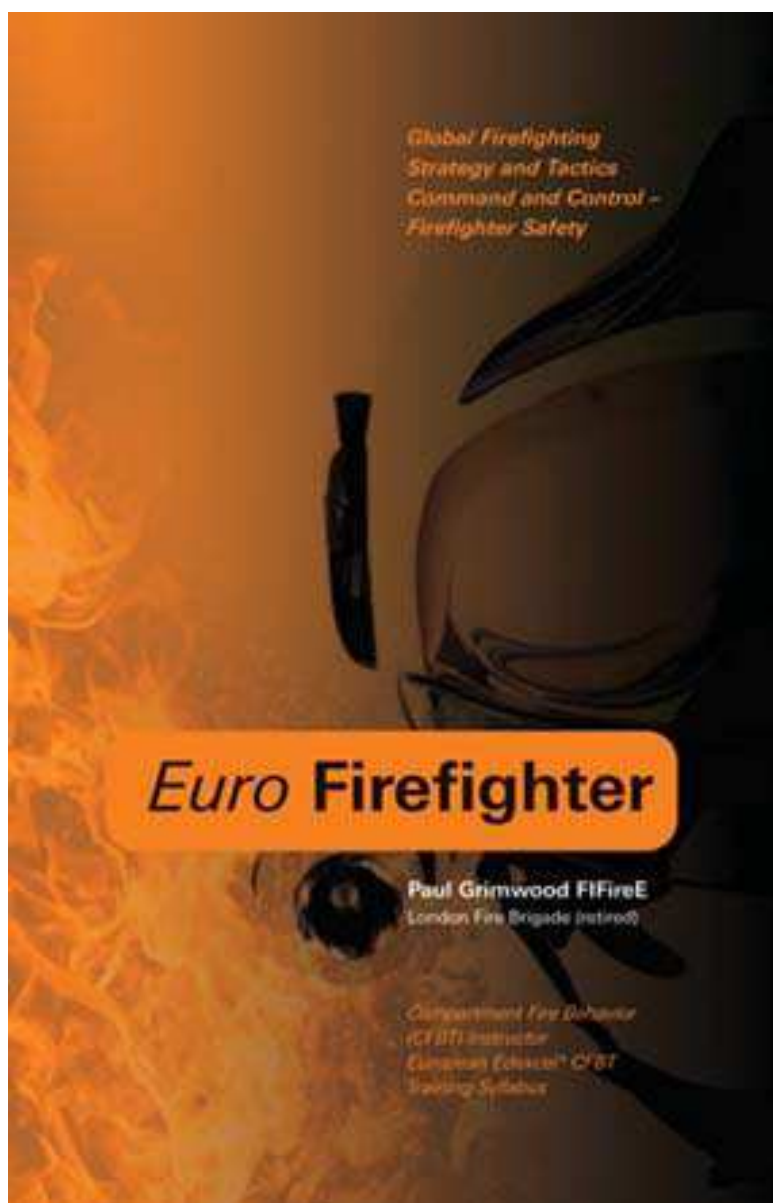


Capitolo 9

ISTRUTTORE CFBT (COMPORTAMENTO DEL FUOCO)



Traduzione Inglese - Italiano del libro 'Euro Firefighter' di Paul Grimwood a cura del Vigile del Fuoco Riccardo Garofalo

Capitolo 9

ISTRUTTORE CFBT (COMPORTAMENTO DEL FUOCO)

- 9.1 Storia del CFBT e 3D tattica antincendio.
- 9.2 Crescita di un fuoco in un compartimento e sviluppo.
- 9.3 Dinamiche del fuoco e comportamento del fuoco
- 9.4 Flusso di portata antincendio
- 9.5 Gocce d'acqua e teoria del raffreddamento
- 9.6 Tecniche della lancia
- 9.7 One-Seven , Schiuma ad aria compressa CAF
- 9.8 Sistemi a nebbia d'acqua
- 9.9 Simulatore dello Sviluppo del fuoco - Dimostratore
- 9.10 Simulatore dello Sviluppo del fuoco - Unità di Attacco
- 9.11 Simulatore dello Sviluppo del fuoco - Unità Finestra.
- 9.12 Simulatore dello Sviluppo del fuoco - Unità di Backdraft
- 9.13 Simulatore dello Sviluppo del fuoco - Unità Tattica.
- 9.14 Simulatore dello Sviluppo del fuoco - Unità a gas.
- 9.15 Simulatore dello Sviluppo del fuoco – Caricare l'unità.
- 9.16 Simulatore dello Sviluppo del fuoco - Operare in sicurezza
- 9.17 PPE e stress da calore / danni termici
- 9.18 CFBT salute e la sicurezza
- 9.19 Unità di Dimostrazione su piccola scala
- 9.20 Leggere il fuoco - B-SAHF (Essere Sicuro)
- 9.21 Stabilizzazione dell'ambiente
- 9.22 Procedura di entrata dalla porta
- 9.23 Raffreddamento della fase gassosa
- 9.24 Combustione della fase gassosa
- 9.25 Combustione della fase combustibile.
- 9.26 Lavorando con casi storici
- 9.27 Accertamento del rischio nell'addestramento
- 9.28 Accertamento del rischio operativo

9.1 LA STORIA DEL CFBT E 3D TATTICA ANTICENDIO

In tutto il 1990, un particolare set di iniziative per la sicurezza da parte dei pompieri si stava sviluppando velocemente in tutta Europa, Australia ed Asia, dove due Ingegneri dei pompieri Svedesi (Mats Rosander e Krister Gisellson) aveva presentato il concetto (nel 1983) di 'colpi' o 'pulsazioni' di acqua - nebulizzata con movimenti on/off rapidi della lancia, nello spesso strato della fase gassosa della combustione nel tentativo di offrire un più grande controllo. La tecnica raffreddava i gas della combustione super calde che si accumulavano nelle regioni superiori di un compartimento o stanza coinvolta da un incendio, come un mezzo per prevenire il flashover. Si dovrebbe notare che questi metodi di applicare l'acqua nebulizzata non erano uguali ai metodi indiretti basati sulla tecnica di Lloyd Laymen o sulle ricerche dell'Iowa research del 1950, dove i meccanismi d'estinzione, o soppressione del fuoco, erano completamente diversi.

Brevemente dopo che queste teorie furono pubblicate, un ufficiale dei pompieri di Stoccolma (Anders Lauren) presentò l'idea di usare i containers ISO per insegnare questi metodi innovativi di controllo e soppressione del fuoco. Mettendo alla fine del container una tavola con degli assi, e facendo un piccolo fuoco finché essi producevano abbastanza fumo per simulare il rollover, i pompieri erano capaci di fare pratica con queste nuove ed interessanti tecniche contro fuoco vero.

I containers ISO furono usati ulteriormente per addestrare i pompieri nel come gli incendi si sviluppavano nello spazio chiuso, e questo offrì un'opportunità ideale per imparare il comportamento del fuoco. Le unità containers si svilupparono ulteriormente col tempo, con disegni vari e scopi di costruzione diversi ed incorporando per la sicurezza una botola sul tetto a mano o portelli di ventilazione. Questi portelli di ventilazione servirono per tre principali scopi:

- Per rilasciare eccessivi quantità di vapore acqueo dove studenti sbagliavano, rilasciando troppa acqua dalla lancia;
- Per osservare gli effetti (a) aumentando, o (b) riducendo la ventilazione, durante lo sviluppo di un incendio in crescita; e
- Per alterare la velocità del flusso d'aria sul fuoco (gravità corrente) e dimostrare i benefici e svantaggi nel fare questo,

Gli ISO containers furono costruiti in seguito in configurazioni geometriche diverse per scopi diversi, alcuni con compartimenti su più livelli a forma di struttura (Simulatore dello Sviluppo del Fuoco o FDS) divenendo molto popolari, i pompieri erano capaci di lavorare con incendi di compartimenti con grande quantità di prodotti di combustione fiammeggiante. Essenzialmente, l'addestramento svedese ed i disegni del modello originali furono seguiti, questo metodo di addestrare era estremamente buono e si eseguiva all'interno di parametri misurati e calcolabili. Questo volle dire che il carico del combustibile era standard, in linea col disegno stabilito e la ventilazione corretta di ogni unità, purché l'addestramento era identico per durata.

Questa forma di addestramento divenne conosciuto come (il Compartimento) Addestramento del Comportamento del Fuoco nei Compartimenti (CFBT). Comunque, gli obiettivi dell'addestramento di queste unità FDS erano aperte a delle variabili ed alcuni istruttori, particolarmente nelle parti dell'Australia e gli Stati Uniti adattarono i concetti purché andassero bene con le pratiche e tattiche locali. Combustibili diversi venivano usati ed evoluzioni delle tecniche svedesi venivano insegnate. In alcune situazioni, le unità di FDS furono usate da equipaggi senza la protezione di tubazioni! Ed in alcune situazioni, i veri benefici del CFBT furono persi, e si riportarono anche incidenti seri causati da metodi impropri e tecniche errate. Non si poteva avere un container e cominciare un set di addestramento ai

pompieri. Per realizzare le unità FDS ed evoluzioni di addestramento effettive, tutto doveva essere in concordanza con chiari e definiti Protocolli di rischio stimati.

Questo metodo di addestramento dei pompieri presentò un modo facile e migliore, per gli studenti che potevano sperimentare i livelli di sviluppo del fuoco sotto condizioni controllate e sicure. Quando si svolge la formazioni in strutture diverse, è necessario molto più tempo di preparazione, per ogni pompiere di divenire esperto ed è un poco diverso, la formazione nei container ISO da trasporto assicurano un approccio più uniforme alla formazione di una squadra o dell'intero reparto antincendio.

Curve di apprendimento

Mentre Rosander e Gisellson stavano sviluppando la loro teoria antincendio sulla fase gassosa e le tecniche dei colpi di lancia all'inizio degli anni ottanta in Svezia, l'autore non era ancora tornato dai due anni di lavoro distaccato (dal 1976-77) al New York Fire Department. Durante questo periodo lui era stato assegnato nel (il Sud) Area del Bronx (Divisione 7) durante il periodo più occupato per le azione antincendio nella storia del FDNY. Si lavorava come venti o trenta chiamate per turno e, di queste, quattro a cinque risposte per notte sarebbero stati incendi seri in grandi strutture. Infatti, questo livello di azione antincendio vide l'occasioni dove non c'erano abbastanza unità per occuparsi di tutti gli incendi, ed era comune per una sola risposta essere in lotta con tre o quattro incendi di grande edificio in una strada sola, allo stesso tempo. Durante questo periodo l'autore imparò grandi cose sulla percentuale di flusso! Il livello ed estensione delle azione sul fuoco chiaramente dimostrarono come grandi ed adeguati quantità di acqua possono trattare rapidamente ed efficientemente veloci incendi in sviluppo. Le tattiche erano impressionanti, particolarmente dove si forniva di personale e dove le risorse erano prontamente disponibili. La risposta del sistema fu basato moltissimo su un compito pre-assegnato e pro-attivo basato sull' approccio, questo voleva dire che la risorse chiave furono pre-pianificati secondo posizione e compiti delle squadre. Priorità delle attività critiche o problemi di distribuzione all'arrivo, non erano cose a cui doveva pensare il comandante, come di solito deve pensare nella risposta (in genere) di tre autopompe 'engine' e due autoscale 'ladder' erano ruoli compilati automaticamente all'arrivo, in base ad una ben documentata e da un'assegnazione d'incarichi pre-pianificati, legati all'arrivo del primo e del secondo engine e viceversa per le ladder. Comunque, divenne abbastanza facile indietreggiare, dando uno sguardo ad un incendio ed immediatamente valutare i requisiti del flusso necessario, semplicemente guardando le condizioni del fuoco come si presentavano. Quante finestre / piani davano fuoco o fumo? Quale era il tipi di occupazioni o edifici coinvolti? Di che colore era il fumo e come era intenso il fuoco? A che velocità si stava muovendo il fumo? C'erano attici o spazzi vuoti all'interno?

Quello che era chiaro all'autore era che le tattiche quasi sempre erano 'di aprire il fuoco sopra' (ventilare) permettere al fumo e calore di lasciare l'edificio, così che la risposta preassegnata possa avanzare rapidamente nella struttura per sopprimere il fuoco o contenerlo in alcuni sviluppi del fuoco con un flusso di portata superiore. In contrasto, alla 'nuova onda' delle tecniche europee di Rosander e Gisellson che suggerivano di ottimizzare la quantità di piccole goccioline di acqua (acqua nebulizzata) per controllare la fase gassosa della combustione, prima di avanzare e rinfrescare i muri ed aree del soffitto, e poi finalmente sopprimere la base del combustibile (superficie che brucia). Il concetto di ventilare le strutture entra in conflitto con questi metodi, che condurrebbe inevitabilmente ad una più grande liberazione di energia dal fuoco (percentuale di liberazione del calore) che può eccedere alle piccole quantità di acqua che si usano per la fase gassosa del fuoco.

Comunque, a questo punto, l'autore - essendo ritornato da New York - era nel processo di presentare una strategia di nuovo-odata che lui chiamò 'ventilazione tattica'. Questo era un compromesso tra l'uso aggressivo di fare ventilazioni nelle tattiche (US) ed il più uso conservativo di 'anti-ventilazione' nelle tattiche (UK) questo prevede ad una struttura di rimanere chiusa ermeticamente durante la maggior

parte delle operazioni di attacco al fuoco. Semplicemente, l'approccio negli US, era inteso per alleviare il fumo ed il calore nella struttura, mentre nell'approccio UK fu inteso nel prevenire i flussi d'aria all'interno per non alimentare il fuoco. Quest'altro approccio di isolamento del fuoco aveva molto a che fare col tipo di approccio e strategia di attacco nel Regno Unito ed in Europa dove in generale si basava sull'attacco 'attacco veloce' usando serbatoi di acqua da 1,400-1,800 litri ad l'alta pressione (40 bar) (500 psi) o tubazioni a basso-flusso nel 85% degli attacchi primari.

Ciononostante, l'autore potrebbe avere il grande merito di ambo gli approcci. Attraverso i suoi esperimenti di lotta antincendio all'interno-città, dimostrò che in alcuni esempi era meglio la scelta di tenere la struttura chiusa (anti-ventilazione), mentre in altri casi, creare aperture di ventilazione avrebbe assistito di molto le operazioni e possibilmente di salvare vite. Comunque, era certo che ambo gli approcci tattici erano stati responsabili per la perdita di vite in incendi passati, o attraverso l'uso improprio di fare ventilazione o il fallimento di creare aperture quando vi era bisogno. Con questo modo, la soluzione di ventilazione tattica era proposta come un compromesso. La posizione di compromesso entrò nella forma di una severa serie di parametri e protocolli con cui lavorare. Nel 1984, fu assegnato a lavorare con il distretto Ovest di Londra, l'autore lavorò con comandanti locali per sviluppare una strategia, e combinare le tattiche di Rosander e Gisellson con la sua propria strategia di ventilazione tattica in incendi veri. In un periodo di dieci anni (1984-94) queste tattiche combinate erano usate operativamente su una serie larga di incendi con grande successo. L'obiettivo principale era a:

- Cominciare le operazioni da un posizione di anti-ventilazione, dovunque possibile;
- Create le aperture dove può esistere un vantaggio tattico ed ovvio;
- Tentativo con l'acqua nebulizzata a colpi nell'area prima di entrare (procedura di entrata dalla porta);
- Tentativo con l'acqua nebulizzata a colpi nell'area prima di ventilare dall'esterno;
- Tentativo di raffreddare i gas in combustione in alto usando l'acqua nebulizzata a colpi;
- Tentativo per ottenere un rapido 'knock-back' della combustione gassosa con raffiche brevi di acqua nebulizzata.

Mentre c'erano dei successi, realizzati localmente a Londra nel combinare ambo le strategie, non c'era mai un'accettazione nazionale e complessiva di tali metodi, ed una piattaforma per cambiare la cultura delle pratiche antincendio nel Regno Unito che sembrava inesistente. Questo accadeva nonostante la costante dell'autore e le pubblicazione estesa di articoli in diari commerciali e nazionali, così come un libro che promuove i benefici del CFBT, ventilazione tattica, ed il Rosander/Gisellson tattiche di soppressione del fuoco svedese.

In un tragico periodo di tre giorni del 1996, le cose cambiarono improvvisamente. Sul primo giorno del febbraio 1996, progressi rapidi del fuoco uccisero due pompieri nel Regno Unito durante il loro tentativo di salvare dei bambini da un incendio abitazione. Poi, solo tre giorni più tardi, ulteriori progressi rapidi del fuoco presero un pompiere donna ed il suo collega durante un incendio di un centro commerciale. Mentre il suo collega fu tirato fuori dal negozio, lei era riferita ma poi morì immediatamente.

Ci sono stati improvvisamente chiamate nazionali perché era stato evidente che entrambi gli incendi destarono preoccupazioni sulla mancata conoscenza della tattica antincendio accoppiata ed una mancanza di conoscenza del comportamento del fuoco. E 'tragico, ma tipico, che dopo queste morti ed alcuni salvataggi si sarebbe finalmente riconosciuta, la Formazione Sul Comportamento del Fuoco nei Compartimenti (CFBT) che divenne nazionalizzato in tutto il Regno Unito come una strategia nel 1997, insieme con l'introduzione della ventilazione tattica e le tecniche di Rosander / Gisellson.

Queste iniziative per la 'sicurezza della vita' avrebbero continuato ad abbassare drasticamente le statistiche delle linee di morte di pompieri LODD nei paesi in cui è stata consegnata tale formazione in un sistema modulare continuo in fasi di approccio, e Attacco a nebbia (dall'autore e pubblicato nel 1992) che divenne il manuale di formazione riconosciuto del periodo che ha fornito il trampolino di lancio per la partenza del CFBT. La Marina degli Stati Uniti nel 1994 nei loro test di ricerca, ed il Firefighter College del Regno Unito - così come numerosi vigili del fuoco in tutto il mondo - introdussero la scrittura originale del loro CFBT / tattico e piani di studio di formazione e ventilazione.

'Il vero mondo' degli incendi

Comunque, era effettivo che nei programmi del CFBT, c'erano ancora alcuni problemi nella consegna e nell'abilità di questi metodi di essere trasferiti nell'intera forma attraverso il combattimento al 'vero mondo' che costituisce l'incendio.

Riguardo il CFBT:

- Creando una conoscenza che lavora sul comportamento del fuoco e le sue dinamiche;
- Creando una elevata consapevolezza di rischio della combustione della fase gassosa (combustioni del fumo);
- Sviluppando le abilità necessarie per 'leggere' le condizioni del fuoco;
- Sviluppando la conoscenza richiesta di localizzare il flusso d'aria e capire il probabile effetto in un incendio di una struttura;
- Sviluppando le abilità necessarie per prevenire i progressi rapidi del fuoco;
- Sviluppando le abilità per guadagnare un'entrata sicura in una struttura coinvolta o un compartimento;
- Sviluppando le competenze necessarie per avanzare e ritirarsi con le tubazioni in modo sicuro in incendi che coinvolgono strutture o compartimenti;
- Sviluppando le abilità per sopprimere o controllare la fase gassosa della combustione;
- Sviluppando le abilità per sopprimere o controllare la fase combustibile della combustione;

Dopo aver addestrato ed equipaggiato un'intera generazione di vigili del fuoco nel Regno Unito sulle competenze necessarie (in alto) da oltre un decennio di CFBT, è emerso, nella maggioranza delle situazioni, che il trasferimento delle conoscenze allo scenario dell'incendio vero non aveva avuto luogo nei seguenti profili sotto:

- Non c'era nessuna attenzione ai requisiti di portata di flusso nella lotta antincendio;
- I concetti di suddividere in zone "sicure" le aree furono capiti poco;
- Il concetto di caricamento del compartimento era stato capito poco;
- Paragonare gli incendi di 1,5 o 2,8 MW e cioè gli incendi di formazione e rappresentazione al 'reale' incendio di stanze era diffusa;
- Le competenze necessarie per l'applicazione degli attacchi diretti contro incendi in rapido sviluppo nelle strutture sono stati trascurati;
- I principi di base di cui si ha bisogno per controllare i flussi d'aria in un vantaggio tattico (ventilazione tattica o anti-ventilazione) non fu insegnato;
- I limiti pratici dell'attacco alla fase gassosa dell'incendio non erano state chiaramente definite.

Queste carenze chiaramente portate in situazioni a cui i pompieri appena formati spesso usavano tattiche o tecniche inappropriate alla lancia per le condizioni dell'incendio che richiedeva

esperienza. In alcuni casi essi avrebbero usato 'getti' di lancia brevi contro la crescita rapida dell'incendio nelle strutture di grande volume; trascurato l'accumulo dei gas pericolosi in incendi di stanze, compartimenti o spazi del sottotetto, o non riuscivano a dimostrare una comprensione adeguata della portata di flusso richiesta per superare il rilascio dell'energia che coinvolgeva incendi al chiuso in un determinato momento, e che anche questo dipendeva dalla quantità di ventilazione disponibile o fornita ai pompieri.

In altri casi, gli istruttori CFBT hanno molte convinzioni, dove basse portate sarebbero altrettanto efficaci contro gli incendi reali, come quelle usate per combattere i gas degli incendi sperimentati all'interno dei contenitori ISO. Alcuni hanno anche mantenuto i contatti con i produttori delle lance per sviluppare lance di attacco primario con un flusso basso da 40-90 litri/min, senza vedere le necessarie esigenze di maggior flusso, nel mondo 'reale'. Quando le tecniche di Rosander e Gisellson sono state inizialmente introdotte, hanno consigliato portate minime comprese tra 100-350 litri/min e c'erano validi motivi per questo!

Tattiche antincendio 3D

Il concetto di lotta contro l'incendio 3D è nato dalla necessità di affrontare incendi nelle strutture dal punto di vista dell'incendio, o dallo stato di occupante, cosa non dovrebbe essere fatto per peggiorare ulteriormente la situazione all'arrivo dei vigili del fuoco. Il concetto di formazione, '3 D antincendio' è stata utilizzata per influenzare eventuali carenze del CFBT dalla prospettiva del 'mondo reale'.

È stato stabilito attraverso dati di ricerca a Londra che, in generale, le condizioni del fuoco di fatto peggiorano dopo l'arrivo sulla scena dei vigili del fuoco in circa il 25% delle occasioni. Vale a dire, che nella misura (area) di coinvolgimento fuoco effettivamente aumentata dopo che i vigili del fuoco sono arrivati. Mentre è facile difendere questa ben definita statistica, dal punto di vista che gli incendi sono a volte e più probabilmente nello sviluppo ulteriore, prima che i vigili del fuoco sono in grado di adottare le misure necessarie, forse dovremmo seriamente dare un'occhiata al nostro approccio tattico prima! In molti casi, si noterà che i vigili del fuoco intraprendono e non intraprendono, azioni necessarie, che causano all'incendio di peggiorare.

Esempi:

- Creando un'apertura (foro d'uscita) senza una buona ragione logica;
- Selezionare un punto d'entrata (la via d'accesso) senza considerazione di direzione del vento o la velocità;
- Creazione di un'apertura al punto di entrata prima della tubazione pronta al punto;
- Fallimento nel tentativo di chiudere le porte per controllare lo sviluppo del fuoco ed isolare il fuoco;
- Spiegamento improprio, priorità all'attacco interno, invece della protezione delle esposizioni esteriori;
- Fallimento di ventilare le aree essenziali, come la cima delle scale, dove il fumo e calore si raccolgono e torna indietro.

Chiaramente, molti di questi problemi sono saltati fuori anche quando si fornisce di personale adeguato e risorse idriche (l'acqua) ma, anche così, queste semplici azioni sono trascurate dai pompieri così spesso, ed il 25% della statistica assegnata sul risultato di uno studio che comporta 307 incendi seri in un'area all'interno città che è stata considerata e ragionevolmente fornita di personale in base alle situazioni. Le ragioni principali per il deteriorare delle condizioni del fuoco durante i primi minuti dopo

L'arrivo può essere un fallimento nel capire i principi della gestione dei flussi d'aria, e della dinamiche del fuoco e del comportamento del fuoco di base. Mentre il CFBT e 3D antincendio chiaramente anno molti degli stessi obiettivi, alcune debolezza dei primi programmi CFBT erano:

- Era poco, o non c'era, l'integrazione con addestramento alla ventilazione tattica;
- C'era o non c'era un minimo flusso di portata di sicurezza;
- Non c'era nessun limite all'espansione o dimensione del fuoco dove è probabile che i colpi ad impulsi di acqua nebulizzata divenivano inefficace;
- C'era poco (o niente) attenzione al mantenere l'abilità antincendio nei metodi più tradizionali di uso dell'attacco all'incendio con un getto pieno.

Il concetto di addestramento di 3D antincendio fu usato per dotare i pompieri di una vista più completa di come era probabile che il compartimento incendiato e l'incendio di struttura si presentassero fuori dello scenario di addestramento, e tentare di formare un ponte più duro, che assisteva il trasferimento di conoscenza e di abilità tra gli ambienti di formazione e l'incendio stesso. L'uso della combinazione tattica, ventilando le aree che erano state raffreddate con l'acqua nebulizzata, era fondamentale nella cultura 3D. Le tattiche combinate erano state chiamate '3D antincendio' come era principale trattare con i fumi e gas tridimensionali che i pompieri hanno trascurato durante i loro primi approcci tattici molto spesso. Certamente, il 3D antincendio è con il flusso di acqua negli strati dei gas di combustione, ma è anche dare quantità adeguate di acqua sul fuoco, mentre si usano i metodi ottimali di applicazione dell'acqua con le attrezzature e le risorse disponibili. Questo vuole dire che i metodi più tradizionali per la soppressione del fuoco, nella forma getto pieno attacchi diretti non sono stati dimenticati.

L'introduzione dell'addestramento CFBT nel Regno Unito aveva visto effetti positivi e negativi. Mentre i fuochi nei container ISO presentarono scenari di addestramento difficili per pompieri, a solo 1.5 MW e 2.8 MW massimo del calore percentuale liberato (HRR), i piccoli fuochi erano lontani dal 'mondo reale' nel post - flashover di un compartimento ed incendi di strutture che generalmente presentarono un livello più grande dell'intensità del fuoco dai 3 ai 15 MW. Una generazione intera di nuovi pompieri fu addestrata nel trattare solamente con i gas della combustione ma non gli fu insegnato come occuparsi rapidamente del combustibile degli incendi in fase di sviluppo. Questo causò a molti incendi di esser sotto stimati, con conseguenze serie. L'approccio antincendio 3D tratta con una specifica portata di flusso, nella prospettiva di addestrare i pompieri anche con minime quantità di acqua, un progresso sicuro per le vere condizioni del fuoco in via di sviluppando o al punto di flashover. Questa percentuale di flusso minimo fu chiamata percentuale di flusso tattico. È essenziale che gli istruttori di CFBT capiscano la differenza tra un 1.5 MW di calore nell'addestramento al culmine di sviluppo di 5 MW di un incendio alloggio. Essi devono apprezzare ulteriormente l'importanza della percentuale di flusso come una tecnica applicativa, allegato all'intenso ed il rapido avanzamento del fuoco. Questa più grande e profonda conoscenza e consapevolezza è critica alla sicurezza dei pompieri nel mondo reale, e il manuale 3D antincendio ha sempre indirizzato tutti questi problemi.

9.2 INCENDI IN CRESCITA E SVILUPPO NEI COMPARTIMENTI

Noi definiremo in primo luogo la differenza fra un incendio di 'compartimento' e l'incendio di una 'struttura' o incendio di un 'palazzo'. Il termine 'compartimento' si riferisce a qualsiasi stanza, spazio, o area confinata che ha confini chiari che consistono in muri o lati, soffitto o tetto, pavimento o base, e il quale può avere un'apertura che potrebbe offrire la scelta di sigillare / chiudendola (porte e finestre ecc.). Tali aree possono essere stanze, attici, atri corridoi, scale, cantine ecc. Una 'struttura' o 'palazzo'

consiste nella struttura esterna nella quale si trovano tutti i vari compartimenti. Un 'incendio di un compartimento, perciò è restretto ai materiali contenuti ed alle superficie del compartimento individuale. Dove il fuoco si è sparso coinvolgendo molte stanze o compartimenti poi questo è un incendio di 'multi compartimenti'. Dove in alcuni compartimenti confinati sono state aperte brecce dal fuoco (muri, pavimento o soffitto) coinvolgendo gli elementi supplementare al sostegno della struttura (travetti, raggi, le travature reticolare ecc.), questo è ora chiamato un incendio di struttura (o palazzo) ed il potenziale crollo strutturale è un ulteriori rischio considerato.

9.3 DINAMICHE E COMPORTAMENTO DEL FUOCO

Questa è un'area che i pompieri trovano difficili comprendere, ma piuttosto semplicemente, sono 'annoati'! Questa è una ragione perché l'incendio di un comportamento nel modulo di addestramento dovrebbe essere conseguito la mattina, quando noi siamo nel nostro periodo più insonne ed allerta! Comunque usando piccolo dimostratore a sostegno, relativo al all'esperienza nel mondo reale, questo modulo può divenire davvero interessante per i pompieri. È essenziale che afferri l'attenzioni dei pompieri al più presto, da un punto di vista tattico, perché è la maggior parte che spesso ha una mancata comprensione e' il comportamento del fuoco nelle operazioni antincendio non è compreso e generalmente è la causa principale del deterioramento nelle operazioni antincendio.

9.4 PERCENTUALE DI FLUSSO PER LA LOTTA ALL'INCENDIO

È utile tentare di usare l'analogia di un incendio molto piccolo per spiegare il concetto delle portate di flusso.

Prenda, per l'esempio, un incendio di un cestino o l'addestramento su di una casa per le bambole. Metta il fuoco in una posizione sicura e chiedi ad uno o più studenti di tentare di estinguere o controllare l'incendio usando l'acqua disponibile da uno spruzzatore per piante portatile o con la pistola ad acqua di un bambino. È un esercizio molto semplice ma da una grande comprensione ed impressione! Poi cambi lo spruzzino o la pistola con qualche cosa con un getto un po' più sostanzioso, come un estintore antincendio ad acqua.

Chiedi a loro perché il fuoco non si estingueva quando usavano la pistola ad acqua. La risposta sarà, ora ovvia a loro. Comunque, quando hanno una tubazione nelle loro mani, non saranno pompieri capaci di dare alcuna idea affidabile sulla portata di flusso in uso? Pompieri più esperti possono avere l'idea della quantità della reazione della lancia che sta esercitando o della bassa pressione. Di solito è comunque il caso, che pompieri non possano dire quanta acqua sta uscendo dalla lancia, in termini di portate di flusso.

Un esempio di questo tipo fu dimostrato dall'autore durante la frequenza in un incontro nazionale sulla portata di flusso antincendio intrapresa nel Regno Unito nel periodo dal 2000-2003 dove 58 brigate antincendio valutarono la portata di flusso disponibile sulla tubazione da 45mm dell'attacco primario. La ricerca dimostrò che l'89% delle brigate stavano dando meno acqua attraverso le tubazioni di attacco realizzate senza rendersene conto ed in alcuni casi nel più del 16% dei loro obiettivi (secondo le specifiche del fabbricante della lancia) non avevano portata!

In questi casi, la portata viene applicata agli incendi veri, attraverso delle linee da 45 millimetri, ed il flusso era in realtà ridotto (a soli 80 litri/min), e nel caso della sostituzione della alta pressione, il flusso aumentò a circa 80 -110 litri/min sul fuoco.

Quando si dimostrò ai pompieri, con i misuratori di portata in linea, che ciò si era verificato, si sono resi conto che questa possibilità poteva effettivamente accadere. Erano convinti che dato che, il flusso 'osservato' era buono e raggiungeva una buona distanza, stavano dando una maggior portata di flusso nella attacco contro le linee ad alta pressione più piccoli. Non avevano sentito parlare di lancia 'automatica' (che stavano usando), che nell'aggiustare il tipo di getto per ottenere un efficace gettata, andavano a scapito di qualche trade-off di portata! Dipende dalla pressione alla lancia, e l'apertura dell'ugello regolato automaticamente fornisce il 'getto' lo streaming di flusso. Questa può essere una buona cosa in circostanze dove ci sono lance usate correttamente con adeguata quantità di pressione, in primo luogo.

C'è stato un problema generale in tutto il Regno Unito (e comunemente altrove, compresi gli Stati Uniti) che le lance, erano spesso sotto pressione. La ricerca britannica ha mostrato che solo l'11% delle 58 brigate aveva usato in modo efficace le tubazioni da 45 mm, nell' attacco primario, ottenendo 500 litri/min alla lancia! In realtà, il flusso percentuale medio nazionale ha mostrato di essere appena sui 290 litri/min, quando i vigili del fuoco credevano di ottenere quasi il doppio di questa portata. In realtà, con questa portata, sono solo in grado di estinguere la metà della quantità di fuoco! Ancor più preoccupante è il fatto che da quando i pompieri del Regno Unito avevano cominciato una transizione a cavallo degli anni 90' dal suo uso tradizionale delle lance a getto frazionato e pieno con la combinazione di getti nebulizzanti/pieni in 'conflitto', andando verso i concetti più moderni di tipi di lance con selettori di flusso, meccanismi automatici interni e filatura ad anelli dentati, con le attuali portate disponibile alla lancia si erano dimezzate.

Questi fatti - accoppiati con la convinzione che questa bassa portata , era altrettanto efficace su tutti gli incendi, fece scoppiare una 'nuova onda' e con le tecniche ad impulsi degli incendi di compartimenti nel Regno Unito durante il 1997 - ha visto diversi casi di incendi essere sotto stimati. Durante questo processo, i pompieri possono avere perso la vita. La (sintesi) narrativa del coroner di quattro morti di pompieri nel Regno Unito, oltre due incendi nel 2004 e 2005, ha suggerito che la quantità insufficiente di acqua alla lancia potrebbe avere a che fare con gli incendi in questione e, in effetti, sono stati molti piccoli fattori contributivi per la causa della loro morte. In un caso, un equipaggio stava tentando di entrare in un appartamento in fiamme, in cui un pompiere era stato coinvolto a seguito di un evento rapido del fuoco, ma nonostante l'applicazione del getto frazionato dalla lancia in alto, la tubazione in uso forniva di portata inefficace che 'sembrava avere poco effetto sul fuoco'. Il rilascio di energia in questo incendio era stato stimato intorno ai 5-15 MW ed è stato il vento opposto alla direzione della tubazione in avanzamento, che ha spinto a marcia indietro sul piano coinvolto. C'è stata una chiara necessità di maggiore la quantità di pressione e di portata alla lancia ed i limiti della lotta alla fase gassosa sono stati chiaramente superati in questa situazione, il che significa che c'era bisogno di approcci alternativi, e le 'pulsazioni' in incendi che superano i 5 MW con basse portate alla lancia possono divenire problematiche.

La scienza della portata antincendio

Sulla portata ci sono molte formule, usate in tutto il mondo dagli ingegneri negli studi per la protezione dal fuoco che sono state prodotte e basate su calcoli teorici. In generale, la maggioranza enorme di queste formule sono stata disegnata con un forte approccio 'fallimento sicuro', assicurando stime drammatiche eccessivamente di requisiti dell'acqua che erano troppo lontano e complesse per essere usate dagli ufficiali sugli incendi.

In termini pratici, le formule più vitali per l'uso negli incendi sono state, provvidenziali nel modo come segue:

- L'università dell'Iowa (per attacco indiretto) - galloni/min

- National Fire Academy (NFA) (per attacco diretto) - galloni/min
- Tactical Flow-rate (TFR) (per attacco generale al fuoco) - litri/min

Nonostante il fatto che ognuna di queste formule fu fatta per un uso pratico dai pompieri, basato sulla ricerca empirica intrapresa in parti diverse nel mondo, ci sono somiglianze distinte nelle varie formule prodotte. Questo è vitale e soggettivo per ogni formula in relazione al suo uso intenzionale e specifico.

Iowa University Formula della portata (Royer/Nelson)	$V (\text{sq ft})/100 = \text{galloni/min (US)}$ $V (\text{m cubici}) / 0.75 = \text{litri/min}$ (metrici)	Dove V: E' il volume del compartimento coinvolto dal fuoco. Questa formula fu dedotta solamente da metodi 'indiretti' di soppressione.
--	--	--

National Fire Academy (NFA) Formula della portata a 1000 galloni/min	$A (\text{sq ft})/3: \text{galloni/min (US)}$	Dove A: L'area del compartimento coinvolto dal fuoco. Questa formula fu dedotta principalmente da metodi di attacchi diretti di soppressione e include due tubazioni (una come copertura).
---	---	---

Tactical flow-rate (TFR) (dell'autore) formula - Area tra 50-600 sq m	$A (\text{sq m}) \times 4 = \text{litri/min (metrici)}$ $A (\text{sq m}) \times 6 = \text{litri/min}$ (metrici)* * $A \times 6$ è usato dove il carico del fuoco ha aperto una breccia e si è sparso a membri strutturali; o dove il fuoco è colpito da un lusso di vento.	Dove A - E' l'area del compartimento coinvolto dal fuoco. Questa formula fu dedotta da ambo gli attacchi diretto e indiretto (gas della fase gassosa) di soppressione, anche se l' attacco diretto sarebbe dominante.
--	---	---

Portata Critica (Critical Flow-Rate CFR)

Il CFR assegna la 'minima quantità di portata d'acqua (litri/min o galloni/min) di cui c'è bisogno per sopprimere pienamente un incendio ad un livello determinato di coinvolgimento' (i.e. durante la fase di crescita o sviluppo o in decadimento). Il CFR attuale per il compartimento incendiato di una superficie determinata (sq m o sq ft), estinto in palcoscenici diversi di sviluppo del fuoco, può essere estremamente variabile. Dove un incendio di compartimento/strutturale esiste nella sua fase di crescita, la produzione di calore (liberazione di energia) aumenterà continuamente e la quantità d'acqua di cui c'è bisogno per estinguere il fuoco in modo efficace sarà molto più grande che quando il fuoco ha progredito oltre lo 'stato costante' di combustione in fase di decadimento, quando la maggior parte del rilascio di energia si è già verificato. In termini teorici di semplici incontro una velocità critica di flusso, questo non offre il miglior uso delle risorse, in quanto richiede una quantità più o meno infinita del tempo. Un aumento del flusso sopra il valore critico, provoca una diminuzione del volume totale di acqua necessaria per controllare il fuoco. Tuttavia, esiste un flusso ottimale dando il più piccolo volume totale di acqua. Sopra questo flusso, il volume totale di acqua aumenta di nuovo.

In termini pratici, tuttavia, un margine di sicurezza, o di errore, deve essere progettata in applicazione di una tattica antincendio e questo include i metodi di soppressione del fuoco portata - velocità. Un aumento del flusso d'acqua in genere sopprime un fuoco più velocemente. Tuttavia, vi è un limite superiore sulla portata in termini pratici per qualsiasi dimensione del fuoco, in linea con le risorse disponibili sulla scena durante le prime fasi dell'attacco primario. Il Flusso di portata tattico dell'autore - è l'obiettivo (litri/min) per una tubazione di attacco primario. Si basa su un'ampia ricerca empirica e dati sulla portata discussa in questo testo per la soppressione del fuoco durante le fasi di crescita e sviluppo, o in post - flashover in stato costante dell'incendi dopo che la fase di decadimento è stata raggiunta. E 'sempre un obiettivo operativo per raggiungere il controllo durante le fasi di crescita dello sviluppo di un incendio, piuttosto che quest'ultima cioè durante le fasi di decadimento, per ridurre il probabilità di gravi coinvolgimento strutturale e qualsiasi crollo potenziale, in particolare in cui si è fatto un approccio interno. La teoria del flusso antincendio necessario può essere ricavato facendone ricorso (MW) in caso di incendi di compartimento. Può anche essere calcolato usando formule derivate dall'esperienza empirica di diversi incendi reali, corrispondenti a carichi di incendio dichiarati nello spazio piano e stabilito contro l'acqua necessaria per reprimere gli incendi durante la loro crescita o fasi di decadimento (quest'ultimo in genere è un'applicazione difensiva). Nei sedici anni di ricerca propri dell'autore, ha utilizzato entrambi i metodi ed eventuali loro combinazioni per produrre un flusso tattico di comprovata affidabilità. Nei rapporti della Sardqvist , la minima portata di applicazione d'acqua per l'estinzione diretta, sulla base di esperimenti che utilizzano combustibili di legno, è di 0,02 Kg/mq al secondo. Se si considera un vano di 100 mq (10 x 10 m) (in realtà 1.076 metri quadrati, ma dire 1.000 m²), allora questo equivale a 120 litri/min (26 galloni/min) come minimo teorico (critico) di flusso per tale area e carico di carburante. Questa stima è ben valutata e si basa su una serie di prove al fuoco intraprese in vari istituti di ricerca scientifica in tutto il mondo. Mentre questi test si riferiscono in genere a cataste di legno o prove su pallet, queste sono state spesso incendi di elevata intensità bruciando in grandi scomparti con un rilascio di calore più alto di 15 MW. Tuttavia, il CFR è probabile che sia molto più elevato del 'reale' dove gli incendi aumentano il carico d'incendio del semplice 'legno' combustibili. Il CFR vero in un incendio appartamento potrebbe dirsi (stima dell'autore) almeno doppia rispetto a quella stimata per Sardqvist in un ordinario combustibili di legno, e 0,04 Kg/mq al secondo potrebbe essere una stima più affidabile. Questa equazione ad un flusso minimo antincendio è di 240 litri/min (50 galloni/min portata critica) quando si opera in modalità di attacco diretto contro un fuoco di 100 mq reali che brucia in condizioni ventilate. È interessante notare che Stolp nel (1976) suggerisce che la portata critica per 100 metri quadrati (1.000 m²) in un fuoco di compartimento era di circa 200 litri/min (53 galloni/min). Non dimenticare che questa è la **portata critica**, il che significa che mentre si possono eventualmente sopprimere gli incendi, ci sono tutte le probabilità che ci vorrà del tempo per realizzarlo. Nell'esempio in 15 MW d'incendio il criterio di controllo, fu stabilito in un periodo di sei minuti dall'inizio della soppressione di fuoco al tempo quando la perdita di massa del combustibile (legno) giunse ad un punto dove i dati dimostrarono che era finito. A questo punto, il flusso di 113 litri/min (30 gallons/min) era stato senza successo nel realizzare il controllo dell'incendio di una superficie di 100 m (1,000 sq ft) all'interno del sei minuti. Comunque, molte portate più alte avevano successo nel realizzare la soppressione in un tempo minore.

Durante gli studi dell'autore sulla portata antincendio di 120 incendi a Londra nel 1989-90, fu notato che dove le portata confinava con la percentuale critica come descritto da Sardqvist e Stolp (sopra), il controllo del 50% degli incendi fu realizzato solamente nella fase di decadimento dell'incendio 'crescita'. Ovvero, la maggior quantità del combustibile bruciato avevano rilasciato l'energia ed era in ribasso. Anche se questo abilitasse una portata più bassa per sopprimere il fuoco, tale approccio tattico non poteva essere chiamato un 'successo', dove pompieri sono costretti in queste situazioni, che potrebbero andare in contro a più grandi pericoli incluso quello di crollo strutturale.

'I Veri Incendi' - Hanno bisogno delle portate di flusso

Nella ricerca del Sardqvist (1998) con le attuali portate di flusso usate su 307 incendi selezionati in edifici non residenziali a Londra (Regno Unito) si vide che la maggior parte degli incendi erano estinti con portate di 600 litri/min (160 galloni/min) massimo, ed il 75% degli incendi, non aumentò in espansione dopo l'arrivo della brigata. Gli studi rilevarono che solamente una percentuale molto piccola degli incendi di struttura (nello studio) eccedeva ai 100 m sq.

Dovrebbe essere notato che l'autore crede nelle conclusioni finali del Sardqvist sulla percentuale di flusso che fu sopravvalutata sostanzialmente (di circa il 36%) a causa di un affidamento sui flussi della lancia dell'SRDB (Home office scientific Research and Development Branch) nella sua ricerca. Questi codici dell'SRDB non furono rappresentativi e pratici negli scenari dell'incendio sui fattori delle portate. I codici furono usati per stimare lo scenario di un incendio ed la portata di una lancia a pressione molto alta mentre ogni lancia fu montata in modo fisso. Tali pressioni della lancia possono non essere realizzate realisticamente in pratica da un equipaggio di pompieri che avanzano con una tubazione all'interno di un edificio coinvolto. Era anche il caso che la brigata antincendio del Regno Unito (London Fire Brigade) utilizzava pressioni minime alla pompa con le lance da 12.5 mm, 19 mm e 25 mm in uso nel periodo (guarda il Manuale del Regno Unito Firemanship del periodo).

Queste attuali pressioni sull'incendio alla lancia erano lontanamente più basse che nei codici dell'SRDB che usarono per la ricerca e nelle portate attuali si ridurrebbero corrispondentemente.

NFPA Formula 0.16 galloni/min per sq ft di fuoco (USA)	Più una tubazione secondaria di copertura
--	---

Dunn (FDNY) 0.12 galloni/min per sq ft di fuoco	Più una tubazione secondaria di copertura
---	---

Grimwood (London FB) 0.10 a 0.15 galloni/min per sq ft di fuoco	Più una tubazione secondaria di copertura
---	---

Sardqvist (La Svezia) 0.3 galloni/min per sq ft di fuoco	Non correlato al numero di tubazioni
--	--------------------------------------

Fico. 9.1 - Le stime delle portate, previste dalle autorità che hanno intrapreso la ricerca delle portate di flusso sopprimendo gli attuali incendi di struttura.

Portata tattica di flusso (dell'autore)

Nel dicembre 2004, la scuola New Zealand Fire Engineer Cliff Barnett fece il primo lavoro pratico delle formule sull'incendio dell'autore per aggiornare, i rinomati nel mondo, fattori d'efficienza, usando Society of Fire Protection Engineers (NZ), per predire il flusso antincendio designato dalle applicazioni base d'ingegneria. Il documento risultante *SFPE (NZ) TP 2004-1* offre i requisiti di portata di flusso per la lotta antincendio usati dai pompieri ed ingegneri. La ricerca originale dell'autore sulla portata di flusso è stata fatta su di 120 incendi (di grande allarme) a Londra durante la seconda metà degli anni 1980 e purché la formula metrica è stata usata dai pompieri (noto come *la portata di flusso Tattico [Metrico]*), come una 'regola del pollice' un metodo di valutazione per i requisiti di flusso necessari per l'incendio della struttura.

- **Area (sq m) coinvolta dal fuoco x 4 = litri/min Minimo**
- **Area (sq m) coinvolta dal fuoco x 6* = litri/min Minimo**

* Dove muri, pavimenti o soffitti sono aperti da una breccia aperta dal fuoco, o dove il vento sta creando un'alta intensità del fuoco, la portata di flusso aumenta fino al 50%.

Dovrebbe essere notato anche che l'autore raccomanda che questa formula sia applicato solamente ad aree coinvolte dal fuoco tra i 50 sq m (500 sq ft) e 600 sq m (6,500 sq ft).

Dove, per esempio, un fuoco ha coinvolto il 25% di un sq su 300 m (3,250 sq ft) singolo piano dell'edificio, con il fuoco uscito attraverso il tetto (vedi nota), la formula suggerirebbe:

$75 \times 6 = 450$ litri/min portata minima sulla linea d'attacco primaria, **con una linea secondaria di protezione ed in appoggio per la sicurezza della squadra d'attacco**. La tubazione secondaria di copertura deve essere almeno uguale in portata della primaria. Perciò, noi poseremo a terra un minimo di capacità di portata di 900 litri/min su un tale incendio.

Ora comparando la formula, come dedotto dagli studi su veri incendi dell'autore a Londra, con la formula del National Fire Academy (NFA) con gli attuali e uguali test basati sulla formula dell' NFA su di incendi veri negli USA.

La struttura vuole convertire a 3,250 sq ft con 25% di coinvolgimento a 800 sq ft.

$800/3 = 266$ galloni/min (la quale convertita in litri totali con copertura è di 1,000 litri/min)

Noi possiamo vedere la formula di NFA è molto simile alla formula metrica dell'autore **dove A x 6 è usata**, come questo converte ad una necessità di portata di flusso di:

- 900 litri/min (autore) (con linea di copertura e supporto).
- 1,000 litri/min (NFA) (con linea di copertura e supporto).

Brevemente, è importante capire paragoni con l'altra portata di flusso stabilita dalla formula e discutere la loro attinenza all'esempio sopra.

Nota :L'autore metterebbe al corrente che, dipendendo da disegno strutturale e l'integrità, è probabile che tale edificio non sia andato bene ad un attacco interno ed offensivo. Per esempio, dove una travatura reticolare del tetto in acciaio è scaldata a tale estensione, la probabilità di nessuna integrità strutturale ed l'affidabilità non può essere assicurata.

NFA portata di flusso	133 galloni/min (500 litri/min)
-----------------------	---------------------------------

Portata di flusso Tattico (Metrica)	120 galloni/min (450 litri/min)
-------------------------------------	---------------------------------

IOWA Portata di flusso	64 galloni/min (242 litri/min)
------------------------	--------------------------------

Sardqvist	200 galloni/min(750 litri/min)
-----------	--------------------------------

Fico. 9.2 - Formule sulla portata di flusso a paragone dal quale è stato dedotto 'il vero fuoco' stabilendo la ricerca su - 75 sq m (800 sq ft) coinvolti dal fuoco.

Mentre ci sono molte formule sulle portate di flusso in ingegneria basate su teoria scientifica ed calcoli matematici, molto poche di queste si allineano con i flussi sugli incendi dal quale sono state estrapolate 'nel vero mondo degli incendi', come nel caso dei quattro metodi sopra (veda figura 9.2). Infatti, la maggioranza enorme di queste formule sulla portata di flusso darà stime eccessive dell'attuale necessità. Comunque, questo è lo scopo delle stime designate (progettate per il caso peggiore), e questo si riflesse forse nei loro calcoli.

Le quattro versioni delle formule sulla portata di flusso elencate in fig 9.2 sono tutte dedotte dalla ricerca su di veri incendi - due su programmi negli Stati Uniti e due basate su i dati dalla London Fire Brigade's Division of Investigation. Anche se non vuol dire nulla che 75 m di sq rappresenta la casa media nel Regno Unito. Tenti di avere la scena in mente di questa area di 75 m di sq (800 sq ft) coinvolta dal fuoco, in due piani, sarà facilmente controllato da una sola tubazione che fluisce a 450 litri/min (120 galloni/min). Una tubazione di copertura e secondaria dovrebbe essere posata sempre comunque, in appoggio dove la linea primaria sta andando all'interno. Dove la stessa area di 75 m sq coinvolta dal fuoco esiste ma in un locale di 300 m di sq (3,250 sq ft) nella struttura, poi due tubazioni possono essere critiche e la linea di appoggio secondaria può servire nell'assistere l'attacco (ricordi questi sono le portate di flusso minime).

Quando si comparano le formule delle portate di flusso così, è essenziale il metodo di soppressione del fuoco in ogni specifico progetto di ricerca ed è anche considerato. Per esempio, la ricerca di **IOWA** è basata solamente sull'uso dell'acqua nebulizzata diretta nel compartimento ma da una posizione esteriore. Questo metodo di attacco è chiamato 'indiretto' comporta l'estinzione con il getto d'acqua nebulizzata attraverso finestre o vie d'accesso che conducono al compartimento coinvolto, dove il getto d'acqua nebulizzata è mosso a turbine o rotatorio nella stanza, così che goccioline di acqua evaporano sulle superfici calde. L'effetto è una massa di vaporizzazione ed il meccanismo dominante è l'estinzione per soffocamento, o dislocamento dell'ossigeno, con anche l'effetto del raffreddamento. Il metodo di attacco è diretto alla fase gassosa anche se molta dell'acqua va sulle superficie ovviamente raffreddandola.

In contrasto, la formula dell'National Fire Academy fu dedotta originariamente da metodi d'attacco diretti che erano il metodo dominante dell'attacco dove getti diretti sopprimevano il fuoco nella fase combustibile. Nei primi corsi dell'NFA tra il 1979-84, l'accademia usò la formula del flusso del fuoco ISO così come una modifica della formula di Iowa. Quando il corso della *Preparazione al Comandante d'Incidente (PIC)* fu riscritto, la formula di NFA fu nuovamente sviluppata sotto la revisione di alcuni studenti che la sperimentavano su di alcuni incendi. Essi produssero il metodo dell'Area dell'incendio **Area (sq ft)/3 = galloni/min**. Dai comandanti d'Incidente fu affermato che un attacco interno ed aggressivo su di un incendio aveva un limite a 1,000 galloni/min (3,780 litri/min) e dopo questo il fuoco generalmente dovrebbe essere lottato in modo difensivo. I due altri metodi di valutazione del flusso di fuoco erano ambo basate su una vera ricerca sul fuoco, intraprese a Londra con un alto numero d'incendi (Grimwood 1989-90 :120 fuochi e Sardqvist 1994-97: 307 fuochi) durante questi periodi i pompieri Londinesi userebbero prevalentemente i metodi d'attacco diretti per il controllo del fuoco ma ricorrerebbero anche a dell'uso di metodi con acqua nebulizzata per guadagnare una copertura contro la combustione fiammeggiante ed offrire una protezione agli operatori alla lancia.

Con questo, è importante vedere come sia difficile comparare le formule delle portate di flusso dove sono differenti i meccanismi d'estinzione.

NFPA 1710 requisiti della portata di flusso

Negli USA gli indirizzi delle portate minime di flusso dello *Standard 1710 del NFPA* che (devono) essere previsti sulla risposta primaria sono i seguenti:

- Stabilire l'approvvigionamento idrico ininterrotto di minimo 1,480 litri/min (400 galloni/min) per 30 minuti. Le tubazioni di supporto devono mantenere all'operatore un flusso ininterrotto di acqua.
- Stabilire un'effettiva applicazione del flusso di almeno 1,110 litri/min (300 galloni/min) da due linee di tubazioni le quali avranno ognuno un minimo di 370 litri/min (100 galloni/min). La linea d'attacco e di copertura saranno controllate da un minimo di due personale ognuna per

mantenere effettiva ed sicura la tubazione (più almeno un pompieri d'appoggio supplementare per assistere in anticipo ognuna tubazione individuale).

I punti chiave sono:

- Ininterrotto approvvigionamento idrico
- Minimo 1,480 litri/min (400 galloni/min) con copertura alimentata
- Operatore designato responsabile (operatore alla pompa)
- Almeno 30 minuti minimo di approvvigionamento purché sia disponibile
- Applicazione della portata disponibile di almeno 1,110 litri/min (300 galloni/min)
- Due tubazioni fornite di personale e flusso di almeno 378 litri/min (100 galloni/min) minimo
- I flussi ideali dovrebbero essere di 570 litri/min (150 galloni/min)
- Almeno tre pompieri, assegnati ad ogni tubazione dove si avanza ad obiettivo interno
- Tubazione d'appoggio o di protezione delle esposizione incluse

Le raccomandazioni chiave suggeriscono i flussi minimi sulle tubazioni d'attacco che dovrebbero essere almeno di 100 galloni/min (378 litri/min) minimo ma l'ideale sarebbe di 150 galloni/min (570 litri/min).

Tubazione d'attacco interna ideale

Ci sono stati innumerevoli progetti di ricerca intrapresi dalle autorità di tutto il mondo sull'ordine di grandezza delle tubazioni d'attacco e di portata ottimale che avanzano all'interno di una struttura. I fattori attinenti sono chiaramente.

- Limitazioni Fisiologiche dei pompieri
- Coinvolgimento del carico d'incendio
- Configurazione della struttura e dei piani
- Approvvigionamento idrico disponibile

Ci sono stati anche in relazione alle limitazioni fisiologiche dei pompieri, molti progetti di ricerca che hanno fatto una rassegna delle pulsazioni del cuore, pressioni del sangue, e VO2 Max ecc. di pompieri che avanzano con le varie tubazioni messe in ordine di grandezza attraverso i piani delle strutture. Altri studi hanno indagato ulteriormente, nelle richieste fisiologiche sull'arrampicata attraverso le scale antincendio anche prima della posa della tubazione.

La ricerca in generale suggerisce che le limitazioni fisiologiche sui pompieri sono le seguenti:

- Le pulsazioni del cuore possono eccedere 180 bpm senza le condizioni di fuoco
- Le pulsazioni del cuore possono eccedere 200 bpm dove le condizioni di fuoco sono pesanti o alta temperatura nei piani incontrati.
- La reazione della lancia deve essere controllata (ritorno di pressione)
- Le tubazioni piccole sono più' agili e facili da controllare ed far avanzare

Quindi dobbiamo indirizzare il problema delle tubazioni d'attacco interne nella seguente prospettiva:

- Quale è la portata minima di sicurezza?
- Quale è la reazione massima della lancia?
- Quale è la tubazione di diametro ideale per realizzare i due fattori sopra?

Portata di flusso minima sicura

La portata minima di flusso sicura per una tubazione d'attacco interna è di 100 galloni/min (300 litri/min). Questo è riportato dalle linee guida *dell'NFPA 1710* per la minima portata di flusso d'attacco. È calcolato anche nella ricerca sulla portata di flusso dell'autore dove è moderato il carico d'incendio (medio), in un compartimento comunemente incontrato o dimensione delle stanze, con la massima intensità di fuoco (vento assente) dove una sola tubazione che ha una portata di 100 galloni/min (380 litri/min) debba soddisfare il criterio dell'adeguato controllo (in stato di pre-decadenza). Una portata di flusso di questa dimensione compirà un adeguato controllo del carico d'incendio moderato in un'area di 60 m di sq circa (650 ft sq).

Comunque, deve essere consapevole che una volta che gli elementi strutturali sono compromessi dove sono predominanti legname-cornici o altri materiali combustibili, si aggiungerà fortemente al carico d'incendio normalmente contenuto nella stanza. Perciò, si ha bisogno di aumentare la portata di flusso anche drasticamente!

Come in tutti i casi, la tubazione secondaria d'appoggio e copertura deve avere di una portata almeno uguale a quella primaria, il che assicurerà doppiamente che se il fuoco aumenta d'intensità e grandezza sarà in sicurezza per controllarlo. Comunque, dovrebbe essere chiaro che questa tubazione secondaria è uno spiegamento tattico per la sicurezza degli equipaggi e non un requisito per la portata di flusso. È critico in tutte le situazioni che pompieri sono dotati di un minimo di portata di flusso disponibile alla lancia per trattare con lo scenario in caso che peggiori, dove accade l'improvviso pieno coinvolgimento del carico d'incendio del compartimento (flashover).

C'è un argomento che alcuni istruttori di CFBT insegnano sulle portate di flusso basse che potrebbero essere ugualmente efficaci da una prospettiva di applicazione dell'acqua su di una superficie più ampia (così una più alta capacità di raffreddamento) attraverso colpi di goccioline d'acqua sotto forma di nebbia. In teoria questo è chiaramente vero e quando colpi di nebbia sono usati contro quantità estese di combustione fiammeggiante nei simulatori di sviluppo del fuoco (FDS) (container ISO) l'effetto di ritorno è drammatico. Comunque, ricordi che questi simulatori offrono poco rispetto ad un vero incendio di un compartimento!

In un simulatore si raggiungono i 1.5 o 2.8 MW d'irraggiamento della combustione fiammeggiante e non è la stessa cosa del vero incendio di un compartimento che può raggiungere dai 3 ai 15 MW, dove c'è bisogno di forti penetrazioni attraverso il combustibile per realizzare un vero effetto di raffreddamento.

Reazione massima della lancia

La reazione della lancia è il risultato della tremenda quantità d'acqua che lascia la lancia ad alta velocità dando un contraccolpo. Mentre molti pompieri possono avere un alto numero di modi per contrastare il contraccolpo della lancia, inevitabilmente tutti i tentativi di contrastare tale forza, mentre si avanza con la tubazione, presenterà comunque una forza avversaria.

Di nuovo, molti studi hanno dimostrato le limitazioni pratiche nell'avanzamento con la reazione della lancia.

Valutando la capacità di flusso massimo della tubazione che potrebbe essere maneggiata efficacemente ed in sicurezza mentre si *avanza e lavora* in una struttura coinvolta dal fuoco, fu osservato (durante la ricerca pubblicata dall'autore nel 1989 nella London Fire Brigade) che c'era una reazione massima della forza della lancia la quale potrebbe essere contrastata da uno, due o tre pompieri come segue:

- Un pompiere - 266 N (60 lbf)
- Due pompieri - 333 N (75 lbf)
- Tre pompieri - 422 N (95 lbf)

Queste erano scoperte interessanti e da questa figura uno è capace di stabilire una linea base di flusso ottimale per le operazioni interne dei pompieri. Comunque, il cambio del getto frazionato/pieno con le moderne lance automatiche portarono ad una richiesta per la pressione della lancia più alta per realizzare le stesse portate di flusso, e con questo la forza di reazione della lancia viene aumentata. Un flusso di linea base di 600 litri/min (160 galloni/min) essendo emesso da una combinazione della lancia automatica che opera a 7 bar (100 psi) di pressione alla lancia (nozzle pressure NP) produrrà una forza di reazione di 356 N (80 lbf) la quale ad una squadra di due uomini non può causare alcuna variazione di avanzamento con la linea.

Ci sono lance combinate/automatiche che danno flussi alti a pressioni più basse, ma sia sicuro della portata che forniscono per la sua sicurezza! Negli Stati Uniti le lance devono incontrare il top dei più severi standard dell'NFPA e le lance combinate a bassa-pressione sono capaci di dare una portata di flusso ottimale, a pressioni d'esercizio data dal fabbricante, con soli 5 bar. Questo abiliterebbe una portata di flusso di 600 litri/min (160 galloni/min) con una forza di reazione di soli 303 N (68 lbf) che la rende più facilmente maneggiabile per l'avanzamento di una squadra di due uomini.

Il pompiere è capace calcolare la quantità di reazione della lancia (nozzle reaction NR) ricorrendo alle varie formule:

Formule Europee:

- $NR \text{ (newtons)} = 1.57 \times P \times d^2 / 10$
(Foro di rilascio Europeo)
- $NR \text{ (newtons)} = 0,22563 \times \text{litri/min} \times \text{radice quadra di } P$
(Combinazione getto nebulizzato/pieno Europeo o delle lance automatiche)

Queste sono formule metriche dove P = pressione della lancia e d = diametro della lancia

Formule US:

- $NR \text{ (lbf)} = 1.57 \times d^2 \times P$
(foro di rilascio US)
- $NR \text{ (lbf)} = 0.0505 \times \text{gallone/min} \times \text{radice quadra di } P$
(Combinazione getto nebulizzato/pieno US o delle lance automatiche)

Dove P = pressione della lancia e d = diametro della lancia

Tubazione di diametro ottimale per l'attacco interno

Molto interessante è la ricerca simile condotta dai reparti di San Francisco, Los Angeles e Chicago che proposero una linea di base sicura, pratica e maneggevole che sarebbe di circa 550 litri/min (150 galloni/min). Più recentemente (1996), la Città di San Petersburg in Florida, Stati Uniti hanno stabilito, che, per i loro scopi, il flusso di linea base ideale è di circa 600 litri/min (160 galloni/min) usando una lancia da 22 mm (7/8 pollice) con una pressione alla lancia di 50 lbs psi su una tubazione di 45 mm (1 3/4 pollice). Questo set sopra darà una forza di reazione accettabile di circa 266 N (60 lbf) ed offre una tubazione che è di facile manovrabilità e trasporto per un avanzamento all'interno.

Ora l'FDNY, e molti altri reparti antincendio, hanno stabilito una regola di base per mettere in ordine di grandezza le tubazioni d'attacco interne e primarie come segue:

- Strutture Residenziali - 45 mm (1 3/4 pollici) (lancia da 15/16 pollici)
- Strutture Commerciali - 65 mm (2 1/2 pollici) (lancia da 1 1/8 pollici)
- Strutture Molto Alte - 65 mm (2 1/2 pollici) (lancia da 1 1/8 pollici)

Flussi effettivi sull'incendio con tubazioni da 1 3/4 pollice con un range potenziale da 150 a 190 galloni/min (520-700 litri/min). Il reparto della Città di New York (FDNY) considera 180 galloni/min (680 litri/min) il flusso ideale da una tubazione da 1 3/4 pollice che ha la capacità estinguente e la manovrabilità. Gli uomini del reparto suggeriscono che la portata di flusso sull'incendio della tubazione da 1 3/4 pollici sia piuttosto il minimo 150 galloni/min del dato sopra. La ragione principale per questo è la sottovalutazione molto estesa delle perdite di carico dovute all'attrito quando si muove una tubazione con portata di 150 galloni/min (570 litri/min) o più.

In Europa c'erano alcune ricerche interessanti intraprese dal Building Disaster Assessment Group (BDAG) nel Regno Unito che ha esaminato i vari aspetti associati alla portata di flusso, diametro della tubazione e richiesta fisiologiche su pompieri specificamente in situazioni di edifici alti.

La loro conclusione suggerì che la tubazione da 51 mm (2 pollici) apparve come la scelta più vitale, specialmente in incendi di edifici alti, per applicare la portata di flusso antincendio ottimale. Loro non compararono la scelta del 51 con 65 mm (1 3/4 pollici) come tubazione d'attacco ma la tubazioni da 51 mm apparve più appropriata che dei 70 mm (2 3/4 pollici) in relazione alla manovrabilità e le richieste fisiologiche.

CFBT e portata di flusso antincendio

Quindi con tutti questi discorsi che hanno bisogno di portate di flusso, vanno bene con i concetti di CFBT? Bene, come noi vedremo, la serie ideale di goccioline d'acqua in una nube offre una superficie di area più grande, e perciò capacità di raffreddamento, quando compariamo l'applicazione del getto frazionato con il getto pieno. Non c'è modo più efficiente di raffreddare i gas della combustione e sopprimere la combustione fiammeggiante è ottimizzare la quantità d'acqua con goccioline della grandezza ideale.

Comunque, quello che è ugualmente importante è il fatto di superare la combustione fiammeggiante, o raffreddare efficacemente i gas della combustione, deve esserci una quantità d'acqua sufficiente sul fuoco, sia che questa sia applicata o in modalità di nebbia o in getto pieno. La performance di ogni particolare portata di flusso d'acqua dipende dalla sua abilità di gettarla sul fuoco. Dove il rilascio di energia del fuoco (intensità) è troppo grande, o troppo rapido, per la portata disponibile della sua lancia/e, il fuoco continuerà a crescere e svilupparsi costringendo i pompieri ad uscire dal piano o dall'edificio!

Mentre i simulatori di CFBT offrono condizioni di fuoco piuttosto severe non saranno veramente rappresentativi di una vera stanza o di struttura che progredisce verso lo scenario del flashover. Perciò le portate che sono effettive per l'addestramento non possono essere adeguate per gli incendi veri, se i fuochi saranno soppressi durante il loro crescita come all'opposto nella fase di decadimento.

Come nell'esempio già citato nella prima parte di questo capitolo, con i pompieri che tentano di entrare in un incendio appartamento che avanzava verso il totale coinvolgimento in una situazione dove è critica la portata di flusso. Inizialmente, il fuoco aveva coinvolto una camera da letto ed il corridoio, coinvolgendo un'altra stanza nell'appartamento i pompieri stavano tentando di avanzare con la tubazione guadagnando l'entrata nell'appartamento per liberare i loro colleghi intrappolati. Anche se il fuoco era assistito dal vento e diretto verso gli equipaggi, l'autore è dell'opinione che la portata di flusso alla lancia, era di circa 230 litri/min (60 galloni/min), era insufficiente per il loro avanzamento verso il fuoco. I due pompieri alla lancia rimasero sul pavimento per alcuni secondi, in un atrio fuori dell'entrata dell'appartamento, con le fiamme che si torcevano sulle loro teste. È questo il caso in cui la giusta portata di flusso alla lancia avrebbe abilitato questo equipaggio per avanzare sul fuoco in sviluppo invece di ritirarsi?

C'erano argomenti (in corte) che un secondo equipaggio di pompieri eventualmente era capace di avanzare con una tubazione ed estinguere il fuoco, nonostante il vento contrario che continua a forzare un incremento del fuoco. Perciò la portata di flusso non era un problema. Comunque, come questo secondo equipaggio entrò nell'appartamento, strisciando sulla pancia, descrissero un calore molto intenso questo calore non era dato dal fuoco in sviluppo ma piuttosto da un fuoco che era entrato nella fase di decadimento.

I muri trattennero molto calore durante il periodo della combustione libera del fuoco che stette per molti minuti senza essere sottoposto all'applicazione dell'acqua. Comunque, il pompiere descrisse chiaramente una scena dove il rilascio d'energia stava riducendo la visibilità con incendi a macchie in tutte le stanze mentre avanzavano dentro. Un pompiere descrisse la scena dove tutto era completamente ridotto in cenere. Sotto queste circostanze di un palcoscenico in decadimento sarebbe più facile avanzare con una tubazione, dopo il cambiamento forzato del fuoco che si sarebbe soprattutto abbassato.

Se noi avanziamo intenzionalmente sotto il concetto di CFBT, un'altra area che noi dobbiamo considerare è il requisito nazionale sulla portata di flusso antincendio.

Ci sono dei paesi dove la portata minima di flusso sulla tubazione primaria (davvero sempre) usata per l'attacco interno è predeterminata da standard nazionali. Abbiamo già discusso dell'NFPA *Standard 1710* (sopra) che raccomanda una portata minima di flusso di 100 galloni/min (380 litri/min) (gli obiettivi attuali sono almeno il 50% più alti). In Francia c'è un requisito nazionale minimo di 500 litri/min (130 galloni/min) la considerazione della portata di flusso alla lancia è prevista ad ogni attacco interno. Questo è un problema notevole in relazione a CFBT.

9.5 GOCCE D'ACQUA E TEORIA DEL RAFFREDDAMENTO

E' noto che l'acqua è conosciuto come agente estingue da quando l'uomo ha conosciuto il fuoco. Con l'eccezione dell'elio ed l'idrogeno, l'acqua possiede la più grande capacità di scaldarsi di tutte le sostanze in modo naturale e ha il più grande calore latente di vaporizzazione di tutti i liquidi. È valutato teoreticamente che un solo grammo di liquido d'acqua può estinguere un volume di 50 litri di fiamma riducendo la sua temperatura sotto un valore critico – l'equivalente di una 'percentuale applicativa' di 0.02 litri per metro cubo.

Si ha così il suggerimento anche sulla quantità d'acqua che serve per realizzare il controllo di un fuoco in una struttura che è tra 10 -18 galloni (38-68 litri) per 1,000 ft (piedi) cubici di fuoco (28 metri cubici). Nel Regno Unito è valutato ulteriormente di nuovo, che la maggioranza del 'tipico' incendio di compartimento usa tra 16 - 95 galloni per l'estinzione che è meno dell'acqua che una autopompa porta!

Calore Specifico

Il calore specifico è la quantità di calore che serve per far elevare 1 grammo (g) di una sostanza di 1 grado Celsius (°C). Il calore specifico è espresso in Joule (J). La capacità del calore specifico dell'acqua varia leggermente da 0 °C a 100 °C, ma a 18 °C è di 4.183 kJ/kg °C. 18 °C è qui selezionato perché è la temperatura tipica dell'acqua quando viene da una tubazione dell'acqua sotterranea.

- **Esempio 1**

Determini quanto calore sarà assorbito nell'elevare 10 kg di acqua da 18 °C a 100 °C

$$= 4.183 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} \times 10 \text{ kg} \times (100^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C}) = 3,430 \text{ kJ}$$

La capacità del calore specifico è espressa in J/kgK o J/kg°C

Calore latente di vaporizzazione

Il calore latente di vaporizzazione è la quantità di calore che costringe a cambiare un liquido in vapore senza un cambio di temperatura. Per l'acqua, questo è di 2,257 kJ/kg. L'acqua non bolle subito ma alla sua temperatura di ebollizione (100°C a livello di mare).

Una volta arrivata al punto d'ebollizione, l'acqua deve assorbire energia di calore supplementare a convertire l'acqua in vapore. Questo è il calore latente di vaporizzazione. Questa è una proprietà unica dell' acqua, questa è il più prezioso attrezzo come protezione dal fuoco.

- **Esempio 2**

Determinare quanto calore sarà assorbito se 1 kg d'acqua ad una temperatura iniziale di 18 °C è convertita perfettamente per vaporizzare a 100°C

$$= 4183 \text{ kJ/kg} \times (1 \text{ kg}) \times (100^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C}) + 2,257 \text{ kJ/kg} \times (1 \text{ kg})$$

$$= 343 \text{ kJ} + 2,257 \text{ kJ}$$

$$= 2,600 \text{ kJ}$$

$$= 2.6 \text{ MJ}$$

Calore specifico combinato e calore latente

In fine l'effetto dell' acqua su di un fuoco è una combinazione di calore specifico e calore latente di vaporizzazione. Noi dobbiamo calcolare la quantità totale di calore assorbito da un'unità di acqua quando si eleva dalla sua temperatura iniziale alla temperatura dei gas di combustione. Il calore totale assorbito accade in tre tappe:

- a) Il calore specifico moltiplicato dalla massa d'acqua e l'aumento in temperatura che giunge alla temperatura di ebollizione a 100°C
- b) più il prodotto di calore latente di vaporizzazione a 100°C moltiplicato dal peso dell'acqua
- c) Più Il calore specifico del vapore moltiplicato della massa di vapore ed l'aumento di temperatura da 100°C alla temperatura dei gas di combustione.

- **Esempio 3**

Determina quanto calore sarà assorbito se 1 kg di acqua a 18°C è perfettamente convertito in vapore acqueo a 300 °C

$$\begin{aligned} &= 4.183 \text{ kJ/kg} \times (1 \text{ kg}) \times (100^\circ\text{C} - 18^\circ\text{C}) + 2,257 \text{ kJ/kg} \times (1 \text{ kg}) \\ &\quad + 4.090 \text{ kJ/kg} \times (1 \text{ kg}) \times (300^\circ\text{C} - 100^\circ\text{C}) \\ &= 343 \text{ kJ} + 2,257 \text{ kJ} + 818 \text{ kJ} \\ &= 3.4 \text{ MJ} \end{aligned}$$

Le informazioni in Fig. 9.3 qui sotto indicano che 1 kg d'acqua convertita in vapore come nell'Esempio 3 sopra, sarebbe di quantità insufficiente per assorbire il calore rilasciato da 1 kg di ciascuno dei combustibili nella lista. Il risultato è diverso comunque quando l'acqua è applicata ad un fuoco di lotta antincendio tipico la quantità di chilogrammi per secondo, è uguale a, litri per secondo.

Sostanza	MJ/kg
Legno	16
Poliuretano	23
Carbone	29
Pneumatici	32
petrolio	45

Fig. 9.3 - Calore netto del valori per i più comuni combustibili selezionati

Efficienza negli incendi

Acqua non può essere applicata mai al 100% d'efficienza per varie ragioni, e la maggior parte degli incendi di edificio non trattiene il 100% dell'energia del calore nella stanza dove sta il fuoco. Il risultato è che ambo l'assorbimento di energia dell'acqua e la produzione di energia del fuoco ha bisogno di essere cambiato da fattori di efficienza calcolati.

Questi possono essere espressi come:

- Efficienza di assorbimento del calore da parte della tubazione;
- Efficienza di produzione di calore da un incendio in un compartimento.

Efficienza di assorbimento del calore da un getto sul fuoco

L'assorbimento di calore descritto finora illustra le condizioni perfette per l'assorbimento del calore dall'acqua. Una applicazione tattica dell'acqua direttamente sul fuoco raramente è l'approccio efficiente

nel 100% dei casi. Diversamente dalla prova di laboratorio, sia sempre inefficiente e variabile nel modo di applicazione dell'acqua su di un fuoco in un compartimento.

L'acqua può essere usata anche per raffreddare i gas della combustione e le superfici calde per abilitare il pompiere ad avvicinarsi più vicino alla fonte del fuoco per completare la soppressione. Parte del fuoco poteva essere estinta prima per abilitare il pompiere a riposizionarsi ed eseguire l'estinzione. Nella situazione, la superficie di combustibile che brucia davvero può arrivare non più del 20% del portata dell'acqua. Ci sono stati molti tentativi di valutare **fattori d'efficienza** affidabili per i tipi di getti antincendio, spesso basati su dati estrapolati da modelli teorici al computer. Comunque in generale, il più accurato di tutti questi fattori d'efficienza è quello realizzato con la ricerca accurata in centinaia di veri incendi. La ricerca precedente ha indicato che per estinguere con l'acqua come mezzo d'estinzione in modo efficiente è approssimativamente un terzo, o lo 0.32. Così fu proposto che la capacità di raffreddamento effettiva di un flusso di 1 litro è 0,84 MW, o uno standard di 10 litri su un fuoco è di 8.4 MW, dimostrando una capacità di raffreddamento pratica con il 33% d'efficienza. Comunque, la ricerca più recente basata su dati con veri incendi estesi, suggerisce che il fattore del 33% può essere piuttosto sottostimato. Una stima di tre quarti (il 75% efficiente) appare più affidabile per un getto nebulizzato, che la metà' (50% efficiente) per un getto diretto sul solido. Il potere di raffreddamento di ogni kg (litro) d'acqua per secondo applicato ad un fuoco aumenta con la temperatura. Perciò la selezione di un potere di raffreddamento effettivo di solamente 0.84 MW (100°C) può essere considerato conservatore di qualche cosa. A 400°C il potere di raffreddamento può essere visto vicino a 1 MW ed a 600 °C è vicino a 1.2 MW. Nel combinare i calcoli della portata di flusso Cliff Barnett's SFPE NZ engineering research pianificando con i calcoli dell'autore si basò su i dati di veri incendi, i fattori d'efficienza aggiornati sono inseriti nei calcoli di portata di flusso di Barnett come segue:

- **Esempio 4**

Trovare l'energia del calore totale assorbita (Q_s) da una scarica da una lancia di 7 kg/s del d'acqua alla temperatura iniziale di 18 °C, presumendo che vaporizza perfettamente a 100 °C

$$Q_s = 7 \text{ kg/s} \times 2.6 \text{ MJ/kg} \times 1.00 = 18.2 \text{ MW}$$

- **Esempio 5**

Se l'efficienza di un getto nebulizzato di una lancia a 7 kg/s è di solamente il 75%, trovare l'energia del calore totale assorbita.

$$Q_s = 7 \text{ kg/s} \times 2.6 \text{ MJ/kg} \times 0.75 = 13.6 \text{ MW}$$

- **Esempio 6**

Se l'efficienza di un getto nebulizzato è di 7 kg/s ed è solamente il 5%, trovare l'energia del calore totale assorbita.

$$Q_s = 7 \text{ kg/s} \times 2.6 \text{ MJ/kg} \times 0.50 = 9.1 \text{ MW}$$

- **Esempio 7**

Un incendio di un ufficio che brucia a 100% efficienza avrebbe una percentuale di liberazione

di calore media di approssimativamente 0.25 MW per ogni metro quadrato d'area.
Determinando la quantità di calore rilasciato per questo incendio nell'area misurata di 6 m x 6 m, troviamo:

$$6 \text{ m} \times 6 \text{ m} \times 0.25 \text{ MW/sq m} = 9.0 \text{ MW}$$

Se la precedente è vera una tubazione che porta 7 kg/s in un getto nebulizzato è efficiente al 75% un getto pieno al solido combustibile è efficiente al 50% entrambi i flussi potrebbero dare abbastanza acqua per controllare ed estinguere questo incendio che brucia al 100% d'efficienza (vedere Esempi 5 e 6 sopra).

complessi modelli al computer sono stati sviluppati per offrire la portata d'acqua teoretica preventiva e configurata per prendere in considerazione fattori supplementari, come tempi d'intervento delle squadra antincendio; l'effetto dei sistemi di soppressione automatici che hanno potuto operare, correggendo l'HRR (heat release radiation) come necessario; i parametri di ventilazione che intervengono direttamente sull'HRR; la radiazione termica e nello specifico il raffreddamento dello spazio confinato, mentre bilanciando con ciò i requisiti dell'acqua totali per una serie di incendi in un set strutturale.

Efficienza di produzione di calore in un incendio di un compartimento

La Combustione, coinvolge reazioni chimiche che generano calore tramite l'ossigeno (generalmente trovato nell'aria) ed i materiale combustibile (generalmente idrogeno o carbone o idrocarburi combina di questi ultimi elementi). La combustione del combustibile di idrocarburo è provocata dalla combustione dell'idrogeno (H) e del carbone (C) del combustibile con l'ossigeno (O) contenuto nell'aria (e/o nel combustibile). Dipendendo dai parametri di ventilazione e altri fattori, dal carico di combustibile incluso l'efficienza della combustione (all'interno di un compartimento con aperture limitate) non è mai capace di realizzare il 100%. Dove aperture di ventilazione del compartimento sono limitate, un incendio si svilupperà in un tempo molto più lungo per consumare tutto il carico di combustibile che se stesse bruciando all'aria aperta.

Efficienze del fuoco combinato con la percentuale d'incendio nel compartimento

L'alterazione da parte del getto nella lotta antincendio dei fattori d'efficienza di Barnett (raffreddamento), in linea con la ricerca sulla portata di flusso dell'autore e concorde con l'efficienza della combustione del fuoco nel compartimento (preso come 50%), in un approccio aggiornato condotto da Banett in *TP 2004/1*:

- **Esempio 8**

Se l'efficienza di un getto di una lancia a 7 kg/s è il 50%, come nell' Esempio 6, ma l'efficienza dell'incendio è solamente al 50%, trovare l'energia totale che può essere assorbita dal flusso d'acqua.

$$Q_s = 7 \text{ kg/s} \times (0.50 \times 2.6 \text{ MJ/kg})/0.50 = 18.2 \text{ MW}$$

O, risistemando l'equazione, la quantità d'acqua richiesta sarà,:

$$F = (0.50 \times 18.2 \text{ MW}) / (0.50 \times 2.6 \text{ MJ/kg}) = 7 \text{ kg/s}$$

F = flusso d'acqua antincendio in kg/s (litri/secondo)

Qs = capacità di assorbimento del calore del fuoco

In termini pratici deve essere indicato che le barriere fisiologiche di un pompiere sono relative alla dimensione del compartimento dove, per esempio, un incendio di 1 MW racchiuso in un compartimento 40 m di sq potrebbe presentare al pompiere come una barriera simile ad un incendio di 16 MW in un compartimento di superficie molto più grande come di 300 m. L'affidabilità di questo metodo è piuttosto dipendente sull'accuratezza della percentuale di liberazione di calore e dai dati e valori d'efficienza del raffreddamento usato, quale, in questo caso, sono basati su dati presi da incendi veri ottenuti da coinvolgimenti strutturali. Questo metodo non considera solamente il calore e le proprietà assorbenti dell'acqua da un punto di vista scientifico ma anche l'efficienza dei getti antincendio quando sono usati per controllare incendi nelle strutture (fatti nelle condizioni di post flashover e dimostrando un HRR simile a i compartimenti coinvolti). Si dovrebbe notare che i dati così teoretici dovrebbero essere solamente usati come un orientamento per valutare le portate di flusso minime assolute sotto le più ideali delle circostanze.

Importanti aspetti torici sulle gocce d'acqua

- Come le gocce d'acqua evaporano negli spessi gas caldi della combustione avremo due effetti principali. La prima è l'espansione come l'acqua cambia di stato a vapore. La quantità di espansione dipenderà dalla quantità di calore e dalla dimensione della goccia d'acqua. Un altro effetto può essere la contrazione nei gas caldi di combustione accesi appena sono raffreddati.
- L'ottima applicazione delle gocce d'acqua non darà alcuna espansione del vapore acqueo e opposto darà una contrazione dei gas di combustione accesi perché raffreddati. Questo assicurerà che sia mantenuto l'equilibrio termale, evitando così l'inversione termica mantenendo la visibilità al pavimento ed il fumo non è spinto in giù.
- Dove l'espansione del vapore è grande e gli effetti del raffreddamento contrastano i gas caldi di combustione accesi, vapore e fumo saranno spinti in giù sopra i pompieri che si accuccheranno al pavimento.
- L'effetto della velocità delle gocce ha anche un'altro effetto, come le gocce si muovono veloci generalmente assorbono una grande quantità di calore che delle gocce più lente. Questo è perché i sistemi di basse portate/alta pressione possono essere così effettivi quando vengono comparate le performance di portata di flusso.
- Dove l'acqua nebulizzata è applicata in una stanza con flusso costante, avremo un grande flusso d'aria nella stanza dietro al getto, a causa della pressione negativa creata da quest'ultima. Questo è un effetto indesiderato che può 'spingere' i gas di combustione (o i gas accesi) nelle altre aree, sconvolgendo l'equilibrio termale ed aumento l'intensità del fuoco (liberazione di energia).
- Applicando l'acqua nebulizzata in breve 'colpi' o 'impulsi' di lancia, questo effetto negativo d'aria che si muove alla parte posteriore del getto è controllato e facilmente evitato.
- Una goccia di 1mm di diametro raffredda un'area di superficie nei gas caldi di combustione in alto meno che se la stessa goccia sia divisa in dieci goccioline ognuna di 0.1 mm in diametro. Teoreticamente, questo aumenterà l'area di superficie e quindi la quantità di calore assorbita.
- Le gocce d'acqua sotto i 0.2 mm non sono generalmente effettive nell'antincendio perché non sono capaci di penetrare la i gas di combustione accesi e normalmente sono trasportati su dalle correnti di convezione prima che loro possono realizzare alcun effetto di raffreddamento.

- Le gocce d'acqua sopra ai 0.6 mm sono generalmente troppo pesanti e troppo grandi per evaporare completamente nei gas di combustione e perciò passeranno attraverso i gas per poi colpire i muri, soffitti e superfici calde. Il risultato è un grande **rapporto di espansione** del vapore l'area sopra la testa potrebbe essere sopra i 400°C.
- Una getto a nebbia spray consisterà in una serie larga di dimensioni di goccioline attraverso lo spettro da estremamente piccolo a molto grande. Il tipo di gocce sarà dato dal disegno della lancia e dalla pressione della stessa. Le pressioni alla lancia più alte danno gocce d'acqua più piccole e viceversa. Dove una lancia è progettata per funzionare ad una pressione di lancia (NP nozzle pressure) di 7 bar (per esempio) il range di goccioline prodotto sarà il più effettivo.
- Negli esempi, la teoria delle gocce suggerisce, che le gocce più piccole devono seguire le gocce più grandi, dandogli la possibilità di penetrare ulteriormente negli strati di gas caldi dove normalmente non potrebbero entrare da sole.
- Questi effetti teoretici associati con equilibrio termale; inversioni termiche; ascese e discese degli strati di fumo; flussi d'aria ecc. Possono tutti essere praticamente dimostrati in un Simulatore dello Sviluppo del Fuoco (FDS - Fire Development Simulator).

Meccanismi dell'estinzione del fuoco

- **Incendio della fase solida** - Raffreddando la superficie del combustibile solido e riducendo la percentuale di pirolisi combustibile e così la quantità percentuale di approvvigionamento del combustibile alla zona della fiamma; riduce la quantità di liberazione del calore dal fuoco; di conseguenza la reazione termica dalla fiamma è ridotta e anche questo, aumenta gli effetti del raffreddamento primario dell'agente di soppressione. Il getto d'acqua nebulizzato al combustibile è il tipico metodo anche se un getto pieno, o attacco diretto, può essere ugualmente effettivo, così dove c'è bisogno della penetrazione nella fonte del combustibile.
- **Incendio della fase gassosa** - Raffreddando direttamente della zona di fiamma; questo riduce la concentrazione dei radicali liberi (in particolare gli iniziatori della catena della combustione). Una parte di proporzione del calore di reazione è presa dalla sostanza inertizzante (come l'acqua) e perciò meno energia termica è disponibile per continuare la reazione chimica nelle vicinanze della zona di reazione. Una funzione dell'ultima tecnologia di acqua nebulizzata (per esempio) è agire in questa maniera: le gocce eccellenti che si estendono in un'area più grande per massa d'unità di spruzzi, aumenta la percentuale di trasferimento del calore. (Nota: ci sono anche altri meccanismi dominanti dell'estinzione del fuoco che conterranno su di un sistema d'acqua nebulizzata, come un abbassamento dell'ossigeno.)
- **Inertizzazione della Fiamma** - Inertizzare l'aria che alimenta la fiamma riducendo l'ossigeno a pressione parziale attraverso la somma di un gas inerte (e.g. N₂, CO₂, vapore). Questo è equivalente alla rimozione dell'approvvigionamento di ossidante alla fiamma attraverso la produzione di vapore d'acqua, ed è il meccanismo dominante dei concetti d'attacco indiretto di Layman/Royer/Nelson realizzando la soppressione con acqua nebulizzata. In una discussione del sistema fisso d'acqua nebulizzata come meccanismo di estinzione del fuoco, Mawhinney aggiunse ai tre meccanismi alcuni ulteriori effetti associati col decrescere della radiazione termica, la diluizione della fiamma con una mistura di aria/vapore, e l'inibizione chimica gioca una parte nella soppressione del fuoco.

Alcune importanti questioni:

- Quando un getto per la lotta antincendio diventa spray?
- Quando uno spray diventa una foschia-mist , o una nebbia?

Queste sono valide domande alle quali molte referenze hanno tentato di dare delle risposte. È di particolare rilevanza il sistema dell'impianto fisso di soppressione del fuoco con acqua ad alta nebulizzazione (WMFSS Water Mist Fire Suppression System) che hanno preso piede negli impianti fissi di soppressione e sostituito l'Halon gas. Herterich identificò un bisogno di terminologia quando si parla di lotta antincendio spray specialmente quando si considera la caratteristica della dimensione delle gocce. Grant e Drysdale adattò uno 'spettro dei diametri delle gocce' a dimostrare la larga serie di possibilità. La dimensione che varia da 100 - 1,000 micron (0.1-1.0 mm) destava la maggior parte di interesse in termini antincendio e questo confermò, sulla tabella, una goccia simile a pioggia leggera o 'piovigGINE'. La taglia tra 'spray' e 'Nebbia (Mist)' rimane comunque piuttosto arbitraria. Per esempio la National Fire Protection Association (NFPA) degli USA ha suggerito una definizione pratica di 'acqua nebulizzata' come uno spray e che deve contenere al 99% del volume d'acqua gocce sotto i 1,000 micron (1.0 mm) di diametro, che comparato con i sistemi sprinkler convenzionali, con al 99% del volume, il diametro delle gocce d'acqua può essere dell'ordine di 5,000 micron (5.0 mm). Alcuni guardano questa definizione dell'NFPA di 'foschia - Mist' troppo 'ampio' come definizione in relazione al WMFSS, che aveva bisogno di una definizione alternativa che fu avanzata poi e cioè che la 'foschia - Mist' dovrebbe comprendere il 99% di volume gocce con diametro uguale o sotto i 500 micron (0.5 mm). Vale a dire che la maggior parte dei WMFSS (Water Mist Fire Suppression System) produce goccioline tra 50 - 200 micron, e generalmente si accettano gocce di dimensione sotto i 20 micron i quali sono necessari per attribuire ad uno spray lo stato di un vero e proprio 'gas'. Le moderne lance antincendio producono uno spray attraverso la pressione che ha un effetto atomizzante ed il risultato è chiamato spray 'polidisperso' - ovvero, comprende una serie larga di dimensione di gocce, che variano da grossolano a molto fino. Ci sono molti metodi di misurazione della dimensione delle gocce fra gli spray ma i risultati spesso contrastano, dipendendo dal metodo usato. Questo suggerisce che c'è una dimensione di gocce ottimale in termini di soppressione del fuoco, ma questo non è stato mai realizzato, perché ci sono molte variabili. In termini teorici è abbastanza facile dire quale è la dimensione ottimale, ma nelle situazioni vere, lo spray per la lotta antincendio deve considerare molti fattori quando è iniettato in masse ostili di gas di combustione super-riscaldate. Più piccole sono le gocce e meglio è la sua capacità di raffreddamento, ma se le gocce sono poi troppo piccole è probabile che l'interazione con la penna del fuoco capace di galleggiare può impedire alle gocce di giungere alla fonte del fuoco. Questo svantaggio in perdita d'acqua, prima, è particolarmente rilevante dove l'estinzione finale della fonte del fuoco con lo spray è l'obiettivo. In termini di raffreddamento dei gas di combustione, questo effetto non è così prevalente e la dimensioni delle gocce può essere ridotto. La lancia ideale per la lotta antincendio ideale produrrà uno spray con gocce abbastanza piccole per **sospendersi in aria per almeno quattro secondi**, ottimizzando l'applicazione tridimensionale (3D water-fog-application) durante il raffreddamento dei gas di combustione. Comunque tale lancia sarà versatile abbastanza per muoversi da spray a getto pieno e nuovo indietro con facilità per colpire direttamente la fonte del fuoco. Con questo generalmente è stato accertato che un'acqua spray con una media dimensione di gocce di 300 micron (0.3 mm) circa è l'ideale per raffreddare la fase gas usando l'applicazione 3D antincendio.

Inversioni di Temperatura

Le inversioni di temperatura sono dove il gradiente di temperatura tra i gas ed il pavimento è invertita. Quando accade questo, la temperatura a livello del pavimento (dove pompieri sono localizzati) può divenire più caldo che al soffitto. Questa può essere un'esperienza estremamente scomoda per i pompieri e deve essere evitata a tutti i costi.

Ci sono molte possibili cause, per esempio:

1. **L'espansione del vapore acqueo** causato, attraverso l'applicazione della waterfog (acqua nebulizzata), causa un movimento dei gas che non sono ancora stati raffreddati. Questi gas caldi possono muoversi verso il soffitto o verso il muro, per poi dove trovano un impedimento giungeranno giù verso il pavimento e poi muoversi nuovamente nel compartimento.
2. **Un colpo di getto pieno** può passare diritto attraverso i gas di combustione per poi colpire il soffitto caldo, dove si infrangerà in una grande quantità di gocce d'acqua. La temperatura al soffitto in una stanza coinvolta dal fuoco oscilla sugli 800°C (1,500°F) post-flashover (o più). Dove l'evaporazione delle gocce d'acqua accade a questa temperatura il rapporto d'espansione del vaporizzare può essere eccessivo (5,000: 1) (Fig. 9.3). Questo può costringere l'alta temperatura esistente ad abbassarsi in giù nella stanza (circa ad un metro dal pavimento) giù sopra i pompieri che si abasseranno a terra.
3. **Le gocce d'acqua che sono troppo grandi** (grandi dell'ordine di 600 micron o 0.6 mm) passeranno dritte attraverso gli strati dei gas di combustione per poi colpire il soffitto, dove la tale evaporazione può costringere nuovamente il calore ai livelli più bassi, ed anche il vapore super riscaldato, in giù verso il pavimento.
4. **Abuso dell'uso dell'acqua** può provocare un'evaporazione eccessiva che può provocare gli effetti simili nel costringere il calore e l'espansione del vapore d'acqua in giù al pavimento.
5. **Un flusso d'aria che corre veloce** e giunge al fuoco lo incrementa. Questo può accadere dove un fuoco con ventilazione controllata è investito da un approvvigionamento supplementare d'aria ed il livello di crescita del fuoco che produce una liberazione d'energia che va oltre la quantità d'acqua disponibile alla lancia. Come l'acqua sarà applicata sui gas di combustione, il flusso d'aria sopraffarà semplicemente ogni effetto di raffreddamento del fuoco e le condizioni diverranno scomode in maniera crescente.

Temperatura °F	Temperatura °C	Ratio d'Espansione
212	100	1,600 : 1
392	200	2,060 : 1
572	300	2,520 : 1
752	400	2,980 : 1
932	500	3,440 : 1
1,112	600	3,900 : 1
1,472	800	4,900 : 1

1,832

1,000

5,900 : 1

Fig. 9.4 - Tipici rapporti d'espansione del vapore dell'acqua alle varie temperature in un serie di incendi di compartimento da 1,600 : 1 a 100°C a 5,900 : 1 a 1,000°C

Le inversioni di temperatura possono essere evitate con una tecnica di lancia accurata nell'applicare la quantità d'acqua corretta negli strati di gas di combustione. Dove l'applicazione di un getto pieno, con grandi gocce, o una troppa quantità d'acqua usata, alti picchi di raffreddamento saranno visti sul grafico della temperatura. Queste gocce improvvise e grandi in alte temperature possono inizialmente apparire effettive ma loro rifletteranno davvero la temperatura che sta confinando con, o superando, il limiti di inversione. Dove quantità corrette d'acqua nebulizzata sono applicate nei gas di combustione in maniera controllata, sarà creato un ambiente più comodo, annesso lentamente e rinfrescato. In occasioni, particolari dove il fuoco è protetto (in un'area adiacente o compartimento) il calore del fuoco (l'energia) liberato può sopraffare l'acqua disponibile alla tubazione. Se i MW sono più grandi che il kg/sq m/s d'acqua disponibile, l'attuale flusso di portata è in deficit. La dimensione ottimale delle gocce per il raffreddamento dei gas di combustione è indirizzato ulteriormente in un rapporto, procurato congiuntamente dal Finnish e Swedish Fire Research Board, che mostrò che le gocce sotto i 200 micron e quelle sotto i 600 micron creano eccessive ed indesiderate quantità di vapore acqueo, mentre quelle di dimensione di 400 micron (0.4 mm) ottimizzano l'effetto di raffreddamento dei gas di combustione. Le ragioni di questo erano principalmente a causa degli effetti dell'interazione col fuoco 'la penna', dove le gocce più piccole furono usate, si rendevano necessari quantità d'acqua supplementari per realizzare una percentuale di raffreddamento effettiva, e con l'aumento della quantità d'acqua le gocce più grandi giungevano sulle superfici calde (le gocce grandi sono più pesanti e hanno meno tempo 'residenza' nei gas di combustione). A questo punto fu anche notato in una serie di prove negli Stati Uniti che le temperature del muro all'interno del compartimento coinvolto era ridotto fortemente in proporzione all'aumento del diametro delle gocce, mentre risultava nuovamente una grande evaporazione e un raffreddamento fuori dai gas di combustione, durante i primi due minuti dell'applicazione:

- Spray con gocce di 330 micron diminuzione della temperatura del muro di 57°C
- Spray con gocce di 667 micron diminuzione della temperatura del muro di 124°C
- Spray con gocce di 779 micron diminuzione della temperatura del muro di 195°C

Questo dimostra nuovamente che un getto spray che produce gocce grandi andrà su una superficie più grande (specialmente muri e soffitto), il quale creerà quantità eccessive di vapore e meno contrazione dei gas di combustione. Il raffreddamento dei gas di combustione è effettivo solamente dove le gocce evaporano nei gas, evitando così il contatto con le superfici calde il più possibile. Uno studio del Fairfax County Fire Department nel 1985 comparò la capacità di raffreddamento dei getti fissi contro i getti delle lance combinate con ambo i getti pieni e nebulizzati più larghi. Usando termocoppie protette, notarono che la lancia combinata con modalità 'nebulizzata' era tre volte più effettivo nel raffreddare dei gas in alto che il getto pieno. Forse piuttosto sorprendentemente il getto pieno della lancia combinata era anche due volte più effettivo delle lance a getto fisso nel raffreddare i le spesse quantità di gas fiammeggiante. I pompieri coinvolti nelle prove furono convinti che avrebbero voluto la flessibilità di una lancia combinata all'inizio di ogni operazione antincendio interna.

Nel 1994 l'istituto US Navy's Naval Research Laboratory (NRL) iniziò uno studio completo su una nave della Marina militare esaminando i test per determinare i benefici ed inconvenienti di un uso

dell'approccio tridimensionale rispetto ai più tradizionali attacchi con getti pieni per estinguere un incendio di Classe 'A' crescente all'interno di uno spazio confinato di 73 m cubici. Il carico di combustibile comprendeva mangiatoie di legno e pannelli tutto iniziato da una pozza di n-Heptane. Ad offrire l'ulteriore realismo, fu messo tra le fonti di fuoco il punto d'entrata al compartimento incendiato. Questo costrinse il team d'attacco ad avanzare bene nel compartimento prima di colpire direttamente la base delle fiamme. Fu usata una tubazione da 38 mm con una portata di 360 litri/min per gli attacchi con getto nebulizzato e getto pino. Quando si utilizzò il getto d'acqua nebulizzata era fatto a piccoli 'impulsi' con un cono di applicazione di circa 60 gradi, diretto verso l'alto ad un angolo di 45 gradi da terra nelle spesse quantità di combustibile gassoso fiammeggiante. Dopo che la combustione gassosa era estinta, i pompieri avanzarono verso il fuoco per completare l'estinzione finale con un getto pieno. Le termocoppie registrate ai vari livelli di temperature in tutte le prove ed il totale uso dell'acqua furono notate. Divenne in modo chiaro che il modello tridimensionale dell'acqua nebulizzata era lontanamente più effettivo nel controllo delle condizioni ambientali - l'equilibrio termico, che rimase indisturbato e la produzione di vapore era minima. In paragone, agli attacchi con getti pieni hanno creato eccessive quantità di vapore, la disgregazione dell'equilibrio termale e scottature causate agli operatori alla lancia, costringendoli a ritirarsi dal compartimento in qualche occasione. La riduzione della temperatura nel compartimento era anche più rapida con la tattica dell'acqua nebulizzata ad impulsi. Il rapporto della Marina militare degli Stati Uniti conclude:

La strategia dell'attacco nebulizzato è il miglior metodo di mantenere un sicuro ed effettivo approccio al fuoco di un compartimento coinvolto quando l'accesso al fuoco non può essere guadagnato immediatamente.

Espansione del getto contro la teoria della contrazione dei gas

Spiegare la teoria, di un cono di nebbia di 60 gradi applicato ad un angolo di 45 gradi dal pavimento in una stanza media (circa 50 m cubici) conterrà approssimativamente 16 m cubici di gocce d'acqua. Un impulso di 1 secondo da una tubazione con una portata di 100 litri/min immetterà approssimativamente 1.6 litri di acqua nel cono. Allo scopo di chiarire, ci permetta questo suggerimento (vedi nota) una sola unità di aria scaldata a 538 °C pesa 0.45 kg ed occupa un volume di 1 m cubo. Questa 'unità' singola di aria è capace di far evaporare 0.1 kg (0.1 litri) d'acqua, che come vapore (generato a questa temperatura su di un fuoco tipico in un compartimento che confina con il flashover) occuperà 0.37 m cubici. Dovrebbe essere notato che un cono nebulizzato di 60 gradi, quando è applicato, occuperebbe lo spazio di 16 'unità' di aria a 538°C. Questo intende che 1.6 kg (16 kg x 0.1 kg), o 1.6 litri d'acqua possono essere evaporati - i.e. la quantità esatta che è immessa nel cono durante un singolo impulso di 1 secondo. Questa quantità è evaporata nei gas di combustione muri e soffitto, massimizzando l'effetto di raffreddamento dei gas in alto. Può essere visto che troppa acqua passerà attraverso i gas per evaporare, in quantità indesiderate di vapore come giunge sulle superfici calde all'interno del compartimento. Ricorrendo ai calcoli della Legge di Charles, siamo capaci di osservare come i gas di combustione sono stati raffreddati efficacemente, causandone la loro contrazione. Ogni 'unità' d'aria all'interno del cono è stata raffreddata ad approssimativamente 100°C ed è stato occupato da un volume di soli 0.45 m cubici. Questo provoca una riduzione del volume totale d'aria (all'interno dei confini dello spazio del cono) da 16 m cubici a 7.2 m cubici. Comunque, a questo noi dobbiamo aggiungere i 5.92 m cubici di vapore d'acqua (16 x 0.37) come è generato a 538°C all'interno dei gas. L'effetto drammatico ha creato una pressione negativa all'interno del compartimento riducendo il volume complessivo da 50 m cubici a 47.1 m cubici con un solo getto nebulizzato! Alcun afflusso d'aria che ha potuto avere luogo alla lancia sarà minimo (circa 0.9 m cubici) e la pressione negativa è mantenuta.

Nota : Il calcolo sopra fu corretto di conseguenza (2006) da French Fire Engineer Frank Gaviot Blanc e presentato nella configurazione seguente - www.flashover.fr

*The above calculation was corrected by Gaviot Blanc and presented in the following format - www.flashover.fr

Temperature in Gases °C	Flow rate liters/min	Spray volume cubic m	Water volume liters/s	Efficiency 100 %	Useful water At 100% eff	Volume of vapor cubic m	Gas Contract cubic m	Difference of volume cubic m
200	100	16	1.67	100.00	1.67	3.59	12.62	-9.03
300	100	16	1.67	100.00	1.67	4.35	10.42	-6.06
538	100	16	1.67	100.00	1.67	6.16	7.36	-1.20
600	100	16	1.67	100.00	1.67	6.63	6.84	-0.21
700	100	16	1.67	100.00	1.67	7.39	6.14	+1.25
800	100	16	1.67	100.00	1.67	8.15	5.56	+2.59
200	500	16	8.33	100.00	8.33	17.97	12.62	+5.35
300	500	16	8.33	100.00	8.33	21.76	10.42	+11.35
538	500	16	8.33	100.00	8.33	30.80	7.36	+23.44
600	500	16	8.33	100.00	8.33	33.15	6.84	+26.31
700	500	16	8.33	100.00	8.33	36.95	6.14	+30.81
800	500	16	8.33	100.00	8.33	40.75	5.56	+35.18

Temperature in Gases °C	Flow rate liters/min	Spray volume cubic m	Water volume liters/s	Efficiency 74%	Useful water At 100% eff	Volume of vapor cubic m	Gas Contract cubic m	Difference of volume cubic m
200	100	16	1.67	74.00	1.23	2.66	12.62	-9.96
300	100	16	1.67	74.00	1.23	3.22	10.42	-7.20
538	100	16	1.67	74.00	1.23	4.56	7.36	-2.80
600	100	16	1.67	74.00	1.23	4.91	6.84	-1.93
700	100	16	1.67	74.00	1.23	5.47	6.14	-0.67
800	100	16	1.67	74.00	1.23	6.03	5.56	+0.47
200	500	16	8.33	74.00	6.17	13.29	12.62	+0.68
300	500	16	8.33	74.00	6.17	16.10	10.42	+5.69
538	500	16	8.33	74.00	6.17	22.79	7.36	+15.43
600	500	16	8.33	74.00	6.17	24.53	6.84	+17.70
700	500	16	8.33	74.00	6.17	27.34	6.14	+21.21
800	500	16	8.33	74.00	6.17	30.15	5.56	+24.59

Fig. 9.5 - Il rapporto di espansione del vapore acqueo può opporsi alla contrazione negli strati dei gas di combustione appena sono raffreddati, come visto sopra nella colonna nove dove le figure positive rappresentano senza successo la tentata opposizione all'espansione del vapore dove l'espansione ha ecceduto la contrazione dei gas in questi esempi. Comunque, la figura negativa sopra questa colonna nove dimostra una riduzione effettiva in volume d'aria totale. Noti le differenze in efficienza in colonna cinque, dove il 100% d'efficienza (teorico) è comparato al 75% di barnett per una applicazione d'acqua nebulizzata. Cortesia di Frank Gaviot Blanc (France).

In queste nove colonne sopra diviene chiaro che l'applicazione con successo di un colpo d'acqua nebulizzata (piccole quantità di gocce di nebbia), nei gas di combustione super-riscaldate, può avere successo nel prevenire le inversioni termiche (il vapore cade al pavimento) così come elevando lo strato di fumo (espansione del vapore si oppone alla contrazione dei gas di combustione raffreddati). Questo concetto è applicato a tutte le portate (da 100 e 500 litri/min usato sopra) ma l'effettivo modello della lancia, la pressione alla lancia, e l'abilità dell'operatore sono tutti i fattori attinenti.

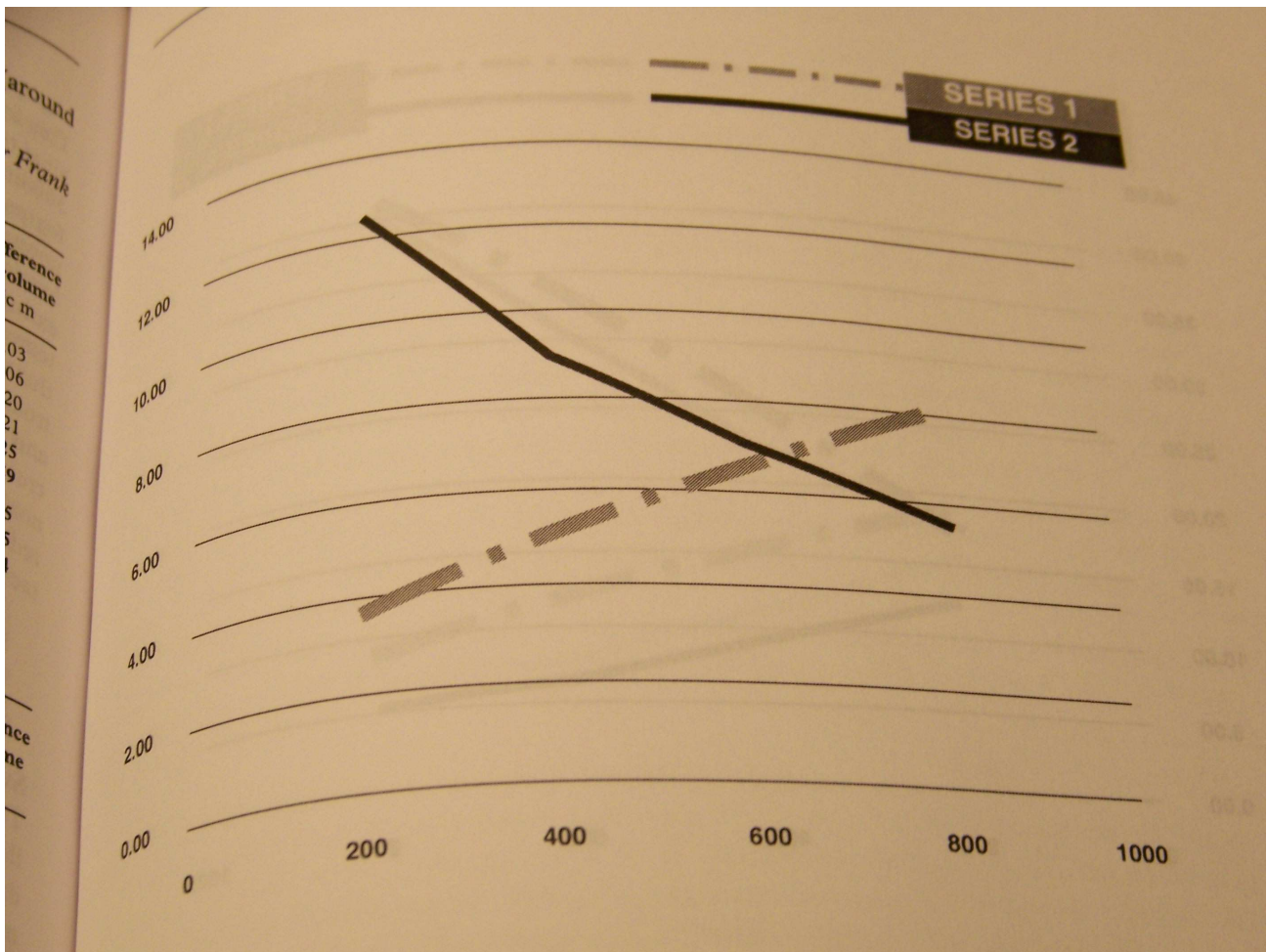


Fig.9.6- A 100 litri/min e al 100% d'efficienza si è visto l'equilibrio termico è bilanciato e mantenuto alla temperatura di 600°C al soffitto dove, come le linee si attraversano, l'equilibrio termico si è rotto da un'eccessiva espansione del vapore acqueo. (La linea di contrazione dei gas di combustione corre da sopra a sinistra della cima del grafico mentre la linea dell'espansione del vapore acqueo va dal fondo via di tabella). La temperatura in °Celsius scorre lungo l'asse in fondo e il volume in metri cubici scorre a sinistra dell'asse.

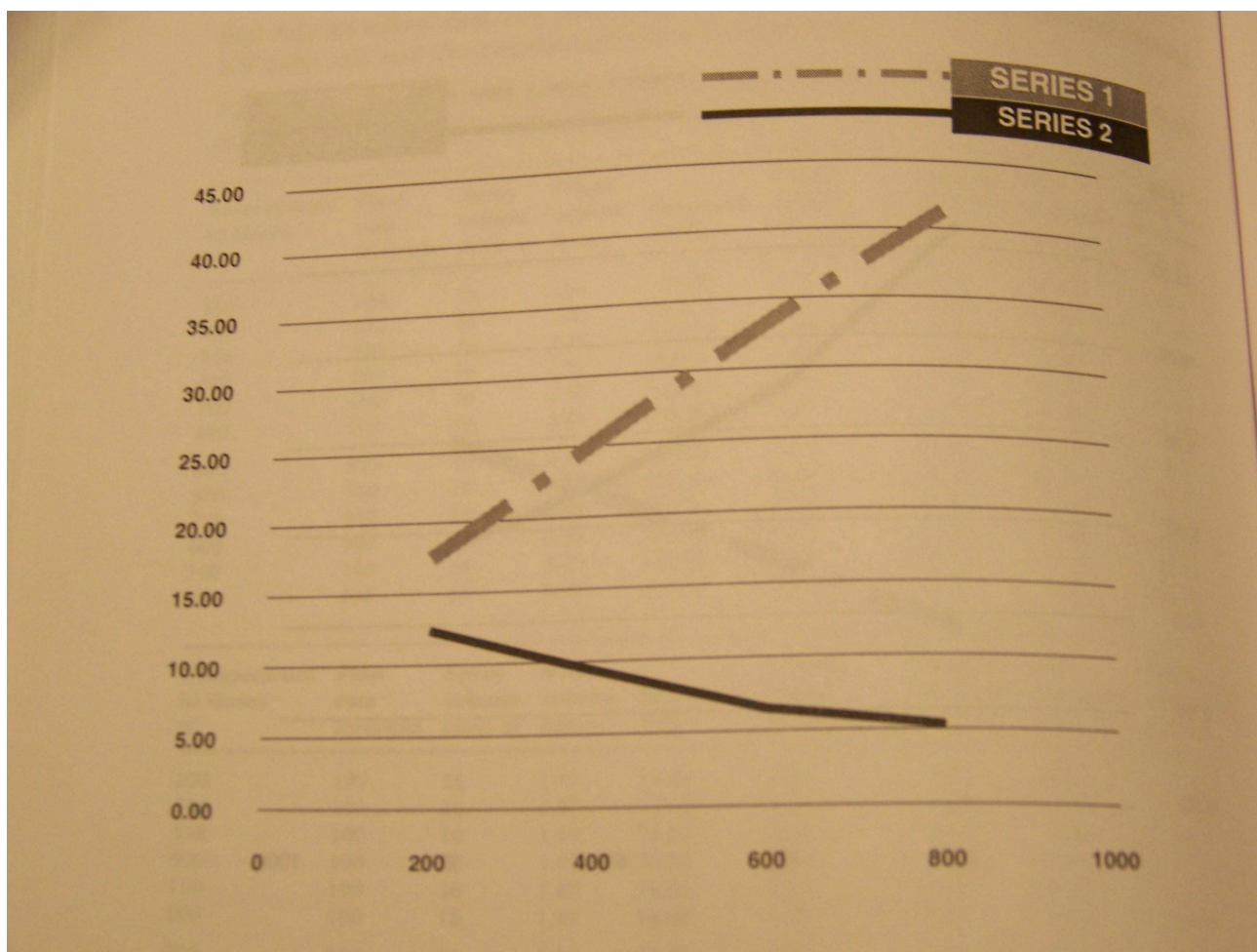


Fig. 9.7 - A 500 litri/min e 100% d'efficienza si è visto che l'equilibrio termico si è rotto da un getto con eccessiva produzione di vapore acqueo, dove le linee dell'espansione del vapore (in cima) e contrazione dei gas di combustione (in fondo) si sono tutte e due già attraversate.

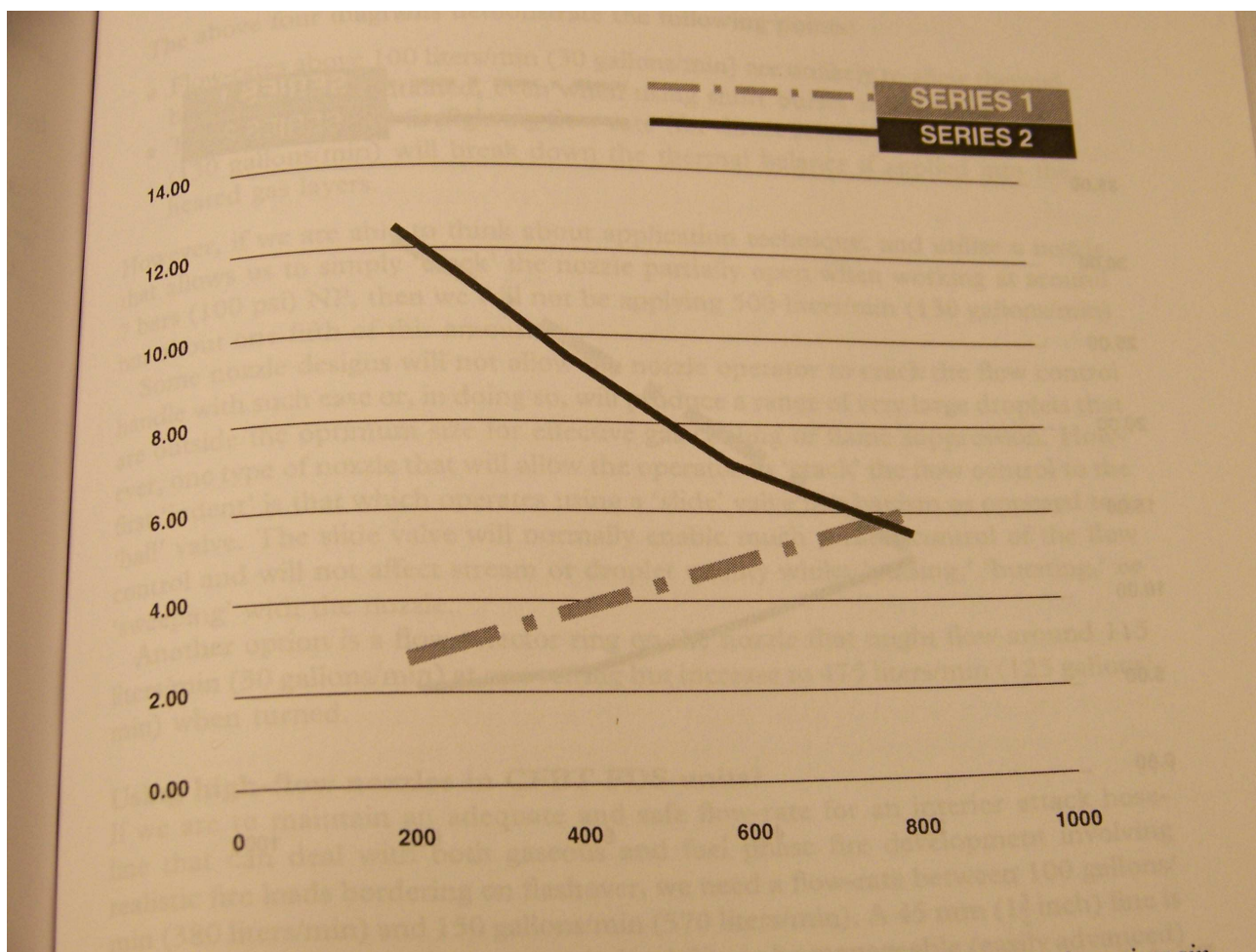


Fig. 9.8 - A 100 litri/min e 74% d'efficienza si è visto che equilibrio termico è bilanciato e mantenuto a temperature di circa 750°C al soffitto, come le linee si attraversano, l'equilibrio termico si rompe da un'eccessiva acqua con una produzione di vapore espanso. (Le linee di contrazione dei gas di combustione vanno dalla cima della tabella mentre la linea del espansione del vapore acqueo va via dalla tabella). La temperatura in ° Celsius corre lungo il fondo del grafico nell'asse più in basso ed il volume in metri cubici corre in su nell'asse di lato a sinistra.

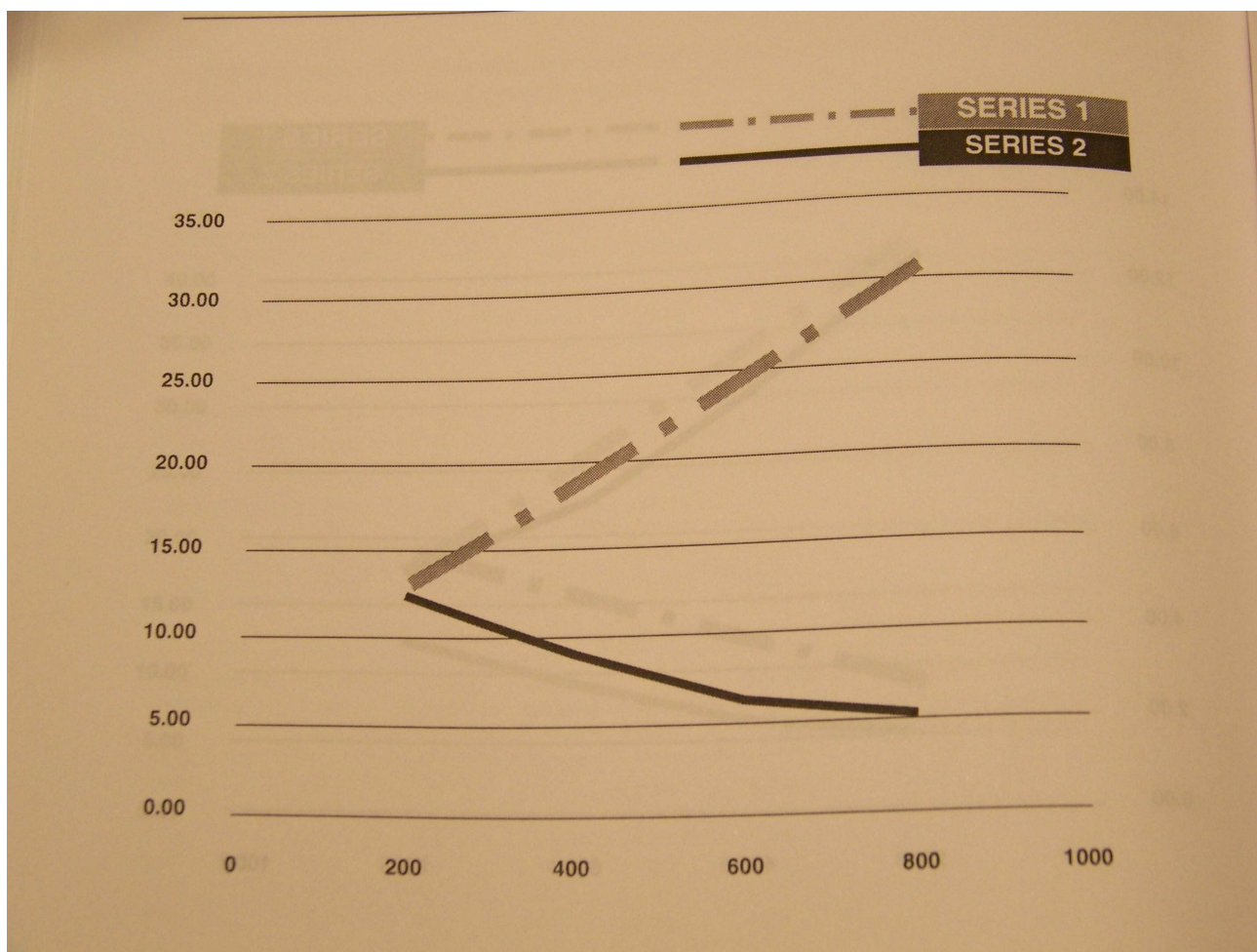


Fig. 9.9 - A 500 litri/min ed il 74% d'efficienza si è visto che l'equilibrio termico si è rotto da un getto eccessivo con espansione del vapore acqueo, dove le linee dell'espansione del vapore acqueo (in cima) e la linea della contrazione dei gas di combustione (in fondo) si sono già attraversate.

I quattro diagrammi sopra dimostrano i seguenti punti:

- Le portate di flusso sopra i 100 litri/min (30 galloni/min) è improbabile che permettano di mantenere un equilibrio termico, anche quando si usano brevi colpi della lancia.
- La portata di flusso antincendio più pratica (per l'attacco diretto) è di 500 litri/min (130 galloni/min) che romperà l'equilibrio termico se è applicato negli strati dei gas di combustione.

Comunque, se noi pensiamo alla tecnica applicativa, ed utilizziamo la lancia aperta solo in parte cioè una piccola 'fessura' su di una lancia che lavora a circa 7 bar (100 psi) NP, noi non applicheremo 500 litri/min (130 galloni/min) ma approssimativamente uno quinto di questa quantità. I tipi di lance che non permettono all'operatore di poter aprire soltanto una piccola fessura per controllare il flusso con agevolezza, produrranno una serie di gocce molto grandi che sono fuori della dimensione ottimale per il raffreddamento effettivo dei gas di combustione e della fiamma in sospensione. Comunque, un tipo di lancia che permetterà all'operatore 'la fessura' cioè il controllo del flusso al primo 'ordine' che si aziona usando una 'slide' come meccanismo di valvola opposto alla valvola a 'sfera'. La valvola a slide darà un maggior controllo della portata di flusso e non un effetto a getto o una qualità di gocce quando si 'pulsava', o si fanno i 'colpi' con la lancia. Un'altra scelta è la lancia con l'anello selettore di portata di flusso che andrebbe da circa 115 litri/min (30 galloni/min) a 425 litri/min (125 galloni/min) quando si ruota.

Uso delle lance ad alto flusso in CFBT nelle unità FDS?

Se noi siamo in grado di mantenere una adeguata e sicura portata di flusso su una tubazione d'attacco interna che possa trattare con ambo i combustibili sia fase gas che fase solida in un fuoco in sviluppo e che comporta un carico d'incendio realistico e che confina col flashover, abbiamo bisogno di una portata di flusso tra 100 galloni/min (380 litri/min) e 150 galloni/min (570 litri/min). Una linea da 45 mm (1 3/4 pollici) è generalmente ottimale per tale scopo nella sua abilità di essere maneggevole (avanza facilmente) per i pompieri, mentre lavora a pressioni ragionevoli che prevengono eccessive reazioni della lancia ed attorcigliamenti. Le tubazioni da 51 mm (2 pollici) o 65 mm (2 1/2 pollici) d'attacco interne sono anch'esse una buona scelta, in particolare per incendi di centri commerciali/industriali o su un piano di un edificio molto alto (high-rise) coinvolto. Queste tubazioni o linee offrono meno perdite di carico e alte portate di flusso dove il carico d'incendio di un compartimento è moderato, dove il vento esteriore sta ventilando il fuoco, o dove membri strutturali sono stati coinvolti. Ma tali portate di flusso migliorano o impediscono i concetti di addestramento CFBT? È chiaro che questi concetti hanno bisogno di 'veri' incendi e noi dovremmo addestrare nei container ISO come se noi stassimo affrontando un 'vero' incendio, è corretto? Comunque, è un fatto che la maggior parte degli istruttori ed i programmi di CFBT preferiscono usare portate di flusso di 100 litri/min (30 galloni/min) massimo nelle unità di FDS per le ragioni discusse nella prima parte di questo capitolo. Negli Stati Uniti, l'istruttore di CFBT Battalion Chief Ed Hartin ha insegnato i metodi di Rosander/Giselsson nel controllo del fuoco per molti anni ed i suoi pompieri, entrano regolarmente nel simulatore di addestramento (FDS) dotati di una portata di flusso di 500 litri/min (130 galloni/min) alla lancia a valvola slide/scorrevole. Essi hanno adattato le loro tecniche di lancia per lavorare con queste alte portate di flusso nei simulatori e, come affermato, che all'atto di aprire, il controllo del flusso al 20% di apertura (al primo ordine) assicura le risposte d'acqua controllata e non eccessiva.

Le origini delle tecniche di Rosander/Giselsson ottimizzarono l'uso dell'acqua ed insegnarono le tecniche nelle unità FDS Svedese e Finlandesi nel 1980 usando una lancia (TA Fogfighter) che fluiva di una portata tra i 100 e 350 litri/min, con la funzione del flusso controllato come la lancia a 'valvola

slide'. Negli Stati Uniti il disegno della lancia a valvola slide è comune nella serie di lance delle Task Force Tips (TFT).

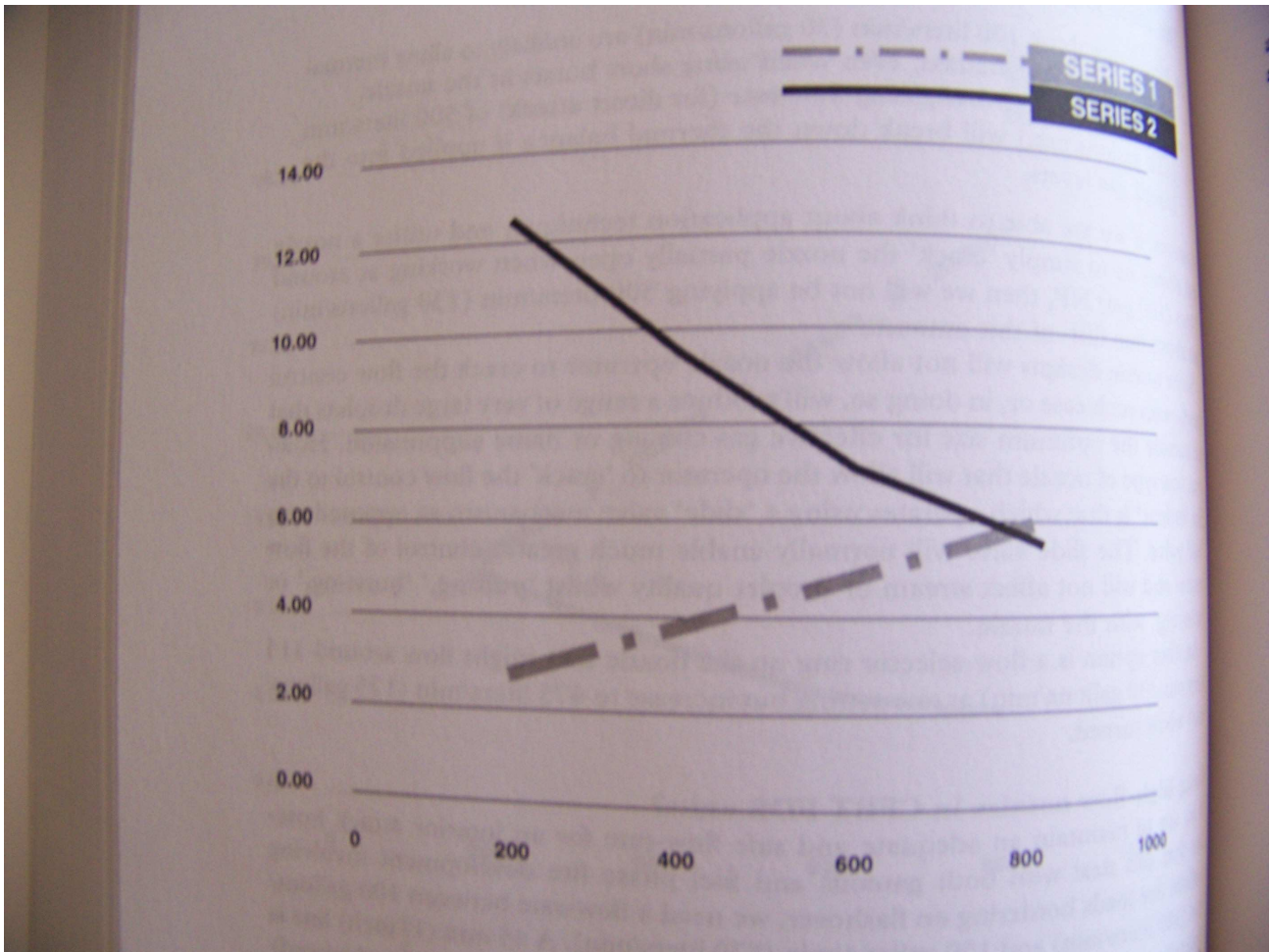


Fig. 9.10- Fico. 9.10 - Una lancia da 500 litri/min, con valvola a slide incorporata nella lancia, con una pressione alla lancia di 7 bar (100 psi) alla prima apertura. La portata di flusso attuale applicata sopra nei gas di combustione e ridotta a circa il 20% della lancia completamente aperta è capace di mantenere l'equilibrio termico a una temperatura di 750°C al soffitto, dove l'espansione del vapore acqueo si oppone alla contrazione dei gas di combustione raffreddandoli. Comunque, l'alta portata di flusso di 500 litri/min (130 galloni/min) rimane disponibile alla lancia per un attacco interno ed aggressivo puntato alla base del combustibile (attacco diretto). Basato sul rapporto d'efficienza al 74% nel modello nebulizzato di Barnett (al 100% nel modello nebulizzato il limite di equilibrio termico è incontrato a circa 600 °C al soffitto). (La linea di contrazione dei gas di combustione va dalla cima in giù mentre la linea dell'espansione del vapore va dal basso in su'). La temperatura in °Celsius funziona lungo l'asse più basso ed il volume in metri cubici nel lato a sinistra.

9.6 TECNICHE DI LANCIA

Ci sono parecchie tecniche di lancia che possono essere presentate attraverso il CFBT, che puntano al trattamento dei gas di combustione. Queste possono essere descritte nel modo seguente:

1. **'Pulsing' or 'spotting'** ('Pulsazioni' o 'chiazze') (anche noto come 'hole-punching' - 'buco-foratura'), è applicato brevemente (mezzo secondo) a colpi di gocce d'acqua (waterfog - acqua nebulizzata) e diretto negli strati spessi dei gas di combustione per "raffreddare i gas super - caldi ed il fumo. Qualche volta, è l'obiettivo, piccoli colpi nello strato di fumo con acqua nebulizzata. Questa applicazione generalmente è fatta per raffreddare i gas di combustione senza sconvolgere l'equilibrio termico, tenendo il fumo lontano dal pavimento. Dove si applica con la lingua di fiamma vicino al soffitto si indica l'assalto al 'rollover', l'applicazione di una serie di brevi 'impulsi' può essere abbastanza per compensare ulteriormente ogni sviluppo nei gas di combustione. Comunque questo effetto durerà solamente qualche secondo, ed un'ulteriore azione di pulsazione o un più lungo 'colpo' d'acqua - nebulizzata può essercene bisogno 'burst' o 'sweeps'. La riuscita della 'pulsazione' come tattica effettiva dipende dallo stato di sviluppo del fuoco, l'estensione ed il carico d'incendio e la geometria del compartimento, l'ubicazione del fuoco e la quantità di calore o la fiamma nel gas combustibile sopra la testa.
2. **'Bursts' or 'sweeps'** ('Colpo' o 'spazzate') sono scoppi più lunghi con la lancia, da circa due a quattro secondi, o movimenti simili a spazzate della lancia che possono applicare un grande numero di gocce nei gas spessi di combustione per trattare la fase gassosa con fiamma, o per un pre - raffreddare i gas prima dell'accensione in una larga area. Questo effetto è più probabile che disgreghi l'equilibrio termico, crei vapore acqueo eccessivo, e guidi i fumi nella parte bassa della stanza. Comunque, è ancora possibile mantenere il controllo delle condizioni interne e dove c'è portata di flusso adeguato nel modello nebulizzato, una buona quantità di gas infiammati può essere respinta indietro. Un tipo di incendio, dove può avere successo questa particolare risposta è sulle scale. Come la lancia avanzata sui gradini, ogni eccessiva acqua evaporata da ogni breve pulsazione o un lungo scoppio di gocce d'acqua sarà portato verso l'alto dal flusso d'aria, offrendo anche un più elevato effetto di raffreddamento. Il ritorno indietro è abbastanza drammatico ed spesso si realizza un'ascesa rapida. In questo caso è essenziale che una seconda tubazione segue la prima linea per assicurare che ogni potenziale re-ignizione che accade dietro l'avanzamento rapido della prima linea d'attacco sia negato.
3. **Over-pressure/under-pressure** (Sovra -pressione / sotto-pressione) si riferisce a l'uso del flusso d'aria o alla gravità corrente, dove i flussi d'aria sotto l'NPP natural pressure plan (piano di pressione neutrale o piano neutro) corrono verso il fuoco, mentre la fase gassosa di combustione in fiamme corre via da un'apertura (la quale può essere anche dietro all'avanzamento dei pompieri). L'obiettivo qui è dare un colpo corto di gocce d'acqua nello spesso strato di gas di combustione e poi dirigere la lancia in giù ed applicare un secondo colpo corto (sotto l'NPP), puntato il getto di gocce nel flusso d'aria che corre verso il fuoco. Dove questo processo è applicato al rovescio, un colpo iniziale nebulizzato puntato dritto al fuoco (sotto l'NPP), senza precedere ad alcun getto nebulizzato nei gas di combustione, può causare un 'un'espansione del vapore acqueo' che incrementerà le fiamme sopra la sua testa e le spedirà proprio nella sua direzione.
- **Lo 'shark'** ('squalo'). Un recente modo applicativo insegnato in Svezia (e.g. Gothenburg) e chiamato 'Shark'. L'applicazione promuove l'opposizione del metodo descritto sopra 'sovra pressione/sotto pressione'. È menzionato qui puramente perché è insegnato ed è in uso dal 2007

in Svezia. Usando una lancia TA Fogfighter, con una portata di flusso che va da 100 litri/min a 300 litri/min in un movimento a spazzata vasto ed intenso della lancia a guidare, che nessun gas di combustione vada sopra o dietro gli operatore alla lancia.

1. Getto della lancia posizionato su pieno.
2. Apertura della lancia, ma non completamente, ed attaccare il cuore del fuoco.
3. Aumento dell'apertura della lancia (la portata), e cominciare a girare la punta della lancia per andare su getto nebulizzato. Durante questo, trasportare la lancia verso il soffitto, tutto in un moto vasto.
4. Appena la lancia si porta verso il soffitto, aprire la lancia al massimo della portata di flusso con una protezione di acqua nebulizzata e poi chiude sul combustibile e si chiude la lancia.

L'autore non ha usato questa applicazione della lancia nei veri incendi, o in scenari di addestramento outside, e non può attestare la loro efficienza. Senza dubbio abbiamo che lo strato termico si disgrega appena l'espansione del vapore acqueo sia eccessivo e i gas di combustione si muoveranno intorno al compartimento.

- **Pencilling.** Il termine 'pencilling' si riferisce a colpi di getto pieno o getti stretti nebulizzati, spesso applicati dall'ingresso, si colpisce con un piccolo 'getto' d'acqua la superficie che brucia in un tentativo di controllare e di sopprimere le fiamme. Questa applicazione è spesso utile nel mantenere la visibilità appena la fonte del combustibile è vicina e si colpisce la base del fuoco, in modo da controllarlo, o da un accesso remoto del compartimento o da una finestra adiacente. Questo termine (pencilling) è usato in un modo diverso negli Stati Uniti, dove getti pieni sono applicati con colpi corti nei gas sopra. Questo ha lo stesso effetto di un getto nebulizzato stretto nel raffreddare i gas di combustione, anche se il rischio di inversioni termiche sono molto più probabili quando si usano getti pieni, comparati con gli getti d'acqua nebulizzata a colpi.
- **Painting** (tinteggiata). Questo termine si riferisce al raffreddamento del muro e soffitto, mentre si usa un getto nebulizzato stretto o un getto pieno, in un tentativo di raffreddare i solidi coinvolti che possono irradiare scaldano nuovamente i gas di combustione. L'effetto conosciuto come **'hot-wall'** (muro-caldo) accade dove confini del compartimento trattengono il calore o lo respingono indietro. Questo ha l'effetto di irradiare con enormi quantità di calore i gas di combustione e può condurre ad un'auto-ignizioni dei gas. Evitare questa situazione, dove le superfici e i confini del compartimento si comportano in questo modo come trattenitori di calore o isolatori, un getto di raffreddamento può essere il 'painted' (tinteggiare) sulle superfici per far uscire fuori il calore.
- **Straight-stream attacco diretto** (getto pieno). Quando un fuoco rimane non protetto (a vista) e è accessibile con un getto pieno, l'attacco diretto ha la capacità di penetrare il fuoco alla fase combustibile (sulla superficie e sotto la superficie che brucia) e realizza una grande quantità di raffreddamento alla base del combustibile. Questo approccio con un flusso continuo d'attacco con un getto pieno sul fuoco è, tradizionalmente, la forma più comune di attacco sul fuoco. In situazioni dove la portata di flusso alta è il requisito per superare l'intensità di energia liberata (calore rilasciato) l'attacco diretto è l'unico metodo per realizzare la soppressione effettiva e qualche volta per un rapido abbassamento delle fiamme.
- **Indirect attack** (Attacco indiretto). Questo approccio era molto popolare negli anni cinquanta come un metodo primario per realizzare un abbassamento rapido del fuoco. L'applicazione di acqua nebulizzata, rotante o 'turbine' intorno al compartimento incendiato, realizzando l'espansione di una massa d'acqua in vapore appena le gocce entrano in contatto con le superfici calde. Il meccanismo primario dell'estinzione del fuoco è il dislocamento dell'ossigeno e la

tecnica è applicata da una posizione esteriore, generalmente, attraverso una finestra. Come le tecniche che generalmente contano su piccole quantità d'acqua, rispetto agli altri metodi, era un metodo popolare d'attacco dove le risorse idriche erano limitate. Questo metodo qualche volta si usa per trattare con situazioni dove i compartimenti dimostrano gli avvertimenti di backdraft.

9.7 ONE-SEVEN COMPRESSED AIR FOAM

Nel libro 3D Firefighting spieghiamo come il CAFS (Compressed Air Foam Systems -Sistemi di Schiuma ad Aria Compressa) era stato soggetto ad un severo collaudo di ricerche, contro ambo i tipi di incendio in compartimento e non, in molti paesi. La ricerca dimostrò, in termini larghi, che il CAFS era superiore all'acqua in molti scenari di prova. Comunque, le schiume per incendi di Classe A (senza aria compressa) nelle prove erano più effettive dell'acqua e possibilmente più economiche del CAFS nel loro potenziale per trattare con gli incendi di stanza e incendi di struttura della fase combustibile (attacco diretto).

Il libro descrisse anche una serie di prove intrapresa dal East Sussex Fire and Rescue Authority nel Regno Unito dove il CAFS era stato progettato per sostenere i concetti di lancia 'pulsing' e 'bursting' che poco (o nessuno) dei sistemi aveva gestito e realizzato. Se il CAFS fosse usato per una tubazioni d'attacco interna nel Regno Unito, era poi importante avere anche un sistema con funzione di controllo che ha permesso il 'CAFS' per trattare efficacemente contro la fase gassosa in un incendio di struttura. L'unico sistema per maneggiare questo insieme era il sistema prodotto dalla Gimaex-Schmitz, chiamato One-Seven CFS.

I test di ricerca nel Regno Unito compararono il sistema One-Seven con acqua in due differenti unità FDS:

- **Scenari d'attacco 2** è un'evoluzione di addestramento che insegna ai pompieri ad entrare ed avanzare (ed indietreggiare sotto controllo) una tubazione lungo un corridoio con severe condizioni di rollover in progresso.
- **Unità Tattica.** In questa situazione un'unità di addestramento tattico è usata per simulare un'entrata in un severo incendio di cantina.

In ambo le prove le temperatura a più altezze nell'FDS erano state registrate e c'era una divisione chiara tra la semplice applicazione dell'acqua quando veniva comparata con i risultati ottenuti utilizzando il One-Seven CFS. Il sistema a schiuma dimostrò l'abilità nell'impressionante raffreddamento quando si applicava nei gas di combustione con molti getti. Questo rimarcava la straordinaria copertura dal ritorno indietro dei gas di combustione ed il facile mantenimento dell'equilibrio termico. Il vapore acqueo prodotto dal sistema a schiuma era apparso lontanamente meno ovvio che quando fu usata l'acqua, e gli operatori alla lancia erano capaci avanzare con meno lavoro alla lancia quando usavano la schiuma, comparata con l'acqua. Le ricerche precedenti avevano elevato un problema con le eccessive quantità di vapore acqueo prodotti dal CAFS quando era applicato con flussi continui in attacchi diretti, ma questo non era certamente il caso quando si usava il sistema One-Seven CFS, dove nella struttura si riduceva, al quanto riferito, questo rischio. Nell'unità tattica i pompieri non erano capaci di guadagnare l'entrata al fuoco di cantina usando l'acqua, ma con il sistema di schiuma One-Seven si creò un ambiente più comodo per scendere, dove poi erano capaci di entrare e realizzare a pieno l'estinzione del fuoco. In conclusione, la schiuma era più effettiva sul fuoco visibile e sulle temperature al soffitto, e molto più facile che lavorare con l'acqua. Questo particolare sistema a schiuma ora è in uso operativo nel Regno Unito (East Sussex) ed è anche sotto prove estese sul campo nella città di Phoenix, Stati Uniti. Il Phoenix Fire Department spedì molti istruttori all' East Sussex Fire and Rescue nel Regno

Unito per imparare come azionare il sistema, ed osservare le tattiche antincendio interne che sono usate per applicare la schiuma negli strati dei gas di combustione per prevenire il flashover. Come questo libro va in stampa c'è un notevole progetto di ricerca consolidato in Europa ed in preparazione in Francia, intitolato PROMESSIS che sta esaminando e sta comparando molti e diversi sistemi antincendi, incluso i sistemi con l'acqua l'alta-pressione e bassa pressione ed i vari CAFS *contro gli strati caldi dei gas di combustione*. I risultati di questa ricerca (insieme a dettagli di altre indagini sul CAFS) posso essere visti sul sito web dell'autore ([www. Firetactics.com/CAFS.hatm](http://www.Firetactics.com/CAFS.hatm)) ed Euro-firefighter.com. come ogni altro sistema, si assicuri di valutare completamente i potenziali per il fallimento, così come per i benefici che possono essere realizzati.

9.8 SISTEMI AD ACQUA NEBULIZZATA

Nel libro *3D Firefighting*, gli autori esplorarono le soluzioni tattiche offerte da vari sistemi ad acqua nebulizzata ed piercing nozzle (lance penetranti). C'è un vecchio concetto di adattare 4WD mini pompe, o motociclette, attrezzate con piccoli serbatoi d'acqua ed un sistema di acqua nebulizzata. Questa risposta-rapida di unità d'attacco veloci, spesso sono usate in aree di interno città per spegnere piccoli cumoli di spazzatura o incendi di cassonetti in aree di accesso difficile. L'idea di usare questa attrezzatura in un incendio di struttura è limitato ad un attacco primario e sotto il più severo dei protocolli. In primo luogo, la sicurezza nell'aprire una porta, dove si sospetta che dietro ci sia un fuoco, deve si deve essere equipaggiato con un minimo di portata di flusso 'sicuro', pieno PPE e SCBA ed appoggiato da un partner ed una squadra sulla scena. Da questa posizione dovrebbe iniziare un concetto di *procedura di entrata dalla porta*. Comunque, tale attrezzatura può essere usata con grande effetto come supplemento di linee d'attacco interne, per esempio in un incendio di un attico con locali vuoti. In questi casi una lancia penetrante potrebbe essere molto effettiva anche se può, in alcune situazioni, 'spingere' ulteriormente il fuoco lungo i locali vuoti ed attici. L'uso della termocamera deve essere sempre di supporto tattico dove è vitale.

C'è uno cannone portatile super nebulizzato che può essere portato in una struttura da un membro della risposta primaria. Gli **IFEX** sparano a 360 psi di aria compressa circa 0.05 galloni d'acqua in un colpo in 20 millisecondi. Con una velocità di 250 mph nebulizzando le gocce a 200-micron a colpo gettandole ad una distanza di 45 ft dalla lancia, queste unità portabili sono capaci di realizzare una rapida (ma provvisoria) copertura da un incendio che rilascia una energia di approssimativamente 2 MW.

Questa particolare opzione patisce una dilazione di tempo di tre a quattro secondi durante ogni ricarica dell'aria compressa che spara fuori la nebbia durante questo tempo non c'è nessun scarico di acqua disponibile. Dove tale attrezzatura è usata, ci devono essere protocolli chiari e severi documenti, in modo dettagliato delle limitazioni tattiche :

- Solo per uso su incendi esteriori dove è difficile l'accesso od approvvigionamenti d'acqua sono estremamente limitati.
- Può essere usato come un agente di soppressione primario dove una squadra è inviata in un grande struttura per localizzare un piccolo incendio riportato il quale non è visibile dall'esterno.
- Nel fare questo, i pompieri **non dovrebbero aprire porte** dove sospettano che localizzato dietro ci sia un incendio, a meno che come parte di una 'sicura' azione di ricognizione (leggi sopra).

- Dove un fuoco è sospettato dietro una porta, senta il calore sulla porta usando il dorso della mano, cominciando dalla metà verso l'alto.
- Tenti di dare un'occhiata attraverso un vetro resistente al fuoco se questo esiste sopra o di lato della porta.
- Osservi gli orli della porta per segnali di fumo.
- Se la porta è tiepida o calda non dovrebbe essere aperta fino a che il minimo di portata di flusso sia disponibile e che i pompieri siano dotati PPE/SCBA e sono incaricati da parte di una squadra antincendio.
- Se la porta è fresca ma c'è fumo all'apertura, legga le condizioni del fumo (densità, volume, velocità ed colore) e segua le basi dell'SCBA (Controllo del BA) e protocolli di attacco al fuoco, o chiude la porta. Può essere solo un fuoco in sviluppo incipiente quindi legga quello che il fumo sta dicendogli.
- Dove ci sono occupanti 'noti' intrappolati oltre questa porta, segua i protocolli '**Snatch Rescue (Afferrato e Salvato)**' (vedi Capitolo Tre).
- Pompieri non dovrebbero essere impiegati in nessuna situazione di lavoro antincendio nota senza la portata di flusso minima, PPE/SCBA o senza un partner.

Comunque, ci possono essere occasioni dove una squadra in ricognizione inciampa su un piccolo incendio di una dimensione maneggevole, dentro una grande struttura, durante i gli sforzi per localizzare il fuoco. Dove l'incendio è visibile, facilmente accessibile, ed è ancora all'interno della capacità dell'attrezzatura disponibile, un tentativo di sopprimere del tale fuoco è logico prima che progredisca e vada fuori controllo, **dove non si corra necessariamente alcun rischio**. Può essere molto più sicuro di prendere subito tale incendio che ritirarsi e poi ri-entrare nuovamente nello scomparto pieno di fumo con uno sviluppo rapido del fuoco all'interno.

9.9 SIMULATORE DELLO SVILUPPO DEL FUOCO – IL DIMOSTRATORE

Nel 2007, si usarono i container più comuni in commercio internazionale (basato su ISO Standard 668) fatti di acciaio, e sono da 20 ft (6 m) e da 40 ft (12 m), con delle unità di 48 ft. L'altezza esteriore del container è tipica 8 ft 6 pollici (2.4 m).

I così chiamati high - cube (alto-cubo) container sono di 9 ft 6 pollici (2.9 m). L'ampiezza è standard dei container usati in commercio internazionale e sono da 8 ft (96 pollici o 2.4 m) e così definiti container nazionali, usati solamente per il trasporto di terra (ferroviario o stradale) è di 53 ft di lunghezza e 102 pollici da larghezza, 6 pollici più largo che i container ISO standard. Questi container nazionali sono costruiti in standard leggeri, essi non sono disegnati per l'esposizione al elementi come il mare su di una nave. In Europa era in preparazione un container di nuova ampiezza di 102 pollici (8.5 ft o 2.6 m); questi container sarebbero classificati come appartenenti agli ISO *Standard 02*.

Queste unità possono essere poi adattate ulteriormente per il CFBT con operazioni interne ed esterne con ventilazione sul tetto o sul muro; con materiale solido o a prova di fuoco sul soffitto per formare un serbatoio per raccogliere il fumo; l'interno isolato; protezione della camera di combustione; sistemi di protezione sul pavimento, e delle porte supplementari per via di fuga ecc. Le maggiori unità FDS di base che si usano per impartire l'addestramento CFBT introduttivo sono chiamati 'il Dimostratore'. Il disegno varia ma consiste di un 20 ft (6 m) di container che qualche volta ha una camera di combustione rialzata alla fine. L'alzata del camera di combustione serve per proteggere i pompieri da una grande estensione dal calore del fronte radiante. Dove una camera di combustione non è fatta, la

posizioni dei pompieri normalmente sarà localizzato ulteriore indietro nel container, fuori alla fine. L'unità avrà idealmente un serbatoio dove il fumo infiammabile ed i prodotti di combustione della camera di combustione si raccolgono a livello del soffitto. Questo serbatoio è formato entro un 1 - metro (3 ft) dal soffitto dell'unità lungo il container. Questa è l'area generalmente dove la maggioranza delle ignizioni dei gas di combustione accade sopra la testa e dove le tecniche di lancia sono praticate.

Gli obiettivi dell'addestramento nell'unità il 'Dimostratore' sono:

- Per gli studenti ad occupare l'unità prima che accada l'ignizione;
- Per vedere la crescita del fuoco e lo sviluppo da uno stato incipiente;
- Per osservare il comportamento pratico del fuoco e comparare con la teoria appresa;
- Per osservare il processo di pirolisi;
- Per osservare la formazione e l'effetto dei flussi d'aria;
- Per apprendere una comprensione di gestione del flusso d'aria;
- Per capire i concetti di base come l' NPP ed sopra/sotto pressione;
- Per sperimentare calore radiante in condizioni controllate e sicure;
- Per sperimentare la visibilità limitata in un incendio di un compartimento confinato;
- Per sperimentare i concetti di base associati alla ventilazione verticale;
- Per osservare le correnti di convezione;
- Per osservare i vari segnali di avvertimento del flashover;
- Per osservare le varie ignizioni dei gas di combustione inclusa l'auto ignizione;
- Per praticare le varie tecniche di lancia preventiva, controllo e soppressione della combustione della fase gassosa;
- Per praticare procedure di comunicazione di base sotto le condizioni di fuoco vere dove vitale.

Un istruttore di CFBT imparerà a curare e gestire l'evoluzione dell'addestramento nell'unità FDS il Dimostratore, in ordine: assicurarsi la sicurezza degli studenti sempre; guidare lo studente attraverso il processo di apprendimento; accentuare tutti i punti di apprendimento; assicurarsi la sicura rotazione delle squadre (spiegare e praticare la rotazione prima di cominciare l'addestramento); assicurarsi che le tecniche di lancia siano corrette, e, più importante, si assicurarsi che ciascun studente guadagni dall'esperienza di tutti gli altri. Tale processo comincia con un pre- planning, riassumendo tutti gli obiettivi dell'addestramento e la loro comprensione, prima che l'addestramento cominci.

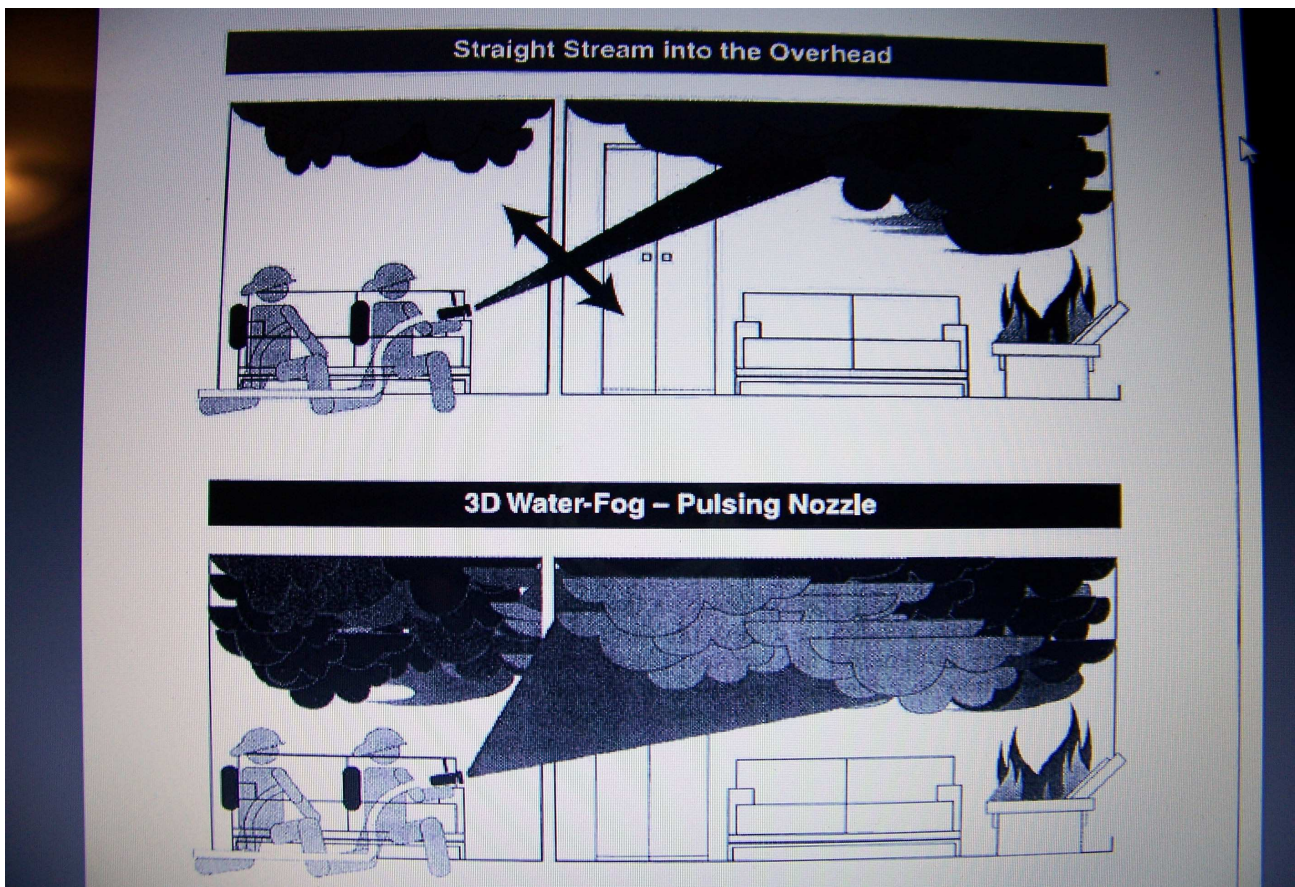
9.10 SIMULATORE DELLO SVILUPPO DEL FUOCO - UNITA' D'ATTACCO

L'unità FDS 'attacco' è un container lungo normalmente 40 pollici (12 m) il quale è usato per insegnare ai pompieri ad entrare (usando la procedura d'entrata dalla porta) ed avanzare (e ritirarsi sotto controllo) con una tubazione lungo un corridoio con severe condizioni di rollover in progresso. Questa evoluzione offre una naturale progressione e un severo test che è alla base dell'unità il Dimostratore. Il fuoco è acceso mentre gli studenti sono fuori e gli istruttori di CFBT esamineranno il 'set' di condizioni nell'unità, usando la botola sul tetto e la porta per la ventilazione per abilitare il fuoco nella camera di combustione al fine di sviluppare un fronte di fiamma sul soffitto e un ragionevole strato di fumi al pavimento.

Gli obiettivi di addestramento nell'unità di 'Attacco' sono:

- Per praticare la procedura di entrata dalla porta ad un compartimento coinvolto;
- Per leggere le condizioni del fumo durante il processo di entrata dalla porta;
- Per osservare e controllare la formazione e la velocità del flusso d'aria;
- Per imparare come influenzare l'altezza dello strato di fumo;
- Per praticare le tecniche sotto pressione di soppressione;
- Per far avanzare una tubazione d'attacco primaria, con squadre di due o tre persone di pochi metri nell'unità ad un punto dove nessuna combustione gassosa sopra la testa possa andare dietro l'operatore alla lancia;
- La linea poi indietreggia sotto controllo, indietro fuori dal compartimento che è chiuso attendendo l'entrata della prossima squadra;
- Quando gli studenti divengono più esperti e fiduciosi, permetti loro ad avanzare ulteriormente lungo l'unità FDS, verso la camera di combustione, trattando con la fase gassosa di combustione sopra ed avanzando fino alla fuoco della fase solida di combustione.
- Questa è un'evoluzione che conta fortemente sull'accertamento del rischio effettivo e le adeguate misure di sicurezza, così come l'abilità degli studenti.

Alcune unità di 'attacco' sono disegnate e costruite in una forma ad L o qualche volta in una forma T per offrire la più grande flessibilità nel range di 'attacco' e opzioni di addestramento che possono essere conseguite.



9.11 SIMULATORE DELLO SVILUPPO DEL FUOCO - UNITA' FINESTRA

L'unità 'finestra' è un container ISO più corto di circa 16 ft (5 m) in lunghezza. Esse sono chiamate le unità 'finestra' perché qualcuno era dotato di una finestra per osservare dall'esterno le ignizioni dei gas di combustione interne. Esse possono anche essere adattate con porte al lato che possono permettere ambo le aperture in cima ed in basso.

Gli obiettivi dell'addestramento dell'unità 'finestra' sono:

- Per osservare, da una posizione esteriore l'effetto di offrire una ventilazione imprevista ad un fuoco sotto ventilato il quale era progredito con un grande caldo e che cova sotto la cenere.
- L'effetto risultante è comparato a quello di un 'backdraft', dove una quantità enorme della combustione gassosa emerge dal foro di apertura, qualche volta con forza esplosiva.

Queste unità finestra sono molto drastiche nelle operazione e lasciano un effetto lungo e durevole sugli studenti. Comunque, nulla è più semplice dell'osservazione delle condizioni del fumo e l'effetto della palla infuocata, e, annuncio che e' un attrezzo che insegna molto, gli effetti visti nell'unità finestra possono essere migliori che in un video dell'unità in azione. C'è un tempo ed un elemento di costo nella gestione di tale sistema e, in termini economici, che può essere la migliore opzione di addestramento disponibile.

9.12 SIMULATORE DELLO SVILUPPO DEL FUOCO – UNITA' BACKDRAFT

L'interno dell'unità 'backdraft' è generalmente di un disign tedesco od olandese ed incorpora un adattamento di aumento dell'unità 'Dimostratore' di 20 ft (6 m), dove la camera di combustione diviene una stanza interna, servita da una porta interna. Il Processo coinvolge la ripetuta simulazione 'backdrufft' ad un container occupato dove gli studenti osserveranno l'apertura e chiusura della porta di un fuoco sotto-ventilato. In alcuni paesi, l'accertamento del rischio non permetterà ai pompieri di occupare l'interno di tale unità FDS. Comunque, le unità hanno un record di sicurezza notevole ed offrono una soluzione di addestramento che può dare un'esperienza pratica ed utile ai pompieri.

Gli obiettivi di addestramento dell'unità 'backdrufft interno' sono:

- Per dimostrare, la chiusura a un quarto, la inappropriata apertura della porta con un fuoco sotto-ventilato ed arrivato ad uno sviluppo molto caldo di cenere che cova sotto;
- Per osservare gli effetti del fumo pulsante intorno gli orli della porta;
- Per osservare accumuli pericolosi nel comparto adiacente al compartimento coinvolto dal fuoco;
- Per insegnare la tecnica di soppressione del fuoco la quale può estinguere tali ignizioni di gas nei compartimenti adiacenti aprendo la porta del compartimento coinvolto dal fuoco.

9.13 SIMULATORE DELLO SVILUPPO DEL FUOCO - UNITA' TATTICHE

Le unità di addestramento Tattiche usate per il CFBT sono costruite in sistemi di larga serie con multi – compartimenti, in multi - livelli. Questi sistemi offrono un'opportunità per l'addestramento più avanzato che combina molti obiettivi di apprendimento della singola unità FDS come quello dello spiegamento tattico.

(Alcuni) degli obiettivi di addestramento delle unità Tattiche sono:

- Per combinare le abilità imparate nel Dimostratore ed unità d'Attacco;
- Per offrire una serie più larga di scenari di incendi di struttura più realistici;
- Per osservare come 'il flusso d'aria ed il fumo e gas di combustione si comportano in varie configurazioni geometriche;
- Per sviluppare e praticare i concetti di ventilazione tattica;
- Per migliorare le abilità degli nello spiegamento tattico;
- Per assicurare spiegamento sicuro ed effettivo e la posa della tubazione d'attacco primaria e secondarie, tubazione di copertura e di sostentamento;
- Per assicurare a ogni uomo disponibile la sicurezza della squadra sicura in un incendio confinato o di una struttura;
- Per utilizzare sicuri ed effettivi spiegamenti di ricerca delle squadre di soccorso che lavorano dietro, avanti e sopra alla posizione della tubazione d'attacco;
- Per utilizzare modelli di ricerca interni ed effettivi, incluso l'uso di termocamere (TIC);
- Per perfezionare sicure ed effettive procedure interne 'Snatch Rescue (afferrato e salvato) per le operazioni di ricerca e salvataggio.

9.14 SIMULATORE DELLO SVILUPPO DEL FUSO - UNITA' GAS DI COMBUSTIONE

Le unità formative a gas che si trovano spesso in edifici appositamente costruiti possono anche essere montati in strutture FDS con ISO container, o sistemi analoghi. Questo tipo di addestramento di incendio compartimento usa un impianto di gas di combustione per simulare i modelli fiamma all'interno della struttura di formazione. Questi impianti permettono una rapida inversione di tendenza attraverso ogni evento di formazione, con scenari costantemente ripetibili. Il sistema permette anche un controllo preciso della combustione della fiamma e la temperatura, che permette la replica continua e coerente. Si deve notare che questo tipo di sistema non può simulare condizioni di backdraft o flashover, né può rappresentare e sostenere il comportamento del fuoco da nessuna vera prospettiva. Le simulazioni di gas sono fatte con interruttore on - off al colpo secco di un interruttore e non lasciano spazio al naturale sviluppo basato su un processo di pirolisi e la produzione di fumo e strati di gas di combustione. Perciò ogni elemento di 'realismo' è fatto per la ripetibilità e convenienza. Comunque i sistemi sono utili all'estensione della pratica sulle tecniche di lancia.

Quando si progettano o costruiscono sistemi a gas, una particolare considerazione dovrebbe essere data alle seguenti caratteristiche di sicurezza:

- Il periodo dell'ignizione principale della fiamma deve essere monitorato inizialmente, e che ci siano azione di emergenza se questo periodo è ecceduto.
- La potenziale esplosione da una ignizione ritardata e misure per impedirlo.
- Precauzioni per prevenire una esplosione o un flash-fire (fiammata) nell'evento della ritardata ignizione e le conseguenze per il personale nel vicinanze.
- Requisiti del gas di combustione, pressioni, stoccaggio, ecc.
- Monitorare ed la situazione delle termocoppie, la loro integrità e applicazione dei controlli.
- Esaminare l'integrità della ventilazione per i gas ed il loro uso in una situazione di emergenza.
- La qualità ed l'integrità dei tubi di lavoro, giunture ed elementi associati per il gas, ecc. che saranno soggetti a riscaldamento e raffreddamento rapido.
- La configurazione dei controlli dell' operatore che siano sicuri, accessibili e facile da usare.

Standard tecnici

Ci sono numerosi standard tecnici che si riferiscono alla progettazione, installazione, uso e manutenzione dei sistemi dell'hardware per azionare questo tipo di sistema inclusi:

- Standard Elettrici
- Standard di approvvigionamento e deposito del gas
- Standard di sistemi di pressurizzazione
- Sistemi di controllo computerizzati

9.15 SIMULATORE DELLO SVILUPPO DEL FUOCO - CARICARE L'UNITA'

Il caricamento delle unità di FDS è un'importante parte di tutti programmi di CFBT. L'uso di i vari combustibili devono essere di un rischio stimato, che deve essere documentato ed esaminato.

L'applicazione dell' *NFPA 1403*, da considerazione ai vari tipi di combustibile usati, come per ogni particolare carburante che presenterà delle particolari caratteristiche di combustione diverse.

I principali combustibili per caricare le unità di FDS sono pannelli di truciolato e pallet di legno come base per il combustibile. Ecco degli esempi comuni:

- Pannelli di legno Media densità fibreboard (MDF Medium density fibreboard)
- Pannelli di fibre orientate 'compensato' (OSB Oriented strand board)
- Pannelli di truciolato (Wood particleboard)

Pannelli di legno in truciolato (Wood particleboard) (il truciolato è stato conosciuto nel Regno Unito) è un legno con dei fogli base nel quale, in mezzo, ci sono pezzettini di legno collegati insieme con una resina sintetica adesiva. (nota: il termine standard europeo ed internazionale è legno truciolato e l'uso di questo termine sono incoraggiati). I pezzettini di legno comprendono la massa del pannello di truciolato e generalmente sono preparati in una macchina da legni soffici come coniferi, pino, abete e legni duri. Questi pezzetti di legno sono generalmente uniti insieme con sistemi di resina sintetiche come formaldeide (UF) o formaldeide di melamine (MUF), anche fenolo-formaldeide (PF) e un polimero di methylene di-isocyanate (PMDI) che è usato da ogni costruttore.

Il sistema vincolante assunto dipende dall'uso e dal fine ed il grado del prodotto. La resina più comune assunta è formaldeide, ma questo è solamente appropriato nell' uso in condizioni asciutte: gli altri tre sistemi di resina conferiscono una misura di resistenza all'umidità. Costituzione tipica di un pannello fatto di resina è dell'ordine (massa) di 83-88% legno tritato, 6-8% resina formaldeide o 2-3% di PMDI, 5-7% acqua, e 1-2% di cera di paraffina. I pannelli di truciolato hanno superfici lisce, sabbiare. Per realizzare questo liscio, la densità di pannello è aumentata nelle facce con l'uso di particelle piccolissime di legno con una grande percentuale di resina al centro del pannello.

Un pannello di 2,400 1,200 x 19 mm pesa in modo approssimato 36 kg. Pannelli fini di legno o cartone compresso sono usati esternamente per unire il tutto. Il cartone compresso è usato come rivestimento delle cucine e mobilia varia e porta rigidità. Altre caratteristiche standard, ritarda la fiamma abbattendola, e resiste all'umidità.

La dimensione varia da 12-25 mm normalmente (1/2 1 pollice) ma per CFBT, l' ideale usato è di 12 mm (1/2 pollice) o 19 mm (3/4 pollice) è anche usato.

Pannelli di Fibre media densità (MDF Medium density fibreboard): I tipi di pannelli di fibre si differenziano per le dimensioni ed tipo di fibre di legno usate, il metodo di essiccazione, tipo di legante utilizzato e il metodo con cui viene premuto. La Fibra a media densità (MDF) è prodotto da un processo a secco. L'effetto di questo è che la resina naturale contenuta all'interno del legno diviene il collante. L'MDF utilizza quindi collanti e resine prodotte. La scheda di densità varia con i differenti fini col quale vengono utilizzati.

Pannelli di fibre orientate (OSB Oriented strand board) è un prodotto a prova di calore con fili di legno incollati a forma rettangolare che sono disposti a croce – a strati orientati, simile al compensato. Il risultato è un pannello strutturale in legno ingegnerizzato che condivide molte delle caratteristiche di resistenza e le prestazioni del compensato. Prodotto molto, e continuamente, l' OSB è un pannello solido prodotto a qualità costante, senza, lacune o vuoti. Si può vedere in fig. 9.11 come i diversi tipi di carburante sono suscettibili nell' incidere sull'evoluzione della formazione CFBT in termini di temperatura, calore radiante, velocità di sviluppo del fuoco, e la durata della formazione cioè per quanto brucia. Dove c'è più o meno umidità nei pannelli questo influenzerà le evoluzioni del CFBT. Questi fattori devono essere tutti costruiti nella valutazione dei rischi documentata per la formazione. Improvvisamente non può cambiare i pannelli da 12 mm a 19 mm (per esempio) non è accettabile senza pre-pianificazione, la pratica di accensioni e un documento che introduce il cambiamento. Allo stesso modo, tutti i carichi d'incendio devono essere pre - pianificati e documentati come parte del controllo del rischio di ogni singola unità FDS. Un altro fattore che influenza il tutto è il vento ed il meteo, che avranno un impatto sul modo in cui, o quanto , la combustione progredirà per la formazione CFBT. Ad esempio, un vento con raffiche in entrare in una estremità aperta di una unità FDS probabilmente aumenterà l'afflusso d'aria e la velocità di combustione dei combustibili, creando condizioni precarie. Per evitare questo, molte installazioni sono progettate con un con frangivento naturale.

Quanto combustibile mettere?

Questo dipende dagli obiettivi di formazione ed il tipo di simulatore in uso. Il tipo di carburante, dimensione, spessore e profili di ventilazione, e sarà calcolato anche l'effetto di tale decisione. Secondo l'esperienza dell'autore, mentre la formazione in molti luoghi diversi ed in diverse parti del mondo, utilizza una serie di combustibili e in diversi modelli di FDS, è importante stabilire e documentare i protocolli locali in base a come le singole unità possono funzionare. E 'generalmente il caso che ci vogliono 3 - 4 combustioni in ogni unità FDS prima che le condizioni ottimali di formazione sono realizzate. A seconda delle età e condizione dell' unità FDS, ci possono essere anche i percorsi di dispersione naturale che influenzano la qualità della formazione delle combustioni CFBT. E'

importante lavorare con le unità per definire come le modalità di ventilazione influenzeranno lo sviluppo del fuoco, in linea con carico del carburante. Come guida generale, per il tipico fuoco (da tre a quattro pannelli) su una parte del muro o la parte completa con (cinque o sei pannelli) presentano buone caratteristiche di addestramento nell'unità il Dimostratore. L'utilizzo di pannelli su tutti e tre i muri nella camera di combustione permette, nel Dimostratore, di avere gli effetti del calore radiante e di pirolisi per essere più facilmente dimostrato ed osservati dagli studenti, e permette una durata più lunga di combustione anche l'uso di bruciare solo in un angolo è forse la scelta più economica. Tutti i pannelli dovrebbero essere messi in modo distante per evitare incendi striscianti ed causare un esaurimento precoce del combustibile facendo una ripartizione del carburante.

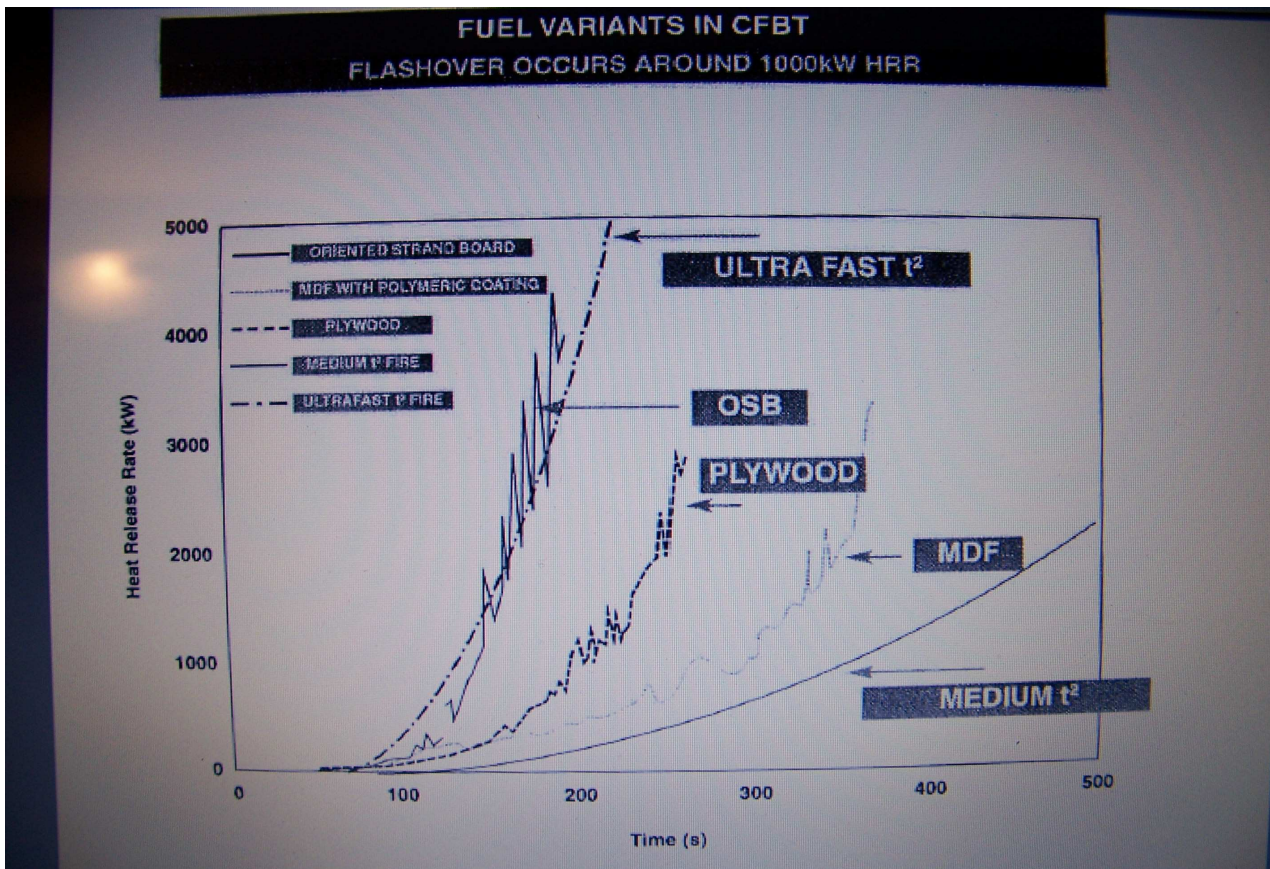


fig. 9.11 - Le tipiche energie di calore rilasciate sono comparate per i vari tipi di legno e sono allineate con il "t" al quadrato (t-quadrato) il gradiente di fuoco per dimostrare come il calore e la velocità di combustione è probabili che vari. Le caratteristiche di combustione per particleboard sono comparabili con l'MDF. Comunque, si nota che è probabile che l'OSB rilasci un poco più di calore (HRR) ed è 'ultra veloce' nella percentuale di crescita del fuoco. In effetto, per l'addestramento CFBT che usa l'OSB deve essere attentamente stimato il rischio e pre pianificato così che l'istruttore è consapevole delle caratteristiche di combustione diverse ed effettuerà anche addestramenti di diversa durata. Nota: l'ampiezza differente (12 mm o 19 mm ecc.) dei pannelli colpirà anche la durata di ogni addestramento.

Piccoli Fuochi. Il modo migliore per cominciare un fuoco è usare un piccolo fuoco - con piccoli pezzi o pezzetti di particleboard (truciolato) lunghi 2-3 pollici e legno che sono messi in un container di metallo o un contenitore, per formare un fuoco che si svilupperà e brucerà costantemente scaldando gli assi e pannelli. Dove è usato un fuoco centrale in un carico completo (a tre muri) alla fine della camera di combustione, ci sarà bisogno di più combustibile che messo in un solo angolo. Le strisce di legno possono essere circondate da una piccola quantità di "accenditori" di tipo più piccolo come pezzi di legno, carta, paglia asciutta ecc., per permettere al fuoco di crescere. I piccoli fuochi dovrebbe essere appoggiati anche da pezzi di pannelli fatti combaciare insieme all'angolo in basso. Per fonte di ignizione accettabile nelle linee guida locali o nazionali, si può usare anche un razzo di segnalazione per l'accensione del fuoco base. Due istruttori che hanno completo PPE/SCBA dovrebbero accompagnarsi l'un l'altro sempre quando accendendo questo fuoco base. Sotto nessuna circostanza anche se dovesse essere necessario, o accettabile, usare liquidi infiammabili per assistere l'ignizione iniziale del fuoco base, anche se l'autore riconosce che questa è una pratica accettata in molti paesi.

Unità Dimostratore FDS	Sei assi (tre al muro alla fine e tre nel soffitto) o quattro assi (due al muro alla fine e due nel soffitto)
Unità Attacco FDS	Sei assi (tre al muro alla fine e tre nel soffitto); o nove o dodici assi per un addestramento più avanzato – avere un rischio stimato secondo il profilo di ventilazione (vedi nota)
Unità Finestra FDS	Dodici a quattordici assi di legno; o diciotto assi o una miscela di ambo due i combustibili, e supplementare combustibili di scarto di legno disponibile.
Unità Backdraft FDS	Dodici a quattordici assi di legno;

Fig. 9.12 - questi sono orientamenti per caricare le unità FDS con 12 mm (1/2 pollice) con assi di truciolato sono dati solamente in termini molto larghi, ma è basato su una pratica normale in più aree.

Dimostratore	5 x ¾ pollici 8 x 4 piedi OSB
Attacco 1	8 x ¾ pollici 8 x 4 piedi OSB
Attacco 2	8 x ¾ pollici 8 x 4 piedi OSB

Fig. 9.13 - Il Fire Service college (Regno Unito) usa l'OSB come combustibile, e carica le sue unità FDS come mostrato (2007).

Dimostratore	OSB ½ pollici 7 piedi x 4 piedi – 6 assi
Container d'Attacco	OSB ½ pollici 7 piedi x 4 piedi – 12 assi
Container finestra	OSB ½ pollici 7 piedi x 4 piedi – 18 assi
Fuoco di compartimento multiplo	OSB ½ pollici 7 piedi x 4 piedi – 3 assi

Fig. 9.14 - Devon Fire Service (Regno Unito) anche esso usa OSB come fonte di combustibile e carica le sue unità FDS come mostrato (2007).

Nota. Dipende dal tipo di combustibile e messo in ordine di grandezza, l'uso di dodici assi (o più) in una unità FDS d' Attacco può avere bisogno di accertamento del rischio accurato in linea con il profilo di ventilazione, assicurarsi che sono mantenute le condizioni sicure.

Quando si caricano le unità FDS è sicuro seguire il manuale locale che si preoccupa anche di guidare ed assicurare che chi entra nelle unità abbia **indumenti protettivi PPE ed auto protettore SCBA**, sempre, ogni volta che si entra, anche quando la struttura è fredda. Ci sarà sempre un rischio a causa delle particelle in sospensione che stanno in queste unità e la piena protezione deve essere usata.

9.16 SIMULATORE DELLO SVILUPPO DEL FUOCO – OPERAZIONE SICURA

L'operazione sicura delle unità FDS conta su seguire chiaramente definiti e documentati protocolli (una POS per CFBT) basato su orientamenti locali o nazionali per sicure operazione di addestramento con il fuoco vero. Specificamente, i simulatori di CFBT sono concepiti con un rischio stimato sotto il modello svedese originale che offre una guida supplementare.

- Una POS che documenta il rischio stimato per tutti i tipi dell'addestramento CFBT.
- Addestrando fatto da istruttori di CFBT qualificati, e competenti.
- Uso sicuro e ben mantenuto dell'attrezzatura.
- Cek dei rischi e perfezionamento delle misure di controllo necessarie.
- Assicurare l'efficienza dell'istruttore: con dei rapporti degli studenti, sempre.
- Registrare i tempi di ogni istruttore ed ogni studente dentro le unità FDS.
- Registri per gli istruttori (per assistere l'istruttore).
- Un numero massimo di combustioni al giorno/settimana per studenti ed istruttori.
- Monitorare e registrare (dove possibile) le condizioni interne per ogni combustione.
- Pratica secondo il codice Svedese.
- Unità FDS di Attacco (arrangiamenti sulla ventilazione - Attacco 1 / Attacco 2).
- Idratazione e cibo.
- Briefings di sicurezza.
- NFPA 1403.

L'importanza di assicurare le unità FDS è per addestrarsi in sicurezza e non può essere enfatizzato. Dove non c'è scopo generale per ispezionare, registrare, riportare, riparare e sostituire i vari componenti scritti nelle POS (Procedura Standard di conduzione) per il CFBT, è molto probabile che le unità FDS gradualmente deteriorino e i problemi sorgeranno, possibilmente conducendo poi ad un incidente. Caratteristiche di conduzione di tutte le porte, apparecchiature, ventilazione, superficie della struttura, integrità strutturale, termocoppie e monitoraggio dei sistemi (dove sono attrezzati), tutti richiedono una ispezione regolare ed un sistema dove riportare tali ispezioni, riportando e riparando ecc. Dovunque si facciano addestramenti FDS, il rapporto istruttore:studente è importante e senza un numero minimo di istruttori sulla scena la sicurezza può essere compromessa nuovamente. Dove le unità FDS sono usate per combustioni, gli istruttori dovrebbero perfezionare le Misure del Controllo del Rischio nel modo seguente:

- Assicurarsi che tutti gli studenti abbiano familiarità con le unità;
- Conoscano dove sono tutte le **uscite di sicurezza**;
- Capiscano le procedure per l'**evacuazione di emergenza**;
- Effettuare un **briefing di sicurezza** prima dell'evoluzione dell'addestramento;
- Operare sempre con una **tubazione di sicurezza** esteriore (con fonte di approvvigionamento separata se disponibile) localizzata in un punto vicino al fuoco;
- Questa tubazione deve essere tenuta da due persone di cui uno, un istruttore;
- La seconda tubazione di sicurezza può essere situata e sostenuta da un binomio all'interno dell'unità FDS il Dimostratore dove si può usare anche per controllare il fuoco durante l'operazione di rotazioni della lancia d'attacco;

Dimostratore	da 6 a 10 studenti	minimo due istruttori
Attacco 1*	2 studenti all'interno	minimo due istruttori
Attacco 2**	da 2 a 6 studenti	minimo tre istruttori
Unità Tattica	da 6 a 8 studenti all'interno	minimo tre istruttori

Fig. 9.15 - Il rapporto istruzione: studente sarà variabile. La guida sopra è indicativa per come potrebbe essere più sicuro operare.

Pratica secondo il Codice Svedese

Possono volerci circa da cinque a sette giorni per acclimatare gli istruttori alle condizioni di calore eccessivo mentre si lavora con le unità FDS. Dove gli istruttori comincino a lavorare nuovamente dopo un periodo lungo di sospensione con i simulatori FDS, dovrebbero cominciare con cautela effettuando periodi più corti all'interno. Le temperature del corpo interne di tutti gli istruttori e studenti partiranno da un punto iniziale per una pratica sicura quando intraprendendo l'addestramento nelle unità FDS.

- Un corpo, normalmente, è a una temperatura di 37°C.
- La temperatura al centro del corpo dopo 25 min in unità FDS arriva a 39.3°C.

- Sopra i 39°C il corpo comincia a perdere la sua efficienza.
- Una temperatura al centro del corpo di 43°C può essere fatale.

Le Misure di Controllo del Rischio supplementari seguenti raccomandano anche:

- A nessuno dovrebbe essere permesso di prendere parte all'addestramento se ha una temperatura al centro del corpo (aura) sopra i 38°C.
- Una temperature massima nel compartimento di 320°C (600°F) a 2.2 m di altezza (h).
- Una temperature massima nel compartimento di 250°C (480°F) a 1.2 m di altezza (h).
- Un flusso massimo di calore di 5 KW/sq m dove è ubicato il pompiere.
- Una temperatura sulla pelle al massimo di 55°C sotto il PPE (protective equipment).
- Decontaminazione all'uscita e spogliarsi.
- Reidratazione e riposo per i pompieri.

Attacco 1 *

Al fuoco nel compartimento è permesso di sviluppare l'estensione fin dove c'è la combustione gassosa e pesante che accade al soffitto. Agli studenti viene insegnato a trattare con le pratiche di lancia usando la procedura di entrata corretta dalla porta. Il piano neutro, il fronteggiare il fuoco ed l'uscita del vapore è maneggiata dall'istruttore ubicato alla botola di ventilazione. Se richiesto dall'istruttore interno può esserci il controllo di due istruttori disponibili.

Attacco 2 * *

Questo esercizio riflette gli elementi dell' Attacco 1. gli istruttori mettono le condizioni per aumentare il livello di difficoltà per gli studenti. Il superamento dell'apertura e la chiusura della stessa per non estendere ed abbassare la combustione fiammeggiante. Questo presenta un esercizio che esige un attacco aggressivo e preciso dallo studente. Gli studenti sono incoraggiati per avanzare fino al combustibile e con le tecniche a colpi.

Range of Thermal Conditions Faced by Firefighters

Reference: Utech, 1973

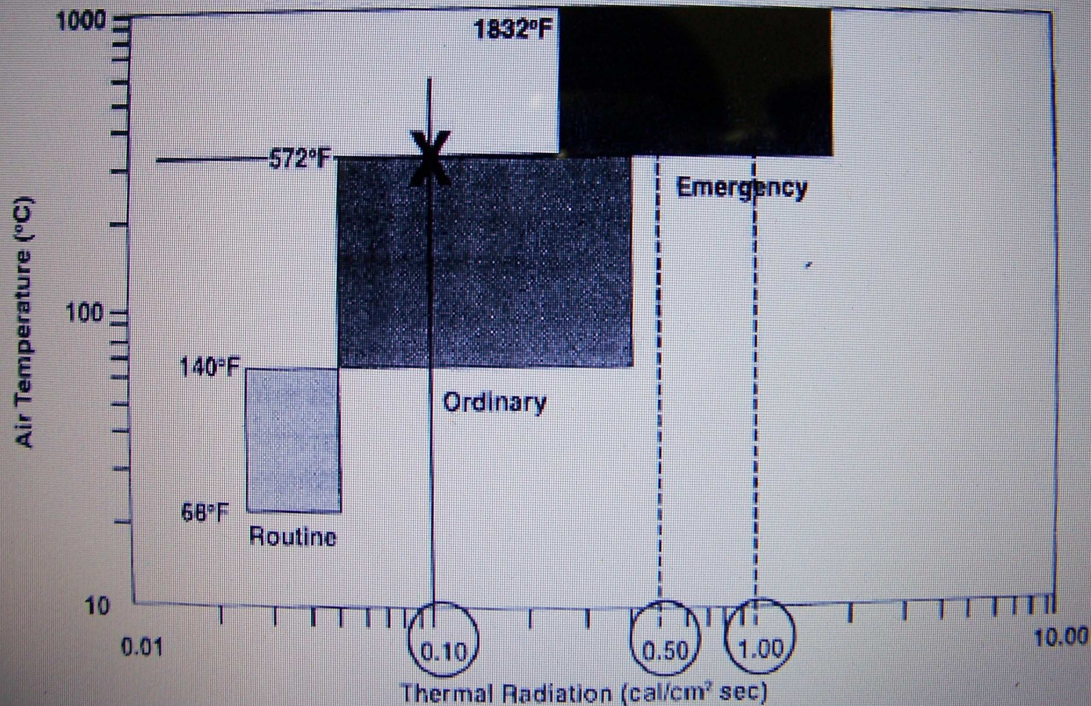


Fig. 9.16 - La serie di condizioni termiche affrontate dai pompieri in un 'vero' incendio, routine, ordinario (ordinary) e le condizioni di emergenza (emergency). In termini di addestramento nelle unità FDS la croce denota l'approssimato limite massimo al quale istruttori e studenti dovrebbero essere esposti (e questi limiti sono 320°C [600°F] a 2.2 m [7 ft] di altezza e 250°C [480°F] ad un 1.2 m [4 ft] di altezza - punta dell'elmo o pompiere accovacciato), e di 5 kW/m² (0.10 cal/cm² sec). Notare anche che 0.50 cal/cm² sec = 20 kW/m² il quale rappresenta la definizione scientifica della condizione di 'flashover'.

Esempi brevi di sicurezza

- 1 Si presenta.
- 2 Il benvenuto al centro di addestramento.
- 3 Se l'allarme antincendio suona, lascerà l'edificio e raggrupperà nel posteggio opposto e la chiamata tutti a ruolo.
- 4 Dove sono localizzati i bagni.
- 5 Ricorda di mantenere il suo fluido, con livelli di sale e zucchero ogni tanto, prima e dopo aver lavorato nelle unità di CFBT.
- 6 Prima di intraprendere il 'viaggio' nelle unità FDS di addestramento CFBT, alcuni punti di sicurezza hanno bisogno di essere portate all'attenzione.
- 7 Tenere lontano dall'unità: coloro che possono essere caldi.
- 8 Non si entra nel simulatore senza apparato di protezione della respirazione.
- 9 Aiuto medico localizzato in prossimità.
- 10 Non è permesso fumare; coloro che fumano saranno allontanati dal centro di addestramento.
- 11 PPE completo sarà sempre portato se si sta dentro la zona di addestramento (*pensare anche alla decontaminazione*).
- 12 Gli indumenti protettivi saranno portati per tutti gli esercizi.
- 13 Non respiri il fumo che viene fuori da ogni unità.
- 14 L' SCBA sarà immagazzinato e ripristinato in aree designate.
- 15 Gli studenti devono essere pronti e capaci di intraprendere l'attiva dell'addestramento CFBT.
- 16 Tutti i danni o incidenti saranno riportati o all'avvenimento o prima di prendere parte all'addestramento CFBT.
- 17 Assicurarsi che gli studenti siano al corrente dei sintomi di stress da calore.
- 18 Indicare i pericoli associati al consumo di alcol prima di prendere parte al corso (i.e. stress da calore e disidratazione).
- 19 Si assicuri che i fluidi sono presi dall'inizio del corso e regolarmente durante tutto il giorno.
- 20 Sottocasco, guanti di ordinanza approvati e casco saranno indossati in modo corretto.

- 21 Abbigliamento protettivo sarà portato per tutti gli esercizi.
-
- 22 Ogni tipo di gioiello sarà rimosso es. orologi, catenine etc.
-
- 23 Assicurarsi che ogni PPE è in buon condizione guanti e sottocasco e siano asciutti.
-
- 24 Controllo delle tasche per ogni tipo di articolo infiammabile es. accendini sigarette etc.
-
- 25 IL CODICE ROSSO indica una vera emergenza, appena si attiva un DSU/PASS. Il Personale istruttore evacuerà gli studenti tramite il controllo dell'entrata ECP per gli SCBA dove possibilmente sarà situato il medico.
-
- 26 Assicurarsi che gli studenti siano in grado di operare con l'attrezzatura operativa usata.
-
- 27 L'attrezzatura SCBA verrà situata in 'area sicura', l'ECO o partner di addestramento controlla la corretta vestizione del PPE ed SCBA.
-
- 28 Gli incendi sono 'VERI' - Le squadre devono ascoltare l'istruttore e 'STARE BASSI'.
-
- 29 Chiunque abbia finito l'esercizio si deve riportare all'ECO e deve rimanere lì al punto di controllo dell'entrata fino a che l'esercizio sarà completato.
-
- 30 Il personale deve seguire la direzioni degli istruttori, ma se sta soffrendo qualche tipo di disagio gli è permesso di essere tolti ma sotto la direzione di un istruttore.
-
- 31 Al completamento dell'addestramento potrà chiudere la bombola dell'SCBA sotto la soprintendenza dell'ECO - ma in area sicura! **REGISTRI PER PRIMO SULLA LISTA QUNTA ARIA HA !**
-
- 32 Assuma fluidi freschi alla fine di ogni esercizio.
-
- 33 Si mette al corrente l'istruttore di ogni danno, disagio serio, stress da calore indotto, malattie durante o immediatamente dopo l'esercizio.
-
- 34 Riabilitazione, si raffreddi e ristori dopo gli addestramenti a fuoco vivo CFBT.
-
- 35 A nessuno permesso di mangiare in luogo.
-
- 36 Quando si beve, si assicuri che il viso e mani siano lavate.
-
- 37 **Rinforzi sempre l'idratazione .**

NFPA 1403 e CFBT

Ed Hartin è un Capitano del battaglione in Oregon, Stati Uniti ed il capo del programma dell'addestramento CFBT fatto dal Gresham Fire and Rescue Service. Il programma Gresham CFBT è uno dei pochi negli Stati Uniti che segue i codici di sicurezza europei di pratica ed standard di addestramento. Il Capitano Hartin scrive:

Negli Stati Uniti, il National Fire Protection Association 1403 Standard Nazionale su l'Addestramento al fuoco vero è lo standard che identifica i requisiti per addestrare un pompiere sotto le condizioni di fuoco vere. Nell'esaminare l'impatto di questo standard sul CFBT, è importante capire bene la differenza tra la regolamentazione e lo standard come sicurezza professionale e la regolamentazioni dell'amministrazione alla salute. Un standard di conseguimento non è dato da una legge e non è direttamente rafforzato (a meno che adottato direttamente da un'agenzia o dalla referenza). Regolamentazioni e regole amministrative sono adottate dalle agenzie statali all'interno di un scopo definito da un'azione legislativa. La sicurezza professionale e regolamentazioni di salute sono rafforzate dalla Amministrazione Federale sulla sicurezza Professionale (OSHA) o agenzie statali sulla salute e sicurezza professionale. L'OSHA federale non ha regolamentazioni riferite all'addestramento al fuoco, come in molti stati. Alcuni hanno adottato l'NFPA 1403, altri hanno adottato porzioni di questo standard (e non altri), ed altri hanno sviluppato le loro proprie regole. Comunque, lo stato o la sicurezza professionale e federale e salute assumono questo standard per difetto nell'industria generalmente se non ci sono sotto regole e provvedimenti che lo regolano e che richiedono una sicurezza sul posto di lavoro. Capendo l'applicazione dell'NFPA 1403 al CFBT richiede di capire come questo standard ha evoluto, la sua intenzione, e la lettera dello standard come applicabile a questo tipo di addestramento. L'NFPA 1403 fu sviluppato inizialmente nel 1986 seguendo le tragiche morti di due pompieri durante un incidente mentre lavoravano in una struttura che si era riempita di fumo. Comunque, il fumo fu creato bruciano del combustibile liquido. Dopo l'operazione, il fuoco si sparse al combustibile all'interno intrappolando i pompieri che partecipavano all'addestramento. In molte delle revisioni susseguenti, l'errore degli istruttori che provocarono le morti fu dato dall'errore di una locazione errata del combustibile ed l'uso di persone come la simulazione di vittime per l'addestramento. Quando l'NFPA 1403 è letteralmente applicato al CFBT in una sola cella del compartimento, i provvedimenti sembrano essere un po' eccessivi (in particolare nelle aree di approvvigionamento idrico, la portata di flusso della tubazione, ed avere personale di Staff). L'approvvigionamento minimo di acqua specificato dallo standard è di 7,569 litri (2,000 galloni), le tubazioni devono fornire almeno una capacità di 360 litri/min (95 galloni/min), ed attacco e copertura devono avere una risorse indipendenti. Questi provvedimenti sono il riflesso di pratiche antincendio negli Stati Uniti che il favoriscono l'uso vigoroso di ventilazione tattica e tubazioni con portate alte come pratica standard. Notare che non specifica che la tubazione deve avere una porta di 360 litri/min, ma che semplicemente deve essere capace di fare così. L'uso di una lancia a portata variabile (con una portata di flusso massimo almeno di 360 litri/min) soddisfa questo requisito. Il volume di acqua richiesto eccede in molto da quello necessario per le sessione del CFBT tipica. Uso di un approvvigionamento idrico continuo come un idrante eccede a questo requisito. Se l'acqua usata viene da un serbatoio, deve esserci un serbatoio di appoggio. Tubazione di Attacco e copertura devono avere approvvigionati da fonti separate. Lo standard provvede che una sola fonte può essere usata, purché che abbia la portata sufficiente ed il potere per assicurare un approvvigionamento ininterrotto nell'evento di una caduta di alimentazione o malfunzionamento. NFPA 1403 richiede all'istruttore il cambio di compito da (comandante d'incidente), ad ufficiale alla sicurezza, ed il personale istruttivo e sufficiente per mantenere un rapporto da student:instructor di 5:1. Questo richiede anche la lettura vicina dello standard e la considerazione dell'intenzione. Lo standard è ugualmente applicabile ad una sola cella di compartimento (dove un numero limitato di partecipanti entra al lavoro) e a strutture complesse. Lo staff tipico per una sessione di CFBT è di tre istruttori che

soddisfa i requisiti di questo standard se gli istruttori chiaramente hanno ruoli definiti, posizioni di funzionamento effettive, ed il numero di partecipanti nella cella non è eccessivo. Una considerazione supplementare è al provvedimento di una squadra d'Intervento Rapido (RIT) fuori dalla cella (non specificamente menzionata nello standard, mentre offrendo una squadra di almeno due pompieri fuori dell'area di azzardo pronto a rispondere ad una emergenza è richiesto negli Stati Uniti dalla regolamentazioni di protezione respiratorie e Federali statali). I provvedimenti dell'NFPA 1403 erano intesi ad offrire un ambiente di addestramento sicuro quando si lavora con fuoco reale. Esso è l'unico mezzo per farlo (come attestato dall'addestramento effettivo e sicuro condotto in tutto il mondo, usando altri sistemi di lavoro). Comunque, dove applicabile, questo standard può essere semplicemente ed efficacemente applicato al CFBT con un buon esito. Con revisioni susseguenti questo standard indirizzerà alcune delle differenze nello scopo dell'addestramento con fuoco reale sostenuto ed usato nel CFBT.

9.17 PPE E STRESS DA CALORE ED INCIDENTI TERMICI

Le performance termiche dell'indumento protettivo dei pompieri è un punto di interesse e di discussione da molti decenni. Comunque, le piccole e dettagliate informazioni scientifiche sono disponibili sui problemi tecnici. Molte di queste discussioni sono basate sul campo dagli esperti del servizio antincendio, e molti di questi studi sono difficili da riprodurre. Molto poco è stato fatto per sviluppare metodi per predire il comportamento dell'indumento protettivo in tutta la *serie* di ambienti dell'incendio che il pompiere normalmente incontra e combatte. I Pompieri possono essere bruciati dall'energia di calore radiante che è prodotta da un fuoco o da una combinazione di energia radiante ed esposizione al contatto con la fiamma localizzata come replicato dalle prove sull'indumento Thermal Protective Performance (TPP). Alcuni incidenti accadono anche come un risultato di mettere l'indumento protettivo molto attaccato alla pelle, o toccando un oggetto caldo o mettendo tensione sulla stoffa dell'indumento finché è compresso contro la pelle. Oltre a questi meccanismi, l'umidità nell'abbigliamento protettivo può cambiare significativamente la performance protettiva dell'indumento. Indumenti che sono bagnati possono dare percentuali di trasferimento del calore significativamente più alte che in indumenti asciutti. Danni da scottature sono il risultato del riscaldamento ed l'evaporazione dell'umidità intrappolata all'interno dell'abbigliamento protettivo ed è significativo. Questi danni generalmente sono riferiti come scottature da vapore. L'umidità può aiutare anche ad immagazzinare l'energia calore nell'abbigliamento protettivo.

Delle Performance termico protettive (Thermal protective Performance TPP) sono esaminate anche le composizioni in relazione alla quantità di trasferimento del calore al pompiere (la combinazione di tutti gli strati) quando è sottoposto alla combinazione di calore convettivo e radiazione termica. Gli standard dell'NFPA sul TPP usano un metodo che sottopone l'indumento ad un flusso di calore in un ambiente termico di 84 kW/m² (**2 cal/cm² al sec**) (veda Fig. 9.16). Questo livello di flusso è scelto per replicare un flashfire o una esposizione ad un medio range di un post-flashover (un 'fireball'). Una valutazione minima di 35 di TPP che è richiesto secondo lo Standard dell'NFPA. A questo livello di protezione un pompiere avrebbe approssimativamente 17.5 secondi (teoreticamente) per scappare un'esposizione di un flashover prima di avere un'ustione di *secondo grado*. È importante sapere che il tempo di TPP non implica una *certezza* sui tempi di esposizione perché i test sono fatti con uno set di collaudo limitato. Le ricerche di Krasny suggeriscono che è probabile che i pompieri portino un indumento di TPP 35 che da *serie* ustioni in meno di 10 secondi quando è esposto ad un flashover.

Gli altri dati indicano che un pompiere può scampare in condizioni di flashover a 816°C (1,500 F) in un tempo di 15 secondi dipende dalle condizioni. Una prova di Resistenza al Calore Conduttiva e Compressiva (il CCHR Conductive and compressive Heat Resistance) è usata per valutare la spalla e le aree del ginocchio dell'indumento protettivo del pompiere. In generale, testando ed esaminando rinforzi potenziali che con questo metodo mostra che materiali più spessi offrono stime più alte di CCHR; comunque, sono state fatte molte altre osservazioni:

- Il requisito nell'edizione del 2007 dell'*NFPA 1971* è stato elevato a 25. A questo livello, tutte le aree delle spalle prodotte devono essere rinforzate con almeno uno strato, e le ginocchia devono avere molti strati di rinforzo supplementare.
- Materiali di rinforzo densi e pesanti come stoffe rivestite generalmente offrono un CHR più basso comparato con materiali tessili standard. Rivestimenti di pelle anche offrono un CCHR relativamente basso quando comparato ai rinforzi in composito dello stesso peso e grandezza.

Perdita di Calore totale (THL Total Heat Loss) è usato per misurare come un indumento sia traspirante e permetta la fuga del calore dal corpo. La prova stima la perdita di calore, ambo dall'evaporazione di sudore ed la conduzione di calore attraverso gli strati dell'indumento. L'abbigliamento isolato all'esposizioni alte di calore, comporta anche che all'interno ci sia un accumulo del calore nel corpo del pompiere (questo può condurre ad uno stress termico). Indumenti che non sono traspiranti sbarrano meglio il calore e non lo fanno trasmettere al sudore, che trasporta via molto calore dal corpo. Se questo calore è tenuto nell'insieme, la temperatura al centro del pompiere può andare a livelli pericolosi se altri sforzi sono intrapresi (i.e. limitare il tempo sulla scena, ruotando i pompieri ed offrire loro un tempo di recupero). Così è stata inclusa negli standard *NFPA* una prova per la perdita del calore dall'indumento per offrire un equilibrio tra isolamento termico di protezione ed il raffreddamento dato dall'evaporazione per la riduzione di stress. La Perdita di Calore Totale (THL), requisito nell'*NFPA 1971* offre un esame per vedere l'isolamento termico (dal calore) e lo stress - relativo agli aspetti dei materiali. In generale, appena il materiale composito aumenta di spessore si ottengono i livelli più alti di isolamento termico (la misura il test TPP). Allo stesso tempo, gli indumenti con composito di grande spessore creano tipicamente più stress sul pompiere. Con l'avvento dell'esame THL, le organizzazioni ora possono scegliere ed ottimizzi e selezionare i loro indumenti bilanciando la Perdita di Calore Totale con i valori della Performance Termico Protettiva (mentre ancora la performance minima è richiesta per tutti e due i test). Nel tardo 1998, l'Associazione Internazionale dei Pompieri patrocinò lo studio intitolato, *Valutazione del campo di Abbigliamento Effetti Protettivi sulla fisiologia del pompiere : Capacità della Prova sulla Perdita del Calore Totale*. Questo studio dimostrò che il THL era la prova con la quale è meglio far cambiare la temperatura sulla pelle del pompiere relativa allo stress sul lavoro. Lo studio è significativo perché era la prima prova nel campo del pompiere con i veri tempi che simulano l'attività dell'incendio. Offrì anche una base per ridurre lo stress nel pompiere dall'abbigliamento protettivo specificando un minimo THL valutato per la composizione dell'indumento, mentre l'*NFPA* originariamente adottato era un requisito più basso di 130 W/m² nell'edizione del 2000 dell'*NFPA 1971*, l'IAFF raccomandò un valore di almeno di 205 W/m² che fu finalmente adottato nell'edizione nuova dello *standard NFPA 1971* del 2007.

Il comitato Europeo sulla standardizzazione, o CEN stabilisce lo standard in Europa. L'appartenenza al CEN è fatta dai paesi individualmente in Europa, anche se votando e basato sulla dimensione della popolazione del paese. CEN ha preparato lo standard su elementi notevoli dell'insieme protettivo dell'antincendio incluso:

1. Abbigliamento protettivo per i pompieri (EN 469)
2. Elmi per i pompieri (EN 443)
3. Guanti per i pompieri (EN 659)
4. Calzature per i pompieri (EN 345, *Part 2*)
5. Cappucci per i pompieri (EN 13911)

Diversamente dall'NFPA, i vari standard del CEN sono stati sviluppati da un diverso comitato o gruppi di lavoro. Di conseguenza, i tipi di requisiti e livelli di protezione non sono costanti tra gli elementi d'insieme. Mentre molti degli stessi generi di prove sono compiuti su ogni elemento d'insieme, ci sono differenze sostanziali nel modo in cui queste prove sono condotte che quasi rende impossibile comparare sia il risultato dell'NFPA che i test della prova del CEN.

Requisiti dell'indumento EN 469 - Per indumenti protettivi per la strutturale lotta antincendio, ci sono differenze significative tra l'*EN 469:2006* e l'*Edizione NFPA 1971, del 2007*:

- Nessuna barriera all'umidità è richiesta, ma prove opzionali sono offerte.
- Non ci sono requisiti di assetto o altro che non interferiscano col funzione dell'abbigliamento.
- Livelli sostanzialmente più bassi di isolamento termico sono richiesti (purché due livelli). Esaminando in due modi il trasferimento di fiamma e trasferimento di irraggiamento del calore. La performance è basata su l'aumento di temperatura senza relazione ad danno da ustione.
- Esame della resistenza alla fiamma è compiuto sul composito con esame di dopo fiamma, ma nessuna misurazione dello spessore è fatta.
- Test di resistenza compiuto in un forno a 355°F (180°C) invece di 500°F (260°C) come requisito dell'*NFPA 1971*. Questo permette l'uso di materiali come il nailon.
- Il requisito di contrazione termica è più severo per l'EN 469 (<5%) che per l'NFPA (<10%), anche se l'esame tuttavia è compiuto ad una temperatura più bassa.
- Contrazione pulita limitata al 3% dall'*EN 469* mentre l'*NFPA 1971* permette il 5%.
- La prova di penetrazione chimica usa un diverso tipo di liquido chimico di batteria.
- Prove di penetrazione dell'acqua e permeabilità sono offerte a due livelli.
- Nessuno requisiti antistrappo è specificato.
- Requisiti di condizione sono meno estesi.

Requisiti dell'elmo nell'EN 443 - *EN 443* ha meno requisiti che nell'*NFPA 1971* per gli elmi. Per esempio, l'*EN 443* elmi conformi non sono costretti ad avere mentoniera a strappo, protezione per il collo, scudo facciale o coperture dell'orecchio. La maggior parte dei requisiti paralleli dell'*NFPA 1971* ma un uso di metodi di prova diversi:

- Esami di penetrazione da impatto sono condotti con una massa diversa e tipi diversi di condizioni.
- La prova di isolamento elettrico è diversa.
- Strap di allungamento e rottura è misurata nell'*EN 433*, mentre la stima di reazione è valutata sull'intero indumento nell'*NFPA 1971*.

Requisiti standard internazionali dell'indumento in ISO 11613 - A causa di un vicolo cieco tra Europa e nord l'America, l'*ISO 11613* per strutturale lotta antincendio contiene due parti, o un set separato, di requisiti. Una parte riflette requisiti consistenti con l'*EN 469* (2006), mentre l'altra parte è basata sull'*NFPA 1971* edizione del 1991.

Perché ogni parte è basata su un standard esistente e diverso, i metodi di prova usano simili determinazioni di scenario e molto spesso è diverso, creando un prodotto di paragone, estremamente difficile. Le giurisdizioni possono scegliere o una parte o l'altra; comunque, i requisiti non saranno mescolati tra le due parti. Le giurisdizioni sono istruite a scegliere il set adatto di requisiti basati su un accertamento del rischio e delle loro attività. Siccome *ISO 11613* fu basato sulle prime versioni dell'*EN 469* ed *NFPA 1971*, il vestiario è conforme con lo standard non può essere adattato o proposto come l'edizione del 2006 dell'*EN 469* o l'edizione del 2007 dell'*NFPA 1971*.

La parte A (basato sullo standard del CEN) non include nessun criterio o requisito per una barriera all'umidità. La parte B contiene meno requisiti sullo sbarramento all'umidità, nessuna prova all'acqua complessiva, nessuna prova di Perdita di Calore Totale e nessuno prova di conduttività del calore compressiva o prova di resistenza (diversamente dall'edizione del 2007 dell'*NFPA 1971*). L'*ISO 11613* è stata revisionata estensivamente nel 2008. L'edizione nuova indirizzerà tutte le parti dell'insieme. Ci sono da allora meno componenti richieste e ci sono meno prove in generale richieste.

Probabilità di danni da ustione nel CFBT

Il potenziale per gli studenti e gli istruttori di ricevere danni da ustione mentre si occupa l'unità FDS in CFBT è minima. Dove i sistemi sono esaminati (temperatura della termo coppia registrata); e dove il carico alimentato è di rischio stimato; dove la portata di flusso è sufficiente; dove il PPE è adeguato secondo gli standard ed è indossato correttamente, con ogni parte della pelle coperta; e dove gli istruttori di CFBT sono qualificati e competenti nel maneggiare l'evoluzione dell'addestramento nelle unità FDS, non dovrebbero esserci danni da ustione. I tipi di danni che possono accadere e sono quegli incontrati durante l'addestramento al fuoco, in ginocchio comunque si corrono meno danni normalmente. Dove un'evoluzione di CFBT non segue il codice svedese di pratica gli studenti possono ricevere un arrossamento della pelle (primo grado di ustione) sulle spalle o braccia, particolarmente lungo le maniche o sotto l'indumento protettivo se non sono portati altri indumenti o dove non c'è un gap di apertura d'aria tra la vestizione e la pelle, e forse dove la cinghia delle SCBA stringe e comprime sugli indumenti forse proprio la compressione è la causa. Tali danni non sono dannosi ma possono essere lievemente dolorosi e scompariranno dopo alcune ore dopo aver lasciato l'unità. Dove l'umidità è intrappolata all'interno del PPE (sudore o acqua che permea attraverso i guanti) questo può causare un secondo o un primo grado di ustione, dove lo studente sta lavorando troppo vicino al fuoco. Ricordare che i limiti di temperatura ed irraggiamento del flusso di calore può essere assicurato solamente esaminando una severa conduzione dei protocolli definiti in termini accettabili di ubicazioni del pompieri. Delle unità hanno linee dipinte sul pavimento ed aree denotate che non dovrebbero essere attraversate, assicurando così che il pompieri sta lavorando sempre in una ubicazione sicura e non troppo vicino al fuoco mentre si occupa l'unità FDS. Gli studenti dovrebbero essere incoraggiati regolarmente a 'scuotere' il torso superiore del corpo mentre sono bassi per incoraggiare il calore a lasciare il corpo e far entrare aria fresca quando sentono caldo. Questo allevierà la compressione e li assisterà nel creare aperture di aria tra il PPE ed gli indumenti interni. Dovrebbero essere incoraggiati anche ad informare gli istruttori se hanno troppo caldo e gli sia permesso di lasciare immediatamente l'unità di addestramento dove il disagio persiste. Nel fare questo dovrebbero essere accompagnati.

Stress da calore

Gli effetti fisiologici ed psicologici sui pompieri che prendono parte ad un lavoro duro, portando il PPE completo ed SCBA, sono ben indagati. Ci sono stati molti studi che stimano i limiti del pompieri e la funzionalità effettiva, mentre lavorano all'interno di un incendio in una struttura od un incendio di

addestramento. La temperatura interna al centro del corpo elevata può aumentare i danni alla coscienza e cognizioni mentali, decisionali - cognizione del tempo e la funzione della memoria.

Disidratazione e sforzo termico, insieme all'eccessivo aumento dei battiti del cuore VO2 max (a 200 bpm) e pressione sanguigna alta durante le operazioni del pompiere, sono stati dimostrati attraverso una ricerca, e che i pompieri possono lavorare a limiti estremi in un incendio che coinvolge una struttura. Ci sono tre tipi diversi di danni relativi al calore:

- Crampi da calore
- Esaurimento da calore
- Colpo di calore

Crampi da calore sono il danno minimo e sono caratterizzati dal muscolo, essendo il risultato di perdita di liquidi ed elettroliti un tentativo del corpo di raffreddarli attraverso la traspirazione. Il trattamento include, insieme alla somministrazione di fluidi ed elettroliti in soluzione. Un allungamento gentile del gruppo muscolare potrebbe aiutare ad alleviare il dolore.

L'esaurimento da calore è il risultato di una perdita di fluidi significativa da una traspirazione diffusa. Segnali e sintomi includono:

- Debolezza
- Nausea
- Tachicardia
- Ipotensione
- Pallidore
- Povero turgore della pelle

Il Turgore della pelle è un'anormalità dell'abilità della pelle di cambiare forma e ritornare alla normalità (elasticità). Il turgore della pelle è il grado della pelle di resistenza alla deformazione ed è determinato dai vari fattori, come la quantità di liquidi nel corpo (l'idratazione) ed età.

Il trattamento per l'esaurimento da calore comincia col trasportare il paziente fuori dal sole in un'area fresca. Il paziente dovrebbe essere messo supino, con gambe elevate, se è tollerato.

Allentare l'abbigliamento ed offrire un raffreddamento attivo attraverso un aumento del movimento dell'aria.

Il colpo di calore è la forma più severa della malattia relativa al calore alla quale il corpo non è più capace di raffreddarsi adeguatamente. I sintomi tipici di stress da calore include la pelle arrossata della faccia in modo eccessivo; pesante traspirazione; mal di testa; crampi; debolezza; capogiro; svenimento, e perdita della concentrazione al punto dove la vittima pressoché è in un stordimento con un'occhiata vistosa di confusione negli occhi.

La riabilitazione corretta, raffreddamento della mano ed avambraccio.

Ma il monitoraggio dei pompieri, rotazione effettiva delle squadre, sono tutti i metodi utili di combattere lo stress da calore.

Nel rapporto ODPM 5/2003 gli autori hanno offerto delle informazioni utili basate sulla ricerca dello stato fisico degli istruttori di CFBT che intraprendono un addestramento sulle evoluzioni nell'unità FDS. Il livello di performance diminuiva con lo scenario che veniva presentato, agli istruttori venne

chiesto se potevano effettuare un salvataggio alla fine dell'esercizio di addestramento. Anche se tutti gli istruttori credevano che non avrebbero avuto nessuno problema a compiere un salvataggio dopo l'esercizio di addestramento a fuoco vero condotto in un container modificato, questo non era il caso per quelli condotti in edifici a fuoco (esercizi 'Hot Fire').

Dopo tre (fuori di venti esercizi dove venivano coinvolti dodici istruttori diversi) di questi esercizi, l'istruttore dubitò sulla sua abilità di compiere un salvataggio, ed un istruttore era sicuro che non sarebbe stato capace. Ora la chiave degli istruttori era come comportarsi da ufficiale addetto alla sicurezza durante l'esercizio di addestramento, se era responsabile di salvare un pompiere tirocinante crollato, questa scoperta destava molta preoccupazione. Nella dilazione di questo studio, gli autori misurarono la richiesta di energia che serviva per salvare un manichino di 50 Kg con SCBA da un edificio in fiamme. Anche se il manichino era notevolmente inferiore al peso del pompiere medio, e non c'era esposizione al calore e gli istruttori furono assistiti, la simulazione del salvataggio richiese una pulsazione del cuore di 160 bpm ed una spesa media di energia di 47 kcal. Se non fosse dissipato il calore, si darebbe luogo ad un aumento profondo della temperatura del corpo di 0.6°C. Determinando l'aumento della temperatura alla fine dell'esercizio a circa 40.6°C e le pulsazioni del cuore a circa 194 bpm, si concluse, che l'abilità di compiere un salvataggio alla fine di un esercizio può essere compromessa severamente. Comunque, si dovrebbe dire che queste conclusioni sono state basate in casi con scenari peggiori sia di temperature del corpo che pulsazione del cuore più alte.

Conclusione degli studi:

- Le risposte fisiologiche degli istruttori osservate durante l'addestramento 'Hot Fire' rientrava all'interno del range di quelli riportati prima.
- I compiti di salvataggio erano concepiti e rappresentati con lo scenario peggiore che un istruttore possa affrontare secondo le risposte della London Fire Brigade.
- Questi compiti di salvataggio si avvicinavano molto a i limiti fisiologici della maggior parte degli istruttori correnti.
- Nonostante la natura dura dei compiti di salvataggio, gli istruttori esaminati, era capaci di compiere un compito di salvataggio anche dopo avere agito come un ufficiale alla sicurezza ed un esercizio di addestramento a fuoco reale.
- Da questo studio si è evidenziato una perdita di sudore di 1.5 litri durante l'esercitazione 'Hot Fire' ed il compito di salvataggio che conferma l'importanza per i pompieri la piena idratazione dopo ogni addestramento 'Hot Fire'.
- È probabile che in situazione meno favorevoli (temperature profonde di corpo più alte, livelli più alti di disidratazione, l'istruttore senza esperienza o un uomo più pesante di 85 kg) un salvataggio non può essere possibile, o tentato perché potrebbe dare luogo ad un attacco cardiaco nel soccorritore.
- Dovrebbe essere considerato di far assolvere tale compito estenuante ad un istruttore anche se meno appropriato, che abbia avuto meno esposizione al calore.

9.18 SALUTE E SICUREZZA DEL CFBT

La salute e la sicurezza di ogni personale durante l'operazioni di addestramento è della importanza massima. Ci sono sempre problemi tecnici che si evolvono e colpiscono il modo di lavoro nelle aree di rischio ed è utile guardare alla ricerca e la conoscenza da una prospettiva globale perché le domande che noi oggi ci facciamo possono essere state già risposte ieri!

A tali domande risponde l'estensivo *Studio all'Esposizione* in CFBT intrapreso dal New South Wales Fire Brigades (NSWFB) nel 2007 in Australia. Gli obiettivi principali di questo studio erano determinare, sotto lo standard una pratica corretta incluso l'uso di l'attrezzatura personale protettiva (PPE), e l'estensione **dell'esposizione dei pompieri alla combustione dei prodotti di particleboard** e stimare l'adeguatezza delle misure di controllo esistenti durante il CFBT ed associarle alle attività di lavoro. Lo studio investigò l'esposizione dei pompieri / istruttori durante le attività di CFBT a idrocarburi, combinazione organico volatile, inorganico combinato, formaldeide e idrogenati, così come la misurazione sistematica del PAH dalla metabolizzazione urinaria. Lo studio di esposizione di CFBT fu iniziato dal ramo della salute e sicurezza del NSWFB a causa delle rischiose sostanze aereo trasportate dalla combustione del legno - particleboard e l'esposizione potenziale del personale di NSWFB alle particelle chimiche sempre di legno - particleboard durante le attività di CFBT.

Le conclusioni della ricerca suggeriscono:

- È improbabile che, con l'uso corretto dell'SCBA, non ci sarà nessuna inalazione di nessuna sostanza chimica misurata in questo studio, anche se le concentrazioni notate di PAH e formaldeide erano misurate nelle zone di respirazione del personale che partecipano alle attività di CFBT.
- La biomonitorizzazione dimostrò i piccoli ma statisticamente insignificanti aumenti nella metabolizzazione urinaria di PAH, il che suggerisce che può esserci stato un assorbimento.
- Esaminando l'insieme strutturale dei pompieri e l'uso delle dotazioni suggerisce che una piccola quantità di naphthalene è presente sui pompieri, e può penetrare anche questo attraverso l'uso delle dotazioni. Attraversando e contaminando gli indumenti.
- Con l'uso corretto del PPE, il rischio di salute da effetti a breve e lungo termine da queste basse concentrazioni di naphthalene sono trascurabili.
- C'era un'esposizione trascurabile al volatile organico, inorganico, e cianuro di idrogeno durante le attività di CFBT.
- C'è poco o nessun rischio prevedibile all'esposizione ad agenti chimici per destare preoccupazione all'individuo che è localizzato vicino alle attività di CFBT - ma che non partecipa - finché non sarà a contatto col fumo direttamente.
- Può esserci una piccola quantità di esposizione dermale al naphthalene nonostante l'uso dell'insieme protettivo, comunque le concentrazioni al quale i pompieri possono essere esposti è probabile che sia bene sotto la concentrazione dannosa per la salute nella maggior parte della popolazione.

Le raccomandazioni seguenti sono state fatte sulla base di questo studio e sul limite di esposizione del personale del NSWFB a sostanze rischiose presenti nel fumo del legno - particleboard:

- Una revisione di NSWFB corrente sui requisiti di una procedura d'igiene, svestendosi, lavare le mani, non mangiando nelle aree, lavando e localizzando l'abbigliamento in aree apposite.
- Attività di combustioni CFBT limitate ad una combustione per gli istruttori al giorno.
- Sorveglianza della Salute e monitoraggio degli istruttori di NSWFB.

Assistere l'istruttore di CFBT (esempio POS)

- Un punto di riferimento medico facoltativo di CFBT.
- Visita medica annuale o su richiesta dell'istruttore.
- Un accertamento mensile sulla sicurezza mandato dall'unità di salute professionale.
- Valutazione e mantenimento dei requisiti almeno ogni sei mesi.
- Per un giorno di attività ci devono essere due giorni di recupero e richiede una rotazione degli istruttori che possono prendere parte ad usi esteriori.
- Provvedere ad una vestizione fresca e obbligatoria.
- Gli istruttori prendono e registrano la temperatura prima e dopo ogni esercizio.
- Gli istruttori non dovrebbero caricare il container.
- Provvedere ad una Sauna per assistere e mantenere l'acclimazione.
- L'uso di creme per proteggere la pelle è considerato opzionale, ma non essenziale, come una protezione personale ed aggiuntiva.

9.19 UNITA' IL DIMOSTRATORE SU PICCOLA SCALA

Ci sono molti tipi diversi di unità il Dimostratore su piccola scala che possono presentare e migliorare la cultura di esperimenti nelle unità FDS. Molte delle forme diverse di fenomeni del fuoco possono essere dimostrate su una più piccola scala, prima di sperimentare gli stessi eventi nelle grandi unità FDS. Questo approccio di apprendimento crea un collegamento utile come rinforzo a quanto più intenso può essere la dimostrazione. Questo metodo di addestrare i pompieri è anche una cosa che si può ripetere più e più volte.

La 'casa delle bambole' o fire box su piccola scala

Ci sono i vari disegni di questo simulatore di fuoco basati su piccola scala, alcuni sono fatti di acciaio e possono essere caricati con combustibile per un centinaio di dimostrazioni ripetibili. Un'altra forma più comune è dove questi piccoli simulatori che sono costruiti con tagli di particleboard che si usa come fonte di combustibile primaria nelle unità FDS. Un piccolo fuoco è poi fatto cominciare in un angolo della 'casa delle bambole' usando una piccola quantità di legno e fatto osservare alla classe di studenti lo sviluppo del fuoco attraverso un'apertura.

Tutti i punti di base dell'insegnamento possono essere dimostrati in un modo conveniente ed economico per impartire la conoscenza e consegnare una introduzione di base per il comportamento del fuoco:

- Flusso d'aria
- Sovrappressione / sotto pressione
- Pirolisi
- Accumulo di fumo
- Pressione Piano Neutro (NPP)
- Rollover
- Flashover
- Backdraft

- Combustione dei fumi
- Auto ignizione

Costruzione della 'case delle bambole' (mini unità FDS)

- Base 12.5mm di ampiezza (1/2 pollici) di particleboard.
- Ogni unità avrà bisogno di sei pannelli per la costruzione.
- Lati frontali e posteriore dovrebbero misurare 400 mm x 362 mm.
- Lati frontale e posteriore dovrebbero misurare 16 pollici x 15 pollici.
- Sezione del piano e tetto dovrebbero misurare 400 mm x 400 mm.
- Sezione del piano e tetto dovrebbero misurare 16 pollici x 16 pollici.
- Taglio della porta aperta di 180 mm di larghezza x 250 mm di altezza, nella faccia anteriore.
- Taglio della porta aperta di 7 pollici di larghezza x 10 pollici di altezza, nella faccia anteriore.
- Incolla o inchioda ermeticamente tutte le sezioni
- La costruzione di un foglio con le misure della porta ed un manico di lato può essere usato per chiudere la porta e monitorare le fiamme e l'afflusso d'aria permettendo la formazione di calore all'interno ed un fuoco che cova sotto le ceneri prima di rimuovere il tutto e dar via all'afflusso d'aria che scatenerà un backdraft (potrebbe richiedere molti tentativi).

Un video utile che dimostra l'uso corretto della casa delle bambole, insieme a molti modi di infiammare i gas, e l'altre piccole scale della unità FDS il Dimostratore sono disponibili su DVD nel libro *3D firefighting*.

Importante: Appena si farà questa dimostrazione si produrranno gas tossici, e dovrebbe essere controllato il tutto da uno o due istruttori (o studenti) con equipaggiamento completo PPE ed SCBA con gli osservatori lontano abbastanza da non respirare i prodotti di combustione.

La Bang scatola di Giselsson

La Bang Scatola fu sviluppata originariamente come una un attrezzo da illustrazione (il laboratorio) per illustrare il **range di infiammabilità** ed il **potenziale dell'energia in questo range**.

Si usa un certo numero di goccioline di liquido infiammabile molto volatile: normalmente otto gocce equivalgono il limite inferiore, dieci goccioline è l'ideale ed approssimativamente diciassette gocce sono uguali al limite superiore di infiammabilità.

L'eccitante d'accensione partiva e l'esplosione susseguente fece saltare un coperchio di sughero a 2 metri o più. I risultati di una serie di prove sono marcate su una scala. Mostrare il potere di massimo di alcune goccioline di liquido infiammabile, con l'unità eccitante e partiva l'accensione dei gas.

La distribuzione meccanica della fiamma aumenterà l'effetto nello stesso modo fatto nelle moderne auto. Si può usare Ethanol puro come un liquido infiammabile ed alternativo. Approssimativamente 4 cl dovrebbero essere versati nella camera. Se la temperatura è approssimativamente a 20°C esso diverrà una miscela di gas ideale nella scatola.

Ripetendo questo esperimento senza aggiungere combustibile nuovamente ma sollevare lentamente la temperatura produrrà un calo di energia appena il mix di gas è sempre più su - il carburante. Finalmente è sul limite superiore. Diluendo nuovamente l'alcol con approssimativamente 3 cl di acqua con la stessa temperatura che da i gas esplosivi. Un esperimento di TWA800 può essere fatto con il diesel o può essere emesso a getti - il combustibile nel cilindro se è pre - riscaldato ed approssimativamente a 70°C.

L' 'Acquario' dimostratore in piccola scala di FGI (Fire Gas Ignition)

Un'altra attrezzatura per la dimostrazione della presenza dei limiti di infiammabilità del mix gas/aria è 'l'Acquario' così chiamato da Giselsson. Il serbatoio in metallo da 6 mm di spessore, misura approssimativamente 0.5 m 0.7 m di larghezza ed lunghezza ed una altezza di 0.5 m in tre lati. Il quarto lato ha un'apertura che può essere sigillata con una porta scorrevole. La cima del serbatoio ha delle aperture a flap per scaricare la pressione od un'apertura di ventilazione di assistenza.

Alla base vi è un ventilatore che mescola, l'approvvigionamento di propano ed un supporto di elettrodi per la scintilla. L'approvvigionamento di gas e la scintilla d'ignizione sono controllate da lontano dal istruttore che usa una piccola unità a mano. Mentre viene dato il gas, un display sulla fronte del serbatoio registra il tempo. Questo display è calibrato per mostrare il tempo all'arrivo del basso e superiore limite di infiammabilità nel serbatoio.

Le quattro dimostrazioni FGI che possono essere condotte:

- Che nel serbatoio riempito con propano col funzionamento ad scintilla. Accade un'esplosione quando il limite infiammabile è più basso miscela ricca.
- Si ha un'esplosione molto più violenta se è realizzata riempiendo il serbatoio ad un miscela stechiometrica prima di azionare la scintilla.
- *Un 'esplosione di fumo' è simulato mettendo un muro di compartimento tra la scintilla e l'ignizione dentro il compartimento che si accende una miscela più ricca fuori.*
- Un mix ricco è creato ed un via alla scintilla. Il foro sul lato del serbatoio è aperto e l'aria entra. Appena il mix gas/air cade nel range di infiammabilità, vi è l'ignizione dei gas simulando un (FGI).

9.20 LEGGENDO IL FUOCO - B-SAHF (BE SAFE)

Ci sono varie sigle menmoniche usate nei testi antincendio che servono come suggerimento ai pompieri per considerare o indirizzare i vari problemi tattici negli incendi. Uno dei migliori che ho visto è quello concepito da Shan Raffel (Queensland Fire and Rescue in Australia) ed ulteriormente adattato dal Battalion Chief Ed Hartin Gresham Fire District in Oregon USA. La sigla menmonica usata è **B-SAHF** (Be Safe - essere sicuro) ed rappresenta i punti seguenti in relazione a 'Leggere il Fuoco':

B - Building - Costruzione

S - Smoke - Fumo

A - Air track - Flusso d'Aria

H - Heat - Calore

F - Flame - Fiamma

Leggere il fumo

- Volume del fumo (stage dello sviluppo del fuoco)
- Densità del fumo (visibilità)
- Velocità del fumo (pressione)

- Contenuto del fumo (ricco o magro)
- Calore del fumo (stage di sviluppo del fuoco)
- Movimento del fumo (Rischi)
- Stratificazione del fumo (NPP – neutral pressure plane) (stage dello sviluppo di fuoco)
- Ubicazione del fumo (non è una guida all'ubicazione del **fuoco**)
- Variazione del fumo (da aperture diverse)

I pericolosi movimenti del fumo (Segnali di avvertimento del fumo)

- Movimenti a pulsazione del fumo da una porta o dalla finestra;
- Turbolenza nella stratificazione del fumo (aumento e caduta dello strato di fumo - NPP);
- Abbassamento improvviso dello strato di fumo (NPP);
- Movimenti improvvisi dell'aria verso il fuoco ed il fumo che va via dal fuoco;

Leggere il fuoco

- Volume del fuoco
- Colore del fuoco
- Velocità del fuoco

Perché leggere le condizioni del fumo?

- Per aiutarci nello stimare l'ordine di grandezza del fuoco;
- Per aiutarci a localizzare il fuoco;
- Per aiutarci nell'anticipare gli eventi ostili del fuoco o fenomeni rapidi del fuoco;
- Per aiutarci nel localizzare i punti di ventilazione tattica.

Il fumo è un combustibile

- Il fumo ha punti di accensione
- Il fumo ha un punto di flash
- Il fumo ha un punto d'infiammabilità
- Il fumo ha una temperatura d'ignizione
- Il fumo ha un limite d'infiammabilità

Limiti di infiammabilità

- Gas di combustione poco ricca (sotto il LIE)
- Limiti di infiammabilità (tra il LIE ed il LSE)
- Punto stechiometrico (miscela ideale gas/aria)

- Gas di combustione ricche (sopra il LSE)

Flusso d'aria

- Il punto - punto del flusso d'aria è da **fuori al fuoco a fuori**;
- L'apertura d'immissione dell'aria può servire anche come l'uscita del fumo e fuoco (può essere la stessa finestra);
- L'apertura d'immissione dell'aria e l'uscita può essere la porta d'entrata;
- Ci sarà calore ed irraggiamento dallo strato di fumo, **tra il fuoco e l'uscita**;
- Può esserci più di una entrata dell'aria ed uscita dei fumi;
- Facendo molte aperture il flusso d'aria potrebbe cambiare;
- Alcuni cambiamenti del flusso d'aria possono essere a vantaggio o svantaggio ad occupanti o pompieri che lavorano all'interno;
- Qualche volta possiamo tentare azioni che invertiranno la direzione del flusso d'aria a nostro vantaggio;
- Qualche volta con le nostre azione alteriamo la direzione del flusso d'aria esistente a nostro svantaggio!;
- Il flusso d'aria è influenzato dal vento esterno dalla pressione interna dell'edificio da effetti della scala in edifici alti;
- Il potenziale per un 'auto-ignizione' dei gas del fuoco supercaldi all'interno di un compartimento sono più forti in locali adiacenti o nelle ventilazioni d'immissione/sbocco.

Lotta antincendio strategia base sulle condizioni

- RECEO (Rescue - Exposure - Confinement - Extinguish - Overhaul / Salvataggio - Esposizioni - Confinamento - Estinzione - Ispezione)
- Localizzare e dare un ordine di grandezza al fuoco
- Valutare le risorse sulla scena
- Ricognizione e stima del rischio
- Selezionare un sistema sicuro di lavoro
- Gestire il rischio
- Monitorare il rischio

9.21 STABILIZZARE L'AMBIENTE

È un fatto che almeno un quarto degli incendi di struttura peggiora dal momento che noi arriviamo sulla scena. Questo è dovuto, in parte, alle nostre azioni o non-azioni durante il vitale attacco primario con poche risorse. Cosa facciamo, o non riusciamo a fare?

- Creiamo aperture;
- Apriamo porte;
- Apriamo finestre;

- Tagliamo buchi per rimuovere fumo, calore e gas;
- Tutto questo dopo che troviamo o diamo acqua sul fuoco o negli strati dei gas caldi della combustione.

Quindi che cosa è 'lo stabilizzare' l'ambiente e perché dovrebbe essere il nostro compito primario (dopo il salvataggio immediato)?

- 1. Controllare il flusso d'aria;**
- 2. Raffreddare i gas in alto;**
- 3. Ventilazione con direttive chiare ed obbiettivi.**

Dal vero primo momento che arriva dovrebbe cercare tramite gli indicatori B -SAHF le informazioni sullo sviluppo del fuoco e quanto è presente nella struttura coinvolta. Perché fare un'apertura dove un'apertura non esisteva prima? Ci deve essere una buon ragione per farla in un incendio di struttura, anche quando questa è la porta d'entrata.

Ragioni per aprire porte

- Per guadagnare l'accesso;
- Per localizzare il fuoco;
- Per intraprendere una ricerca di sospetti occupanti;
- Per intraprendere una ricerca per occupanti noti;
- Per far avanzare una tubazione d'attacco primaria.

Ragioni per aprire finestre o tagliare i tetti

- Per ventilare stanze, compartimenti e spazi;
- Per rilasciare la combustione fiammeggiante;
- Per sollevare le condizioni nella struttura;
- Per offrire un flusso d'aria ad occupanti rimanenti.

Quindi dobbiamo indirizzare la nostra prima differente tattica di risposta, in un modo che ci conduca a controllare meglio e stabilizzare lo sviluppo del fuoco?

Controllare il flusso d'aria

In ogni situazione dove arriviamo davanti una porta, dovremmo controllare la linea del calore della porta a differenti altezze. Dove ci sono segnali di linea di calore (più calda in cima ed andare in giù e comparare) sappiamo che il fuoco è oltre il suo palcoscenico incipiente ed è richiesto l'uso dell'SCBA. Sappiamo, o almeno dovremmo pensare, questo prima che apriamo la porta. A questo stato di sviluppo dobbiamo eseguire ogni procedura di controllo della porta effettiva che dovrebbe impedire al fuoco di peggiorare ed estendersi. Se stiamo lavorando avanti alla tubazione a questo punto abbiamo bisogno di priorizzare ed giustificare le nostre azioni. Le uniche ragioni di entrare davanti alla tubazione sono le seguenti situazioni:

- Un ragionevole sospetto di vita a rischio;
- Un definito rischio di vita;
- Una localizzazione del fuoco.

È logico per dare un sguardo rapido e vedere immediatamente l'ubicazione del fuoco e se possiamo chiuderlo, chiudendo una porta interna rallentandone l'espansione. Nel tentare questa azione dobbiamo stare attenti a stimare il rischio della situazione. Tale azione si dovrebbe intraprendere solamente se seguendo questi protocolli:

- La squadra di ricognizione dovrebbe consistere di almeno tre pompieri.
- Due pompieri entrano come una squadra e rimangono insieme.
- Un pompiere rimane alla porta per osservare le condizioni e controllare l'apertura della porta.
- Tutti dovrebbero avere la possibilità di comunicare l'un l'altro.
- Un'apparecchiatura di soppressione del fuoco portatile dovrebbe essere di appoggio (IFEX?).
- Se ad ogni certo stage del fuoco un **flusso d'aria** con fumo pesante viene fuori in sovrappressione, la squadra di ricognizione dovrebbe tornare fuori immediatamente e chiudere la porta di entrata.
- In ogni 'ricognizione' in situazione di fumo calore, la penetrazione nella struttura dovrebbe essere non sopra i dieci a venti passi senza una tubazione, dipende sempre dalle condizioni. A questo punto, se il fuoco (o area approssimata) non è stato localizzato la squadra di 'ricognizione' deve ritornare all'esterno e chiudere tutte le porte che ha aperto.

Dove ci sono vitali ragioni per **sospettare** occupanti nella struttura, è il caso di stimare il rischio nella situazione. Le ragioni a 'sospettare' devono essere appesantite da una forte probabilità, piuttosto che da una possibilità, dove le condizioni del fuoco stanno peggiorando. Correre avanti alla tubazione d'attacco è una strategia carica di pericoli e questo è un approccio tattico che deve essere stimato attentamente e controllato e nella stima del rischio contro il guadagno.

- Un squadra di 'ricerca' dovrebbe consistere di almeno tre pompieri.
- Due pompieri entrano come squadra e rimangono insieme.
- Un pompiere rimane alla porta per osservare le condizioni e controlla l'apertura della porta.
- Tutti dovrebbero avere la possibilità di comunicare l'un l'altro.
- Un'apparecchiatura di soppressione del fuoco portatile dovrebbe essere di appoggio (IFEX?).
- Se ad ogni un certo stage del fuoco un **flusso d'aria** con fumo pesante viene fuori in sovrappressione, la squadra di ricognizione dovrebbe tornare fuori immediatamente e chiudere la porta di entrata.
- In ogni situazione di ricerca nel fumo e calore, per un **sospetto** di vita a rischio, la penetrazione nella struttura non dovrebbe essere sopra ai dieci venti passi senza una tubazione, dipende sempre dalle condizioni. A questo punto, se il fuoco (o in area approssimata) non è stato localizzato squadra di 'ricognizione' deve ritornare all'esterno e chiudere tutte le porte che ha aperto.
- In ogni situazione di ricerca interna in condizioni di fumo e calore, per **conosciuta** vita a rischio, la penetrazione nella struttura senza una tubazione dipende sempre dalle condizioni. Comunque, un'esposizione molto più grande al rischio è accettabile sotto queste circostanze.

In tutte le situazioni sopra, dove entrando in una struttura per localizzare un fuoco o la ricerca di un sospetto od occupante noto, dovremmo perfezionare le misure di controllo del rischio nello sforzo di stabilizzare le condizioni interne e ridurre i rischi a pompieri. La funzione del pompiere nel controllo della porta è critico per due motivazione:

- Controllare i flussi d'aria;
- Osservazione delle condizioni.

Stabilizzazione o 'destabilizzazione'

In situazioni dove pompieri arrivano sulla scena e procedono rompendo da fuori tutte le finestre nella struttura senza nessuno scopo, obiettivo o ragione tattica, è più probabile creare destabilizzazione piuttosto che una stabilizzazione delle condizioni interne. È sicuro che un incendio che è in una condizione sotto-ventilata (*sviluppando alte condizioni di calore con un processo continuo di riciclo dello sviluppo di fuoco nella struttura, conducendo ad una pesante pirolisi ed a un grande accumulo di fumo molto caldo e gas di combustione*) sguinzaglierà la grande quantità della combustione fiammeggiante gassosa ed intensa dove sarà aperta in questo modo. Se c'erano alcuni occupanti rimasti nella nel strutturi è molto probabile che loro non sono più salvataggi vitali.

Raffreddando i gas in sospensione

Un altro modo che noi tentiamo per 'stabilizzare' le condizioni è dirigere un'applicazione d'acqua nei gas in sospensione sopra la testa per ridurre la temperatura nel compartimento e l'irraggiamento del calore. Possiamo fare questo in molti modi ma il nostro obiettivo principale è prendere la quantità massima di calore nella sospensione gassosa sopra la testa con la minima quantità d'acqua. Nel fare questo dobbiamo essere capaci di mantenere l'equilibrio termico, tenere lo strato di fumo (NPP) alto, mantenere la visibilità al pavimento se c'era ed evitare le inversioni di temperatura dove l'espansione del vapore acqueo guida i gas di combustione ed il vapore contenuto in giù verso di noi.

Possiamo applicare l'acqua nei gas in **sospensione** in molti modi:

1. Colpi a getto pieno (1 - 3 secondi);
2. Colpi a getto nebulizzato (1 - 3 secondi);
3. 'Pulsazioni - Pulse' a getto nebulizzato (0.5 secondo);
4. Spazzate con un getto stretto nebulizzato o getto pieno in un tentativo di togliere il calore dal soffitto e dai muri (**painting**);
5. Nota: Il **penciling** non è una tecnica che generalmente è diretta il in alto nei gas in sospensione, ma è puntata piuttosto a raffreddamento delle superfici calde che bruciano alla fase combustibile (alla base) del fuoco (i.e. divani, letti, mobilia contenitori ecc.). Questo termine era stato trasferito dalla Svezia agli Stati Uniti ma interpretato male dagli istruttori durante i primi anni dell'uso dell'addestramento flashover nelle 'lattine'.

L'effettiva applicazione richiesta nel raffreddamento dei gas di combustione in sospensione :

- Pressione della lancia adeguata per offrire una serie di goccioline effettive;
- Piccole quantità di acqua per prevenire il vapore nel colpire le pareti della stanza;
- Capacità della lancia di migliorare le azione;
- Operatore alla lancia addestrato nelle tecniche di raffreddamento dei gas di combustione.

Ventilando con una direttiva o un obiettivo chiaro

Un terzo e finale modo di stabilizzare l'ambiente è attraverso un'accurata e controllata ventilazione tattica di una struttura/compartimento coinvolto dal fuoco. Tale azione deve essere sia diretta (compito pre assegnato od ordinato), sia precisa (nell'ubicazione), coordinata (calcolata), e serve un obiettivo (scopo). Questa strategia può andare bene in tutte le situazioni ma in alcuni casi è critica nella riuscita dell'operazione antincendio.

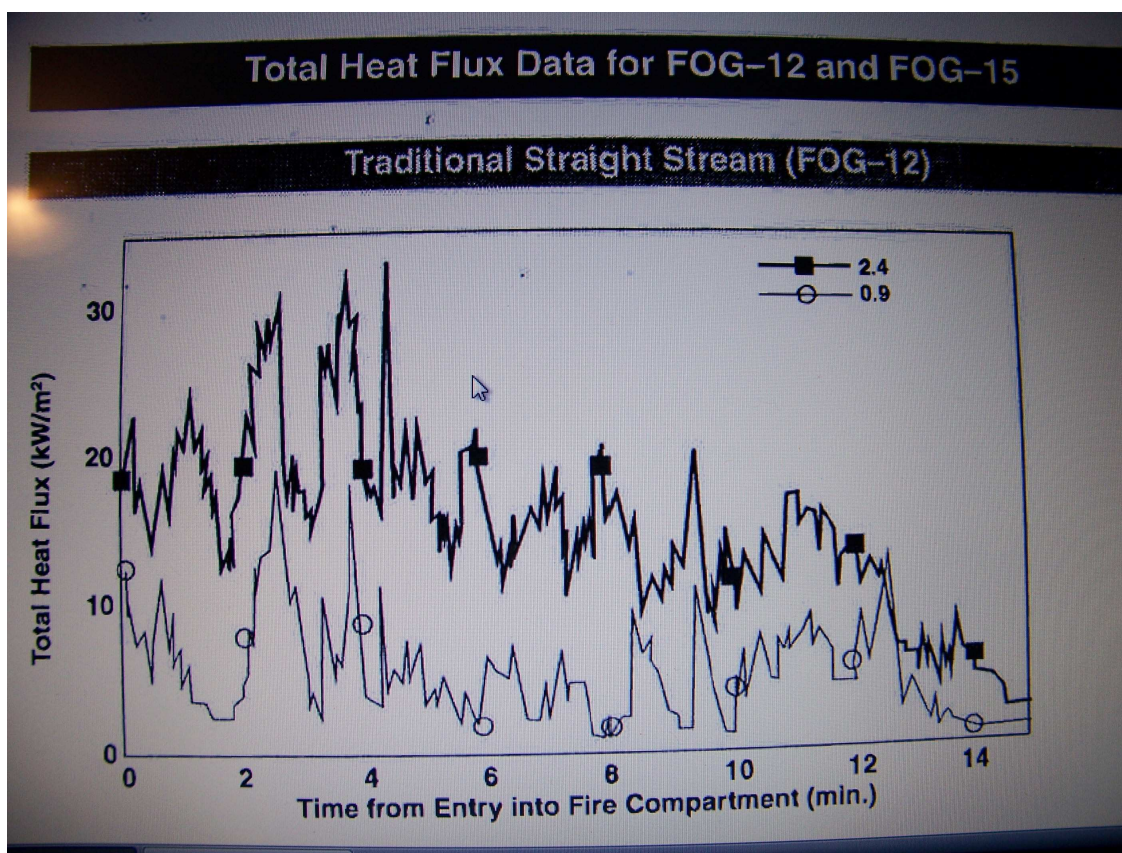
9.22 PROCEDURA DI ENTRATA DALLA PORTA

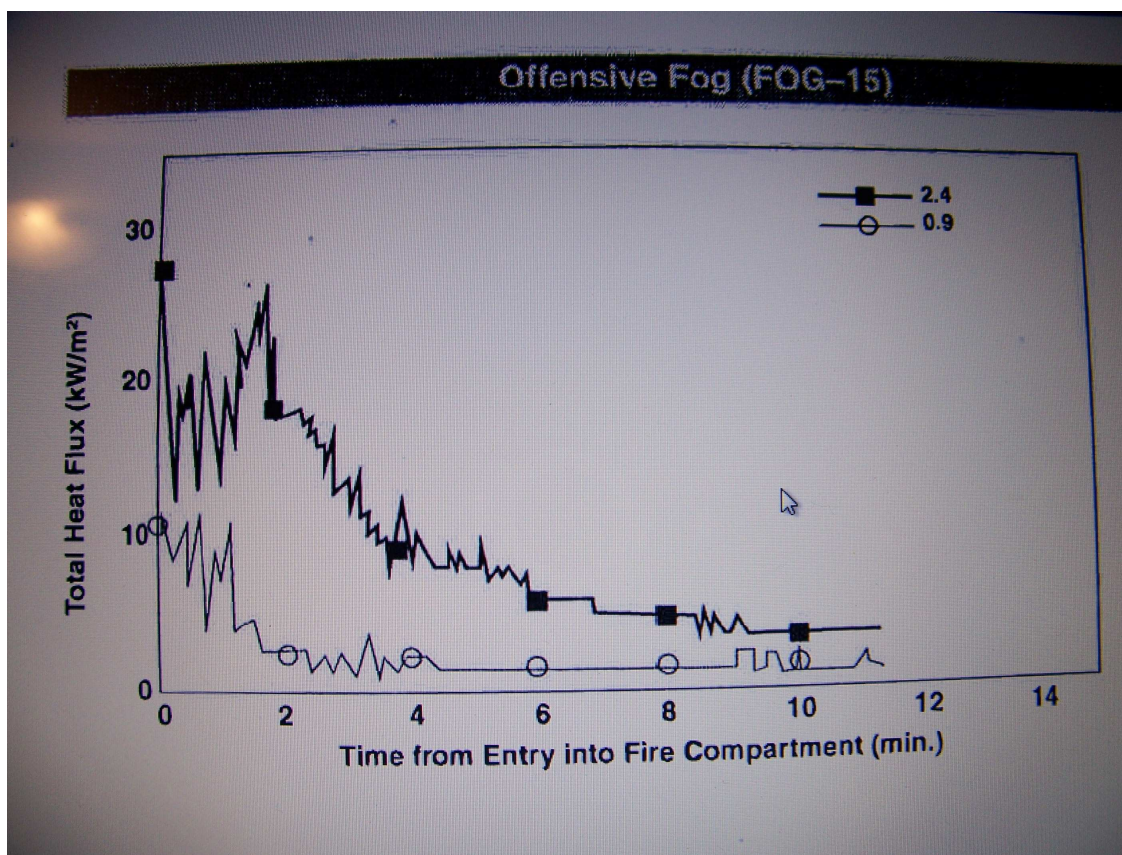
L'obiettivo principale di eseguire una 'procedura di entrata di porta' di routine è asserire alcuni elementi di controllo sulle condizioni del fuoco dall'inizio. La prima apertura creata in una struttura coinvolta dal fuoco generalmente è l'entrata dalla porta, a meno che chiaramente questa sia già spalancata al nostro arrivo. Se questo è il caso, dobbiamo pensare di chiuderla, dipende dalle condizioni di B-SAHF come si stanno presentando.

Le procedure di entrata dalla porta possono variare ma tutti mantengono lo stesso obiettivo:

- Selezionare la porta da dove entrare.
- Questo punto di entrata è dove è il fuoco o è lontana dal fuoco?
- Che direzione ha il vento, se c'è?
- Il punto di entrata serve percorsi logici di fuga?
- Fare questo punto di entrata offre il miglior accesso a tutte le parti dello struttura, e.g. cantina?
- Ottenga una rapida visuale degli indicatori di B-SAHF (vedi sopra).
- Ci sono finestre adiacenti che possono offrire avvertimenti di rischio?
- Senti la porta con il dorso della mano ed accertati della linea termica.
- Se la parte sopra è calda, o se c'è fuoco/fumo sospettato dietro la porta, segua la Procedura di entrata dalla porta:
 1. Non entrare senza una tubazione pronta alla porta;
 2. I pompieri hanno tutti l'aria (SCBA);
 3. Se questa è una porta interna di servizio o vicino ad un scala, sono scale che immediatamente accedono all'area pompieri liberi ed occupanti?;
 4. Posizione forzata di entrata dei pompieri dalla porta;
 5. Squadra di attacco sulla tubazione si mette in posizione;
 6. Applicare un breve getto dell'acqua nebulizzata sopra la porta;
 7. Immediatamente aprire la porta a **6 pollici massimo (150 mm)** (*se la porta apre dall'altro lato usare una connessione* per trattenere la porta in una posizione parziale di chiusura);
 8. Osservare i movimenti del fumo;
 9. Applicare un breve getto (1-2 secondi) d'acqua nebulizzata nella sospensione gassosa mettendo la punta della lancia a 45 gradi dal pavimento, solo nella porta;
 10. Immediatamente chiudere pienamente la porta ed aspettare 15 secondi;
 11. Ripetere il processo, ogni durata sentendo la riduzione di calore, osservando i movimenti dei fumi, e comparando al ciclo precedente;
 12. Dove le condizioni stanno migliorando, o dove sembra non esserci fuoco o movimenti di fumo pesante dietro la porta, faccia la piena entrata e l'avanzamento della tubazione.

Prendendo precauzioni, perfezionando le misure di controllo, e seguendo questa procedura su ogni occasione come una routine, la sicurezza dei pompieri è migliorata e la prognosi per alcuni occupanti rimanenti è ancora più grande, come tali procedure servono a mantenere un ambiente di lavoro stabile e ridurre le opportunità di progressi rapidi del fuoco durante l'entrata che è fatta per strutture/ compartimenti coinvolti dal fuoco. Questo è una routine che dovrebbe essere praticata sempre, su vari tipi di porte e su una linea rafforzata di pratica dell'entrata. Pensi a quante volte, o i suoi pompieri, hanno sperimentato sviluppo di un fuoco improvviso nell'aprire una porta, o quante volte ha visto questo accadere nei video degli addestramenti? Questa procedura avrebbe potuto prevenire la crescita rapida del fuoco così incontrollata ed avrebbe potuto stabilizzare le condizioni dell'entrata?





9.17 - Prove antincendio nella Marina militare degli Stati Uniti dimostrano le differenze fra un getto pieno (grafico in alto) e getti di acqua nebulizzata (grafico in basso) nei gas in sospensione. I picchi nel grafico in alto dimostrano come getti d'acqua pieni possono provocare inversioni di temperatura, guidando ripetutamente il vapore super riscaldato verso gli operatori alla lancia, mentre il getto nebulizzato (grafico in basso) produca una percentuale più alta di raffreddamento nella massa di fumo in sospensione e produca meno quantità di vapore nei livelli più bassi.

9.23 RAFFREDDAMENTO DELLA FASE GASSOSA

Fu mostrato sopra come goccioline d'acqua eccellentemente divise ed efficaci raffreddino i gas di combustione caldi. Raffreddare efficacemente un strato di gas di combustione caldo che si accumula in forma di fumo sospeso in alto di un compartimento adiacente, richiede molte piccole quantità di acqua. Alcuni brevi pulsazioni, in serie, abbasseranno drammaticamente la temperatura nei gas di combustione portando lo strato di fumo al pavimento. Comunque, dove c'è un veloce flusso d'aria con movimento di fumo rapido di gas di combustione in sospensione ad alte velocità, con il in cambio d'aria o aria che fluisce sotto, il raffreddamento dei gas potrebbero essere meno efficaci (*dipendendo dal stato di sviluppo del fuoco ed il profilo di ventilazione*).

9.24 COMBUSTIONE DELLA FASE GASSOSA

Il termine 'fase gassosa' di combustione si riferisce principalmente al volume di gas che brucia e prodotti di combustione che esistono all'interno di un compartimento. Tale combustione può essere vista riempire un volume intero all'interno di una stanza o spazio.

le varie forme di combustione di fase gassosa possono esistere come:

- Gas di combustione del fuoco riempie il volume intero all'interno di un compartimento, possibilmente come un risultato di un flashover;
- Gas di combustione del fuoco che bruciano parzialmente solamente all'interno di un volume di compartimento (sotto - ventilato);
- Gas di combustione del fuoco che brucia in modo rotolante nella sospensione (rollover);
- Fiamme liberate in lingue che esistono nella sospensione (rollover);
- Gas di combustione che bruciano appena escono dalle finestre (auto ignizione);
- Gas di combustione che bruciano improvvisamente con auto ignizione nella struttura;
- Floating (anche chiamato 'ghosting') fiamme da miscele gas/aria;
- Esplosione pre miscelata dei gas di combustione e prodotti i quali possono dare luogo ad un 'backdraft' o un 'esplosione di fumo'.

È possibile avere una fase combustibile del fuoco che brucia in un compartimento da solo? Sì certamente, questo è chiamato fuoco a 'combustibile-controllato'. È possibile avere una fase gassosa del fuoco che brucia in compartimento da solo? Sì questo è anche possibile. I potenziali per i gas di combustione e prodotti di combustione di accumularsi in aree, lacune, spazi ed accendersi da soli può esistere in un fuoco di un compartimento in avanzato sviluppo. La combustione potrebbe essere nella sospensione gassosa, nascosto nello strato di fumo come pompieri stanno estinguendo la fase combustibile del fuoco sotto. Questo fuoco dei gas di combustione può continuare a bruciare completamente e spargersi nella parte posteriore dei pompieri durante lo spegnimento intrappolandoli dentro. Noi siamo capaci di simulare questo evento durante l'addestramento a fuoco vero nei simulatori FDS.

Flusso d'aria

Dove l'intensità del fuoco sta aumentando, tale pericoloso sviluppo del fuoco in un compartimento accade perché è guidato da tre fattori (o una combinazione):

- Il fuoco ha trovato altro combustibile (probabilmente un spargimento ad altri articoli);
- Il fuoco ha trovato aria/ossigeno supplementare;
- I gas di combustione sono giunti al pericoloso limite di temperatura e range di infiammabilità.

dove il fuoco è sparso agli altri oggetti, combustibili supplementari, è il caso di gettare acqua sul fuoco della fase combustibile rapidamente prima del rilascio del calore dal carico di combustibile in un stato dove lo sviluppo rapido vada sopra la portata della lancia disponibile. Se il fuoco si sta alimentando improvvisamente da una fonte supplementare di aria, forse da una finestra che serve il compartimento coinvolto rotta dal calore, o forse un'apertura di ventilazione creata intenzionalmente. In questo esempio lo strato di fumo può alzarsi leggermente appena il fuoco diviene più intenso. Lo sviluppo del flusso d'aria può colpire i pompieri in molti modi.

- Appena si sviluppa la combustione attraverso un aumento della ventilazione, ci sarà un flusso d'aria che entra dentro ed un altro che esce con i gas di combustione/fumo dalla struttura.
- Se c'è solamente una apertura questa servirà ambo i flussi necessari.
- Dove le fiamme riempiono l'intera finestra il flusso d'aria sta entrando da un'altro punto.
- Se una finestra ha le fiamme solo per la sezione alta soltanto (o parte di essa) il flusso d'aria entrerà nella sezione più bassa.
- L'entrata dell'aria più probabile sarà la via d'accesso che segue il percorso al fuoco.
- Le immissioni d'aria e l'uscita della combustione/fumo avranno un cambio od un incremento durante un incendio serio.
- Qualche volta, l'ubicazione dell'entrata dell'aria e l'uscita della combustione/fumo si invertono.
- Il vento può colpire il flusso tra i due punti d'entrata ed uscita.
- Raffiche di vento improvvise possono avere devastanti effetti sullo sviluppo del fuoco.
- Il momento e forze inerzia possono svilupparsi improvvisamente all'interno di una struttura, a causa delle differenze di pressione interna guidando il flusso d'aria con grande velocità verso il fuoco questo può avere effetti devastanti in termini di sviluppo di improvviso del fuoco.
- Una finestra rotta all'esterno che ha un'azione di ventilazione, in linea con una porta d'entrata alla struttura o un compartimento che era chiuso, può creare condizioni favorevoli all'ubicazioni dei pompieri come entrata dell'aria dalla porta ed uscita del fuoco dalla finestra che prima tendeva a servirsi della porta di entrata dei pompieri.
- In effetto, questo può reindirizzare la via della combustione e del fumo dall'ubicazioni dei pompieri che ora è in una nuova direzione, dall'entrata ed uscita verso la finestra. Questo ridurrà il flusso di calore irradiato dove sono localizzati i pompieri.

9.25 COMBUSTIONE DELLA FASE COMBUSTIBILE SOLIDA

Nella prima parte del capitolo fu dimostrato come un getto nebulizzato offriva un fattore d'efficienza del 75% nella soppressione di un fuoco in un compartimento comparato al fattore d'efficienza del 50% di un getto pieno. Questi fattori di efficienza teorici furono dedotti da indagini in un centinaio di veri incendi. Vale a dire, che per ogni 4 galloni/min (15.1 litri/min) applicati ad un fuoco con un getto pieno, solamente 2 galloni/min (7.5 litri/min) saranno effettivi nella soppressione in una modo di attacco diretto ma 3 galloni/min (11.3 litri/min) saranno effettivi se usati con un getto nebulizzato. Comunque, nonostante la teoria, un getto pieno o un getto flush offrirà più grandi qualità d'acqua che penetreranno nella fonte del combustibile solido incendiato. Ogni oggetto che brucia attraverso le superfici contenute all'interno di un compartimento è chiamato 'fase combustibile' la combustione si è potuta estendere all'interno della base del combustibile. In più esperimenti perciò, è stato necessario arrivare e penetrare la fonte del combustibile così l'immissione di pericolosi gas di combustione sarà prevenuta. Dei combustibili avranno bisogno di grandi quantità d'acqua per essere soppressi, dipende dal loro potenziale di rilascio dell'energia, dalla loro distribuzione ed ubicazione. Incendi nascosti o schermati possono essere più difficili da raggiungere e le varie tecniche di lancia possono essere richieste, come un getto sparato sul soffitto per colpire il fuoco o dai muri, per arrivare alla fonte del fuoco. Comunque, una situazione che dovrebbe essere evitata è il getto pieno a modi ruscello (flush), direttamente alla base del fuoco in compartimento serio dove grande una quantità di combustibile e cioè i gas di combustione infiammabili rimangono. È probabile che veda una fiamma pesante davanti la porta, via d'accesso, colpisca la testa della fiamma e poi in giù verso basso nella stanza alla base del combustibile. L'effetto di applicare un getto pieno in tale modo può essere

abbastanza drammatico e può far indietreggiare i pompieri da ogni avanzamento della tubazione. Dove questi gas hanno un percorso di uscita sicura all'esterno è semplicemente il caso di attaccare la fase combustibile con la portata sufficiente.

9.26 CASI STORICI DI INTERVENTI

Uno dei migliori mezzi di cultura nel servizio antincendio una rassegna di incidenti passati in un tentativo di imparare dalle varie esperienze di interventi del fuoco e altro. C'è generalmente una disponibilità molto estesa di casi riporti in un database al NIOSH che offre una serie estesa di LODD (linea di morti nel dovere) i rapporti possono essere discussi in classe con vari utili dibattiti.

Un'altra ricerca on-line ed collegamenti utili a rapporti esiste al National Firefighter Near Miss Reporting System dove in un database dettagliato raccoglie una larga serie di riporti di incidenti anche non fatali che possono essere trovati usando una parola chiave. Questi rapporti propongono una serie estesa di mezzi per l'istruttore di CFBT. I rapporti possono essere scaricati per creare delle presentazioni in Powerpoint. Possono servire per raccomandazioni, permettendo agli studenti di formarsi un proprio elenco di punti da imparare, sul comportamento del fuoco e prospettive tattiche. È critico imparare dalle esperienze passate e da questo che noi non dobbiamo ripetere la storia, dove erano prevedibili particolari eventi.

9.27 ACCERTAMENTO DEL RISCHIO NELL'ADDESTRAMENTO

Dobbiamo intraprendere e completare un documentato accertamento del rischio per l'addestramento CFBT che deve essere basato sia su standard locali, codici di pratica e standard di salute professionali. Le informazioni precedenti propongono una guida ai vari aspetti e problemi che possono essere indirizzamento al bisogno. Un accertamento del rischio nell'addestramento dovrebbe essere dettagliato nella sua copertura e generalmente dovrebbe includere:

- Analisi necessaria all'addestramento
- Obbiettivi dell'addestramento
- Possibili insegnamenti
- Monitoraggio della salute (studenti ed istruttori)
- Limiti Fisiologici ed ambientali
- La sicurezza professionale
- Il sistema di sicurezza
- Monitoraggio della temperatura
- Evoluzione dell'addestramento in sicurezza
- Rapporti istruttore studente
- Approvvigionamento idrico e portata di flusso minima/massima
- Sicurezza sul sito
- PPE di sicurezza
- Aspetti del funzionamento dell'FDS
- Caricamento dell'unità FDS

- Processo di ignizione
- Processo di decontaminazione

9.28 ACCERTAMENTO DEL RISCHIO OPERATIVO

Avendo perfezionato i programmi di addestramento CFBT ed squadre di istruttori sulle conoscenze per consegnare un addestramento in tutta la sua forza ai pompieri, un amministrazione che finanzia tutte le spese sostenute, vorrà sapere se tutte queste informazioni saranno poi applicabili agli interventi. Per fare questo è essenziale offrire un set chiaro di- protocolli documentati, nella forma di Procedure Operative Standard (POS), questo guiderà i pompieri negli obbiettivi operativi e limitazioni del CFBT, mentre le squadre di comandanti capiranno chiaramente come il CFBT può colpire le strategie e tattiche dell'intervento più tradizionale. Per fare queste POS si ha bisogno di indirizzare i seguenti problemi:

- Quali condizioni del fuoco detteranno quale sezione della tubazione d'attacco sarà posata?;
- Quali limitazioni hanno le tecniche di soppressione imparate? Per esempio, in un grandi spazi o soffitti alti quale metodo di raffreddamento dei gas di combustione sarà più effettivo?;
- Il carico d'incendio e l'effetto di rilascio dell'energia potenziale;
- Dimensione della squadra di attacco;
- Procedura di presa e salvataggio;
- Tubazione di copertura;
- Protocolli di ventilazione - in quali circostanze?;
- Procedura di entrata dalla porta;
- Come gestirà le squadre o l'effettivo staff tattico?