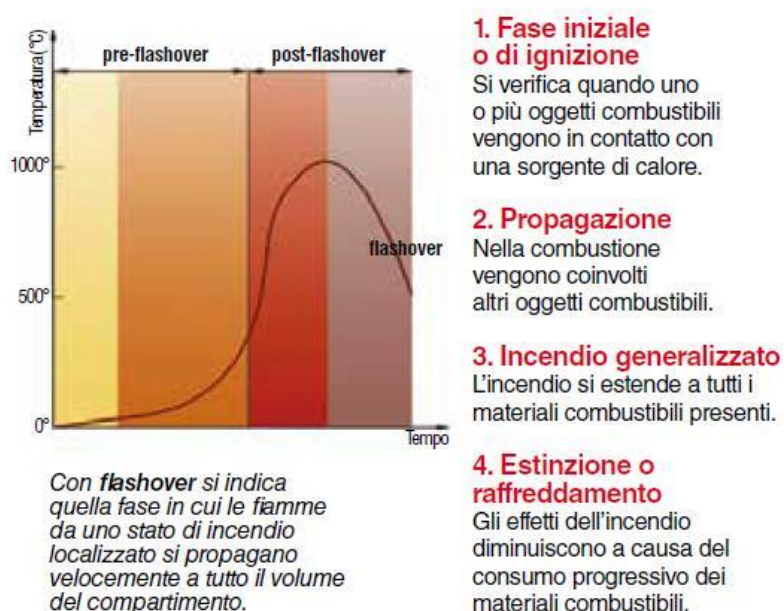


Figura 38. Tempo di Pre-flasover

Obiettivo di sicurezza antincendio	Durata minima degli scenari di incendio di progetto
Salvaguardia della vita	Dall'evento iniziatore fino al momento in cui tutti gli occupanti dell'attività raggiungono o permangono in un luogo sicuro. Se il luogo sicuro è prossimo o interno all'opera da costruzione, devono essere valutate eventuali interazioni tra il mantenimento della capacità portante dell'opera da costruzione ed il luogo sicuro.
Mantenimento della capacità portante in caso d'incendio	Dall'evento iniziatore fino all'arresto dell'analisi strutturale, in fase di raffreddamento, al momento in cui gli effetti dell'incendio sono ritenuti non significativi in termini di variazione temporale delle caratteristiche della sollecitazione e degli spostamenti

Figura 39. Durata minima degli scenari di incendio di progetto- sez M

Individuazione degli scenari di incendio di progetto

Si identificano i seguenti scenari di incendio:

Obiettivo 1: Valutare la sicurezza degli occupanti che impegnano il corridoio all'interno dei reparti durante un incendio, per raggiungere l'altro compartimento.

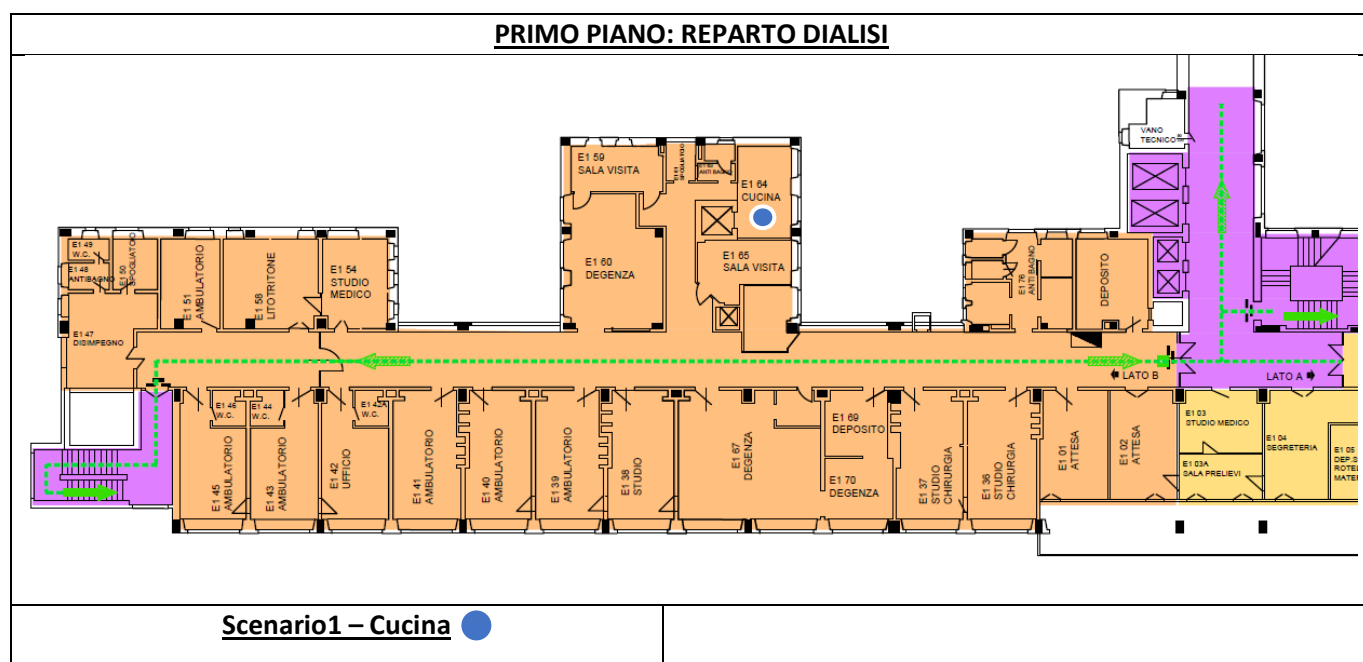
Scenario nel reparto Dialisi – Primo piano

Il reparto si trova al piano primo del secondo padiglione nell'emisezione B. Il reparto è separato dall'emisezione A reparto di Week Surgery degenza, situato nell'emisezione A, dal locale di sbarco degli ascensori e dei montalettighe.

Entrambe i reparti sono dotati di compartimentazione EI 120 rispetto al locale di sbarco degli elevatori al fine di permettere l'evacuazione progressiva.

L'esodo progressivo avviene verso il compartimento adiacente oppure nel caso del primo piano e piano terra si possono utilizzare i corridoi per arrivare nel reparto dell'altro padiglione.

Tabella 8. Primo scenario di incendio



Occupanti

Affollamento: 109 persone in totale

Lo scenario di incendio ipotizzato è giustificato dalle condizioni critiche e di non autosufficienza in cui si trovano i pazienti ricoverati con affollamento elevato.

Inoltre, le lunghezze dei percorsi di esodo risultano non conformi rispetto al DM 2015 e maggiori in confronto alle altre lunghezze di esodo degli altri reparti.

Caratteristiche del locale:

S'ipotizza che l'incendio avvenga nella cucina del reparto di dialisi al primo piano. Tale locale si trova non molto lontano dal corridoio del reparto per cui in caso d'incendio, la propagazione del fuoco del fumo sarebbe inevitabile considerando anche che la porta di separazione non è REI.

Per rimanere nelle condizioni più sfavorevoli, la porta di separazione viene considerata aperta.

Si studia inoltre, la rottura dei vetri ipotizzando che raggiunta una temperatura di 300°C questa si rompe e permette la fuoriuscita del fumo.

Nel reparto è presente l'impianto di rilevazione e allarme incendio.

Caratteristiche del fuoco:

Le caratteristiche del focolaio sorgente sono quelle predefinite dalla Tabella A.1 della ISO TR 13387-2 e dalla tabella E.5 dell'Eurocodice EN 1991-1-2, in quanto l'esame dettagliato dell'incendio dei reali materiali prevedibili nella camera in oggetto esula dagli obiettivi del presente studio.

Difatti la FSE è una metodologia progettuale e non una norma prescrittiva, l'approccio prestazionale può essere utilizzato con diversi livelli di approfondimento, in relazione agli obiettivi del progetto.

Per cui si parte dal valore del carico di incendio e quindi si costruisce la curva HRR da associare a degli oggetti combustibili, presenti all'interno dell'ambiente di simulazione.

Nel caso degli ospedali :

Velocità massima di rilascio di calore RHR_t			
Destinazione d'uso	Velocità di crescita dell'incendio	t_{α} [s]	RHR_t [kW/m ²]
Alloggio	Media	300	250
Ospedale (stanza)	Media	300	250
Albergo (stanza)	Media	300	250
Biblioteca	Veloce	150	500
Ufficio	Media	300	250
Classe di una scuola	Media	300	250
Centro commerciale	Veloce	150	250
Teatro (cinema)	Veloce	150	500
Trasporti (spazio pubblico)	Lenta	600	250

Figura 40. Valori predefiniti per la curva HRR

Considerando che il combustibile sia uniformemente distribuito sulla superficie del locale pari a 50cm x 50cm . La potenza massima rilasciata, RHR_{max} è di : 62,5 kW raggiunta in un tempo di 74s

63 kW is attained at a time of 74 seconds

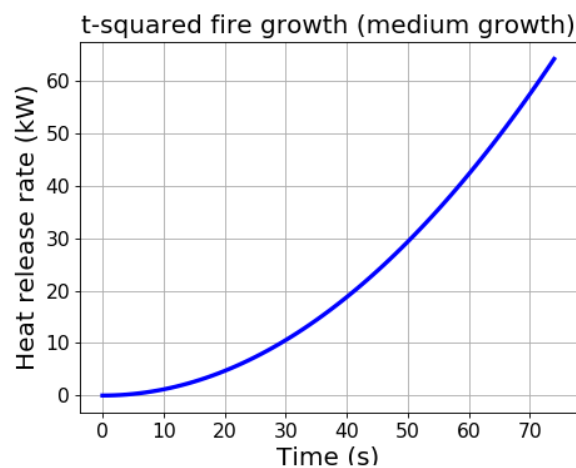


Figura 41. Curva HRR

CAPITOLO 5: La progettazione antincendio con l'approccio prestazionale applicato al caso studio

Caratteristiche dell'incendio: Le caratteristiche del focolaio sorgente sono quelle predefinite dalla Tabella A.1 della ISO TR 13387-2 e dalla tabella E.5 dell'Eurocodice EN 1991-1-2.

Considerando che il combustibile sia uniformemente distribuito sulla superficie del locale pari a : 50cm x 50cm

La potenza massima rilasciata, RHRmax è di : 62,5 kW raggiunta in un tempo di 74s

63 kW is attained at a time of 74 seconds

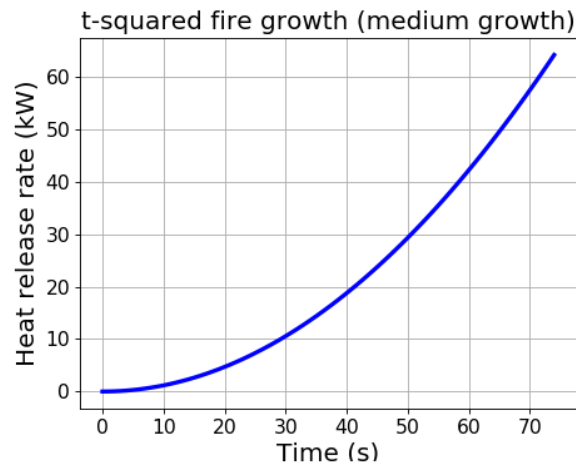


Figura 42. Curva HRR

Obiettivo 2 : Valutare la funzionalità dei percorsi verticali durante un incendio.

Scenario 1

Caratteristiche del locale 1: S'ipotizza che l'incendio avvenga nella cucina del reparto dialisi al primo piano.

Caratteristiche dell'incendio:

Le caratteristiche del focolaio sorgente sono quelle predefinite dalla Tabella A.1 della ISO TR 13387-2 e dalla tabella E.5 dell'Eurocodice EN 1991-1-2.

Considerando che il combustibile sia uniformemente distribuito sulla superficie del locale pari a : 50cm x 50cm

La potenza massima rilasciata, RHRmax è di : 62,5 kW raggiunta in un tempo di 74s

È presente la squadra aziendale dedicata alla lotta antincendio(SPI) e la squadra per l'evacuazione dei degenti (SEP).

Nel reparto è presente l'impianto di rilevazione e allarme incendio.

5.2.3 Seconda fase: analisi quantitativa

Ipotesi di progetto

Le ipotesi di progetto sono verificate con una analisi di tipo quantitativo.

Scelta del modello di calcolo

Il primo passo nell'analisi quantitativa consiste nella scelta dei modelli di calcolo.

- Modelli di simulazione dell'incendio di campo FDS: Pyrosim
- Modelli di simulazione dell'esodo: Pathfinder

Modelli di simulazione dell'incendio di campo FDS: Pyrosim

Il dominio di calcolo è stato considerato pari all'estensione dell'intero padiglione di 4 livelli fuori terra, definendo delle mesh da 1 m e 50 cm nella zona d'incendio. Il modello dettagliato di 50cm col fine di valutare con maggior precisione l'influenza della geometria sull'evacuazione del piano caratterizzato da maggior affollamento e la dinamica di diffusione del fumo, dei gas caldi e dei gas tossici

Sono stati inseriti dei 'control' che permettono l'apertura delle porte REI fino al tempo di evacuazione e la chiusura fino al tempo di resistenza al fuoco, in questo caso di 120 min.

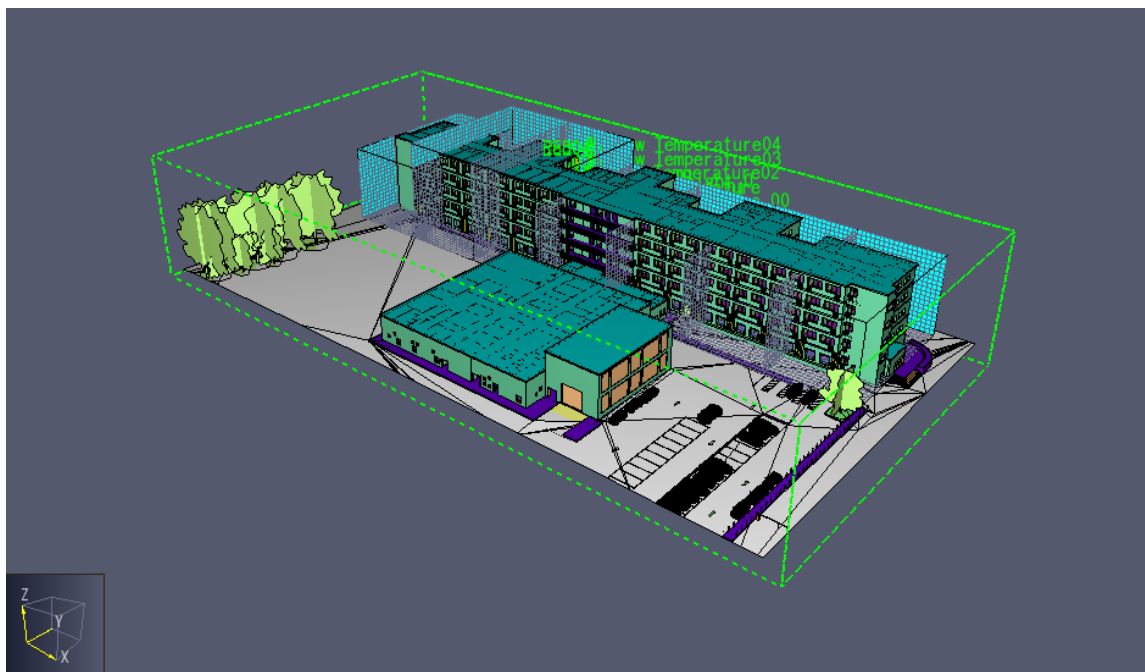


Figura 43. Modello del padiglione 2- Pyrosim

Per ogni scenario vengono, inoltre inseriti i 'devices', per la misura della temperatura delle finestre vicine all'incendio, e per il calcolo del FED e la radiazione trasmessa.



Figura 44. Scenario 1 - Punti dei "devices",

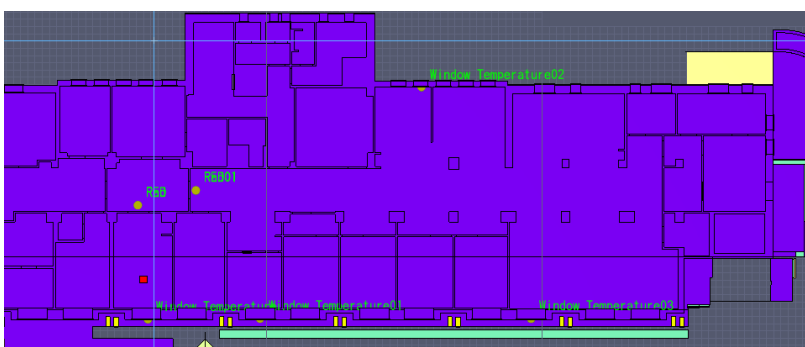


Figura 45. Scenario 2 - Punti dei "devices"

Per cui gli studi condotti sui risultati dalle simulazioni sono :

Visualizzazione della temperatura in 3D attraverso le slices.

Visualizzazione delle devices: FED e RAD.

Visualizzazione del parametro di visibilità in 2D slices.

Modelli di simulazione dell'esodo: Pathfinder

Ogni componente di navigazione disegnato in Pathfinder è una porzione di superficie percorribile, che può spaziare dai pavimenti, alle porte, alle scale. Gli ostacoli sono rappresentati come fori nel pavimento.

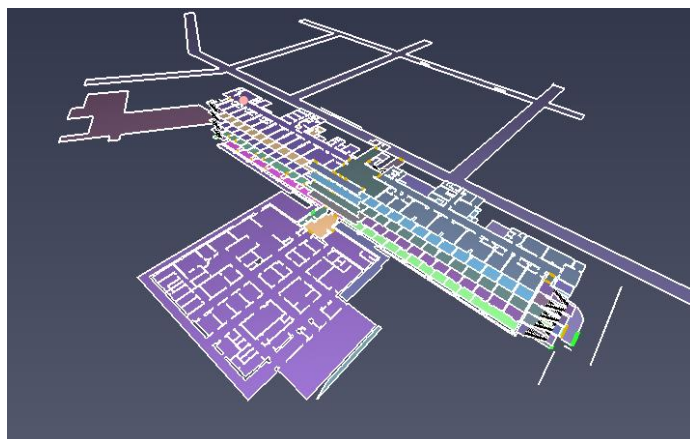


Figura 46. Modello del Padiglione 2 - Pathfinder

CAPITOLO 5: La progettazione antincendio con l'approccio prestazionale applicato al caso studio

Nel modello di esodo sono considerati i seguenti profili:

Tabella 10. Profili degli occupanti - Pathfinder

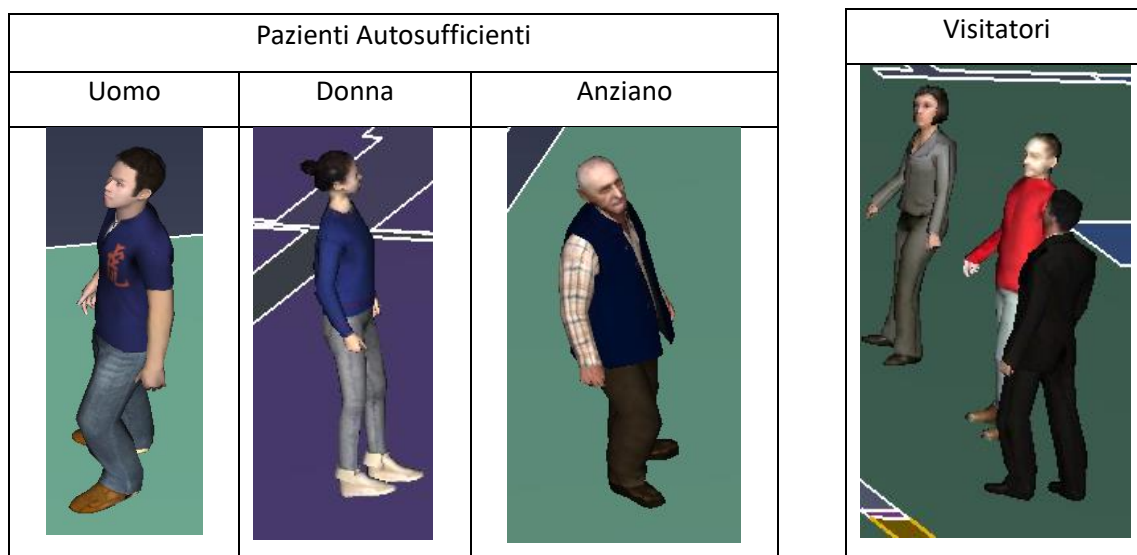
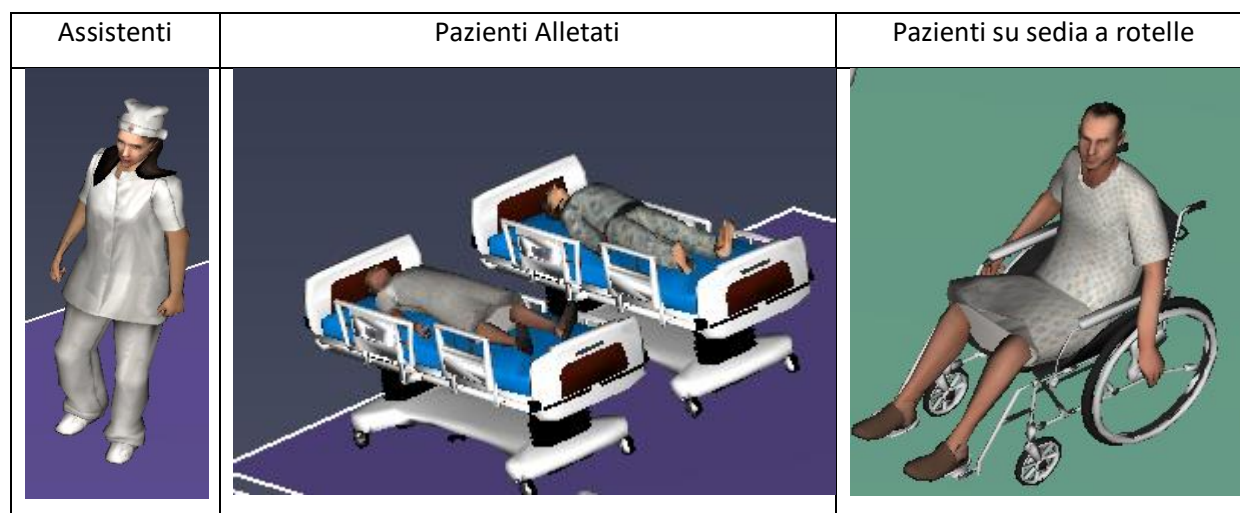


Tabella 11. Velocità dei profili di occupanti

	Assistenti	Occupanti	Paziente Autosufficiente Donna	Paziente Autosufficiente Uomo	Paziente Autosufficiente Anziano
Velocità	1,19 m/s	0,6-1,8 m/s	0,75-0,95 m/s	0,9-1,1 m/s	0,45-0,6m/s

I pazienti non autosufficienti avranno la stessa velocità dei suoi soccorritori quindi pari a 1,19 m/s.

I comportamenti:

Per ogni occupante o gruppo di occupanti, si possono impostare dei comportamenti, cioè una sequenza di azioni che vengono compiute durante la simulazione. Possono essere aggiunte azioni che possono far attendere gli occupanti, o farli viaggiare verso una destinazione, per esempio una stanza, un punto od un'uscita.

Innanzitutto, bisogna specificare un ritardo iniziale che fa attendere il degente nella posizione iniziale prima di passare all'azione successiva. Dopodiché si aggiungono le azioni corrispondenti come ad

CAPITOLO 5: La progettazione antincendio con l'approccio prestazionale applicato al caso studio

esempio goto exit, goto waypoint, assist occupants, wait, wait until ecc.

	Tempo di preparazione per l'evacuazione dei pazienti
Pazienti Alletati – Rianimazione	5 min
Pazienti preparati per l'esodo verticale - Tecnica del materasso	10-20s

Tabella 12. Tempo per le procedure di evacuazione

Il ritardo in questo caso è dovuto alle procedure di preparazione del paziente all'evacuazione. In allegato il piano di evacuazione del reparto rianimazione e le procedure per la preparazione del paziente. Allegato 1

Mentre l'altro ritardo riguarda la preparazione del degente all'esodo verticale.

Tale viene realizzata con la tecnica del materasso, particolarmente adatta presenza di scale o nel caso il paziente non sia trasportabile in diverso modo.



Figura 47. Tecnica del materasso 1

Dopo aver posizionato il copriletto per terra, vi si adagiano sopra il materasso ed il paziente; si trascina via il tutto facendo scivolare il copriletto. Giunti presso le scale, se il trasporto è effettuato da un soccorritore, questo si deve portare dalla parte dei piedi e cominciare là discesa controllando che il paziente non scivoli dal materasso. Se il trasporto è effettuato da due soccorritori sarà invece possibile controllare entrambe le estremità del materasso.



Figura 48. Tecnica del materasso 2 – Con 1 e 2 Soccorritori

5.3. Risultati delle simulazioni

Obiettivo 1 :Valutare la sicurezza degli occupanti che impegnano il corridoio all'interno dei reparti durante un incendio, per raggiungere l'altro compartimento.

5.3.1 Calcolo RSET e ASET

Nella Progettazione prestazionale per la salvaguardia della vita si deve verificare :

$$\text{Criterio di ASET} > \text{RSET}$$

Per risolvere quanto previsto al paragrafo M.3.2.1, la norma introduce il criterio ASET > RSET.

La progettazione prestazionale del sistema di vie d'esodo consiste sostanzialmente nel calcolo e nel confronto tra due intervalli di tempo così definiti:

- ASET, tempo disponibile per l'esodo (available safe escape time);
- RSET, tempo richiesto per l'esodo (required safe escape time).

CALCOLO RSET

Tempo tra l'innesco dell'incendio ed il momento in cui gli occupanti dell'edificio raggiungono un luogo sicuro.

$$\text{RSET} = t_{\text{det}} + t_{\text{a}} + t_{\text{pre}} + t_{\text{tra}}$$

Tempo di rivelazione (tdet) - Il tempo di rivelazione t_{det} è determinato dalla tipologia di sistema di rivelazione e dallo scenario di incendio. E' il tempo necessario al sistema di rivelazione automatico per accorgersi dell'incendio.

Essendoci la presenza di un impianto di rilevazione incendi si pone $t_{\text{det}}=0$

Tempo di allarme generale (ta) - Il tempo di allarme generale t_{a} è il tempo che intercorre tra la rivelazione dell'incendio e la diffusione dell'informazione agli occupanti, dell'allarme generale. Presenza di un sistema semi automatico di allarme si pone $t_{\text{a}}=5'$ pari al ritardo dell'allarme.

Tempo di attività pre-movimento (tpre) - Il tempo di attività pre-movimento t_{pre} è l'oggetto della valutazione più complessa, perché si tratta del tempo necessario agli occupanti per svolgere una serie di attività che precedono il movimento vero e proprio verso il luogo sicuro.

Tempo di movimento (ttra) - Calcolato con pathfinder.

Parametri di descrizione dell'attività tratto da ISO TR 16738	Tempi di attività di pre-movimento ISO TR 16738	
	$\Delta t_{\text{pre}} (1st)$ primi occupanti in fuga	$\Delta t_{\text{pre}} (99th)$ ultimi occupanti in fuga
Esempio 1: albergo di media complessità - occupanti: <i>Citi, sleeping and unfamiliar</i>; - sistema di allarme: rivelazione automatica ed allarme generale mediato dall'intervento di verifica dei dipendenti; - complessità geometrica edificio: <i>edificio multipiano e layout semplice</i>; - gestione della sicurezza: <i>ordinaria</i>.	20'	40'
Esempio 2: grande attività produttiva - occupanti: <i>A, awake and familiar</i>; - sistema di allarme: rivelazione automatica ed allarme generale mediato dall'intervento di verifica dei dipendenti; - complessità geometrica edificio: <i>edificio multipiano e layout complesso</i>; - gestione della sicurezza: <i>ordinaria</i>.	1' 30"	3' 30"
Esempio 3: residenza sanitaria assistenziale - occupanti: <i>D, sleeping and unfamiliar</i>; - sistema di allarme: rivelazione automatica ed allarme generale mediato dall'intervento di verifica dei dipendenti; - complessità geometrica edificio: <i>edificio multipiano e layout semplice</i>; - gestione della sicurezza: <i>ordinaria</i>; - presenza di addetti in quantità sufficiente a gestire l'evacuazione dei diversamente abili.	5'	10'

Tabella M.3-1: Esempi di valutazione del tempo di pre-movimento, tratto da ISO TR 16738

Figura 49. Calcolo Pre movimento- ISO TR 16738

Modello su Pathfinder**Scenario1- Reparto Dialisi**

Si prevede un'evacuazione di tipo rapida allontanando i degenti più vicini alla zona d'incendio. Oltre all'assistenza del personale presente, arrivano in soccorso gli assistenti della SEP per velocizzare l'evacuazione.

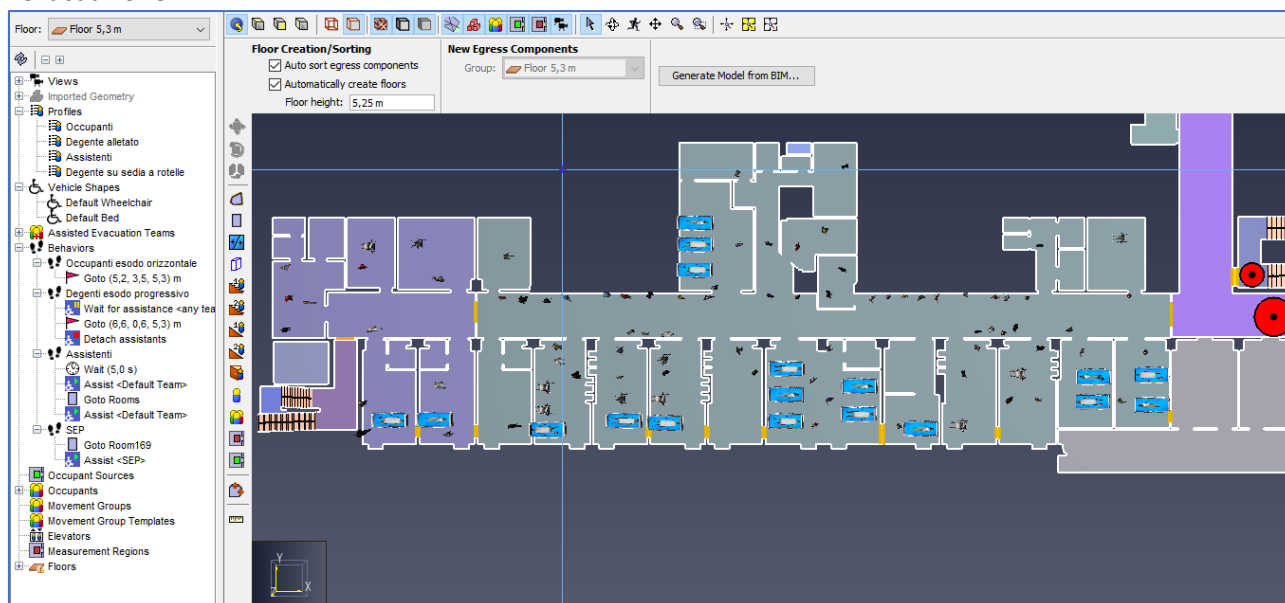


Figura 52. Scenario 1- Modello su Pathfinder



Figura 50. Tempo iniziale - Pathfinder

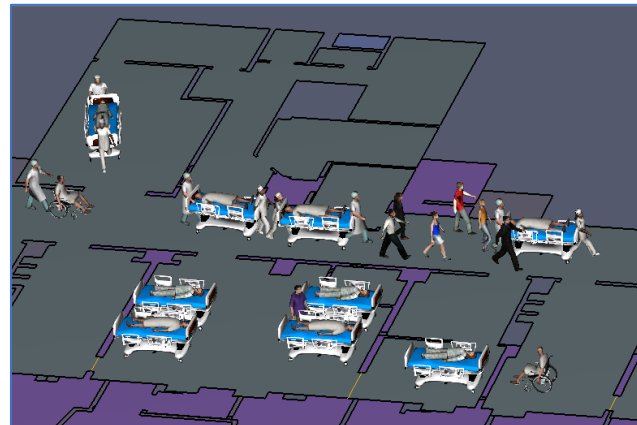


Figura 51. Evacuazione dei degenti vicini all'area d'incendio

Oltre a verificare la sicurezza degli occupanti al primo piano viene effettuata un'ulteriore verifica negli altri piani, dovuto alla possibilità che vengano anch'essi coperti dal fumo filtrato nel vano del montacarico.

RSET

Piano	RSET
Piano 0 – Lato B	$182s + 15s = 197s$
Piano 1 – Lato B	$140s + 15s = 155s$
Piano 2 – Lato B	$231s + 15s = 246s$
Piano 3 – Lato B	$239s + 15s = 254s$
Piano 4 – Lato B	$173s + 15s = 188s$

Tabella 13. Scenario 1- Valori di Rset

Scenario2- Reparto Rianimazione

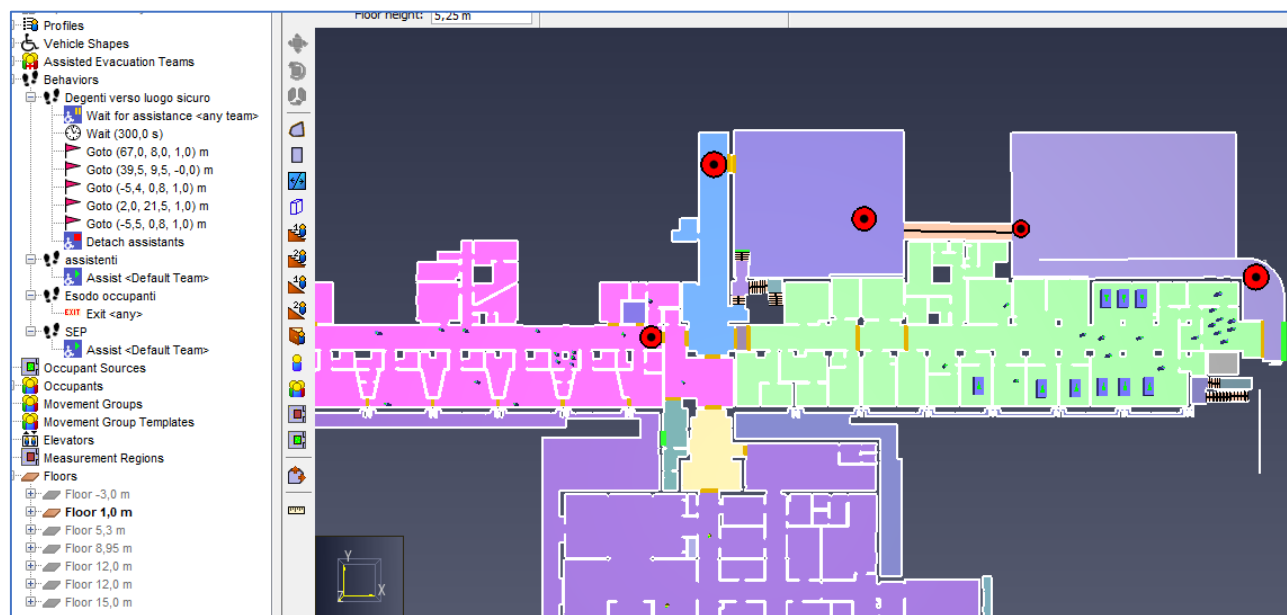


Figura 53. Scenario 2- Modello su Pathfinder

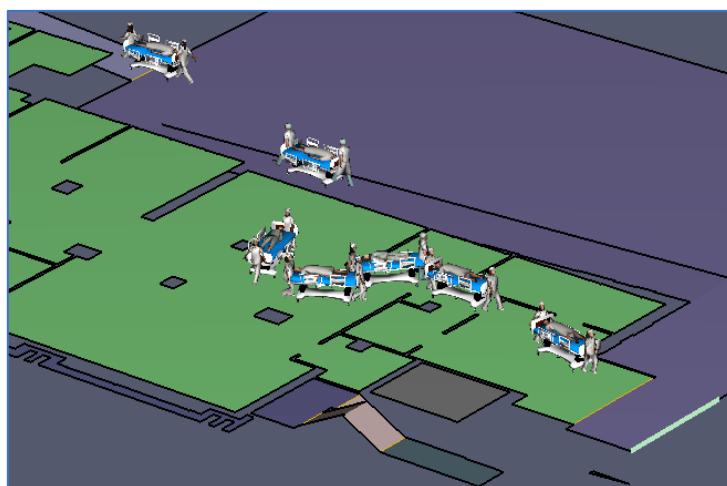


Figura 54. Evacuazione reparto Reanimazione

$T_{travel}=420s$

RSET

Piano	RSET
Piano 0 – Lato A	$420s+15s=435s$
Piano 1 – Lato A	$374s+15s=389s$
Piano 2 – Lato A	$228s+15s=243s$
Piano 3 – Lato A	$520s+15s=535s$
Piano 4 – Lato A	$130s+15s=145s$

Tabella 14. Scenario 2 - Valori di Rset

CALCOLO ASET

Per il calcolo di ASET è stato utilizzato il metodo di calcolo avanzato; quindi definito come il più piccolo tra gli ASET calcolati secondo quattro modelli:

- a. modello dei gas tossici;
- c. modello del calore;
- d. modello dell'oscuramento della visibilità da fumo

Il calcolo avviene assumendo conservativamente le seguenti soglie di prestazione:

Modello	Prestazione	Soglia di prestazione	Riferimento
Oscuramento della visibilità da fumo	Visibilità minima di pannelli riflettenti, non retroilluminati, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 10 m Occupanti in locali di superficie lorda < 100m ² : 5 m	ISO 13571-2012.
		Soccorritori: 5 m Soccorritori in locali di superficie lorda < 100m ² : 2,5 m	[1]
Gas tossici	FED, <i>fractional effective dose</i> e FEC, <i>fractional effective concentration</i> per esposizione a gas tossici e gas irritanti, valutata ad altezza 1,80 m dal piano di calpestio	Occupanti: 0,1	ISO 13571-2012, limitando a 1,1% gli occupanti incapaci al raggiungimento della soglia
		Soccorritori: nessuna valutazione	--
Calore	Temperatura massima di esposizione	Occupanti: 60°C	ISO 13571-2012
		Soccorritori: 80°C	[1]
Calore	Irraggiamento termico massimo da tutte le sorgenti (incendio, effluenti dell'incendio, struttura) di esposizione degli occupanti	Occupanti: 2,5 kW/m ²	ISO 13571-2012, per esposizioni maggiori di 30 minuti, senza modifica significativa dei tempi di esodo (2,5 kW/m ²).
		Soccorritori: 3 kW/m ²	[1]

[1] Ai fini di questa tabella, per soccorritori si intendono i componenti delle squadre aziendali opportunamente protetti ed addestrati alla lotta antincendio, all'uso dei dispositivi di protezione delle vie aeree, ad operare in condizioni di scarsa visibilità. Ulteriori indicazioni possono essere desunte ad esempio da documenti dell'Australian Fire Authorities Council (AFAC) per *hazardous conditions*.

Tabella M.3-2: Esempio di soglie di prestazione impiegabili con il metodo di calcolo avanzato

Tabella 15- Soglie di prestazione - Calcolo Aset

A questo proposito sono state inserite nel programma delle sonde ad un'altezza $z = 1.8\text{m}$ per la verifica di tale soglia.

Modello su Pyrosim

SCENARIO 1

Visibilità a $z=1,8\text{m}$, $t=266\text{s}$

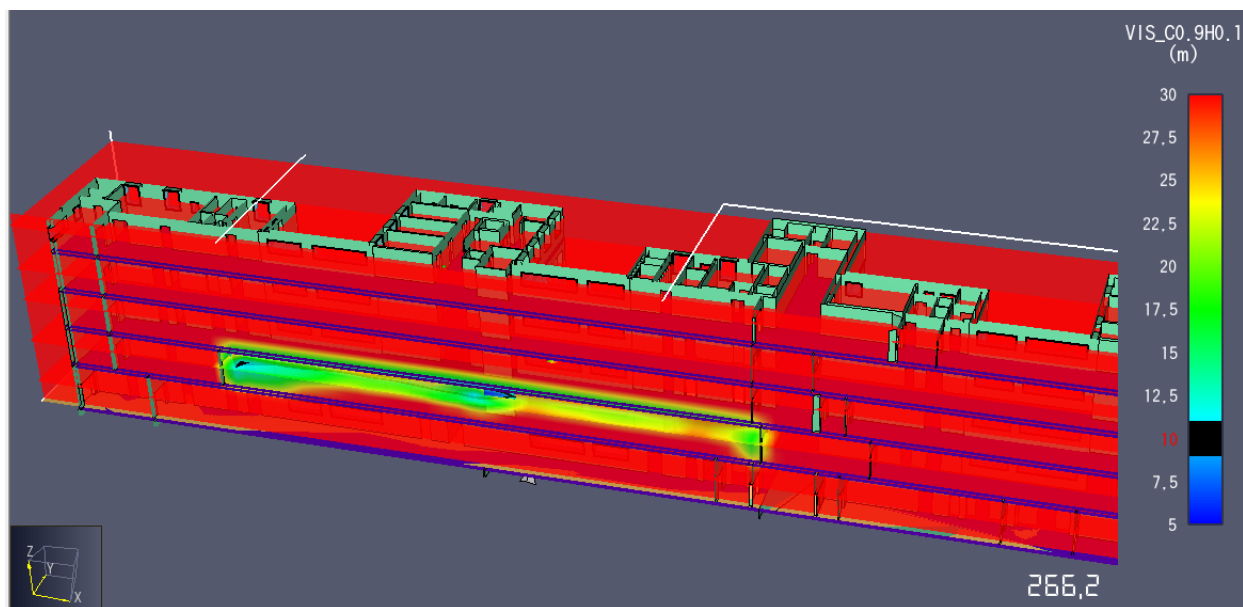


Figura 55. Livello di Visibilità - Scenario 1 - Rispetto delle soglie di prestazione fino a $t=266\text{s}$ - Piano

Visibilità a $z=1,8\text{m}$, $t=1863\text{s}$

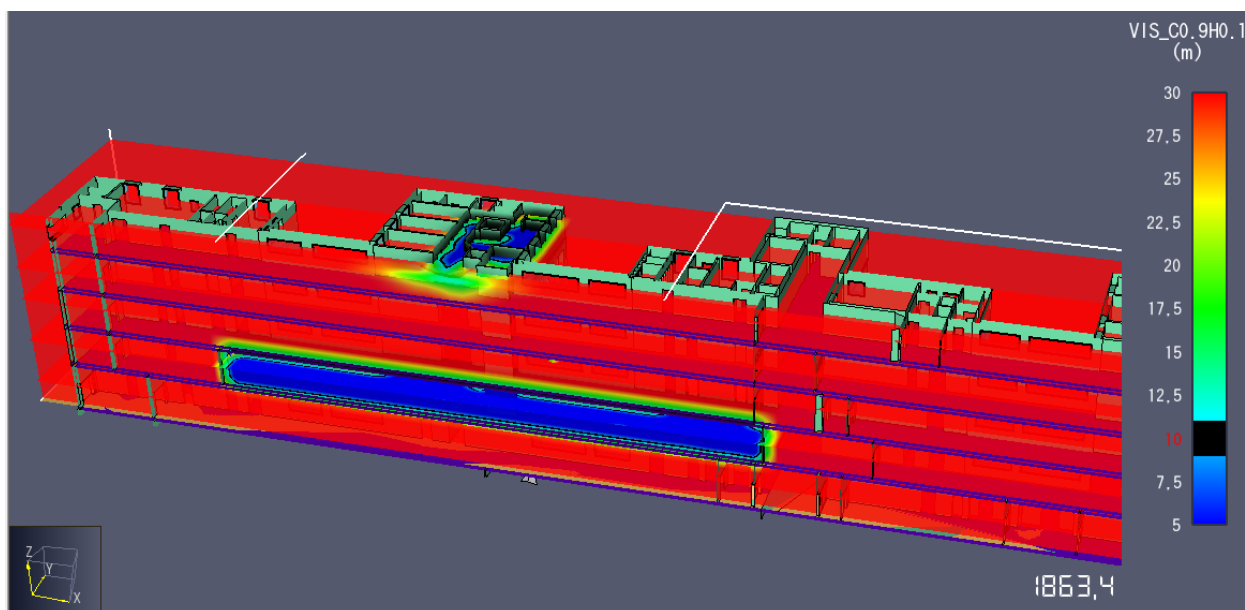


Figura 56. Livello di Visibilità - Scenario 1 - Rispetto delle soglie di prestazione fino a $t=1863\text{s}$ - Piano Quarto

Temperatura a $z=1,8$ a $t=12000s$

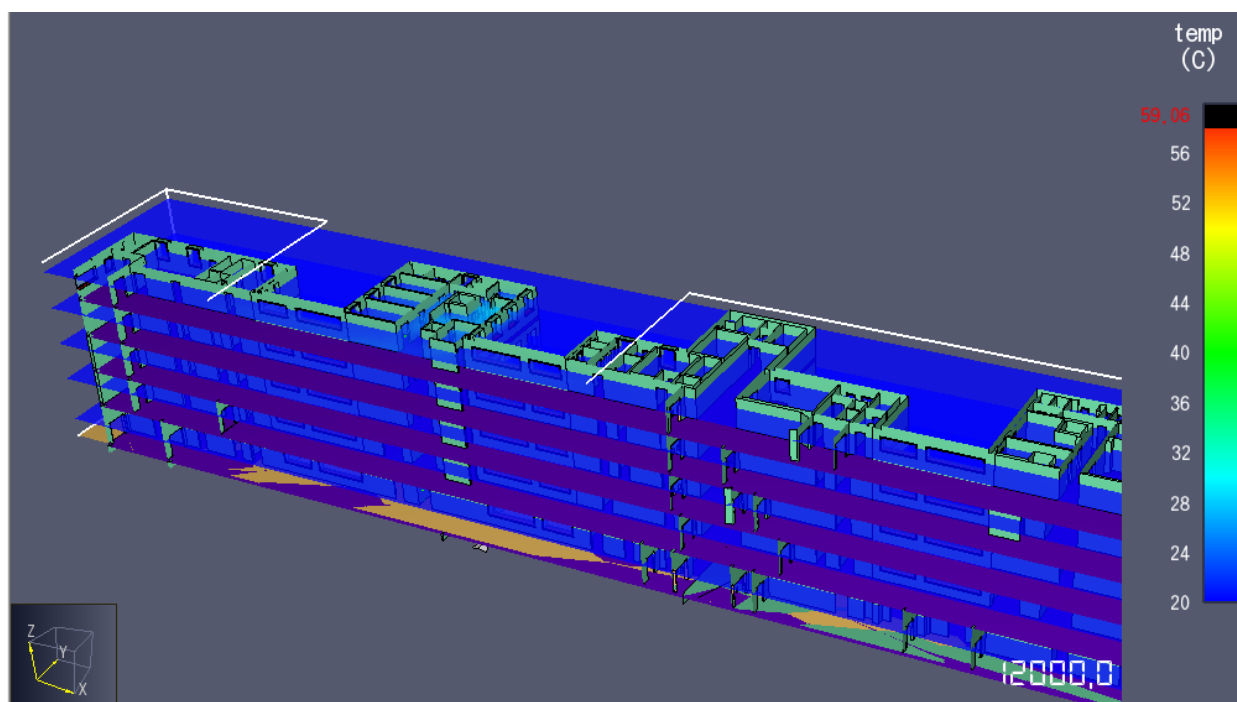


Figura 57. Livello di temperatura a $t=1200s$ - Si rispettano le soglie di prestazione

FED a $z=1,8$ al punto 01 – Piano primo

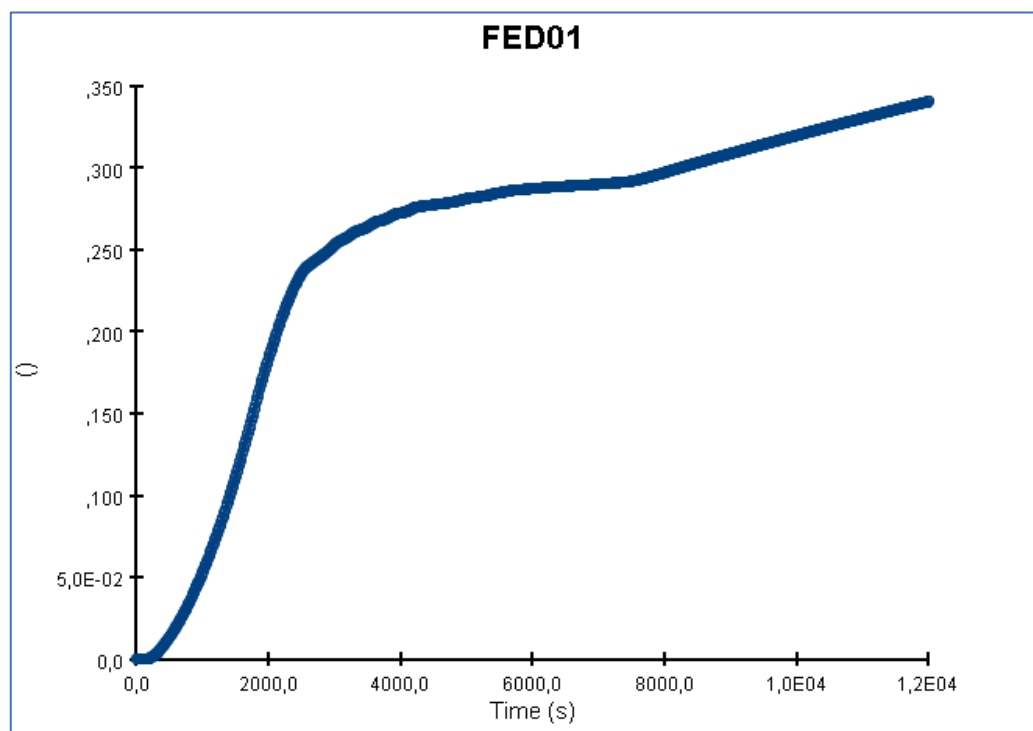


Figura 58. FED al punto 01-Piano primo

FED a $z=1,8$ al punto 01 – Piano Quarto

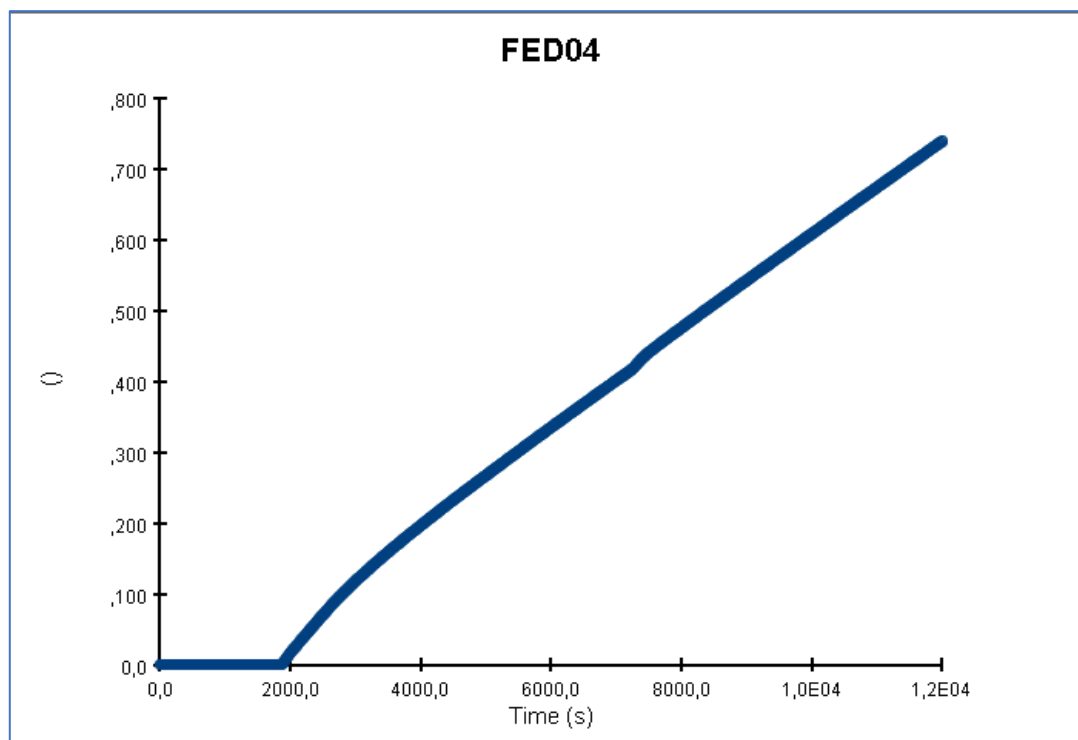


Figura 59. FED al punto 01-Piano quarto

Irraggiamento a $z=1,8$ al punto 01 – Piano primo

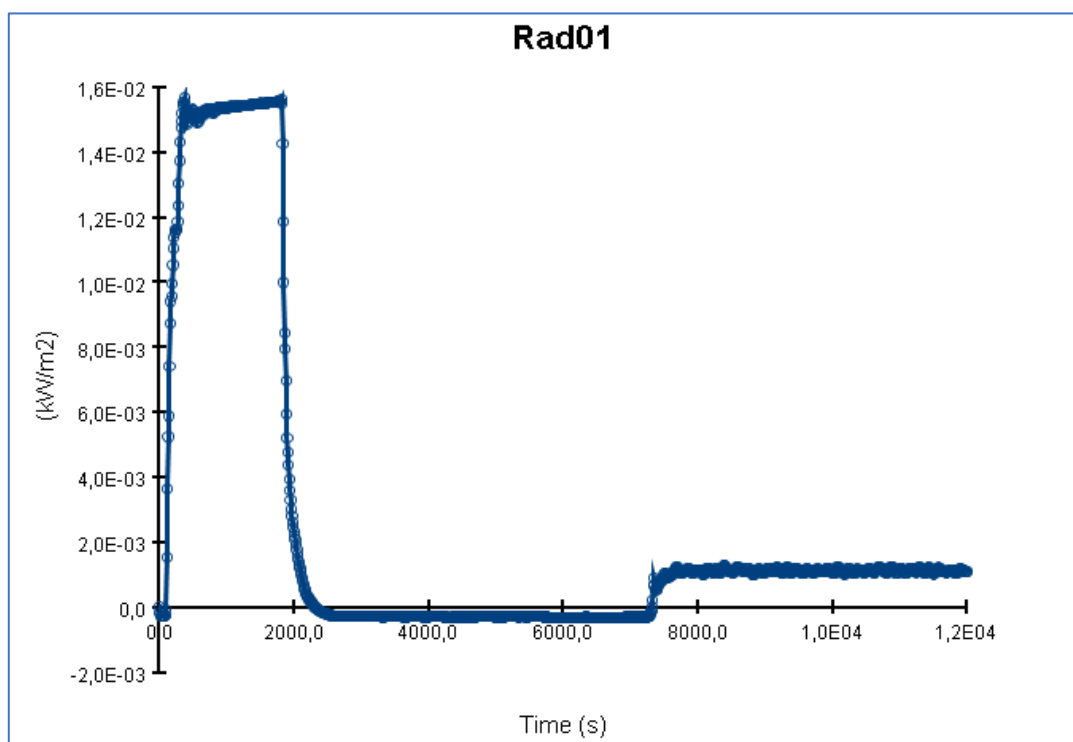


Figura 60. Irraggiamento al punto 01- Piano primo

Irraggiamento a $z=1,8$ al punto 01 – Piano quarto

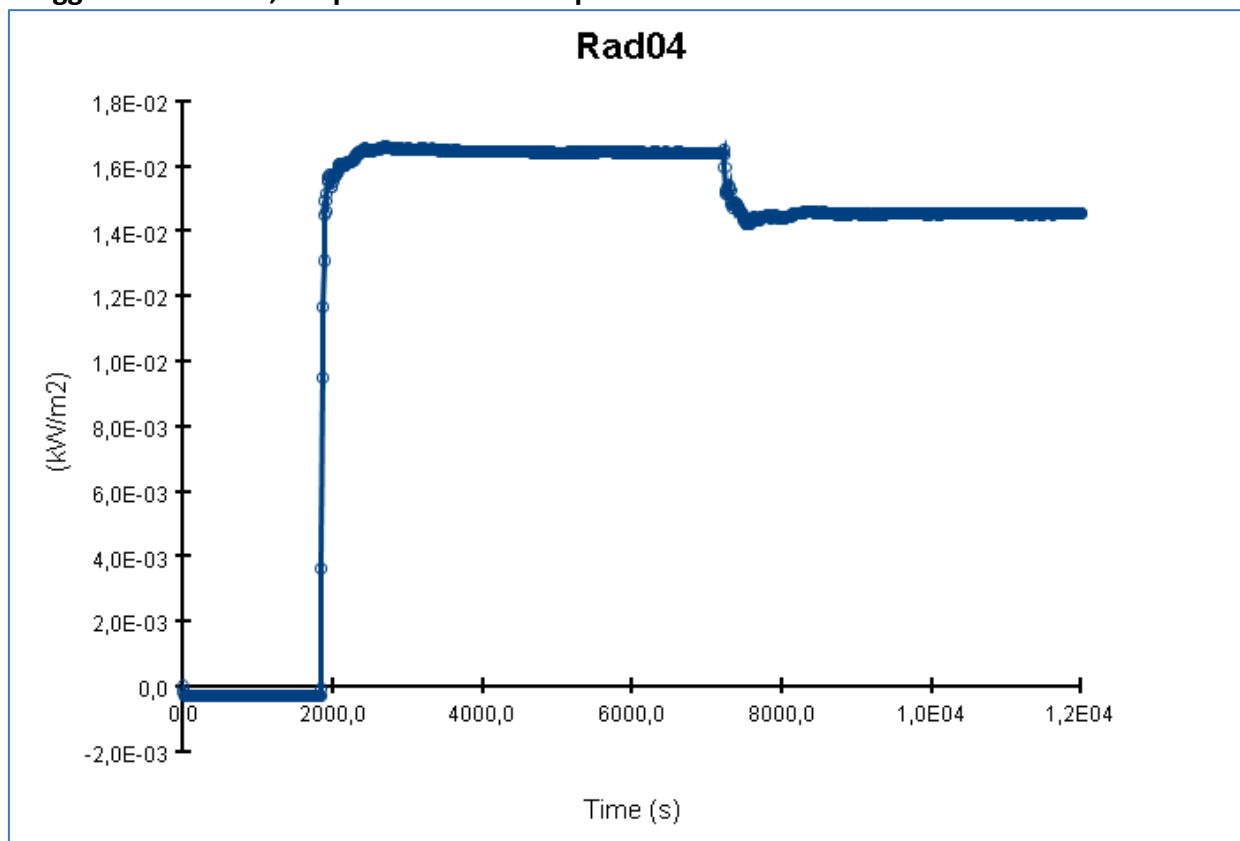


Figura 61. Irraggiamento al punto 01- Piano quarto

Altri risultati

Frazione di volume di CO_2 , $t=12000\text{s}$

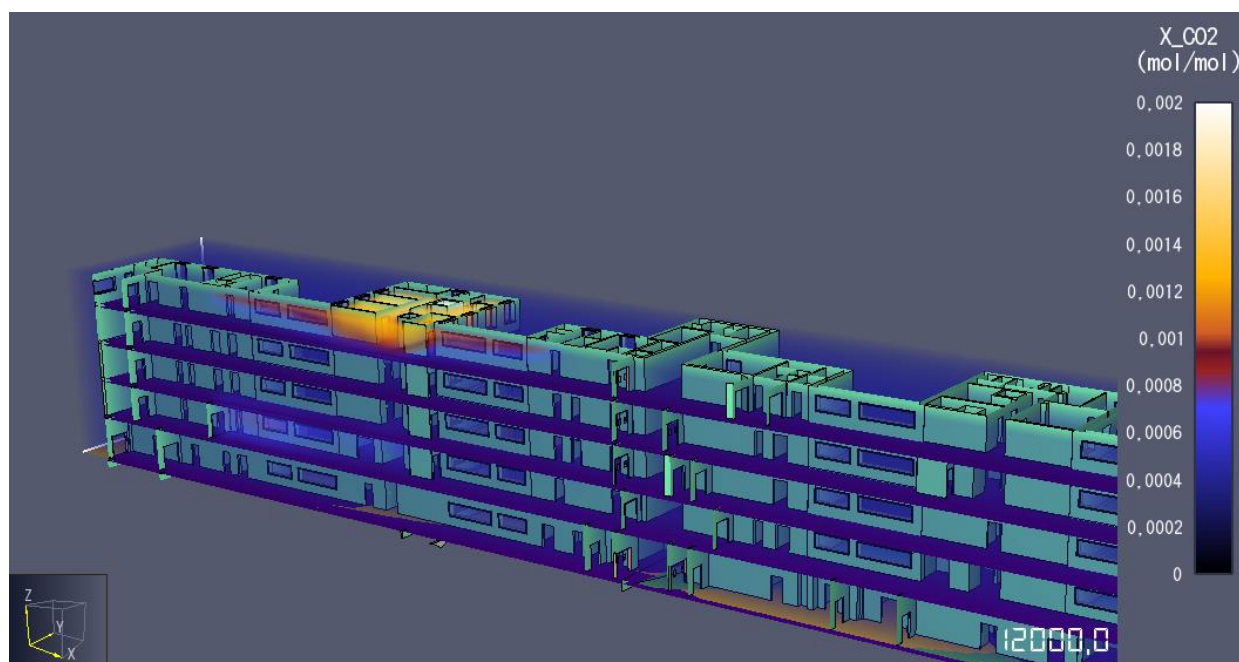


Figura 62. Frazione di volume di anidride carbonica-Scenario 1

Frazione di volume di CO, $t=12000s$

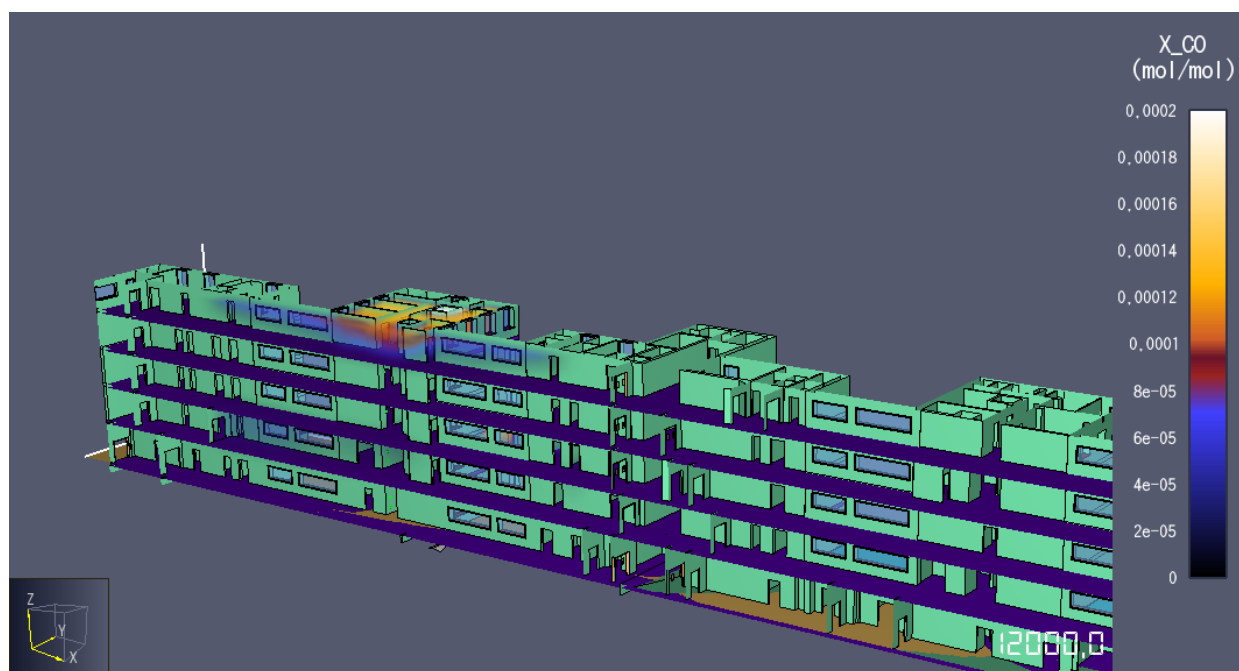


Figura 63. Frazione di volume di monossido di carbonio – Scenario 1

I livelli di visibilità, temperatura, FED e irraggiamento vengono analizzati per tutti i piani.

Per i livelli di visibilità si riscontra che nel primo e quarto piano si verificano dei cali di livello, tali rispettano le soglie di prestazione fino a $t=266s$ e $t=1863s$ rispettivamente.

Mentre per i livelli di temperatura, FED e Irraggiamento si verifica che fino a 12000 non si raggiungono le soglie prima citate.

Per cui considerando che l'ASET è quello più piccolo tra quelli calcolati per i diversi livelli, i valori di ASET per ogni piano saranno:

ASET

Piano	ASET
Piano 0 – Lato B	12000s
Piano 1 – Lato B	266s
Piano 2 – Lato B	12000s
Piano 3 – Lato B	12000s
Piano 4 – Lato B	1863s

Tabella 16. Scenario 1 - Calcolo Aset

SCENARIO 2

Visibilità a $z=1,8\text{m}$, $t= 513\text{s}$

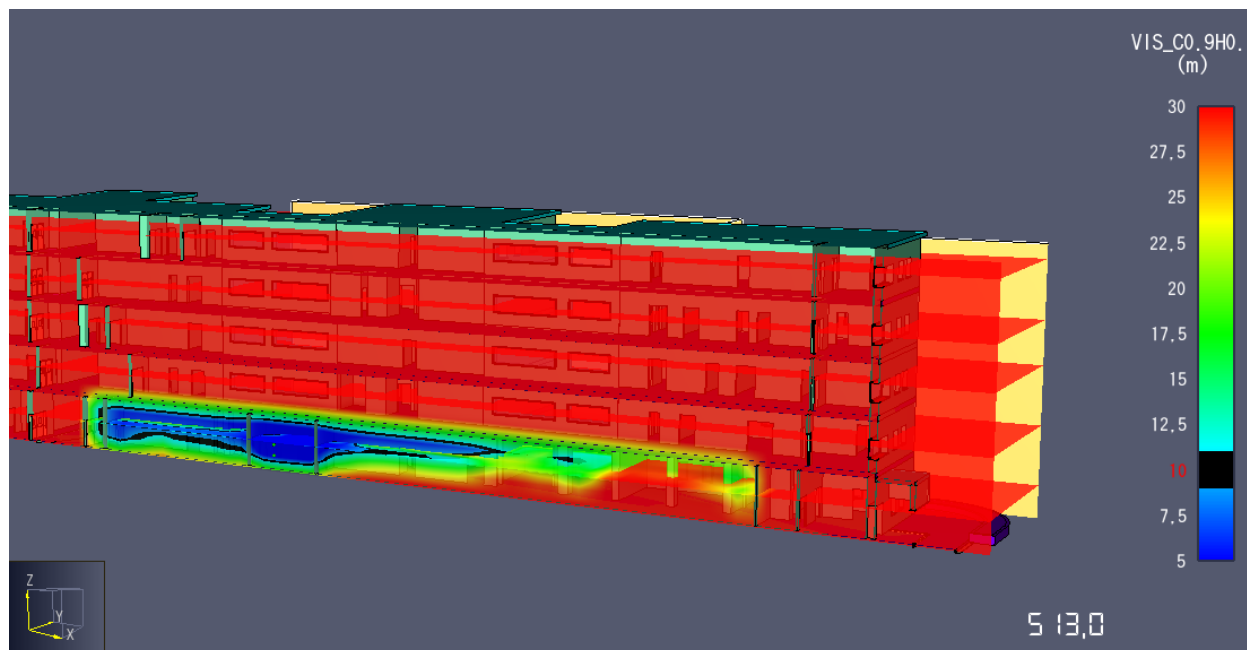


Figura 64. Livello di Visibilità - Scenario 2 - Rispetto delle soglie di prestazione fino a $t=513\text{s}$ – Piano Terra

Visibilità a $z=1,8\text{m}$, $t= 12000\text{s}$

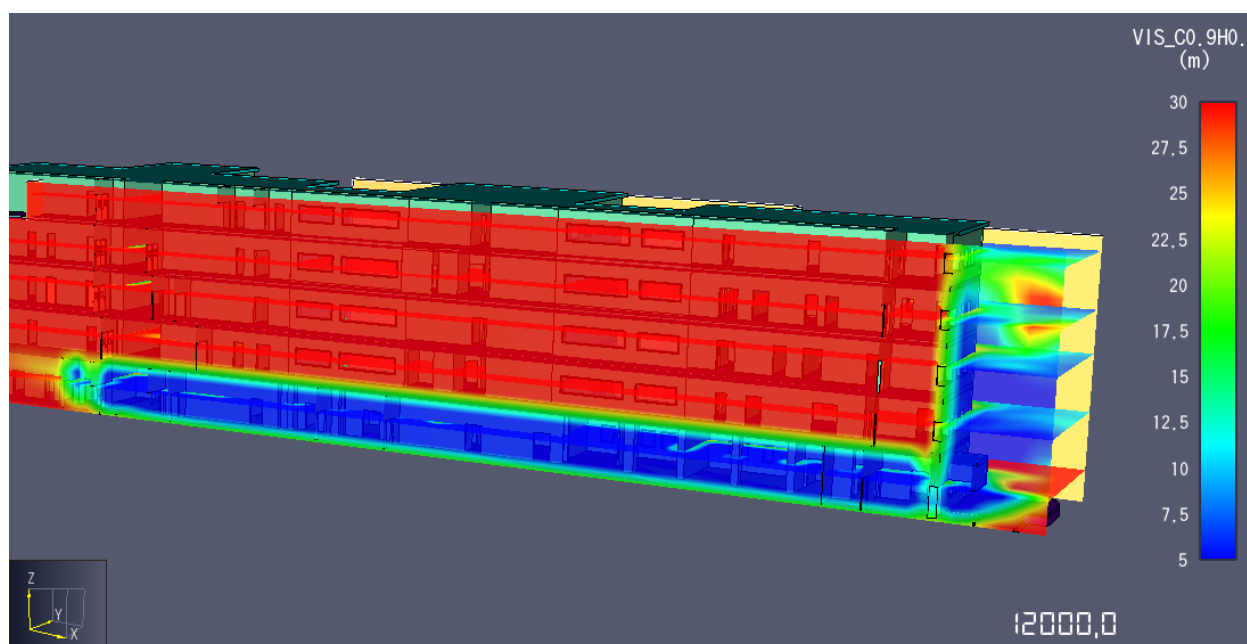


Figura 65. Livello di Visibilità - Scenario 2 - PianoTerra

Temperatura a $z=1,8$, $t=12000s$

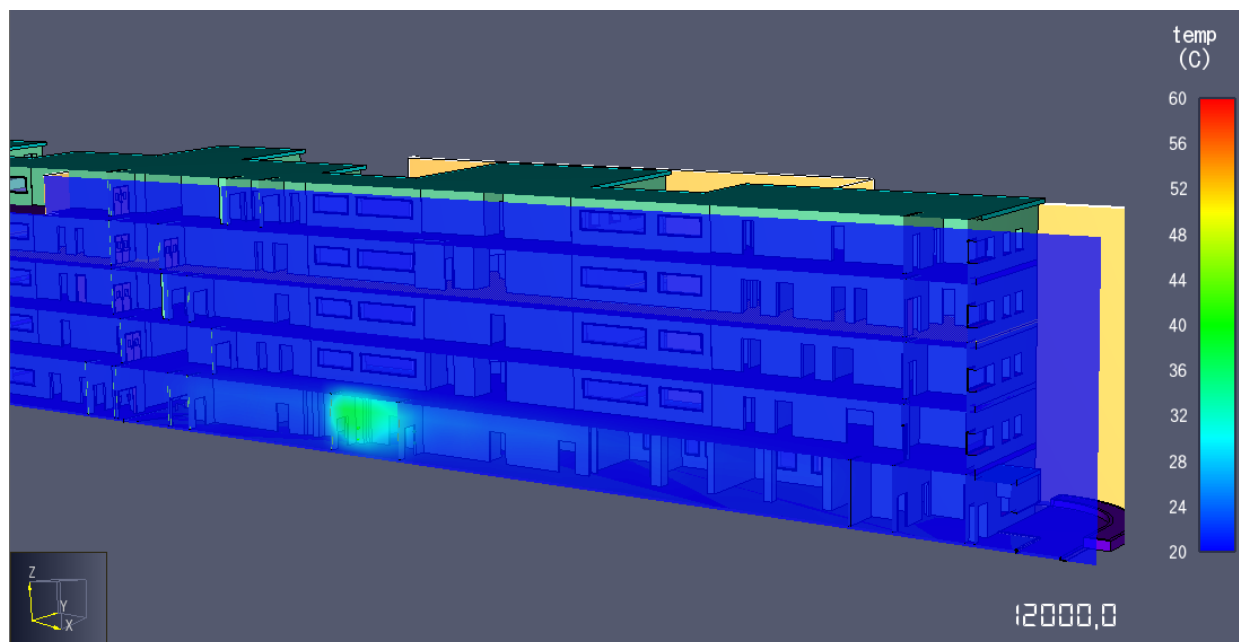


Figura 66. Livello di Temperatura - Scenario 2

Irraggiamento a $z=1,8m$ nel punto 01- Piano terra

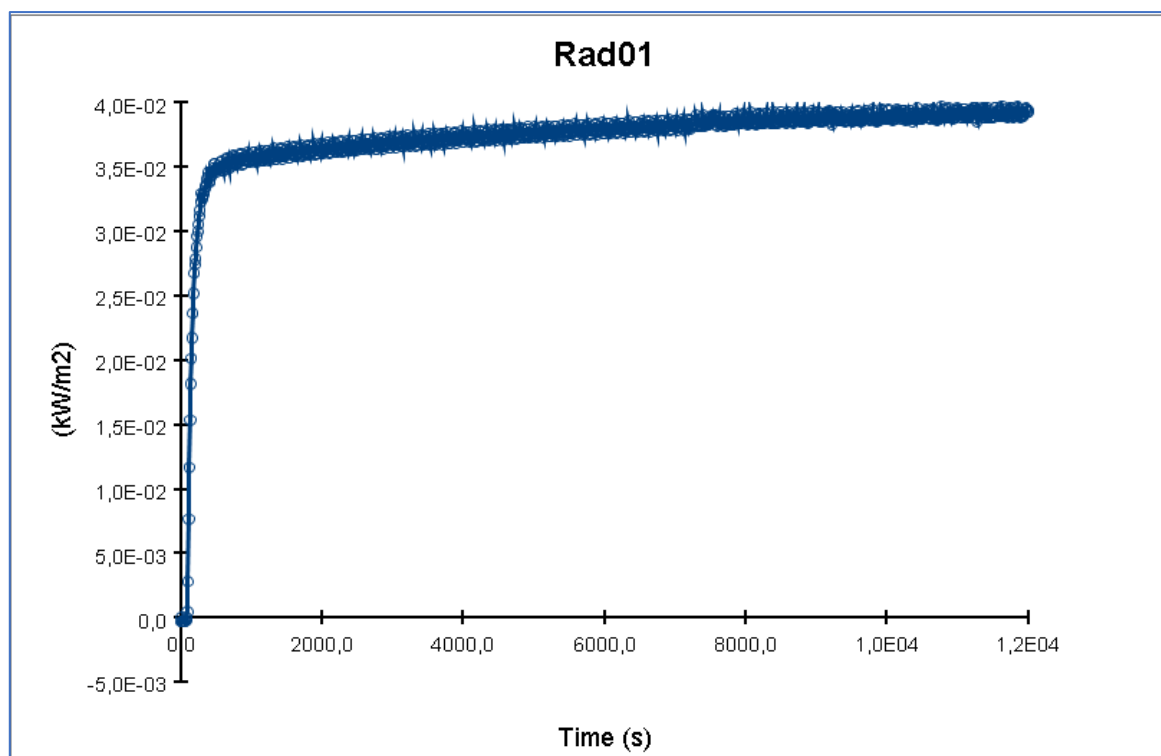


Figura 67. Irraggiamento al punto 01 - Scenario 2

FED a $z=1,8\text{m}$ nel punto 01 – Piano terra

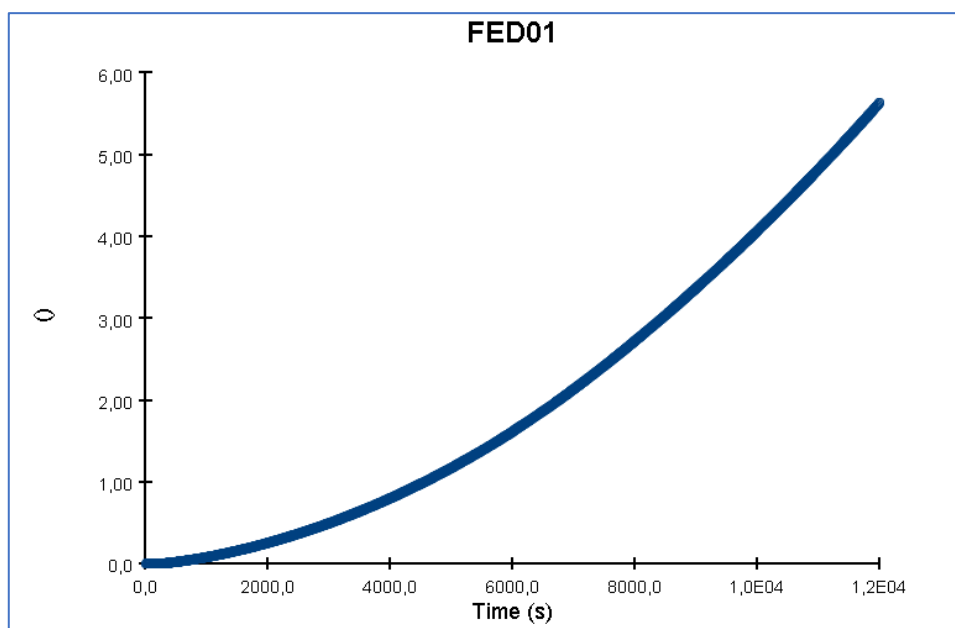


Figura 68. FED al punto 01 - Scenario 2 Piano Terra

Altri risultati

Frazione di volume di CO₂, $t=12000\text{s}$

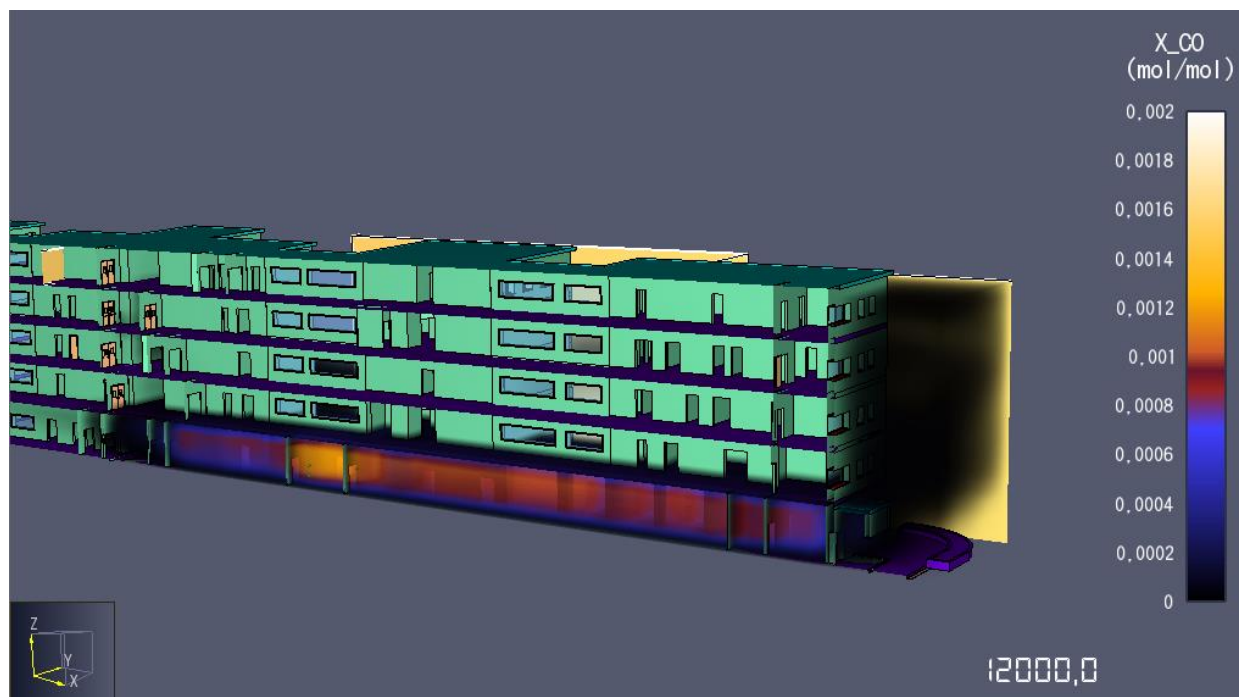


Figura 69. Frazione di volume di monossido di carbonio-Scenario 2

Frazione di volume di CO₂, t=12000s

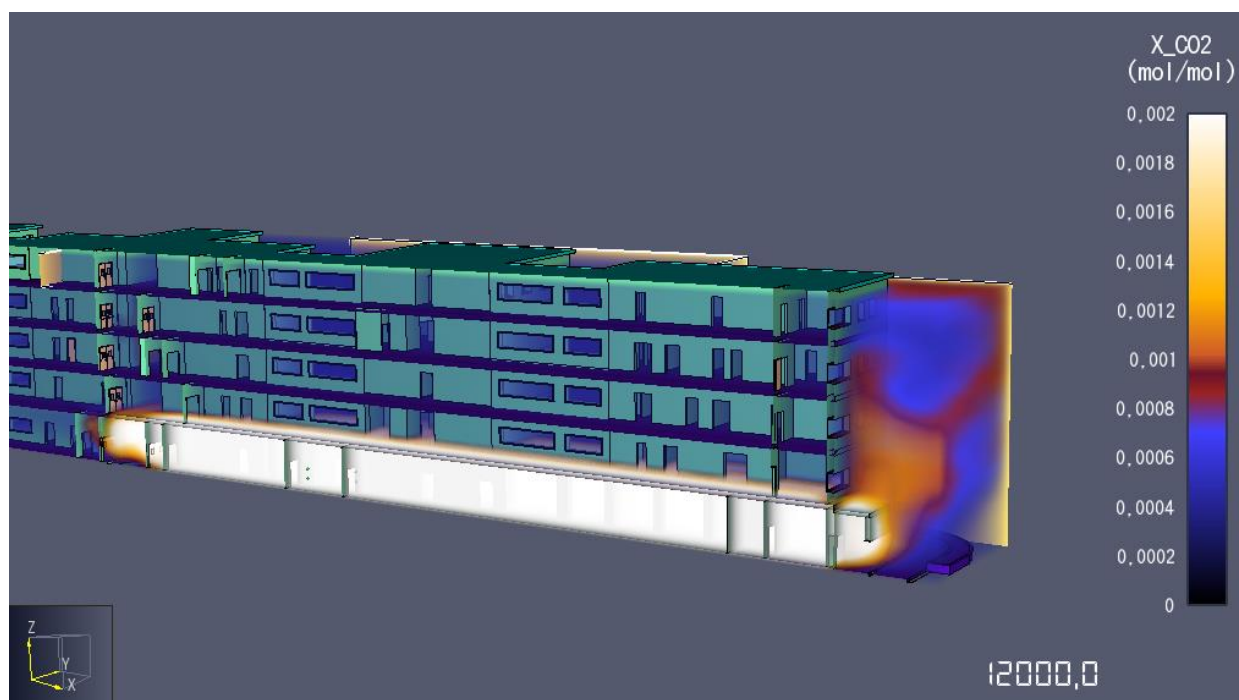


Figura 70. Frazione di volume di anidride carbonica-Scenario 2

I livelli di visibilità, temperatura, FED e irraggiamento vengono analizzati per tutti i piani.

Per i livelli di visibilità si riscontra che solo nel piano terra si rispettano le soglie di prestazione fino a t=513s mentre per gli altri piani non si raggiungono tale soglie fino a t=12000s

Per i livelli di temperatura, FED e Irraggiamento si verifica che fino a 12000 non si raggiungono le soglie prima citate.

Per cui considerando che l'ASET è quello più piccolo tra quelli calcolati per i diversi livelli, i valori di ASET per ogni piano saranno:

ASET

Piano	ASET
Piano 0 – Lato A	513s
Piano 1 – Lato A	12000s
Piano 2 – Lato A	12000s
Piano 3 – Lato A	12000s
Piano 4 – Lato A	12000s

Tabella 17. Scenario 2 - Calcolo ASET

Verifica RSET<ASET

Scenario 1

Piano	RSET	ASET
Piano 0 – Lato B	197s	12000s
Piano 1 – Lato B	155s	266s
Piano 2 – Lato B	246s	12000s
Piano 3 – Lato B	254s	12000s
Piano 4 – Lato B	188s	1863s

Tabella 18. Verifica Rset < Aset - Scenario 1

Scenario 2

Piano	RSET	ASET
Piano 0 – Lato A	435s	513s
Piano 1 – Lato A	389s	12000s
Piano 2 – Lato A	243s	12000s
Piano 3 – Lato A	535s	12000s
Piano 4 – Lato A	145s	12000s

Tabella 19. Verifica Rset < Aset - Scenario 2

Obiettivo 2 : Valutare la funzionalità dei percorsi verticali durante un incendio.

Valutazione dell'esodo con Pathfinder.

Considerando la posizione del focolare nella cucina del reparto Dialisi (scenario 1) si valuta l'evacuazione totale del padiglione.

Rappresentazione dei tempi di uso dei percorsi

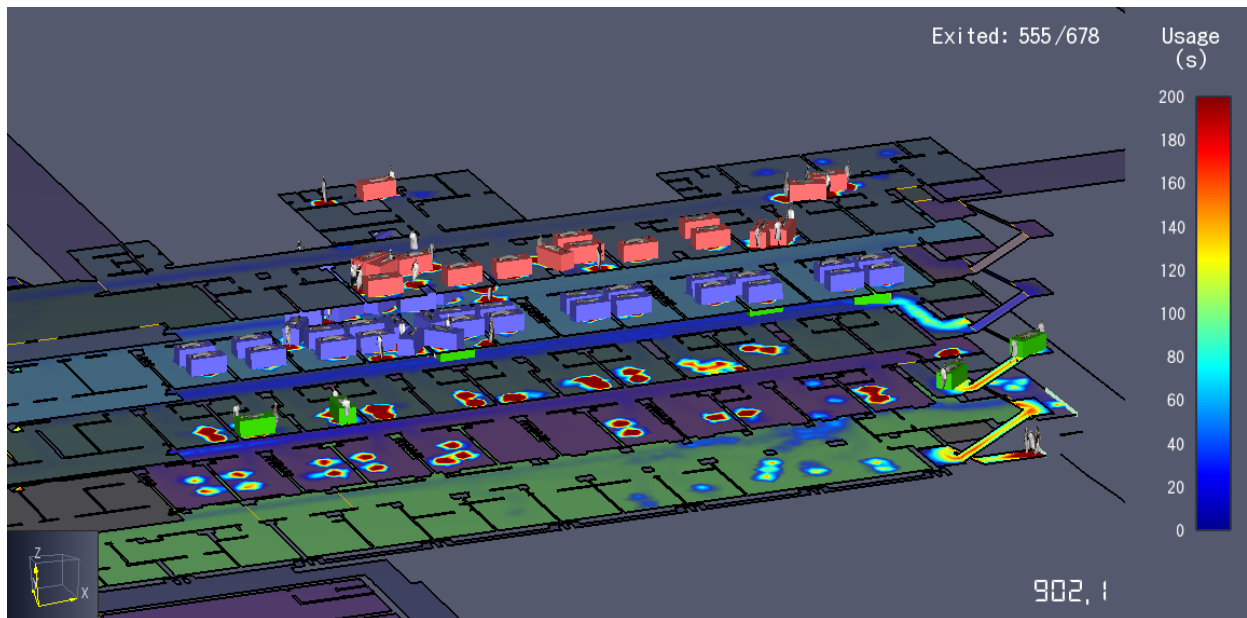


Figura 71. Rappresentazione dei tempi di uso dei percorsi, Usage - Pathfinder

Simulazione di esodo con individuazione delle zone ad alta densità

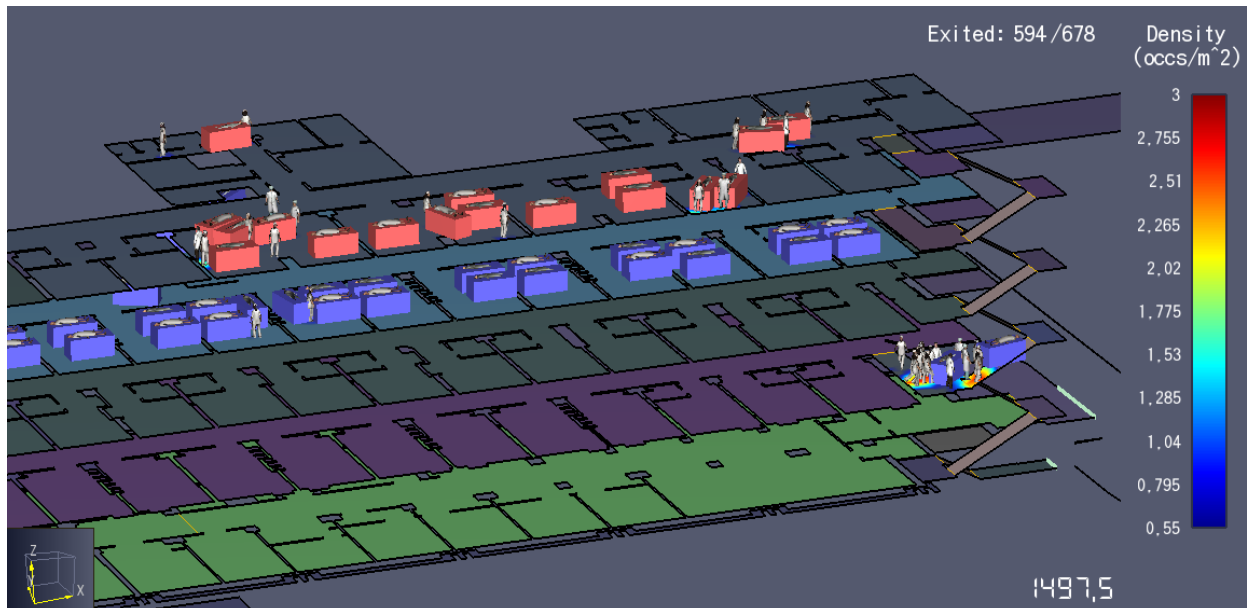


Figura 72. Individuazione delle zone di alta densità, Density - Pathfinder

Simulazione di esodo con individuazione del livello di servizio riferito alle code

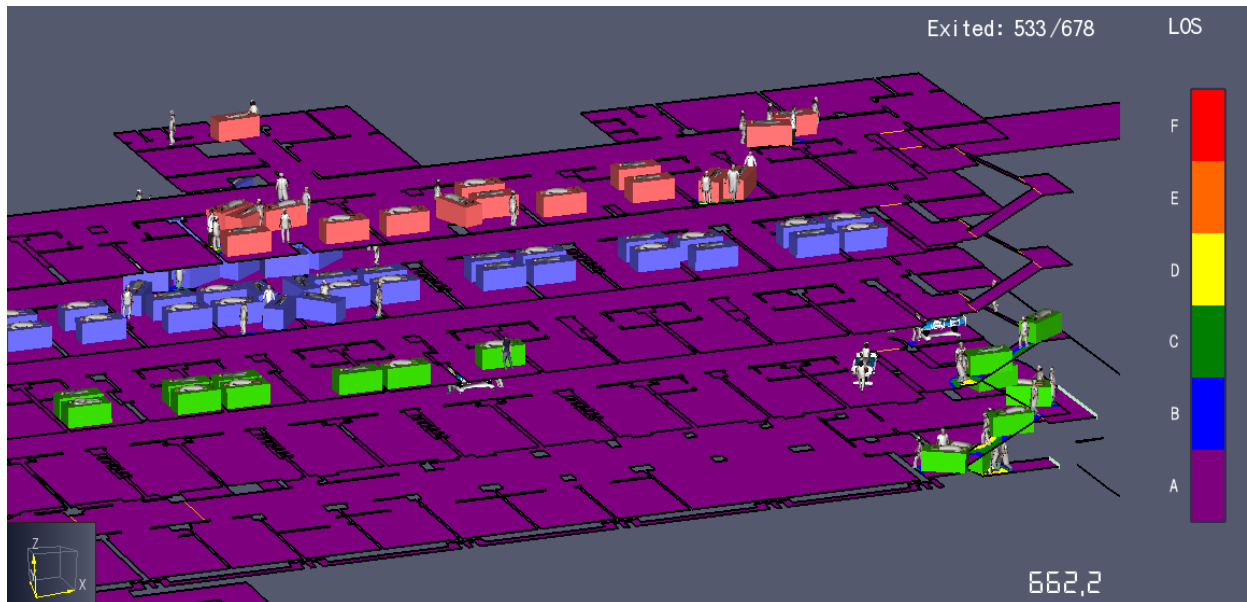


Figura 73. Individuazione del livello di servizio riferito alle code, LOS - Pathfinder

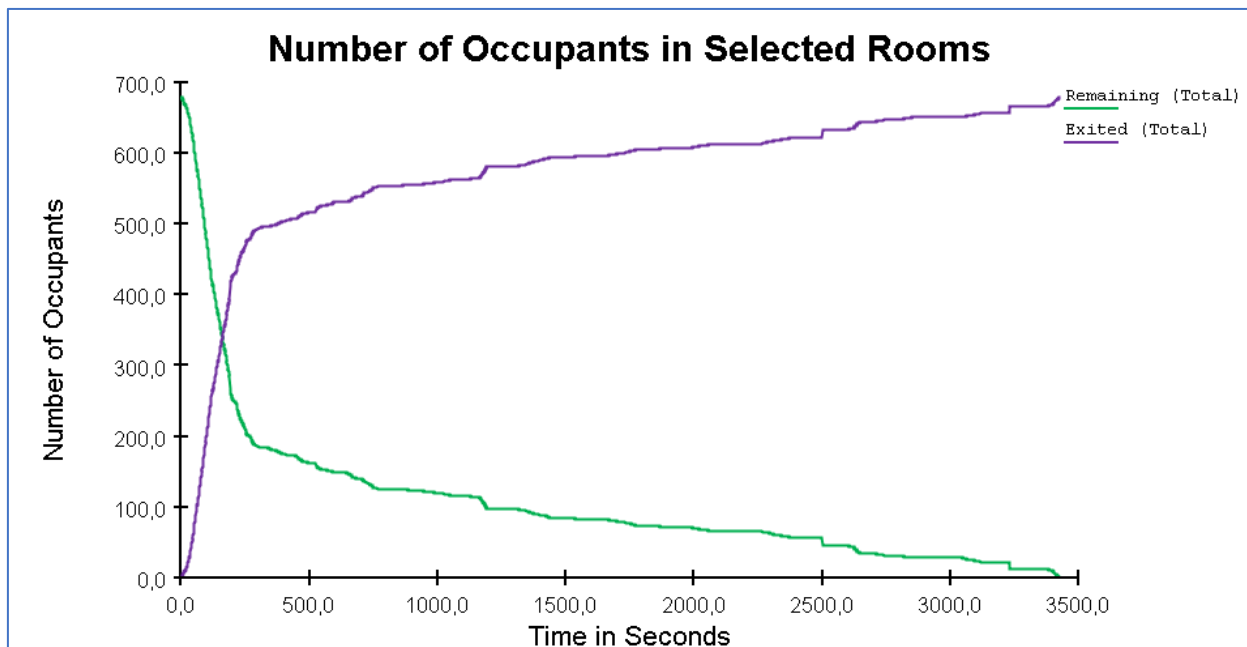


Figura 74. Grafico numero di occupanti e tempo

Tempo totale di evacuazione = 3423s



CONCLUSIONI

Il lavoro di tesi è stato condotto con lo scopo di salvaguardare la sicurezza delle persone in caso d'incendio nel padiglione 2 dell'ospedale San Luigi.

Applicando l'approccio prescrittivo si sono trovate delle problematiche, vale a dire delle misure che non risultavano conformi alla normativa D.M. 19 marzo 2015, per cui in alternativa come dettato dal DM 9 maggio 2007 è possibile adottare un altro tipo di approccio, quello ingegneristico, seguendo la sezione M del "Codice di prevenzione incendi".

Tale approccio ha permesso di valutare l'influenza di fattori chiave come la distribuzione di fumi, gas tossici, campi di temperatura, fattori di congestione e presenza di ostacoli geometrici sulla velocità di esodo e quindi sul tempo necessario per l'evacuazione.

Sono stati utilizzati come modelli di calcolo i software Pathfinder e Pyrosim.

Per il primo obiettivo si è valutata la progettazione di un esodo orizzontale progressivo, verso cui le normative spingono al fine di garantire la sicurezza di tutti gli occupanti dell'ospedale e in particolar modo della degenza presente all'interno dello stesso.

Tematica molto delicata perché si devono considerare le procedure di evacuazione, la configurazione architettonica dei reparti e le tipologie di paziente, autosufficiente e non autosufficiente. A tale proposito sono stati nominati e adeguatamente formati presso gli addetti alla gestione delle emergenze secondo quanto previsto per le strutture ad elevato rischio di incendio ai sensi del D.M. 10 Marzo 1998.

Per quanto riguarda la verifica della soluzione, si è utilizzato il criterio $ASET > RSET$.

Il criterio viene verificato per tutti i piani e per i due scenari.

Di seguito quello più critico.

Reparto Rianimazione:

Piano	RSET	ASET
Piano 0 – Lato A	435s	513s

Figura 75. Valore di Aset – Reparto rianimazione

Come secondo obiettivo, si è voluto verificare la funzionalità dei percorsi verticali di esodo, effettuando un'evacuazione totale del padiglione.

In questo caso l'esodo verticale viene verificato con la modellazione di esodo dell'intero padiglione su pathfinder. Ma dovuto all'alta densità delle persone non può essere risolto in tempi brevi.

Tempo totale di evacuazione
3423s = 57 min

Figura 76. Tempo totale di evacuazione

In conclusione considerando che l'ospedale è stato costruito nel 1970 è comprensibile come la conformazione architettonica sia obsoleta, nonostante i diversi adeguamenti normativi effettuati. Infatti l'applicazione delle normative prescrittive il D.M. 19 marzo risulta essere molto stringente e rigida per una struttura di questa complessità. È quindi opportuno evolvere la progettazione verso un approccio di tipo prestazionale, che riesca a risolvere le problematiche in maniera più flessibile.

RINGRAZIAMENTI

Dopo intensi mesi, finalmente il giorno è arrivato: scrivere queste frasi di ringraziamento è il tocco finale della mia tesi. È stato un periodo di profondo apprendimento, non solo a livello scientifico, ma anche personale.

Vorrei spendere due parole di ringraziamento nei confronti di tutte le persone che mi hanno sostenuto e aiutato durante questo periodo.

Prima di tutto, vorrei ringraziare i colleghi e soprattutto il geom P.Buccino, che ho incontrato durante il mio tirocinio presso l'Ospedale San Luigi. Mi avete sostenuto e siete sempre stati pronti ad aiutarmi.

Un ringraziamento particolare va al mio relatore, il professore R.Vancetti per i preziosi consigli. Mi ha fornito tutti gli strumenti di cui avevo bisogno per intraprendere la strada giusta e portare a compimento la mia tesi.

Vorrei infine ringraziare i miei genitori e mia sorella per i loro saggi consigli e la loro capacità di ascoltarmi. Siete sempre stati al mio fianco.

Un sentito grazie a tutti!
Shirley Perez

INDICE DELLE FIGURE

FIGURA 1. PROCEDURE PER LE ATTIVITÀ DI CATEGORIA A ,B E C.....	6
FIGURA 2. SCHEMA DELLE SCADENZE DELLE FASI PER LA TIPOLOGIA	9
FIGURA 3. SCHEMA DEI PRINCIPALI INTERVENTI DA REALIZZARSI IN CORRISPONDENZA DELLE SCADENZE PREVISTE PER LA TIPOLOGIA OSPEDALIERA CON ADEGUAMENTO PER "PUNTI" DELLA REGOLA TECNICA DEL 2015	10
FIGURA 4. STATISTICHE SULLE FONTI DI INNESCO - COMANDO VVF	11
FIGURA 5. LUOGHI OVE SI INNESECANO GLI INCENDI	12
FIGURA 6. AREE DEGENZE	13
FIGURA 7. STANZA DI RIANIMAZIONE	13
FIGURA 8. BOMBOLE DI OSSIGENO	14
FIGURA 9. LOCALE TOMOGRAFIA COMPUTARIZZATA	15
FIGURA 10. SORGENTI RADIOATTIVE	16
FIGURA 11. PERSONALE DIPENDENTE	18
FIGURA 12. VISITATORI E PARENTI	18
FIGURA 13. ESTINTORI A POLVERE E A CO ₂	26
FIGURA 14. EVACUATORI DI FUMO E CALORE.....	30
FIGURA 15. TIPO DI EVACUATORE	31
FIGURA 16. PRIMA SEDE STORICA DI CORSO VALDOCCO A TORINO	32
FIGURA 17. SECONDA SEDE DI MIRAFIORI A TORINO	32
FIGURA 18. UBICAZIONE URBANISTICA - GOOGLE MAPS.....	34
FIGURA 19.. OSPEDALE SAN LUIGI ORBASSANO - GOOGLE MAPS	34
FIGURA 20. PLANIMETRIA GENERALE CON VIABILITÀ ESTERNA DEI MEZZI DI SOCCORSO	35
FIGURA 21. CASO STUDIO	35
FIGURA 22. FOTO FRONTALE - PADIGLIONE 2.....	35
FIGURA 23. REPARTO MEDICINA D'URGENZA, RIANIMAZIONE E DEA - PIANO TERRA	36
FIGURA 24. REPARTO DIALISI E REPARTO UROLOGIA, NEFROLOGIA E CHIRURGIA - PIANO PRIMO	36
FIGURA 25. REPARTO CHIRURGIA TORACICA E REPARTO AD INDIRIZZO ONCOLOGICO - PIANO SECONDO	36
FIGURA 26. REPARTO DI ODONTOSMATOLOGIA- OTORINO E REPARTO GINECOLOGIA - PIANO TERZO	37
FIGURA 27. REPARTO DH ONCOLOGICO	37
FIGURA 28. TEMPO ASET E RSET.....	64
FIGURA 29. CREAZIONE DELLE MESH CON PYROSIM	65
FIGURA 30. ESEMPIO CON MPI_PROCESS.....	66
FIGURA 31. ESEMPIO CREAZIONE DELLE MESH	67
FIGURA 32. FINESTRA SMOKEVIEW	68
FIGURA 33. ESEMPIO DI ESODO- PATHFINDER	69
FIGURA 34. AGGIUNTA DI OCCPUNTI - PATHFINDER	70
FIGURA 35. AGGIUNTA DEI "BEHAVIOR"	70
FIGURA 36. FINESTRA DELLA SIMULAZIONE - PATHFINDER	70
FIGURA 37. SOGLIE DI PRESTAZIONE IMPIEGABILI CON IL METODO DEL CALCOLO AVANZATO - SEZIONE M	72
FIGURA 38. TEMPO DI PRE-FLASOVER	73
FIGURA 39. DURATA MINIMA DEGLI SCENARI DI INCENDIO DI PROGETTO- SEZ M.....	73
FIGURA 40. VALORI PREDEFINITI PER LA CURVA HRR	75
FIGURA 41. CURVA HRR.....	75
FIGURA 42. CURVA HRR	77
FIGURA 43. MODELLO DEL PADIGLIONE 2- PYROSIM.....	79
FIGURA 44. SCENARIO 1 - PUNTI DEI "DEVICES",.....	80
FIGURA 45. SCENARIO 2 - PUNTI DEI "DEVICES".....	80
FIGURA 46. MODELLO DEL PADIGLIONE 2 - PATHFINDER	80
FIGURA 47. TECNICA DEL MATERASSO 1.....	82

FIGURA 48. TECNICA DEL MATERASSO 2 – CON 1 E 2 SOCCORRITORI	82
FIGURA 49. CALCOLO PRE MOVIMENTO- ISO TR 16738.....	83
FIGURA 50. TEMPO INIZIALE - PATHFINDER.....	84
FIGURA 52. SCENARIO 1- MODELLO SU PATHFINDER	84
FIGURA 51. EVACUAZIONE DEI DEGENTI VICINI ALL'AREA D'INCENDIO.....	84
FIGURA 53. SCENARIO 2- MODELLO SU PATHFINDER	85
FIGURA 54. EVACUAZIONE REPARTO REANIMAZIONE	85
FIGURA 55. LIVELLO DI VISIBILITÀ - SCENARIO 1 - RISPETTO DELLE SOGLIE DI PRESTAZIONE FINO A $T=266s$ - PIANO	87
FIGURA 56. LIVELLO DI VISIBILITÀ - SCENARIO 1 - RISPETTO DELLE SOGLIE DI PRESTAZIONE FINO A $T=1863s$ - PIANO QUARTO.....	87
FIGURA 57. LIVELLO DI TEMPERATURA A $T=1200s$ - SI RISPETTANO LE SOGLIE DI PRESTAZIONE	88
FIGURA 58. FED AL PUNTO 01-PIANO PRIMO	88
FIGURA 59. FED AL PUNTO 01-PIANO QUARTO	89
FIGURA 60. IRRAGGIAMENTO AL PUNTO 01- PIANO PRIMO	89
FIGURA 61. IRRAGGIAMENTO AL PUNTO 01- PIANO QUARTO	90
FIGURA 62. FRAZIONE DI VOLUME DI ANIDRIDE CARBONICA-SCENARIO 1	90
FIGURA 63. FRAZIONE DI VOLUME DI MONOSSIDO DI CARBONIO – SCENARIO 1	91
FIGURA 64. LIVELLO DI VISIBILITÀ - SCENARIO 2 - RISPETTO DELLE SOGLIE DI PRESTAZIONE FINO A $T=513s$ – PIANO TERRA	92
FIGURA 65. LIVELLO DI VISIBILITÀ - SCENARIO 2 - PIANO TERRA	92
FIGURA 66. LIVELLO DI TEMPERATURA - SCENARIO 2	93
FIGURA 67. IRRAGGIAMENTO AL PUNTO 01 - SCENARIO 2.....	93
FIGURA 68. FED AL PUNTO 01 - SCENARIO 2 PIANO TERRA	94
FIGURA 69. FRAZIONE DI VOLUME DI MONOSSIDO DI CARBONIO-SCENARIO 2	94
FIGURA 70. FRAZIONE DI VOLUME DI ANIDRIDE CARBONICA-SCENARIO 2	95
FIGURA 71. RAPPRESENTAZIONE DEI TEMPI DI USO DEI PERCORSI , USAGE - PATHFINDER	97
FIGURA 72. INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI ALTA DENSITÀ, DENSITY - PATHFINDER	97
FIGURA 73. INDIVIDUAZIONE DEL LIVELLO DI SERVIZIO RIFERITO ALLE CODE, LOS - PATHFINDER	98
FIGURA 74. GRAFICO NUMERO DI OCCUPANTI E TEMPO	98
FIGURA 75. VALORE DI ASET – REPARTO RIANIMAZIONE	99
FIGURA 76. TEMPO TOTALE DI EVACUAZIONE	100

INDICE DELLE TABELLE

TABELLA 1. CLASSIFICAZIONE DELLE AREE.....	38
TABELLA 2. PRODOTTI ISOLANTI NON DIRETTAMENTE ESPOSTI ALLE FIAMME	41
TABELLA 3. LUNGHEZZE DI ESODO AL PIANO	51
TABELLA 4. LARGHEZZA DELLE VIE D'USCITA - PIANO INTERRATO	52
TABELLA 5. LARGHEZZA DELLE VIE D'USCITA- PIANO TERRA	52
TABELLA 6. LARGHEZZA DELLE VIE DI USCITA- PIANI SUPERIORI.....	53
TABELLA 7. SOGLIE DI PRESTAZIONE	72
TABELLA 8. PRIMO SCENARIO DI INCENDIO.....	74
TABELLA 9. SECONDO SCENARIO DI INCENDIO.....	76
TABELLA 10. PROFILI DEGLI OCCUPANTI - PATHFINDER	81
TABELLA 11. VELOCITÀ DEI PROFILI DI OCCUPANTI	81
TABELLA 12. TEMPO PER LE PROCEDURE DI EVACUAZIONE	82
TABELLA 13. SCENARIO 1- VALORI DI RSET	84
TABELLA 14. SCENARIO 2 - VALORI DI RSET	85
TABELLA 15- SOGLIE DI PRESTAZIONE - CALCOLO ASET	86
TABELLA 16. SCENARIO 1 - CALCOLO ASET	91
TABELLA 17. SCENARIO 2 - CALCOLO ASET	95
TABELLA 18. VERIFICA $RSET < ASET$ - SCENARIO 1.....	96
TABELLA 19. VERIFICA $RSET < ASET$ - SCENARIO 2.....	96

BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

- Stefano Capolongo “Edilizia ospedaliera. Approcci metodologici e progettuali”
- Dante Ugo Tripaldi “La formazione dei lavoratori nelle strutture ospedaliere” - anno 2015
- Leonardo Corbo, “Guida essenziale alla prevenzione incendi”
- Di Elisabetta Carattin, Valeria Tatano “La progettazione antincendio inclusiva”
- La Malfa A., La Malfa, S., “Approccio Ingegneristico alla Sicurezza Antincendio”, Legislazione Tecnica, 2014.
- Ing. Mauro Malizia, slides “Ingegneria della sicurezza antincendio”
- Pathfinder User Manual - Thunderhead Engineering
- PyroSim User Manual - Thunderhead Engineering
- <http://www.sanluigi.piemonte.it/>
- <https://www.thunderheadeng.com/pyrosim/>
- <https://www.thunderheadeng.com/pathfinder/>
- <https://www.fse-italia.eu/>
- <http://www.ordineing-fc.it/files/>
- <https://www.teknoring.com/news/antincendio/la-prevenzione-incendi-nelle-strutture-sanitarie/>

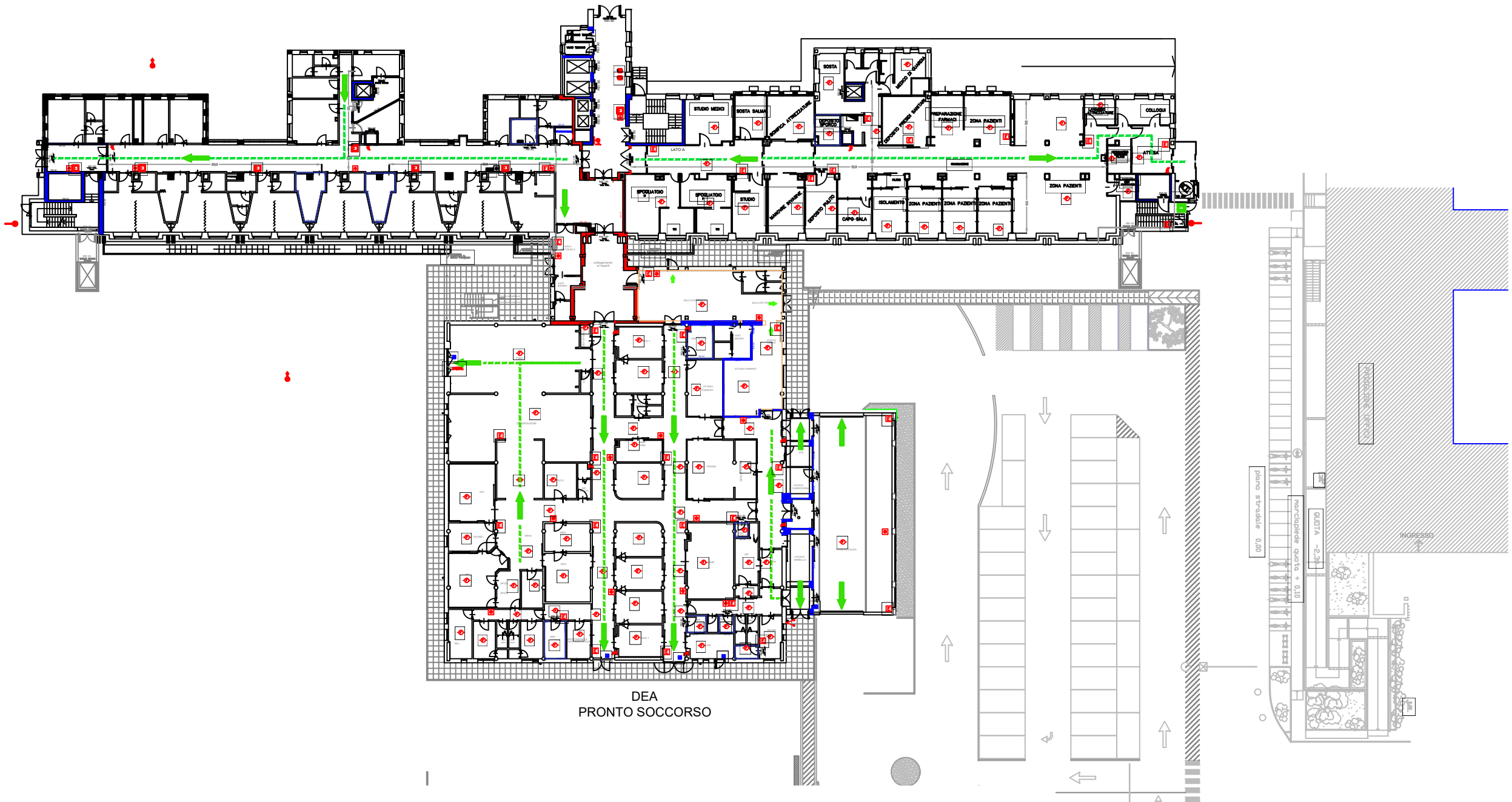
Riferimenti normativi

- Decreto Ministeriale 30 novembre 1983 “Termini, definizioni generali e simboli grafici di prevenzione incendi”
- Decreto del Presidente della Repubblica 1 agosto 2011, n.151 (G.U. n. 221 del 22/09/2011), “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’articolo 49, comma 4 -quater , del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”
- Decreto Ministeriale 19 marzo 2015 (G.U. n. 70 del 25/03/2015), “Aggiornamento della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l’esercizio delle strutture sanitarie pubbliche e private di cui al decreto 18 settembre 2002”.
- Decreto Ministeriale 9 maggio 2007” Direttive per l’attuazione dell’approccio ingegneristico alla sicurezza antincendio”
- Decreto Ministeriale 3 agosto 2015 (G.U. n. 192 del 20/08/2015), “Approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi, ai sensi dell’articolo 15 del decreto legislativo 8 marzo 2006, n.139”.
- ISO/TR 16738, “Fire safety engineering – Technical information on methods for evaluating behavior and movement of people”.

TAVOLE

EDIFICIO E- 2° PADIGLIONE
PIANO TERRENO
MEDICINA D'URGENZA

EDIFICIO E- 2° PADIGLIONE
PIANO TERRENO
RIANIMAZIONE





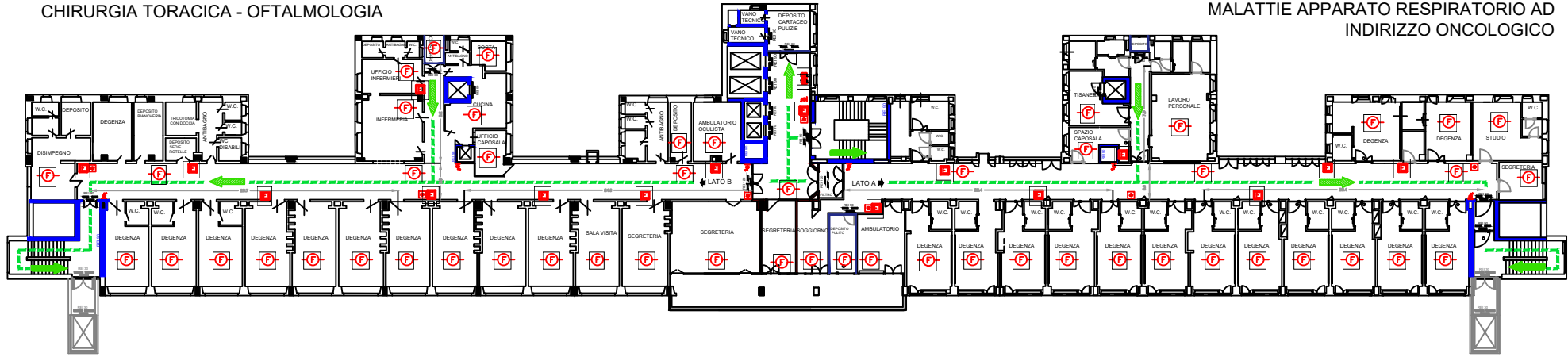
**POLITECNICO
DI TORINO**
LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA EDILE

TAV.1-PADIGLIONE 2
PIANO TERRA
SCALA 1:500

LEGENDA

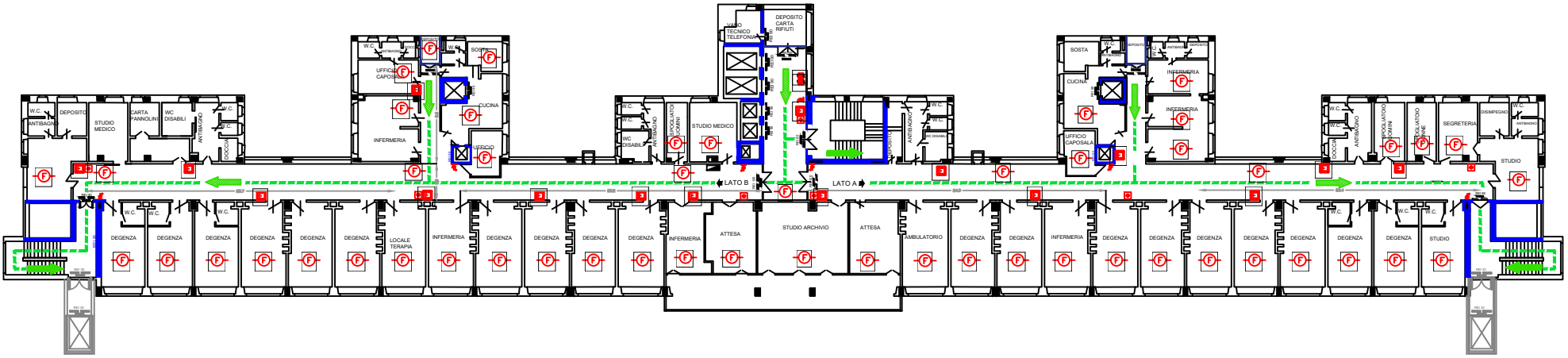
- | | | | | | |
|---|---|---|---|---|--------------------------|
|  | MURATURA REI |  | VA DI ESODO VERSO IL BASSO |  | RILEVATORE DI FUMO E GAS |
|  | PORTA TAGLIAFUOCO MUNITA DI MANIGLIONE ANTIPANICO |  | VA DI ESODO PERCORSO ORIZZONTALE |  | ESTINTORE A POLVERE |
|  | PORTA TAGLIAFUOCO |  | IDRANTE A PARETE UNI 45 |  | IDRANTE A SOPRASSUOLO |
| | |  | PULSANTE DI SEGNALAZIONE E PREALLARME ANTINCENDIO |  | ATTACCO MOTOPOMPA |

EDIFICIO E - 2° PADIGLIONE
PIANO SECONDO
CHIRURGIA TORACICA - OFTALMOLOGIA



EDIFICIO E - 2° PADIGLIONE
PIANO SECONDO
MALATTIE APPARATO RESPIRATORIO AD
INDIRIZZO ONCOLOGICO

EDIFICIO E - 2° PADIGLIONE
PIANO TERZO
ODONTOSTOMATOLOGIA - OTORINO



EDIFICIO E - 2° PADIGLIONE
PIANO TERZO
UROLOGIA - GINECOLOGIA

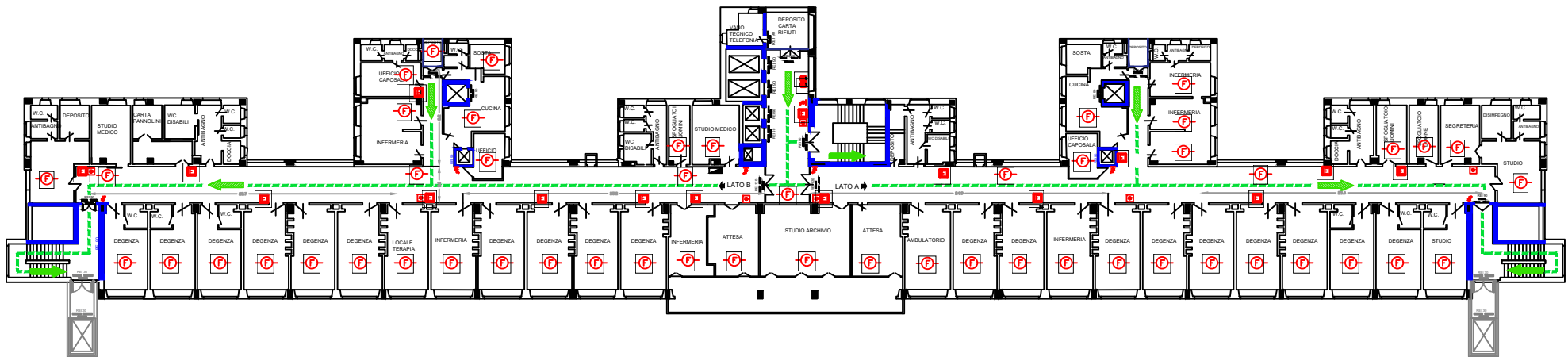


**POLITECNICO
DI TORINO**
LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA EDILE

TAV.2-PADIGLIONE 2
PIANO PRIMO
PIANO SECONDO
SCALA 1:500

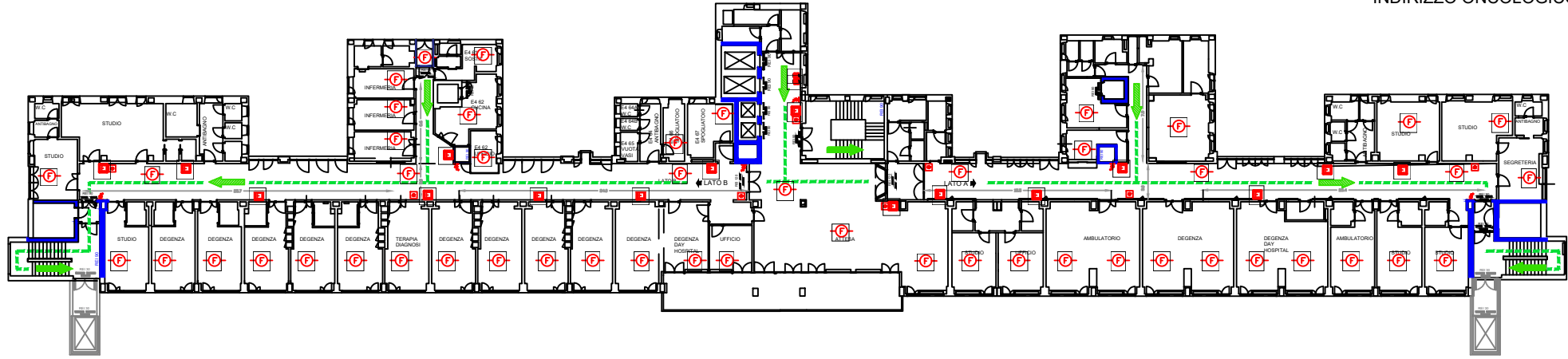
LEGENDA

EDIFICIO E - 2° PADIGLIONE
PIANO TERZO
ODONTOSTOMATOLOGIA - OTORINO



EDIFICIO E - 2° PADIGLIONE
PIANO TERZO
UROLOGIA - GINECOLOGIA

EDIFICIO E - 2° PADIGLIONE
PIANO QUARTO
INDIRIZZO ONCOLOGICO



EDIFICIO E - 2° PADIGLIONE
PIANO QUARTO
INDIRIZZO ONCOLOGICO



**POLITECNICO
DI TORINO**
LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA EDILE

TAV.3-PADIGLIONE 2
PIANO TERZO
PIANO QUARTO
SCALA 1:500

LEGENDA

- | | | |
|---|---|--------------------------|
| MURATURA REI | VA DI ESODO VERSO IL BASSO | RILEVATORE DI FUMO E GAS |
| PORTA TAGLIAFUOCO MUNITA DI MANIGLIONE ANTIPANICO | VA DI ESODO PERCORSO ORIZZONTALE | ESTINTORE A POLVERE |
| PORTA TAGLIAFUOCO | IDRANTE A PARETE UNI 45 | IDRANTE A SOPRASSUOLO |
| | PULSANTE DI SEGNALAZIONE E PREALLARME ANTINCENDIO | ATTACCO MOTOPOMPA |