

*Dott. ing. Claudio MANZELLA*



**“I CAMINI MODERNI TRA RISCHIO  
INCENDIO ED ARREDAMENTO”**

*“Non v'ha cittadino per poco ch'ei sia agiato, il quale non desideri e non cerchi ogni possibil mezzo onde liberare le sue camere dal più molesto fra gli incomodi di una casa, cioè dal fumo; e a questo scopo molte volte si sottopone a spese ragguardevoli senza alcun notabile miglioramento, perché, chi d'ordinario s'accinge a rimediare i difetti dei camini, non conoscendo perfettamente la teoria dell'aria, altro non fa che esperimenti dei quali si tiene per cosa meravigliosa se uno finalmente viene coronato da felice successo”.*

*Théophile Jules Pelouze<sup>1</sup>*

Brescia li, 12 Settembre 2006

L'Autore



---

1

Théophile Jules Pelouze: chimico francese (Valognes, Normandia, 1807-Parigi 1867). Le sue ricerche si svolsero nell'ambito della chimica organica pratica, scoprì i nitrili, la nitrocellulosa, l'acido glicerofosforico, il sorbosio e la fermentazione butirrica dello zucchero; sintetizzò l'acido formico e la butirrina (prima sostanza grassa ottenuta per sintesi).

## 1. Introduzione

Catherine Perlès, nella *“Preistoria del fuoco”*, affermando che *“L’uomo si è differenziato realmente dall’animale solo a partire dal giorno in cui è divenuto padrone del fuoco”*, ha colto un aspetto fondamentale della nostra vita, l’uso del fuoco e come il suo impiego e controllo diversificato ha contribuito in modo determinante al progresso dell’umanità.

Dal giorno in cui l’uomo è divenuto padrone del fuoco, l’uomo stesso ha cercato di addomesticarlo, rendendo sicuro il suo confinamento per: scaldare, illuminare, cucinare, e consentire alla nostra vita di svolgersi con sempre maggiori comfort.

Dalla fine del Medioevo il confinamento del fuoco domestico inizia ad avvenire con un sistema di produzione calore chiamato *“camino”*. Il camino costituirà per lungo tempo, per il suo uso improprio ed i suoi difetti di costruzione, il maggior rischio d’incendio delle abitazioni.

La consapevolezza dei possibili danni hanno consentito a tale sistema domestico di produzione del calore di raggiungere la perfezione tecnica agli albori del XX secolo; ma le conquiste tecnologiche di quegli anni, nel campo della produzione del calore per ambienti, ne suggellarono un rapido declino, relegandolo ad una funzione sussidiaria ed ornamentale.

Il camino sopravvisse comunque come elemento decorativo della casa, prima grazie al movimento *“Arts and Crafts”*, fondato da William Morris nella seconda metà dell’ottocento come reazione alla produzione industriale con il ritorno all’artigianato, poi a cavallo del XX secolo, grazie allo sviluppo del *“Art Nouveau”* ed al suo amore per la decorazione, al quale il camino ben si prestava.

Nell'architettura l'affermazione del movimento razionalista, per il quale *“l'ornamento è delitto”*, diede al camino un altro terribile colpo, facendolo considerare elemento assolutamente inutile, come qualunque decorazione.

La produzione e realizzazione di camini non è stata in realtà mai abbandonata ed al giorno d'oggi si assiste ad una loro crescente richiesta. Tutti gli stili e tutte le tendenze del disegno d'interni e dell'architettura, dal classicismo più tradizionalista fino all'high tech più avveniristico, sembrano riconsiderare l'impiego di questo antichissimo strumento per far rivivere le sensazioni dell'elemento, il fuoco, così importante per la vita dell'uomo.

La sua perdita di importanza tecnica e la sua riduzione ad elemento puramente decorativo ha contribuito, purtroppo, a disperdere l'enorme patrimonio di esperienze e conoscenze, faticosamente acquisito nei secoli precedenti da generazioni di artigiani edili, guidati da esperti costruttori come Rumford, trasformando il camino in un oggetto misterioso, dalle regole di funzionamento inesplicabili. Generazioni intere di Architetti ne hanno considerato il solo aspetto estetico e ornamentale, ignorandone il corretto funzionamento.

Addomesticare il fuoco ed impiegarlo in sicurezza, tuttavia, vuol dire conoscerne i potenziali rischi per l'uomo, ma nella vita quotidiana non sempre il fuoco viene impiegato in sicurezza ed è per questo che molte attività umane, prima di essere intraprese, hanno la necessità di essere analizzate e valutate per il loro rischio incendio.

Nella legislazione antincendio italiana, esistono norme che regolano la costruzione di impianti semplici e complessi di produzione calore, ma non esistono norme antincendio cogenti per la costruzione e l'esercizio dei camini domestici.

Certamente gli impianti a caldaia riscaldano di più e più economicamente, le lampade elettriche illuminano meglio e altri sistemi tecnologici rendono la nostra vita più semplice e comoda, ma un caminetto, oltre ad assolvere tali funzioni, fa compagnia ed arreda come nessun altro impianto di produzione del calore e nelle case di montagna o di zone d'Italia dai rigidi climi invernali, dove viene installato per contenere solamente il fuoco, ritrova la sua primitiva sacralità di focolare domestico, di centro naturale d'attrazione della vita familiare.

Il presente lavoro è stato suggerito dai tanti incendi di tetto in legno e di case di montagna. Nella sola provincia di Brescia, nel periodo settembre 2003 - agosto 2006, i vigili del fuoco sono intervenuti su 702 incendi<sup>2</sup> coinvolgenti direttamente o indirettamente camini.

Considerando che tale tipologia d'incendio rappresenta il 2,6 % degli interventi di soccorso ed il 10 % di tutti gli incendi che si hanno nell'intera provincia, la necessità di fornire una maggiore informazione sul funzionamento, uso e corretta progettazione dei camini costituisce un'esigenza preventiva, rivolta alla riduzione del numero d'incendi causati da un così semplice ed a volte mal impiegato impianto di produzione calore.

Nei paragrafi successivi, oltre a tracciare una breve storia del camino, utile a conoscere come nel passato sono state risolti alcuni problemi di funzionamento, verrà delineato l'attuale stato dell'arte nella costruzione e nell'impiego dei camini, per corrispondere agli addetti ai lavori ed ai vigili del fuoco le informazioni necessarie per una corretta costruzione, manutenzione, svolgimento dei soccorsi e valutazioni delle cause iniziatrici degli incendi.

---

<sup>2</sup> Dati ricavati dal programma STAT.RI in uso al Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco di Brescia

## 2. Introduzioni storiche

La storia del camino inizia al tempo dell'addomesticamento del fuoco da parte dell'uomo, proseguendo con la ricerca del suo sicuro confinamento, mantenimento e per scaldare, illuminare e cucinare. Ripercorrere tale cammino fino ad oggi, tuttavia, supererebbe gli scopi di questo lavoro.

Ci limiteremo perciò a considerare la storia del camino vero e proprio, più o meno così come lo conosciamo oggi, saltando alcuni millenni di preistoria e storia.

Per tutto il periodo precedente, ci si accontenti di sapere che il fuoco domestico era generalmente allestito in un focolare centrale rispetto all'ambiente, con un foro posto sul tetto sopra di esso come unico sfogo per il fumo, e questo per molti secoli. Tale collocazione aveva il vantaggio di diffondere il calore uniformemente in tutte le direzioni, tenendo il fuoco lontano da pareti, quasi sempre di legno ed altri materiali poveri ed infiammabili.

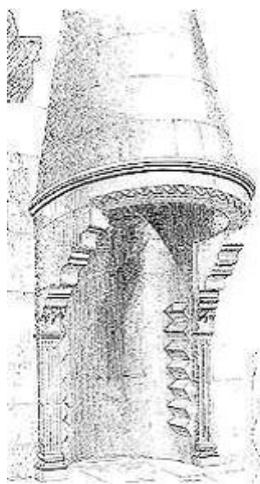
Dal Tredicesimo secolo in poi, il crescente sviluppo economico, l'aumento della popolazione e l'ingrandimento delle città, portarono conseguenze fondamentali nell'edilizia urbana. Nel 1189 a Londra, a seguito di un terribile incendio, vennero concessi particolari vantaggi a quanti edificavano case in pietra e tegole, mentre nel 1212 si ingiunse di intonacare i tetti in paglia perché resistessero meglio al fuoco.

La sostituzione delle case di legno con case realizzate in pietra e mattoni consentì e consigliò lo spostamento del focolare dal centro della stanza ad una delle pareti. La parete in pietra consentiva la realizzazione di una canna fumaria, evitava o diminuiva il

pericolo di incendio, permetteva di inserire il camino in qualunque ambiente, utilizzandolo per scaldare oltre che per cucinare. Nasceva così il caminetto moderno.

Ideato nei paesi nordici, dove il freddo è più acuto, il caminetto a parete si diffuse in tutta Europa e fece la sua apparizione nell'Italia settentrionale tra il 1200 ed il 1300, dapprima a Venezia, dove se ne ha notizia nel 1227, e poi a Pisa, in cui la sua presenza è accertata intorno al 1298.

La transizione tra focolare centrale e camino a parete si protrasse comunque per tutto il quattordicesimo secolo, ed a lungo permase l'uso del focolare centrale, specie nelle abitazioni più povere.

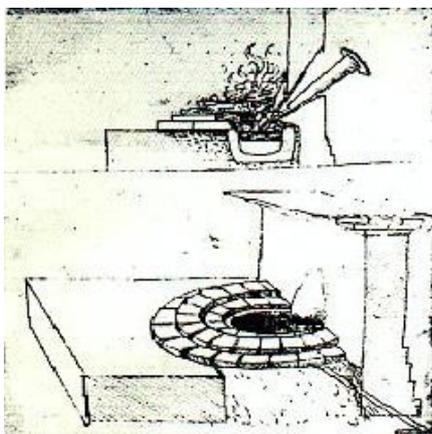


I primi camini furono del tipo cosiddetto “*a padiglione*”, cioè completamente aggettanti dalla parete a cui erano addossati, che ne costituiva il fondo. L'enorme cappa era sostenuta spesso da colonne. L'ingombro era notevole, e la mancanza di fianchi protetti ne rendeva il tiraggio difficoltoso. La diffusione del camino nei vari ambienti della casa, fin nelle camere da letto, consigliò l'ideazione di camini meno prominenti, integralmente contenuti nel muro, che doveva però essere di grande spessore, rendendone difficile la realizzazione ai piani più alti. La soluzione più diffusa finì per essere quella intermedia, col camino inserito per metà nello spessore del muro, il che aiutava il tiraggio, e rendeva meno ingombrante il camino, consentendone l'impiego anche con muri non enormi. Questa soluzione è al giorno d'oggi la più diffusa, e costituisce ormai l'immagine stessa del camino.

L'architetto Vincenzo Scamozzi, nel 1615, nel suo trattato "*Dell'idea dell'Architettura universale*"<sup>3</sup>, ben descrisse questi tre tipi di camini.

Il problema del fumo che era già tuttavia presente nei primi camini e la contestuale di un miglior sfruttamento del calore prodotto, furono affrontati dapprima con soluzioni empiriche. Una via di mezzo tra il camino esterno, che scaldava di più, ma faceva troppo fumo, ed il camino incassato, che spillava meno fumo, ma scaldava poco.

La storia del camino dal 1300 sino al 1600 è soprattutto una storia architettonica e stilistica, poiché le soluzioni tecniche a poco si riducono.



Tra i pochi ad occuparsi del camino dal punto di vista tecnico c'è Leonardo da Vinci, che, in un paio di disegni del "*Codice Atlantico*", propone uno studio originale sull'alimentazione della fiamma, realizzata con una presa d'aria esterna, a imbuto, che ne migliora le prestazioni.

---

<sup>3</sup> "La necessità del fuoco ne' paesi freddi, fece inventare le nappe, ora comunemente chiamate cammini; né senza far fuoco potrebbe l'uomo far comoda vita nelle regioni temperate qual è l'Italia.

Convieni far in guisa che queste siano nel mezzo delle facciate delle sale, salotti o stanze; e quando non si possa, siano da capo o per testa, esposte però in modo che il vento non possa alterare il calore del fuoco, o dare impedimento all'uscita del fumo. Debbono essere di grandezza proporzionata e convenevole al luogo: e se ne conoscono di tre sorta: la prima specie, che può dirsi alla lombarda è di forma eccellente, d'ornamenti proporzionati, di pietre fine e lustre. La sua forma è a padiglione; escono fuori delle mura, e vengono sostenute da colonne, pilastri, statue, termini ed alle volte da alcuni cartelloni e cose simili; e sopra d'essi hanno poi i loro ornamenti d'architravi, fregi e cornici, sopra ai quali si formano le piramidi che ascendono fin sotto alle volte, ovvero ai palchi.

La seconda specie si dice alla francese; escono dall'alto al basso quasi tutte fuori delle mura, onde riescono molto in Roma ed in quelle parti dove si fanno le mura di buona grossezza, e però noi le addimandiamo alla romana

La terza ed ultima specie si chiama a mezzo francese, ovvero a mezzo padiglione, e perché si costumano segnatamente in Venezia chiamansi alla veneziana. A somiglianza di queste ne abbiamo introdotte molte che si chiamano alla scamozziana, le quali hanno il loro recinto dai lati della luce, o gli ornamenti d'architrave, fregio e cornice di sopravvia del terzo della medesima luce; ancora dei lati di fuori, e talora con cartelle, risalti e somiglianti cose; le quali tutte insieme fanno grandissimo accompagnamento. Queste due ultime sorta di nappe, perché impediscono meno, e danno comodità allo scaldarsi le persone ed hanno molta corrispondenza con le stanze: però si convengono molto bene, e massime alla romana ne' luoghi a pie' piano, dove le mura sono più grosse.

Siccome nelle seconde stanze tornano a più proposito le nappe alla lombarda, o sia a padiglione, o tanto più quando le canne de' cammini sono doppie; cioè delle prime e delle seconde nappe, e così vanno insieme fino di sopra al tetto. Il cavo delle nappe si deve fare di quella grandezza che comporterà la qualità del luogo; le principali eccedano di poco l'altezza di un uomo ben formato, né siano più basse che alle spalle, e la larghezza della luce avverrà il terzo o quarto di più dell'altezza. Siano mediocrementemente cavate nel muro, perché quelle che sono molto cavate ritengono dentro il calore del fuoco, e pochi ad un tratto si possono scaldare, e quelle che escono troppo in fuori impediscono il luogo e sono più sottoposte al fumo"

Anche Leon Battista Alberti, nel *“De re aedificatoria libri X”*<sup>4</sup>, fornisce indicazioni pratiche sulla costruzione dei camini.

Si tratta tuttavia di poco più che di consigli pratici, dettati dal buon senso e dall’esperienza. E’ dagli inizi del diciassettesimo secolo che la storia tecnica dei camini si fa interessante, anche perché, risolti i problemi architettonici ed edilizi, è proprio la meccanica del funzionamento che comincia ad essere seriamente indagata.

Il camino si diffonde come apparecchio da riscaldamento in tutti gli ambienti della casa ed il fumo prodotto dal cattivo tiraggio cessa di essere considerato un’inevitabile fatalità, per diventare un problema tecnico da risolvere per migliorare la vivibilità degli ambienti.

Nel 1624 l’architetto francese Savot costruisce nella biblioteca del Louvre un caminetto nel quale, per la prima volta, viene utilizzato il contatto delle pareti calde del focolare per scaldare l’aria della stanza. E’ il primo caminetto a convezione naturale del quale si abbia notizia certa.

---

<sup>4</sup> *“Le qualità del camino sono le seguenti: essere accessibile, poter riscaldare più persone ad un tempo, dare luce in quantità sufficiente, non essere esposto al vento; ma sarà provvisto di uno sbocco per il fumo, altrimenti mancherebbe il tiraggio. Non è bene pertanto sistemarlo in un angolo, né eccessivamente incassato nel muro, ma neppure d’altra parte in mezzo alla sala, ove gli ospiti siedono a mensa; non dovrà essere molestato da correnti d’aria provenienti dalle aperture; la sua imboccatura non dovrà sporgere di molto dal muro. La sua gola sia ampia, ben estesa orizzontalmente dal lato destro al sinistro, ed elevata verticalmente ad una altezza tale da superare con il comignolo tutti i timpani dell’edificio. Quest’ultimo accorgimento è richiesto sia per evitare gli incendi, sia perché non accada che il vento, infiltrandosi tra le tegole, invii folate nella gola, rimandando giù dall’alto il fumo. La sommità del fumaio verrà dotata di copertura per proteggerlo dalla pioggia; tutt’intorno vi saranno aperte delle finestrelle di sbocco, che però dovranno essere fornite di schermatura contro gli assalti del vento; tra queste ultime e le finestrelle occorrerà lasciare uno spazio sufficiente perché vi passi il fumo. Ove ciò non fosse attuabile, consiglierai di sistemare, sopra un’antenna verticale, uno strumento da me denominato vertula, consistente in una cassa di rame grande quanto basta per contenere in sé l’imboccatura superiore del camino; di modo che il fumo, ingolfatosi tutto nella bocca inferiore, verrà spinto fuori a forza, a dispetto dei venti. Al di sopra del focolare, a metà della canna fumaria, occorre sistemare trasversalmente un battente di ferro: quando tutto il fumo sia esaurito, e la brace, fattasi luminosa, abbia cominciato a covarsi, tale sportello si girerà in modo da chiudere la canna; in questo modo non potrà aprirsi il varco attraverso di essa un sol alito di vento proveniente dall’esterno.”*

Nel 1714 Gaucher introduce nei suoi apparecchi da riscaldamento la presa d'aria esterna, evitando il raffreddamento degli ambienti provocato dal risucchio attraverso gli infissi, e rigenerando l'aria interna alla casa a temperatura confortevole.

Intorno al 1745 compaiono i primi caminetti realizzati completamente in lamiera di ferro, appoggiabili al muro, che sfruttano la conduttività del metallo per aumentare l'irraggiamento, chiamati "*Cheminée économiques*", "*Cheminée portatives*" (portatili), infine "*Cheminée à la prussienn*", nome col quale sono giunti sino a noi.

Nel 1756 il libraio Desventes pubblica a Digione un trattato di fumisteria, "La Caminologi", ovvero Trattato sui caminetti, contenente osservazioni sulle differenti cause che fanno fumare i camini, e dei mezzi per correggere questi difetti.

Nel 1759 il Signor Germeté, "Primo fisico di Sua Maestà", presenta all'Accademia delle Scienze il progetto di un nuovo caminetto: "*che garantisce un tiraggio a prova di tutti i venti, sia diretti che riflessi, e della potenza del sole e della pioggia*", che viene considerato ben ideato e denotante molta intelligenza e conoscenza. Sempre nel 1759, il Signor Charles, scultore, inventa dei nuovi camini, realizzati in argilla refrattaria resistente alle più alte temperature, che: "*preservano dal fumo e comprendono numerosi altri vantaggi*".

E' nel 18° secolo, in piena epoca di rivoluzione scientifica e tecnica, dove nascono le scienze moderne, che avviene la svolta tecnica nella progettazione dei camini.

La vera rivoluzione tecnica nella costruzione dei camini è opera di due straordinari personaggi, Benjamin Franklin e Benjamin Thompson<sup>5</sup>, entrambi coloni americani, che unendo al nuovo spirito scientifico ed alle nuove scoperte tecniche il

---

<sup>5</sup> Al secolo conte di Rumford

sensu pratico e lo spirito di intraprendenza, risolsero, in maniera quasi definitiva, il problema dei camini.

Benjamin Franklin (1706-90) dopo aver fondato la Società Filosofica Americana, la prima compagnia di Vigili del Fuoco e la prima società di assicurazione contro gli incendi, ideò il “*Caminetto Franklin*”.

Franklin individua diversi motivi per i quali i caminetti fanno fumo, e suggerisce i rimedi adatti. Ma il punto principale che Franklin per primo colse, in un'epoca in cui nessuno sapeva molto sul calore, e poco di più sul fumo, fu che il fumo era in realtà più pesante dell'aria, e che non avrebbe mai potuto risalire una canna fumaria senza l'apporto del calore, nozione del tutto ignorata prima di lui<sup>6</sup>.

Consapevole che una colonna d'aria e fumo calda che risale una canna fumaria crea un debito d'aria nell'ambiente in cui si trova il caminetto, Franklin dedusse logicamente che un apporto di aria fresca doveva essere in qualche modo assicurato all'ambiente, e propose vari suggerimenti, tra cui una presa d'aria posta direttamente nel focolare e collegata all'esterno.

Un'altra intuizione fondamentale, per quanto non suffragata da dimostrazioni tecniche, fu che:

*“l'apertura dei caminetti nelle stanze è troppo grande, cioè, troppo larga, troppo alta, o entrambe le cose”*, con la conseguente osservazione che: *“le aperture corrispondenti a condotti più alti possono essere più larghe, e quelle di condotti più corti devono essere più piccole”*, introducendo, sia pure intuitivamente, il principio della proporzione tra bocca del camino ed altezza della canna fumaria, proporzione oggi considerata ovvia.

---

<sup>6</sup> “molti pensano che il fumo sia di sua natura e per se stesso più leggero dell'aria, e che risalga in essa per lo stesso motivo per cui il sughero galleggia sull'acqua”



Mentre studiava come migliorare l'efficienza dei camini, Franklin era anche alle prese con uno studio su come sbarazzarsene definitivamente, sostituendoli con strumenti più efficaci. Insieme alla lettera sui camini, negli Atti della Società Filosofica Americana, pubblicò una *“Descrizione di una nuova stufa per bruciare carbon fossile e consumare tutti i suoi fumi”*. Il risultato pratico degli studi di Franklin fu dunque una stufa-caminetto, che prese il suo nome, ma fu conosciuta anche come *“caminetto di Pennsylvania”*.

Realizzata in metallo, molto economica grazie allo sviluppo delle tecniche metallurgiche ed alle prime produzioni di serie, ebbe uno straordinario successo, che dura ancora oggi. Il caminetto tipo Franklin è probabilmente il più antico caminetto prefabbricato ancora in produzione con quasi le stesse fondamentali caratteristiche dell'epoca della sua invenzione.

Ma è nel 1795 che appare un'opera fondamentale sulla progettazione e costruzione dei caminetti aperti, destinata a restare quasi insuperata sino ai nostri giorni : *“Sui camini, con proposte per migliorarli e risparmiare combustibile, rendere le abitazioni più confortevoli e salubri, e prevenire efficacemente l'emissione di fumo dalle canne fumarie”*, scritto da Benjamin Thompson<sup>7</sup>, conte di Rumford.

Nel 1799 fondò, con i suoi denari, la Royal Institution of Great Britain per lo sviluppo di nuove applicazioni scientifiche destinate ad alleviare la povertà. Scoprì le correnti di convezione, il calorimetro per calcolare il calore di combustione di legna, carbone ed altri combustibili, metodi per riscaldare le case col vapore.

---

<sup>7</sup> Benjamin Thompson (1753 - 1814), membro della Royal Society fu, come il suo contemporaneo Franklin, un colono nativo americano, nato a Woburn, un sobborgo di Boston, nel Massachusetts.

Diede un fondamentale contributo alla scienza con i suoi studi sul calore, scoprendo per primo che il calore non era, come si era sino ad allora pensato, una sostanza, ma che era semplicemente prodotto dal moto delle particelle. Grazie alle sue ricerche ed ai suoi esperimenti, fu il primo a comprendere e ad usare il termine calore radiante.

Portò quasi alla perfezione la tecnica di costruzione dei caminetti da riscaldamento.

Thompson acquistò la sua competenza sui camini grazie al suo lavoro “sul campo”. Durante il soggiorno in Inghilterra, insieme ai suoi mastri muratori intervenne nella sistemazione di oltre 500 caminetti, rendendoli perfettamente efficienti, e conquistando una vastissima fama in questo campo.

Dalla sua esperienza pratica e dai suoi studi sul calore derivò una serie di semplici principi, che rivoluzionarono completamente la tecnica di costruzione dei caminetti sino ad allora seguita.

L'idea base era davvero elementare, Thompson riteneva che: *“poiché sarebbe un miracolo se il fumo non risalisse su per la canna del camino, esattamente come se l'acqua non scorresse giù dalle montagne, noi dobbiamo soltanto trovare e rimuovere gli ostacoli che impediscono al fumo di seguire la sua naturale tendenza a salire”*.

Uno degli ostacoli principali era l'enorme dimensione delle cappe e delle canne fumarie allora in uso, che provocavano il raffreddamento dei fumi, rallentandone la spinta verticale al punto che un semplice refolo di vento poteva facilmente infilarsi nella canna e respingere i fumi nell'ambiente. Questa enorme dimensione era dettata dalla necessità di avere spazio sufficiente per permettere agli spazzacamini di infilarsi nei condotti del fumo per ripulirli. Thompson argomentò saggiamente, grazie ai suoi studi,

che se si fosse riusciti a migliorare l'efficienza della combustione, questa sarebbe stata sufficientemente pulita da evitare un così grave accumulo di residui, evitando la necessità di pulizie così impegnative e consentendo il restringimento della canna. Il metodo più semplice per migliorare l'efficienza era per l'appunto, restringere il condotto dei fumi.

Stabilì inoltre che le superfici interne del camino dovessero essere quanto più possibile lisce e prive di angoli accentuati, per facilitare lo scorrimento dei fumi, il cui percorso doveva essere il più verticale possibile, e raccomandò quindi di porre l'imbocco della canna fumaria direttamente sopra il piano di fuoco.

La consapevolezza che il calore della combustione era un calore radiante lo portò a modificare la forma del camino, diminuendone drasticamente la profondità ed inclinandone i lati con angoli studiati matematicamente per rendere massima la riflessione del calore verso l'ambiente.

Il risultato fu un camino completamente diverso da quello a cui noi, ancora oggi, siamo abituati: invece che basso, largo, profondo e squadrato, un camino strombato, alto, stretto e poco profondo, con i lati inclinati aperti verso l'ambiente, notevolmente efficace nel riscaldamento e praticamente privo di fumo.

Thompson fu anche il primo ad introdurre e prescrivere chiaramente la valvola dei fumi posta all'incontro tra la cappa e la canna fumaria, che Franklin aveva soltanto ipotizzato.

Oltre a descrivere minuziosamente forma, dimensioni e relazioni rigorose tra le parti del camino, Thompson forniva anche preziosi consigli sulla qualità del combustibile da utilizzare, sui metodi di accensione, etc., che sono tutt'oggi perfettamente validi.



Il camino Rumford ebbe uno straordinario e dilagante successo nel mondo anglosassone, e non solo, divenendo lo standard di riferimento per gli operatori del settore fino al 19° secolo.

La raggiunta consapevolezza che era l'irraggiamento la fonte di calore del camino, finì per consigliare l'uso di combustibili maggiormente radianti, come il carbon fossile ed il coke, e così i camini tipo

Rumford vennero adattati con una griglia con la quale poteva fornirsi aria al combustibile da sotto, come la combustione del carbone richiede.

Nel 1853, l'architetto G.A. Breyman fissa lo stato dell'arte della costruzione dei camini in una sezione del suo monumentale *"Trattato Generale delle Costruzioni Civili"*, edito a Stoccarda. Nella sezione *"Del Riscaldamento con Camini"* sono enumerati con dovizia di particolari decine di tipi diversi di camini, in gran parte riconducibili, nella struttura base, al caminetto Rumford.

Molti altri camini di questo genere sono ampiamente descritti nel Trattato, compreso un "camino a ventilazione", ideato dall'Ingegnere Douglas Galton, fornito di presa d'aria esterna con un registro regolabile, in cui l'aria esterna viene prima scaldata nella cappa del camino, per contatto con una canna fumaria in acciaio, poi ceduta all'ambiente in alto vicino al soffitto, dove lentamente si mescola all'aria ambiente, riscaldandola, per poi essere aspirata in basso dal camino, ed espulsa attraverso la canna fumaria, fornendo così insieme riscaldamento ed ossigenazione continua, il che è, di nuovo, esattamente il principio di funzionamento degli attuali focolari prefabbricati dalle più note marche.

Anche Breyman, naturalmente, si occupa dei problemi provocati dal ritorno del fumo negli ambienti e ne individua con precisione le principali cause<sup>8</sup>.

Breyman fu probabilmente l'ultimo architetto e trattatista che si occuperà seriamente ed estesamente dei camini come metodo di riscaldamento. I tempi sono ormai maturi per un cambiamento radicale: i progressi tecnici e metallurgici, e le prime produzioni di serie, imporranno ben presto le molto più efficienti ed economiche stufe come metodo di riscaldamento, e le cucine economiche, prima a legna e carbone, e poi a gas, come metodo di cottura.

L'ultimo studio tecnico accurato del funzionamento di un tradizionale camino aperto risale al 1939, ed è una lettura del Prof. P.O.Rosin tenuta alla Società Geologica di Londra, dal titolo "*L'aerodinamica dei caminetti aperti*" (The Aerodynamics of Domestic Open Fires).

---

<sup>8</sup> "Ad ogni modo tutti i caminetti, sia per la difettosa costruzione della gola, che per quella dell'apparecchio, hanno l'inconveniente di poter dar luogo ad un ritorno di fumo negli ambienti. Le cause si riducono alle seguenti: 1) alla difficoltà di introdurre nella stanza la stessa quantità d'aria che aspira la gola del camino; 2) alle dimensioni sbagliate od eccessive della gola; 3) alla temperatura troppo bassa dei condotti della combustione; 4) alla velocità troppo piccola dell'efflusso del fumo; 5) all'azione contemporanea di parecchi caminetti, posti in stanze comunicanti; 6) all'esistenza di una sola gola per più caminetti; 7) all'azione che possono esercitare sulla gola i raggi solari, od all'azione diretta od indiretta del vento. A ciascuna di queste cause si può rispettivamente riparare: 1) ricorrendo ad un caminetto a ventilazione (con presa d'aria esterna), 2) diminuendo la sezione della gola; 3) diminuendo l'ammissione di aria alla combustione; 4) aumentando l'altezza del condotto del fumo, o stringendone la sezione di efflusso; 5) con una sufficiente introduzione d'aria di ventilazione; 6) disponendo in modo che ogni caminetto abbia una propria esclusiva gola per sé fin sopra il tetto; 7) applicando al comignolo delle canne da camino ripari o cappelli, da alcuni detti anche mitre, e che possono essere tanto fisse quanto mobili."

### 3. Il funzionamento del camino

#### 3.1. Generalità

Gli elementi fondamentale di un qualsiasi impianto di riscaldamento, compreso quello a caminetto, non è il bruciatore, bensì la canna fumaria.

Le massime prestazioni dell'impianto, per assicurare:

- sicurezza;
- economia di esercizio;
- comfort;

sono strettamente legate a tre fasi di vita dell'impianto:

- la fase di progettazione;
- la fase di realizzazione;
- la fase di manutenzione (un camino a legna è una macchina semplice ed un minimo di manutenzione, può farla durare più a lungo di qualunque altro tipo di impianto di riscaldamento).

Gli elementi stufa o caminetto non sono elementi autonomi dell'impianto e senza una buona canna fumaria, non si discostano di molto da un semplice braciere, che ha la sola funzione di confinamento del fuoco.

L'uscita dei fumi dalla stufa o dal caminetto, pertanto, non può essere semplicemente risolta con un tubo che mette in comunicazione il caminetto con l'esterno, ma va considerata sotto il profilo tecnico con lo studio fisico del fenomeno.

Capire come funziona una canna fumaria aiuterà a comprenderne l'importanza della sua funzione e a non sottovalutare il suo dimensionamento.

### 3.2. Le funzioni delle canne fumarie

Una canna fumaria ben progettata deve assolvere due funzioni:

- Evacuare i fumi della combustione ad una altezza dal suolo sufficiente a favorirne la dispersione, così da renderli innocui per la salute e la sicurezza dell'uomo.
- Costituire il “*motore*” della combustione. Il camino è un motore statico, senza parti in movimento, il cui compito è di spingere l'aria comburente nella camera di combustione, rendendo così possibile la reazione di combustione stessa.

Dalle conoscenze della fisica e della chimica della combustione sappiamo che una reazione di combustione avviene quando al sistema combustibile - comburente, attraverso una sorgente d'ignizione, viene fornita la necessaria energia di attivazione<sup>9</sup>

---

<sup>9</sup> Durante la reazione esiste un momento in cui i vecchi legami si sono rotti e quelli nuovi non si sono ancora formati: E' lo stato di transizione dove l'energia del sistema è massima, cosa che costituisce una vera barriera per la realizzazione della reazione (vedi: [energia di attivazione](#)).

Lo studio dell'aspetto energetico delle reazioni chimiche è la [termodinamica](#), che ci permette di verificare se una reazione può o meno avere luogo e quanta energia è necessario fornire per superare la barriera dell'[energia di attivazione](#). L'energia di attivazione in [chimica](#) è l'[energia](#) necessaria al sistema per iniziare un particolare processo. Spesso viene utilizzata per definire l'energia minima necessaria perché si realizzi una [reazione chimica](#).

Perché una reazione avvenga è necessaria la collisione di due o più [molecole](#) opportunamente orientate e dotate di un minimo [livello di energia](#) (l'energia di attivazione, appunto), tale da permettere la collisione malgrado le [forze elettriche](#) repulsive generate dalle loro nubi di [elettroni](#) esterne. Questo livello minimo di energia è fornito dall'[energia termica](#) del sistema, cioè dalle energie traslazionali, vibrazionali ecc. di ogni molecola. Se l'energia disponibile è sufficiente, le forze repulsive vengono vinte e le molecole coinvolte vengono a trovarsi ad una distanza tale da poter riorganizzare i [legami](#) tra gli [atomi](#) che le compongono e dare vita a nuovi composti (prodotti della reazione). L'[equazione di Arrhenius](#) traduce in numeri la relazione tra energia di attivazione e velocità della reazione stessa.

L'energia di attivazione consente alle molecole dei reagenti che collidono di formare il cosiddetto complesso attivato o stato di transizione, la cui esistenza è estremamente breve (tempi dell'ordine di  $10^{-15}$  s). Una volta formato lo stato di transizione sono possibili due eventi: il riformarsi dei legami originali, si riottengono quindi i reagenti iniziali, oppure la rottura dei legami iniziali e la formazione di nuovi che danno origine ai prodotti della reazione. Entrambi questi eventi risultano possibili in quanto ognuno di questi produce un rilascio di energia.

Il chimico Svante Arrhenius (1859-1927) avanzò l'ipotesi che le molecole collidenti (o che si decompongono), per reagire devono possedere un'energia superiore alla media. Questo eccesso di energia è detto **energia di attivazione** della reazione e può essere costituito da energia cinetica (le molecole si urtano con un'energia maggiore della media) o da energia interna delle molecole, come nel caso della loro decomposizione.

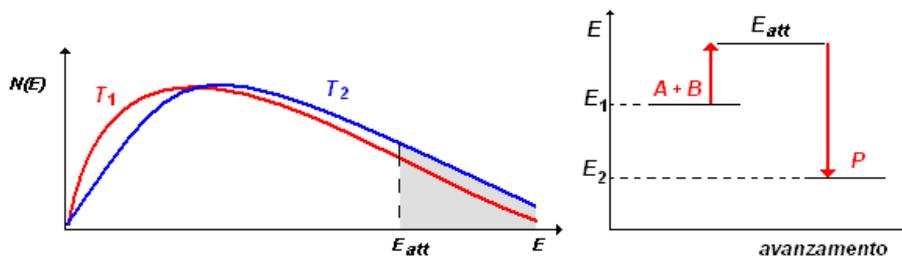
capace di portare la temperatura del sistema (*combustibile - comburente*) alla sua temperatura di autoignizione<sup>10</sup>.

Nei caminetti e nelle stufe l'alta temperatura, necessaria al proseguimento del processo di combustione, viene assicurata con il confinamento del combustibile e del comburente nella camera di fuoco. Se il legno viene fornito dall'uomo, il comburente (l'ossigeno contenuto nell'aria ambiente) viene fornito dalla canna fumaria. Per svolgere il suo compito la canna fumaria non impiega altro che le caratteristiche stesse della combustione: i fumi e l'alta temperatura.

### 3.3. Teoria elementare del camino

Il funzionamento di un camino si basa sul semplice principio dei vasi comunicanti, con il fluido che tende ad assumere e conservare lo stesso livello in ogni vaso, purché:

- i due vasi comunichino tra loro;
- il fluido contenuto nei due vasi abbia la stessa densità.



I grafici sopra riportati, visualizzano la situazione:

si consideri, per esempio, la reazione  $A + B \rightarrow P$ . Come mostra il diagramma a destra, perché  $A$  reagisca con  $B$  è necessario che il loro urto reciproco avvenga con un'energia almeno paria a  $E_{att}$ , dando luogo ad un prodotto  $P$  con energia minore di quella dei reagenti.

Ora, si faccia riferimento al grafico a sinistra: ad ogni intervallo di energia  $\Delta E$ , corrisponde un numero di molecole  $N(E)$  aventi quella energia; aumentando la temperatura, la curva dell'energia si deforma (profili in rosso e in blu) mantenendo però costante l'area da essa sottesa.

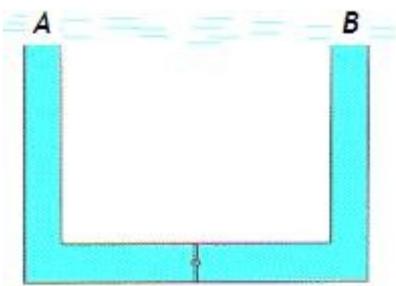
La curva colorata in rosso corrisponde alla distribuzione dell'energia alla temperatura  $T_1$ ; la curva colorata in blu corrisponde alla distribuzione dell'energia alla temperatura  $T_2$ : si vede facilmente che alla temperatura  $T_2 > T_1$  è maggiore il numero di molecole,  $N(E)$ , che ha energia maggiore di  $E_{att}$  (parte colorata in grigio). Questa è la ragione per cui si ha un aumento di velocità della reazione.

<sup>10</sup> Temperatura del riscaldamento stazionario del sistema di reazione al di sopra della quale ha luogo l'ignizione, cioè la reazione è capace di autoaccelerazione

Il camino, pertanto, non è altro che un'applicazione della legge di gravità.

L'aria è un fluido che possiede massa e quindi un peso. Il suo peso sarà funzione della sua densità, ossia della quantità di materia per unità di volume.

Esemplificando possiamo affermare che la rarefazione di un gas è inversamente proporzionale alla quantità di materia per unità di volume. In altre parole: più un gas è "rarefatto", minore sarà la quantità di materia per unità di volume, di conseguenza minore sarà la sua densità<sup>11</sup> e minore sarà il suo peso nell'unità di volume. Ma la densità di un fluido è anche funzione della sua temperatura: "tanto maggiore sarà la temperatura, tanto minore sarà la densità".



Il disegno a sinistra ci mostra due camini, A e B, di identica altezza ed in comunicazione tra loro alla base, in corrispondenza di un tratto orizzontale, dove al centro vi è una saracinesca che li separa. Alla temperatura ambiente le due colonne d'aria contenute nei camini avranno la stessa densità e pertanto lo stesso peso. **I due camini sono**

**in equilibrio statico.**

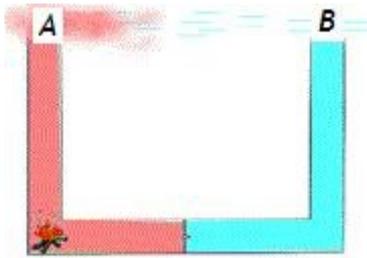
Se somministriamo calore alla base della colonna A, la temperatura dell'aria contenuta in A comincerà a salire.

---

<sup>11</sup> La densità di un corpo (spesso indicata dal simbolo  $\delta$ ) è pari alla sua [massa](#) diviso il [volume](#) che occupa. Se  $m$  è la massa e  $V$  il volume si ha dunque:

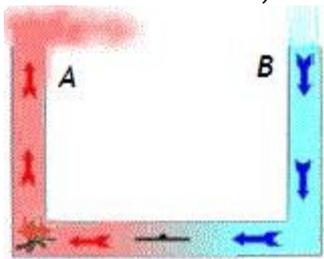
$$\delta = \frac{m}{V}$$

Nel [sistema di misura internazionale](#) la densità si misura in [kg/m<sup>3</sup>](#); nel [sistema CGS](#) in [g/cm<sup>3</sup>](#) o equivalentemente il [g/ml](#) gravitazionale



L'aumento della temperatura, ossia la somministrazione di energia (calore) alle molecole di gas, determina l'accelerazione del moto delle molecole costituenti il gas stesso, provocando la sua espansione. Una parte dei gas sarà espulsa dalla sommità del camino, mentre la parte restante all'interno diminuirà di densità, e di conseguenza diventerà più leggera.

In queste condizioni, aprendo la saracinesca per mettere in comunicazione le due colonne, alteriamo l'equilibrio statico precedentemente descritto. L'aria contenuta nella colonna A, meno densa e più leggera, tenderà ad essere espulsa dalla



sommità del camino dall'aria contenuta nella colonna B (più fredda, densa e pesante) che per gravità tenderà a prenderne il posto, per ristabilire l'equilibrio del sistema. A contatto con la fonte di calore, tuttavia, l'aria fredda proveniente dalla colonna B aumenterà di temperatura. Divenuta anch'essa più leggera, verrà spinta verso l'alto dalla sempre nuova aria che sopraggiunge. L'unione delle due colonne e l'apporto continuo di calore determinano il funzionamento del sistema.

### 3.3.1. Applicazioni dell'equazione di Bernouilli al calcolo della sezione dei camini

La trattazione analitica di quanto descritto nel precedente paragrafo ci viene fornita applicando l'equazione del teorema di Bernouilli<sup>12</sup>.

L'equazione di Bernouilli si ottiene applicando ad un fluido in moto in un condotto l'equazione della meccanica:

$$F = m \times a$$

Per il moto stazionario di un fluido ideale, l'applicazione della seconda legge della dinamica conduce alla relazione differenziale

$$v \times dp + d\left(\frac{u^2}{2}\right) + g \times dz = 0$$

la cui forma integrale è:

$$\int_1^2 v \times dp + \frac{u_1^2 + u_2^2}{2} + g \times (z_2 - z_1) = 0$$

la somma di questi tre termini prende il nome di carico totale in una sezione ed esprime il fatto che nel moto stazionario di un fluido ideale il carico in ogni sezione rimane costante.

Quando però si considera il moto reale, la somma dei tre termini non è più la stessa in tutte le sezioni: la differenza di carico nella sezione 1 e quello nella sezione 2 viene chiamata perdita di carico ed indicata con  $R$ , per cui l'espressione diviene:

---

<sup>12</sup> Daniel Bernouilli (1700-1782) - Studiò matematica con il padre e il fratello maggiore Nicolas, poi cominciò gli studi di medicina a Basilea nel 1716, più tardi ad Heidelberg e Strasburgo, ottenendo il dottorato nel 1721. In mancanza di una cattedra disponibile a Basilea, si trasferì a Venezia nel 1723, per formarsi presso il primario della città, Professor A. Micoletti. Divenne matematico e scienziato di grande fama grazie ai suoi lavori sul gioco del faraone, il flusso dei liquidi nei recipienti, l'equazione differenziale di Riccati e sulle proprietà delle figure/curve delimitate. Nel 1738 fu pubblicata a Strasburgo la sua opera principale, "L'idrodinamica", in cui spiegava per la prima volta le proprietà macroscopiche di un gas attraverso il moto microscopico delle sue molecole, e con i suoi lavori lanciò la teoria cinetica dei gas. La legge delle correnti di Bernouilli, la legge dell'energia per le correnti stazionarie, formulata per la prima volta ne "L'idrodinamica", sono la base dell'idrodinamica e dell'aerodinamica moderne, e dunque della tecnologia aeronautica.

$$\int_1^2 v \times dp + \frac{u_1^2 + u_2^2}{2} + g \times (z_2 - z_1) + R = 0$$

e ci consente di calcolare correttamente i camini.

Si consideri il camino schematizzato come un condotto ripieno di un fluido a temperatura  $T_f$  costante lungo il condotto, le cui estremità, in comunicazione con l'atmosfera, abbiano un dislivello  $z_1 - z_2 = H$  **chiamato altezza del camino** (vedi figura).

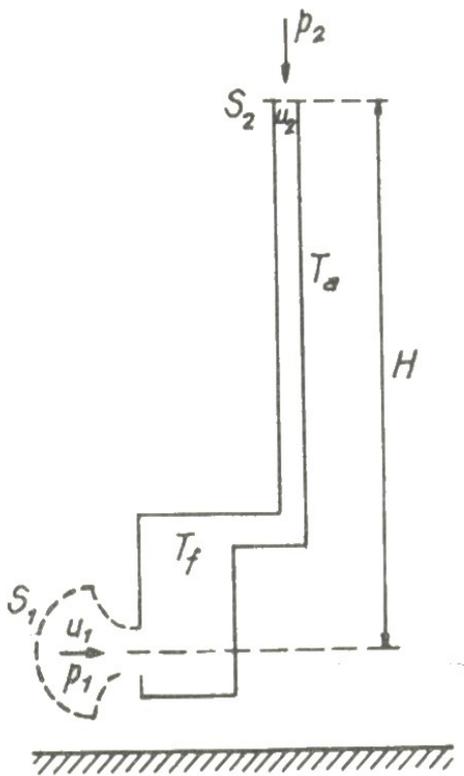
Sia  $T_a$  la temperatura dell'aria esterna al condotto. Consideriamo inoltre la sezione iniziale 1 della vena fluida un po' lontana dalla sezione di imbocco, in modo che  $u_1^2$  sia trascurabile rispetto a  $u_2^2$ .

Potremo allora scrivere:

$$v_f \times (p_2 - p_1) + g \times H + \frac{u_2^2}{2} + R = 0$$

dove  $v_f$  è il volume specifico del fluido interno (prodotti della combustione) alla temperatura  $T_f$  e ad una pressione intermedia tra  $p_1$  e  $p_2$ , che supporremo costante dato il piccolo valore di  $(p_2 - p_1)$ . Si osservi che questa differenza di pressione è determinata dalle diverse quote delle sezioni 1 e 2: la pressione  $p_1$  sarà maggiore della  $p_2$  a causa del peso della colonna di aria di volume specifico  $v_a$  e altezza  $H$ .

Sarà pertanto:



$$p_1 - p_2 = g \times \frac{H}{v_a}$$

$$g \times H - g \times \frac{v_f}{v_a} \times H + \frac{u_2^2}{2} + R = 0$$

Supponendo che nel caso di moto dei fumi in un camino il valore di  $R$  sia proporzionale a  $u_2^2$  e sostituendo ad  $u$  la sua espressione ricavabile dalla equazione di continuità:

$$u = \frac{V}{S}$$

dove  $V$  è la portata dei fumi in volume ed  $S$  la sezione del camino, si ottiene:

$$H \times \left( \frac{v_f}{v_a} - 1 \right) = \frac{u_2^2}{2 \times g} \times (1 + r)$$

$$H \times \left( \frac{v_f}{v_a} - 1 \right) = \frac{V^2}{2 \times g \times S^2} \times (1 + r)$$

In questa relazione  $r$  è un numero adimensionale legato ad  $R$  dalla seguente relazione:

$$R = \frac{u_2^2}{2} \times r$$

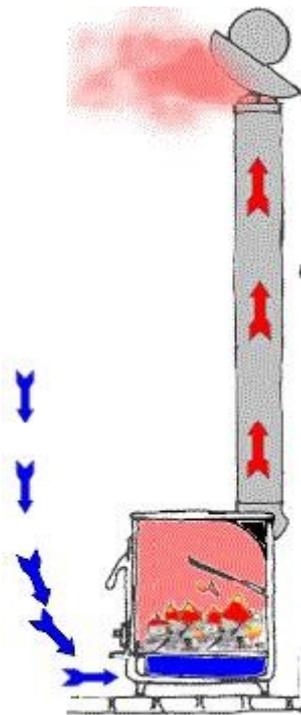
Osservando, infine per l'equazione dei gas perfetti, che il rapporto  $\frac{v_f}{v_a}$  è uguale a  $\frac{T_f}{T_a}$  si ha:

$$S = \sqrt{\frac{T_a}{T_f - T_a} \times \frac{1+r}{2 \times g} \times \frac{V}{\sqrt{H}}}$$

$$S = K \times \frac{V}{\sqrt{H}}$$

Nella realtà il termine  $K$  non si ricava con le relazioni viste, ma viene determinato sperimentalmente per vari casi; il termine  $V$  potrà essere calcolato una volta conosciuto il peso di combustibile bruciato ogni ora, l'eccesso d'aria con il quale avviene la combustione e la temperatura media dei fumi.

### 3.3.2. Il camino in pratica



Adattiamo il modello fisico descritto alla realtà. La colonna "A" è il nostro camino, la stufa è la fonte di calore munita di una saracinesca, che ne è la presa d'aria, mentre la colonna "B" è costituita semplicemente dall'aria esterna. Considerando che il principio dei vasi comunicanti vale qualunque sia la sezione dei vasi, possiamo prendere in considerazione:

- il primo "vaso" avente per base l'intera superficie terrestre;
- il secondo "vaso" avente un'altezza pari a quella del nostro camino.

Gli strati di aria atmosferica posti oltre lo sbocco del camino possono essere ignorati, poiché esercitano un'identica pressione su entrambi i vasi.

Quando accendiamo la stufa o il camino, i fumi caldi prodotti dalla combustione si espandono in virtù della loro alta temperatura, il volume di gas contenuto nel camino diminuisce di densità e l'aria esterna più pesante tende a prenderne il posto, passando attraverso la stufa. In questo modo viene anche fornito ossigeno alla combustione, che può proseguire finché non esaurisce il combustibile.

In tale schematizzazione bisogna tenere presente che le differenze di pressione in gioco sono minime. Un camino ha un buon “tiraggio” quando la differenza tra la *pressione atmosferica esterna* e la minore *pressione interna* (depressione) è compresa tra i 10 ed i 20 Pascal, (0,1 ÷ 0,2 mbar), ovvero tra 1 e 2 decimillesimi della normale pressione atmosferica<sup>13</sup>.

L'equilibrio di funzionamento di un camino è pertanto delicato ed è influenzato da molteplici fattori che rendono ragione dello “strano” comportamento dei camini.

L'aria calda contenuta nel camino si muove lentamente, ad una velocità di pochi metri al secondo (per lo più 1,5 ÷ 2 m/s), sospinta dall'aria esterna, la cui pressione deve vincerne l'inerzia.

Pareti rugose che provocano:

- attrito;
- strozzature che creano turbolenze;
- improvvisi cambiamenti di direzione (come curve secche);

costituiscono gravi ostacoli al movimento dei fumi.

---

<sup>13</sup> 1 bar = 1000 mbar

Il funzionamento dei camini è, tuttavia, influenzato anche dalle condizioni atmosferiche, poiché i cambiamenti meteorologici sono sempre accompagnati da variazioni di pressione atmosferica<sup>14</sup>.

Nelle belle giornate l'alta pressione atmosferica (*maggiore spinta dell'aria più fredda alla base del camino*) favorisce il funzionamento del camino; nelle giornate piovose, invece, la bassa pressione atmosferica (*minore spinta dell'aria più fredda alla base del camino*) ne rende il compito più faticoso.

Ma anche la temperatura dell'aria, che è causa di variazione di densità, influenza il funzionamento del camino. Nelle giornate fredde, aumentando la differenza di temperatura tra i fumi interni al camino e l'aria esterna, il tiraggio viene favorito; mentre nelle giornate calde, diminuendo la differenza di temperatura tra i fumi interni al camino e l'aria esterna, il tiraggio viene ostacolato.

Tra gli accorgimenti utilizzati per agevolare il "tiraggio" vi è l'aumento dell'altezza della canna fumaria. In questo modo si induce un uguale innalzamento della colonna d'aria esterna, che così diventa in totale più pesante. Se la differenza iniziale di

---

<sup>14</sup> LA PRESSIONE ATMOSFERICA

Elemento primario delle condizioni meteorologiche è la **pressione** atmosferica. Essa rappresenta il peso della colonna d'aria che sovrasta una superficie unitaria.

Si misura equilibrando tale peso con quello di una colonna di mercurio, che sarà alta, in media, 760 mm. (barometro a mercurio) oppure con altri sistemi come, per esempio, la reazione elastica di un corpo deformabile (la capsula barometrica) del barometro aneroidale.

Per ragioni pratiche, si è convenuto di adoperare, quale unità di misura della pressione, di millibar che equivale a 1000 dine/cm<sup>2</sup>.

Poiché, talvolta è anche usato, come unità di misura, il pollice (inch) è opportuno vederne la correlazione: **760 mm. di mercurio = 1013.25 millibar = 29.92 pollici.**

Con buona approssimazione per passare da millimetri di mercurio a millibar basta moltiplicare il primo per 4/3 o viceversa (il secondo per 3/4).

L'organizzazione meteorologica mondiale, di recente ha convenuto di introdurre, quale unità di misura l'Hecto Pascal

$$1 \text{ HPa} = 1 \text{ mb}$$

I valori della pressione atmosferica vengono misurati contemporaneamente nei diversi punti della Terra, ad ore convenute (ore sinottiche) e riportati ad un livello comune (livello del mare) per consentire che gli stessi riportati sulle carte del tempo, possano essere tra loro confrontabili ed abbia senso parlare di alte o basse pressioni.

Nelle suddette carte del tempo, unendo i punti con uguali valori di pressione si ottengono delle linee dette **isobare**.

L'insieme delle isobare può descrivere alcune figure bariche caratteristiche chiamate **campi barici** e cioè:

**Alte pressioni:** isobare concentriche e chiuse il cui valore cresce dalla periferia al centro ove è posta la lettera H.

**Basse pressioni:** isobare concentriche e chiuse il cui valore diminuisce dalla periferia al centro ove è posta la lettera L.

**Saccatura:** prolungamento di una bassa pressione verso l'esterno.

**Promontorio:** prolungamento di una alta pressione verso l'esterno.

pressione tra le due colonne è troppo bassa, per ogni frazione di altezza aggiunta, si aggiunge una frazione di differenza di peso in più, finché la somma di queste frazioni crea una differenza di pressione totale sufficiente a mettere in movimento la colonna d'aria più leggera.

Nell'aumentare la lunghezza della canna fumaria si deve fare attenzione a limitare al minimo i tratti:

- con molte curve;
- orizzontali;
- inclinati.

Aumentare la lunghezza della canna fumaria senza aumentarne l'altezza, determina un conseguente aumento della quantità di aria in essa contenuta, ma se anche più leggera dell'aria esterna, potrebbe avere un peso complessivo eccedente la capacità di spinta della corrispondente colonna d'aria esterna. Per tale ragione le curve ed i tratti orizzontali, se indispensabili, vanno compensati con un prolungamento del tratto verticale della canna fumaria.

Un impianto posto al livello del mare avrà in generale bisogno di una canna fumaria più corta di un impianto posto in alta montagna, perché con l'altitudine la pressione atmosferica diminuisce.

Di seguito si riportano i principali prodotti della combustione di un camino a legna, con l'indicazione della densità relativa rispetto all'aria. Tali valori sono utili nel dimensionamento di una canna fumaria, attesa la composizione percentuale di tali valori nel processo di combustione.

GAS	Formula chimica	Densità Kg/m <sup>3</sup>	Densità relativa
-----	-----------------	---------------------------	------------------

			all'aria
Aria	-	1,293	1,000
Idrogeno	H <sub>2</sub>	0,090	0,070
Ossido di carbonio	CO	1,250	0,967
Anidride carbonica	CO <sub>2</sub>	1,977	1,529
Ossigeno	O <sub>2</sub>	1,429	1,105
Anidride solforosa	SO <sub>2</sub>	2,926	2,264
Azoto	N <sub>2</sub>	1,251	0,967

#### 4. Criteri di progettazione

##### 4.1. Calcolo del tiraggio naturale (Pressione statica del camino)

Il calcolo del “*tiraggio naturale*” di un camino rappresenta un passo fondamentale per il futuro buon funzionamento del camino stesso. Conoscendo le variabili di cui è funzione come:

- l'altezza della canna fumaria;
- la sezione della canna fumaria;
- la differenza di temperatura tra i fumi all'interno della canna fumaria e l'aria ambiente, ovvero, della differenza di densità tra i fumi di combustione all'interno del camino e l'aria esterna;

in seguito vengono rappresentate alcune utili considerazioni riguardanti le valutazioni che determinano la bontà delle scelte progettuali da intraprendere.

Come ben sappiamo i fumi più sono caldi e meno sono densi, vale a dire più leggeri; conseguentemente l'aria esterna più facilmente tenderà ad espellerli dal camino.

La densità dei fumi è normalmente espressa come massa per unità di volume (  $Kg/m^3$  ). L'espressione matematica per calcolare la densità dei fumi è la seguente:

$$d_{fumi} = d_0 \times \frac{273}{273 + T}$$

dove:

- $d_{fumi}$  è la densità dei fumi cercata,
- $d_0$  è la densità dei fumi a  $0^\circ C$ ,
- 273 è la trasposizione in  $^\circ K$  (gradi Kelvin assoluti) del valore  $0^\circ C$ ,
- $T$  è la temperatura media dei fumi di combustione.

Poiché la combustione completa della legna nel caminetto avviene in eccesso d'aria, possiamo considerare, con ragionevole approssimazione, la densità dei fumi pari a quella dell'aria, e cioè circa  $1,3 Kg/m^3$  (a  $0^\circ C$  ed al livello del mare) e supporre la temperatura dei fumi a  $300^\circ C$ .

La formula, in tal caso, diviene:

$$d_{fumi} = 1,3 \times \frac{273}{273 + 300}$$

La densità media dei fumi di combustione della legna ad una temperatura  $300^\circ C$  sarà di circa  $0,62 Kg/m^3$ .

A questo punto, per calcolare la pressione statica del camino, ovvero il tiraggio naturale, possiamo applicare la formula seguente:

$$P_h = H \times g \times (d_a - d_f)$$

dove:

- $P_h$  è la pressione statica ricercata, espressa in Pascal;
- $H$  è l'altezza del camino espressa in metri;

- $g$  è l'accelerazione di gravità, pari a  $9,8m/s^2$ , (la forza di gravità è il vero motore del sistema);
- $d_a$  è la densità dell'aria ambiente espressa in  $Kg/m^3$  (pari a circa  $1,2Kg/m^3$  a  $20^\circ C$  e al livello del mare);
- $d_f$  è la densità dei fumi alla temperatura data ( $300^\circ C$ ), espressa in  $Kg/m^3$ .

Supponiamo che il nostro camino abbia un'altezza di  $10m$ . Sostituendo tale valore nella formula precedente, si avrà:

$$P_h = 10 \times 9,8 \times (1,2 - 0,62) = 56,84Pa$$

A questo punto possiamo fare le seguenti considerazioni.

Se, a parità di altezza di canna fumaria, la temperatura dei fumi di combustione fosse di  $200^\circ C$ , il tiraggio naturale corrisponderebbe a  $44,1Pa$ , mentre per una temperatura dei fumi di  $400^\circ C$ , si avrebbe una depressione teorica di circa  $66Pa$ .

Se il nostro camino fosse alto solo  $5m$ , considerando la temperatura dei fumi di combustione pari a  $300^\circ C$ , avremo una depressione di  $28,42Pa$ , cioè la metà,

Se il nostro camino fosse alto  $15m$ , avremmo una depressione teorica, sempre a  $300^\circ C$ , di ben  $85,26Pa$ .

Si consideri, in ultimo, il nostro camino posto ad  $800m$  di altitudine, la pressione dell'aria esterna, sempre a  $0^\circ C$ , sarebbe di circa  $1,124Kg/m^3$ , e quindi lo stesso camino di  $10m$  d'altezza, con la stessa temperatura dei fumi di  $300^\circ C$ , produrrebbe una depressione di  $49,98Pa$ .

La densità dell'aria inoltre, oltre ad essere funzione dell'altitudine è anche funzione della temperatura (*temperatura più fredda significa aria più densa e viceversa*) nonché delle condizioni atmosferiche: le variazioni meteorologiche possono portare a variazioni della pressione atmosferica anche di  $50 \div 60 Pa$ . Tali condizioni devono essere attentamente valutate nella progettazione di una canna fumaria.

E' dunque evidente quanto la temperatura dei fumi e l'altezza della canna fumaria siano importanti per avere un buon tiraggio.

Si deve tener presente, tuttavia, che maggiore è la temperatura dei fumi di combustione, minore è l'efficienza della stufa, o del generatore di calore in genere; più caldi sono i fumi, meno calore resta a disposizione per il riscaldamento degli ambienti. Con una stufa a legna o caminetto non si dovrebbero superare i  $180/200^{\circ} C$  di temperatura dei fumi per avere un riscaldamento ambienti efficace.

Con una temperatura media dei fumi di  $200^{\circ} C$  ed un camino alto  $5m$ , potremo contare su una depressione di circa  $20 Pa$ , ma alla depressione teorica vanno sottratte le inevitabili perdite di carico dell'impianto, ovvero la somma delle resistenze che il generatore di calore e la canna fumaria oppongono al libero scorrimento dei fumi.

Nei paragrafi successivi vedremo come tali perdite di carico andranno valutate.

#### **4.2. Calcolo delle perdite di carico.**

Un fluido che scorre all'interno di un tubo incontra una serie di resistenze che tendono a rallentarne corsa, assorbendo lungo il percorso, fino al comignolo, l'energia impressa ai fumi dal tiraggio naturale alla base del camino.

Il calcolo delle perdite di carico di un fluido che scorre all'interno di un condotto è uno dei calcoli più complessi e difficili della fisica tecnica (*la Norma UNI 9615, che*

*regola il dimensionamento delle canne fumarie, richiede la rilevazione di 23 diversi parametri combinandoli in circa 80 passaggi matematici).*

Ci limiteremo a fornire qualche indicazione generale, utile ad individuare i problemi principali del “*funzionamento della canne fumarie*”.

Le perdite di carico dei fumi, possiamo suddividerle in:

- Perdite di carico per dispersione termica;
- Perdite di carico per attrito;
- Perdite di carico localizzate.

#### **4.2.1. Perdite di carico per dispersione termica**

Le canne fumarie, benché coibentate, disperdono comunque calore attraverso le loro pareti. La dispersione termica raffredda i fumi rendendoli più densi e quindi più pesanti.

La trasmissione del calore nelle canne fumarie è funzione:

- della resistenza termica del materiale che costituisce le pareti (*maggiore è l'isolamento termico delle pareti della canna fumaria, minore sarà la dispersione termica*). Per questo le canne fumarie devono sempre essere coibentate, specie se poste in esterno.
- del diametro e dalla lunghezza del camino (*maggiore sarà il diametro e la lunghezza del camino, tanto maggiore sarà la superficie di scambio termico*).
- della differenza di temperatura tra la parete interna e quella esterna (tanto più fredda sarà la temperatura esterna, tanto maggiore sarà lo scambio termico tra l'interno e l'esterno della canna fumaria). Per questo

motivo le canne fumarie andrebbero posizionate, per quanto possibile, all'interno delle abitazioni, dove la "temperatura esterna" è comunque più alta.

- della velocità dei fumi (*maggiore è la velocità dei fumi, tanto meno tempo restano gli stessi fumi rimarranno all'interno della canna fumaria, con minore calore disperso*).

Le perdite di carico per dispersione termica delle canne fumarie possono essere valutate con una certa precisione conoscendo:

- l'altezza della canna fumaria;
- la sezione della canna fumaria;
- i materiali di cui è composta la canna fumaria;
- il valore della massa dei fumi.

Il calcolo di tali perdite è piuttosto complesso, ma si può dire in generale che, se il camino è ben coibentato, la perdite di carico per dispersione termica sono abbastanza trascurabile, per lo meno per impianti domestici funzionanti a legna o carbone, in cui l'altezza della canna fumaria raramente supera i 10/12 metri.

Di seguito viene riportata una tabella con i valori di conducibilità termica di alcuni materiali utilizzati per la costruzione delle canne fumarie.

Valori di conducibilità termica e densità di alcuni materiali

Materiale	Temperatura °C	Conducibilità Termica (W/mk)	Densità Kg/m <sup>3</sup>
Acciaio		15	7850
Refrattario		1	2000
Muratura con cls spruzzato	20	0,4 ÷ 0,6	1290 ÷ 1930
Muratura di mattoni pieni		0,35 ÷ 0,52	1000
Fibra minerale		0,035	100

#### 4.2.2. Perdita di carico per attrito

Un fluido che scorre entro un tubo è rallentato dall'attrito prodotto dal contatto con le pareti del tubo. L'attrito è direttamente proporzionale alla rugosità delle pareti ed alla velocità dei fumi, oltre a dipendere dalla forma del tubo e dalla sua lunghezza, in particolare:

- Maggiore è la rugosità della pareti interne del condotto, maggiore sarà l'attrito e conseguentemente la resistenza che si contrappone al flusso dei fumi.
- Maggiore è la velocità dei fumi, maggiore sarà l'attrito.
- Maggiore è l'irregolare della sezione del condotto, maggiore sarà la perdita di carico. L'irregolarità della sezione contribuisce più facilmente alla formazione del moto turbolento e l'aumento della turbolenza fa crescere notevolmente le forze d'attrito che si oppongono al moto.
- Maggiore è la lunghezza del condotto, maggiore sarà la perdita di carico per attrito in quanto aumentano le rugosità che si oppongono al moto del fluido.

Ogni materiale ha una sua rugosità, che dipende altresì da come il materiale è stato lavorato, per l'evidenza di questa affermazione di seguito viene riportata una tabella di materiali, impiegati per la costruzione delle canne fumarie, per i quali è stato determinato il coefficiente di rugosità.

Rugosità media "r" della parete interna per alcuni materiali	
Tipo di materiale	Rugosità "r" in metri
Tubo in acciaio	0,0005
Conglomerato cementizio	0,001
Refrattario	0,001
Condotto in muratura	0,003

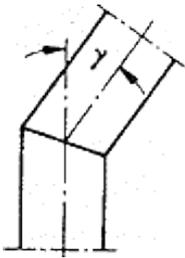
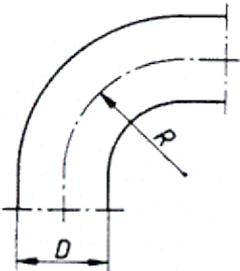
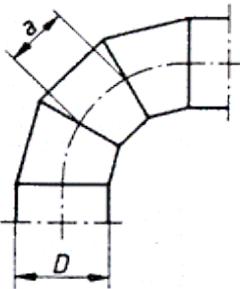
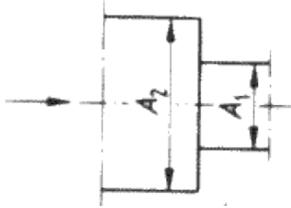
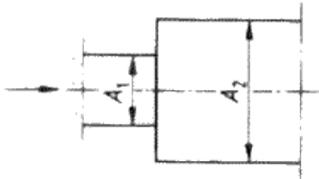
Anche in questo caso, come si vede, l'acciaio è il materiale di gran lunga più conveniente. I valori di rugosità riportati per i materiali non metallici valgono tuttavia per condotti realizzati a perfetta regola d'arte; se come spesso accade, la malta in eccedenza, utilizzata per sigillare i vari elementi delle canne in muratura forma delle incrostazioni all'interno della canna fumaria stessa, i valori di rugosità salgono repentinamente.

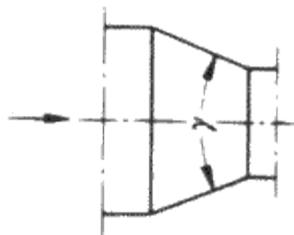
In conclusione possiamo affermare che le perdite di carico per attrito dipendono dalla natura del condotto e dalla velocità dei fumi e vengono chiamate perdite di carico distribuite perché il loro valore dipende fundamentalmente dalla lunghezza del tubo.

#### **4.2.3. Perdite di carico localizzate**

Le perdite di carico localizzate (o concentrate) sono cadute di pressione dovute ad ostacoli come curve, gomiti, valvole, diramazioni, restringimenti (o allargamenti) della sezione. I cambiamenti di sezione facilitano la formazione del moto turbolento e la conseguente crescita delle forze d'attrito che si oppongono al moto.

I valori del fattore di attrito per gli ostacoli più comuni può essere ricavato da tabelle, di cui riportiamo un esempio parziale nella pagina seguente.

Caso	Dati geometrici	Coefficiente		
	Angolo in gradi			
	10	0,1		
	30	0,2		
	45	0,4		
	60	0,7		
	90	1,2		
	$R / D$	Curva a 90°		
	0,5	0,8		
	0,75	0,4		
	1,0	0,3		
	1,5	0,2		
	2,0	0,2		
		$a / D$	Numero dei segmenti	
		2	3	4
1,0		0,6	0,4	0,4
1,5		0,5	0,4	0,4
2,0		0,5	0,4	0,4
3,0		0,6	0,4	0,4
5,0		0,7	0,5	0,4
	$A_1 / A_2$			
	0,4	0,33		
	0,6	0,25		
	0,8	0,15		
	$A_1 / A_2$			
	0	1,0		
	0,2	0,7		
	0,4	0,4		
	0,6	0,2		
	0,8	0,1		
	1,0	0		



Angolo in gradi

30	0,02
45	0,04
60	0,07

### 4.3. Il rapporto tra altezza e sezione della canna fumaria

Le perdite di carico per attrito, concentrate e distribuite, sono il fattore più importante nel determinare la caduta di pressione (o meglio, nel nostro caso, di depressione) in canna fumaria e vanno calcolate attentamente per il corretto funzionamento di un impianto produzione calore.

La relazione esistente tra la velocità dei fumi e l'attrito conseguente in canna fumaria, che ci aiuterà a capire come sono tra loro correlate due grandezze importanti della canna fumaria stessa:

- la sezione;
- l'altezza.

Il tiraggio di una canna fumaria può migliorare aumentandone l'altezza e/o il diametro. Entrambe le soluzioni possono essere utili, ma per motivi diversi.

Per il "*principio di conservazione delle masse*" una qualsiasi sezione di un condotto viene attraversata da una portata costante del fluido<sup>15</sup> che le attraversa; in particolare considerando due particolari sezioni del camino, quella iniziale chiamata "*bocca*" e quella terminale chiamata "*comignolo*" la portata di fumo rimarrà costante.

<sup>15</sup> Portata: quantità di fluido che scorre nell'unità di tempo attraverso una qualunque sezione di un condotto

Ne consegue che, a parità di portata, aumentando la sezione del condotto la velocità dei fumi diminuisce, mentre restringendo la sezione del condotto la velocità dei fumi aumenta.

Consideriamo, a titolo di esempio, di avere un condotto:

- di sezione circolare e di diametro  $D = 20\text{cm}$  ( $S = \frac{D^2}{4} \times \pi = \frac{400}{4} \times 3,14 = 314\text{cm}^2$ );
- con una portata  $Q = 1000\text{m}^3/\text{s}$ ;

e di voler determinare la velocità dei fumi  $V_{fumi}$  in  $\text{m/s}$ .

Eseguiamo le calcolazioni esprimendo la portata  $Q$  in  $\text{cm}^3/\text{sec}$ . Poiché un'ora è costituita da 3600 secondi, mentre a  $1000\text{m}^3$  equivalgono  $1 \times 10^9\text{cm}^3$ , si ottiene:

$$Q = \frac{1 \times 10^9}{3,6 \times 10^3} \cong 277778\text{cm}^3$$

Dalla relazione matematica esistente tra la portata e la velocità media di un fluido in un condotto:

$$Q = S \times V_{fumi}$$

calcoleremo la velocità dei fumi nel condotto:

$$V_{fumi} = \frac{Q}{S} = \frac{277778}{314} \cong 885\text{cm/s} = 8,85\text{m/s}.$$

Aumentando la sezione del condotto al diametro  $D = 30\text{cm}$  ( $S \cong 706\text{cm}^2$ ) avremo:

$$V_{fumi} = \frac{277778}{706} \cong 393 \text{ cm/s} = 3,93 \text{ m/s}$$

Aumentando il diametro della sezione la velocità dei fumi diminuisce notevolmente.

Diminuendo il diametro del condotto a  $D = 15 \text{ cm}$  ( $S = \frac{15^2}{4} \times 3,14 \cong 177 \text{ cm}^2$ ) avremo:

$$V_{fumi} = \frac{277778}{177} \cong 1573 \text{ cm/s} \cong 16 \text{ m/s}$$

Considerando che le perdite di carico per attrito in una canna fumaria sono direttamente proporzionali al quadrato della velocità del fluido, dimezzando la velocità dei fumi, le perdite di carico dovute ad attrito si riducono ad un quarto.

Aumentando la sezione della canna fumaria, si diminuisce la velocità dei fumi e di conseguenza si diminuiscono notevolmente le perdite di carico dovute all'attrito. In realtà le perdite di carico sono inversamente proporzionali al quadrato del diametro della canna fumaria.

Il rapporto esistente tra altezza e sezione della canna fumaria viene caratterizzato dalle seguenti considerazioni:

- Aumentando l'altezza della canna fumaria, si aumenta la depressione statica, cioè il "tiraggio". L'aumento dell'altezza agisce sulla parte "positiva" del bilancio energetico, accrescendo la "spinta";
- Aumentando il diametro della sezione, si diminuiscono le perdite di carico, cioè gli ostacoli posti al tiraggio stesso. L'aumento della sezione agisce sulla parte "negativa", diminuendo gli ostacoli alla spinta

Possiamo concludere affermando che:

- Una canna fumaria molto alta genera una notevole depressione, che può essere sufficiente a vincere la resistenza prodotta dall'attrito dei fumi in una sezione relativamente stretta.
- Una canna fumaria sufficientemente larga può avere una perdita di carico relativamente bassa, tale da essere compensata anche dal tiraggio prodotto da una canna fumaria non particolarmente alta.

Se non si può aumentare il tiraggio disponibile, aumentando l'altezza della canna fumaria sino a generare un valore di depressione in Pascal tale da superare quello della somma delle perdite di carico, *si può tentare di allargarne la sezione sino a portare la somma delle perdite di carico ad un valore in Pascal inferiore a quello "positivo" generato dal motore statico del camino.*

In generale all'aumentare dell'altezza di una canna fumaria dovrà diminuire la sua sezione, mentre al diminuire dell'altezza della canna fumaria deve allargarsi la sua sezione.

Esistono quindi, per ogni impianto, una serie di "*coppie altezza/sezione*" che possono ugualmente soddisfarne le necessità.

La scelta di una coppia rispetto ad un'altra dipende in genere da motivi contingenti (problemi architettonici, economici, estetici, etc). Ci sono, tuttavia, dei limiti a questa serie di coppie; infatti oltre una certa altezza il restringimento della sezione non è più possibile, perchè l'attrito e la dispersione termica sarebbero comunque eccessivi, così come non avrebbe senso avere una canna fumaria bassissima e più larga della superficie del bruciatore.

#### 4.4. Il tiraggio disponibile

Il “*tiraggio disponibile*” è il motore degli impianti a stufa ed a caminetto ed è dato dalla differenza tra la pressione statica del camino, o “*tiraggio naturale*”, e la somma delle resistenze che l’impianto stesso oppone al moto dei fumi, o “*perdite di carico*”.

Ci sono vari modi per far sì che questa differenza sia e resti positiva; sappiamo, infatti, che i fattori maggiormente incidenti sono:

- l’altezza della canna fumaria;
- la temperatura dei fumi;

che aumentano il tiraggio naturale,

- le resistenze di attrito;

che ne rallentano la “*spinta*” dei fumi.

Se il tiraggio è insufficiente, si può pertanto agire su ciascuno di questi fattori. Aumentare l’altezza della canna fumaria funziona, tuttavia può essere costoso, difficile, ed esteticamente inaccettabile; così come aumentare la temperatura di combustione, che però determina un maggior consumo di combustibile con una conseguente riduzione dell’efficienza di riscaldamento.

La cosa migliore e più utile da fare è, dunque, ridurre al minimo le perdite di carico; per ottenere questo è necessario avere una canna fumaria perfettamente coibentata, con la parete interna liscia, possibilmente circolare, di sezione adeguata ed il più possibile verticale, senza curve, tratti orizzontali, strozzature o allargamenti.

#### **4.5.Massa dei fumi e tiraggio**

Tra i semplici sistemi di produzione del calore caminetto o stufa - canna fumaria, considerando: la massa dei fumi prodotti ed il conseguente valore del tiraggio; si distinguono due tipologie di detti sistemi:

- a. **A Caminetto aperto a grande massa di fumi e basso tiraggio (cfr. 4.5.1)**
- b. **A Stufa di piccola massa di fumi e forte tiraggio (cfr. 4.5.2)**

#### **4.5.1. Caminetti aperti con grande massa di fumi e basso tiraggio**

La tipologia di “*caminetti aperti*” richiede una canna fumaria di grande sezione. La grande quantità di fumi prodotta, conseguente alla rapidità della combustione che si sviluppa per la moltissima aria ambiente in gioco, ha una temperatura media non molto elevata (influenzata dalla bassa temperatura dell’aria ambiente) che contribuisce alla riduzione del tiraggio del camino.

Il sistema, tuttavia, nel suo complesso non ha grandi perdite di carico e non necessita di un tiraggio molto forte. L’ampiezza della canna fumaria porta a ridurre la resistenza della canna stessa, consentendo di smaltire una grande massa di fumi.

I fumi di combustione prodotti in un camino aperto, pertanto, salgono velocemente nel condotto perchè c’è una grande massa di fumi, cioè una grande portata da smaltire, e non perché ci sia un forte tiraggio.

#### **4.5.2. Stufe con piccola massa di fumi e forte tiraggio.**

Nelle stufe la legna brucia più lentamente, in quanto rispetto ai camini aperti vi è un minore apporto dell’aria ambiente, con una produzione di una quantità di fumi minore nell’unità di tempo.

I fumi appaiono più densi semplicemente perchè una stufa assorbe molta meno aria ambiente, e quindi i fumi sono meno diluiti. Le stufe, al contrario dei camini aperti, non richiedono una canna fumaria molto grande, non avendo una grande portata da smaltire.

L'ingresso dell'aria nella stufa avviene attraverso una sezione molto piccola ed i fumi prodotti dalla combustione vengono forzati all'interno della canna fumaria, che ha la necessità di avere un lungo percorso capace di aumentare la superficie di scambio termico. Le perdite di carico sono maggiori che in un camino aperto con la necessità di avere un tiraggio elevato per superarle. Poiché il tiraggio è strettamente dipendente dalla temperatura dei fumi, l'isolamento della canna fumaria deve essere particolarmente curato; inoltre in un canna di sezione più piccola aumenta la velocità dei fumi che, evitando un eccessivo rallentamento della combustione, mantiene la temperatura dei fumi ragionevolmente alta. Una canna fumaria troppo ampia, in presenza di una piccola massa di fumi ne rallenterebbe troppo la velocità, abbassando eccessivamente il rateo di combustione con raffreddamento del sistema e caduta del tiraggio.

Questo è il motivo per cui le canne fumarie delle stufe sono più piccole di quelle dei camini aperti.

#### **4.6. Difetti del tiraggio**

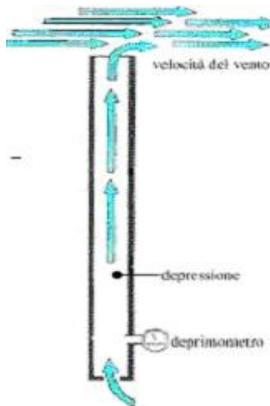
Da quanto descritto nella teoria dei camini, si comprende come sia delicato il loro funzionamento e quanti fattori possano influenzarlo. I fattori che maggiormente possono determinare il cattivo funzionamento dei camini stessi sono:

- Il vento
- L'esposizione ai punti cardinali e condizioni locali in genere

- I fattori architettonici interni che influenzano il tiraggio
- L'efficienza della stufa
- I difetti d'installazione
- Il tipo di combustibile impiegato

#### 4.6.1. Il vento

Tra tutti i fattori meteorologici e geografici che influenzano il funzionamento di un camino (pioggia, nebbia, neve, altitudine s.l.m., periodo di insolazione, esposizione



ai punti cardinali, etc.), il vento è certamente il più determinante. Esiste, infatti, oltre alla depressione termica indotta dalla differenza di temperatura tra l'interno e l'esterno del camino, un altro tipo di depressione (o surpressione), la *depressione dinamica*, indotta dal vento.

Il vento, interessando la canna fumaria, determina:

- un aumento della depressione nella canna fumaria, capace di produrre un eccesso di tiraggio;
- una diminuzione della depressione nella canna fumaria, fino all'azzeramento o alla sua inversione di segno.

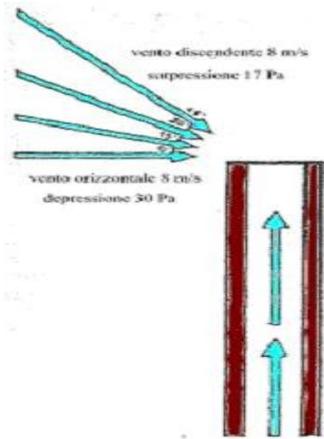
L'azione del vento varia a seconda che si tratti di vento:

- *Ascendente. In questo caso il vento ha sempre l'effetto di aumentare la depressione e quindi il tiraggio.*
- *Orizzontale. In questo caso il vento aumenta la depressione in caso di corretta installazione del comignolo. Un vento orizzontale della velocità di*

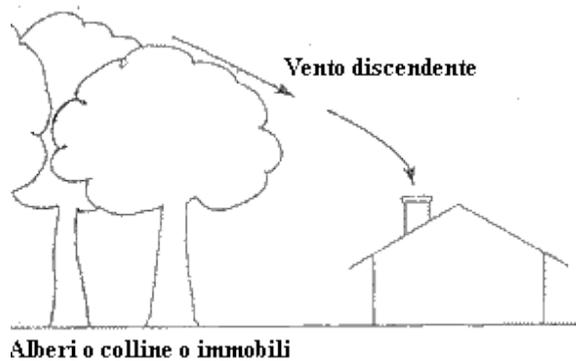
8 m/s (circa 30 Km/h) provoca alla sommità di un camino una depressione di circa 30 Pa (0,3 mbar).

- Discendente. *In questo caso il vento ha sempre l'effetto di diminuire la depressione, a volte invertendola.* Un vento discendente a 45°, con velocità di 8 m/s, provoca una surpressione di circa 17 Pa (0,17 mbar).

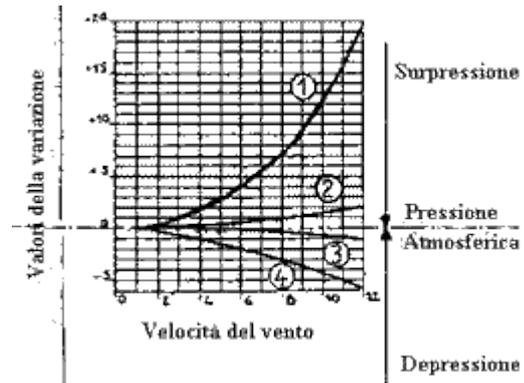
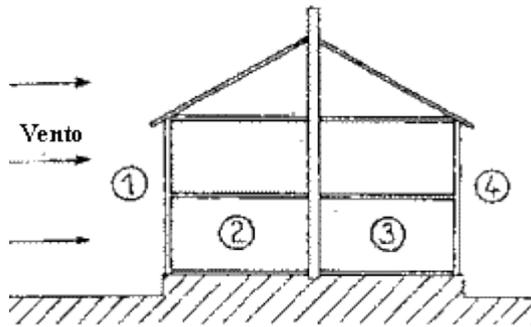
Considerando che la maggior parte delle installazioni a legna richiede, per il corretto funzionamento, una depressione in canna fumaria compresa tra gli 8 ed i 30 Pa, si vede quanto importante possa essere l'azione del vento.



Oltre che alla direzione ed alla forza del vento, anche la posizione della canna fumaria e del comignolo rispetto al tetto della casa ed al paesaggio circostante è importante. Con l'aiuto delle figure seguenti si cercherà di descrivere i fenomeni collegati alla loro posizione reciproca.



Il vento influenza il funzionamento del camino anche indirettamente, creando zone di surpressione e di depressione oltre che all'esterno anche all'interno delle abitazioni.



Negli ambienti direttamente esposti al vento (2) può crearsi una surpressione interna che può favorire il tiraggio di stufe e caminetti, ma che può essere contrastata dalla surpressione esterna, se il comignolo è posto dal lato esposto al vento (1).

Al contrario, negli ambienti opposti alla direzione del vento (3) può crearsi una depressione dinamica che entra in concorrenza con la depressione termica sviluppata dal camino, che però può essere compensata (talvolta) ponendo il comignolo dal lato opposto alla direzione del vento (4).

D'altra parte il tiraggio dinamico rende conto del buon funzionamento di camini teoricamente inadeguati, in cui l'azione costante di un vento favorevole supplisce alle carenze dell'impianto.

#### 4.6.2. Esposizione ai punti cardinali, condizioni locali in genere.

Un camino esterno esposto a Nord è soggetto ad una dispersione termica maggiore di un camino esposto a Sud. In case saltuariamente abitate, dove il camino è usato raramente, il raffreddamento della canna fumaria, dovuto alla scarsa insolazione ed all'effetto del vento, può essere tale da far diventare l'aria contenuta al suo interno talmente più densa e pesante dell'aria temperata interna alla casa, da provocare l'inversione del tiraggio naturale. Anche se tale fenomenologia non avviene, affinché si stabilisca un buon tiraggio è necessario che le pareti interne dalle canna si riscaldino

sufficientemente, vincendo la propria inerzia termica. Riscaldare le pareti della canna, mentre si governa un fuoco fumoso, richiede tempo, lacrime e colpi di tosse,.

I camini in muratura situati esternamente in zona molto umida, esposti non a Sud, possono essere soggetti ad infiltrazioni di umidità. L'umidità è uno dei peggiori nemici del buon funzionamento di un camino; infatti l'acqua ha un calore specifico molto alto con notevole assorbimento di calore. Occorre un'enorme quantità di calore per far evaporare l'umidità del camino, prima che questo possa cominciare a scaldarsi e conseguentemente a “tirare”.

#### **4.6.3.Fattori architettonici interni che influenzano il tiraggio**

La disposizione degli ambienti della casa, il tipo di finiture adottato, la presenza di altri impianti termotecnici possono influire sul corretto tiraggio di un camino.

Di seguito tratteremo i fattori architettonici di maggior rilievo che influiscono sul tiraggio

Caso a. “*camini esterni alla casa*” - L'altezza della canna fumaria, come abbiamo visto nei precedenti paragrafi, influisce positivamente sul tiraggio. In questo caso una maggiore altezza della canna fumaria determina una maggiore superficie esposta alle intemperie, sottoponendola a più grandi dispersioni termiche. Poiché il “tiraggio” di un camino è determinato, oltre che dalla sua altezza, anche dall'alta temperatura dei fumi, un'eccessiva dispersione termica può essere controproducente.

Caso b. “*case a più piani con una rampa di scale vicino alla stufa*” - In questo caso la rampa di scale costituisce un camino naturale che convoglia l'aria calda dai piani bassi verso i piani superiori, tendenza accentuata da tetti e abbaini con cattiva tenuta, o dall'abitudine di tenere qualche finestra

aperta ai piani superiori. Questa corrente ascensionale tende a mettere in depressione gli ambienti ai piani inferiori, creando una concorrenza alla depressione della canna fumaria, rallentandone il funzionamento.

Caso c. *“installazione in altri ambienti della casa di aspiratori elettromeccanici”* - L'installazione di cappe da cucina ventilate, aspiratori nei bagni, etc, crea forti depressioni che impediscono il corretto funzionamento dei camini.

Caso d. *“presenza di due o più camini all'interno della stessa casa”* - L'impianto più potente tende a sottrarre aria comburente agli altri, creando ritorni di fumo.

Caso e. *“installazione di infissi a perfetta tenuta stagna”* - La loro installazione crea una sorta di saracinesca artificiale (vedi teoria dei camini) che impedisce l'afflusso di aria fresca esterna, bloccando il rifornimento al camino e facendone stagnare i fumi.

#### **4.7. Efficienza della stufa**

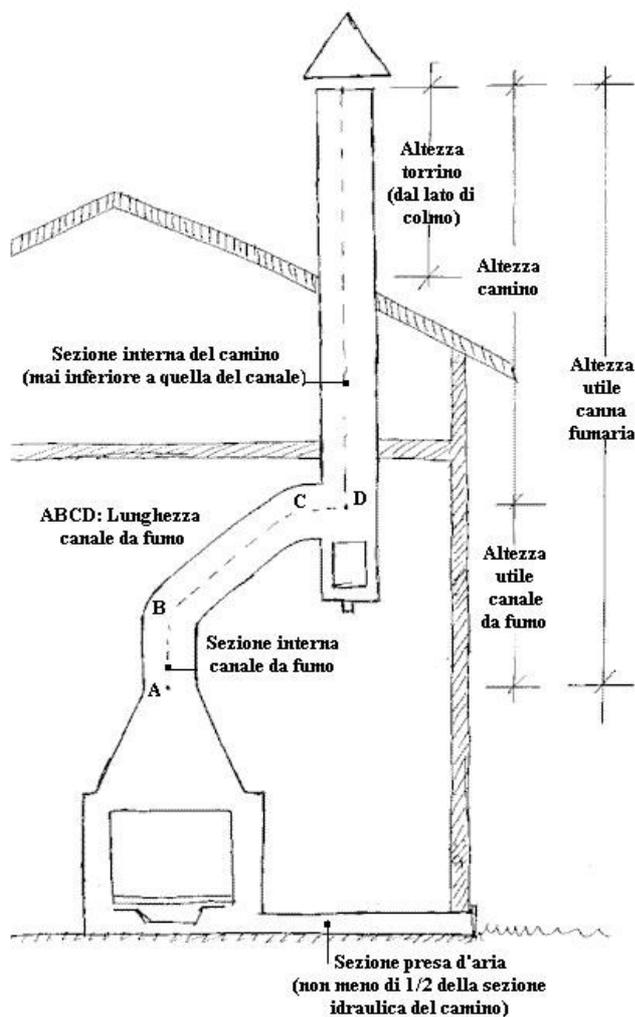
L'efficienza delle stufe, negli *impianti stufa - canna fumaria*, contribuisce a far lavorare più o meno bene la canna fumaria. Paradossalmente, stufe di grande efficienza possono rendere più difficile il lavoro della canna fumaria.

Il buon funzionamento del sistema dipende dall'aumento della temperatura all'interno della canna provocato dai fumi della combustione. Se l'efficienza di una stufa è determinata dalla sua capacità di trasferire la maggior parte del calore prodotto all'ambiente da riscaldare, ne consegue che, tanto maggiore è l'efficienza della stufa, tanto più “freddi” sono i fumi residui della combustione e di conseguenza, tanto minore il “tiraggio”.

Una canna tradizionale, di concezione ed isolamento approssimati, funziona assai meglio a servizio di un caminetto tradizionale aperto o di una stufa di cattiva qualità, dove la maggior parte del calore viene perduta con i fumi. Acquistare una stufa di qualità significa dunque spesso dover intervenire sulla canna fumaria, anche se già esistente e funzionante con vecchi impianti, per isolarla meglio.

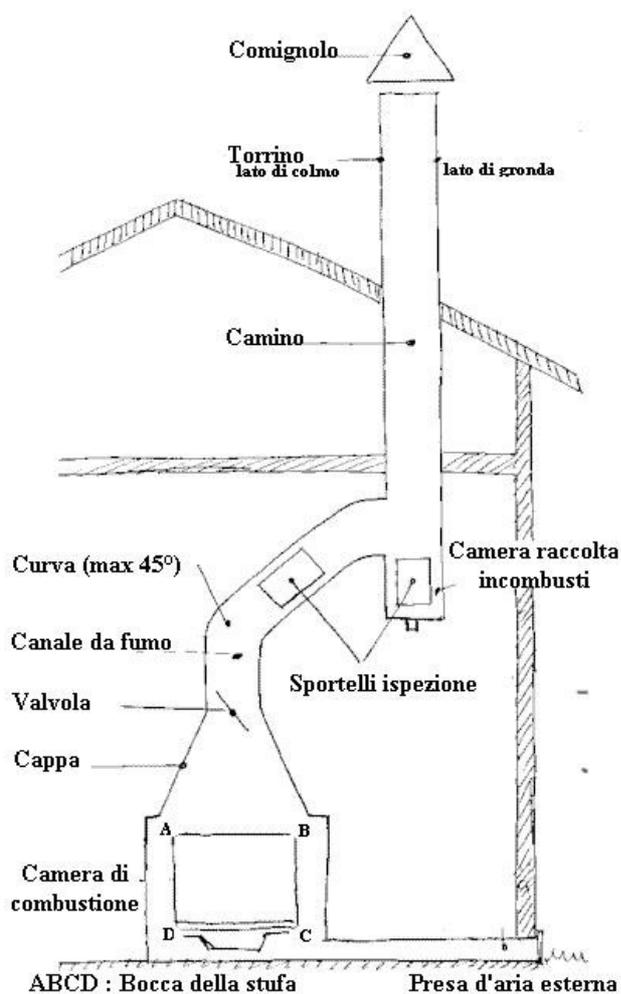
#### 4.8. Difetti della installazione

Il canale da fumo è il tratto di raccordo tra l'uscita dei fumi dalla stufa o caminetto e la canna fumaria vera e propria. In teoria, dovrebbe essere il più corto possibile, ma in molti impianti esigenze architettoniche possono porre una notevole distanza tra la stufa e la canna fumaria, con conseguenti lunghi tratti suborizzontali, che riducono l'efficienza del camino (vedi teoria dei camini).



Per di più è uso comune utilizzare il tubo da stufa come fonte accessoria di riscaldamento, facendolo passare attraverso vari ambienti, pratica del tutto sconsigliabile. Il riscaldamento necessario deve provenire esclusivamente dalla stufa. La dispersione di calore dal canale abbassa la temperatura dei fumi, con conseguente perdita di tiraggio e forte formazione di condensa, due difetti che, provocando una perdita di efficienza dell'impianto ed un precoce logoramento dei suoi componenti, non compensano quel po' di calore in più rubato ai fumi.

Un altro dei più comuni problemi di installazione è *la differenza di sezione tra l'uscita dei fumi della stufa e quella di ingresso del camino*. Se il camino è corto, largo e scarsamente coibentato, (classico caso di canna fumaria per caminetto tradizionale



aperto), i fumi in uscita dalla stufa si espandono (un gas tende ad occupare tutto il volume che ha a disposizione) e diminuiscono di temperatura, riducendo il tiraggio e provocando eccessi di condensa. In questo caso sarà consigliabile reincamiciare il camino con un condotto interno più piccolo.

Tra i più comuni errori d'installazione segnaliamo il collegamento di una nuova stufa ad un camino esistente, lasciando che questo resti a servizio anche del vecchio impianto. In questo modo, due impianti a combustibile solido sono uniti dalla stessa canna fumaria, il che è

sbagliato e pericoloso. Se i due impianti sono usati contemporaneamente, il carico complessivo dei fumi può essere eccessivo per la sezione esistente del camino, provocando ritorni di fumo; se viene usata una sola stufa, il calore dei fumi provoca, sì, il tiraggio del camino, il quale però aspirerà aria fredda anche dall'apertura dell'impianto spento, raffreddando di nuovo i fumi, e bloccando il tiraggio. Se, infine, i due impianti sono posti a livelli diversi, oltre ai problemi esposti, si può interferire con lo stesso principio dei vasi comunicanti, provocando un andamento dei fumi di combustione irregolare ed imprevedibile.

#### **4.9. Tipo di combustibile impiegato**

La legna verde contiene un'alta percentuale di umidità, che influisce sul rendimento della combustione. Durante la reazione di combustione, bisogna somministrare grandi quantità di calore per trasformare l'umidità in vapore acqueo. Ma anche se le quantità di calore in gioco sono notevoli le temperature dei fumi, carichi di vapore acqueo, potrebbero essere troppo basse per assicurare un buon tiraggio.

#### **4.10. Conseguenze dei difetti del tiraggio**

L'eccesso di tiraggio, che si determina quando al tiraggio termico si somma il tiraggio dinamico, "strappa" la fiamma nella camera di combustione di una stufa o di un caminetto, provocando un surriscaldamento della combustione, unita ad una perdita di efficienza. Una parte dei gas di combustione, insieme a minute particelle di combustibile, vengono aspirati in canna fumaria prima di essere bruciati, diminuendo l'efficienza della stufa o caminetto, aumentando il consumo di legna e provocando l'emissione di fumi inquinanti, mentre l'alta temperatura di combustione, determinata dall'eccesso di ossigeno, usurerà la camera di fuoco prima del tempo.

Lo scarso tiraggio, invece, rallenta la combustione, raffredda la stufa, produce ritorni di fumo, aumenta la produzione di monossido di carbonio, diminuisce l'efficienza della stufa o caminetto, provocando pericolose incrostazioni di incombusti in canna fumaria.

## 5. La fumisteria: una scienza inesatta.

Nel capitolo 4 è stata trattata la teoria del camino e ci si è soffermati a descrivere le principali cause del loro buono o cattivo funzionamento, cercando di dare delle spiegazioni fisiche credibili ai fenomeni descritti e contestualmente suggerire gli accorgimenti tecnici da intraprendere, ispirandosi comunque al rigore scientifico.

Con il tempo e l'esperienza acquisita nella costruzione e manutenzione dei camini, tuttavia, si è andata sviluppando una scienza inesatta, la fumisteria, che seppur non riesce a spiegare con rigore scientifico molti comportamenti dei camini, propone consigli attendibili suggeriti dalla lunga esperienza.

Nei paragrafi successivi si vuole dare evidenza di questa impropria disciplina, che comunque da tempo raccoglie significativi successi nel campo del controllo dei fumi e nel confinamento della combustione dei camini e che per il controllo dei fumi stessi funziona, a volte inspiegabilmente, come la raddomanzia nella ricerca dell'acqua.

### 5.1. Il fumista

Contro i camini inefficienti si possono ottenere risultati proficui grazie all'intervento metodico, sostenuto dall'esperienza acquisita sul campo, di una particolare figura il "*fumista*".

Dal talento e conoscenze del fumista il costruttore di camini potrà trarre utili indicazioni riguardanti:

- la migliore collocazione geografica;
- le condizioni meteorologiche favorevoli;

- un moderato regime dei venti;
- un'orografia ed una urbanizzazione accettabili.

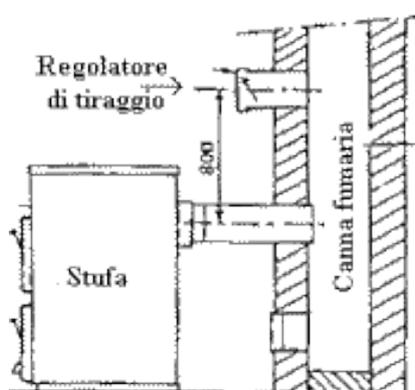
I fattori che determinano l'efficienza di un camino sono così svariati (altezza e sezione della canna fumaria, qualità della sua coibentazione, tipo e posizione del comignolo, altitudine sul livello del mare, condizioni meteorologiche prevalenti, temperatura media esterna, regime prevalente dei venti, esposizione rispetto ai punti cardinali, struttura architettonica della casa, orografia e urbanizzazione locale, qualità ed efficienza del generatore di calore, tipo di combustibile impiegato, etc.) ed è così vario il modo in cui possono reciprocamente influenzarsi, che solo il metodo e l'esperienza del fumista possono porre sotto controllo tutti questi fattori, fino ad ottenere un risultato accettabile. Non va, tuttavia, ignorata la caratteristica principale di coloro che si dedicano alla professione di fumista, una buona dose di fortuna.

Nei paragrafi successivi saranno esposte alcune considerazioni pratiche che determinano le fortune di un fumista.

## 5.2. Combattere gli effetti del vento

### 5.2.1. Eccesso di tiraggio

#### 5.2.1.1. Il moderatore di tiraggio



L'eccesso di tiraggio, quando presente, può essere efficacemente contrastato con l'applicazione alla canna fumaria di un "moderatore di tiraggio".

Il moderatore di tiraggio è un foro nella canna fumaria, posto a valle dell'innesto del canale da fumo, munito di una valvola a farfalla decentrata, quest'ultima

tenuta normalmente chiusa da un contrappeso regolabile, tarato ad un certo valore di depressione valutabile all'occorrenza in funzione dell'apparecchio installato.

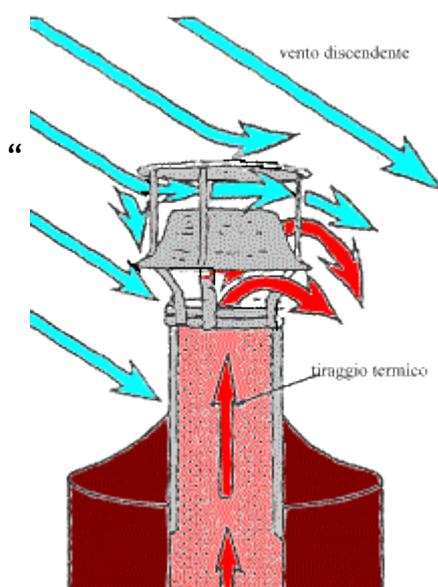
Il moderatore di tiraggio ha il vantaggio di rendere ragionevolmente costante il valore della depressione in canna fumaria, evitando che folate irregolari di vento rendano ingovernabile l'andamento della combustione.

Il suo funzionamento è molto semplice; quando la depressione interna alla canna fumaria aumenta troppo, la valvola si apre, consentendo l'aspirazione di aria fredda esterna, che raffredda i fumi, e diminuisce la depressione termica dell'impianto, e quindi la depressione in generale: Non appena il valore della depressione ritorna nella norma, il contrappeso richiude la valvola, ripristinando la tenuta della canna fumaria.

La risposta di questo meccanismo è praticamente immediata, rendendolo efficace anche contro colpi di vento rapidi ed improvvisi.

## 5.2.2. Scarso tiraggio

### 5.2.2.1. Il comignolo

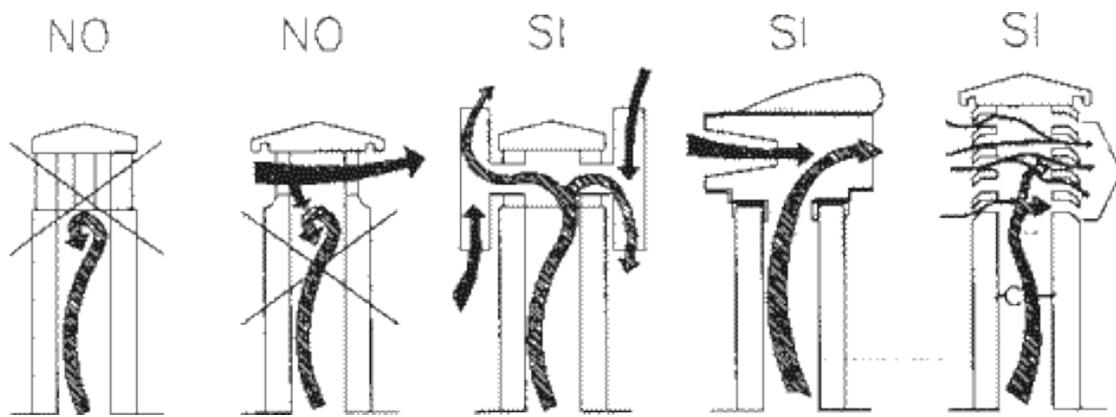


Tutti i camini tradizionali, comprese anche molte canne fumarie di moderna concezione, richiedono l'impiego di un *comignolo*, che ha il compito di proteggere le pareti interne del camino dall'azione delle intemperie. Il comignolo costituisce una sorta di tappo, che può rallentare notevolmente l'uscita dei fumi e che richiede quindi l'impiego di particolari tecniche di costruzione che lo rendano meno possibile di ostacolo.

Il comignolo, inoltre, deve essere costruito in modo da ridurre l'effetto negativo dei venti sfavorevoli e sfruttare l'effetto positivo dei venti favorevoli.

Il comignolo, in basso riportato con i modi di corretto impiego, è un antivento basato sull'effetto Venturi, capace di aumentare leggermente la depressione in canna fumaria anche in presenza di venti discendenti.

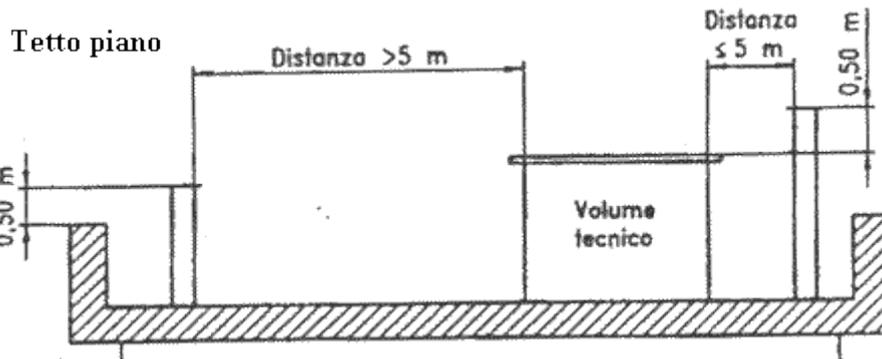
La non spettacolare presenza estetica è compensata da una notevole efficacia.



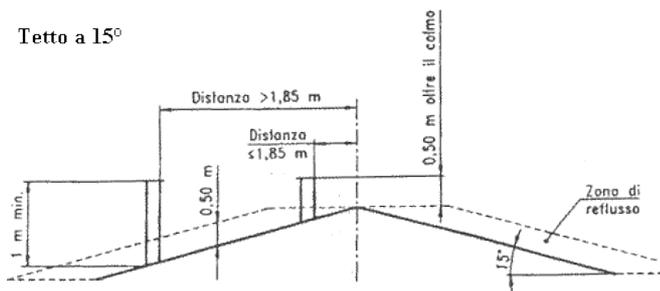
#### 5.2.2.2. La Zona di reflusso

L'effetto del vento sui tetti è quello di creare delle zone di surpressione o depressione, che possono influenzare il corretto funzionamento del comignolo. Lo spessore di queste zone, dette "zone di reflusso", varia in funzione della conformazione e dell'inclinazione del tetto. Il torrino deve essere costruito, o adattato, in modo che il comignolo sporga comunque oltre la zona di reflusso propria del tipo di tetto su cui è posto.

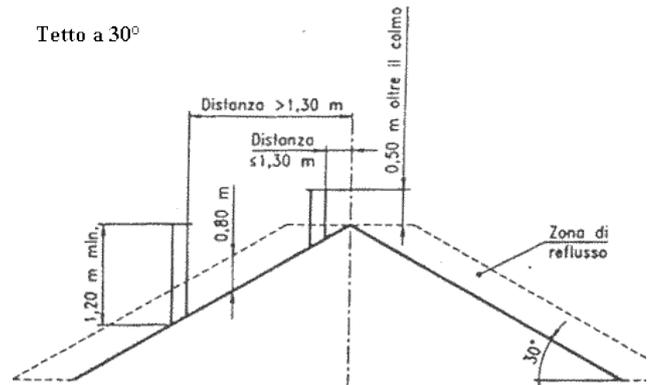
Gli schemi seguenti illustrano le altezze e le distanze richieste per un corretto posizionamento del comignolo:



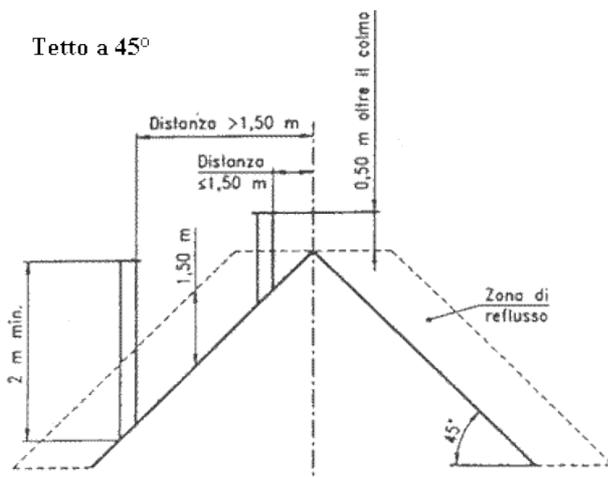
Tetto a 15°



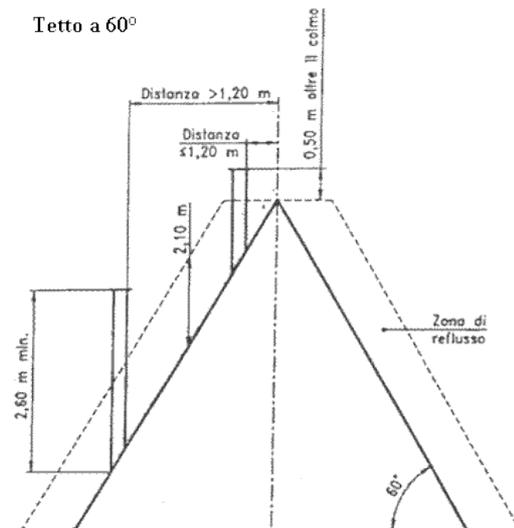
Tetto a 30°



Tetto a 45°



Tetto a 60°



### 5.3. Correggere i difetti di esposizione e di costruzione

Uno dei più frequenti difetti di costruzione e quello delle canne fumarie in muratura esterne molto alte ed esposte a Nord. Potendo e volendo la soluzione migliore sarebbe la demolizione e la ricostruzione corretta.

Una serie di interventi meno distruttivi, tuttavia, possono migliorarne il rendimento.

La finitura esterna con un intonaco di qualità, isolante ma traspirante, la proteggerà dalle infiltrazioni di acqua piovana e ne migliorerà l'isolamento termico.

Il migliore intervento risolutivo sarà il rivestimento della sezione interna con un tubo di acciaio inossidabile, che avrà una serie di straordinari vantaggi:

- la sezione interna liscia e rotonda consentirà uno scorrimento dei fumi rapido e privo di turbolenze.
- il miglior scorrimento consentirà di ridurre leggermente il diametro del tubo, garantendone l'installabilità anche in presenza di irregolarità della sezione interna del camino esistente.
- tra la sezione rotonda del tubo in acciaio e la più grande sezione quadrangolare del camino resterà un'intercapedine di aria come eccellente isolante termico, migliorando il rendimento del camino stesso.
- il rapido riscaldamento dell'acciaio assicurerà un immediato avvio del tiraggio.

#### **5.4. Compensare i problemi architettonici**

Esistono motivi architettonici in senso lato, come la presenza di aspiratori elettromeccanici, infissi a tenuta stagna, rampe di scale, tetti mal isolati, etc. tali da determinare delle variazioni di pressione interne alla casa, che contrastano il tiraggio del camino.

L'unico modo per evitare che il tiraggio del camino sia afflitto dalle variazioni di pressione interne alla casa, è quello di rendere indipendente il suo approvvigionamento d'aria, installando un condotto od una feritoia che lo colleghi direttamente all'esterno.

La presa d'aria esterna andrebbe collocata sempre dal lato della casa maggiormente esposto al vento, per sfruttarne la surpressione, ed evitare che la depressione del lato opposto alla casa sia controproducente.

### **5.5. Evitare il cattivo combustibile**

Usare solo buona legna secca e limitare l'impiego del carbone agli apparecchi appositamente disegnati ed a giornate veramente fredde. Questo è tutto.

In conclusione, l'uso combinato di un buon comignolo correttamente posizionato, di un rivestimento di acciaio, di una presa d'aria sufficiente, e di un buon combustibile, dovrebbero risolvere il 90% dei problemi di qualunque canna fumaria.

## **6. Problemi architettonici e d'arredamento dei camini**

Il periodo giornaliero di accensione di un camino e la condivisione del suo calore sono gli aspetti romantici di questo affascinante e semplice impianto, rendendo “*calda*” l'atmosfera della casa. Il camino, ciononostante, è soprattutto una concreta fonte aggiuntiva di calore e la sua realizzazione non è solo un problema di fisica tecnica, ma è anche un problema architettonico.

Naturalmente nella progettazione e costruzione di un camino i due aspetti vanno considerati congiuntamente, poiché ne determinano la giusta collocazione, forma e dimensione.

Se nei precedenti paragrafi sono stati affrontate approfonditamente le problematiche riguardanti la fisica tecnica, nelle pagine seguenti verranno analizzati gli aspetti inerenti le scelte architettoniche del camino stesso, anche attraverso alcune considerazioni per una migliore valutazione della sua collocazione.

### **6.1.La collocazione del camino.**

#### **6.1.1.Considerazioni generali**

Collocare un caminetto in un ambiente domestico significa inserirlo non solo in uno spazio, ma anche in un tessuto di relazioni sociali. Se il camino dovrà servire ospiti e familiari, il focolare dovrà essere abbastanza grande da scaldare un gruppo, e la stanza abbastanza grande da accoglierlo, mentre un piccolo camino si inserirà meglio in un ambiente intimo e familiare.

La dimensione della stanza, pertanto, delimita la dimensione del camino sia in termini estetici che tecnici. Un grande focolare in una piccola stanza può essere

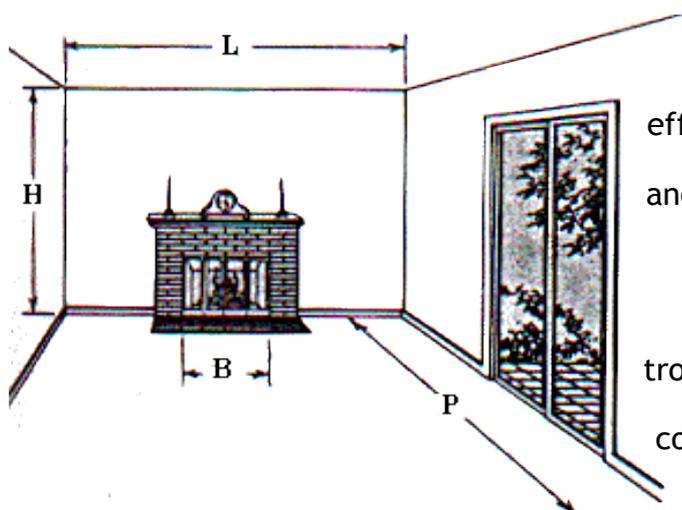
fastidioso per gli occupanti, mentre un piccolo focolare in un grande ambiente non scalderà né il corpo degli ospiti né la loro anima.

La tabella seguente fornisce alcune indicazioni circa le proporzioni consigliate tra la grandezza della stanza e quella della bocca del camino.

Si tratta, naturalmente, di indicazioni di massima, che possono variare, specialmente nel caso di camini prefabbricati, secondo le indicazioni del produttore e il tipo di camino installato.

### DIMENSIONI DI UN CAMINO IN FUNZIONE DI QUELLE DI UN AMBIENTE

Dimensioni della stanza in metri quadrati	Larghezza della bocca in cm.	
	Pareti corte	Pareti lunghe
12/16	60	60/80
17/20	70/90	80/90
21/24	80/90	90/100
25/34	80/90	90/120
35/42	80/100	100/120
43/64	90/100	120/150
65	100/120	120/180



Ma un posizionamento funzionale ed efficace richiede oltre alla giusta dimensione anche la più idonea collocazione.

Ad esempio, porre la bocca del camino troppo vicino ad una porta può provocare correnti d'aria sufficienti a causare sbuffi di fumo, o un "noioso traffico" tra il fuoco e

le persone che dovrebbe scaldare. Il camino va collocato non solo nella stanza giusta, ma anche nel posto giusto dentro la stanza. Le "linee di percorso" all'interno di un

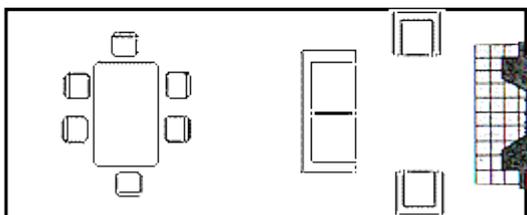
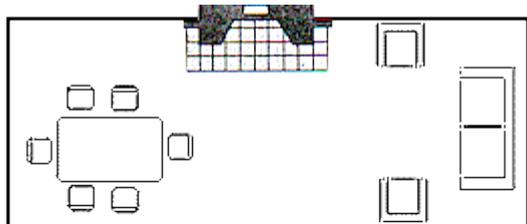
ambiente influenzano la scelta della sua collocazione. Dette linee di percorso sono influenzate dalle porte di ingresso e meno rigidamente dall'arredamento.

Il focolare dovrebbe avere una collocazione tale per cui il “*traffico*” nella stanza non attraversi lo spazio tra il camino e l'abituale sistemazione della zona relax.

Quando si colloca il focolare di fronte ad una porta d'ingresso, refoli di vento possono provocare sbuffi di fumo nella stanza ogni volta che la porta viene aperta; per evitarlo si può collocare un paravento tra il caminetto e la fonte di aria in movimento.

Particolarmente sensibili a tale fenomeno sono i camini con due o più lati aperti, che possono essere influenzati anche dal movimento d'aria provocato da una persona che passi loro vicino.

La soluzione più semplice è sistemare l'arredamento in modo che non vi sia motivo per muoversi frequentemente vicino al camino.



La dimensione e la forma dell'ambiente sono entrambi importanti per:

- la collocazione del camino;
- determinare la sua grandezza.

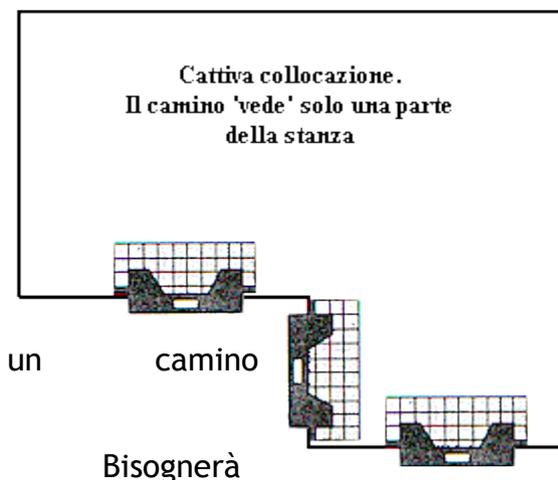
Una stanza piccola offrirà solo una o due possibilità, mentre per una stanza molto grande vi saranno più scelte. Se la stanza è a pianta

quadrata, il camino potrà essere collocato con efficacia equivalente su qualunque parete od angolo.

Un camino collocato all'estremità di una stanza lunga e stretta, invece, difficilmente irraggerà il suo calore sino all'altra estremità e gli ospiti tenderanno a sedersi o a rimanere nei pressi del camino, lasciando vuoto il resto della stanza.

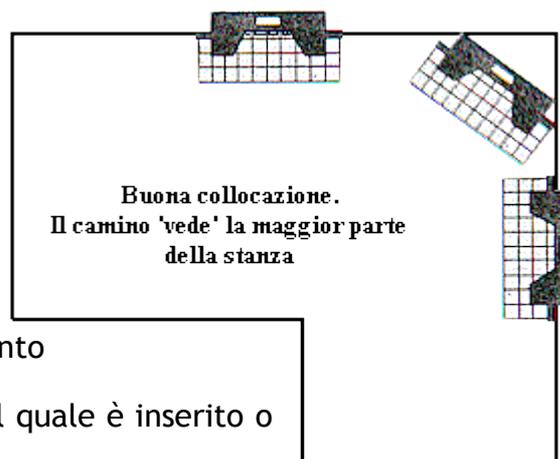
Non deve, altresì, essere sottovalutata la sistemazione dell'arredamento. Spesso nelle stanze rettangolari si tende ad inserire il camino al centro di uno dei lati lunghi, consentendo una migliore suddivisione della stanza stessa in due ambienti più confortevoli e con usi diversi, ad esempio con una zona pranzo ed una zona salotto.

I caminetti bifrontali svolgono egregiamente questa funzione, così come i più moderni caminetti ad isola, aperti su tutti i lati, che consentono la visione del fuoco da qualsiasi punto della stanza.



Le stanze di forma irregolare presentano per i camini particolari problemi di riscaldamento, poiché le radiazioni infrarosse provenienti dal focolare, unica fonte di calore in tradizionale aperto, percorrono solo linee rette.

Bisognerà dunque trovare una collocazione del camino tale per cui possa essere visto dalla maggior parte possibile dell'ambiente. In caso contrario bisognerà ricorrere a particolari camini aperti, che forniscono anche un parziale recupero di aria calda, affinché l'ambiente venga riscaldato anche per convezione, oltre che per irraggiamento.



Un altro aspetto del posizionamento riguarda la sua relazione con il muro nel quale è inserito o

appoggiato. Per guadagnare spazio, si potrà progettare il camino inserendolo completamente nello spessore del muro stesso; ma laddove lo spessore del muro rappresenti un problema, il camino potrà essere completamente progettato all'interno della stanza, semplicemente appoggiandolo al muro.

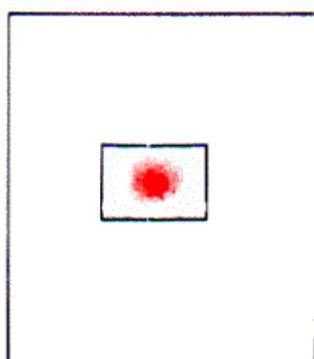
Naturalmente molto dipenderà dalla struttura delle pareti. Ad esempio nei vecchi casali si possono avere pareti di enorme spessore, che però spesso è sconsigliabile attraversare completamente per questioni di stabilità. Nelle case moderne, con pareti sottili, ma con intercapedine, l'attraversamento di quest'ultima può essere sconsigliato per evitare l'interruzione della continuità dell'intercapedine stessa.

### 6.1.2. La collocazione all'interno della stanza



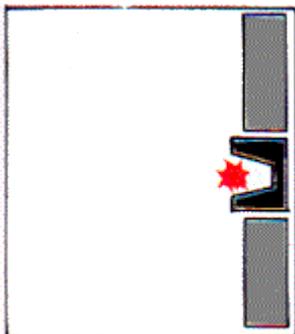
Il raccoglimento intorno al camino viene agevolato soprattutto dai “camini d’angolo”. Questa tipologia presenta comunque altri vantaggi, specialmente in locali di piccole dimensioni. Lasciando libere le pareti consente una più semplice disposizione degli arredi, rendendo nel contempo più semplice mimetizzare il volume della canna fumaria.

Il camino d'angolo può suggerire soluzioni d'arredo originali, poiché concentra il fuoco prospettico dello spazio in un luogo normalmente periferico dell'ambiente, con effetti inusuali, consentendo, ad esempio, l'uso di forme a base rotonda o poligonale, più difficili da inserire su pareti piane.



Il camino isolato centrale ricorda gli antichi “fogolari” friulani.. Con i moderni e leggeri materiali a disposizione si possono creare cappe di grande libertà formale che scendono dai soffitti su focolari per lo più tondi, attorno ai quali si può creare

un anello di posti a sedere, mentre se di forma quadrata o rettangolare ben si prestano a separare, in due, gli ambienti. Il camino centrale è una scelta impegnativa per il progettista, poiché il resto dell'arredo e gli elementi strutturali dell'ambiente dovranno essere armonizzati con l'importante personalità di una tale collocazione.



Il camino inserito nell'arredo è una soluzione tipicamente attuale, propria di camini che hanno perduto la funzione del riscaldamento, e che, opportunamente isolati, possono essere inseriti in una parete attrezzata con una libreria, un mobile bar o vicino alla tv, senza pericolo. Camini del genere tendono ad

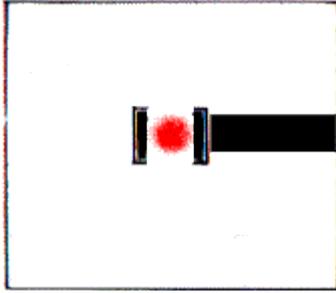
essere meno imponenti ed hanno spesso funzione puramente decorativa. I camini prefabbricati si prestano molto bene a questo scopo, essendo in genere già convenientemente isolati, mentre per camini artigianali bisogna porre molta attenzione all'isolamento termico, per ovvi motivi di sicurezza antincendio.



Il camino al centro della parete è la collocazione più tradizionale, adottata per secoli, quando il camino era l'unica fonte di riscaldamento. Viene spesso scelto anche per la possibilità di poter più facilmente celare la canna fumaria. Il camino posto al centro della parete tende a diventare elemento

architettonico dominante, isolato dal resto dell'arredo.

In genere in questa posizione viene utilizzato un camino con apertura frontale, ovvero aperto su tre lati, anche se in questo caso la tecnica di funzionamento può dare più problemi. Sarebbe meglio posizionare questo tipo di camino sulla parete opposta a quella dove sono presenti finestre.



Il camino divisorio, un bifrontale, ad esempio, può essere elemento di una parete divisoria attrezzata, posta, ad esempio, tra la cucina e camera da pranzo, ovvero tra pranzo e salone. Anche in questo caso, come nel camino centrale, bisogna fare particolare attenzione alle correnti d'aria, che questi camini soffrono maggiormente, ed alle cappe aspiranti delle cucine, che possono creare una depressione tale da prevalere sul tiraggio del camino.

### **6.1.3. Problemi architettonici e strutturali. La canna fumaria**

Il posizionamento del camino è fortemente condizionato dalla possibile collocazione della canna fumaria.

Installare un camino in una casa in costruzione è più semplice e meno costoso che aggiungerne uno ad una casa già costruita. Dovendo aggiungere un camino, bisogna considerare le modifiche strutturali per sistemare:

- il focolare;
- il basamento;
- la canna fumaria.

Un camino in muratura è più facilmente installabile all'esterno della casa che all'interno, perché fondamenta e canna fumaria possono essere realizzate all'esterno; questo minimizza la perdita di spazio interno e la necessità di modifiche strutturali.

I camini prefabbricati non richiedendo fondazioni possono essere collegati ad una canna fumaria di non grandissime dimensioni, che più facilmente può attraversare un solaio. Questo tipo di camini possono essere facilmente installati su una parete interna senza importanti modifiche strutturali.

Palazzi a più piani pongono particolari problemi per l'aggiunta di un camino, inizialmente non previsto, se si abita ai piani bassi. La canna fumaria, ad esempio, può diventare molto lunga e costosa. Per di più la sua installazione interna diventa molto difficile, per lo spazio che occuperebbe negli interni dei piani superiori e per la necessità di evitare altri servizi tecnici, come tubi del riscaldamento, dell'acqua sanitaria, condutture del gas e cavi elettrici.

#### **6.1.4. Comodità di utilizzo**

L'utilizzo quotidiano del camino presuppone che in fase di progettazione vengano valutati alcuni aspetti al contorno quali:

- l'immagazzinamento della legna;
- la rimozione delle ceneri.

L'utilità di un magazzino per la legna interno alla casa sarà comodo, se non indispensabile, pensando alle avverse condizioni meteorologiche soprattutto in alcuni periodi della giornata (ad esempio notti di pioggia). La soluzione ideale, che comunque aumenta il rischio d'incendio della casa, potrebbe essere rappresentato da un magazzino per la legna costruito attraverso una parete, vicino al camino, che possa essere rifornito dall'esterno ed utilizzato dall'interno. Altrimenti, nel progetto e negli ingombri del camino andrebbe previsto un ripostiglio per la legna a fianco o sotto il focolare stesso.

Un camino in muratura, costruito su fondamenta, è più pesante e costoso, ma può disporre di un magazzino per la cenere posto sotto il focolare in comunicazione con l'esterno per la pulizia periodica. Un camino prefabbricato, invece, non offre in genere lo stesso vantaggio, dovendo essere ripulito dall'interno della casa come una stufa.

Il focolare esterno, previsto dalla norma UNI 10683, è quell'estensione del focolare che serve a proteggere pavimenti combustibili dalle scintille, dal rotolamento dei ciocchi di legna e dall'irraggiamento della fiamma. In qualunque caminetto appoggiato od inserito a parete, il focolare esterno deve estendersi dal bordo del focolare vero e proprio secondo misure stabilite dalla norma e proporzionali alla dimensione della bocca del focolare.

I focolari esterni possono essere realizzati sia a filo pavimento che sollevati da esso. La disponibilità di spazio spesso detta la scelta: stanze piccole probabilmente richiedono un focolare esterno a filo del pavimento, perché sia calpestabile, mentre in stanze più grandi può essere sollevato, anche per dare maggiore importanza al camino. Un focolare esterno notevolmente rialzato può anche provvedere all'immagazzinamento della legna e fornire un caldo strapuntino.

## 7. Il rischio incendio degli impianti a caminetto ed elementi di prevenzione incendi

### 7.1. Il camino ed il rischio incendio degli ambienti domestici d'installazione

Il camino rappresenta uno elemento domestico a elevato rischio d'incendio ed è all'origine di particolari incendi domestici.

Si possono verosimilmente individuare quattro semplici possibili “*alberi degli eventi*” per cui il camino può divenire elemento iniziatore dell'accensione delle fiamme in ambienti domestici. Di seguito vengono sinteticamente riportati, in forma descrittiva, i sopradetti “*alberi degli eventi*”.

- a. L'emissione di scintille o di materiali incandescenti nella parte frontale o aperta del camino bruciano la superficie del pavimento o i rivestimenti delle pareti o del pavimento stesso, come ad esempio i tappeti.
- b. L'emissione di scintille o di materiali incandescenti dal camino che provocano l'accensione di un tetto combustibile innescando l'incendio.
- c. L'emissione di scintille o di materiali incandescenti attraverso una fessura creatasi nel camino, o per un difetto dello stesso, provocano l'accensione delle travi in legno della struttura portante o dei solai dell'edificio, adiacenti alla canna fumaria.
- d. Il surriscaldamento di materiali infiammabili posti in prossimità del camino o della canna fumaria.

Incendi importanti del primo tipo “a” sono rari, in quanto la superficie del pavimento in legno è difficilmente, seppur investita da scintille od a contatto con

materiali incandescenti, raggiunge la temperatura di autoignizione; più facile risulta l'incendio di un tappeto soprattutto se di fibra acrilica o in misto lana.

Incendi di tipo “b” possono evolversi con dimensioni rilevanti. L'incendio anche se limitato al tetto in legno di edifici è facilmente identificabile. Alla base di questi sinistri vi è la scarsa manutenzione delle canne fumarie, nelle quali si depositano sporcizia, polvere, ragnatele e tutta una varietà di materiali combustibili, facilmente accendibili da una scintilla proveniente dal fuoco sottostante.

Incendi del terzo tipo “c” sono anch'essi rari, anche se possono provocare danni importanti. Le cause delle lesioni di una canna fumaria possono essere ascrivibili:

- all'effetto di una scossa sismica, di uno smottamento;
- all'effetto di un assestamento strutturale dell'edificio;
- alla mancata osservanza delle indispensabili norme di manutenzione;
- alla vetustà del fabbricato;
- ai Cambiamenti degli impianti di riscaldamento, che comportano la sostituzione del generatore di calore o alla sua nuova sistemazione, che possono comunque variare il flusso d'aria di un vecchio camino e creare nuovi problemi, prima inesistenti.

Il quarto caso “d” riguarda soprattutto camini in metallo che camini in pietra o in muratura. La combustione che si propaga nelle immediate vicinanze delle canne fumarie non è infrequente e molti l'attribuiscono al surriscaldamento degli elementi strutturali in legno. La capacità isolante di pietre, mattoni di laterizio e calcestruzzo è tale che raramente i camini trasmettono calore sufficiente a danneggiare le strutture lignee. Non altrettanto si può dire di camini e canne fumarie metalliche. La mancanza di isolamento tra le due pareti metalliche dei camini costituisce una camera d'aria con minime

capacità isolanti. Le pareti esterne possono allora raggiungere temperature ben superiori alle normali.

Considerazioni simili possono essere applicate ai condotti di scarico dei fumi di caldaie e scaldabagni, quando questi attraversano strutture in legno.

Occorre ricordare che il legno, specialmente se presente in spessori rilevanti, richiede una considerevole quantità di calore prima di dar luogo alla combustione. Per avere un incendio, infatti, occorre localmente un calore sufficiente a distillare le sostanze volatili del legno, inoltre deve almeno essere raggiunta la temperatura di accensione di questi prodotti di pirolisi.

In circostanze normali essa non si raggiunge in prossimità della superficie esterna delle canne fumarie. La rottura dell'isolamento o dell'integrità stessa della canna fumaria, tuttavia, può determinare il raggiungimento di situazioni simili a quella descritta con l'aggravante che l'effetto viene amplificato se il calore in eccesso non ha la possibilità di essere smaltito.

Il legno secco e stagionato è più facilmente accendibile del legno fresco e ad elevato tasso di umidità. L'esposizione continua o ricorrente a temperature elevate ha l'effetto di seccare il legno e di abbassare conseguentemente la temperatura di accensione.

E' stato dimostrato che l'essiccazione del legno fino a temperature di 275 - 280 °C non costituisce di per sé un elemento di pericolosità, anche se temperature del genere non sono facilmente raggiungibili sulla superficie esterna delle canne fumarie.

Diverso è il caso di un'esposizione al calore a temperature di 120°C circa, per un periodo prolungato, dell'ordine di anni. Essa può portare alla decomposizione del legno

allo stato di carbone “*piroforico*<sup>16</sup>”, avente una temperatura di autoaccensione molto bassa. E' ormai provato che esso è all'origine di molti incendi accidentali.

I tempi richiesti al legno di trasformarsi o degenerare in carbone “*piroforico*” sono tali da poterlo escludere come possibile causa di incendio in edifici recenti e con camini di recente costruzione.

## **7.2. La prevenzione incendi per i camini. Uso corretto con elementi di manutenzione.**

Un caminetto aperto richiede un'attenzione ed una sorveglianza, sia nella fase di accensione che in quella di mantenimento del fuoco.

I camini aperti, inoltre, hanno in generale maggiori difficoltà di tiraggio, specialmente se si tratta di grossi camini in muratura con canne fumarie anch'esse in muratura, che richiedono una grande quantità di calore prima di cominciare a tirare.

Accendere il fuoco in un camino può essere faticoso ed ingenerare comportamenti scorretti, che possono dar luogo ad un susseguirsi di eventi cause di principi d'incendi.

Di seguito vengono riportate le corrette azioni da intraprendere, anche con l'ausilio di apposite attrezzature, per accendere un fuoco in un camino ed accelerare il riscaldamento della canna fumaria.

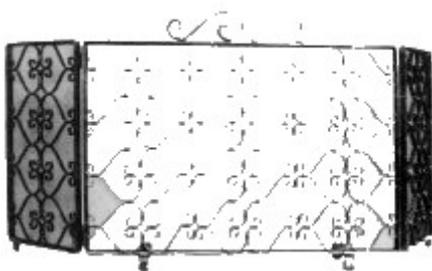
- Controllare che la valvola sia completamente aperta.

---

16

**piroforico:** agg. (pl. m. -ci) [sec. XIX; da piro+-foro]. Che presenta piroforicità: *sostanze p.*, sostanze solide che venendo a contatto con l'ossigeno atmosferico si ossidano spontaneamente con forte sviluppo di calore; questo accelera il processo di ossidazione, fino a che la sostanza p. rapidamente e spontaneamente si incendia. Il fatto che una sostanza risulti p. dipende dalla sua natura chimica ma anche dal suo stato superficiale e di suddivisione.

- Posizionare la legna su una griglia, affinché i ceppi siano bene areati e conseguentemente si accendano e si scaldino più facilmente e rapidamente (questo naturalmente aumenta il rateo di combustione della legna, ma in certi camini è indispensabile). Non disponendo di una griglia: si può creare un rialzo con dei ceppi di legna verde, che entreranno poi a far parte della combustione, o utilizzare degli alari, che potranno poi essere rimossi.
- Cominciare a scaldare la canna fumaria ed avviare un minimo di tiraggio. Per questa operazione è consigliabile indossare dei guanti poi, avendo avvolto qualche foglio di giornale a mo' di torcia, accenderlo e spingerlo in alto, fin dove si può, nella cappa.
- avviare con facilità la combustione utilizzando dapprima dei fogli di giornale accartocciati, in seguito dei pezzetti di legna molto secca ed infine 2 o 3 ciocchi di legna più grande e sempre molto secca. Particolare cura dovrà essere riservata al posizionamento dei cosiddetti "*ciocchi di legna*" che dovranno essere posti con il lato spaccato verso la carta, perché questo lato si accende più facilmente che non quello coperto di corteccia. Costruire la pila di legna il più possibile accostata al fondo del focolare. La combustione potrà essere avviata con l'ultimo pezzo di "torcia" accendendo la carta posta alla base del fuoco
- Aprire una finestra, perché il camino abbia a disposizione un grande volume d'aria, almeno all'accensione.



Se si vuole che il camino irraggi più calore dovrà essere posto un grosso ciocco verso il fondo, con pezzi più piccoli verso la bocca, mentre se il camino irraggia troppo, dovrà essere effettuata l'operazione inversa,

mettendo un grosso ciocco di traverso, sul fronte del camino o sugli alari, lasciando il fuoco nascosto dietro di esso.

Non appena il fuoco sarà acceso si dovrà porre davanti ad esso un parascintille, a meno che non lo si stia controllando da presso, e non si stia bruciando legna dura che non scoppietta. In generale non bisognerebbe mai lasciare il fuoco di un camino aperto senza sorveglianza, specie senza parascintille, e non si dovrebbe mai lasciare l'abitazione, nemmeno per brevi periodi, lasciando il fuoco acceso.

Se si deve uscire di casa inaspettatamente, si dovrà cercare di fare il possibile per spegnere il fuoco o per renderlo il più possibile innocuo. Lanciare dell'acqua non sempre è una buona idea, potrebbe essere pericoloso ed anche inefficace su uno strato di carboni vivaci. Il fuoco sembra spegnersi, ma il calore dei carboni può essere tale da far rapidamente evaporare l'acqua e da riportarli al calor rosso.

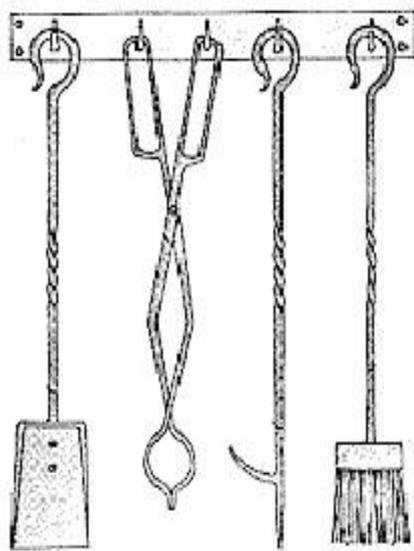
La cosa migliore sarebbe separare i ciocchi il più possibile, spingerli verso il fondo del focolare e coprirli con uno strato estremamente abbondante di cenere sicuramente spenta, o di sabbia umida, chiudendo la valvola del camino ed allontanando dal camino il più possibile oggetti ed arredamento infiammabili. Sarebbe opportuno togliere i ciocchi dal camino, con l'aiuto delle pinze, della paletta e dei guanti, dopo averli separati e sabbiati, per poi riporli in una apposita scatola metallica da chiudere ed ubicare in luogo sicuro, lontano da materiale combustibile e/o infiammabile.

In linea generale sarà utile tenere a portata di mano un estintore efficiente con capacità estinguente idonea allo spegnimento di fuochi di classe A.

Come combustibile per camini non dovranno, in nessun caso, essere utilizzati rifiuti domestici ma si dovrà impiegare solo della buona legna secca o altri combustibili specificamente preparati per camino.

Tra gli accessori per l'utilizzo del camino, oltre alle griglie, agli alari ed ai parascintille, esistono particolari attrezzi, che, oltre ad essere utili, fanno inevitabilmente parte del "look" del focolare, e possono essere oggetti di arredamento tanto quanto il camino stesso.

Il set tradizionale di attrezzi comprende in genere:



- una paletta; una scopetta;
- le pinze;
- guanti pesanti da fuoco (per maneggiare i ciocchi di legna per proteggersi dalle schegge);
- un recipiente metallico stagno (dove riporre le ceneri per almeno 24 ore prima di gettarle);
- l'attizzatoio.

Paletta e scopetta sono utili per la pulizia del camino, le pinze aiutano a posizionare i ciocchi con precisione, ma lo strumento principe del camino è l'attizzatoio, col quale smuovere i ciocchi per ravvivarne la fiamma, cosa che sembra di per sé creare un'intima soddisfazione nell'utilizzatore ed è probabilmente uno dei motivi del persistente successo del camino aperto, ma anche di un eccessivo consumo di legna.

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV; “Appunti elaborati di fisica tecnica II”; Edizioni Sistema; Roma 1973
- A. Rebuffi; “L’investigazione degli incendi”; Rebuffi S.r.l.; Venezia 1999
- C. Rumor, G. Strohmenger; “Riscaldamento, ventilazione, condizionamento, recupero energetico, impianti sanitari; Hoepli; Torino 1996

## SITI INTERNET CONSULTATI

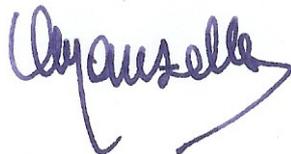
- <http://it.wikipedia.org/wiki>
- <http://www.geocities.com/caminisenzafumo>
- <http://www.fuocoelegna.it>
- <http://itchimica.net>
-

# SOMMARIO

THÉOPHILE JULES PELOUZE: CHIMICO FRANCESE (VALOGNES, NORMANDIA, 1807-PARIGI 1867). LE SUE RICERCHE SI SVOLSERO NELL'AMBITO DELLA CHIMICA ORGANICA PRATICA, SCOPRÌ I NITRILI, LA NITROCELLULOSA, L'ACIDO GLICEROFOSFORICO, IL SORBOSIO E LA FERMENTAZIONE BUTIRRICA DELLO ZUCCHERO; SINTETIZZÒ L'ACIDO FORMICO E LA BUTIRRINA (PRIMA SOSTANZA GRASSA OTTENUTA PER SINTESI)..... 2

PIROFORICO: AGG. (PL. M. -CI) [SEC. XIX; DA PIRO-+-FORO]. CHE PRESENTA PIROFORICITÀ: SOSTANZE P., SOSTANZE SOLIDE CHE VENENDO A CONTATTO CON L'OSSIGENO ATMOSFERICO SI OSSIDANO SPONTANEAMENTE CON FORTE SVILUPPO DI CALORE; QUESTO ACCELERA IL PROCESSO DI OSSIDAZIONE, FINO A CHE LA SOSTANZA P. RAPIDAMENTE E SPONTANEAMENTE SI INCENDIA. IL FATTO CHE UNA SOSTANZA RISULTI P. DIPENDE DALLA SUA NATURA CHIMICA MA ANCHE DAL SUO STATO SUPERFICIALE E DI SUDDIVISIONE. .... 72

Copyright: dott. ing. Claudio MANZELLA



#### **BIOGRAFIA DELL'AUTORE**

L'ingegner Claudio Manzella nasce a Roma il 7 febbraio 1959 dove nel 1986, all'Università degli studi "LA SAPIENZA", si laurea in ingegneria civile idraulica.

Presta servizio dal 1986 al 1987, come Ufficiale dell'Aeronautica Militare, presso lo 8° Reparto Genio Campale con il grado di Sottotenente G.A.r.i.

Entra nel 1988 nel Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco come funzionario tecnico direttivo e presta servizio nelle seguenti sedi:

- Comando Provinciale di Genova dal 1988 al 1992
- Ispettorato Regionale Liguria dal 1992 al 2003

Durante la permanenza presso l'Ispettorato Regionale Liguria viene incaricato della reggenza delle seguenti sedi dirigenziali:

- Comando Provinciale di Verbania (1999);
- Comando Provinciale di Imperia (2002);

Promosso Dirigente nel 2001 ha ricoperto i seguenti incarichi:

- Comandante Provinciale di Imperia dal 2003 alla prima metà del-2005.
- Comandante Provinciale di Brescia dall'agosto del 2005 al febbraio del 2007;
- Comandante Provinciale di La Spezia Dal febbraio 2007

