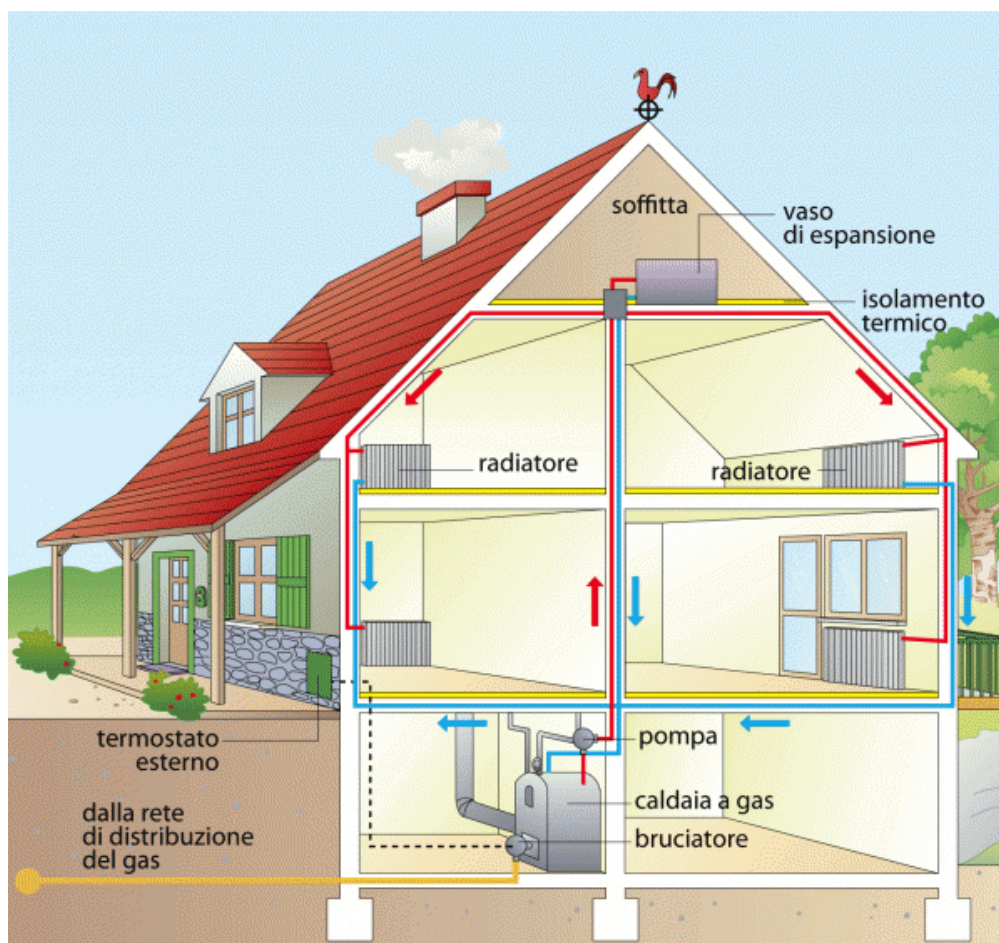


Gli impianti per civile abitazione



Ing. Giuseppe Mosca

Premessa

*Queste pagine trattano gli impianti ponendo attenzione alla autosufficienza energetica alle fonti rinnovabili di energia che ormai fanno parte integrante della progettazione edilizia. Si fa riferimento all'impianto domestico relativo ad un solo appartamento ovviamente indipendente per ciascuna unità immobiliare senza affrontare la problematica degli impianti centralizzati ponendo attenzione alle emissioni di carbonio quindi in piena sintonia con la direttiva “**Case green**” e saranno oggetto di ulteriore approfondimento attraverso lo studio degli impianti termici, dell'impianto idrico sanitario della ventilazione meccanica controllata, dell'impianto ascensore, impianti di raccolta acque piovane, nonché della illuminazione stradale e dei coni di luce. Sono degli argomenti che rientrano nelle competenze di un ingegnere edile che deve aver quel bagaglio di conoscenze necessari per eseguire una corretta progettazione; non ci si occupa di impianti industriali, di maggiore complessità che si allontanano dalla ingegneria edile che si sposta verso la architettura come in Francia e in Europa e non che tende verso la ingegneria industriale ed elettrotecnica, visti anche i nuovi corsi di laurea in ingegneria edile architettura. Riportiamo per adesso 5 tipologie di impianto domestico per quello elettrico si introduce la domotica ovvero la modernizzazione della impiantistica abitativa, la autosufficienza energetica con impianto fotovoltaico e eolico l'impianto a idrogeno in attesa della sostituzione dei metanodotti con idrogenodotti ed infine l'impianto di riscaldamento. E' stato aggiunto un ulteriore articolo relativo alla ingegneria sanitaria che introduce una nuova attività residenziale quale lo smaltimento dei rifiuti che prevede non solo un mobile per la differenziata ma un vero e proprio locale rifiuti anche per condomini con problematiche dovute alla evacuazione dei fumi controllo delle emissioni di carbonio e gas inquinanti con minitermovalorizzatore domestico.*

Castel di Sangro

Ing. Giuseppe Mosca

Indice

1- Impianto elettrico

2- Impianto fotovoltaico

3-Impianto minieolico

4-Impianti a idrogeno

5-I rifiuti solidi urbani

6-Impianto di riscaldamento

L'impianto elettrico

1- Introduzione

2- Potenza dell'Impianto

3- L'impianto di illuminazione

4- La linea prese

5- L'impianto di riscaldamento elettrico

6- La linea tapparelle

7- La cucina ad induzione

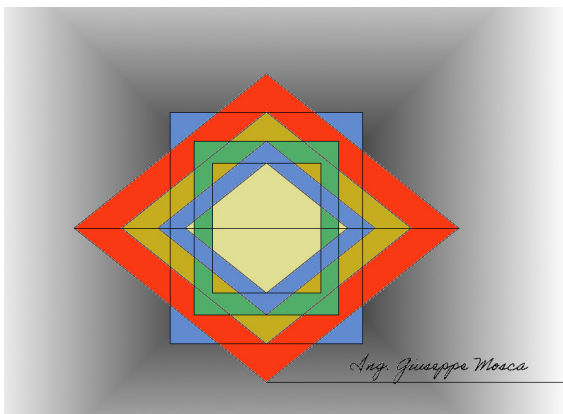
8- Quadro elettrico

9-Linea internet

10- L'impianto domotico

11-L'impianto di terra

12- Conclusioni



Ing. Giuseppe Mosca



N.B. Mi scuso a priori di eventuali imprecisioni o errori che se segnalati contribuiscono al miglioramento degli appunti

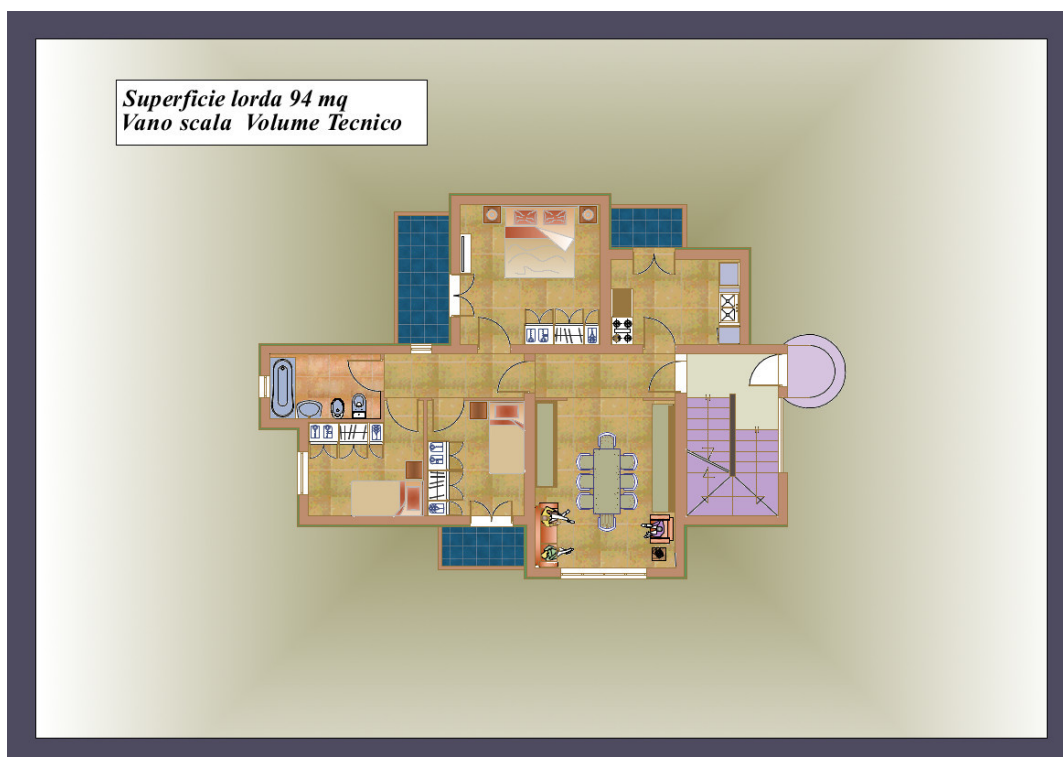
1- Introduzione

Gli impianti elettrici rientrano nelle competenze di un ingegnere edile che in sede di progettazione e di costruzione deve avere delle conoscenze adeguate nel settore della impiantistica edile e quindi per impianti di edifici residenziali , scuole , palestre, piscine ect ovviamente impianti di maggiore complessità dove sono presenti delle attrezzature come negli ospedali , nelle industrie artigianali , richiedono delle conoscenze più approfondite della elettrotecnica in generale e delle norme CEI. In questi appunti ci soffermiamo sulla progettazione di impianti elettrici per appartamenti che rientra nelle competenze dei periti industriali , ovvero definire quel bagaglio di conoscenze necessarie per la progettazione di un impianto elettrico in edifici residenziali progettazione tipica della ingegneria edile. Si esamina un appartamento della superficie di circa 95 mq, rendendolo autonomo ovvero anche con impianto di riscaldamento elettrico in modo che possa essere ad energia zero ovvero completamente indipendente dalla linea elettrica dell'Enel se alimentato da un impianto fotovoltaico e si introducono dei concetti basilari della impiantistica elettrica domotica, che ormai fa parte della progettazione impiantistica edile.

2- Potenza dell'Impianto

Negli edifici residenziali ogni appartamento ha un suo impianto elettrico autonomo forse con una sola pertinenza che è quella del garage; l'impianto citofonico e l'ascensore fanno parte di un impianto elettrico condominiale, per cui ci occuperemo della progettazione di un singolo impianto .

Progetto di impianto elettrico appartamento



*E' un edificio a due piani con appartamenti uguali e piano cantinato con taverna.
Il primo passo da seguire nella progettazione di un impianto elettrico la determinazione della potenza complessiva degli apparecchi utilizzatori e garantire degli adeguati livelli di illuminazione naturale in ogni singolo ambiente.*

Calcolo della potenza

Apparecchi utilizzatori potenze usuali

Frigorifero 0,3 Kw

Congelatore 0,5Kw

Lavastoviglie 2,4 Kw

Lavatrice 2,2 kw

Forno elettrico 1, 5 kw

Fono 0,5 kw

Cucina ad induzione 1, 5 kw

Scaldacqua 1, 5 kw

Termoventilatore 1,5 kw regolabile

Stufa elettrica 1,5 kw regolabile

Caldaia 0, 5 kw

Computer+ stampante 0,5 kw

Televisione 0,5 kw

Stereo- radio 0,5 kw

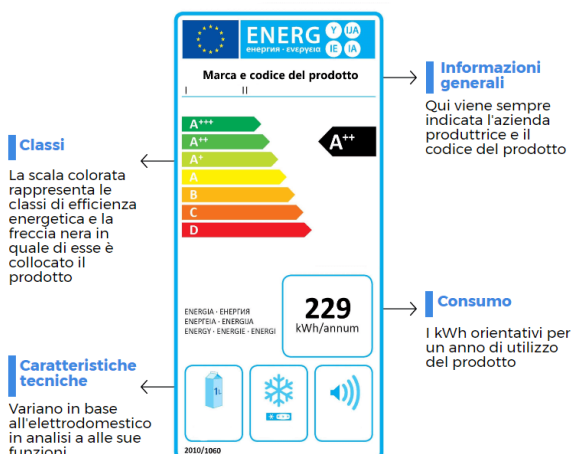
Illuminazione 1 kw

Lampade ad infrarossi 1Kw

Per quanto concerne la illuminazione si fa riferimento ad un indice parametrico di 10W/ mq ovvero per 100 mq 1kw.

Per gli elettrodomestici è stata introdotta una etichetta energetica in base al consumo annuo di energia elettrica del singolo apparecchio utilizzatore dove per l' acquisto si usufruisce di un bonus da parte della agenzia delle entrate con costo commisurato alla etichetta energetica .

Le quattro aree di lettura dell'etichetta energetica



Il consumo energetico indicato corrisponde alla classe A⁺⁺ ed è pari a 229 Kwh/anno, che paragonato al consumo di un frigorifero che durante l'anno è sempre acceso

$$E = 0,3 * 0,3 * 365 * 24 = 788 \text{ Kwh/anno}$$

si ha un notevole risparmio energetico.

In ogni elettrodomestico vi è indicata la potenza dalla quale possiamo risalire al consumo annuo di energia elettrica e verificare la veridicità della etichetta.

Chiaramente nella progettazione di un impianto elettrico non possiamo tener conto di apparecchi a basso consumo poiché l'impianto deve soddisfare le richieste di potenze contrattuali tipiche per appartamenti residenziali di solito 1,5-3Kw-4,5Kw-6Kw. La potenza dell'impianto viene determinata attraverso dei coefficienti di utilizzazione e contemporaneità tramite la formula seguente:

$$P = K_C * (K_{U1} * P_1 + K_{U2} * P_2 + K_{U3} * P_3 + K_{U4} * P_4 + \dots K_{Ni} * P_N)$$

il coefficiente di contemporaneità Kc dal le norme CEI

	<i>Villette unifamiliari</i>	<i>Appartamenti in edifici</i>
<i>Illuminazione</i>	<i>0,66</i>	<i>0,75</i>
<i>Cucine</i>	<i>1-0,3</i>	<i>1-0,8-0,6</i>
<i>Scaldabagni</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Prese</i>	<i>1-0,2</i>	<i>1-0,2</i>

I coefficienti di utilizzazione Ku

<i>Tipo di utilizzatore</i>	<i>Ku</i>
<i>Apparecchi illuminanti</i>	<i>1</i>
<i>Carichi resistivi (stufe-forni)</i>	<i>1</i>
<i>Motori 0,5-2kw</i>	<i>0,7</i>
<i>Motori 2-10Kw</i>	<i>0,75</i>

Per il nostro appartamento

Potenza illuminazione 1Kw

Potenza complessiva ≈ 10 Kw

$$\text{Lavastoviglie } 2,4 * 0,75 = 1,8 \text{ Kw}$$

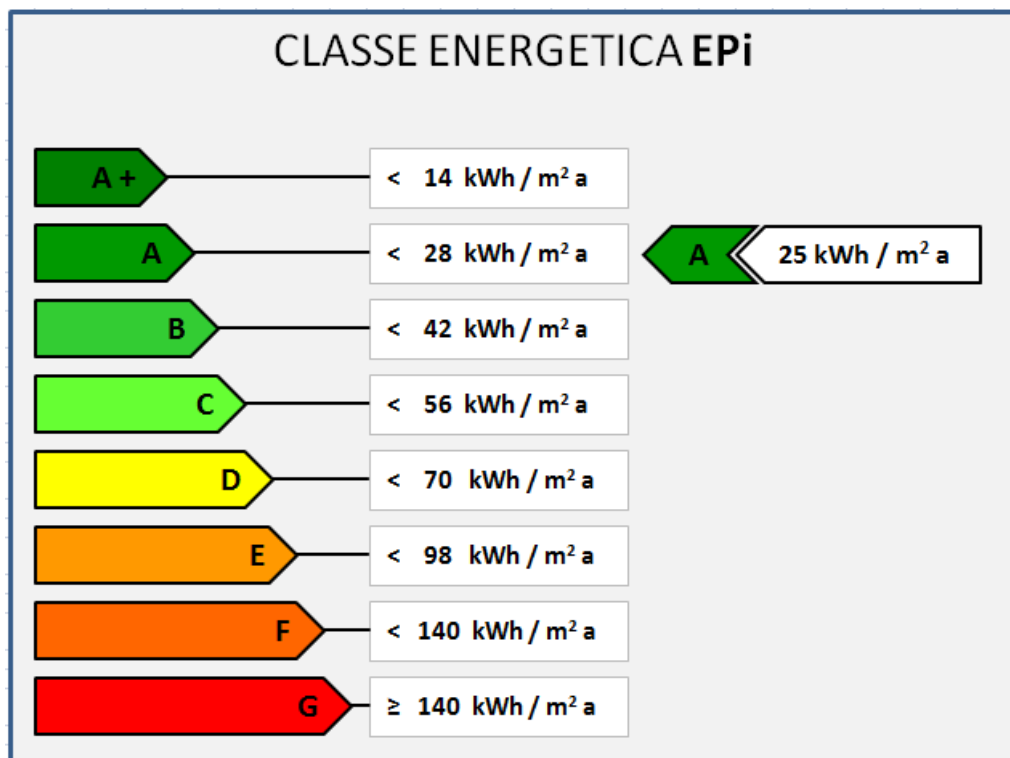
Cucina Induzione 1,5 Kw

Altri elettrodomestici $7,16 \cdot 0,7 = 5 \text{ Kw}$

$$P = 0,75 \cdot 1 + 6,5 \cdot 0,2 + (1,8 + 1,5) = 5,35 \text{ Kw}$$

Al fine di ridurre i consumi di energia è conveniente utilizzare elettrodomestici con etichetta A^{++} .

Si riporta la classe energetica relativa al fabbisogno energetico di energia elettrica per illuminazione e per gli elettrodomestici



Utilizzando elettrodomestici in classe A e lampade a basso consumo per un appartamento di 100 mq avremo 2500 Kwh di energia elettrica in un anno.

I requisiti di illuminazione per ciascun ambiente della casa :

LIVELLI DI ILLUMINAMENTO

I livelli sono riferiti all'illuminazione generale (1 lux = 1 lumen / metro quadro):

• Abitazioni

- salotto - 150-200 lux
- soggiorno - 150-200 lux
- cucina - 200-250 lux
- camera da letto - 100-150 lux
- zona di lettura - 300 lux
- bagno - 100-150 lux
- corridoi, scale - 50-100 lux
- garage, cantine, solai - 50-100 lux

• Cucine --- 125-250 lux

• Uffici --- 250-500 lux

• Scuole --- 250-500 lux

• Negozi --- 250-500 lux

• Grandi magazzini --- 500-1000 lux

• Cattura rettangolare

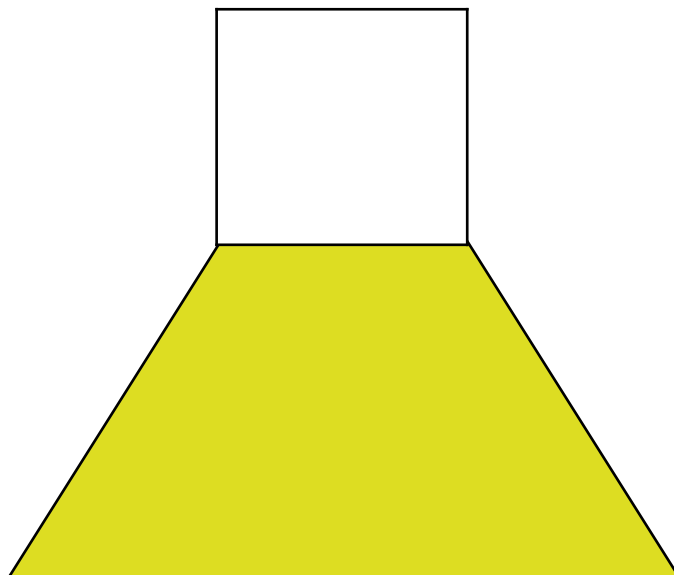


*Una lampada led a basso consumo energetico 13 W fornisce elevati livelli di illuminazione è in grado di illuminare un ambiente (camera da letto) di circa 14 mq
Il flusso luminoso misurato in LUMEN è definito come*

$\Phi = \int I dA$, I intensità luminosa la cui unità di misura la candela

L'illuminamento E è pari al rapporto $E = \int I dA / dA = \Phi / A$ misurato in Lux

Per definire correttamente il flusso luminoso quindi l'illuminamento dobbiamo individuare la superficie A ed il modo di propagarsi della luce quindi definire il cono di luce che dipende dalla forma ed opacità del lampadario o faro.



Per una lampadina o lampadario trasparente l'angolo α del cono di luce è pari a circa 300°, il flusso luminoso

$$\Phi = 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot I \text{ sfera in generale} \quad \Phi = 2 \cdot 2 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \Omega / (2\pi) \cdot I$$

L'angolo sferico $\Omega = 2 \cdot \pi \cdot [1 - \cos(\alpha/2)] = A/R^2$ A area sottesa $0 < \alpha < \pi$
 di solito la luce viene indirizzata dalla forma del portalampada come accade per i fari definendo l'angolo al centro del cono di luce; in una stanza la lampadina è posizionata ad una quota di circa 230 cm, per cui definiamo una porzione di sfera avente un raggio di 230 cm con valori differenti dell'illuminamento in funzione della distanza dalla sorgente luminosa. Una stanza quadrata di lato 4m avrà sul pavimento in verticale

$$E = \Phi/A ; R = 230 \text{ cm}$$

allontanandoci nei punti laterali con lampada centrale $R = 300 \text{ cm}$

negli angoli $R = 364 \text{ cm}$

quindi siamo in grado di valutare in Lux noto il flusso luminoso il grado di illuminazione in ogni punto della stanza ed in ogni ambiente importante per il benessere visivo soprattutto per persone che studiano a casa o fanno dello smart-working anche di sera.

Potenza dell'impianto di riscaldamento

L'impianto di riscaldamento viene realizzato attraverso ventilconvettori o termoconvettori elettrici



posizionato in ogni stanza avente una potenza di 2 kw con valore della potenza minima pari a 500-1200-2000 KW. Il numero complessivo degli apparecchi utilizzatori è 6 chiaramente non utilizzati tutti contemporaneamente per cui si introduce un coefficiente di contemporaneità pari a 0,7, la potenza impegnata per l'impianto di riscaldamento è pari a 4 kw.

La potenza complessiva dell'impianto elettrico per il nostro appartamento è circa 10 Kw. L'enel fornisce potenze contrattuali anche superiori a 6 KW ma i consumi di energia per il nostro appartamento sarebbero proibitivi, per cui si utilizza un impianto-

to fotovoltaico in grado di far fronte al fabbisogno di energia elettrica .

TABELLA 1 - Scaglioni di potenza per fornitura monofase (fino a 10 kW di potenza contrattuale impegnata).

POTENZA CONTRATTUALE IMPEGNATA (Kw)	POTENZA MASSIMA DISPONIBILE (kW)	CORRENTE DI IMPIEGO (A)
1,5	1,7	8
3	3,3	16
4,5	5	25
6	6,6	32
10	11	50

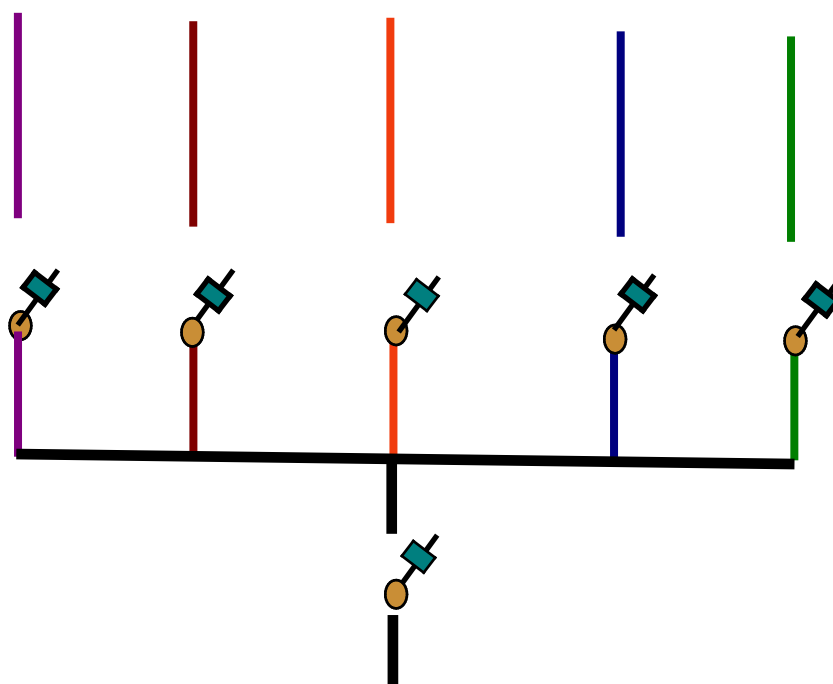
TABELLA 2 - Scaglioni di potenza per fornitura trifase (fino a 15 kW di potenza contrattuale impegnata).

POTENZA CONTRATTUALE IMPEGNATA (Kw)	POTENZA MASSIMA DISPONIBILE (kW)	CORRENTE DI IMPIEGO (A)
3	3,3	6
4,5	5	8
6	6,6	10
10	11	16
15	16,5	25

L'Impianto ha linee separate ovvero

- linea illuminazione*
- linea prese*
- linea riscaldamento*
- linea tapparelle*
- linea FM cucina*

ciascuna sezionata al quadro elettrico con un interruttore differenziale locale ed interruttore differenziale generale secondo lo schema in figura



3- L'impianto di illuminazione

La linea dell'impianto di illuminazione si compone di :

- punti luce
- interruttori
- deviatori
- invertitori
- commutatore
- cavi elettrici
- placche
- lampade di emergenza

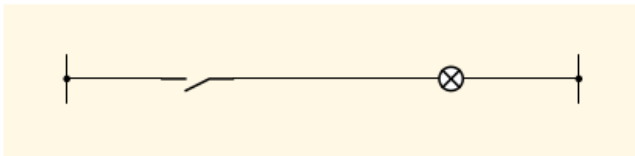
- Interruttore

Consente l'accensione e lo spegnimento del numero di lampade desiderate da un solo punto della nostra abitazione , per cui vanno collegati ad esso esclusivamente due fili

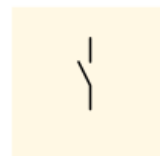


Per la rappresentazione grafica vanno utilizzati i seguenti simboli sia per lo schema unifilare che per lo schema funzionale

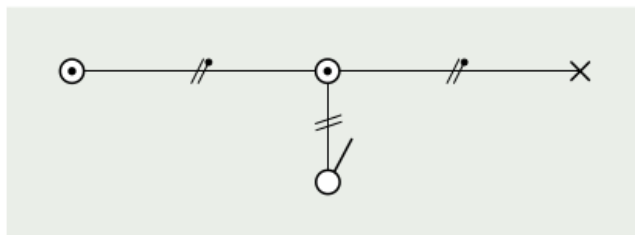
Schema funzionale



Segno grafico



Schema unifilare

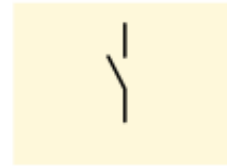
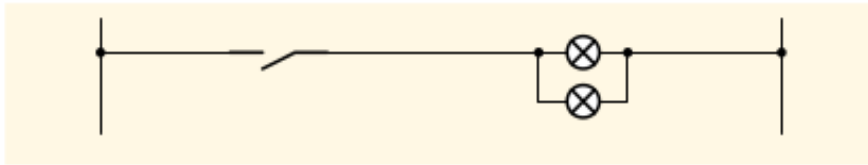


Segno grafico



se vogliamo accendere o spegnere con lo stesso comando due punti luce dal medesimo punto della nostra abitazione

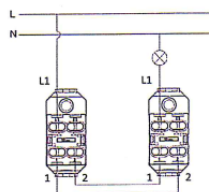
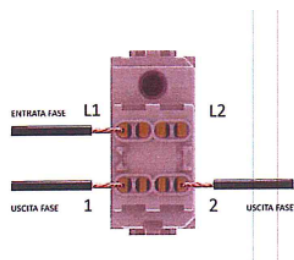
Schema funzionale



Le lampade sono collegate in parallelo in modo che se una entra fuoriuso l'altra lampadina può continuare a funzionare; emblematico è lo schema del lampadario costituito da 12 lampadine avremo dei problemi in un collegamento in serie ad individuare la lampadina che si è fulminata ed ha sostituirla per cui i collegamenti vanno sempre eseguiti in parallelo.

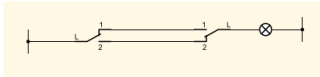
-Deviatore

Il deviatore consente l'accensione e lo spegnimento di un punto luce costituito da più lampade da due punti differenti della nostra abitazione per cui vanno utilizzati due deviatori



Lo schema unifilare multifilare e funzionale

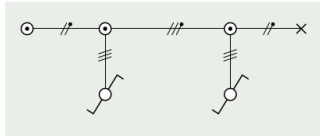
Schema funzionale



Segno grafico



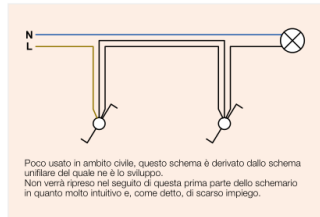
Schema unifilare



Segno grafico



Schema multifilare

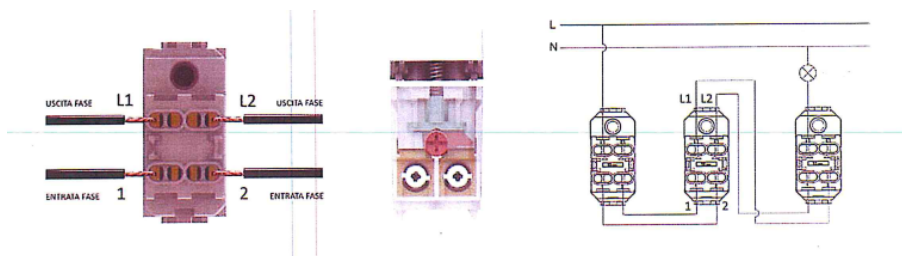


Segno grafico



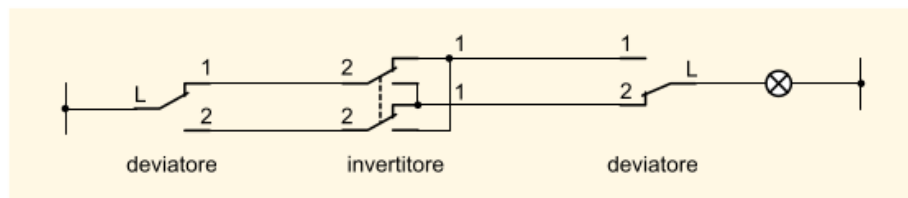
-Invertitore

E' un dispositivo che consente l'accensione e lo spegnimento di un punto luce costituito da più lampade da tre o più punti ; nel circuito occorrono 2 deviatori ed un invertitore se il numero dei punti di comando è 4 occorrono due invertitori se è 5 occorrono 3 invertitori e 2 deviatori .

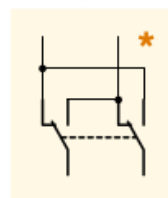


Lo schema unifilare multifilare e funzionale

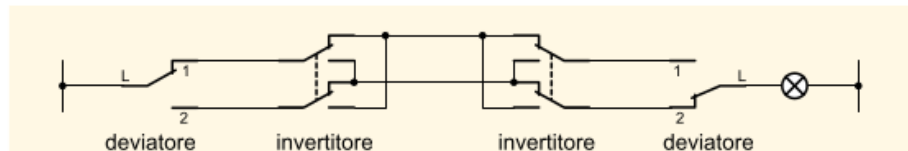
Schema funzionale



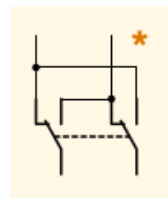
Segno grafico



Schema funzionale



Segno grafico

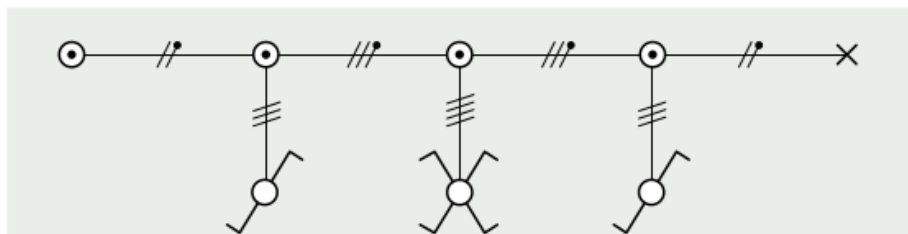


Comando di lampade da 4 punti

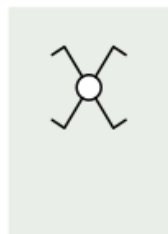
Per comandare una lampada da 4 punti è sufficiente inserire un altro invertitore come si vede nello schema, lasciando sempre i due indispensabili deviatori agli estremi del circuito. Analogamente si può procedere con un successivo invertitore per ottenere il comando da 5 punti e, volendo, da "n" punti

* Simbolo equivalente per schema funzionale (questo simbolo non è normalizzato ed è stato ricostruito mediante abbinamento di due deviatori).

Schema unifilare



Segno grafico

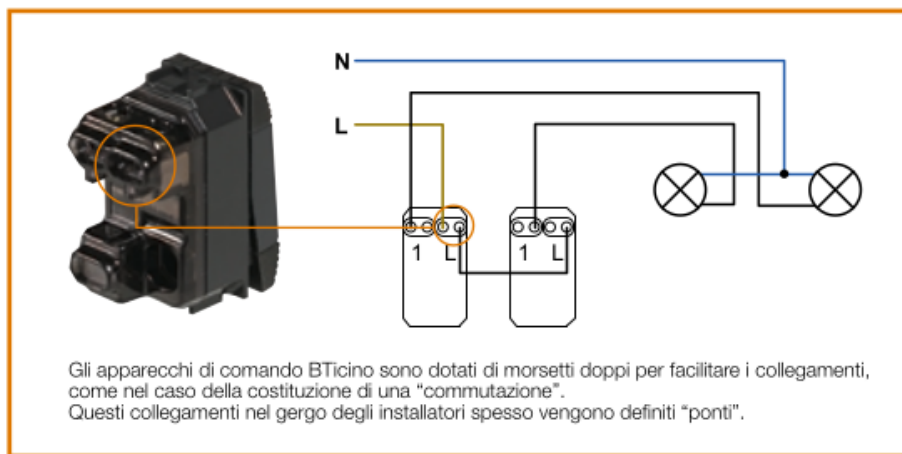


Negli impianti con utilizzo dell'invertitore si deve prestare particolare attenzione ai collegamenti pena il malfunzionamento del circuito; l'individuazione dell'errore può essere problematica al punto da rendere consigliabile lo scollegamento dei vari apparecchi ed il rifacimento del cablaggio ex novo. Un valido aiuto al fine di non confondere la provenienza dei conduttori può essere quello di adottare colori diversificati.

-Commutatore

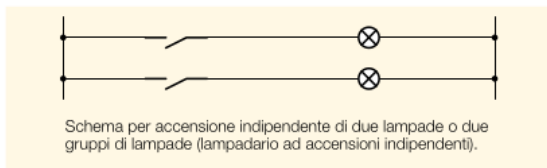
Rientra tra gli interruttori e trova impiego nei lampadari costituiti da due gruppi di lampade con accensione indipendente componendosi quindi di due interruttori

Schema di collegamento

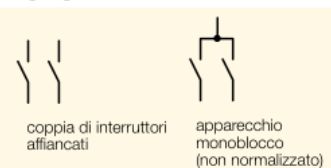


Lo schema unifilare multifilare e funzionale

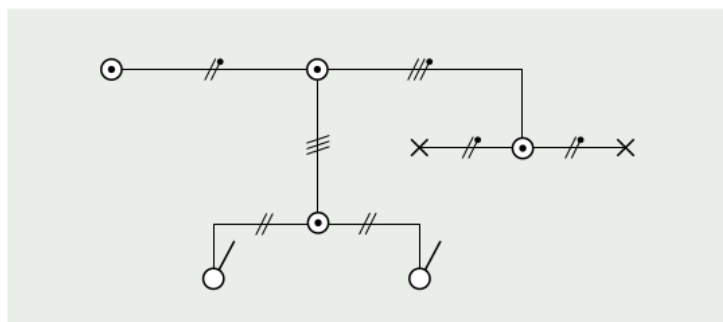
Schema funzionale



Segno grafico



Schema unifilare

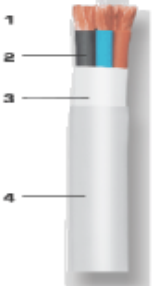


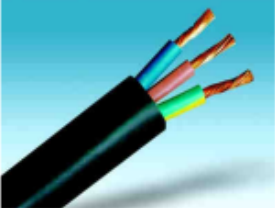
-Cavi elettrici

All'interno del nostro edificio vengono utilizzati dei cavi unipolari senza guaina come riportati in figura

	N07V-K Cavo unipolare isolato in PVC, <u>per posa fissa entro tubazione protettiva.</u>
--	---

Cavo multipolare o unipolare isolato in EPR con guaina per posa fissa

	FG7OR0,6/1kV Cavo unipolare o multipolare isolato in EPR, con guaina in PVC, adatto anche alla posa interrata, <u>per posa fissa.</u>
---	---

	H07RN-F H07RN8-F Cavo unipolare o multipolare, isolato in gomma sotto guaina esterna chiamata comunemente "neoprene", resistente all'acqua e all'abrasione, <u>per posa mobile.</u> Il secondo è adatto anche per posa interrata.
---	---

-Punti luce

Merita un cenno oltre che il tipo di lampadine da utilizzare anche il design dei lampadari che rappresentano un elemento di arredo fondamentale nella nostra abitazione per i quali deve essere garantita la sicurezza sotto azioni sismiche poiché possono oscillare notevolmente.

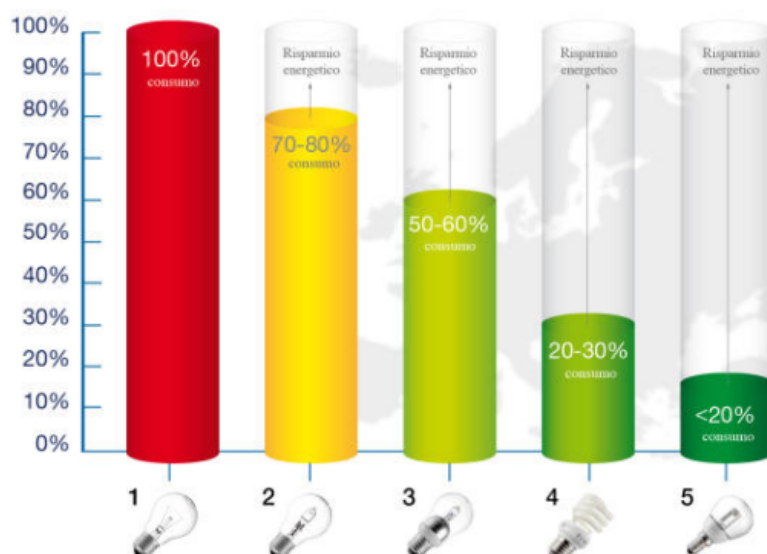




Le lampade possono essere di differenti tipi :

- Lampadine ad incandescenza convenzionali
- Lampadine ad incandescenza migliorate (etichetta classe C)
- Lampadine ad incandescenza migliorata (etichetta classe B)
- Lampadine fluorescenti compatte
- Diodi a emissione di luce LED

per quanto concerne i risparmi di energia



Utilizzeremo per il nostro impianto di illuminazione prevalentemente lampade fluorescenti e LED ; l'equivalenza tra lumen e watt per quanto concerne la illuminazione una lampadina da 1200-1400 lumen equivale ad una lampadina di 100 watt ect Le lampade fluorescenti emettono una luce bianca e si hanno differenti temperature di colore misurate in kelvin

- luce bianca calda 2700 K

- luce bianca fredda 4000 K

E' importante anche il ,tempo di avvio ovvero le lampade fluorescenti compatte possono impiegare più tempo qualche secondo per l'avvio.



Lampadina fluorescente compatta a forma di goccia (di tipo on/off)



Lampadina fluorescente compatta a forma di spirale (di tipo on/off)



Lampadina fluorescente compatta tubolare (di tipo on/off)



Lampadina a LED compatta opaca, a forma di fiammella (di tipo on/off)



Lampadina decorativa a LED compatta trasparente (di tipo on/off)

LED compatta
forma di goccia

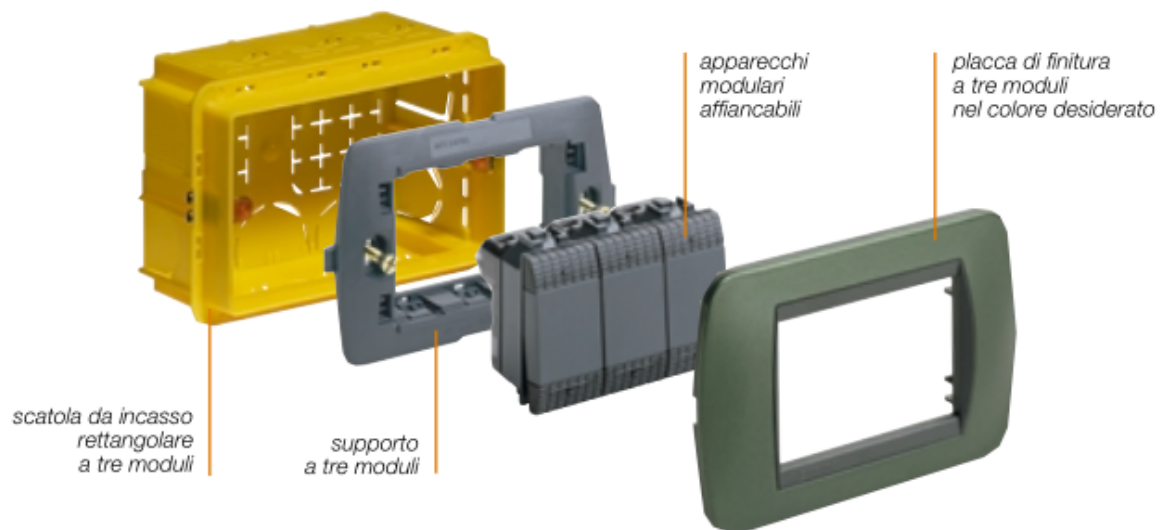


Lampadina a
opaca, a
(di tipo on/off)

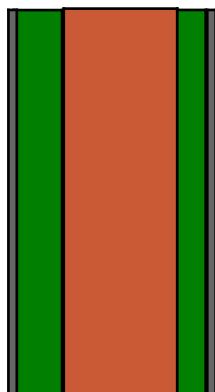
Per quanto riguarda lo smaltimento di queste lampadine quando non più funzionanti essendo dei rifiuti elettronici vanno riconsegnati direttamente al rivenditore che provvederà allo smaltimento e non vanno buttate nel secchio della spazzatura.

-Placche

Le placche per gli interruttori sono importanti per l'estetica del nostro appartamento una placca di buona qualità migliora sensibilmente l'interior design della nostra abitazione



La scatola interna per il collegamento dei cavi può essere rettangolare o rotonda incassata all'interno della nostra parete; è buona prassi realizzare un cappotto termico interno ed esterno in modo che con le tracce per l'alloggiamento dei cavi elettrici non si vada a scalfire la parete realizzando quindi l'impianto elettrico in tempi brevi alloggiando i cavi dietro l'isolamento termico



L'impianto elettrico viene posizionato nello strato interno di isolante termico

-Lampade di emergenza

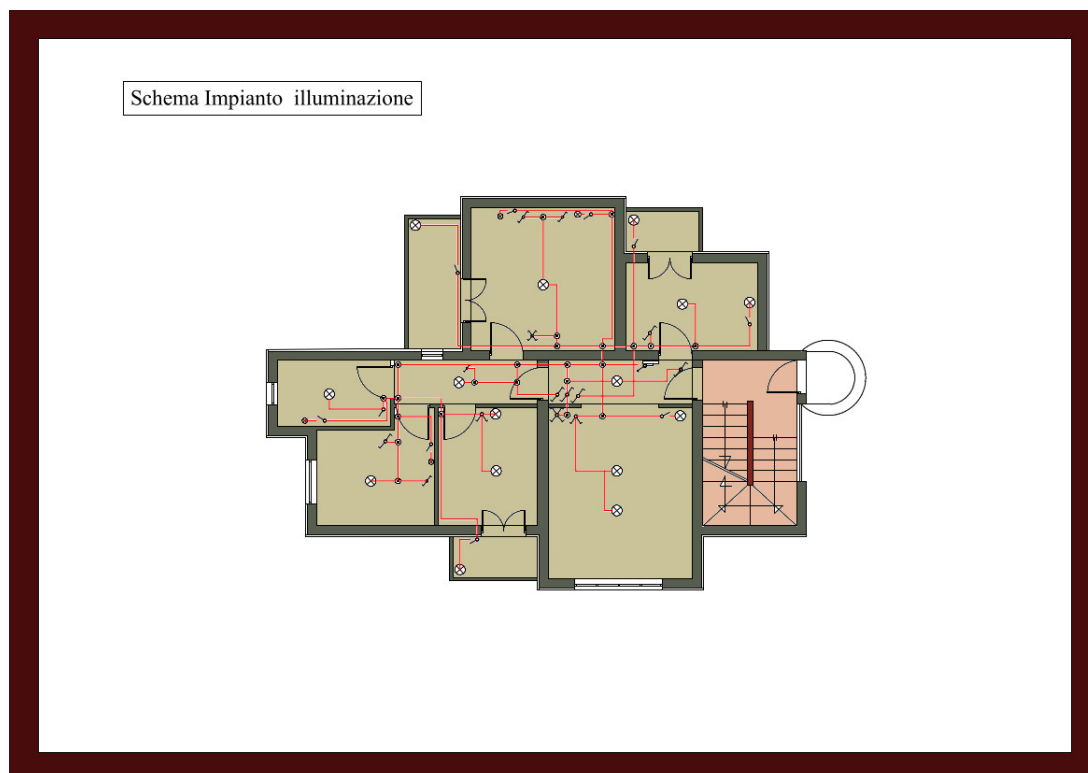
Le lampade di emergenza in un edificio residenziale non sono obbligatorie ma è buona norma prevederle in un impianto elettrico evitando in caso di blackout problemi

agli abitanti dei singoli appartamenti. La illuminazione di emergenza va prevista nel vano scala per consentire la eventuale evacuazione ed in ogni stanza del singolo appartamento per fare in modo che in assenza di energia elettrica non si debbano avere fastidiosi disagi dovuti al buio. Le lampade di emergenza sono dei LED funzionanti a batteria collegati alla linea della illuminazione per consentire la ricarica delle pile possono essere incassate alla parete in apposita scatola rettangolare ;a seconda del tipo di lampada possono avere autonomia di qualche ora . E' evidente che se il nostro impianto è munito di pannelli fotovoltaici con batterie di accumulo non collegato alla rete elettrica nazionale ed indipendente la problematica del blackout si pone esclusivamente per un malfunzionamento dell'impianto fotovoltaico.



Per il nostro appartamento riportiamo lo schema unifilare dell'impianto di illuminazione ; la disposizione dei punti luce e degli apparecchi di comando dipende dalle stanze e dalla posizione degli arredi. Alla fine del paragrafo riportiamo un calcolo semplice per il dimensionamento dei conduttori ed il calcolo illuminotecnico.

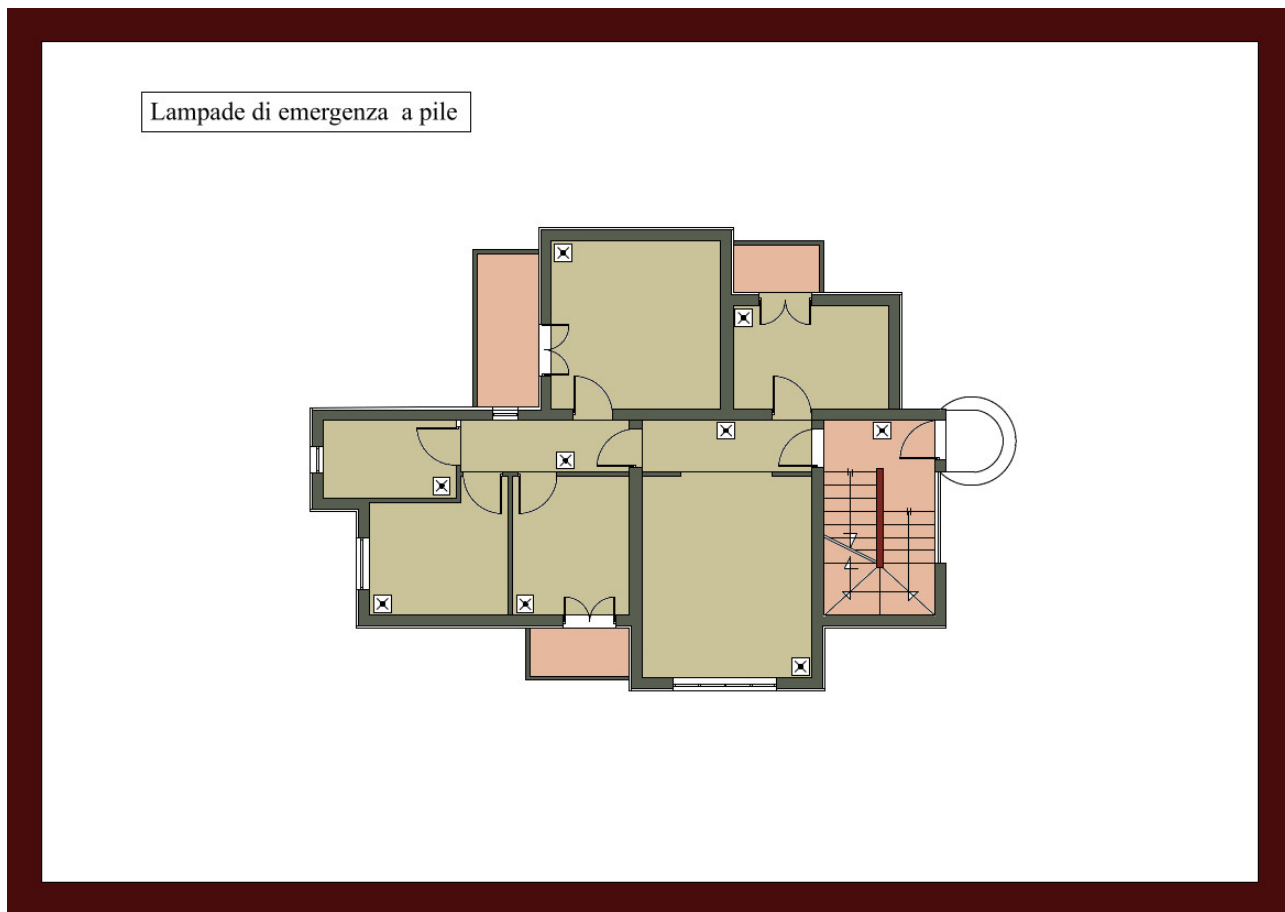
- Schema unifilare



Per la dorsale si utilizzano due cavi aventi sezione 2,5mmq , mentre per le derivazio-

ne ai singoli punti luce 2 cavi da 1,5mmq .

-Lampade di emergenza a batteria



Il numero minimo dei punti luce viene stabilito in funzione del livello di impianto e della destinazione d'uso dell'ambiente

<i>Destinazione d'uso</i>	<i>livello 1</i>	<i>livello 2</i>	<i>livello 3</i>
<i>Ingresso</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Corridoio</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>Cucina</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>Sala pranzo</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Letto Matrimoniale</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
<i>Letto singolo</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>Letto singolo</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
<i>Bagno</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
<i>Balcone</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Devono essere assicurati dei sufficienti livelli di illuminazione in ogni singolo ambiente come visto nel precedente paragrafo

LIVELLI DI ILLUMINAMENTO

I livelli sono riferiti all'illuminazione generale (1 lux = 1 lumen / metro quadro):

- **Abitazioni**
 - salotto - 150-200 lux
 - soggiorno - 150-200 lux
 - cucina - 200-250 lux
 - camera da letto - 100-150 lux
 - zona di lettura - 300 lux
 - bagno - 100-150 lux
 - corridoi, scale - 50-100 lux
 - garage, cantine, solai - 50-100 lux
- **Cucine** --- 125-250 lux
- **Uffici** --- 250-500 lux
- **Scuole** --- 250-500 lux
- **Negozi** --- 250-500 lux
- **Grandi magazzini** --- 500-1000 lux

● Cattura rettangolare

Si utilizzano lampade da 1600 lumen potenza 30W per i lampadari in ogni singolo ambiente e lampade da 800 lumen potenza 15W. La potenza impegnata complessiva nell'impianto di illuminazione

Destinazione d'uso	livello 3	Lumen	Potenza
Ingresso	1	1600	30
Corridoio	1	1600	30
Cucina	2	2400	45
Sala pranzo	3	4000	75
Letto Matrimoniale	3	3200	60
Letto singolo	2	2400	45
Letto singolo	2	2400	45
Bagno	2	2400	45
Balcone	1	2400	45
Totale	20	22400	420 W

La potenza complessiva impegnata nell'impianto di illuminazione è 420 W con lampade che non sono contemporaneamente accese $K_c = 0,75$; $P = 0,75 \cdot 420 = 315 \text{ W}$ quindi un impianto di illuminazione a ridotto consumo di energia elettrica.

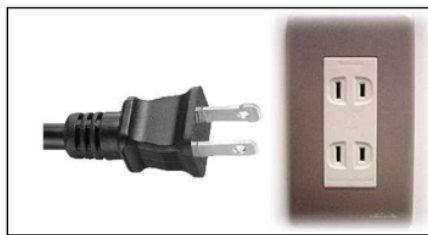
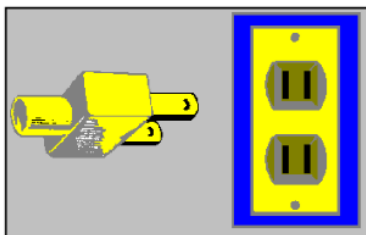
4- La linea prese

Esistono differenti tipologie di prese a spina ma a noi molto spesso durante la progettazione interessa il design della presa, ovvero della placca che conferisce gradevolezza estetica all'ambiente nel quale è posizionata :



Le prese a spina sono differenti :

A- Presa a spina a lame piatte ,
è utilizzata in Nord America e Giappone risponde alle norme americane, senza conduttore di terre



B- Presa a spina a lame piatte con alveolo di terra
è una presa da 15 Ampere, risponde alle norme canadesi ed americane

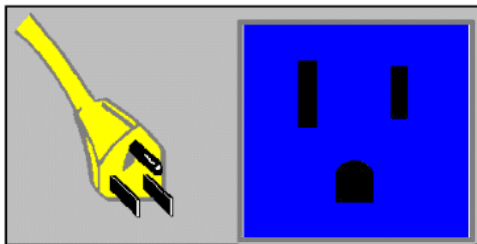


Figura 4 - Presa a spina di tipo B usata, tra gli altri, in Centro e Nord America, Giappone, Brasile



Figura 5 - Presa a spina di tipo B con alveolo di terra

C- Presa a Spina ad alveoli rotondi senza terra
è una delle più utilizzate a livello internazionale

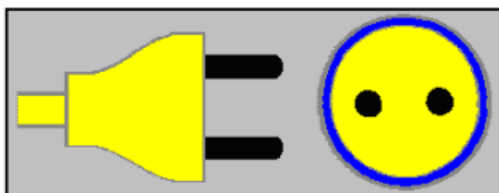


Figura 6 - Presa a spina di tipo C usata, tra gli altri, in tutti i paesi Europei eccetto la Gran Bretagna, l'Irlanda, Cipro e Malta



Figura 7 - Presa a spina di tipo C senza alveolo di terra

D-Presa a spina triangolare

con alveolo di terra avente sezione maggiore rispetto agli altri due; è una presa da 5 Ampere.

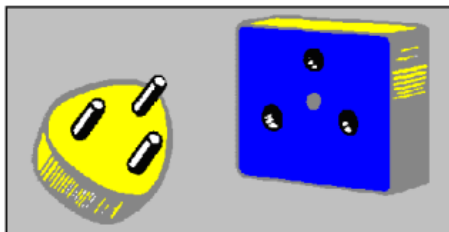


Figura 8 - Presa a spina di tipo D usata soprattutto in India, Sri Lanka, Nepal e Namibia

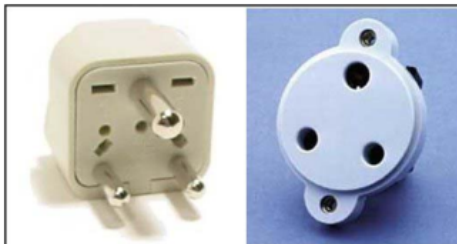


Figura 9 - Presa a spina di tipo D con alveolo di terra

E- Presa a spina rotonda con alveolo di terra femmina

è una presa da 16 Ampere.

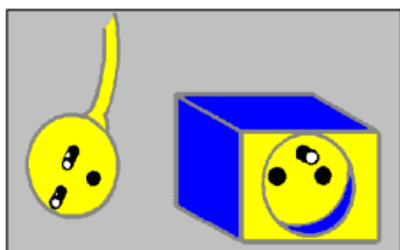


Figura 10 - Presa a spina di tipo E usata, tra gli altri, in Francia, Belgio, Svizzera, Polonia, Repubblica Ceca, Tunisia



Figura 11 - Presa a spina di tipo E con alveolo di terra sulla presa

F- Presa a spina rotonda con contatti di terra laterali , è una presa da 16 Ampere

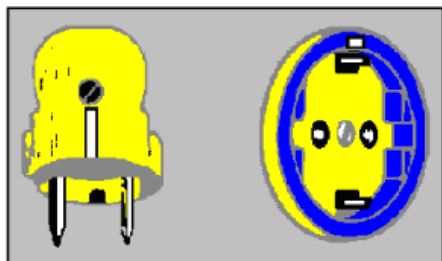


Figura 11 - Presa a spina di tipo F usata, tra gli altri, in Germania, Svezia, Norvegia, Austria, Olanda e comunque in gran parte dell'Europa

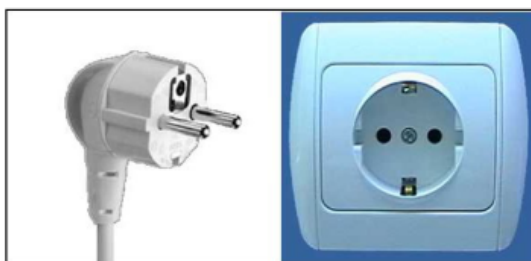


Figura 12 - Presa a spina di tipo F con contatti di terra laterali

G - Presa a spina con 3 lame piatte

possiede 3 alveoli piatti in modo da formare un triangolo , con fusibile interno ed intensità di corrente da 3 a 13 ampere.

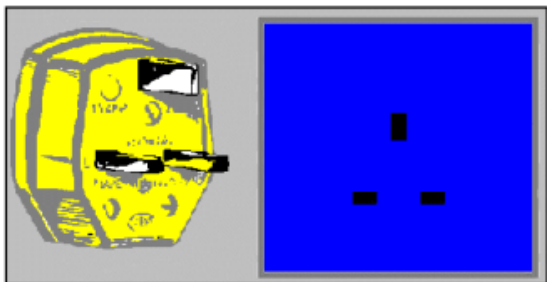


Figura 13 - Presa a spina di tipo G usata principalmente in Gran Bretagna, Irlanda, Malta, Cipro



Figura 14 - Presa a spina di tipo G con contatto di terra piatto

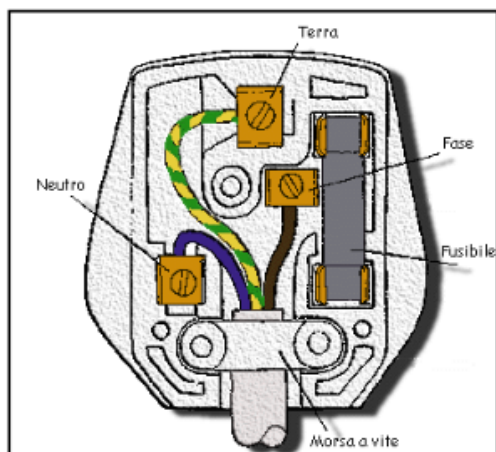


Figura 15 – Interno di una spina di tipo G con la presenza del fusibile

H- Presa a Spina con lame piatte oblique a V

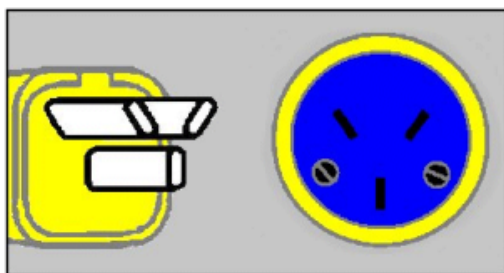


Figura 16 - Presa a spina di tipo H usata esclusivamente in Israele



Figura 17 - Presa a spina di tipo H con contatto di terra centrale

I- Presa a spina con lame piatte oblique a V invertita corrente 10 Ampere

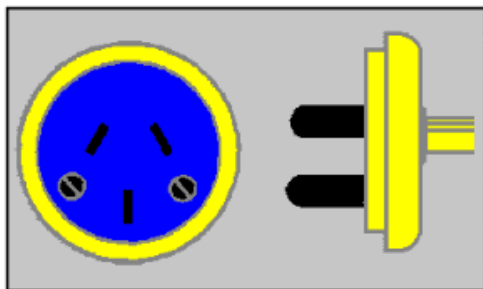


Figura 18 - Presa a spina di tipo I usata principalmente in Australia e Nuova Zelanda



Figura 19 - Presa a spina di tipo I con contatto di terra centrale

L- Presa a spina ad alveolo rotondi e terra centrale non allineata

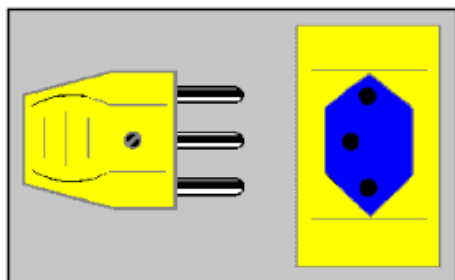


Figura 20 - Presa a spina di tipo J usata quasi esclusivamente in Svizzera e Liechtenstein

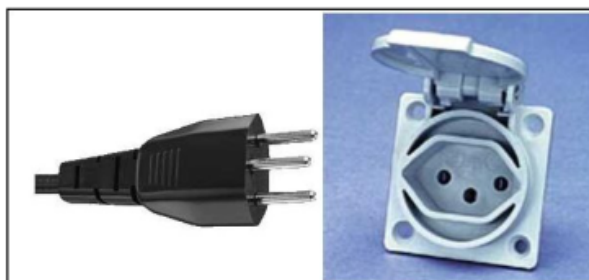


Figura 21 - Presa a spina di tipo J con contatto di terra centrale

L -Presa a spina con alveoli rotondi e terra centrale non rotonda

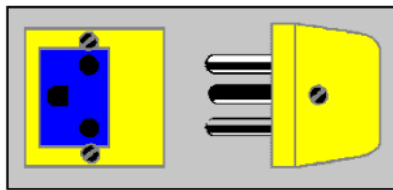


Figura 22 - Presa a spina di tipo K usata quasi esclusivamente in Danimarca



Figura 23 - Presa a spina di tipo K con contatto di terra centrale

M -Presa a spina con alveoli rotondi e terra centrale allineata

è la presa a spina da 16 Ampere che troviamo comunemente nelle nostre abitazioni

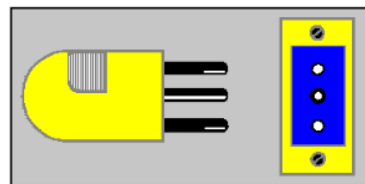


Figura 24 - Presa a spina di tipo L usata principalmente in Italia, ma anche Cile, Uruguay e nord Africa

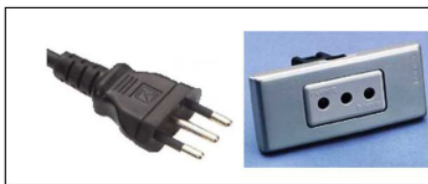


Figura 25 - Presa a spina di tipo L con contatto di terra centrale

N -Presa a spina con alveoli rotondi e terra centrale di sezione superiore

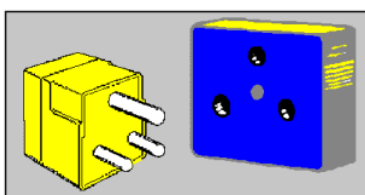


Figura 26 - Presa a spina di tipo M usata quasi esclusivamente in Sud Africa



Figura 27 - Presa a spina di tipo M con contatto di terra di sezione superiore

Il numero di prese da posizionare nel nostro appartamento è funzione della destinazione d'uso del singolo ambiente e del livello di impianto

<i>Destinazione d'uso</i>	<i>livello 3</i>
<i>Ingresso</i>	<i>2</i>
<i>Corridoio</i>	<i>1</i>
<i>Cucina</i>	<i>5</i>
<i>Sala pranzo</i>	<i>4</i>
<i>Letto Matrimoniale</i>	<i>5</i>
<i>Letto singolo</i>	<i>4</i>
<i>Letto singolo</i>	<i>4</i>
<i>Bagno</i>	<i>2</i>
<i>3*Balcone</i>	<i>3</i>
	<i>29</i>

<i>Elettrodomestici</i>	<i>Potenza</i>
<i>Lavatrice</i>	<i>600</i>
<i>Frigorifero</i>	<i>140</i>
<i>Lavastoviglie</i>	<i>740</i>
<i>Fono</i>	<i>1400</i>
<i>Stereo</i>	<i>100</i>
<i>3 Televisioni</i>	<i>100</i>
<i>2 Computer</i>	<i>100</i>
<i>2 Stampanti</i>	<i>100</i>
<i>2 Radio</i>	<i>100</i>
<i>Forno microonde</i>	<i>900</i>
<i>Congelatore</i>	<i>150</i>
<i>Scalda Acqua</i>	<i>1400</i>
<i>Caffè espresso</i>	<i>1400</i>
<i>Frullatore</i>	<i>750</i>
<i>Tostapane</i>	<i>550</i>
<i>Deumidificatore</i>	<i>200W</i>
<i>Trapano</i>	<i>1300</i>
<i>Totale</i>	<i>10530 KW</i>

$$P=K_C*(K_{U1}*P_1+K_{U2}*P_2+ K_{U3}*P_3+ K_{U4}*P_4+K_{NI}*P_N)$$

Il coefficiente di contemporaneità per l'impianto prese di appartamenti lo assumiamo pari a 0,4 mentre il coefficiente di utilizzazione pari a 0,7 per motori

La potenza P della linea prese

(Lavatrice, Frigorifero, Lavastoviglie, Congelatore, Televisioni, Computer, Stampanti Radio, Stereo) 2630 0,4*0,7= 736W*

Scaldabagno 1400 W

(Trapano, Tostapane, Frullatore, caffè espresso, , Fono)

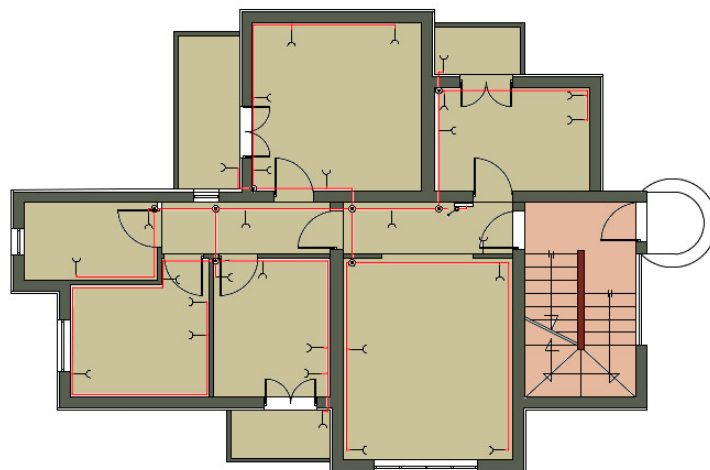
*4400*0,3*0,7= 924 W*

*Forno a microonde 900*0,3 = 270 W*

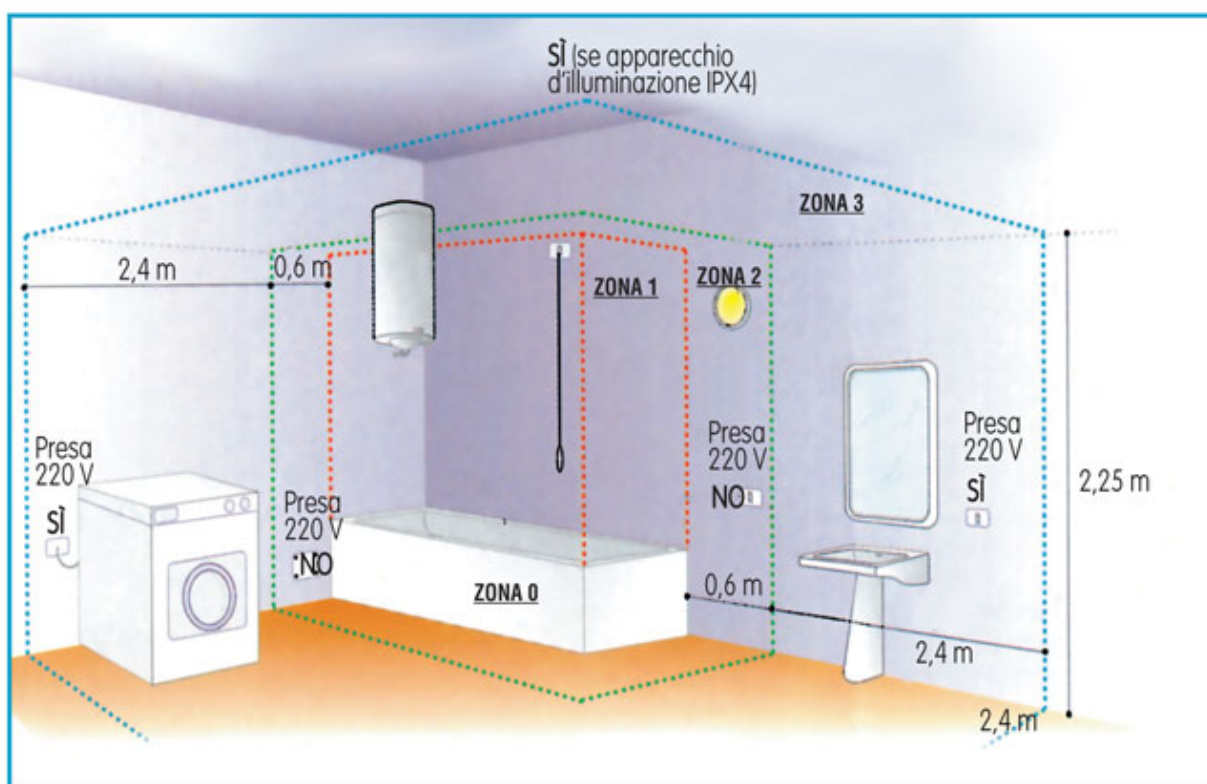
Totale potenza 3330 W

- Schema unifilare impianto prese

Schema impianto prese



Per la dorsale lungo il corridoio si utilizzano 2 fili fase e neutro aventi sezione di 4mm^2 , mentre per la derivazione alle singole prese da 16 A ed in ogni stanza si utilizzano due cavi del diametro di $2,5\text{mm}^2$. Nel bagno vanno osservate le seguenti prescrizioni



5- L'impianto di riscaldamento elettrico

Si utilizzano dei termoconvettori la cui potenza viene determinata calcolando approssimativamente la max dispersione termica in un ora per ogni ambiente considerando nel periodo invernale una temperatura di -5° e quindi un salto termico $\Delta T = 25^{\circ}$

Ambiente	Sup. Parete	Sup. Infisso	Volume	Dispersione W		
Cucina	15	3	26	165	66	231
Sala da pranzo	17,10	3,6	54	194	138	332
Letto Matrimoniale	24	3	46	205	118	323
Letto singolo	15,60	1,8	28	130	72	202
Letto singolo	5,10	3	26	120	66	286
Bagno	15,60	1,8	17	130	44	174

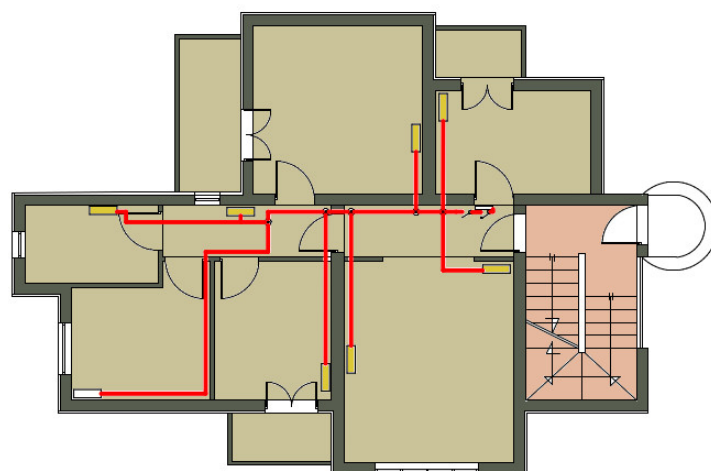
una trasmittanza della parete $K = 0,180 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$ e dell'infisso $1,3 \text{ W/mq}^{\circ}\text{K}$ ed un ricambio d'aria $Q = n \cdot V \cdot \rho \cdot c \cdot \Delta T / 3600$ $n = 0,3$; $c = 1005$ $\rho = 1,226$

Per ogni stanza sono sufficienti termoconvettori di potenza 400 W , per cui la potenza complessiva del nostro impianto ipotizzando il funzionamento contemporaneo è 2800 W ,sono muniti di termostato e si accendono automaticamente al modificarsi della temperatura inoltre possono essere accesi e spenti digitalmente. Nel mercato si trovano apparecchiature a parete aventi una potenza regolabile $500\text{W}-1000-1500\text{W}$ da installare a parete aventi un perfetto design



Il vantaggio di un siffatto sistema di riscaldamento è l'autonomia di ogni ambiente ovvero si fa dipendere il fabbisogno di energia per riscaldamento dal numero di persone contemporaneamente presenti nell'abitazione , per cui se vi è una sola persona basta accendere il termoconvettore esclusivamente nella stanza (in alcune ore della notte) dove la persona è presente , quindi è un impianto che si presta bene ad una integrazione con impianto a gas metano minimizzando la potenza impegnata ed il conseguente consumo di energia elettrica, nonché adatto per Passive-House con fabbisogni di energia per riscaldamento molto esigui.

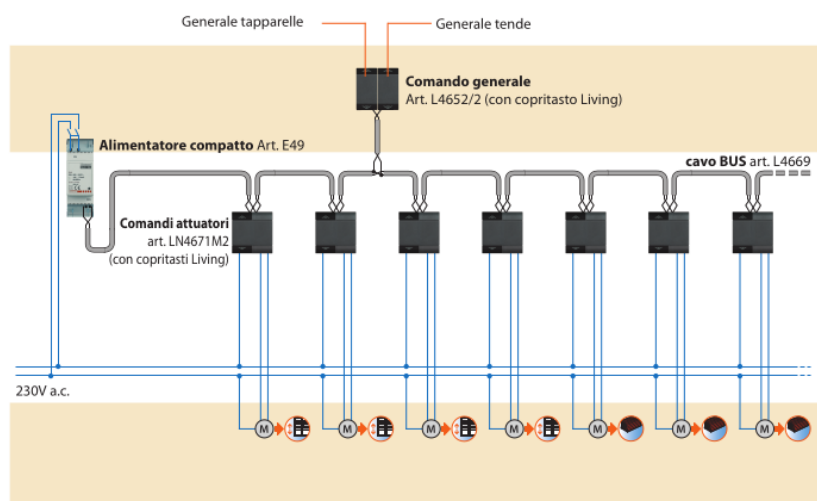
Schema Impianto
riscaldamento



Si utilizzano per la dorsale due cavi fase e neutro da 4 mmq e per le derivazioni ai singoli termoconvettori 2 cavi sezione 2,5 mmq, con interruttore generale di comando .

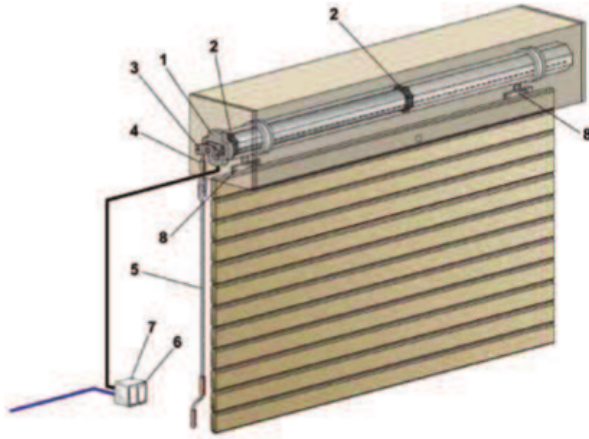
6- La linea tapparelle

L'impianto prevede l'apertura e chiusura elettrica di 6 tapparelle , nonché delle tende ; sia le tapparelle che le tende sono provviste di un motore elettrico che ne consente il movimento simultaneo oppure indipendente , ovvero possono essere azionate con un comando singolo ed un comando generale . Lo schema quindi prevede l'apertura e la chiusura contemporanea di 7 tapparelle o tende



Il motore per tapparelle ha una potenza di 100W , la potenza globale richiesta per l'intero impianto è 700 W. I dispositivi di comando sono singoli ovvero vanno posizionati accanto l'infisso e vi è un dispositivo di comando generale .

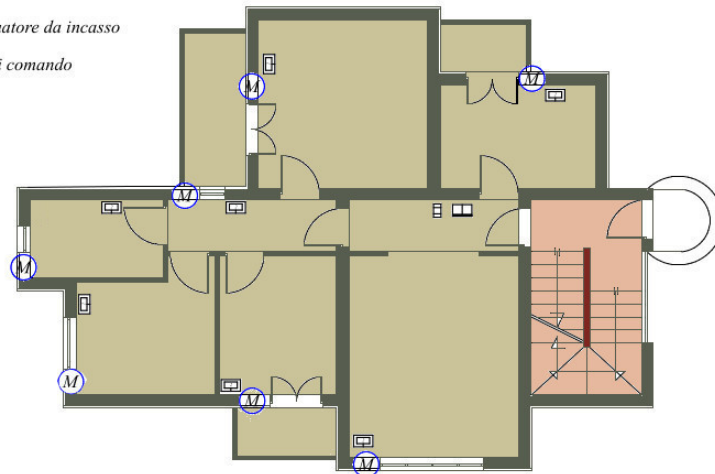
Tapparella in legno porta-finestra di dimensioni 2,0 m x 2,2 m,
peso circa 10 kg al mq, tubo di avvolgimento ottagonale diametro 70 mm



- | | |
|--|--|
| 1. Motoriduttore tubolare TM45 30/17 M cod. 130202 | 5. Asta snodata con gancio bianco L=1,5 m cod. 132053 |
| 2. Adattatore ottagonale diametro 70 mm cod. 132251 | 6. Interruttore up/down cod. 132105 |
| 3. Kit supporto con staffa (fori filettati) e perno quadro 10 mm cod. 132312 | 7. Contenitore a parete cod. 132106 |
| 4. Snodo 45° con occhio L=250 mm cod. 132051 | 8. Dispositivo antieffrazione per tubo ottagonale diametro 70 cod. 132207 (q.tà 2) |

Schema Impianto Tapparelle

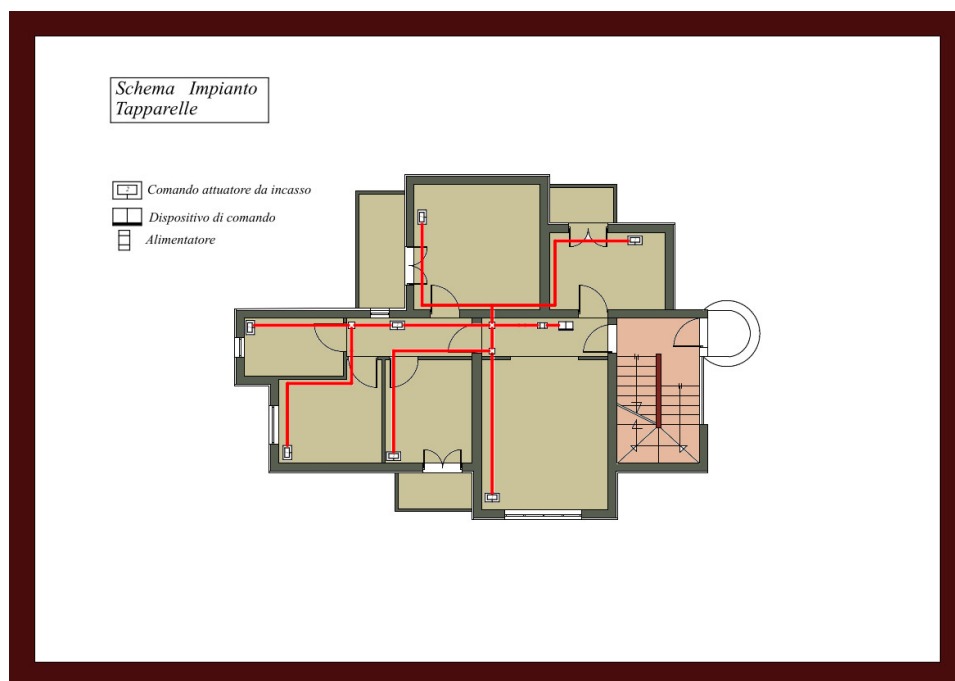
-  Motore tapparella e tenda
-  Comando attuatore da incasso
-  Dispositivo di comando
-  Alimentatore



L'installazione della soluzione non modifica i classici concetti dell'impiantistica tradizionale ma richiede che vengano osservate alcune accortezze in fase di progetto.

a-Il percorso del BUS può essere lo stesso della linea energia, rialzato con le tradizionali canalizzazioni sottotraccia, in canalizzazioni per montaggio superficiale, in sistemi sottopavimento o in canalizzazioni situate in controsoffitti. Questa soluzione permette sia una riduzione dei tempi di installazione che di intervento sulla struttura muraria. Utilizzare il cavo inguainato che è caratterizzato da una tensione di isolamento 300/500V e può essere inserito nella medesima conduttura prevista per i cavi energia 230V.

b- La lunghezza del collegamento a bus tra l'alimentatore ed il dispositivo più distante non deve essere superiore a 250 m; la lunghezza totale dei collegamenti non deve superare i 500 m.



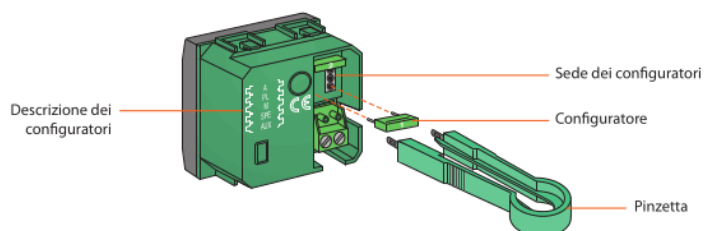
Gli attuatori 500 W da incasso vanno numerati e configurati

ARTICOLO	IMMAGINE	NUMERAZIONE	COPRITASTI	CONFIGURAZIONE
Comando da incasso carichi singoli/doppi art. L4652/2		6 		

sono muniti di due tasti per l'apertura e chiusura della tapparella singola

MODALITÀ DI CONFIGURAZIONE

Per l'inserimento dei configuratori utilizzare l'apposita pinzetta fornita nella confezione dell'alimentatore.



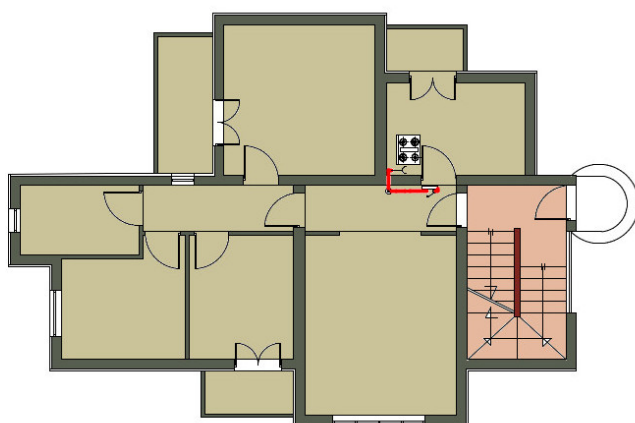
7- La cucina ad induzione

La cucina ad induzione si compone di 4 forni elettrici nel piano cottura ed un forno principale interno alimentata da corrente elettrica ; ciascun forno ha una potenza di circa 850 W di conseguenza la potenza max della cucina quando tutti e 5 i forni sono in funzione cosa che accade di rado , al massimo se ne utilizzano 3 contemporaneamente è pari a $P = 4250\text{ W}$, per 3 forni $P = 2550\text{ W}$. La cucina ad induzione necessita di una linea separata individuale con presa a spina da 30 Ampere,



4 cav di sezione 4 mmq ed interruttore differenziale quadripolare magnetotermico sul quadro elettrico secondo lo schema elettrico riportato

Schema Impianto
cucina



8- Quadro elettrico

Il nostro impianto si compone di 5 linee

- illuminazione 0,5 Kw 1,5 mmq
- prese elettriche 2 Kw 2,5 mmq
- riscaldamento o condizionamento 2 Kw 4 mmq
- cucina ad induzione 2,5 Kw 4 mmq
- tapparelle 1Kw 2,5 mmq

per una potenza complessiva tenendo conto dei coefficienti di contemporaneità di circa 8 KW per cui al gestore di energia si richiede una potenza contrattuale al contatore di almeno 10 KW con corrente trifase a 380 Volt.

Il quadro elettrico si compone di 5 interruttori differenziali magnetotermici locali per ogni linea ed un interruttore differenziale magnetotermico generale



Gli interruttori differenziali magnetotermici sono rispettivamente da

illuminazione 10 A , 0,03A

linea prese 16 A , 0,03A

Linea tapparelle 16 A , 0,03A

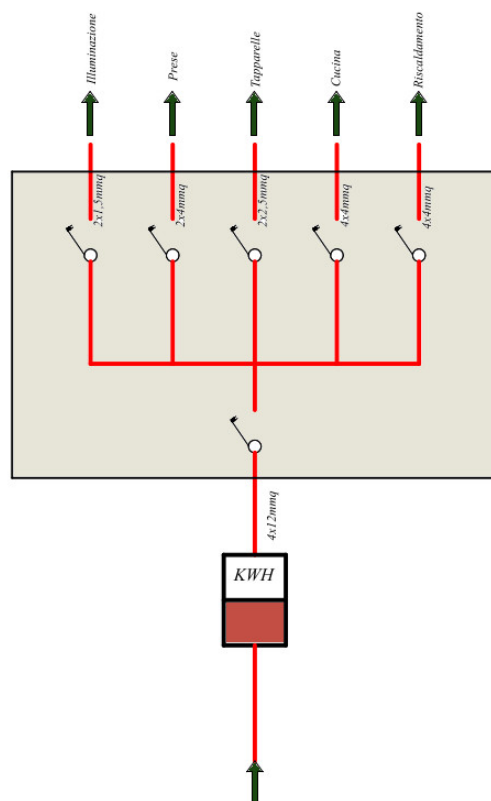
Linea riscaldamento 20 A , 0,03A

Linea cucina 20 A , 0,03A

interruttore generale 40 A . 0,3A

lo schema unifilare del quadro elettrico è riportato in figura :

Quadro elettrico



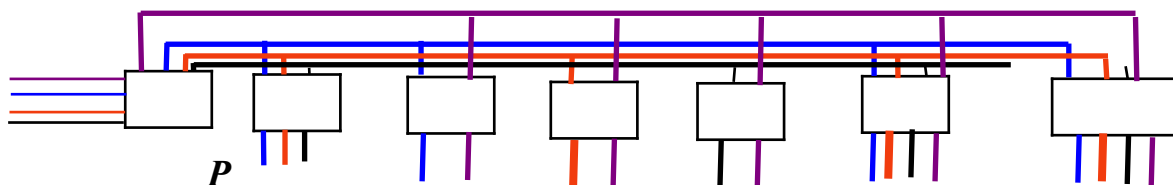
Interruttore illuminazione	10 A ; 0,03A
Interruttore prese	20 A ; 0,03A
Interruttore tapparelle	16 A ; 0,03A
Interruttore riscaldamento	20 A ; 0,03A
Interruttore cucina	20 A ; 0,03A
Interruttore generale	40 A ; 0,3mA

L'Interruttore differenziale magnetotermico protegge dalla sovracorrenti derivanti da dispersioni verso terra o cortocircuiti disattivando la linea e l'intero impianto



La corrente trifase si compone di 4 cavi

R, S, T, N ; tra fase e neutro vi è una differenza di potenziale di 220 V mentre tra le fasi di 380 Volt ; Le linee della illuminazione , delle prese e delle tapparelle sono monofasi , a 220 volt mentre le linee della cucina e del riscaldamento sono trifase a 380 Volt gli interruttori magnetotermici differenziali sono bipolari per la monofase e quadripolari per la trifase



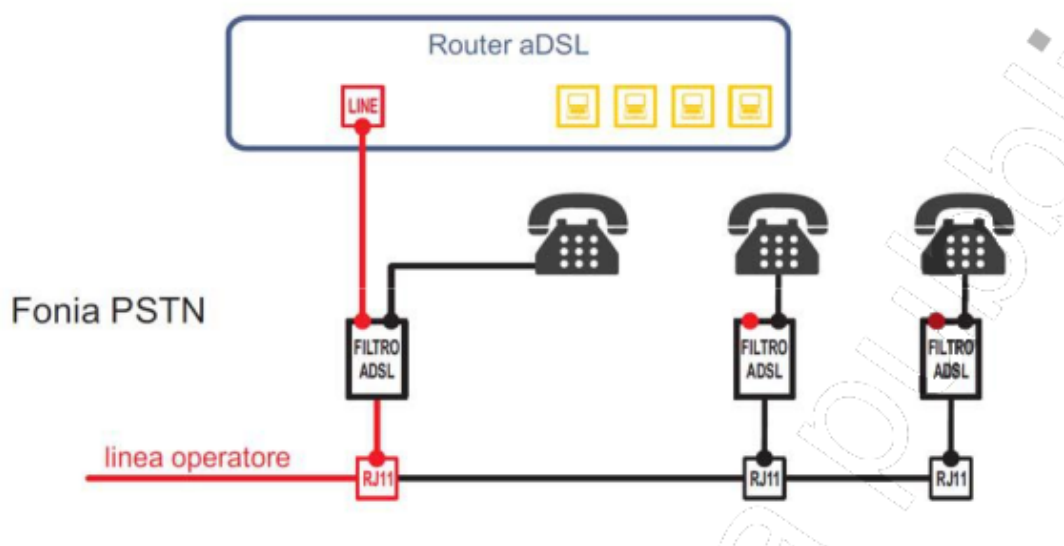
il neutro ha colore viola e passa attraverso tutti gli interruttori differenziali; i primi tre interruttori sono monofase a 220 volt , mentre gli ultimi due sono quadripolari a 380 volt. Il primo dispositivo è un interruttore di terra che collega le fasi del quadro al pozzetto ovvero al dispersore di terra.

9-Linea internet

Con l'evoluzione della tecnologia informatica ormai la rete internet è parte integrante della nostra vita dalla quale non solo dipendiamo ma da essa dipende il futuro della nostra attività lavorativa in qualsiasi settore per cui è d'obbligo avere in ogni abitazione per ogni stanza :

- telefono
- computer
- TV smart o via cavo

devono esserci almeno tre prese telefoniche senza collegamento wi fi al modem posizionato in una stanza per il quale avremo bisogno di ripetitori per la trasmissione del segnale ; attraverso un cavo collegato al pc o alla tv dobbiamo avere accesso ad internet e questo deve verificarsi per ogni stanza in funzione della disposizione degli elementi di arredo , per non parlare poi degli elettrodomestici e degli impianti che devono avere una scheda di rete e quindi deve essere possibile gestirli da internet attraverso pc o smartphone. Un impianto semplice è costituito da una linea ADSL un modem router e dei cavi ethernet con linea telefonica separata come riportato in figura



al modem router sono collegati i computer le smart tv ; una rete LAN cablata e rete TV si compone di una quadro di distribuzione con linee e scatole di derivazione che vanno alle singole prese dove è possibile collegare, PC, Smart TV , video citofoni, video telefoni , Web Radio, gestire da internet l'impianto elettrico illuminazione, tapparelle, termoregolazione impianto di riscaldamento.

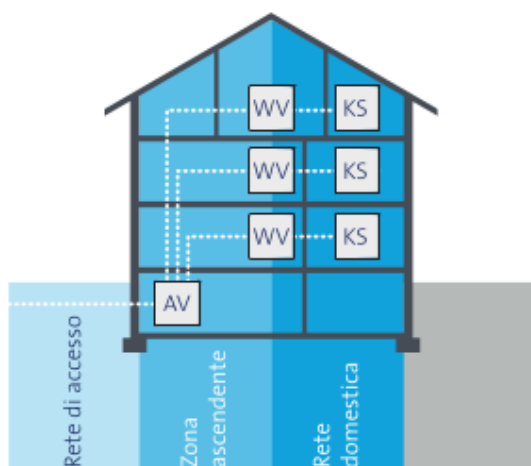
Le prese da utilizzare sono riportati in figura



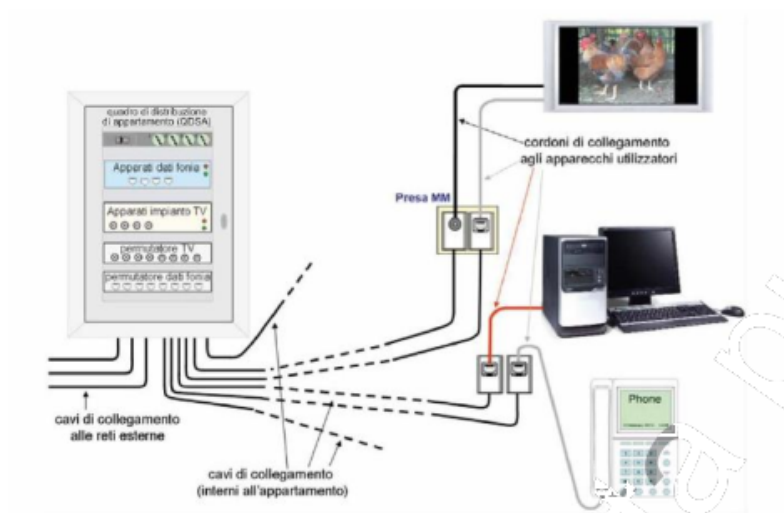
mentre i cavi



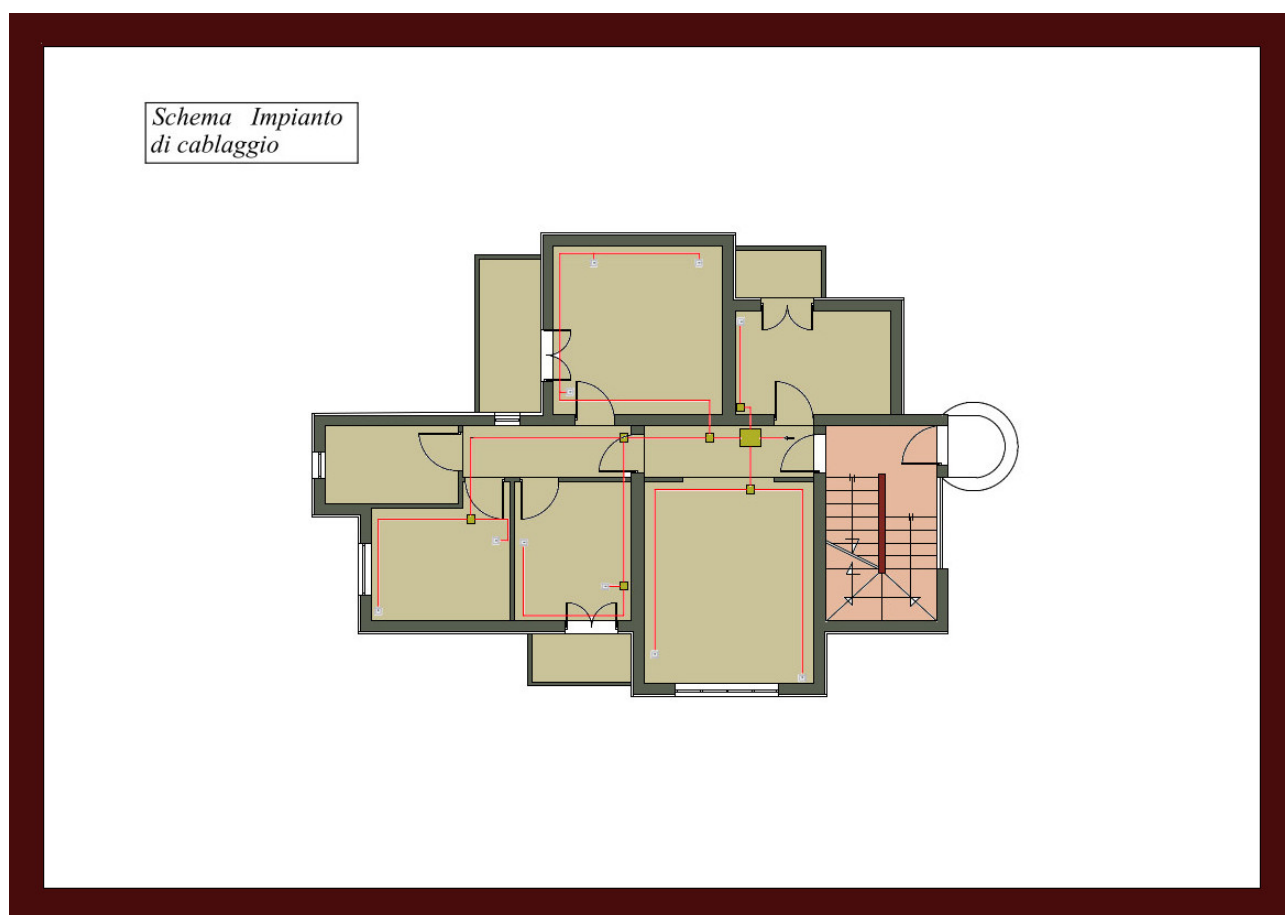
Per un edificio plurifamiliare deve esserci al piano terra o piano cantinato un locale tecnico dove vi è la rete di accesso della linea ADSL che va distribuita ad ogni alloggio



Il quadro di distribuzione per il singolo appartamento



Lo schema di impianto per il nostro appartamento



L'impianto si compone di un quadro di distribuzione , dal quale partono le linee con scatole di derivazione e linee alle singole prese dove vengono allacciati televisori, computer video telefoni e video citofono nonché web radio ; Le linee hanno la funzione di trasmissione dati , sono collegate alla montante condominiale ADSL, non ci soffermiamo sui collegamenti tra i vari dispositivi che è competenza del singolo installatore viene riportato esclusivamente lo schema dell'impianto di cablaggio

10- L'impianto domotico

Un impianto domotico in una abitazione assolve alle seguenti funzioni :

- 1- Automazione luci*
- 2-Automazione tapparelle tende*
- 3-Diffusione sonora*
- 4-Termoregolazione a zone*
- 5-Gestione energia elettrodomestici*
- 6- Antifurto integrato*
- 7-Videocotofonia e Video controllo*
- 8-Gestione della casa a distanza*
- 9- Riarmo automatico centralino*

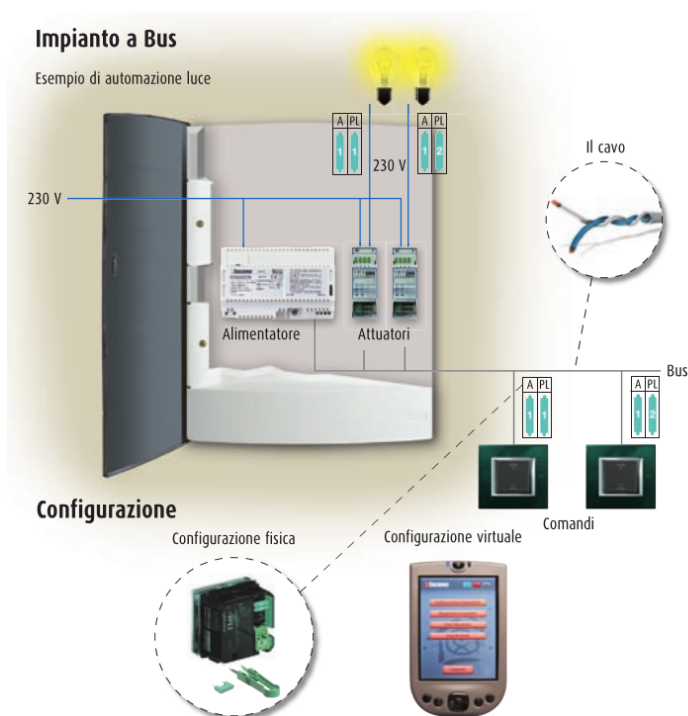
Il controllo lo si esegue attraverso :

- Telefono*
- PC con WEB Browser*
- Palmare*
- Cellulare*
- Web TV*
- Interfaccia dedicate*

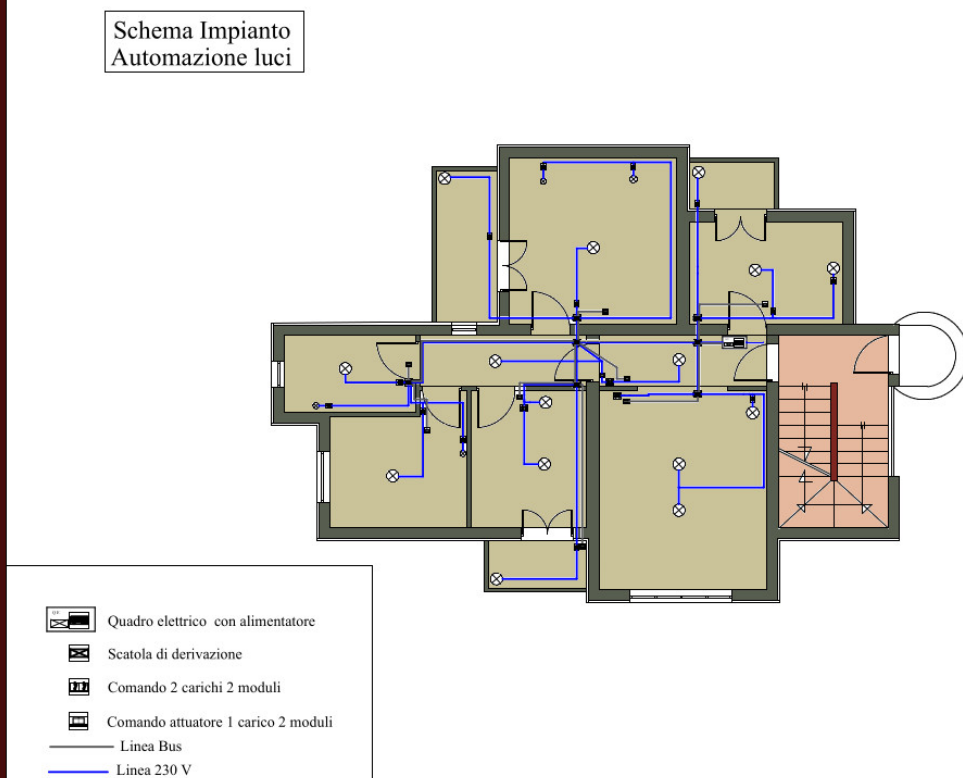
1- Automazione Luci

*Caratteristica dell'impianto a Bus è il collegamento fra i dispositivi, connessi tra loro tramite una linea di segnale dedicata allo scambio delle informazioni e al trasporto della tensione dell'alimentazione. Il supporto fisico è dato da un cavo a coppie ritorte e non schermato da 27 V , che posato insieme ai cavi di energia, collega in parallelo tutti i dispositivi del sistema. Il sistema si compone di **alimentatore, attuatori e comandi**. L'**alimentatore** fornisce energia elettrica alla linea Bus in bassa tensione (27 V d.c.), gli **attuatori** sono preposti al controllo dei carichi e sono collegati alla linea Bus e alla linea di potenza (230 V), i **comandi** sono collegati unicamente al Bus e il loro compito è quello di fornire agli attuatori, secondo configurazione, l'istruzione su quale operazione svolgere (in questo caso quale o quali luci accendere/spegnere). L'innovativa tecnologia a Bus permette, con la stessa infrastruttura, di aggiungere nuovi dispositivi, spostare o cambiare i punti di comando con una semplice riconfigurazione degli stessi. Il tutto si ottiene velocemente e in poco tempo, senza interventi onerosi al cablaggio e alle strutture murarie. La configurazione dell'impianto può essere fisica o virtuale con una flessibilità installativa assoluta. Tutte le funzioni del sistema , controllate e gestite da dispositivi intelligenti, si attivano con le stesse modalità dei dispositivi degli impianti tradizionali, senza così cambiare le normali abitudini d'uso. Inoltre la tecnologia a Bus, grazie all'alimentazione a bassa tensione (27 V), **riduce drasticamente i livelli delle emissioni elettromagnetiche con inquinamento praticamente nullo**. L'impianto di automazione luci consente di accendere e spegnere una lampadina un gruppo di luci o tutto l'impianto di illuminazione in qua-*

lunque zona ci troviamo della nostra abitazione ed anche dall'esterno a distanza , per cui non si hanno problemi di comando da due tre o più punti.



Riportiamo lo schema di impianto “AUTOMAZIONE LUCI” per il nostro appartamento con la disposizione delle luci prevista.

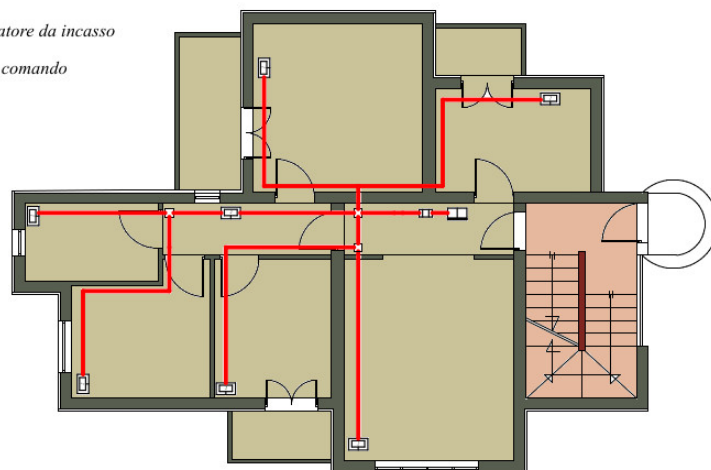


2-Automazione tapparelle tende

L'automazione tapparelle tende è riportata nel paragrafo dedicato

Schema Impianto
Tapparelle

-  Comando attuatore da incasso
-  Dispositivo di comando
-  Alimentatore

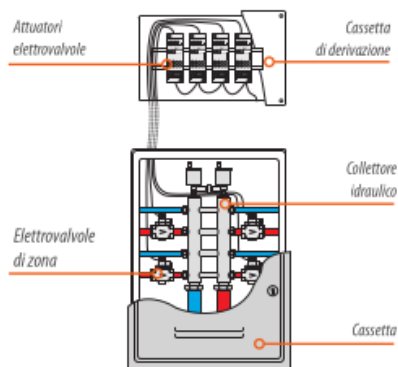


3-Diffusione sonora

La diffusione sonora offre grandi potenzialità d'uso in un appartamento. La multicanalità del sistema permette di ascoltare 4 sorgenti sonore in diversi ambienti con qualità stereo Hi-Fi. Il comando si attiva con semplici comandi o Touch screen. L'applicazione si integra in uno "scenario": basterà la pressione di un pulsante per avere luci soffuse, temperatura ideale e il sottofondo sonoro desiderato.

4-Termoregolazione a zone

La termoregolazione controlla il riscaldamento e il condizionamento di 6 zone con sonde di rilevazione dislocate nell'abitazione.



Sia le elettrovalvole che gli attuatori vanno installate nei termosifoni o nei pannelli radianti solitamente nel collettore principale sui tubi di mandata dell'acqua calda in modo da regolare il riscaldamento di ogni singola zona. In questa maniera si riscaldano esclusivamente alcune zone della nostra abitazione dove vi è la presenza di persone le camere da letto durante la notte ambienti di studio e lavoro durante il giorno. I vantaggi sono immediati: profili di temperatura diversi in ogni ambiente con un risparmio energetico fino al 30% rispetto a un impianto tradizionale. Il Bus è lo stesso dell'automazione luci/tapparelle: per installare una sonda di termoregolazione, basta prolungare a parete e verso l'alto il Bus di un comando digitale per l'accensione luci.

5-Gestione energia elettrodomestici

Il sistema di gestione energia controlla la corrente assorbita dall'impianto elettrico e, in caso di sovraccarico, scollega automaticamente gli elettrodomestici meno importanti.



Si possono controllare fino a 8 elettrodomestici o carichi elettrici. Inoltre, il sistema permette l'attivazione di alcuni elettrodomestici solo in determinate fasce orarie a tariffazione economica. La gestione dei consumi elettrici utilizza lo stesso Bus dell'automazione luci e tapparelle.

6- Antifurto integrato

Il sistema antifurto offre una doppia protezione delle persone e dell'abitazione: la protezione perimetrale degli accessi tramite sensori con contatti magnetici e barriere a infrarosso e la protezione volumetrica, che rileva le intrusioni grazie a sensori di presenza, sensibili al calore e al movimento. L'inserimento o il disinserimento del sistema si effettua attraverso badge. Negli impianti integrati, basta inserire l'antifurto prima di uscire di casa per azionare anche lo spegnimento di tutte le luci, la chiusura di ogni tapparella e la regolazione della temperatura a un livello più basso.

7- Videocotofonia e Video controllo

My Home permette di verificare cosa accade in casa, in uno studio o in un ufficio attraverso telecamere da incasso dislocate negli ambienti che si è scelto di sorvegliare. Basterà richiamare le immagini sullo schermo del videocitofono o da un monitor. Gli stessi permettono di accedere a tutte le funzionalità domotiche di qualsiasi contesto

abitativo o terziario. È possibile visualizzare le immagini anche in modalità remoto da palmari o personal computer connessi a Internet, usufruendo dei servizi My Home Web.

Un impianto elettrico esistente può essere adeguato ovvero trasformato in domotico senza intervenire sulla linea elettrica ma semplicemente cambiando i pulsanti di comando, ovvero sostituendo interruttori , deviatori ed invertitori .

11-L'impianto di terra

L'impianto di terra è costituito dall'insieme di elementi metallici che collegano per motivi di sicurezza o funzionali varie parti dell'impianto elettrico; Secondo la funzione che è chiamato ad assolvere un impianto di terra può distinguersi :

- **messa a terra di protezione** ,collega tutte le parti metalliche degli impianti e degli apparecchi utilizzatori con lo scopo di eliminare o limitare le tensioni pericolose che potrebbero applicarsi alla persona che venisse a contatto con l'involucro metallico attraverso la interruzione del **"circuito guasto"**. La messa a terra riguarda anche gli impianti di protezione dalle scariche atmosferiche

-**messa a terra per lavori** ha lo scopo di mettere in sicurezza un impianto momentaneamente fuori servizio per esigenze di manutenzione

-**messa a terra di funzionamento**, serve a garantire il regolare funzionamento degli impianti come nel caso della messa a terra del centro stella degli impianti ad alta tensione

I componenti fondamentali di un impianto di terra sono :

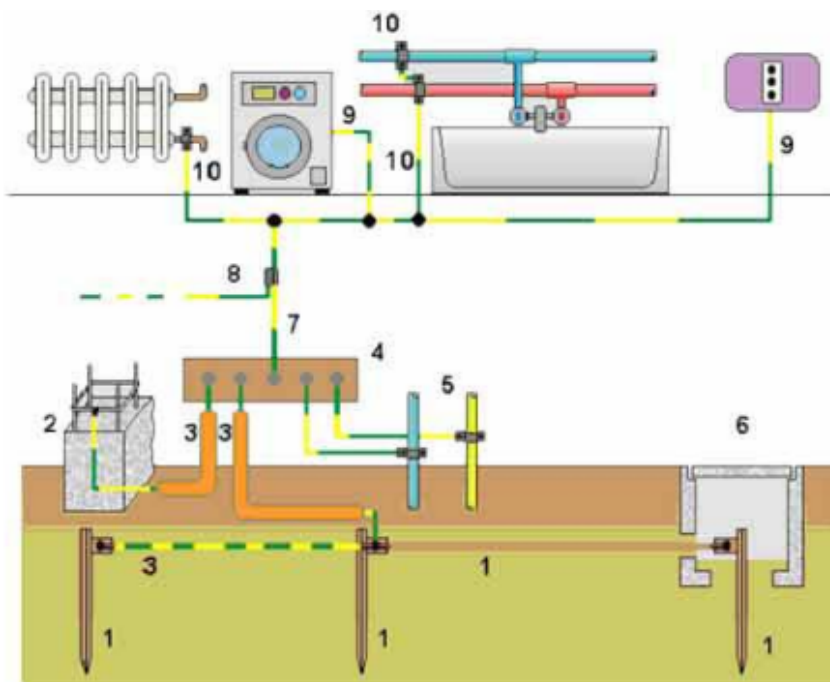


Fig.1: Struttura fondamentale di un impianto di terra

- 1- Dispersore intenzionale o artificiale ottenuto mediante picchetti infissi verticalmente nel terreno;
- 2- Dispersore di fatto naturale costituito da strutture metalliche interrato come ferri di armatura, tubazioni metalliche dell'acqua ;
- 3- Collettore di terra che collega tra di loro i dispersori ed al collettore di terra ;
- 4- Collettore principale di terra;
- 5-Collegamenti equipotenziali;
- 6-Pozzetto ispezione;
- 7- Conduttore di protezione principale PE , connette il collettore principale di terra con i PE di collegamento alle masse;
- 8-Derivazione principale sul PE;
- 9-Conduttore di protezione secondario , collega le masse al collettore principale di terra tramite il PE;
- 10- Collegamenti equipotenziali supplementari;

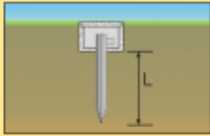
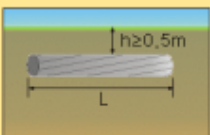
Il dispersore è un elemento o un insieme di elementi metallici atto a disperdere le correnti di guasto nel terreno, va dimensionato in funzione dei seguenti criteri :

- Resistenza meccanica
- Resistenza alla corrosione
- Sezione adeguata a sopportare le correnti di guasto
- Collegamenti che garantiscano una buona continuità elettrica tra le parti

CONDUTTORE CORDATO	TONDINO O CONDUTTORE MASSICCIO	NASTRO	PIASTRA
- acciaio zincato Sez = 50 mm ² Ø = 1,8 mm	- acciaio zincato Sez = 50 mm ² Ø = 1,8 mm	- acciaio zincato Sez = 100 mm ² S = 3 mm	- acciaio zincato S = 3 mm
- rame Sez = 35 mm ² Ø = 1,8 mm	- rame Sez = 35 mm ² Ø = 1,8 mm	- rame Sez = 50 mm ² S = 3 mm	- rame S = 3 mm
PICCHETTO A TUBO	PICCHETTO MASSICCIO	DISPERSORE (L o T)	DISPERSORE A CROCE
- acciaio zincato S = 2 mm Ø = 40 mm	- acciaio zincato Ø = 20 mm	- acciaio zincato L = 50 mm S = 5 mm	- acciaio zincato L = 50 mm S = 5 mm
- rame S = 3 mm Ø = 30 mm	- acciaio ramato Ø = 15 mm	- rame L = 50 mm S = 5 mm	- rame L = 50 mm S = 5 mm

Fig. 2 – Dimensioni minime degli elementi di un dispersore intenzionale

Esistono delle formule semplificate per il calcolo della resistenza del dispersore di terra in funzione della **resistività ρ** del terreno

	Piastra	$R_E = \frac{\rho}{4} \sqrt{\frac{\pi}{a \cdot b}}$
	Picchetto	$R_E = \frac{\rho}{L}$
	Corda	$R_E = 2 \frac{\rho}{L}$
	Maglia	$R_E = \frac{\rho}{(a+b)}$
	Anello	$R_E = 1,5 \frac{\rho}{(a+b)}$

Il **Conduttore di terra** solitamente è in rame si presentano sotto forma di corde o piattine le cui sezioni minime sono indicate in figura :

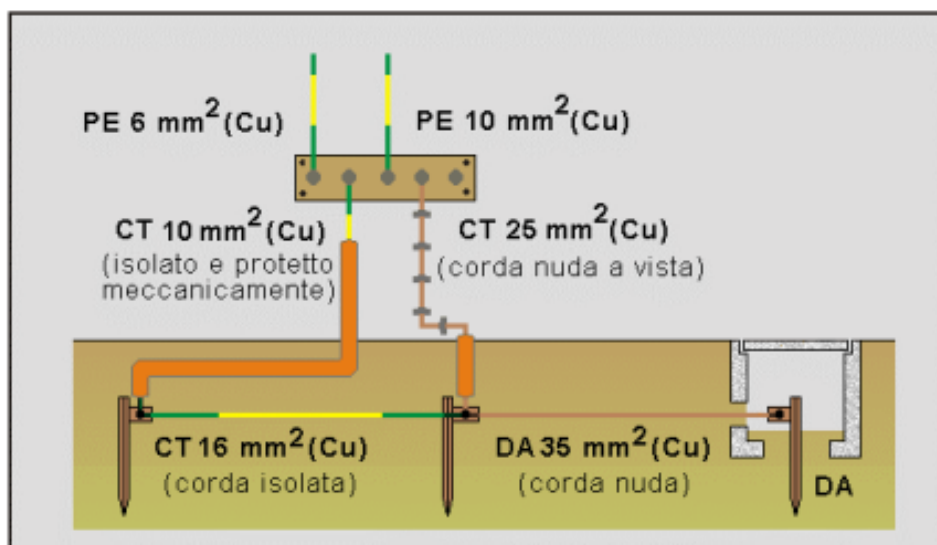


Fig. 8 – Esempio di applicazione delle norme in relazione alle sezioni minime ammissibili dei conduttori di terra (CT) in rame

La corrente di guasto attraversa il conduttore di terra la cui sezione minima deve essere rispettando sempre le prescrizioni

$$S_E = [t \cdot I^2 / K^2 C]^{1/2}$$

t tempo di intervento del dispositivo di protezione in secondi

I corrente di guasto in Ampere che percorre il circuito

K_C è un coefficiente che tiene conto delle caratteristiche del materiale e della temperatura iniziale e finale che assume il conduttore

$$I = U_O / R_E$$

$$U_O = 230 \text{ V}$$

R_E Resistenza di impianto di terra

12- Conclusioni

Gli impianti elettrici negli edifici sono in continua evoluzione molto spesso le persone non sono abituate ai cambiamenti , gli anziani prima della seconda guerra mondiale avevano una sola lampadina in casa , pensare di potere accendere le luci di casa attraverso dei comandi vocali sembra quasi una comicità del nostro impianto. I nuovi impianti elettrici sono tutti domotici ma non si deve esagerare ovvero per una abitazione basta avere quelle funzioni essenziali quali automazione luci, tapparelle , termoregolazione, antifurti ect commisurate alla qualità della nostra abitazione e quindi al reddito dei componenti del nucleo familiare. Pensare di realizzare un impianto domotico per case popolari è un pò fuori luogo, la domotica va bene per case di lusso , il nostro antico impianto elettrico con funzioni base di domotica che ormai fanno parte della progettazione impiantistica è adatto alla edilizia residenziale . Lo scopo di questi appunti è stato il miglioramento della preparazione dell'autore in modo da avere le basi necessarie per la progettazione di un impianto elettrico per appartamento competenza tipica della ingegneria edile e mi scuso di eventuali imprecisioni o errori.

L'impianto fotovoltaico

1- Introduzione

2- Il pannello fotovoltaico

3- La produzione di energia

4- Le batterie di accumulo

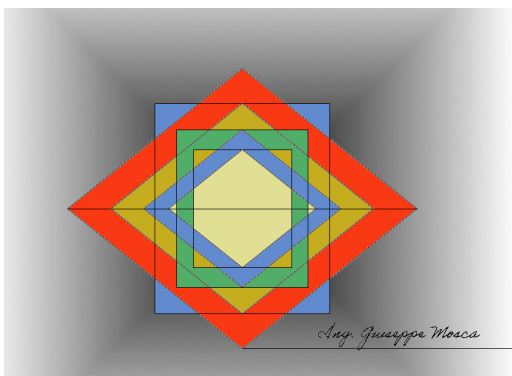
5- Schema di impianto fotovoltaico

6- L'inverter

7- La integrazione architettonica dell'impianto

8-Costo di un impianto fotovoltaico

9- Conclusioni



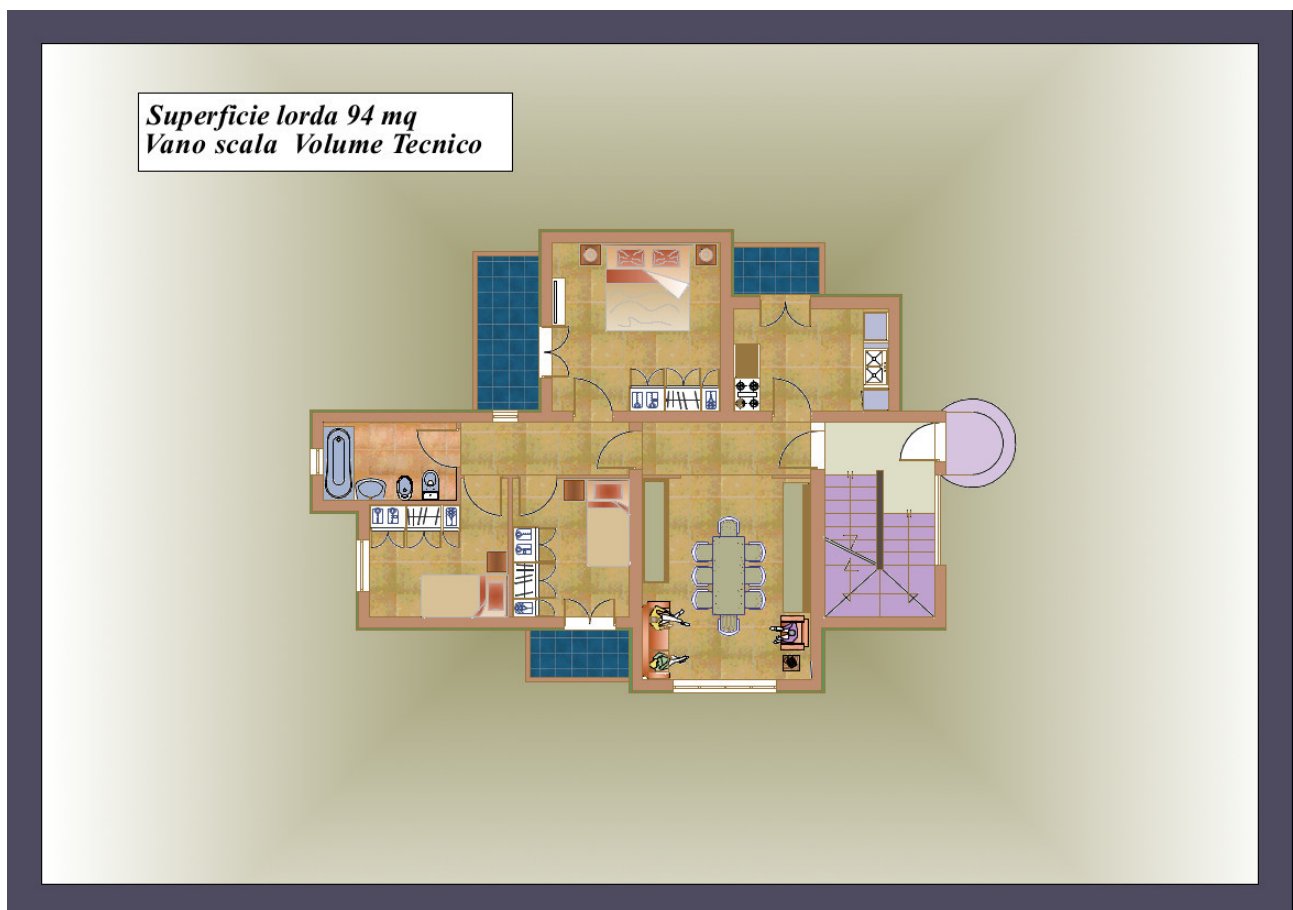
Ing. Giuseppe Mosca



N.B. Mi scuso a priori di eventuali imprecisioni o errori che se segnalati contribuiscono al miglioramento degli appunti

1- Introduzione

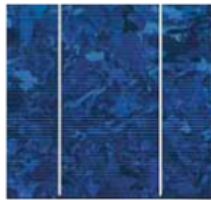
L'impianto fotovoltaico nella costruzione di nuovi edifici ormai fa parte integrante della progettazione, in una società dove si introduce la carbon-tax ovvero si ha come obiettivo la riduzione delle emissioni di carbonio, la realizzazione di un impianto di riscaldamento elettrico alimentato da fonti di energia rinnovabile che non siano biomasse o gas metano dalla cui combustione si sprigiona anidride carbonica ed ossido di carbonio diventa fondamentale. In questi appunti ci limiteremo alla progettazione di un impianto fotovoltaico per un edificio composto da due appartamenti uguali della superficie di circa 94 mq che rispetta i requisiti delle Passiv-House ovvero ridotte dispersioni termiche e nello stesso tempo sia un edificio NZEB ovvero autosufficiente energeticamente sia per quanto concerne il fabbisogno energetico per il riscaldamento che per l'acqua calda sanitaria e per la illuminazione ed elettrodomestici. L'impianto è posizionato nel giardino del nostro edificio sulla copertura del garage o su una pensilina destinata al parcheggio auto per 4 posti macchina avente quindi una superficie di circa 72 mq, 6 x 12 mq. La pianta del nostro appartamento



L'impianto fotovoltaico fa parte della categoria degli interventi trainati del super bonus ed è sempre opportuno quando si ha la superficie sufficiente inserirlo in un intervento di riqualificazione energetica dove la riduzione delle dispersioni termiche attraverso l'involucro edilizio va sempre integrata con una produzione di energia elettrica in modo che l'intervento sia efficiente e nello stesso tempo consenta di ridurre i costi dei consumi di energia.

2- Il pannello fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico in genere ha dimensioni 150x100 cm ,una superficie di 1,5 mq in questo paragrafo vogliamo illustrarne il funzionamento ovvero come il pannello fotovoltaico produce energia elettrica dalla radiazione solare. I moduli fotovoltaici sono costituiti da celle fotovoltaiche che possono essere di 3 categorie :



POLICRISTALLINO

- Efficienza: 15%
- Minor grado di purezza
- Più economico rispetto al mono
- 1 kW → 10 mq



MONOCRISTALLINO

- Efficienza: 18%
- Maggior grado di purezza
- Miglior rapporto qualità-prezzo
- 1 kW → 8 mq



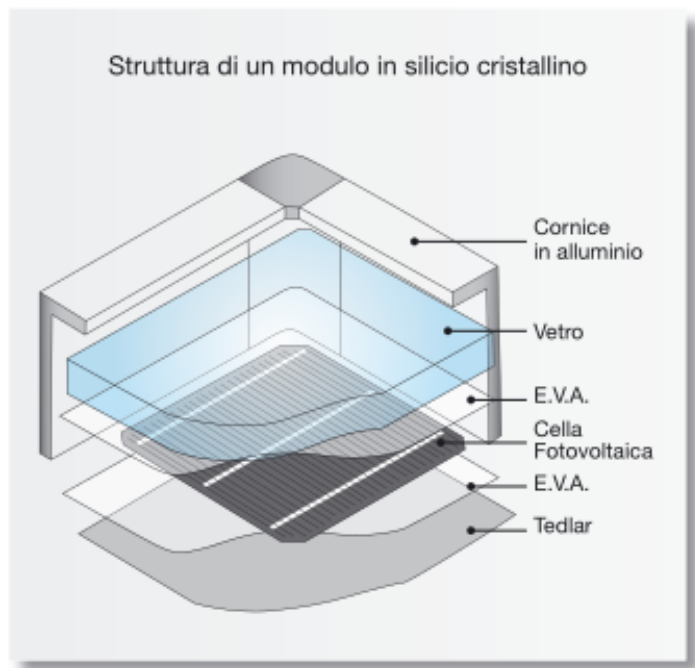
FILM SOTTILE

- Efficienza: 11%
- Applicabile a supporti flessibili
- Decadimento prestazionale più rapido
- 1 kW → 20 mq

-policristallino , in cui il wafer di silicio non è strutturalmente omogeneo ma organizzato in grani localmente ordinato (policristallo);

-monocristallino, in cui ogni cella è realizzata a partire da un wafer di silicio la cui struttura cristallina è omogenea (monocristallo)

-film sottile in cui ogni cella è formata per mezzo della deposizione di più substrati di una miscela di gas

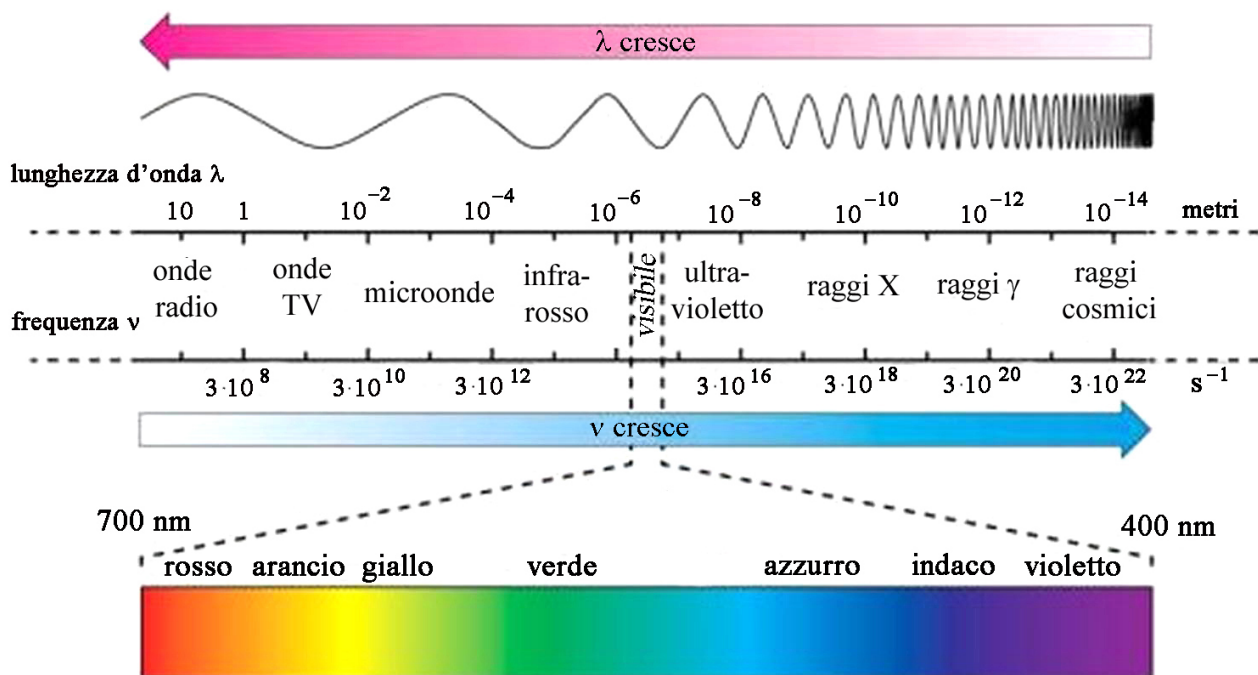


Sopra una superficie posteriore di supporto, in genere realizzata in un materiale isolante con scarsa dilatazione termica, come il vetro temperato o un polimero come il

tedlar, vengono appoggiati un sottile strato di acetato di vinile (EVA), la matrice di moduli preconnessi, un secondo strato di acetato e un materiale trasparente che funge da protezione meccanica anteriore per le celle fotovoltaiche, in genere vetro temperato. Dopo il procedimento di pressofusione, che trasforma l'EVA in mero collante inerte, le terminazioni elettriche vengono chiuse in una morsettiera stagna generalmente fissata alla superficie di sostegno posteriore, e il "sandwich" ottenuto viene fissato ad una cornice in alluminio, che sarà utile al fissaggio del pannello alle strutture atte a sostenerlo e orientarlo opportunamente verso il sole. Gli stessi pannelli posti in serie formano batterie per la realizzazione degli impianti più piccoli. Più batterie collegate tra loro realizzano veri e propri generatori fotovoltaici.

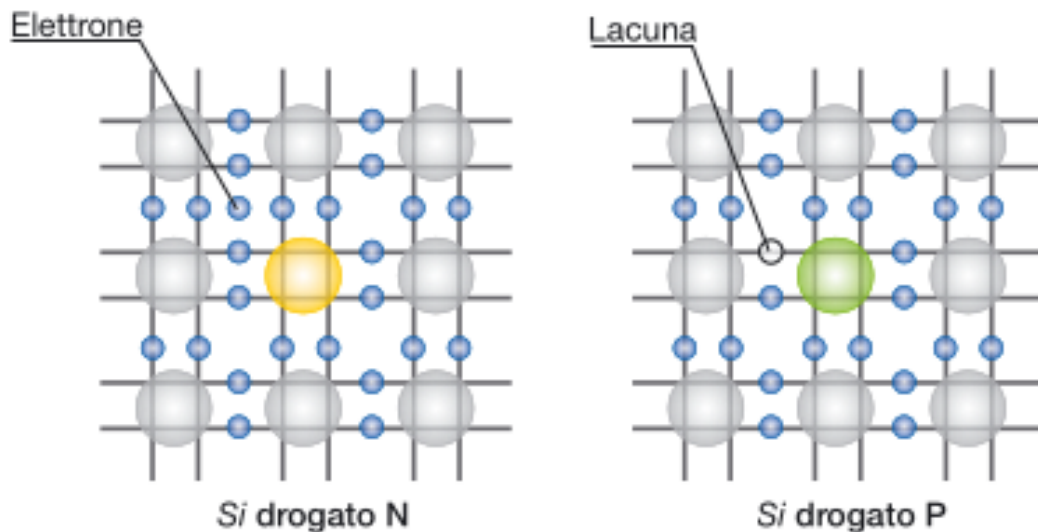
L'effetto fotovoltaico, è noto sin dal 1839 e trova la sua esperienza nel fisico francese Edmond Becquerel (1820-1891); la prima applicazione di celle solari ovvero di produzione di energia elettrica attraverso la luce è dovuta a ricerche in campo aerospaziale dove nel 1958 una cella alimentò una trasmittente che portò nello spazio il satellite Vanguard 1 che ancora oggi orbita attorno alla terra.

L'energia solare è l'energia emessa dal sole sotto forma di onde elettromagnetiche la cui velocità nel vuoto è circa 300000 km/sec, visibile ai nostri occhi ed in grado di riscaldarci ovvero aumentare la temperatura del nostro corpo. Lo spettro elettromagnetico



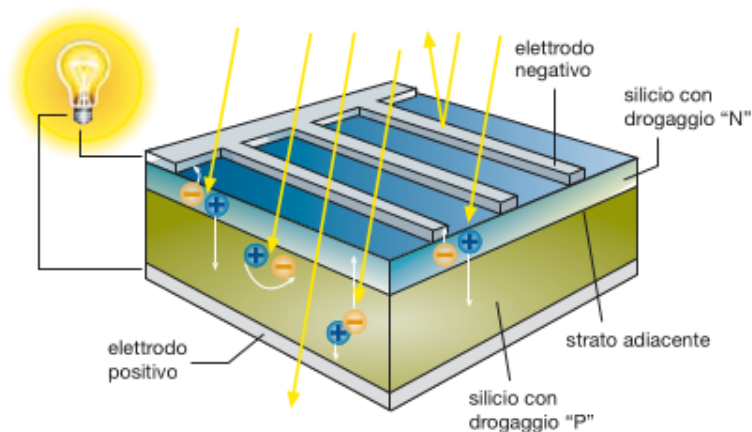
classifica le onde elettromagnetiche in base alla lunghezza d'onda ed alla frequenza $\nu = 1/T$. La radiazione solare è costituita dalla mescolanza di tutte le lunghezze d'onda in quantità le cui proporzioni la fanno percepire come luce bianca., quando raggiunge il suolo terrestre viene attenuata dalla diffusione e dall'assorbimento ad opera dell'atmosfera. L'energia che raggiunge la terra muta col variare di alcuni fattori che sono la latitudine, altezza del suolo, stagione ora del giorno ed è funzione delle condizioni meteorologiche locali.

*Il silicio è un elemento chimico con numero atomico pari a 14 indicato con la sigla **Si** ed è il secondo elemento più abbondante sulla terra dopo l'ossigeno. In una cella solare il flusso luminoso investe il materiale semiconduttore **silicio** che se posto in due condizioni particolari :*



- Il materiale silicio incorpora un atomo tipo P (boro)
- Il materiale silicio incorpora un atomo di tipo N (fosforo)

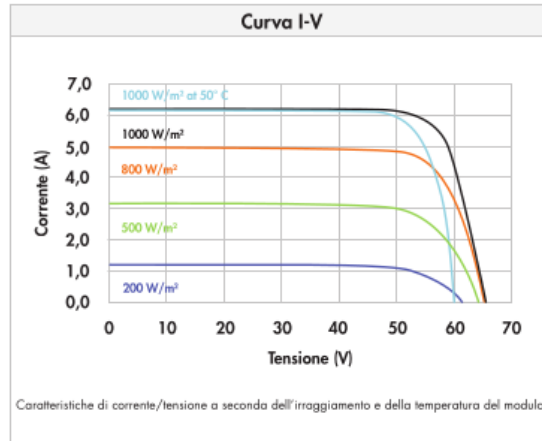
*genera una differenza di concentrazione di elettroni che determina un campo elettrico permanente. Si supponga ora che un fotone di luce entri nella regione di **tipo "P"** del materiale. Se il fotone ha un'energia sufficiente, quando entra in collisione con gli elettroni li "stacca" dalla loro orbita intorno all'atomo. L'eletttrone così liberato si muoverà a causa del potenziale elettrico. Tale flusso produrrà una corrente elettrica che potrà essere raccolta ai capi della cella.*



Riportiamo la scheda tecnica di un modulo fotovoltaico

Dati Elettrici		
Misurato in condizioni di prova standard (STC): irraggiamento 1000W/m ² , AM 1,5 e temperatura della cella 25°C		
Potenza nominale (+5%/-3%)	P _{nom}	315 W
Tensione di punto di massima potenza	V _{mpp}	54,7 V
Corrente di punto di massima potenza	I _{mpp}	5,76 A
Tensione a vuoto	V _{oc}	64,6 V
Corrente di cortocircuito	I _{sc}	6,14 A
Tensione massima del sistema	IEC	1000 V
Coefficiente di temperatura		
	Potenza	-0,38% / K
	Tensione (V _{oc})	-176,6mV / K
	Corrente (I _{sc})	3,5mA / K
NOCT		45° C +/-2° C
Corrente nominale del fusibile		15 A
Limite di corrente inversa (3 stringhe)	I _k	15,3 A

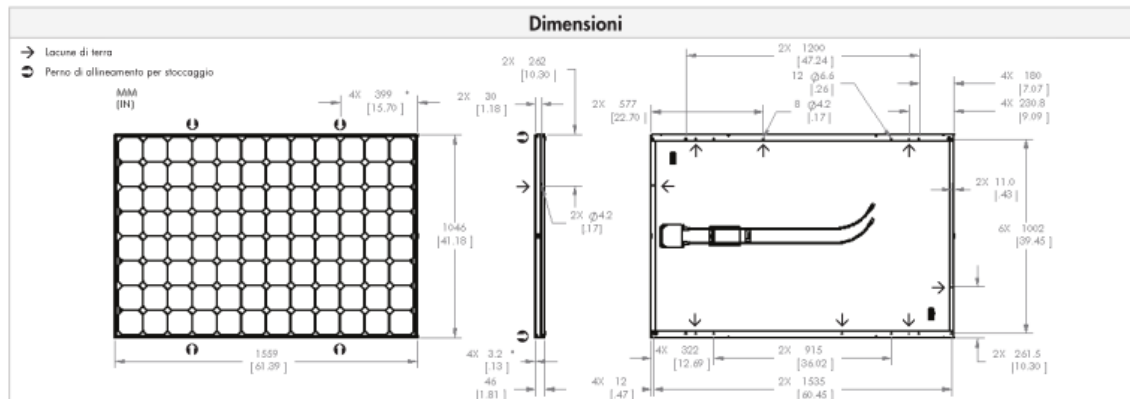
Dati Elettrici		
Misurato alla temperatura operativa nominale della cella (NOCT): irraggiamento 800W/m ² , AM 1,5		
Potenza nominale	P _{nom}	231 W
Tensione di punto di massima potenza	V _{mpp}	50,1 V
Corrente di punto di massima potenza	I _{mpp}	4,62 A
Tensione a vuoto	V _{oc}	60,5 V
Corrente di cortocircuito	I _{sc}	4,97 A



Condizioni Operative di Prova	
Temperatura	-40° C a +85° C
Carico max.	245 kg / m ² (2400 Pa) fronte e retro, es. vento
Resistenza all'impatto	Grandine - 25 mm a 23 m/s

Garanzie e Certificazioni	
Garanzie	25 anni di garanzia sulla potenza
	10 anni di garanzia sul prodotto
Certificazioni	IEC 61215 Ed. 2, IEC 61730 (SCII)

Dati Meccanici			
Celle solari	96 celle solari SunPower in silicio monocristallino con tecnologia back-contact	Cavi di uscita	Lunghezza dei cavi 1000 mm / connettori MultiContact (MC4)
Vetro anteriore	Vetro temperato anti-riflettente ad alta trasmissanza	Telaio	In lega di alluminio anodizzato tipo 6063 (nero); perni di allineamento per stoccaggio
Scatola di giunzione	IP-65 con 3 diodi bypass 32 x 155 x 128 (mm)	Peso	18,6 kg

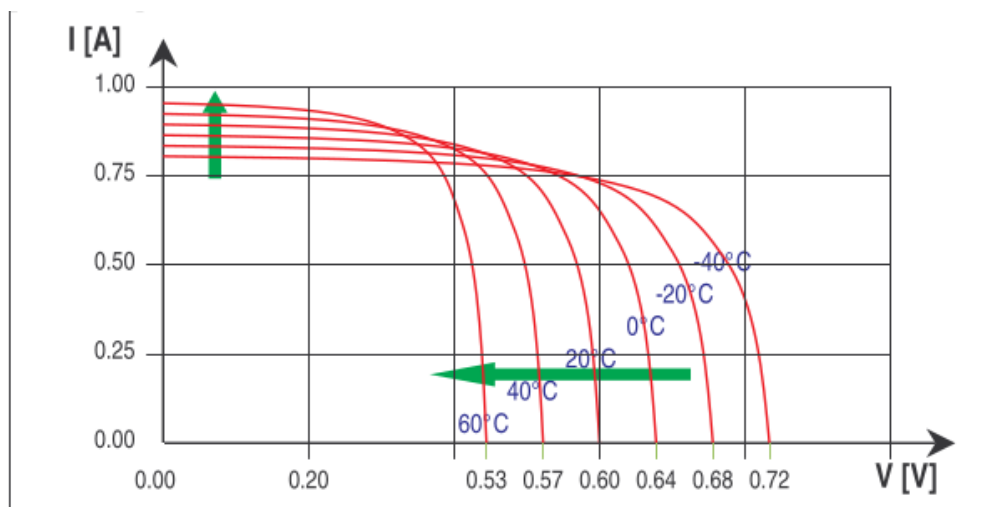
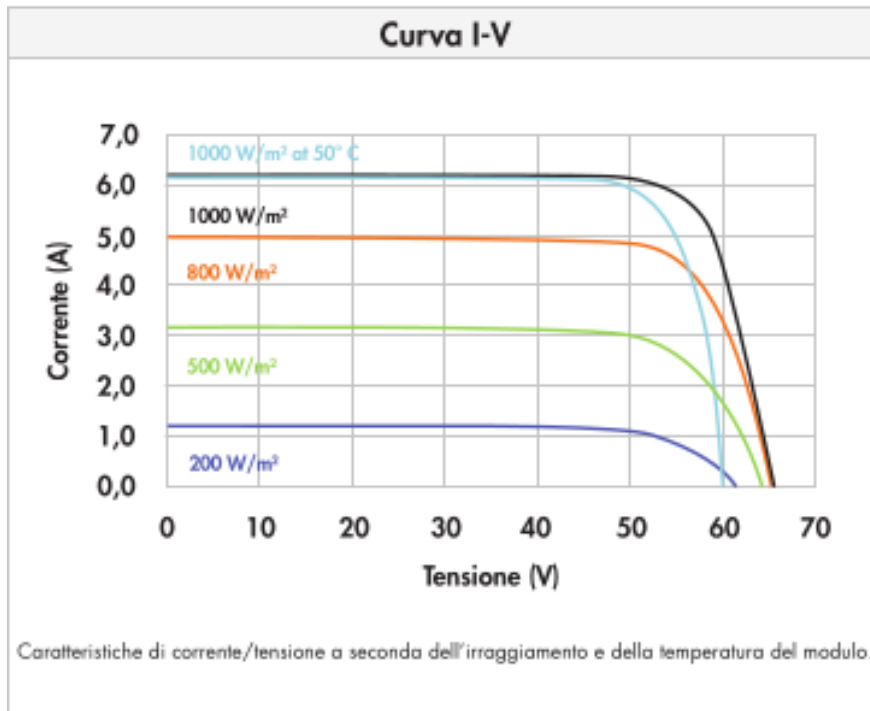


La scheda fornisce, i dati elettrici le dimensioni, ovvero le caratteristiche del pannello che variano in funzione della tipologia; in genere la scelta viene eseguita in base alla potenza del modulo fotovoltaico che varia tra i 250 Wp ai 450 Wp per il nostro pannello 315 Wp, con la quale si esegue il dimensionamento ovvero si calcola il numero dei moduli da utilizzare e quindi la superficie funzione della inclinazione da utilizzare.

Vantaggi dell'alta efficienza dei moduli fotovoltaici SunPower - fino al doppio di energia prodotta

	A pellicola sottile	Tradizionale	SunPower
Watt di Picco / Modulo	65	215	315
Efficienza	9,0%	12,8%	19,3%
Watt di Picco / m ²	90	128	193

La curva caratteristica della cella solare riporta in ordinata la intensità di corrente misurata in Ampere mentre in ascissa la tensione nominale misurata in volt che dipende dalla temperatura 50°



L'effetto della temperatura è penalizzante al suo crescere abbassa la potenza disponibile innalzando la intensità di corrente e diminuendo la tensione V

3- La produzione di energia

La produzione di energia di un modulo fotovoltaico dipende dalla radiazione solare e quindi dalla località dove verrà realizzato il nostro impianto ; esistono degli atlanti ovvero dei siti web (PVGIS fotovoltaico) dove individuata la località di un qualsiasi punto della superficie terrestre per un impianto policristallino di potenza 1 Kwp corrispondente a circa 3 moduli stabilito l'orientamento e la inclinazione si può stimare la produzione mensile ed annua di energia elettrica fotovoltaica.

PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

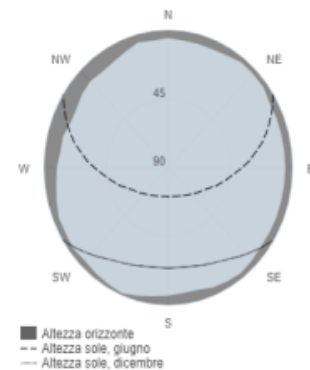
Valori inseriti:

Latitudine/Longitudine: 42.777, 14.114
Orizzonte: Calcolato
Database solare: PVGIS-SARAH
Tecnologia FV: Silicio cristallino
FV installato: 1 kWp
Perdite di sistema: 14 %

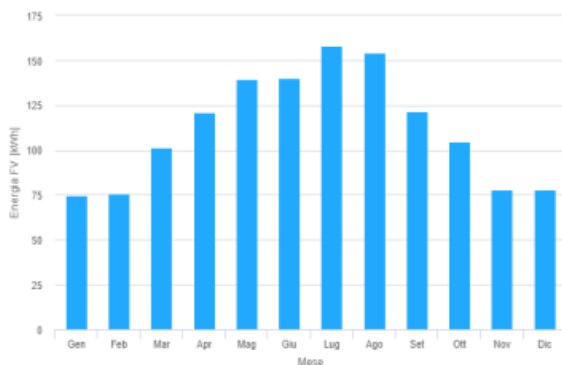
Output del calcolo

Angolo inclinazione: 35 (opt) °
Angolo orientamento: -11 (opt) °
Produzione annuale FV: 1347.49 kWh
Irraggiamento annuale: 1701.96 kWh/m²
Variazione interannuale: 46.12 kWh
Variazione di produzione a causa di:
Angolo d'incidenza: -2.8 %
Effetti spettrali: 1.08 %
Temperatura e irradianza bassa: -6.3 %
Perdite totali: -20.83 %

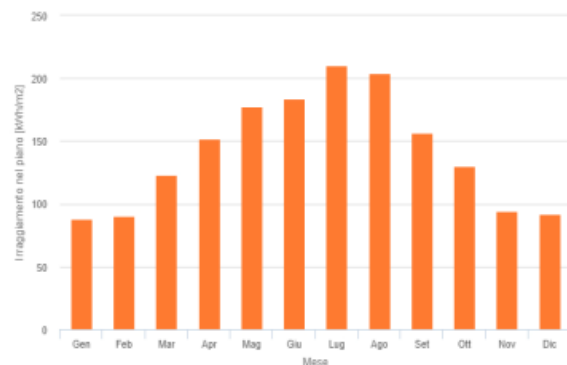
Grafico dell'orizzonte al luogo scelto:



Energia prodotta dal sistema FV fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:



Energia FV ed irraggiamento mensile

Mese	E_m	H(i)_m	SD_m
Gennaio	74.6	88.1	11.5
Febbraio	76.0	90.2	15.8
Marzo	101.5	123.4	18.2
Aprile	121.0	151.7	9.9
Maggio	139.4	177.7	13.2
Giugno	140.3	183.7	8.0
Luglio	158.3	210.6	9.0
Agosto	154.0	203.9	11.1
Settembre	121.8	156.3	9.5
Ottobre	104.8	130.3	13.0
Novembre	77.9	94.1	15.8
Dicembre	77.8	92.1	20.2

E_m: Media mensile del rendimento energetico dal sistema definito [kWh].

H(i)_m: Media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistem scelto [kWh/m²].

SD_m: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh].

La produzione di energia di tre moduli potenza 1Kwp inclinati a 35 ° nel comune di Castel di Sangro è circa 1347,50 kWh direttamente esposto al sole senza ombre.

-Dimensionamento impianto

Il sistema è dotato di batterie di accumulo, è evidente che la massima produzione di energia per l'impianto la abbiamo nei mesi estivi di luglio ed agosto quando la temperatura esterna è alta e non ci occorre il riscaldamento. L'impianto lo dimensioniamo in modo che per la illuminazione gli elettrodomestici e l'acqua calda sanitaria l'energia venga accumulata nelle batterie mentre per l'impianto di riscaldamento preleviamo energia dalla rete elettrica nazionale ed in estate immettiamo energia nella rete. Riportiamo di seguito i fabbisogni di energia per i 2 appartamenti

1- Fabbisogno annuo di energia per riscaldamento 9000 Kwh

2- Fabbisogno annuo di energia per illuminazione ed elettrodomestici 3000 Kwh

3- Fabbisogno di energia acqua calda sanitaria 4000 Kwh

Utilizziamo un impianto della superficie di 60 mq, la stima dei consumi di energia elettrica giornaliera

Consumo globale 10 KWh al giorno 2 abitazioni 20 kwh al giorno

<i>Apparecchio</i>	<i>Potenza Watt</i>	<i>Ore di accensione</i>	<i>Wh consumati in un giorno</i>
<i>15 Lampade LED</i>	<i>25</i>	<i>1</i>	<i>375</i>
<i>4 Lampade fluore-scenti</i>	<i>25</i>	<i>100</i>	<i>100</i>
<i>Frigorifero</i>	<i>130</i>	<i>10</i>	<i>1300</i>
<i>Lavastoviglie</i>	<i>2400</i>	<i>0,3</i>	<i>720</i>
<i>Lavatrice</i>	<i>2200</i>	<i>0,3</i>	<i>660</i>
<i>2-Computer</i>	<i>40</i>	<i>10</i>	<i>800</i>
<i>2-Televisore</i>	<i>40</i>	<i>4</i>	<i>320</i>
<i>Modem</i>	<i>10</i>	<i>10</i>	<i>100</i>
<i>Scaldacqua</i>	<i>1500</i>	<i>3</i>	<i>4500</i>
<i>Radio - stereo</i>	<i>500</i>	<i>1</i>	<i>500</i>
<i>Fono</i>	<i>1000</i>	<i>0,1</i>	<i>100</i>
<i>Frullatore</i>	<i>750</i>	<i>0,1</i>	<i>75</i>
<i>Congelatore</i>	<i>130</i>	<i>10</i>	<i>1300</i>
		<i>Totale</i>	<i>10850 Wh</i>

L'impianto fotovoltaico nel mese di gennaio deve essere in grado di produrre 20 kwh di energia accumularli e restituirli il giorno dopo. Se osserviamo l'andamento della produzione di energia nel mese di gennaio l'impianto è in grado di produrre 75 kWh per ogni Kwp di potenza nominale , di conseguenza dobbiamo utilizzare un impianto per i soli consumi di energia elettrica avente potenza 9 Kwp.

*Produzione di energia nel mese di **gennaio** $75 \times 9 = 675$ kwh
Produzione giornaliera 21,77 kwh*

Siamo in un comune di montagna non è necessario raffrescare il nostro edificio , per cui la energia rimanente

*Fabbisogno riscaldamento 9000 Kwh
Fabbisogno elettrico cucina ad induzione 2000 kwh*

*la preleviamo dalla rete elettrica nazionale. L'Enel acquista energia al prezzo di 3,9 centesimi per kwh e la rivende al doppio circa 8 centesimi per Kwh.
La parte di impianto avente potenza 9Kwp produce in un anno circa*

*$1347 \times 9 = 12123$ KWh di cui $(12123 - 675 \times 12) = 4023$ Kwh
vengono immessi nella rete .*

La potenza complessiva del nostro impianto fotovoltaico

$P = 9 + (11000 - 4023) / 1347 \approx 14$ KWp

per la cui realizzazione occorrono circa

$n = 14000 / 315 = 44$ pannelli ≈ 45 moduli

Utilizziamo un impianto composto da 45 moduli avente una superficie di 75 mq da posizionarsi sulla pensilina del parcheggio destinato a 4 auto .

4- Le Batterie di accumulo

La scelta della batteria di accumulo dipende dalla quantità di energia che si vuole immagazzinare e quindi dalla autonomia del nostro impianto ;pensare di accumulare energia in estate per utilizzarla in inverno è abbastanza proibitivo per il nostro impianto dovremo utilizzare batterie con capacità pari alla intera produzione di energia annua circa

$$E = 1347 \cdot 14 = 18858 \text{ KWh} \quad E = 20000 \text{ Kwh} .$$

Si preferisce invece utilizzare 2 batterie da 15 kwh una per ogni appartamento collegate in parallelo in grado di dare al nostro impianto una autonomia di circa 2 giorni esclusivamente per la illuminazione , gli elettrodomestici e la produzione di acqua calda . Le batterie sono di tre tipologie :

-Piombo

-Litio

-Litio ferro fosfato

e la sua capacità deve essere in grado di coprire i consumi notturni

	hybrid 9.53/2,5	hybrid 9.53/5	hybrid 9.53/7,5	hybrid 9.53/10	hybrid 9.53/12,5	hybrid 9.53/15
Capacità nominale della batteria in kWh	2,5	5,0	7,5	10,0	12,5	15,0
Profondità di scarica (DoD)	90%					
Tecnologia delle celle	Ioni di Litio-Ferro-Fosfato					

Modelli a bassa tensione da 6,5 a 13 kWh

Modelli a 48 V		RESU 6.5	RESU 10	RESU 12
Cod. Art.		7743151	7743152	7968097
Dati tecnici				
Energia nominale	kWh	6,5	9,8	13
Energia utilizzabile	kWh	5,9	8,8	11,7
Capacità	Ah	126	189	252
Tensione nominale	V	51,8	51,8	51,8
Range di tensione	V	42,0 – 58,8	42,0 – 58,8	42,0 – 58,8
Corrente nominale	A	37,8	56,7	75,6
Potenza massima	kW	4,2	5,0	5
Potenza di picco (per 3s)	kW	4,6	7,0	7
Temperatura operativa	°C	-10 – 50	-10 – 50	-10 – 50
Grado di protezione		IP55	IP55	IP55
Sistema di raffreddamento		Convezione naturale	Convezione naturale	Convezione naturale
Interfaccia di comunicazione		CAN 2.0B	CAN 2.0B	CAN 2.0B
Dimensioni e peso				
Larghezza	mm	452	452	452
Altezza	mm	654	483	626
Profondità	mm	120	227	227
Peso	kg	52	75	99
Certificazioni				
Cellula		UL1642		
Prodotto		UL1973/TUV (IEC 62619)/CE/FCC/RCM		



RESU 6.5



RESU 10



RESU 12

Batterie compatibili con l'inverter ibrido monofase Viessmann Hybrid Inverter 3.0 / 3.6 / 5.0

Modelli ad alta tensione da 9,6 a 16 kWh

Modelli a 400 V		RESU 10H PRIME	RESU 16H PRIME
Cod. Art.		7710658	7710659
Dati tecnici			
Energia utilizzabile	kWh	9,6	16
Tensione nominale	V	400	400
Range di tensione	V	350~450	350~450
Corrente massima	A	14,3	20
Potenza massima	kW	5	7
Potenza di picco (per 10s)	kW	7	11
Temperatura operativa raccomandata	°C	-10 ~ 50	-10 ~ 50
Grado di protezione		IP55	IP55
Sistema di raffreddamento		Convezione naturale	Convezione naturale
Interfaccia di comunicazione		CAN & RS485	CAN & RS485
Dimensioni e peso			
Larghezza	mm	504	504
Altezza	mm	817	1086
Profondità	mm	295	295
Peso	kg	111	159
Certificazioni			
Cellula		UL1642	UL1642
Prodotto		CE/FCC/RCM/IEC62619/ UL1973/IEC62477	CE/FCC/RCM/IEC62619/ UL1973/IEC62477

Batterie compatibili con l'inverter per accumulo monofase SMA Sunny Boy Storage 3.7 / 5.0 / 6.0

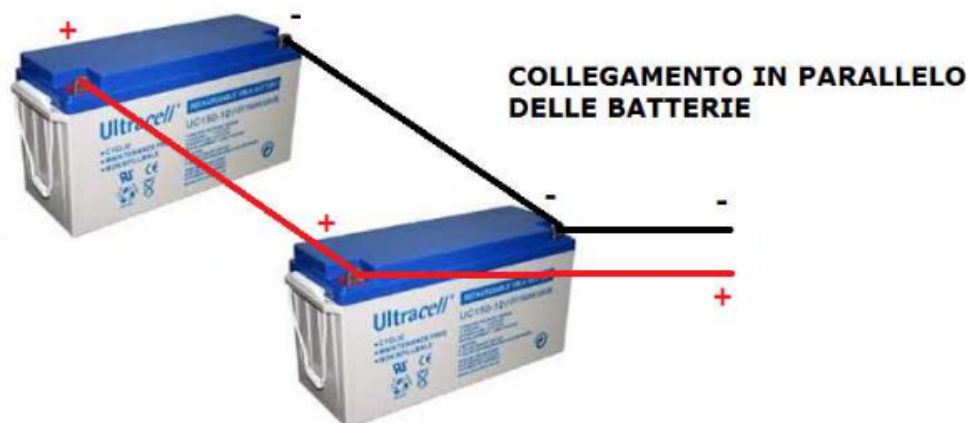


RESU 10H PRIME



RESU 16H PRIME

Batterie in parallelo



Batterie in serie

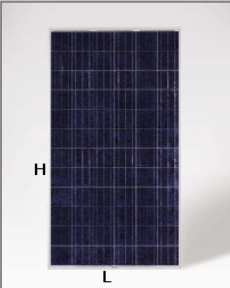
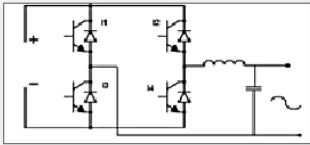


5- Schema di impianto fotovoltaico

I componenti dell' impianto fotovoltaico

- 48 pannelli
- regolatore di carica
- batterie di accumulo
- equalizzatore
- inverter
- cavi , fusibili
- contatore energia
- quadro elettrico

Si realizzano 3 stringhe ciascuna di 16 pannelli, riportiamo le caratteristiche dei pannelli fotovoltaici e dell'inverter

Modello Pannello Fotovoltaico: Sample Photos Mod 285W Potenza Modulo in STC [Wp]: 285 Lunghezza H [mm]: 1973 Larghezza L [mm]: 993 Rendimento [%]: 14,6 VOC [V]: 43,96 VMp [V]: 35,4 Imp [A]: 8,06 Isc [A]: 8,51 Vmax Sistema [V]: 1000 Coeff. Beta V-t: -158,256 Voc Coeff. Beta V-t: Vmp Coeff. Alfa H-t: 3,404 Isc Coeff. Alfa H-t: Imp Coeff. Gamma P-t: -0,47 Pmax ☐ [mV/°C] β ☒ [mV/K] ☐ [%/°C] ☐ [%/K]	  Efficienza Calcola FF	Inclinazione modulo [Tilt in Gradi]: 30 Fattore di Albedo: Cemento Temp. Cell Max [C°]: 70 Temp. Cell Min [C°]: -10 Esposizione [Azimut]: SUD EST Azimut (valori < 0° e > 0 = -15°)	Modello Inverter: Sample Inverter Photo 20kW Pn DC [kW]: 21 Pn AC [kW]: 20 Pmax DC [kW]: 23,1 Pmax AC [kW]: 22 Vmax Inverter [V]: 880 VmmpMin [V]: 430 VmmpMax [V]: 760 Numero Ingressi: 1 Imax Ingresso DC [A]: 48,5 N° MPPT Tracker: 1 Stato Fase: 3 Rendimento Inverter: 0,9553 
---	---	---	---

La potenza di picco del pannello è 285 Wp , il rendimento 14,6%; l'inverter ha una potenza nominale di 21 KW ; di seguiti riportiamo i risultati del calcolo eseguito con il software PHOTOSIMPIANTI.

Risultati

Energia Captata dalla struttura Fotovoltaica

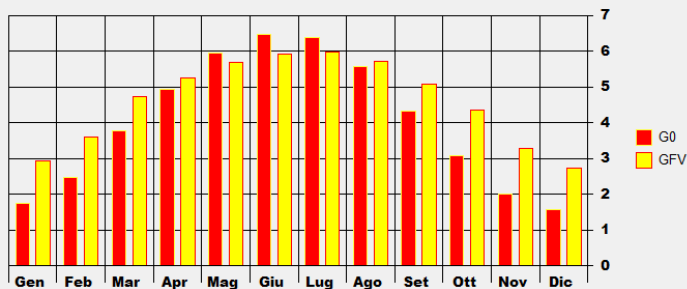
	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Energia Media Mensile Giornaliera [Wh/m ²]	2924.68	3585.53	4723.21	5243.54	5690.54	5906.7	5965.2	5716.37	5085.97	4354.35	3279.22	2740.62
Energia Media Mensile [kWh/m ²]	90.67	100.39	146.42	157.31	176.41	177.2	184.92	177.21	152.58	134.98	98.38	84.96
Energia Media Annua [kWh/m ²]	1632.83											

Dati di Output Impianto:

Generatore FV

Potenza PV Output [kWp]:	13.68
Radiazione Captata Annua [MWh]:	153.55
Superficie Occupata Pannelli [m ²]:	94.04
Produttività Media Annua [kWh]:	17531.26
Produttività Media Mensile [kWh]:	1460.94
Produttività Media Giornaliera [kWh]:	48.01
Emissioni di CO2 evitate [kg]:	9309.1
Resa Specifica annuale [kWh/kWp]:	1281.52
Tensione Moduli Vmp [V]:	566.4
Imp di Stringa [A]:	8.05
Utilizzo Percentuale Inverter:	68.4

Radiazione Solare G0 al suolo e sul piano Mod. GFV [kWh/m²]



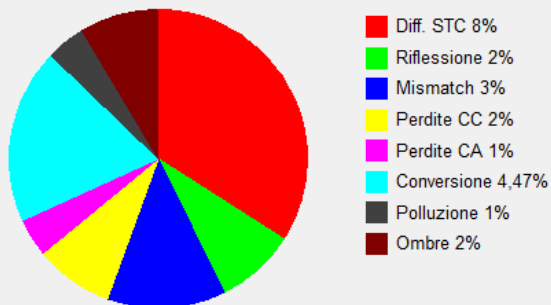
Verifiche:

Tensione Moduli Voc alla Tmin [V]:	791.98
Vmax Moduli [V]:	1000
Vmax Inverter [V]:	880
Tensione Moduli alla Tmax [V]:	452.46
VmmptMin Inverter [V]:	430
Tensione Moduli alla Tmin [V]:	655.02
VmmptMax Inverter [V]:	760
Isc Ingresso Inverter [A]:	25.53
Imax DC Inverter [A]:	48.5
Pot. DC FV Max (1000W/m ² e STC) [kW]:	13.68
Pot. DC FV Max (1000W/m ² e Tmin) [kW]:	15.93
Pot. DC Inverter Max [kW]:	23.1
Utilizzo Inverter Pot_FV / Pn_Inv_AC [%]:	68.4
Sovraccarico Max Pot_FV / Pmax_Inv_AC [%]:	62.2

Analisi Perdite Impianto:

Perdite scostamento STC (25°C 1000 W/m ²) %:	
Valori compresi tra 5% - 8%	8
Perdite per riflessione %:	
Range 1-3%	2
Perdite per Mismatch %:	
Piccole Potenze (Wp) 1%	3
Medie Potenze (kWp) 3%-4%	
Grandi Potenze (MWp) 5%-6%	
Perdite circuiti C.C. %:	
Valori compresi tra 1% - 2%	2
Perdite circuiti C.A. fino al contatore GSE %:	
Valori compresi tra 1% - 2%	1
Perdite Conversione. %:	
(Dedotto dal Rendimento Inverter)	4.47
Perdite per Polluzione sui moduli %:	
Valore indicativo 1%	1
Perdite eventuali Ombreggiamenti %:	
Valori compresi tra 2% - 5%	2

Analisi Perdite Impianto %

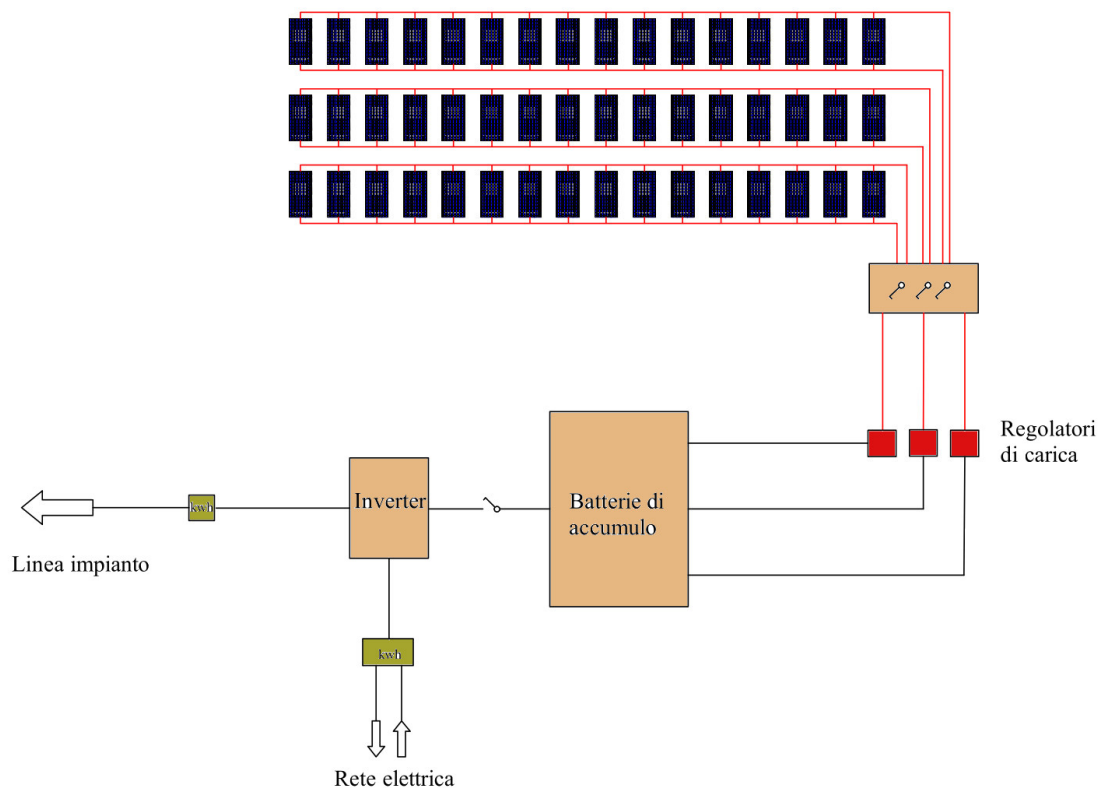


B.O.S (Balance Of System): 0.782
Valori compresi tra 0,7 - 0,86

OK

Esci

Schema unifilare impianto fotovoltaico



6- L'inverter

L'inverter è un circuito elettronico di potenza che converte la corrente continua generata dai pannelli in corrente alternata che viene iniettata in rete e/o resa disponibile all'utente. Affinché l'inverter sia in grado di iniettare potenza in rete la frequenza della corrente che genera deve essere la stessa della rete. La frequenza di rete è una grandezza molto stabile, ma non è sempre esattamente 50 Hz. Tipicamente si possono apprezzare variazioni della frequenza di rete di ± 0.2 Hz ma in condizioni particolari lo scarto può essere anche maggiore. L'inverter deve essere quindi in grado di sincronizzarsi automaticamente alla frequenza di rete, inseguirne le variazioni e lo deve fare analizzando la forma d'onda della tensione di rete

-INVERTER MONOFASE



	SE2200	SE3000	SE3500	SE4000	SE5000	SE6000	
USCITA							
Potenza in uscita CA nominale	2200	3000	3500	4000	5000	6000	VA
Potenza in uscita CA massima	2200	3000	3500	4000	5000	6000	VA
Tensione in uscita CA (nominale)	220 / 230						Vca
Campo di tensione in uscita CA	184 - 264,5						Vca
Frequenza CA (nominale)	50 / 60 ± 5						Hz
Corrente continua in uscita massima	12	16,5 ^[1]	19,5 ^[1]	22 ^[1]	27	27	A
Rilevatore di corrente residua / rilevatore di gradino di corrente residua	300 / 30						mA
Monitoraggio dell'impianto, protezione anti islanding, soglie configurabili in base al paese	Si						
INGRESSO							
Potenza CC massima (Modulo STC)	2950	4050	4700	5400	6750	8100	W
Senza trasformatore	Si						
Tensione massima in ingresso	500						Vcc
Tensione CC nominale in ingresso	350						Vcc
Corrente in ingresso massima	8,5	11,5	13,5	15,5	19,5	23	Acc
Protezione dalla polarità inversa	Si						
Rilevamento dell'isolamento per guasto di terra	Sensibilità 600kΩ						
Efficienza massima dell'inverter	97,6						%
Efficienza ponderata europea	97,6	97,6	97,5	97,5	97,4	97,4	%
Consumo energetico notturno	< 2,5						W
FUNZIONI AGGIUNTIVE							
Interfacce di Comunicazione sostenute ^[2]	RS485, Ethernet, Zigbee (opzionale), Wi-Fi (opzionale), GSM integrato (opzionale)						
Smart Energy Management	Limitazione immissione in rete, applicazioni StorEdge						
CONFORMITÀ AGLI STANDARD							
Sicurezza	IEC-62103 (EN50178), IEC-62109						
Standard per il collegamento alla rete	VDE 0126-1-1, VDE-AR-N-4105, AS-4777, RD-1663 , DK 5940						
Emissioni	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12, FCC parte 15 classe B						
RoHS	Si						
SPECIFICHE PER L'INSTALLAZIONE ^[2]							
Uscita CA	Pressacavo - diametro 9-16						mm
Ingresso CC	1 paio di MC4			2 paia di MC4			
Dimensioni (LxLxH)	540 x 315 x 172			540 x 315 x 191			mm
Peso	20,2			21,7			kg
Raffreddamento	Convezione naturale						
Rumore	<25						dBA
Intervallo di temperatura operativo	-20 - +50 (Versione M40 -40 - +50)						°C
Classe di protezione	IP65 - Esterno e interno						
Montato su staffa (in dotazione)							

^[1] Per gli inverter con un limite di corrente alternata di 16A per favore fare riferimento alla scheda tecnica «SE3000-4000-16A Inverter»

^[2] Fare riferimento alla sezione Schede Tecniche-> Comunicazione nella pagina Download per specifiche delle opzioni di comunicazione disponibili: <http://www.solaredge.com/groups/support/downloads>

-INVERTER TRIFASE



	SE5K-RWS	SE7K-RWS	SE8K-RWS	SE10K-RWS	
Applicabile per inverter con codice prodotto	SEXK-XXS48XXX				
USCITA					
Potenza di uscita CA nominale	5.000	7.000	8.000	10.000	VA
Potenza di uscita CA massima	5.000	7.000	8.000	10.000	VA
Tensione di uscita CA - Fase-Fase/Fase-Neutro (nominale)	380/220; 400/230				Vca
Tensione di uscita CA - Intervallo di tensione Fase-Neutro	184-264,5				Vca
Frequenza CA	50/60 ± 5%				Hz
Corrente di uscita continua massima (per fase)	8	11,5	13	16	A
Rilevatore di corrente residua/Rilevatore gradino di corrente residua	300/30				mA
Alimentazione di rete supportata - Trifase	3/N/PE (a stella con neutro)				
Monitoraggio; Protezione contro il funzionamento in isola; Fattore di potenza configurabile; Valori di soglia regolabili per paese	Sì				
INGRESSO FV					
Alimentazione in CC massima (modulo STC)	6.750	9.450	10.800	13.500	W
Senza trasformatore, senza messa a terra	Sì				
Tensione di ingresso massima	900				Vcc
Tensione di ingresso CC nominale	750				Vcc
Corrente di ingresso massima	8,5	12	13,5	16,5	Acc
Protezione contro inversione di polarità	Sì				
Rilevamento dell'isolamento per guasto di terra	Sensibilità di 700 kΩ				
Efficienza massima dell'inverter	98				%
Efficienza ponderata europea	97,3	97,4	97,6		%
Consumo energetico notturno	< 2,5				W
INGRESSO BATTERIA					
Potenza in CC massima	5.000				W
Gamma della tensione in ingresso	40-62				Vcc
Corrente di ingresso continua massima	130				Acc
Comunicazione della batteria	CAN, RS485 (opzionale)				
CARATTERISTICHE AGGIUNTIVE					
Interfacce di comunicazione supportate	2 x RS485, Ethernet, comunicazioni Zigbee per Smart Energy ¹⁾ , Wi-Fi ²⁾ , rete cellulare integrata (opzionale)				
CONFORMITÀ AGLI STANDARD					
Sicurezza	IEC-62109				
Standard di collegamento all'alimentazione di rete ³⁾	VDE 0126-1-1, VDE-AR-N-4105, G98 / G99				
Emissioni	IEC61000-6-2, IEC61000-6-3, IEC61000-3-11, IEC61000-3-12				
RoHS	Sì				
SPECIFICHE DI INSTALLAZIONE					
Uscita CA - Diametro del pressacavo	15-21				mm
Uscita CC batteria - Diametro del pressacavo	2 x 8-11				mm
Ingresso CC fotovoltaico	2 x coppie MC4				
Dimensioni (A x L x P)	853 x 316 x 193				mm
Peso	37				kg
Intervallo della temperatura di esercizio	Da -40 a +60				°C
Raffreddamento	Ventole interne ed esterne				
Rumore	< 50				dBA
Grado di protezione	IP65 - Per esterni e interni				
Montaggio	Staffa in dotazione				

¹⁾ Per ulteriori informazioni, fare riferimento al documento: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-zigbee-plug-in-wireless-communication-for-setups-datasheet.pdf>

²⁾ La connettività Wi-Fi richiede un'antenna esterna. Per ulteriori informazioni, fare riferimento al documento: <https://www.solaredge.com/sites/default/files/se-wifi-zigbee-antenna-datasheet-it.pdf>

³⁾ Per tutti gli standard, fare riferimento alla categoria delle certificazioni nella pagina dei download: <https://www.solaredge.com/it/downloads#/>

7- La integrazione architettonica dell'impianto

L'impianto fotovoltaico può essere realizzato a terra o integrato nel nostro edificio sulla copertura o sulla facciata ; conviene molto spesso realizzare strutture apposite che non creano volume hanno una destinazione funzionale sulle quali posizionare l'impianto fotovoltaico :

a) Pergola fotovoltaica

Per pergola fotovoltaica si intende quella struttura di pertinenza di unità a carattere residenziale, atta a consentire il sostegno di verde rampicante su terrazzi, cortili o giardini, con una ridotta superficie di copertura in pianta. Non rientrano in questa tipologia specifica quelle strutture realizzate in ampi spazi aperti scollegati da unità immobiliari, anche con destinazione agricola, la cui finalità principale è quella di sollevare da terra moduli fotovoltaici di impianti di media e grande dimensione. I moduli, ovvero la porzione di copertura della pergola in cui essi sono integrati, devono avere una distanza minima dal suolo di 2 m.

b) Pensilina fotovoltaica

Per pensilina fotovoltaica si intende quella struttura accessoria posta a copertura di parcheggi o percorsi pedonali. I moduli, ovvero la porzione di copertura della pensilina in cui essi sono integrati, devono avere una distanza minima dal suolo di 2 m.



c) Tettoia fotovoltaica

Per tettoia fotovoltaica si intende quella struttura posta a copertura di ambienti esterni agli edifici formata da spioventi che poggiano sul muro degli edifici stessi. I moduli, ovvero la porzione di copertura della tettoia in cui essi sono integrati, devono avere una distanza minima dal suolo di 2 m.

d) Serre fotovoltaiche

Rientrano in questa tipologia le installazioni nelle quali i moduli fotovoltaici costituiscono gli elementi costruttivi della copertura o delle pareti di manufatti adibiti, permanentemente per tutta la durata degli incentivi, a serre dedicate alle coltivazioni agricole o alla floricoltura. La struttura della serra, in metallo, legno o muratura, deve essere chiusa (la chiusura può eventualmente essere stagionalmente rimovibile), fissa ed ancorata al terreno. I moduli, ovvero la porzione di copertura della serra in cui essi sono integrati, devono avere una distanza minima dal suolo di 2 m.

e) Frangisole fotovoltaico

Per frangisole fotovoltaico si intende una struttura collegata alle superfici verticali di edifici atta a produrre ombreggiamento e schermatura di superfici trasparenti sottostanti. La lunghezza totale dell'impianto non dovrà superare il doppio della lunghezza totale delle aperture trasparenti.

f) Moduli fotovoltaici su terrazze e tetti piani

Questa tipologia comprende i tetti piani (cioè i lastrici solari orizzontali non abitabili) e le terrazze (cioè le superfici piane di copertura utilizzabili e praticabili). Tetti piani e terrazze possono prevedere elementi perimetrali come cornicioni, cordoli, balaustre o ringhiere. Al fine del riconoscimento dell'integrazione parziale in presenza di elementi perimetrali alti fino a 50 cm da terra, l'impianto può essere montato senza limitazioni di altezza del supporto dei moduli. In caso di presenza di elementi perimetrali alti sopra i 50 cm da terra, l'altezza H del modulo fotovoltaico o della schiera dei moduli fotovoltaici, misurata da terra fino all'asse mediano degli stessi, non deve superare l'altezza dell'elemento perimetrale misurata nel suo punto più basso.

g) Moduli fotovoltaici installati su tetti, facciate e balaustre in maniera complanare

Per parziale integrazione dei moduli fotovoltaici su tetti, coperture, facciate, balaustre o parapetti di edifici si intendono quei casi in cui il modulo è appoggiato complanarmente alla superficie di queste tipologie senza sostituire il materiale stesso di costruzione. I moduli, al fine di risultare complanari, dovranno essere montati mantenendo la stessa inclinazione della superficie che li accoglie; è necessario inoltre che lo spessore del modulo e della struttura di supporto che emergerà dalla superficie esistente siano ridotti al minimo indispensabile.



h)Moduli fotovoltaici sostitutivi di materiali di rivestimento degli edifici

I moduli fotovoltaici sostituiscono il materiale da costruzione convenzionale dell'involucro dell'edificio diventando parte integrante della copertura piana o inclinata, o parte della facciata. Questo significa che, dal punto di vista estetico, il sistema fotovoltaico si deve inserire armoniosamente nel disegno architettonico dell'edificio. Dal punto di vista energetico funzionale, invece, l'integrazione del sistema deve garantire comunque i requisiti di performance energetica dell'involucro edilizio. Ovvero, non deve essere compromessa la resistenza termica dell'involucro durante il periodo invernale, né aumentato il carico termico estivo, né compromettere la tenuta dell'acqua.



8-Costo di un impianto fotovoltaico

In questo paragrafo vogliamo analizzare i costi di un impianto fotovoltaico e le detrazioni fiscali lo sconto in fattura è la cessione del credito per bonus 110% ed ecobonus.

<i>Potenza</i>	<i>Costo per KW</i>	<i>Costo allaccio energia</i>
<i>fino a 50 KW</i>	<i>3000-5000 euro</i>	<i>100</i>
<i>fino a 100 KW</i>	<i>7000-9000 euro</i>	<i>200</i>
<i>fino a 500 KW</i>	<i>8000-10000 euro</i>	<i>500</i>
<i>da 500-1000 KW</i>	<i>9000-12000 euro</i>	<i>1500</i>
<i>oltre 1000 KW</i>	<i>10000-15000 euro</i>	<i>2500</i>

il nostro impianto con potenza 14 KW ho un costo compreso tra

42000 euro ÷ 70000 euro

ovvero circa 50000 euro.

*Se stiamo eseguendo un intervento di riqualificazione energetica di un edificio esistente attraverso l'**ecobonus** per il solo impianto fotovoltaico dal 6 giugno 2013 al 31 dicembre 2018 per interventi energetici su singole unità immobiliari la max somma detraibile per la installazione di pannelli solari per la produzione di acqua calda è 60000 euro per unità immobiliare con un aliquota pari al 65% . Vuol dire che per un impianto del costo di 50000 euro possiamo detrarre in 10 anni 32500 euro.*

Con il super bonus 110, la legislazione attualmente in vigore prevede una detrazione nella misura del 110% per

“la installazione di impianti solari fotovoltaici connessi alla rete elettrica con relativo sistema di accumulo ”,

l'intervento trainato va accoppiato alla realizzazione di cappotto termico e sostituzione degli infissi , nonché sostituzione della caldaia se necessario.

Si può ottenere uno sconto in fattura ovvero effettuare la cessione del credito attraverso un rimborso dei lavori eseguiti anche pari a 80%.

Per edifici di nuova costruzione vi è l'obbligo che il 50 % della energia per riscaldamento , raffrescamento e produzione di acqua calda provenga da fonti rinnovabili di conseguenza è opportuno progettare i nuovi edifici ad energia zero NZEB e non vi sono incentivi fiscali o economici.

9- Conclusioni

*Il ricorso a fonti rinnovabili di energia come quella solare in una società un pianeta in cambiamento dove la cultura ambientale ha ormai permeato la coscienza di ogni essere umano, dove si pone attenzione all'inquinamento atmosferico **“pollution”** ed alla autonomia ovvero ogni edificio è indipendente energeticamente dal sistema in grado di riscaldarsi da solo senza ricorrere alla rete urbana o internazionale molto spesso fonte di ricatto sociale. L'energia il riscaldamento la illuminazione il comfort abitativo diventano bisogni primari dell'essere umano , tutti hanno diritto ad una casa ben riscaldata ed illuminata ne vale la salute fisica e mentale della persona ; con il passare degli anni e la evoluzione della tecnologia l'energia sarà a costo zero ovvero non si affronteranno più spese per il pagamento di bollette luce e gas problema economico delle famiglie italiane , la progettazione evolverà verso edifici a basse emissioni di carbonio dove per l'energia non vi sono costi , anzi in grado di produrre reddito energetico . La tecnologia solare fotovoltaica persegue questi obiettivi poiché la spesa viene eseguita al momento dell'acquisto della nostra abitazione o della costruzione della casa per cui la certificazione NZEB in classe A4 consente anche di incrementare il valore economico diventando estremamente conveniente sia per il costruttore che per la persona che acquista la casa dove non ha l'obbligo di pagare bollette di luce e gas. Se si pensa ai costi sostenuti in 50 anni per luce e gas in un appartamento di 80 mq si vede che l'edificio ad energia zero per una famiglia consente di risparmiare una somma considerevole di denaro circa 100000 euro pari alla metà del valore del nostro appartamento.*

L'impianto microeolico

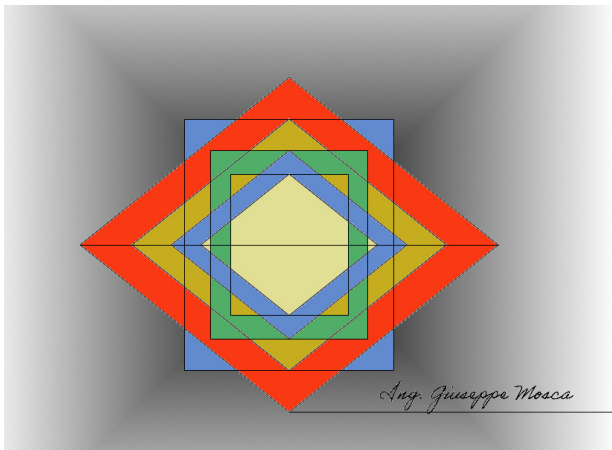
1- Introduzione

2- La pala eolica domestica

3- La produzione di energia

4- Schema di impianto eolico domestico

5 Conclusioni



Ing. Giuseppe Mosca



N.B. Mi scuso a priori di eventuali imprecisioni o errori che se segnalati contribuiscono al miglioramento degli appunti

1- Introduzione

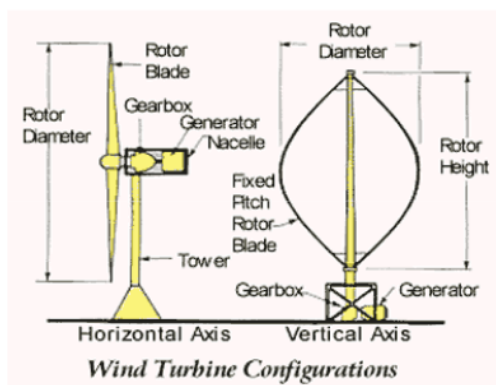
La produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili di energia, la indipendenza del singolo edificio dalla rete elettrica nazionale , la autonomia energetica ovvero la possibilità di autosufficienza energetica sia per quanto concerne il riscaldamento che per la illuminazione è diventato ormai una esigenza per ogni nuova costruzione , ovvero bisogna essere in grado di produrre l'energia necessaria per coprire il fabbisogno di energia . Dotare la nostra villetta o la nostra casa in campagna di un impianto microeolico che da solo durante l'anno sia in grado tramite l'azione del vento di produrre energia elettrica è diventato fondamentale durante la progettazione anche perché gli orientamenti e le norme attuali impongono la realizzazione di edifici ad energia zero. Lo svantaggio delle pale eoliche è rappresentato dalla loro rumorosità ovvero per effetto delle azioni del vento durante il moto rotatorio vengono prodotti rumori fastidiosi che possono alterare la tranquillità e la pace della nostra abitazione quindi vanno posizionate in luoghi esposti al vento e lontano dal nostro edificio. Lo scopo di questi appunti è la progettazione di un impianto microeolico domestico in grado di far fronte durante tutto l'anno al fabbisogno energetico di un edificio che si compone di 2 appartamenti ciascuno della superficie di 94 mq. L'energia eolica come l'energia fotovoltaica è una energia pulita ovvero non si hanno emissioni di carbonio, un impianto di riscaldamento a biomasse o a metano immette nell'atmosfera anidride carbonica ed ossido di carbonio contribuendo al surriscaldamento globale del pianeta, mentre un impianto di riscaldamento elettrico non produce gas inquinanti . In un edificio le emissioni di carbonio sono legate soltanto alla fase di costruzione attraverso i gas di scarico degli autocarri e delle autobetoniere che in una ottica di transizione ecologica dovrebbero essere sostituiti con veicoli elettrici o a idrogeno.

2- La pala eolica domestica

Il vento è il risultato dei moti convettivi e delle espansioni dell'aria conseguenti al riscaldamento disomogeneo delle masse presenti nell'atmosfera indotto dall'irraggiamento solare .

Le turbine sono classificate in base alla **direzione dell'asse di rotazione**

- Turbine ad asse orizzontale
- Turbine ad asse verticale

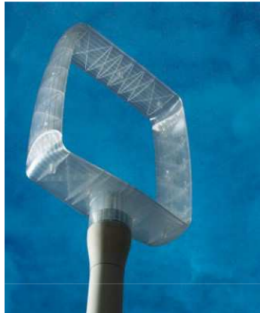


al **numero delle pale** in genere 3

alla **potenza**

- piccola taglia (fino a 100 Kw $D < 20\text{ m}$)
- media taglia ($20\text{ m} < D < 50\text{ m}$ da 100 KW a 1000 KW)
- grande taglia ($D > 50\text{ m}$ oltre 1000 KW)

Le turbine da utilizzare nella nostra casa di campagna :



Turbine eoliche verticali

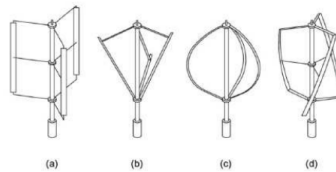


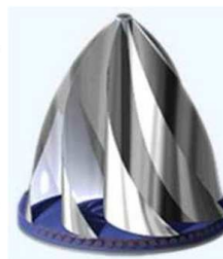
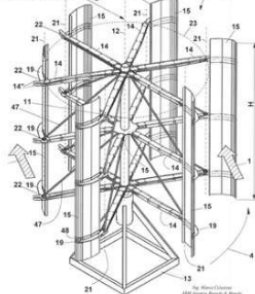
Figura 4 – architetture di turbine ad asse verticale operanti sul principio della portanza. Tipo a,b,c turbine Darrieus, tipo d, turbina Gorlov



Turbine eoliche verticali



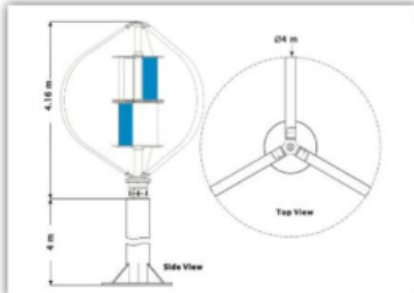
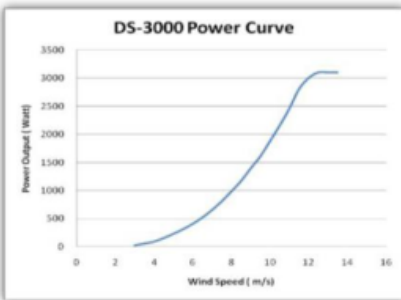
Turbina eolica ad asse verticale con elementi di presa sul vento AUTO-ORIENTABILI



Possono essere posizionate sul tetto del nostro edificio integrate architettonicamente e capaci di far fronte al fabbisogno di energia della nostra abitazione. Riportiamo i dati tecnici di una microturbina eolica

Modello: DS-3000W

SPECIFICHE MICRO TURBINA EOLICA DARRIEUS/SAVONIUS DA 3000W

Specifiche generali			
Potenza Nominale	3kW	Velocità potenza max	12 m/s
Velocità nominale	230 rpm	Minima velocità Start	<3 m/s
Velocità di blocco	15 m/s	Velocità del vento max	60 m/s
Dimensioni/Peso			
Diametro rotore	4m		
Altezza rotore	4.2m		
Altezza torre	4 m (minimo)		
Altezza totale	8.2m (minimo)		
Peso turbina	680kg w/o tower		
Specifiche rotore			
Esterno Darrieus	3 blades		
Interno Savonius	2 layers		
Materiale lame	Anodized aluminum		
Materiale asse	Acciaio trattato SS400		
Specifiche generatore			
Tipo generatore	AC, 3phase, Synchronism PMG		
Output nominale	3kW		
Sistema di blocco			
Automatic	Automatic dump-load and 3-phase short circuit braking system		
Manual	Mechanical drum brake		
Condizioni di lavoro			
Ambiente temperatura	-10~40°C		
Ambiente umidità	95% max.		



3- La produzione di energia

L'energia cinetica associata ad una massa d'aria in movimento

$$E = 1/2 * m * V^2$$

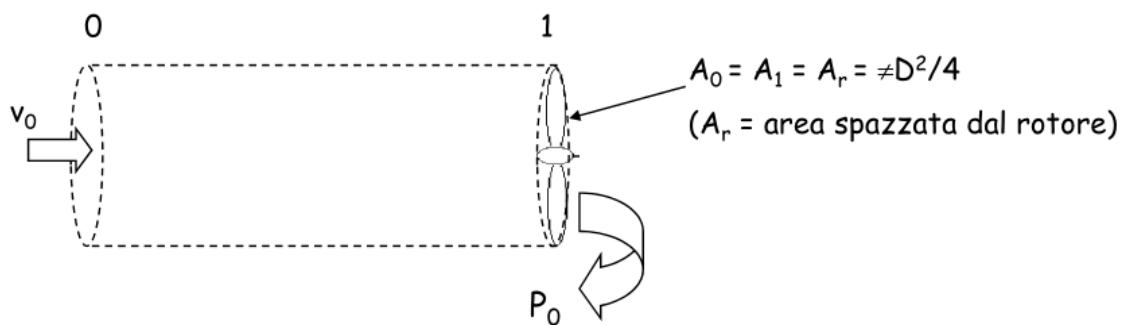
definendo una sezione quale un tubo circolare , la portata ovvero il volume nell'unità di tempo

$Q = V * A$, la portata massica ovvero la massa nell'unità di tempo

$Q_m = \rho * V * A$ dove ρ è la densità dell'aria ,

la potenza associata alla massa d'aria ovvero la energia nell'unità di tempo

$$P = 1/2 * \rho * A * V^3$$

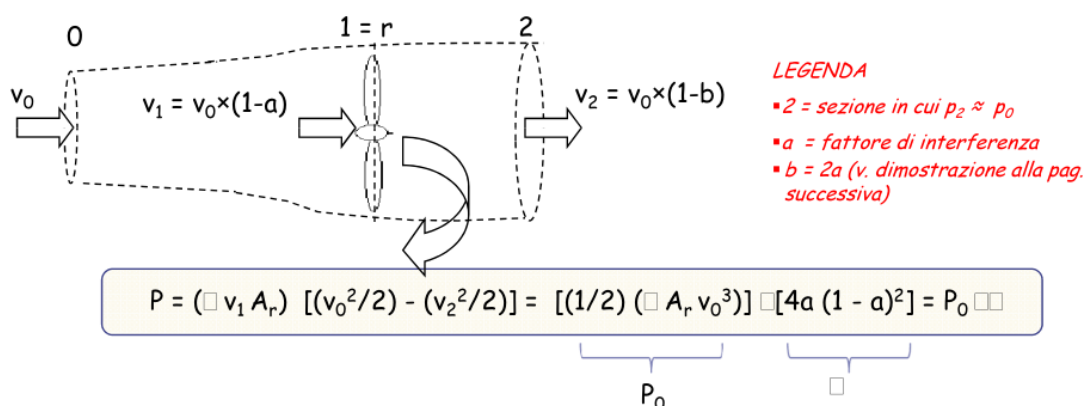


Per convertire questa energia integralmente in potenza meccanica utile sarebbe opportuno :

-poter fermare l'aria all'interno della turbina ovvero annullare l'energia cinetica in uscita della massa d'aria ;

-evitare qualsiasi interferenza fluidodinamica tra le pale e la corrente d'aria ne consegue che soltanto una parte circa il 60% viene trasformata in energia meccanica ed è in grado di produrre energia elettrica.

La potenza disponibile $P = P_0 * \eta$ e viene determinata attraverso l'analisi di BETZ nella ipotesi di fluido incompressibile ed in assenza di attriti.



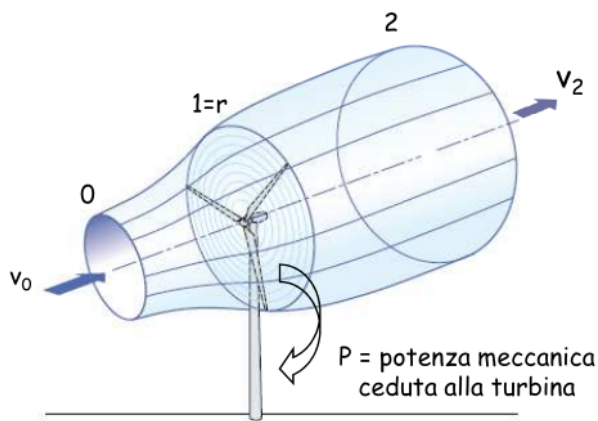
Per il principio di conservazione della energia

$$P_O = P_T + P_2$$

ovvero la potenza iniziale è pari alla somma della potenza in uscita e della potenza trasferita alla turbina

$$P_T = P_O - P_2 = Q_m * [(V_0)^2/2 - (V_2)^2/2]$$

$$Q_m = \rho * V_1 * A \text{ portata massica}$$



Equaz. di Bernoulli tra 0 e 2
(assumendo $p_2 = p_0$):

$$P = (\rho v_1 A_r) [(v_0^2/2) - (v_2^2/2)] < P_O$$



Indicato con a il fattore di interferenza, $b = 2a$

$$V_1 = V_0 * (1-a)$$

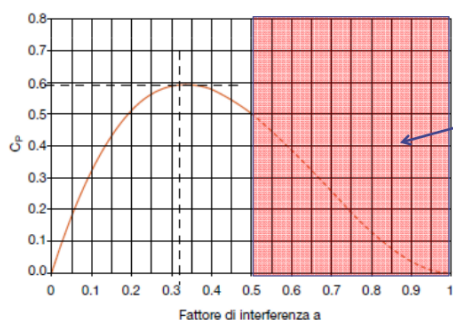
$$V_2 = V_0 * (1-b) = V_0 * (1-2a)$$

il rendimento $\eta = P_T / P_O = 4a * (1-a^2)$

$$P_T = Q_m / 2 * [(V_0)^2 - (V_0)^2 * (1-2a)^2] = 1/2 * \rho * A * V_0^3 * (1-a) * (1-1+4a-4a^2) =$$

$$P_T = P_O * 4a * (1-a^2) = \eta * P_O$$

per $a = 1/3$ $\eta = 0,593$



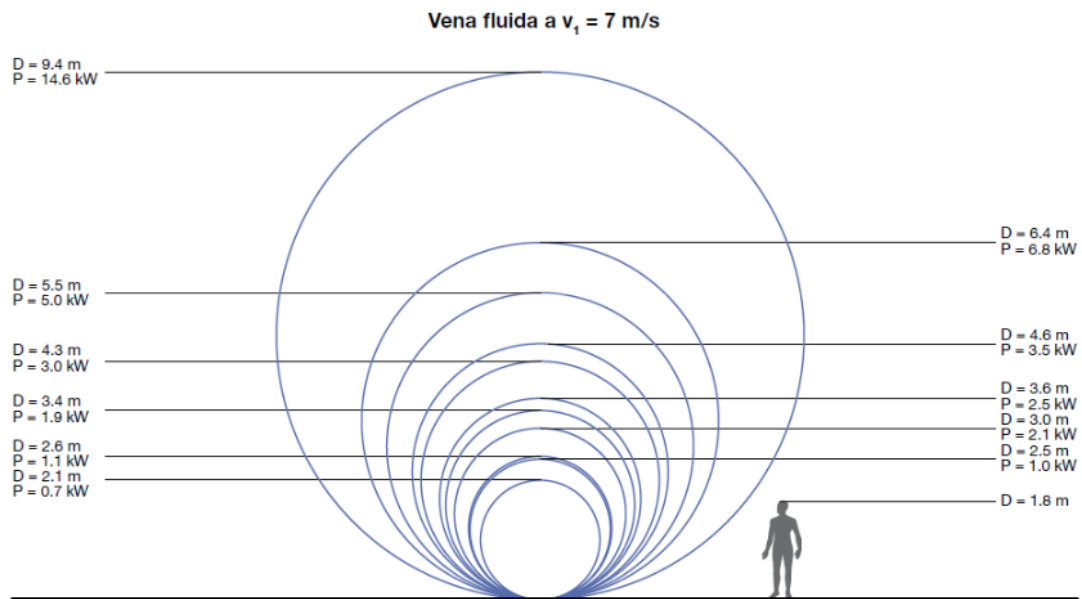
Area priva di
significato fisico,
perchè deve essere:
 $b = 2a < 1 \Leftrightarrow a < 1/2$

Possiamo definire un rendimento netto

$$\eta = \eta_{rot} * \eta_{mecc} * \eta_{gen}$$

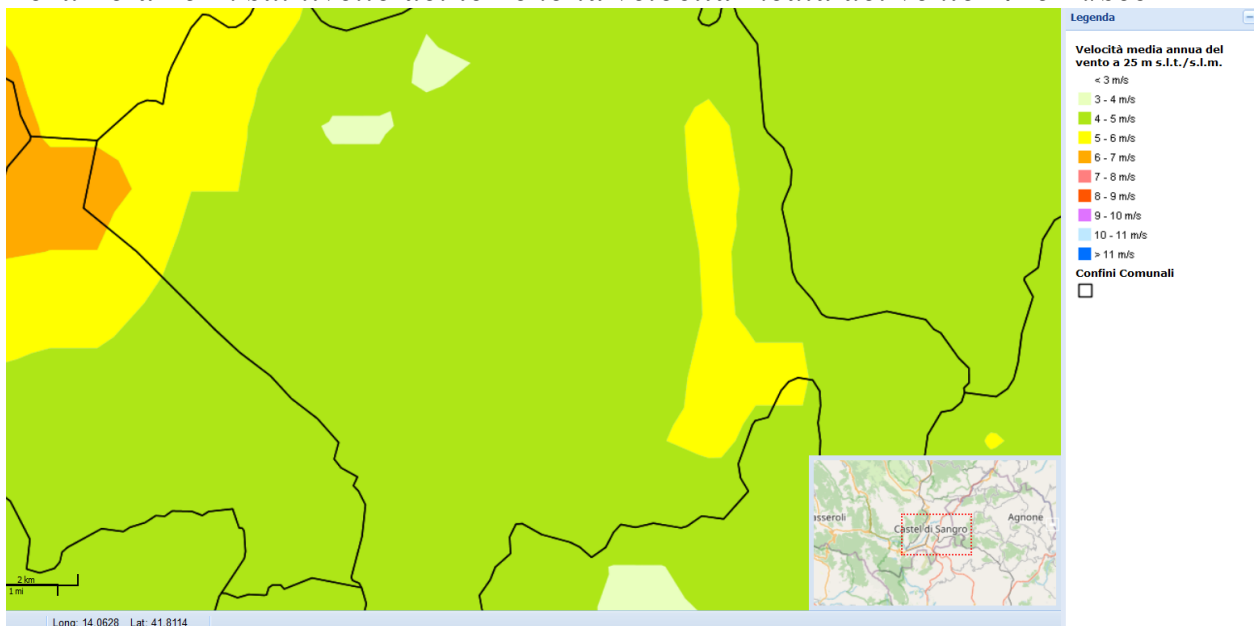
considerando anche le perdite nella trasmissione del moto al generatore elettrico

possiamo riportare le correlazioni in funzione della velocità del vento tra diametro della turbine e potenza



Per il nostro edificio avente un fabbisogno annuo di energia pari a 20000 kwh ed il max fabbisogno giornaliero in inverno di 20 kwh dobbiamo stabilire il numero ed il tipo di pale eoliche da utilizzare ovvero determinare la producibilità elettrica.

Dall'atlante eolico riportiamo per il comune di Castel di Sangro sito nella regione Abruzzo a 25 m sul livello del terreno la velocità media del vento $4 \div 5 \text{ m/sec}$



Assumiamo un coefficiente di potenza $C_P = 0,43$ $P = C_P * P_0$

$$P = 0,43 * \frac{1}{2} * \rho * A * V^3 \quad ; \quad V = 45 \text{ m/sec}$$

$$A = \pi * D^2 / 4 \quad ; \quad \rho = 1,225 \text{ kg/mc}$$

La energia prodotta $E = P * t = P * n$

n numero di ore di funzionamento durante una giornata

dalla analisi dimensionale

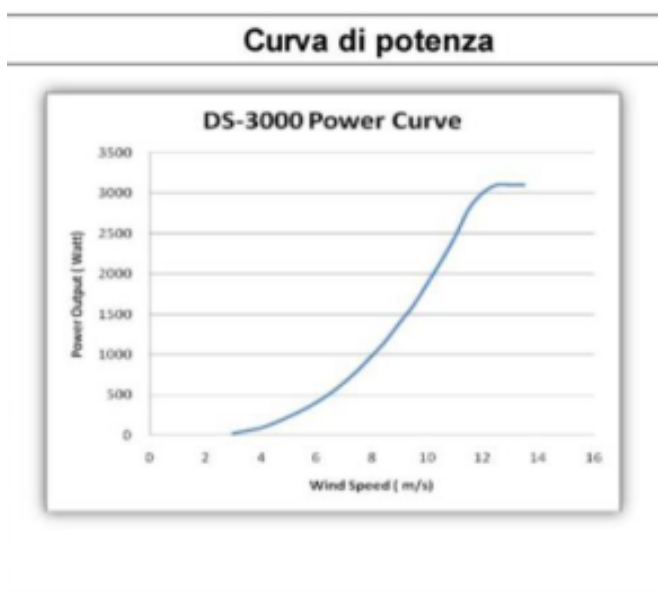
$$\text{kg/mc} * \text{mq} * \text{mc/sec}^3 = \text{Kg} * \text{m}^2 / \text{sec}^3 = \text{kg} * \text{m} / \text{sec}^2 * \text{m} / \text{sec} = \text{N} * \text{m} / \text{sec} = W$$

la potenza calcolata è espressa direttamente in W ; se ci riferiamo ad una microturbina eolica ad asse orizzontale avente diametro $D = 400 \text{ cm}$

$P = 413 \text{ W}$ durante un giorno in 24 ore di funzionamento produce circa 9,9 Kwh

durante 1 anno sempre funzionante 3613 Kwh.

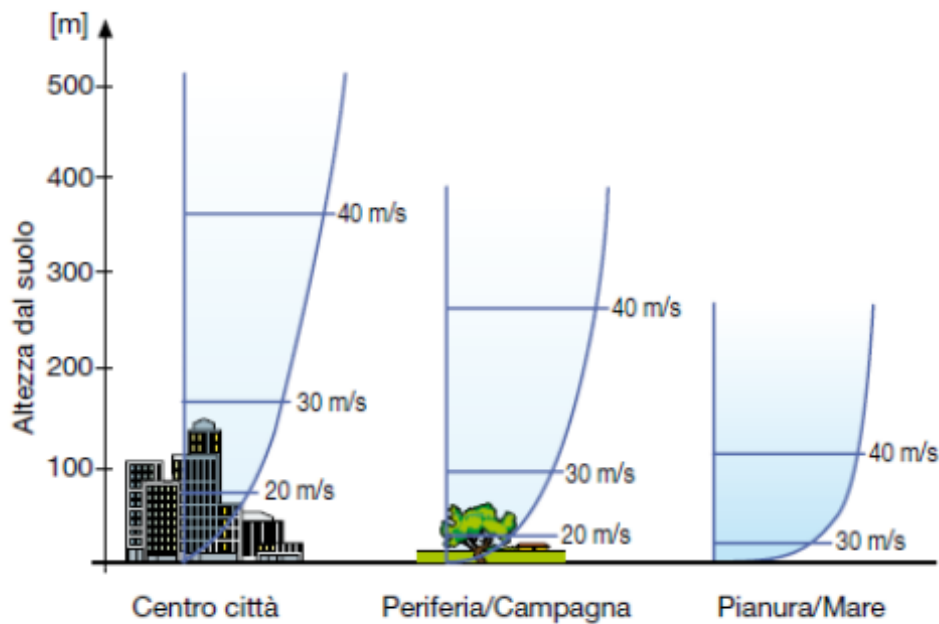
La scheda tecnica ci fornisce la potenza della pala eolica in funzione della velocità del vento



E' evidente che la velocità del vento è variabile vi sono giorni ed ore della giornata in cui la velocità è elevata e giorni in cui la velocità è nulla ; un calcolo approssimato della energia elettrica prodotta durante 1 giorno lo si ottiene moltiplicando la potenza per il numero di ore di funzionamento ad esempio 5 ore ovvero 1800 ore di funzionamento durante un anno.

$$E = 15 \text{ Kwh}$$

La velocità del vento varia con l'altezza



$$V = V_o * (Z/Z_o)^\alpha$$

Coefficiente α	Descrizione
0.09	Mare calmo
0.12	Aree agricole aperte con presenza limitata di ostacoli bassi
0.16	Aree agricole aperte con presenza limitata di ostacoli di media altezza (6-8)m
0.20	Aree agricole con presenza di numerosi ostacoli di media altezza (6-8)m
0.30	Zone urbane, boschi

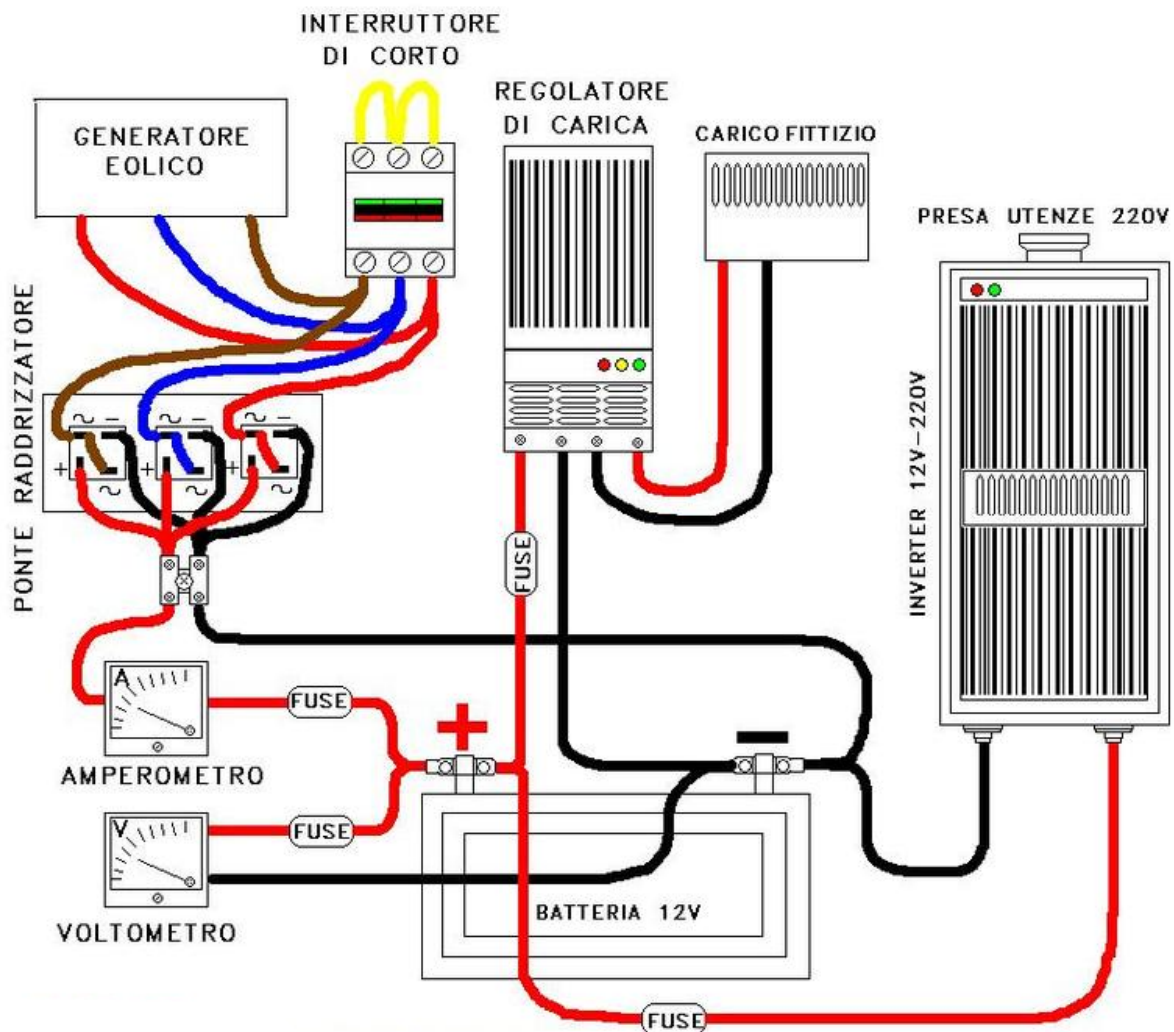
posizionando la pala eolica sul tetto del nostro edificio , oppure utilizzando un palo di grande altezza si può ottenere un valore della velocità del vento più elevato. La soluzione migliore è progettare edifici molto alti torri e su di essi creare un parco eolico.

4- Schema di impianto eolico domestico

L'impianto si compone di

- Microturbine eoliche
- Regolatori di carica
- Batterie
- Inverter

Utilizziamo un aereogeneratore ad asse orizzontale di potenza 3,5 KWp , lo schema di impianto è riportato in figura



Per quanto concerne le sezioni dei cavi dipendono dalla potenza del generatore eolico riportiamo una tabella dove è indicata la sezione del cavo in funzione della sua lunghezza e della potenza; per il nostro impianto una sezione di 0,17 mmq

Potenza [kW]	Corrente [A]	Sezione dei cavi [mm ²]					
		l = 10m	l = 20m	l = 50m	l = 100m	l = 150m	l = 200m
1	1,52	0,03	0,07	0,17	0,34	0,52	0,69
5	7,60	0,17	0,34	0,86	1,72	2,58	3,45
10	15,19	0,34	0,69	1,72	3,45	5,17	6,89
15	22,79	0,52	1,03	2,58	5,17	7,75	10,34
20	30,39	0,69	1,38	3,45	6,89	10,34	13,79

5- Conclusioni

Gli impianti eolici e fotovoltaici appartengono al settore della ingegneria energetica ed esulano dalle competenze di un ingegnere edile architetto che però deve avere delle nozioni (argomenti di fisica tecnica) in materia di progettazione di impianti ad energia rinnovabile in modo che durante la progettazione di un edificio plurifamiliare sia in grado attraverso la consulenza di un ingegnere specializzato in energia di progettare l'impianto fotovoltaico ed eolico. Gli impianti eolici sono anche argomenti del corso di costruzioni ed impianti per gli istituti tecnici per geometri, lo scopo di questi appunti non è la progettazione di un parco eolico ma sapere da quali elementi è composto un impianto eolico domestico ed essere in grado di redigere un progetto per la nostra casa bifamiliare.

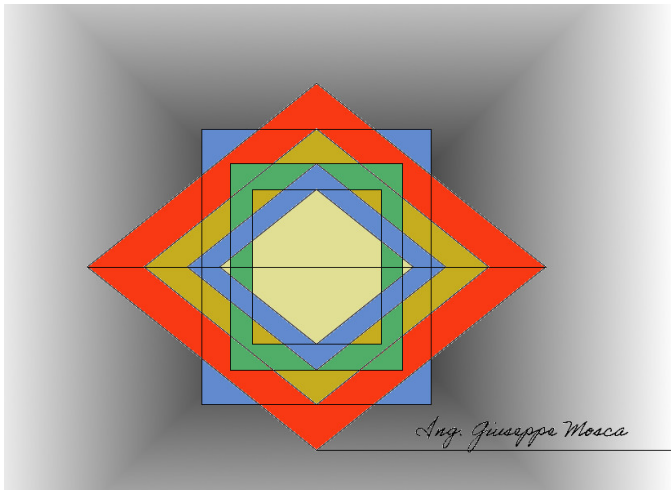
Gli impianti domestici a idrogeno

1- Introduzione

2- La produzione dell'idrogeno

3- Le caldaie a idrogeno

4- Conclusioni



N.B. Mi scuso di eventuali imprecisioni o errori che se segnalati contribuiscono al miglioramento degli appunti

1- Introduzione

L'idrogeno rappresenta la fonte energetica **green del futuro**, la transizione ecologica prevede la sostituzione di tutte le auto e le macchine con veicoli elettrici e ad idrogeno, e la integrazione di gas metano ed idrogeno per poi passare definitivamente a metanodotti destinati al trasporto di idrogeno per riscaldamento domestico ovvero di **"idrogenodotti"**. L'obiettivo della transizione non è soltanto ecologico si prevede che le risorse di gas metano i pozzi petroliferi nei paesi arabi non siano più in grado di far fronte ai fabbisogni energetici e consumi necessari per la illuminazione riscaldamento e trasporti nel mondo; il sole rappresenta per la terra una fonte di energia inesauribile ma per il riscaldamento e per avere auto con performance eccellenti alimentate da energia solare ovvero dal fotovoltaico occorrono superfici considerevoli la tecnologia attuale in uso e commercio a pannelli aventi superficie di 1,50 mq corrispondono potenze di circa 350 W, in centri urbani ad alta densità abitativa con prevalente sviluppo in verticale degli edifici e con molti appartamenti non si ha a disposizione la superficie necessaria per far fronte al fabbisogno di energia per riscaldamento. Ovviamente vi è la motivazione del surriscaldamento del pianeta la eliminazione di anidride carbonica e ossido di carbonio dai processi di combustione del metano del petrolio e suoi derivati del carbone; ottenere idrogeno dal gas metano è poco conveniente gli impianti di riscaldamento possono continuare ad essere alimentati a gas metano, diventa importante produrre idrogeno dalla elettrolisi ovvero dall'acqua in modo da non surriscaldare il pianeta azzerando le emissioni. E' evidente che i paesi che si avvantaggeranno di questa transizione sono quelli dove la risorsa idrica è presente in notevole quantità vicino al circolo polare artico e antartico Scandinavia, Siberia, Nord Canada Groenlandia, Alaska ect dove la costruzione di impianti per la produzione di idrogeno attraverso la elettrolisi consente la graduale sostituzione del gas metano, diventando fondamentale evitare il cambiamento climatico lo scioglimento dei ghiacci e il surriscaldamento del pianeta. I paesi arabi e africani dove la risorsa acqua è assente possono produrre energia elettrica necessaria per i loro fabbisogni ed immetterle nel mercato mondiale attraverso il fotovoltaico e centrali solari soprattutto in zone desertiche non abitate a notevole estensione. Si potrebbe prelevare acqua dal mare per produrre idrogeno in modo che ogni stato abbia la sua fonte di **Energia Green**; La tecnologia ad idrogeno si è molto evoluta in Italia esistono i primi distributori a idrogeno alternativi a quelli gasolio e benzina.



2- La produzione dell'idrogeno

La produzione dell'idrogeno può avvenire da fonti fossili e rinnovabili

Produzione da fonti fossili

Le tecnologie di produzione dell'idrogeno a partire dai combustibili fossili sono già ampiamente utilizzate. Nel mondo vengono prodotti annualmente circa 500 miliardi di Nm³ di idrogeno, e di questi circa il 40% rappresenta un sottoprodotto dell'industria chimica, mentre il 60% deriva da combustibili fossili, gas naturale e olio pesante, attraverso processi di reforming e di ossidazione parziale. Tali processi prevedono la produzione del gas attraverso successivi stadi di raffinazione e di frazionamento delle molecole degli idrocarburi fino alla completa eliminazione del carbonio. In questo modo oggi viene prodotta una grandissima quantità di idrogeno, tutta quella consumata sul mercato della chimica dei fertilizzanti di sintesi e nella metallurgia dell'acciaio. Il processo più diffuso, steam reforming, consiste in una reazione a caldo del metano con vapore a 800 °C, in modo da ossidare il carbonio e liberare idrogeno dalla molecola con emissione di anidride carbonica secondo la reazione:



Proprio questo è l'inconveniente della produzione da fonti fossili: causare, come prodotto di scarto, l'emissione di grandi quantità di CO₂. Quindi l'idrogeno, pur utilizzabile in modo pulito, è anch'esso causa di effetto serra per l'inquinamento prodotto nel ciclo di lavorazione. Per ovviare a ciò occorrerebbe raccogliere e confinare la CO₂ prodotta; si potrebbe ipotizzare una parziale riconversione dei grossi impianti delle compagnie petrolifere, che consenta di produrre idrogeno dagli idrocarburi: idrogeno che verrebbe poi utilizzato negli autoveicoli. Dal punto di vista ambientale, questa soluzione avrebbe il vantaggio di evitare le emissioni di CO₂ di una miriade di veicoli sparsi sul territorio, concentrandole negli impianti petrolchimici da dove però potrebbero essere catturate con opportuni filtri, trasformate in forma liquida o solida e poi immagazzinate in giacimenti geologici profondi e di caratteristiche adeguate che ne dovrebbero impedire la reimmissione in atmosfera.

Le opzioni principali sono due:

- pompaggio nei giacimenti esauriti di gas e petrolio;*
- immissione nei cosiddetti acquiferi salini formazioni stabili sotterranee non altrimenti utilizzabili, e in fondali oceanici situati a grande profondità (oltre 1.000 m sotto il livello del mare) dove la CO₂ si manterrebbe allo stato liquido indefinitamente a causa dell'enorme pressione ivi esistente.*

Produzione da fonti rinnovabili

Per quanto riguarda la produzione di idrogeno da fonti rinnovabili i processi possono essere sommariamente distinti in:

- produzione da biomasse;*
- produzione dall'acqua.*

Produzione da biomasse

Nella produzione di idrogeno a partire da biomasse nessun processo ha ancora raggiunto la maturità industriale. Le diverse alternative (gassificazione; pirolisi e successivo reforming della frazione liquida prodotta; produzione di etanolo e reforming dello stesso; produzione biologica attraverso processi basati su fenomeni di fotosintesi o di fermentazione) richiedono tutte un impegno notevole di ricerca e sviluppo.

Produzione dall'acqua

L'idrogeno può essere prodotto dall'acqua scindendo la stessa nei suoi componenti (idrogeno e ossigeno) attraverso l'elettrolisi. Schematicamente la reazione è la seguente:



Si può notare subito che la reazione di elettrolisi risulta esattamente inversa a quella che avviene nelle celle a combustibile. Pertanto, l'intero processo di produzione e consumo è ambientalmente sostenibile purché sia disponibile una corrispondente quantità di energia elettrica pulita, in grado di alimentare il processo di elettrolisi. È immediato pensare al sole come sorgente di questa energia, sfruttabile attraverso l'utilizzo di impianti di conversione fotovoltaica, la cui tecnologia già oggi può essere considerata tecnicamente affidabile e adeguata, anche se non ancora competitiva. Infatti, mediante l'uso di energia solare fotovoltaica si può produrre idrogeno elettrolitico e ossigeno che poi possono essere fatti ricombinare nelle celle a combustibile per produrre l'energia elettrica di cui abbiamo bisogno. Come prodotto finale di scarto si genera una quantità di acqua pura pressappoco uguale a quella di partenza, chiudendo in tal modo il ciclo senza emissioni inquinanti. Infine, è evidente che le grandi distese oceaniche altro non sono che enormi riserve di idrogeno: ogni kg di acqua pura contiene 111 g di idrogeno che, una volta bruciato, potrebbe produrre 3.200 chilocalorie di energia termica. Pertanto dall'acqua, in linea di principio, sarebbe possibile estrarre tutto l'idrogeno necessario a soddisfare in modo pulito le esigenze energetiche dell'umanità. Il problema attualmente è il costo. Con l'elettrolisi dell'acqua, infatti, è vero che si può ottenere idrogeno praticamente puro, ma solo a un prezzo che può diventare economicamente accettabile in una prospettiva ancora lontana, quando le innovazioni tecnologiche consentiranno un costo estremamente basso dell'energia elettrica, prodotta da fonti rinnovabili (o da nucleare). Pertanto tale scelta non appare, allo stato attuale delle conoscenze, economicamente ed energeticamente perseguibile, se non per applicazioni particolari (per esempio aree remote). La dissociazione dell'acqua può essere effettuata anche facendo uso di processi termochimici che utilizzano calore ad alta temperatura (800-1000 °C) ottenuto da fonti diverse (prima fra tutte l'energia solare termica); sono in corso, anche in Italia, attività di ricerca e sviluppo tese a dimostrare la fattibilità industriale di tali processi e il potenziale nel lungo termine sembra essere molto interessante. Altri processi, ancora allo stato di laboratorio, sono la fotoconversione che scinde l'acqua usando organismi biologici o materiali sintetici, e i processi fotoelettrochimici, che usano per lo stesso scopo una corrente elettrica generata da semiconduttori.

Accumulo dell'idrogeno

Compressione

Il modo più semplice ed economico per accumulare idrogeno è di utilizzarlo sotto forma di gas compresso a pressione di 200-250 bar (e oltre). La tecnologia risulta tuttavia non facilmente proponibile per l'uso a bordo di auto tradizionali, a causa del peso e ingombro dei serbatoi attualmente utilizzati, che rappresentano un limite all'autonomia e capacità di carico del veicolo. Di recente, notevoli progressi sono stati fatti con l'introduzione di serbatoi con struttura metallica o termoplastica rinforzata con fibre di carbonio o di vetro, che presentano un peso 3-4 volte inferiore a quello dei comuni serbatoi e che consentono di superare in parte gli inconvenienti dell'uso delle bombole tradizionali. Questi serbatoi sono in grado di operare a pressioni fino a 350 bar (potenzialmente fino a 700 bar) e consentono quindi di ottenere densità di accumulo di idrogeno adeguate all'uso a bordo di veicoli. Le caratteristiche di sicurezza sono solitamente molto elevate, grazie alla robustezza dei serbatoi e all'introduzione di fusibili antiscoppio in caso di incendio, e di valvole di interruzione del circuito in caso di urto. Per quanto riguarda normative di sicurezza e licenze per uso a bordo di veicoli, le bombole di idrogeno sono soggette a restrizioni analoghe a quelle adottate nel caso del gas naturale.

Liquefazione

L'idrogeno può essere immagazzinato anche in forma liquida a una temperatura di -253 °C. Per mantenere queste temperature sono stati messi a punto serbatoi criogenici a doppia parete, con un'intercapedine, dove viene fatto il vuoto (serbatoi tipo «dewar»). Questa tecnologia è ormai consolidata in Germania, dove la BMW la utilizza da oltre 15 anni su auto a idrogeno alimentate con motori a combustione interna. L'accumulo in forma liquida è forse la tecnologia che oggi meglio soddisfa, da un punto di vista teorico, le esigenze specifiche dell'autotrazione; tuttavia anch'essa presenta dei limiti. A sfavore dell'idrogeno liquido giocano la maggiore complessità del sistema, non solo a bordo del veicolo ma anche a terra, per la distribuzione e il rifornimento, e i maggiori costi a esso associati. Anche il costo energetico della liquefazione è considerevole, corrispondendo a circa il 30% del contenuto energetico del combustibile, contro un valore compreso tra il 4% e il 7% per l'idrogeno compresso.

Accumulo chimico

L'idrogeno può legarsi chimicamente con diversi metalli e leghe metalliche formando idruri, composti in grado di intrappolare idrogeno a pressioni relativamente basse. Il gas penetra all'interno del reticolo cristallino del metallo, andando a occupare i siti interstiziali. Tale tecnologia permette di raggiungere densità energetiche potenzialmente maggiori dell'idrogeno compresso e paragonabili con quelle dell'idrogeno liquido. Il volume di stoccaggio si potrebbe ridurre di 3-4 volte, rendendo possibile l'uso nelle autovetture, mentre l'energia specifica dipende dal peso specifico del metallo di base. Le percentuali in peso dell'idrogeno sul peso del metallo variano dall'1

al 12,7% (idruro di litio) mentre per le comuni bombole tale percentuale è di poco superiore all'1%. A fronte di tali caratteristiche positive, esistono ancora numerosi problemi da superare per la realizzazione di sistemi di accumulo veramente competitivi. Per esempio, occorre lavorare ancora per migliorare la stabilità strutturale e termica del materiale, per depurarlo dalle impurità presenti nell'idrogeno, per rendere compatibili temperatura e pressione con le applicazioni previste, ecc. Comunque, allo stato attuale, i materiali disponibili portano a sistemi di accumulo troppo pesanti: a parità di peso, il veicolo presenta un'autonomia tre volte inferiore a quella ottenibile con idrogeno liquido o compresso con serbatoi di tipo avanzato. Sono invece indubbi i vantaggi in termini di convenienza, compattezza, stabilità dello stoccaggio, sicurezza. Una tecnologia recentissima e ancora sperimentale riguarda l'utilizzo di nanostrutture di carbonio (nanotubi e nanofibre di carbonio), scoperte all'inizio degli anni 90, che stanno dimostrando buone capacità di assorbimento dell'idrogeno, con risultati in alcuni casi sorprendenti. Su questi materiali sono in corso ricerche da parte di numerosi gruppi di lavoro, ma i risultati ottenuti, spesso in contrasto tra di loro, sono per il momento difficilmente confrontabili in quanto le esperienze sono state effettuate su campioni di materiali di diverso tipo, provati in condizioni di pressione e temperatura molto diverse tra loro. Il campo di variazione della pressione va da pochi bar ad alcune centinaia di bar, la temperatura da 80 °K a 800 °K, le percentuali di assorbimento in peso variano da valori inferiori all'1% a un incredibile 60%.

Distribuzione dell'idrogeno

A seconda delle quantità interessate, l'idrogeno può essere trasportato per mezzo di autocisterne o con idrogenodotti. Fra le due opzioni, entrambe praticabili con le tecnologie attuali, esistono grosse differenze di costo e quindi solo specifiche analisi tecnico-economiche per le singole applicazioni possono determinare quale sia di volta in volta la soluzione migliore. Tubazioni di grosse dimensioni in acciaio standard (e quindi senza requisiti specifici) hanno trasportato idrogeno in Germania, nel distretto della Ruhr, dai produttori ai consumatori sin dal 1938, senza particolari problemi di sicurezza (le tubazioni erano provviste di sensori per possibili fughe ed erano previste periodiche ispezioni di controllo). D'altra parte è utile ricordare come anche in Italia, per più di 70 anni, si è distribuito nelle città senza problemi particolari il cosiddetto gas di città, costituito da miscele di idrogeno (50%) e monossido di carbonio (50%), dove l'elemento di maggiore pericolosità era il monossido di carbonio, in quanto altamente tossico. Attualmente anche città a densità di popolazione estremamente elevate, come Pechino, sono servite da reti di distribuzione di questo tipo di gas. Idrogenodotti di dimensioni significative sono attualmente presenti in diverse nazioni: esiste una rete di circa 170 km nella Francia del Nord, per un totale nell'intera Europa di più di 1.500 km. Il Nord America, poi, possiede più di 700 km di condutture per il trasporto dell'idrogeno. L'esperienza accumulata nel settore della distribuzione gas può quindi essere utilizzata in maniera molto diretta anche per la realizzazione e l'esercizio di reti di distribuzione dell'idrogeno, grosso modo simili alle attuali reti per il gas naturale; le maggiori differenze potrebbero risiedere nei materiali

utilizzati (alcuni acciai, tipo quelli al cromo e al molibdeno, hanno migliore compatibilità con l'idrogeno) e nei criteri di progetto delle stazioni di pompaggio. In particolare, sebbene abbia una densità energetica volumetrica minore di quella del gas naturale, l'idrogeno è meno viscoso, per cui, con un'adatta progettazione, l'energia necessaria per il suo pompaggio diventa paragonabile a quella richiesta per la stessa quantità di energia trasportata con il gas naturale. Reti di distribuzione per idrogeno liquido, risultando particolarmente costose e di difficile gestione, sono state realizzate solo per applicazioni particolarmente specializzate, come il rifornimento di veicoli spaziali.

3- Le caldaie a idrogeno

Per la architettura e ingegneria edile l'utilizzo dell'idrogeno concerne gli impianti di riscaldamento ovvero la graduale sostituzione delle normali caldaie a gas metano attraverso una transizione con caldaie a idrogeno nel pieno rispetto della direttiva europea **Case Green** che prevede per il 2050 che tutti gli edifici siano a zero emissioni di carbonio. La tecnologia delle caldaie per le differenti aziende è in continua evoluzione per esigenze di mercato nuovi introiti e adattamento alle recenti normative: la soluzione migliore sarebbe quella di riscaldare la propria abitazione attraverso l'acqua potabile del nostro rubinetto diventando la acqua una risorsa fondamentale per la nostra sopravvivenza soprattutto se si tiene conto del cambiamento climatico della siccità delle scarse nevicate : nel mio territorio Abruzzo la neve è assente da molti anni si preferisce innevare le pista da sci con cannoni neve artificiale per non creare disagio alle amministrazioni provinciali che devono intervenire con mezzi spazza neve per garantire il traffico sulle statali di montagna dove spesso vi sono autotreni e tir bloccati per la neve e ghiaccio. Simbolicamente la neve è una **“manna”** ovvero espressione di ricchezza soprattutto per località turistiche di montagna dove il paesaggio migliora notevolmente e le strutture ricettive hanno molti guadagni nei periodi invernali; ma ha una funzione essenziale ovvero quella di riempire le falde idriche, le riserve di acqua quali i laghi di montagna, l'acqua non si origina dalla pioggia ma dalle nevicate in inverno ect. **L'Abruzzo** nella Italia meridionale detiene la risorsa idrica inutile parlare della Sicilia della Puglia dove addirittura vi è il racket dell'acqua, che viene venduta a prezzo molto alto ; è uso comune favorire i Punkbbestia ovvero limitare le pratiche igieniche per ridurre i consumi di acqua o tacciare le persone sotto la doccia di omosessualità, in comunità e luoghi dove non si usa neanche pagare la bolletta dell'acqua. In siffatti contesti sociali riscaldarsi con acqua del rubinetto è fuori luogo la transizione ecologica prevede la graduale sostituzione del gas metano con idrogeno nelle relative percentuali adattando le caldaie, sostituendo il metanodotto con l'idrogenodotto conservando le infrastrutture esistenti e le relative aziende di gestione senza eseguire nuove opere idrauliche cambiando il solo combustibile

Gas metano - Idrogeno

e la relativa caldaia che per manutenzione e durata deve essere sostituita almeno ogni 15 anni

-Caldaia

In un appartamento residenziale avente una superficie compresa tra i 30-150 mq è sufficiente per l'impianto di riscaldamento una caldaia con potenza di 12 KW, le caldaie di solito hanno una doppia potenza 12000 Watt ÷ 24000 Watt . Tra le caldaie a idrogeno è necessario effettuare una distinzione tra caldaie 20% di H₂ e caldaie con 100% di H₂ ; la prima tipologia di caldaia ha come comburente una miscela costituita dall'80% di gas naturale metano CH₄ e il restante 20% di idrogeno H₂ , ovviamente dalle reazioni chimiche di combustione del metano si introduce ossido di carbonio e anidride carbonica nell'atmosfera; il vantaggio è nel potere calorifico differente del Metano e Idrogeno

Gas naturale Metano 10 Kwh/mc

Idrogeno 3,3 Kwh/mc

Di conseguenza la miscela con il 20 % di idrogeno fa diminuire il potere calorifero di circa il 14% occorrono quindi portate di miscela volumetriche e massiche più elevate . Le condotte esistenti nei circuiti cittadini potrebbero essere insufficienti a garantire la corretta circolazione del fluido gassoso. Per idrogeno al 100% con le pressioni attuali dei gasdotti occorrono portate 3,3 volte superiori oppure caldaie con potenze 3,3 volte più elevate per cui si deve necessariamente intervenire sulla rete cittadina modificando le sezioni delle condotte previa la sostituzione dei tubi con diametro maggiore che una manutenzione periodica richiede almeno ogni 50 anni. Il moto di un gas in un tubo è regolato dalla legge della idraulica per fluidi comprimibili il potere calorifero va riferito non al volume che varia in funzione della pressione e temperatura secondo la legge fondamentale di stato dei gas

$$PV = n \cdot R \cdot T$$

ma alla massa del gas per cui il dimensionamento calcolo e verifica del gasdotto come avviene nella realtà va riferito alla portata massica ed anche il relativo potere calorifero : la equazione di continuità nei circuiti idraulici è fondata per fluidi incompressibili (acqua) principio di conservazione del volume mentre per fluidi comprimibili (gas) principio di conservazione della massa , per cui l'equilibrio in un nodo idraulico prevede che la somma delle portate uscenti sia uguale e a quelle entranti e che nei moti delle condotte la portata sia costante

Idrogeno 120 MJ/kg

Metano 35,88 MJ/kg

Si vede che è maggiore di 3 volte il potere calorifero dell'idrogeno non si ha neanche necessità di utilizzare condotte con diametro maggiore ovviamente è opportuno regolare la pressione per avere il potere calorifero riportato.

Il prodotto della combustione dell'idrogeno è vapore acqueo e non CO₂ o CO con la seguente reazione chimica

Idrogeno $2 \cdot H_2 + O_2 = 2 \cdot H_2O$ vapore acqueo + calore

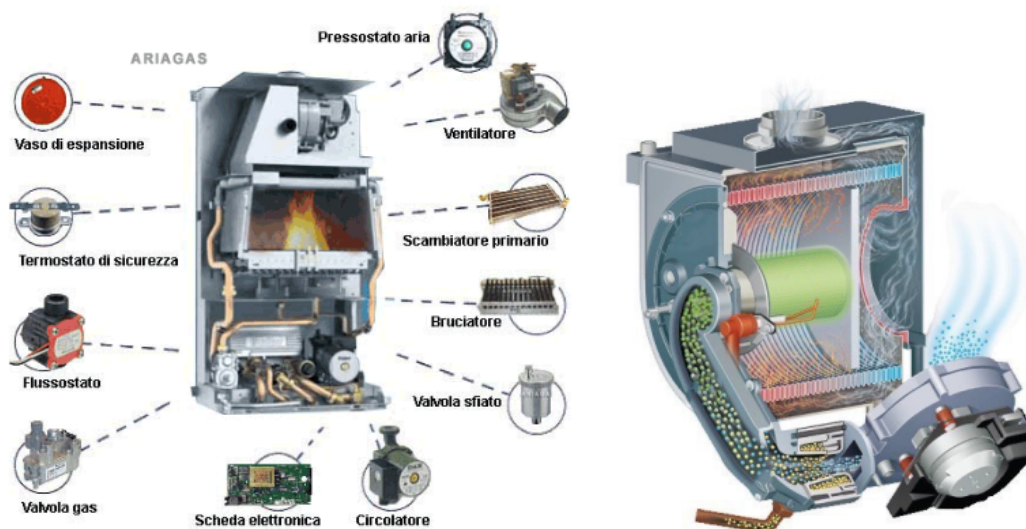
Metano $CH_4 + 2 \cdot O_2 = 2 \cdot H_2O + CO_2$ vapore + anidride + calore

Le caldaie a condensazione utilizzano miscele di gas naturale e idrogeno provenienti dalla rete cittadina ; una caldaia ideale è quella alimentata ad acqua che esegue la elettrolisi produce idrogeno e lo utilizza direttamente come combustibile.

Caldaia a condensazione (miscela gas metano + idrogeno)

Lo schema idraulico di una caldaia monotermica a metano può ritenersi applicabile anche per una caldaia a idrogeno, poiché la componentistica varia solo per pochi pezzi. Le differenze principali si riscontrano all'interno della camera di combustione e sono:

- *il bruciatore;*
- *la candela;*
- *il rilevatore di fiamma UV;*
- *il sensore d'idrogeno, per rilevare eventuali fughe.*



Il bruciatore di una caldaia è l'elemento sottoposto alla temperatura più alta; al suo interno arriva la miscela aria-combustibile, la quale è innescata attraverso l'utilizzo di una candela. I criteri da valutare per la progettazione di un bruciatore a idrogeno sono:

- *il mantenimento di una velocità di combustione tale da evitare ritorni di fiamma;*
- *l'essere costituito da un materiale tale da non subire il fenomeno d'infragilimento da idrogeno.*

A differenza delle caldaie a metano, in una a idrogeno la fiamma viene rilevata con l'utilizzo di un rilevatore di fiamma UV.

Per il rendimento utile della caldaia si ha:

$$\eta = (\text{Energia utile}) / (\text{Energia spesa}) = (\text{Potenza utile}) / (Q \text{ termica spesa})$$

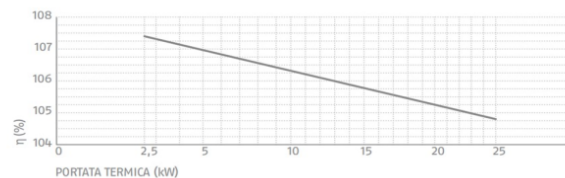
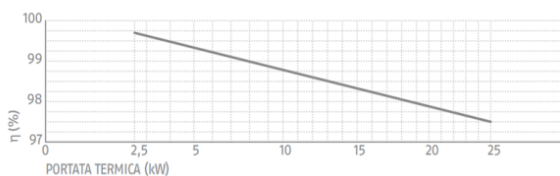
Possiamo osservare le perdite di calore[kW] della caldaia che si definiscono come:

$$\text{Perdite} = (Q \text{ termica spesa}) - (\text{Potenza utile})$$

Queste perdite comprendono le:

- *Perdite di calore al camino;*
- *Perdite per irraggiamento al mantello;*
- *Perdite per umidità dell'aria comburente;*
- *Perdite per combustione incompleta.*

Il rendimento utile di una caldaia a idrogeno con le temperature di andata e ritorno rispettivamente di 80°C e 60°C risulta indicativamente come quello nel grafico a sinistra, mentre con le temperature di 50°C e 30°C come nel grafico a destra.



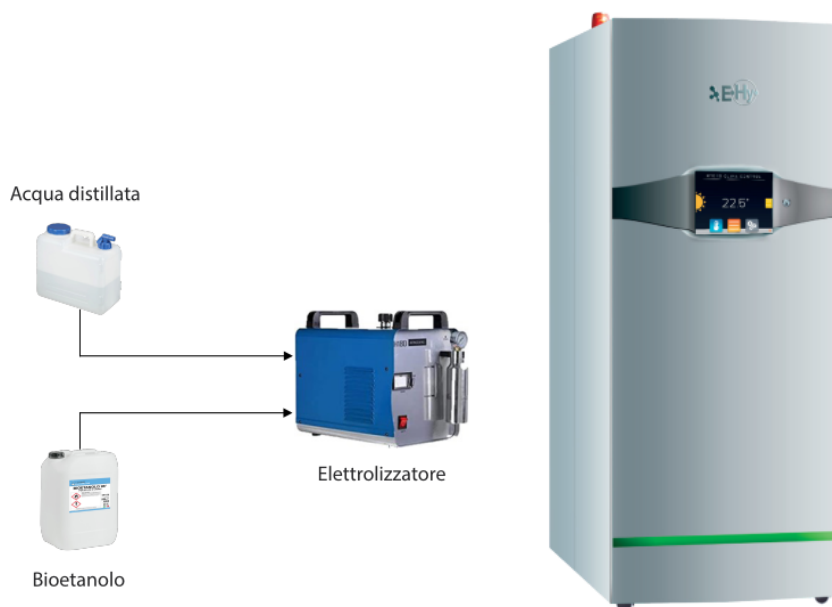
Possiamo andare a osservare come il rendimento superi il 100% perché nei calcoli si va a usare il potere calorifico inferiore, non tenendo conto quindi del calore fornito dalla condensazione dei prodotti della combustione.

Un problema legato all'idrogeno è il suo alto costo comparato con l'energia posseduta, infatti:

- *Il costo dell'energia prodotta dal metano è all'incirca 25 €/MWh;*
- *Il costo dell'energia prodotta dall'idrogeno verde va all'incirca dai 90 ai 225 €/MWh;*
- *Il costo dell'energia prodotta dall'idrogeno blu varia all'incirca dai 69 ai 75 €/MWh.*



La tecnologia migliore è quella di svincolarsi dal gasdotto cittadino ed alimentare la caldaia con acqua potabile eseguendo la elettrolisi dell'idrogeno attraverso una apparecchiatura denominata elettrolizzatore che si avvale di energie elettrica da fotovoltaico



Esistono caldaie a idrogeno con elettrolizzatore inglobato che prevedono :

- Collegamento all'impianto termico ed elettrico;*
- Rifornimento di acqua distillata e di bioetanolo per il produttore di idrogeno;*
- Ancoraggio a muro;*

La differenza tra le attuali caldaie e gas naturale metano e a idrogeno è nei costi circa 15-20 volte superiori ; per una caldaia murale a gas metano, normale sostituzione dopo 15 anni di funzionamento si spendono circa 1000 euro con gli incentivi quali detrazioni e sconto in fattura 400 euro , per una caldaia a idrogeno circa 10000-15000 euro .

4- Conclusioni

L'idrogeno rappresenta assieme al sole la fonte energetica del futuro poiché inesauribili sia le riserve di acqua che la energia solare ; il loro utilizzo è dettato non tanto da problematiche connesse al cambiamento climatico al surriscaldamento del pianeta ma a vere e proprie esigenze e richieste di energia per far fronte ai fabbisogni per i trasporti il riscaldamento la illuminazione che accoppiata alle zero emissioni di carbonio rappresenta un ottimo investimento economico per le aziende energetiche automobilistiche per la industria metalmeccanica collegata al riscaldamento ect . In un abitazione per una normale famiglia si stima la massa di anidride carbonica immessa nell'atmosfera dalla nostra caldaia a condensazione a gas metano quali

Anidride carbonica

Per esempio se una caldaia a metano ha un'efficienza del 75%,

0.273 kg di CO₂ su KWh. Circa 2,7 kg di CO₂ per mc di metano.

I consumi annui di metano in zone di montagna per un singolo appartamento residenziale ammontano circa 700-800 mc di conseguenza la immissione globale annua di CO₂ è pari a 1890 kg ÷ 2160 kg

per cui la coscienza ecologista radicata in ogni cittadino anche se la differenza di prezzo è proibitiva impone una modifica della caldaia con sistemi ibridi

Gas metano - idrogeno

Gas metano - fotovoltaico

Gas metano- geotermia

Caldaie a idrogeno

Caldaie elettriche

Utilizzando caldaie a condensazione , pompe di calore , impianti fotovoltaici eolici , elettrolizzatori ect ormai definitivamente imposti dalla normative italiane per le nuove costruzioni.

Bibliografia

Reperibile on line

I rifiuti solidi urbani

1- Introduzione: Ingegneria sanitaria

2- La economia circolare

3- La classificazione dei rifiuti

4- La raccolta differenziata

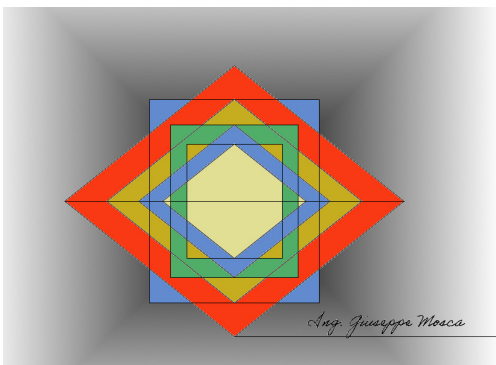
5- Le discariche

6- I termovalorizzatori

7- Gli impianti di riciclo

8- Lo smaltimento dei rifiuti in casa

9- Conclusioni



Mi scuso di eventuali imprecisioni o errori che se segnalati contribuiscono al miglioramento degli appunti

1- Introduzione: Ingegneria sanitaria

*L'Ingegneria Sanitaria Ambientale è una branca dell'ingegneria che si occupa della risoluzione di problemi tecnici in ambiti che hanno notevole influenza sulla salute dell'uomo. L'uomo, per vivere, deve disporre, nel corso della propria esistenza, di diverse risorse naturali; in particolare, quelle principali sono aria, acqua e suolo. Ovviamente queste tre risorse devono avere caratteristiche tali da non mettere in pericolo la salute dell'uomo; evidentemente, allora, l'ingegnere sanitario-ambientale interviene su aria, acqua e suolo attraverso provvedimenti tecnici atti a renderli idonei all'utilizzazione da parte dell'uomo. ogni modo, storicamente, i primi provvedimenti nel campo dell'ingegneria sanitaria-ambientale sono stati relativi ai corpi idrici e quindi ad una sola delle tre risorse di cui sopra. Solo in seguito le problematiche di inquinamento del suolo e dell'aria hanno portato questa materia ad occuparsi di un numero di ambiti maggiore. Tuttavia, ancora oggi, nella maggior parte dei casi, il termine ingegneria sanitaria-ambientale viene associato agli impianti di trattamento delle acque. L' inquinamento del suolo e dell'acqua concernono soprattutto i rifiuti solidi urbani ed il loro smaltimento , negli ultimi 30 anni le politiche ambientali in materia di rifiuti si sono evolute enormemente a tal punto che i rifiuti sono una risorsa ovvero da essi è possibile ottenere delle energia termica che poi viene convertita in energia elettrica; lo stesso riciclo dei rifiuti consente di riutilizzare materiale come la carta il vetro l'alluminio l'acciaio la plastica creando un vero e proprio indotto produttivo , ma come ben sappiamo la industria dei rifiuti è una industria pubblica non ha un bilancio in attivo si è fondata sulla **TARI** e sulla **TARSU** ovvero sulla tassa dei rifiuti solidi urbani sulle tasse pagate dai cittadini ai quali viene erogato un servizio quale la raccolta dei rifiuti e la pulizia delle città . Si è soliti vedere in città come Roma o Napoli cumuli di immondizia dovute a questioni di disservizio ovvero la mancata raccolta dei rifiuti, altri comuni “virtuosi” invece ci fondano la immagine del paese la educazione sociale e la raccolta e gestione dei rifiuti diventa vanto sociale di origine mafiosa. La soluzione migliore come vedremo in un paragrafo dedicato è l'incenerimento tramite controllo dei fumi dei rifiuti a casa utilizzando la energia per il riscaldamento in inverno la produzione di acqua calda sanitaria o di energia elettrica o in estate eliminando tutte le aziende che fondano la loro esistenza attorno ai rifiuti eliminando le tasse TARI e TARSU , con ogni famiglia che ha il suo minitermovalorizzatore a casa da sottoporre a manutenzione da collegare agli impianti assieme alla caldaia, controllare le emissioni di carbonio favorendo le industrie che producono minitermovalorizzatori e caldaie risolvendo il problema alla radice ovvero senza smaltire alcun rifiuto solido urbano multando chi butta rifiuti in strada, , senza termovalorizzatori o impianti di riciclo e traffico di rifiuti : si tratta di imporre ad ogni famiglia l'acquisto di un minitermovalorizzatore anche con contributi dello stato.*



2- La economia circolare

Negli ultimi anni si è andata diffondendo soprattutto in Europa la economia circolare il cui concetto risponde al desiderio di crescita sostenibile, nel quadro della pressione crescente a cui produzione e consumi sottopongono le risorse mondiali e l'ambiente. Finora l'economia ha funzionato con un modello **“produzione-consumo-smaltimento”**, modello lineare dove ogni prodotto è inesorabilmente destinato ad arrivare a **“fine vita”**. Per produrre il cibo, costruire le case e le infrastrutture, fabbricare beni di consumo o fornire l'energia si usano materiali pregiati. Quando sono stati sfruttati del tutto o non sono più necessari, questi prodotti sono smaltiti come rifiuti. L'aumento della popolazione e la crescente ricchezza, tuttavia, spingono più che mai verso l'alto la domanda di risorse (scarseggianti) e portano al degrado ambientale. Sono saliti i prezzi dei metalli e dei minerali, dei combustibili fossili, degli alimenti per uomo e animali, così come dell'acqua pulita e dei terreni fertili. Nell'Unione europea ogni anno si usano quasi 15 tonnellate di materiali a persona, mentre ogni cittadino UE genera una media di oltre 4,5 tonnellate di rifiuti l'anno, di cui quasi la metà è smaltita nelle discariche. L'economia lineare, che si affida esclusivamente allo sfruttamento delle risorse, non è più un'opzione praticabile. La transizione verso un'economia circolare sposta l'attenzione sul riutilizzare, aggiustare, rinnovare e riciclare i materiali e i prodotti esistenti. Quel che normalmente si considerava come **“rifiuto”** può essere trasformato in una **“risorsa”**. Si comprende al meglio l'economia circolare osservando i sistemi viventi (biosistemi) naturali, che funzionano in modo ottimale perché ognuno dei loro elementi si inserisce bene nel complesso. I prodotti sono progettati appositamente per inserirsi nei cicli dei materiali: di conseguenza, questi formano un flusso che mantiene il valore aggiunto il più a lungo possibile. I rifiuti residui sono prossimi allo zero. La transizione verso un'economia circolare richiede la partecipazione e l'impegno di diversi gruppi di persone.



Il ruolo dei decisori politici è offrire alle imprese condizioni strutturali, prevedibilità e fiducia, valorizzare il ruolo dei consumatori e definire come i cittadini possono beneficiare dei vantaggi dei cambiamenti in corso. Il mondo delle imprese può riprogettare completamente le catene di fornitura, mirando all'efficienza nell'impiego delle risorse e alla circolarità. A questa transizione sistemica sono d'aiuto gli sviluppi delle TIC e i cambiamenti sociali. L'economia circolare può quindi aprire nuovi mercati, che rispondano ai cambiamenti dei modelli di consumo: dalla convenzionale proprietà all'utilizzo, riutilizzo e condivisione dei prodotti. Inoltre, può concorrere a creare maggiore e migliore occupazione. Diventa fondamentale modificare i modelli comportamentali fare delle scelte di vita più sostenibili ridurre i consumi e la produzione di rifiuti più dannosi per l'ambiente, il concetto di economia circolare applicato al cantiere dove con i materiali provenienti dalla demolizione si fabbricano inerti per la produzione di calcestruzzo anche più resistenti degli inerti di cava. Il riutilizzo e il riciclaggio dei prodotti rallenterebbe l'uso delle risorse naturali, ridurrebbe la distruzione del paesaggio e degli habitat e contribuirebbe a limitare la perdita di biodiversità. Un altro vantaggio dell'economia circolare è la riduzione delle emissioni annue totali di gas a effetto serra. Secondo l'Agenzia europea dell'ambiente, i processi industriali e l'uso dei prodotti sono responsabili del 9,10% delle emissioni di gas serra nell'UE, mentre la gestione dei rifiuti rappresenta il 3,32%. Creare prodotti più efficienti e sostenibili fin dall'inizio aiuterebbe a ridurre il consumo di energia e risorse, poiché si stima che oltre l'80% dell'impatto ambientale di un prodotto sia determinato durante la fase di progettazione. Il passaggio a prodotti più affidabili che possono essere riutilizzati, aggiornati e riparati ridurrebbe la quantità di rifiuti. L'imballaggio è un problema in crescita e, in media, ogni europeo genera quasi 180 kg di rifiuti di imballaggio l'anno. L'obiettivo è contrastare gli imballaggi eccessivi e migliorarne il design per promuovere il riutilizzo e il riciclaggio. Secondo Eurostat, l'UE importa circa la metà delle materie prime che consuma. Il valore totale degli scambi (importazioni più esportazioni) di materie prime tra l'UE e il resto del mondo è quasi triplicato dal 2002, con le esportazioni che crescono più rapidamente delle importazioni. Indipendentemente da ciò, l'UE importa ancora più di quanto esporta. Nel 2021, ciò ha comportato un deficit commerciale di 35,5 miliardi di euro. Il riciclaggio delle materie prime mitiga i rischi associati all'approvvigionamento, come la volatilità dei prezzi, la disponibilità e la dipendenza dalle importazioni. Ciò vale in particolare per le materie prime critiche, necessarie per la produzione di tecnologie cruciali per il raggiungimento degli obiettivi climatici, come batterie e motori elettrici. Ci troviamo di fronte a un aumento della domanda di materie prime e allo stesso tempo a una scarsità delle risorse: molte delle materie prime e delle risorse essenziali per l'economia sono limitate, ma la popolazione mondiale continua a crescere e di conseguenza aumenta anche la richiesta di tali risorse finite. Questo bisogno di materie prime crea una dipendenza verso altri paesi: alcuni stati membri dell'UE dipendono da altri paesi per quanto riguarda l'approvvigionamento. Non dobbiamo poi dimenticare l'impatto sul clima: i processi di estrazione e utilizzo delle materie prime producono un grande impatto sull'ambiente e aumentano il consumo di energia e le emissioni di anidride carbonica (CO₂). Un uso più razionale delle materie prime può contribuire a diminuire le emissioni di CO₂. Nel marzo 2020, la Commissione europea ha presen-

tato il piano d'azione per una nuova economia circolare che punta a prodotti più sostenibili, alla riduzione dei rifiuti e al conferimento di più potere ai cittadini, ad esempio attraverso il 'diritto alla riparazione'. I settori ad alta intensità di risorse, come elettronica e tecnologie dell'informazione e della comunicazione, plastiche, tessile e costruzioni, godono di specifica attenzione.

3- La classificazione dei rifiuti

*Diamo innanzitutto la definizione di **rifiuto** : qualsiasi sostanza od oggetto il cui detentore si disfi o abbia deciso o abbia l'obbligo di disfarsi . Non sono rifiuti :*

- *I prodotti di recupero*
- *I sottoprodotti*
- *Le terre e rocce di scavo che rispettino determinate condizioni.*

*La distinzione tra ciò che è rifiuto e ciò che no lo è, è legata al concetto di disfarsene ovvero un oggetto una sostanza che vogliamo eliminare dalla nostra abitazione che non ci serve più (la gente razzista parla di “**persone**” rifiuti dei quali disfarsene o di scarafaggi da tenere in casa pensando che loro siano molto migliori, semplicemente gente parassita con disturbo di predazione che ha sopravvissuto sul disagio e condizione altrui e quando non servono più se ne disfanno o li chiudono in casa perchè ancora utili). Sono esclusi dalla seguente classificazione:*

- *Le emissioni in atmosfera*
- *Le acque di scarico . Sono esclusi i liquidi cisternati che rientrano nei rifiuti .*
- *I sottoprodotti di origine animali eccetto quelli destinati alla produzione di biogas e di compost*

Dalla classificazione dei rifiuti sono esclusi:

- *I rifiuti radioattivi;*
- *Gli esplosivi in disuso;*
- *I rifiuti derivanti dallo sfruttamento delle cave;*
- *I rifiuti agricoli zootecnici riutilizzati in agricoltura , in silvicoltura e per la produzione di energia biomassa;*
- *Il terreno non contaminato escavato nel corso di attività di costruzione riutilizzato nello stesso sito ;*
- *Le sostanze destinate ad essere utilizzate come materie prime per i mangimi.*

*I rifiuti sono classificati in funzione **della origine e della pericolosità**:*

- **Rifiuti urbani**
- **Rifiuti speciali**

- **Rifiuti pericolosi**
- **Rifiuti non pericolosi**

Sono rifiuti urbani:

- *I rifiuti domestici anche ingombranti, provenienti da locali e luoghi adibiti ad uso di civile abitazione;*
- *I rifiuti non pericolosi provenienti da locali e luoghi non adibiti a civile abitazione assimilati ai rifiuti urbani e non;*
- *I rifiuti di spazzamento delle strade ;*
- *I rifiuti giacenti sulle strade private e pubbliche ;*
- *I rifiuti vegetali provenienti da aree verdi quali giardini parchi ed aree cimiteriali;*
- *I rifiuti provenienti da esumazioni ed estumazioni nonché altri rifiuti provenienti da attività cimiteriale.*

Sono rifiuti speciali:

- *I rifiuti derivanti da attività agricole e agro industriali ;*
- *I rifiuti derivanti dalle attività di costruzione, demolizione e dalle attività di scavo;*
- *I rifiuti di lavorazioni industriali*
- *I rifiuti da attività artigianali*
- *I rifiuti da attività commerciali*
- *I rifiuti da attività di servizio*
- *I rifiuti derivanti dalle attività sanitarie*
- *I rifiuti derivanti dalle attività di smaltimento e recupero dei rifiuti , i fanghi della potabilizzazione ed altri trattamenti delle acque reflue*

Elenco dei rifiuti urbani

Allegato L -quater		
Elenco dei rifiuti di cui all'articolo 183, comma 1, lettera b-ter), punto 2)		
Frazione	Descrizione	EER
RIFIUTI ORGANICI	Rifiuti biodegradabili di cucine e mense	200108
	Rifiuti biodegradabili	200201
	Rifiuti dei mercati	200302
CARTA E CARTONE	Imballaggi in carta e cartone	150101
	Carta e cartone	200101
PLASTICA	Imballaggi in plastica	150102
	Plastica	200139
LEGNO	Imballaggi in legno	150103
	Legno, diverso da quello di cui alla voce 200137*	200138
METALLO	Imballaggi metallici	150104
	Metallo	200140
IMBALLAGGI COMPOSITI	Imballaggi materiali compositi	150105
MULTIMATERIALE	Imballaggi in materiali misti	150106
VETRO	Imballaggi in vetro	150107
	Vetro	200102
TESSILE	Imballaggi in materia tessile	150109
	Abbigliamento	200110
	Prodotti tessili	200111
TONER	Toner per stampa esauriti diversi da quelli di cui alla voce 080317*	080318
INGOMBRANTI	Rifiuti ingombranti	200307
VERNICI, INCHIOSTRI, ADESIVI E RESINE	Vernici, inchiostri, adesivi e resine diversi da quelli di cui alla voce 200127	200128
DETERGENTI	Detergenti diversi da quelli di cui alla voce 200129*	200130
ALTRI RIFIUTI	Altri rifiuti non biodegradabili	200203
RIFIUTI URBANI INDIFFERENZIATI	Rifiuti urbani indifferenziati	200301

E' diventata di moda la raccolta differenziata ogni famiglia si cimenta nella differenziazione dei rifiuti nel separare la plastica dal cartone dal vetro e dall'organico si è formata nella mente la coscienza del rifiuto della ingegneria sanitaria in ogni cittadino anche se in molte città italiane il problema non è risolto vi sono rifiuti nelle strade.

Allegato L -quinquies Elenco attività che producono rifiuti di cui all'articolo 183, comma 1, lettera b-ter), punto 2)	
1. Musei, biblioteche, scuole, associazioni, luoghi di culto.	18. Attività artigianali tipo botteghe: falegname, idraulico, fabbro, elettricista.
2. Cinematografi e teatri.	19. Carrozzeria, autofficina, elettrauto.
3. Autorimesse e magazzini senza alcuna vendita diretta.	20. Attività artigianali di produzione beni specifici.
4. Campeggi, distributori carburanti, impianti sportivi.	21. Ristoranti, trattorie, osterie, pizzerie, pub.
5. Stabilimenti balneari.	22. Mense, birrerie, hamburgerie.
6. Esposizioni, autosaloni.	23. Bar, caffè, pasticceria.
7. Alberghi con ristorante.	24. Supermercato, pane e pasta, macelleria, salumi e formaggi, generi alimentari.
8. Alberghi senza ristorante.	25. Plurilicenze alimentari e/o miste.
9. Case di cura e riposo.	26. Ortofrutta, pescherie, fiori e piante, pizza al taglio.
10. Ospedali.	27. Ipermercati
11. Uffici, agenzie, studi professionali.	28. Banchi di mercato generi alimentari.
12. Banche ed istituti di credito.	29. Discoteche, night club. Rimangono escluse le attività agricole e connesse di cui all'articolo 2135 del codice civile.
13. Negozi abbigliamento, calzature, libreria, cartoleria, ferramenta, e altri beni durevoli.	Attività non elencate, ma ad esse simili per loro natura e per tipologia di rifiuti prodotti, si considerano comprese nel punto a cui sono analoghe.
14. Edicola, farmacia, tabaccaio, plurilicenze.	
15. Negozi particolari quali filatelia, tende e tessuti, tappeti, cappelli e ombrelli, antiquariato.	
16. Banchi di mercato beni durevoli.	
17. Attività artigianali tipo botteghe: parrucchiere, barbiere, estetista.	

*Sono **Rifiuti pericolosi** quei rifiuti che per la composizione chimica fisica o biologica possono rappresentare un pericolo per la salute umana e l'ambiente*

- *gli scarti della raffinazione del petrolio;*
- *scarti dei processi chimici industriali;*
- *gli scarti dell'industria metallurgica;*
- *gli scarti che provengono da apparecchiature elettriche ed elettroniche;*
- *i solventi;*
- *gli oli esausti;*
- *batterie e accumulatori;*
- *rifiuti degli impianti di trattamento delle acque reflue;*
- *rifiuti dell'industria fotografica (soluzioni di sviluppo e attivanti a base di acqua o disolventi; soluzioni fissative e di sbianca-fissaggio, ecc.);*
- *i rifiuti delle attività medica e veterinaria;*
- *rifiuti della produzione conciaria e tessile;*
- *i rifiuti dell'industria cosmetica (detergenti, trucchi);*
- *pitture e vernici di scarto; scarti di inchiostro;*
- *rifiuti agrochimici contenenti sostanze pericolose;*
- *esplosivi di scarto (munizioni, fuochi d'artificio).*

Pericolosità dei rifiuti

I rifiuti sono classificati in base alla pericolosità dei materiali e alle caratteristiche che li rendono nocivi per la salute umana e per l'ambiente:

- *Esplosivi: sostanze che possono esplodere per effetto della fiamma o che sono sensibili agli urti e agli attriti.*
- *Comburenti: sostanze che a contatto con altre sostanze, presentano una forte reazione esotermica, con sviluppo di forte calore.*
- *Facilmente infiammabili e infiammabili.*
- *Irritanti: preparati non corrosivi il cui contatto immediato, prolungato o ripetuto con la pelle o le mucose può provocare una reazione infiammatoria.*
- *Rifiuti nocivi: sostanze che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono comportare rischi per la salute di limitata entità.*
- *Tossici: preparati che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono comportare rischi per la salute gravi, acuti o cronici e anche la morte.*
- *Cancerogeni: sostanze che, per inalazione, ingestione o penetrazione cutanea, possono produrre il cancro o aumentarne l'incidenza.*
- *Corrosivi: preparati che, a contatto con tessuti vivi, possono esercitare su di essi un'azione distruttiva.*
- *Infettivi: sostanze contenenti microrganismi vitali o loro tossine, conosciute o ritenute cause di malattie nell'uomo o in altri organismi viventi.*
- *Tossici per la riproduzione: preparati che possono produrre malformazioni congenite non ereditarie o aumentarne la frequenza.*
- *Mutageni: sostanze che possono produrre difetti genetici ereditari o aumentare nell'incidenza.*
- *Rifiuti che, a contatto con l'acqua, l'aria o un acido, sprigionano un gas tossico.*
- *Sensibilizzanti: preparati che per inalazione o penetrazione cutanea, danno luogo a reazione di ipersensibilizzazione, per cui una successiva esposizione alla sostanza o al preparato produce effetti dannosi caratteristici.*
- *Ecotossici: rifiuti che presentano o possono presentare rischi immediati o differiti per uno o più comparti ambientali.*
- *Rifiuti che, una volta smaltiti, danno origine a sostanze che hanno una o più delle caratteristiche elencate.*

La normativa rifiuti pericolosi in Italia è molto complessa: essi non possono essere normalmente smaltiti nelle comuni discariche, ma devono essere gestiti in modo separato tramite operatori autorizzati; occorre una discarica rifiuti pericolosi apposita.

In questi appunti ci occupiamo prevalentemente di rifiuti derivanti dalla vita domestica che andrebbero utilizzati in minitermovalorizzatori da tenere in casa in modo da risolvere a monte la problematica dei rifiuti della loro raccolta producendo direttamente energia da usare per la nostra abitazione demandando alle aziende municipalizzate del settore la sola pulizia delle strade senza raccolta dei rifiuti.

4- La raccolta differenziata

Gli scarti della vita domestica, comunemente chiamati rifiuti, sono composti prevalentemente da imballaggi e da residui organici. Se guardiamo dentro ad un sacchetto di rifiuti ci accorgiamo che la parte più consistente è caratterizzata da materie utilizzate come imballaggi o contenitori, ovvero bottiglie di vetro o di plastica che hanno contenuto acqua, bibite o detersivi, scatole di cartone che hanno contenuto prodotti vari o a loro volta bottiglie o altri contenitori, lattine di bibite, tonno, carne, olio o altre sostanze. Nei rifiuti domestici (quelli scartati tutti i giorni dalle famiglie) troviamo che oltre il 30% è composto da scarti di cucina ovvero avanzi di cibo, gusci d'uovo, scarti di verdure, carne, pesce, ossa, fondi di caffè, filtri di tè, eccetera. Quello che rimane è una piccola percentuale di sostanze che necessitano di smaltimenti separati (pile o batterie, farmaci scaduti, cartucce di inchiostro per fotocopiatrici e stampanti, mobili ed elettrodomestici, tessuti e indumenti...), oppure che sono difficilmente recuperabili (alcuni materiali composti). Per quali motivi fare la raccolta differenziata:

- *per ridurre i rifiuti portati alla discarica e per limitare l'uso di materie prime nella realizzazione di nuovi prodotti;*
- *perché con un po' di organizzazione, anche se abbiamo poco spazio, la raccolta differenziata diventa un'abitudine;*
- *perché i rifiuti che tu separi, noi li ricicliamo: vieni a vedere dove vanno;*
- *Ogni “Persona” deve avere una coscienza ecologica una cultura ambientale.*

Carta cartone

Biglietti, Giornali, buste di carta calendari cartoni della pizza non unti, contenitori del latte dei succhi di frutta in tetra pack imballaggi di carta cartone buste della pasta liberi fogli scatole pacchetti quaderni scatoloni cartone vaschette porta uova e in generale tutti i materiali a base di cellulosa.



Plastica metallo

Bombolette spray che non contengono materiale infiammabile, contenitori di latta per pelati legumi tonno carne, bottiglie in plastica per bevande lattine in alluminio caffettiere, flaconi di detersivi e prodotti per l'igiene della casa della persona, imballaggi in plastica vasi in plastica da vivaio, vaschette portauova ect



Vetro

I contenitori di vetro vanno semplicemente svuotati senza togliere le etichette in modo da poter essere riutilizzati o fusi per nuovo vetro.



Organico

scarti della cucina (bucce, pane secco, avanzi di cibo), alimenti (sia crudi che cucinati), avanzi di pasti, biscotti, bucce di frutta, capelli, carne, fiori recisi e secchi, fondi di caffè e filtri di tè camomilla e tisane, frutta, formaggi, gusci d'uovo, lische, noccioli, ossi, paglia, pane, piccole quantità di segatura e cenere spenta, semi, stuzzicadenti, tappi in sughero, torsoli, tovaglioli di carta, fibre naturali (cotone, canapa, lino), piccole lettiere di animali domestici se in materiale organico.



I rifiuti organici vengono trasportati in appositi impianti di compostaggio, dove si trasformano in un ottimo terriccio, il compost, da utilizzare nell'orto o per trapiantare fiori e piante in vaso.



Indifferenziato

accendini, bigiotteria, candele, cards plastificate (bancomat, telefoniche, ecc...), carta per affettati, carta adesiva, carta carbone, carta forno, carta plastificata, carta vetrata, CD, cerotti, cialde in plastica per caffè espresso, cicche di sigarette, collant, cotton-fioc, colori a olio e acrilici, cosmetici, cotone idrofilo, cover di cellulari, creta, crosta in cera dei formaggi, cuoio, elastici, evidenziatori, fiori finti, forbici, fotografie, garze, giocattoli privi di parti elettriche, gomma, gomma da masticare, gomma-piuma e guanti di gomma, lamette, nastri per regali, occhiali, ombrelli, orologi, palloni da gioco, pannolini e pannoloni, pellicole fotografiche, peluches, penne, pennarelli e matite, piastrine anti zanzare, piccole ceramiche, piccoli oggetti in legno verniciato, polvere da pulizie, profilattici, radiografi, sacchetti dell'aspirapolvere, salviette umidificate, saponette, scontrini, spazzole, spazzolini da denti, stracci, tempera, tubetti del dentifricio, videocassette, zerbini; in generale, tutto ciò su cui avete dubbi sul contenitore da usare.



5- Le discariche

Una discarica è un luogo di deposito di rifiuti i quali vanno interrati sotto terra e abbandonati senza riciclo degli stessi o valorizzazione attraverso la produzione di energia termica; le discariche si dividono in base al processo di degradazione in :

- *Aerobiche*
- *Anaerobiche*
- *Miste aereobiche ed anaerobiche .*

- DISCARICA AEROBICA

Perchè vengano garantite le condizioni di aerobiosi, ossia venga garantita la circolazione dell'aria in tutta la massa dei rifiuti depositati, occorre che questi ultimi vengano disposti in strati di modesto spessore e non siano costipati, ed è necessario utilizzare materiali di copertura permeabili all'aria (sabbia, ghiaia, detriti di laterizi, ecc.). Con il sistema dell'aerobiosi, la stabilizzazione dei rifiuti avviene in tempi brevi (con conseguente rapido recupero dell'area) e non si hanno inconvenienti legati agli odori sgradevoli perché con i processi aerobici si ottengono prevalentemente CO₂ e H₂O. D'altra parte il sistema presenta notevoli inconvenienti: si hanno difficoltà nel mantenere condizioni di aerobiosi, si sfruttano meno le capacità del sito di accogliere i rifiuti (questi possono essere compatti), non può essere sfruttato il potere calorifico dei rifiuti perchè non viene prodotto il metano. In processo dell'aerobiosi per essere completamente applicato, necessita di aree di elevata capacità; questa condizione è causa di notevoli problemi specie nelle zone urbane e extraurbane perchè è ormai difficile, se non impossibile, reperire aree idonee.

-DISCARICA ANAEROBICA

Non devono garantire la circolare dell'aria nelle masse dei rifiuti deposti, questi possono essere costipati anche a elevate pressioni. Con i processi anaerobici, se opportunamente condotti, si possono ottenere elevate quantità di metano che può essere utilizzato dal punto di vista energetico. In questo caso vanno adottate tutte le misure per avere una maggiore produzione di gas, sia utilizzando strati di copertura costituiti da materiali a bassa permeabilità per impedire la penetrazione dell'aria nella massa di rifiuti, sia mantenendo un idoneo grado di umidità (45÷55%) mediante sistemi di ritenzione o di ricircolo del percolato. Per favorire la digestione anaerobica, inoltre si può intervenire inoculando una apposita carica batterica e aggiungendo sostanze quali azoto e fosforo. Queste operazioni potrebbero essere ugualmente garantite aggiungendo ai rifiuti i fanghi che derivano dagli impianti di trattamento dei liquami urbani. Nel caso che non sia economico raccogliere il gas, si utilizzeranno materiali di copertura permeabili che favoriranno la fuoriuscita del metano evitando, in tal modo, i rischi di esplosione (una eventuale idonea rete di sfiato consentirebbe un sicuro smaltimento del gas nell'atmosfera). Sia per necessità di spazio, sia per economia di costi, sono attualmente diffuse le discariche che favoriscono la degradazione anaerobica.

-DISCARICA AEROBICA-ANAEROBICA

Si sistemano i rifiuti come indicato per le discariche aerobiche e dopo un periodo di due o tre mesi (prima che le sostanze organiche siano eccessivamente degradate), si procede alla loro compattazione per favorire i processi anaerobici. Sui rifiuti si dispone un altro strato di rifiuti con la tecnica che consente l'aerobiosi e procede come sopra. Con questo sistema si possono combinare i vantaggi ottenuti dai due sistemi sopra descritti.

In base al metodo di gestione, le discariche possono essere classificate in tradizionali, costipate, con prefrantumazione e disposte in balle .

-LA DISCARICA TRADIZIONALE.

I rifiuti vengono disposti in strati successivi di limitato spessore, accuratamente livellati, con fronte e fianchi poco inclinati. I rifiuti, man mano depositati, vengono sottoposti a lavori di sistemazione e compattamento per quel tanto che occorre ad evitare la formazione di vuoti nella massa e ad evitare la creazione di scarpate laterali non sufficientemente consolidate. Infatti il processo di biodegradazione richiesto dalla discarica tradizionale è quello aerobico, per cui si deve favorire la circolazione dell'aria attraverso gli strati dei rifiuti; ciò si ottiene disponendo questi ultimi in spessori modesti (2 m circa) senza procedere a compattamento. Per evitare la formazione di vuoti è necessario disporre il materiale voluminoso sul fondo della discarica dopo essere stato accuratamente schiacciato. Al termine della giornata lavorativa, le superficie sono ricoperte da 10÷30 cm di terra o di altro materiale idoneo permeabile all'aria e all'acqua, provvedendo a formare uno strato omogeneo e continuo. Tuttavia, in caso di presenza di rifiuti speciali, conviene preferire materiale di copertura impermeabile disposto in strati inclinati per facilitare il ruscellamento delle acque sulla superficie della discarica e ridurre in tal modo la percolazione tra i rifiuti. Il materiale di copertura da utilizzarsi non deve aprire fessure nella stagione secca e non deve formare fango liquido nella stagione piovosa. La terra vegetale è spesso troppo argillosa e può essere usata soltanto nella copertura finale; il materiale sabbioso è il più adatto ma è costoso e difficile da disporre; si può utilizzare anche un qualsiasi materiale non argilloso miscelato con scorie di inceneritori o con vecchi rifiuti opportunamente vagliati. La realizzazione della copertura impedisce l'emissione di odori sgradevoli e la fuoriuscita delle larve di mosche; diminuisce inoltre i rischi di incendio. Per assicurare la condizione di una discarica tradizionale è sufficiente l'utilizzazione di caricatori su catena o di ruspe. La discarica controllata dei rifiuti di tipo tradizionale offre i seguenti vantaggi e svantaggi potenziali.

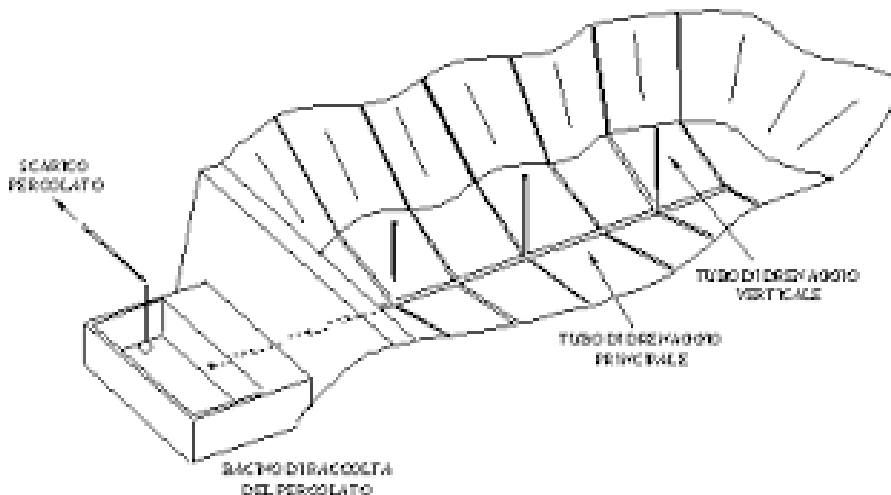
Tra i vantaggi si ricorda:

- semplicità e facilità di gestione;*
- investimento iniziale e costi operativi bassi;*
- operatività in tempi brevi;:*
- si può recuperare il terreno;*
- si può ricevere ogni tipo di rifiuto eliminando la cernita a monte.*

Tra gli svantaggi si possono schematizzare i seguenti:

- *si devono osservare con scrupolo le norme igieniche perchè non si degeneri in una discarica libera;*
- *difficoltà nel reperire nuove aree;*
- *l'abbondante percolamento può causare inquinamento alle sorgenti idriche;*
- *può prodursi metano con pericolo di incendi o di esplosioni;*
- *difficoltà di reperire notevoli quantità di copertura;*

- È escluso il recupero di materiale

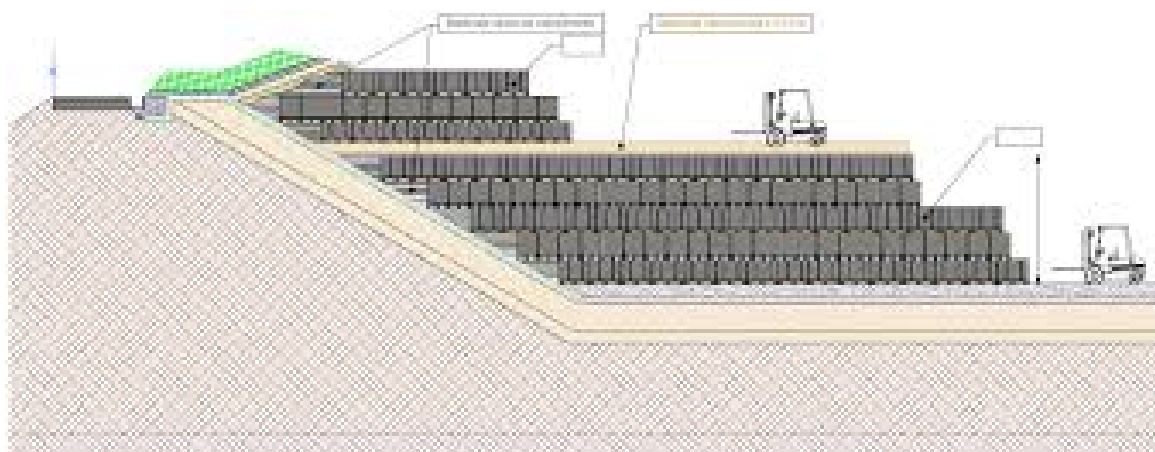


-LA DISCARICA COSTIPATA.

Il metodo è diffuso nelle medie e grandi discariche e consiste nell'utilizzare per lo spandimento e il compattamento dei rifiuti, i compattatori-spanditori che lavorano su strati sottili di 30÷50 cm di spessore e consentono un compattamento spinto dei rifiuti (densità compresa tra 0,8 e 1). E' necessario utilizzare anche un caricatore con cucchiaia frontale idoneo alla preparazione del terreno e al ricoprimento. Il metodo della discarica compattata favorisce i processi anaerobici caratterizzati da lenta bio-

degradazione delle sostanze organiche e dalla produzione di metano e gas maleodoranti. La compattazione spinta permette di ridurre i pericoli di sparpagliamento ed è quindi sufficiente un semplice spargimento giornaliero di materiale di ricoprimento, anche perchè il grado di compattamento rende difficili la penetrazione e proliferazione delle mosche e dei roditori e riduce pericoli di incendio. Per contro, il compattamento rende relativamente impenetrabili gli strati di rifiuti per cui è difficile la circolazione dell'acqua necessaria al metabolismo dei batteri anaerobi. I veicoli di raccolta e trasporto dei rifiuti possono tranquillamente circolare sui rifiuti compattati. L'aumento della quantità dei rifiuti da eliminare, l'aumento del numero di confezioni ingombranti, la difficoltà di reperire siti vicino agli abitati hanno favorito lo svilupparsi delle discariche compattate. Infatti queste ultime, rispetto alle discariche tradizionali, presentano i seguenti vantaggi:

- diminuzione del problema di reperire i materiali di copertura;
- facilità di circolare velocemente sulla discarica anche con mezzi pesanti;
- notevole riduzione dei rifiuti e quindi maggiore durata di vita del sito;
- aspetto ordinato;
- riduzione degli inconvenienti legati allo sparpagliamento.



Schema di riempimento

LA DISCARICA CON RIFIUTI PREFRANTUMATI.

Questa tecnica consiste nel frantumare, sminuzzare, omogeneizzare i rifiuti con appositi trituratori e nello spargerli in discarica con caricatori su pneumatici, eventualmente dopo essere stati sottoposti a fermentazione in particolari cumuli. La frantumazione è attuata con i mulini a martello, i mulini a griglia, i mulini a mola.

I mulini a martello sono i macchinari più usati per frantumare i rifiuti solidi urbani: una serie di martelli metallici articolati e collegati a un rotore, ruota a grande velocità colpendo i rifiuti che sono introdotti nella macchina; una griglia posta sotto i rotori trattiene gli oggetti fino a quando non sono ridotti alle dimensioni desiderate. I rifiuti non triturbabili sono espulsi automaticamente.

Nei mulini a griglia, una serie di martelli fissi applicati al rotore ruota a grande velocità schiacciando e frantumando i rifiuti contro una griglia a barre intercambiabili; anche nei mulini a griglia i rifiuti non triturbabili sono espulsi automaticamente.

*Nei **mulini a mola**, i martelli sono sostituiti da dischi rotanti tra i quali sono inserite ruote a stella che tagliano e sminuzzano i rifiuti. Per i rifiuti urbani ordinari che comprendono anche mobili, gomme per automobili e legname, oltre al materiale leggero e pocoingombrante, viene preferito l'uso di macchinari da servizio medio: 25 Hp/ton * ora.*

Con la frantumazione dei rifiuti solidi urbani scompaiono i vuoti nei cumuli ed è possibile formare un ammasso denso e omogeneo, facilmente compattabile (è sufficiente la circolazione dei veicoli di trasporto ad operare un sufficiente compattamento). Inoltre, la densità dei rifiuti triturati aumenta anche a seguito dei processi di degradazione che, in questo caso, sono di tipo aerobico. Con la discarica prefrantumata è possibile raggiungere la densità 1. Un triturato dell'ordine di grandezza di 50 mm dà buoni risultati, mentre un triturato di 80 mm non dà risultati soddisfacenti dal punto di vista estetico. I rifiuti ingombranti e non frantumabili possono essere disposti con particolari cautele sul fondo della discarica e quindi riempiti con il triturato. I rifiuti triturati non attirano mosche e roditori perchè gli elementi frazionati in piccoli elementi e diffusi nella massa, sono poco accessibili e vanno rapidamente incontro alla degradazione. Per questo tipo di discarica è sufficiente un leggero strato di copertura, anche perchè sono ridotti i pericoli di incendio. I rifiuti triturati possono essere messi a discarica subito dopo la frantumazione e dopo essere stati sottoposti ad idoneo trattamento di degradazione. Nel primo caso, per consentire la biodegradazione aerobica, è necessario disporre il triturato in strati sottili di 50 cm di spessore e bisogna attendere almeno due o tre mesi prima di disporre un nuovo strato, onde consentire la completa stabilizzazione dei rifiuti sistemati nello strato precedente. Per lo stesso motivo non è consentita la circolazione di veicoli sullo strato per almeno due mesi dopo la posa. Trascorso detto periodo di tempo, allorchè la temperatura scende sotto i 40 °C , si può sottoporre a costipazione lo strato e vi si può aggiungere un altro strato. Nel caso si voglia porre in discarica un triturato già stabilizzato, si deve disporlo in cumuli e attendere 2 o 3 mesi per consentire la degradazione (saranno effettuati in questo periodo di tempo 2 o 3 rivoltamenti); dopo di che si può porre in discarica senza particolare precauzioni dato che il triturato è ormai stabile. I vantaggi che la discarica con prefrantumazione dei rifiuti offre nei confronti delle discariche tradizionali e costipate, possono essere così schematizzate:

- notevole prolungamento della durata della vita della discarica;*
- degradazione rapida delle sostanze organiche biodegradabili (migliora la gestione della discarica);*
- aspetto soddisfacente della massa dei rifiuti durante la messa in opera;*
- utilizzazione facile e sistemazione agevole;*
- costi di gestione bassi;*
- notevole potere assorbente e filtrante che limita la quantità del percolato;*
- difficoltà di incendi;*
- difficoltà di dispersione dei rifiuti;*
- primo gradino verso il recupero delle risorse.*

Si deve tener presente, tuttavia, che una discarica con prefrantumazione dei rifiuti esige, a monte, l'installazione del trituratore; il che comporta costi di trattamento più elevati considerato che l'apparecchiatura va facilmente in blocco e richiede una frequente sostituzione dei suoi componenti (in particolare, i martelli si consumano rapidamente). A svantaggio di questo tipo di impianto sta il fatto che il macchinario è pericoloso per gli addetti dei lavori a causa degli oggetti volanti e delle esplosioni interne al macchinario che si possono verificare e delle rumorosità.

LA DISCARICA CON RIFIUTI DISPOSTI IN BALLE

L'imballaggio dei rifiuti solidi è un metodo di riduzione del volume di questi ultimi che si attua sottoponendoli ad elevata pressione. Vengono utilizzate apposite presse simili a quelle per gli scarti metallici che consentono di realizzare balle di 1 mc circa, con densità dei rifiuti uguale a 1. Praticamente vengono eliminate dai rifiuti aria ed acqua. Non è necessario legare le balle e non è necessario sottoporre i rifiuti a pretrattamento. Potrebbero essere utilizzate pressatrici agricole da fieno, ma le balle dovrebbero essere legate per trattenere i rifiuti che, inoltre, dovrebbero essere sminuzzati prima dell'imballaggio. Non sono disponibili molti dati che possono garantire la economicità del metodo. Questo potrebbe essere praticato vantaggiosamente in città con oltre 400 t/g di rifiuti che non hanno a disposizione aree idonee e vicine, per cui sarebbero inevitabili lunghi trasporti. Le balle vengono accatastate nel sito prescelto con l'aiuto di un carrello mobile elevatore, praticamente senza limite di altezza; ogni 3 metri si assicura il livellamento con una copertura di terra spessa una decina di centimetri. I vantaggi offerti dell'imballaggio dei rifiuti solidi possono essere così schematizzati:

- maggiore economicità del trasporto che può effettuarsi con relativa facilità anche per lunghe distanze;*
- maggiore praticità nel sistemare il sito;*
- maggiore igienicità (la mancanza di aria e di acqua fa sì che non vi siano notevoli processi di fermentazione con formazione di gas maleodoranti);*
- assestamento minimo dei rifiuti;*
- recupero immediato dell'area;*
- maggiore aspetto estetico;*
- riduzione dei costi operativi della discarica;*
- massima utilizzazione degli spazi a disposizione.*



6- I termovalorizzatori

L'**incenerimento** è il processo di combustione controllata di rifiuti negli **inceneritori**. Gli **inceneritori con recupero energetico**, detti anche **termovalorizzatori**, sono impianti che smaltiscono rifiuti usandoli come combustibile per produrre calore e/o elettricità. Due le categorie principali e quantitativamente predominanti di rifiuti inceneriti: i rifiuti solidi urbani (RSU), che trattati adeguatamente sono definiti CDR, ovvero combustibile derivato dai rifiuti, e i rifiuti speciali; a queste si aggiungono categorie particolari come i rifiuti medici, i rifiuti pericolosi o le armi chimiche. Spesso gli inceneritori vengono chiamati termovalorizzatori. La differenza sostanziale rispetto a un semplice inceneritore è che un termovalorizzatore oltre a incenerire i rifiuti riutilizza parte del calore come in una piccola centrale elettrica, anche se con rendimenti molto inferiori. Il termine "**termovalorizzatore**" è tuttavia criticato, in quanto il riuso ed il riciclo sono nettamente più "**valorizzanti**" dell'incenerimento: per esemplificare, si risparmia molta più energia riutilizzando e riciclando una bottiglia di plastica di quanta energia non si ricavi dalla sua combustione, perché quest'ultima permette di recuperare solo una minima parte dell'energia e delle materie prime consumate per produrla; d'altro canto – anche in una situazione ideale di alti valori di riciclo e recupero – è necessario smaltire, eventualmente anche mediante incenerimento, i rifiuti residui dell'intero processo di gestione dei rifiuti. Sono inoltre da considerare le emissioni più o meno tossiche che si ottengono con l'incenerimento, e che invece con il riciclo ed il riuso sono minori anche se difficilmente valutabili. Il termine "**termovalorizzatore**" appare dunque fuorviante: è opportuno utilizzare gli inceneritori esclusivamente per i rifiuti non riciclabili. La stessa normativa italiana in materia – come quelle europee – non usa il termine "**termovalorizzatore**", bensì quello di "**inceneritore**", che del resto è più preciso perché questo strumento si differenzia da altre tecniche di recupero di energia da rifiuti per il fatto che dà come prodotto finale della cenere, per l'appunto. D'altronde, anche il solo termine inceneritore potrebbe essere considerato fuorviante e impreciso, perché i termovalorizzatori non producono solo cenere ma recuperano anche un minimo di energia. Perciò la definizione più precisa (anche se più lunga) sarebbe inceneritore con recupero energetico. Gli inceneritori fanno spesso parte di un sistema di gestione integrata dei rifiuti molto avanzato.

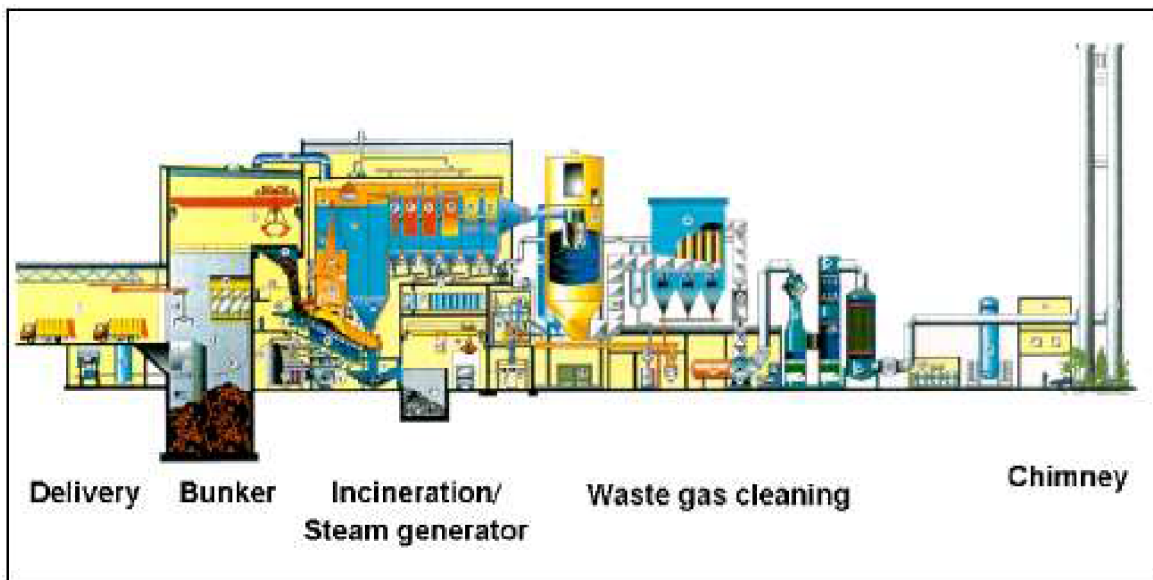
Il processo di combustione dei rifiuti si articola in due fasi :

-1°FASE: nella camera di combustione primaria vengono caricati i rifiuti, si verifica l'ossidazione di parte di essi e la produzione di un denso fumo nero (temperatura 700°C).

-2°FASE: il fumo prodotto viene convogliato in una seconda camera detta reattore dove viene insufflata aria e si giunge ad una temperatura pari o superiore a 1000°C.

Un inceneritore si compone di differenti sezioni:

- *Sezione di accumulo e stoccaggio, in cui i rifiuti vengono accumulati prima della combustione.*
- *Sezione di combustione, costituita da una camera di ossidazione (forno) realizzata in forme e tecnologie differenti a seconda della tipologia del rifiuto (contenuto energetico, caratteristiche chimico-fisiche ecc.).*
- *Sezione di post-combustione (camera secondaria di combustione), al fine di completare la combustione dei rifiuti.*
- *Sezione di raffreddamento fumi, che nei vecchi impianti avveniva senza recupero di energia, oggi è diventato obbligatorio.*
- *Sezione di trattamento fumi a sua volta suddivisa in tre parti:*
 - 1-depolverizzazione, per la rimozione delle polveri effettuata mediante filtri;*
 - 2-abbattimento dei gas acidi (acido cloridrico, fluoridrico);*
 - 3-rimozione degli ossidi di azoto zolfo ecc.*



I gas prodotti della combustione dei rifiuti possono rivelarsi dannosi per l'essere umano dove le principali sostanze chimiche emesse dagli inceneritori e considerate per il loro potenziale rischio per la salute umana sono:

- *metalli (cadmio, mercurio, tallio, zinco, cromo, arsenico, piombo, cobalto manganese, nichel, vanadio)*
- *Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)*
- *Polveri fini e ultrafini*
- *Acidi (fluoridrico, cloridrico)*
- *Gas (SO_2 - NO_2 - CO)*
- *Policloroderivati (policlorobifenili, diossine, furani)*

Durante il processo di combustione hanno luogo reazioni casuali in cui si producono migliaia di nuovi composti chimici chiamati "PIC" (prodotti di combustione incompleta), Includono centinaia di sostanze organiche sono state identificate solo il 10-14%. Questi composti sono noti per essere persistenti nell'ambiente e bioaccumulabili. Non sono decomposti da organismi e/o processi naturali.

Le diossine comprendono un'ampia famiglia di sostanze chimiche contenenti Cloro – policlorodibenzodiossina e policlorodibenzofurani - dotate di caratteristiche di bassa solubilità in acqua e alto grado di lipofilicità che ne determinano una lunga persistenza ambientale e la tendenza al bioaccumulo. LE DIOSSINE NON SONO PRODOTTI INDUSTRIALI ma sottoprodotti indesiderati di reazioni chimiche, termiche (incompleta combustione di materiale organico in presenza di cloro) Sono dei contaminanti globali sia pure in bassissime dosi sono presenti ovunque pertanto il problema non è la loro presenza ma la loro quantità. Si generano anche dalla combustione incontrollata di rifiuti generati dalle attività agricole o quella incontrollata di rifiuti domestici

EFFETTI SANITARI:

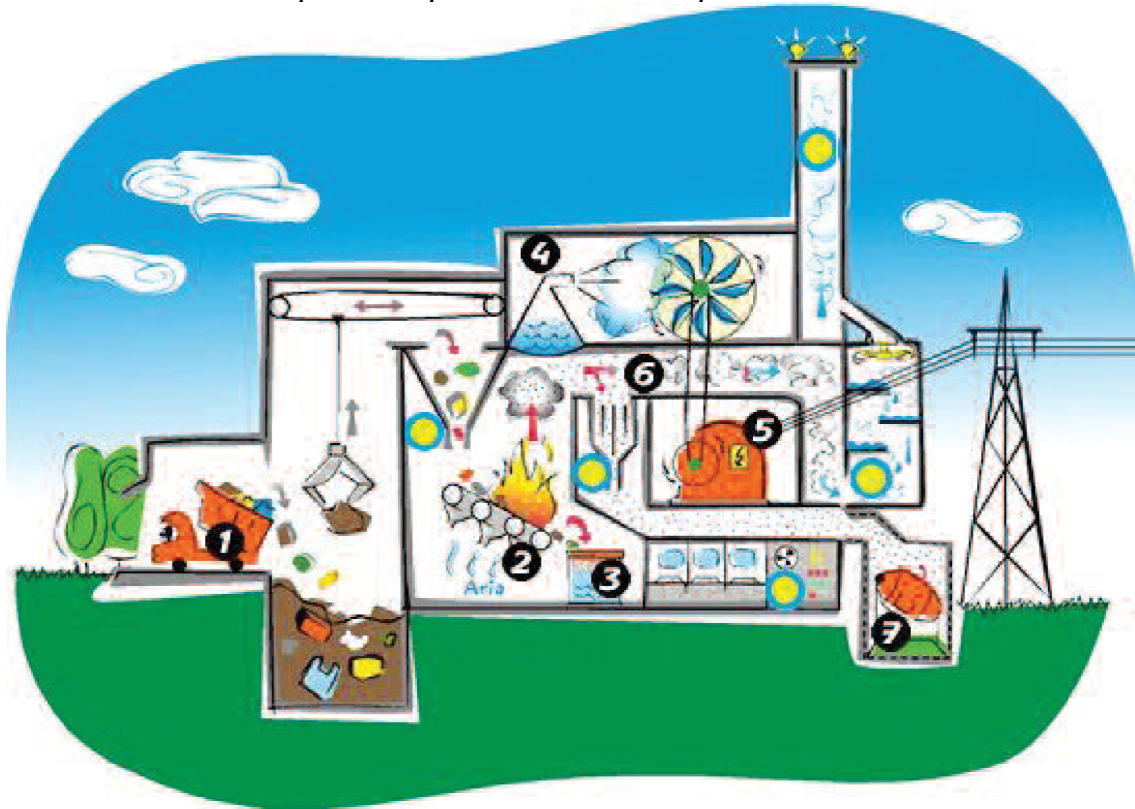
- *Cancerogeni e potenzialmente cancerogeni*
- *Alterata funzione endocrina*
- *Alterazioni a carico del sistema immunitario*
- *Alterazioni dello sviluppo con difetti alla nascita*
- *Disturbi del sistema nervoso centrale*
- *Disturbi della funzione epatica e renale*
- *Ridotta fertilità*

Le vie di esposizione dell'uomo a sostanze tossiche sono :
Inalatoria (gas polveri IPA)
Alimentare (policroderivati)
Contatto termico (metalli)

La stima dell'esposizione umana a sostanze inquinanti pericolose è una parte fondamentale della procedura di "valutazione del rischio".

Il termovalorizzatore è un impianto che, grazie alle tecnologie più avanzate e sofisticate, è in grado di trasformare i rifiuti in energia, producendo una percentuale minima di residui da smaltire. La creazione di impianti di termovalorizzazione è stata prevista infatti dal Decreto Ronchi, il decreto sulla gestione dei rifiuti n. 22 del 1997 che favorisce in "via prioritaria" il recupero dei materiali dai rifiuti considerando necessaria la termovalorizzazione per i rifiuti residui. Si tratta ormai di un sistema sicuro perché costantemente monitorato per quanto riguarda le emissioni gassose prodotte durante la trasformazione dei rifiuti in energia e disperse nell'ambiente attraverso i camini. Ad oggi in Italia risultano funzionanti 51 impianti, in grado di trattare circa il 12% della produzione totale di rifiuti. Le regioni italiane dove si annovera la maggiore diffusione di questi impianti sono la Lombardia e l'Emilia-Romagna, nella quale sono attivi anche gli impianti di più recente costruzione. Nelle altre regioni italiane la forma di smaltimento più diffusa resta quella della discarica. Le direttive europee obbligano l'Italia ad abbandonare la cronica situazione emergenziale che caratterizza ancora molte regioni, soprattutto quelle del Sud. La termovalorizzazione, unitamente al recupero industriale di alcune frazioni contenute nei rifiuti, rappresentano la soluzione più logica, duratura e al passo con il consolidarsi della coscienza per i temi ambientali. A seguito della raccolta i rifiuti, o meglio le frazioni di essi non destinate al recupero, vengono trasportati ai termovalorizzatori dove vengono scaricati

nella fossa di accumulo e stoccaggio la cui funzione principale è quella di polmone durante i fine settimana e i periodi di fermo impianto per manutenzione programmata. Dalla fossa di stoccaggio, mediante l'utilizzo di benne, i rifiuti vengono caricati al canale di alimentazione del forno. Nel forno avviene la combustione dei rifiuti e il trasferimento dell'energia in essi contenuta ai fumi. I fumi passano in una caldaia che contiene acqua la quale, assorbendo il calore dei fumi, si trasforma in vapore destinato ad alimentare una turbina che, collegata ad un alternatore, produce l'energia elettrica. I fumi vengono invece convogliati a una linea di trattamento depurativo per ridurre il carico inquinante prima di essere espulsi dal camino.



7- Gli impianti di riciclo dei rifiuti

*Tutti i rifiuti che vengono prodotti, sia a livello domestico che a livello industriale, sono soggetti alla **fase fondamentale di raccolta**, in seguito alla quale verranno poi destinati ai **diversi trattamenti in base alla tipologia di rifiuto**. La differenza principale tra la raccolta differenziata e quella indifferenziata è legata all'ecosostenibilità ambientale dell'attività di riciclaggio; la raccolta differenziata permette di realizzare un **recupero parziale delle materie prime che costituiscono il rifiuto**, attività infatti possibile attraverso il processo della raccolta indifferenziata. Nel 2005 la Commissione europea ha avviato il processo di riforma della disciplina sui rifiuti, che ha portato alla Direttiva 2008/98/CE e nel 2014 al Regolamento 2014/955/UE. L'Unione Europea ha contribuito a definire un quadro giuridico volto a controllare tutto il ciclo dei rifiuti, dalla produzione allo smaltimento, ponendo particolare attenzione alle attività di **recupero** e di **riciclaggio**. All'interno di questo quadro, un aspetto fondamentale è **determinare il grado di priorità** da assegnare alle attività di smaltimento dei rifiuti.*

Il livello di priorità è determinato sulla base della sostenibilità ambientale dei trattamenti che sono i seguenti:

- *prevenzione*
- *preparazione per il riutilizzo/riuso*
- *riciclo*
- *recupero di altro tipo, per esempio il recupero di energia*
- *smaltimento*

Secondo tale principio la prevenzione deve essere attuata favorendo la riduzione della produzione e della pericolosità dei rifiuti e facilitandone il riutilizzo, il riciclo e altre operazioni di recupero. In fondo alla scala è collocato lo smaltimento in discarica, concepito come opzione residuale da azzerare nel tempo.

Conoscere le modalità e le tipologie di materiali che possono essere soggetti a pratiche di riciclaggio è di fondamentale importanza. Altrettanto importanti però sono le pratiche di prevenzione da adottare in materia di rifiuti. Con il termine prevenzione si fa riferimento alla necessità di realizzare dei cambiamenti a livello comportamentale, sia a livello del singolo individuo sia a livello di gruppo di persone. Sono tanti i gesti che si possono compiere quotidianamente a livello individuale per prevenire la produzione di rifiuti come per esempio:

- *comprare oggetti resistenti e non usa e getta;*
- *preferire i prodotti con poco imballaggio o comunque con imballaggi facili da differenziare;*
- *evitare le shopper usa e getta preferendo borse riutilizzabili;*
- *preferire prodotti ricaricabili, ad esempio i detersivi alla spina ormai presenti in tanti negozi;*
- *bere l'acqua del rubinetto invece di quella in bottiglia;*
- *riutilizzare gli scarti organici facendo il compostaggio;*
- *non usare fazzoletti o tovaglioli in carta.*

*Il cambiamento necessario per adottare una serie di comportamenti votati alla prevenzione dei rifiuti non riguarda esclusivamente i singoli utenti ma anche le piccole, medie e grandi compagnie commerciali. Per questi soggetti la modifica del comportamento deve essere improntata sulla considerazione dell'**intero ciclo di vita dei prodotti**– dall'estrazione della materia prima alla loro fabbricazione, dal trasporto all'utilizzo, dalla trasformazione in rifiuti alla gestione degli stessi – e valutando l'impatto ambientale delle diverse possibili opzioni. Alcune strategie che possono essere messe in atto sono:*

- *la promozione del vuoto a rendere presso le utenze commerciali;*
- *l'introduzione della Tariffa di Igiene Ambientale (TIA), che propone di commisurare l'entità del tributo alla quantità di rifiuti prodotti, invece che alla superficie dell'utenza, cercando di favorire meccanismi che vadano ad incentivare il consumatore alla riduzione dei rifiuti prodotti;*

- *circuito di raccolta di alimenti non più commerciabili, ma perfettamente edibili, che vengono sottratti al destino di rifiuti e destinati, a cura di Onlus, all'arricchimento della dieta di soggetti in stato di disagio;*
- *le ECOSAGRE, con una gestione ecocompatibile e l'adozione di strategie di green-marketing, quali ad esempio la riduzione dell'uso di stoviglie monouso;*
- *la riduzione del volume e del peso degli imballaggi;*
- *la riduzione, in generale, dei rifiuti aziendali.*

Gli impianti di riciclaggio

Esistono diverse tipologie di impianti di riciclaggio, classificabili sulla base del materiale che deve essere smaltito. Ogni impianto si compone di diversi macchinari in grado di contribuire al processo di smaltimento dei rifiuti.

I modelli di impianti disponibili sono:

- **impianto CDR/CSS:** *è progettato per la trasformazione di rifiuti industriali, domestici e commerciali con la finalità di ottenere combustibili alternativi: CDR (Combustibile da rifiuto) e CSS (Combustibile solido secondario).*
- **impianto di separazione e triturazione r.s.u.:** *per il trattamento dei rifiuti solidi urbani, dallo scarico del rifiuto raccolto, fino alla produzione di Combustibile Solido Secondario. È composto principalmente da cinque macchine/attrezzature.*
- **impianto per il trattamento dei PFU (pneumatici fuori uso):** *consente di ottenere materia prima secondaria di diverse granulometrie, separando allo stesso tempo altri componenti, quali acciaio e fibra tessile.*
- **impianto per il trattamento dei rifiuti RAEE (Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche)** *per il recupero di materiale di valore con processi semi-automatizzati. I RAEE costituiscono una vera e propria risorsa i cui volumi sono paragonabili al mondo di estrazione mineraria per la ricchezza di materiali di valore. (Oro, Argento, Rame ecc..)*
- **impianto di trattamento serbatoi e paraurti auto:** *è espressamente progettato per la trasformazione di plastiche rigide a corpo cavo in granulo da utilizzare come MPS (materia prima seconda).*
- **impianti dedicati allo smaltimento dei toner:** *vengono progettati per separare i materiali delle plastiche che compongono gli involucri*
- **impianto per il trattamento della plastica:** *è una naturale evoluzione dell'impianto per serbatoi e paraurti.*
- **impianti per il trattamento della carta:** *Si tratta di macchine dedicate al riciclo di carta e cartone. Particolari processi di triturazione sono dedicati ai documenti riservati che possono essere pretrattati per tutelare il contenuto per poi avviare il materiale triturato al processo di riciclaggio.*
- **impianti per il trattamento di rifiuti ospedalieri:** *sono molto customizzati e vengono applicate le più moderne tecnologie nell'ambito di macinazione.*
- **impianti per il trattamento e la macinazione ed il trattamento di cavi elettrici:** *impianti utilizzati in un settore molto redditizio perché consente di ottenere materie prime, tra cui il rame, la cui richiesta è in continuo aumento.*

- **impianti per il riciclaggio del legno:** si possono ottenere nuovi materiali impiegati per scopi industriali e anche per la produzione di energia rinnovabile.
- **impianti dedicati al cartone:** sono delle estensioni degli impianti per il trattamento della carta.

8- Lo smaltimento dei rifiuti in casa

Una tecnica molto utilizzata è quella dell'incenerimento dei rifiuti in giardino ovvero i rifiuti prodotti nella casa vengono bruciati con emissioni di gas nell'atmosfera e i miniinceneritori li troviamo in vendita in negozi on -line ; ovviamente è una pratica illegale per le emissioni di gas nocivi nell'atmosfera tutelate dal decreto ambiente.



Grazie all'ingegnere italo francese è stato costruito un nminitermavorizzatore domestico chiamato "**Brucio -io**"



per smaltire i rifiuti solidi in modo efficiente, producendo energia. Rispetto ai tradizionali inceneritori, i termovalorizzatori recuperano il calore della combustione per generare energia elettrica e termica, rendendo il processo più sostenibile.

"Brucio io" è un mini termovalorizzatore progettato per l'uso domestico, con un'installazione simile a quella di una caldaia. È facile da utilizzare, simile a una lavatrice, con diverse modalità di funzionamento. Questo tipo di termovalorizzatore è una soluzione per lo smaltimento dei rifiuti domestici, riducendo il carico di rifiuti destinati ai grandi impianti.

Funzionamento del termovalorizzatore

- *I rifiuti vengono introdotti nel termovalorizzatore.*
- *La combustione dei rifiuti produce calore.*
- *Il calore viene utilizzato per produrre vapore, che aziona delle turbine.*
- *Le turbine generano energia elettrica.*
- *Il calore residuo può essere utilizzato per riscaldare acqua o produrre energia termica.*

*E' ideale per smaltire i rifiuti in casa ovviamente nella progettazione di un edificio va predisposto oltre il locale caldaia il locale minitermovalorizzatore ovvero una stanza dove posizionare la attrezzatura e quotidianamente o ogni paio di giorni secondo le esigenze bruciare i rifiuti producendo energia termica ed elettrica . Esistono altri minitermovalorizzatori da giardino condominiali di dimensioni più grandi ovviamente nella progettazione di un condominio va predisposto un locale nel rispetto delle prescrizioni anticendio e di evacuazioni ed emissione dei fumi adatto a questa funzione . Un edificio ideale NZEB con impianto fotovoltaico eolico recupero acque piovane con minitermovalorizzatore e controllo fumi ad emissioni zero di CO e CO₂ e gas inquinanti da inserire nella direttiva **Case Green***



La pirolisi è un metodo di smaltimento dei rifiuti senza termovalorizzazione poiché bisogna fornire energia a differenza dell'incenerimento dove i rifiuti vengono bruciati e producono calore , con la pirolisi dobbiamo portare i rifiuti ad elevate temperature e quindi fornire del calore anche se riduciamo sensibilmente le emissioni di gas

9- Conclusioni

La ingegneria sanitaria è una branca della ingegneria idraulica ed esula dalle competenze di un ingegnere edile se non nella parte concernente la progettazione e quindi della predisposizione della area ecologica per la differenziata per un edificio o del locale rifiuti e minitermovalorizzatore attraverso il controllo dei fumi il rispetto delle prescrizioni anticendio e delle canne fumarie nonché le emissioni nell'atmosfera . Questi appunti sono un collage di pubblicazioni e articoli reperibili o line ed hanno avuto lo scopo di rinfrescare la preparazione dell'autore nel settore almeno a livello di nozioni ormai note a tutti poichè i rifiuti sono argomenti di interesse nazionale e fanno parte della coscienza ecologica di ogni cittadino. La problematica è ormai risolta a monte attraverso il minitermovalorizzatore , ma il locale rifiuti ancora non fa parte integrante della progettazione architettonica di un edificio solitamente si esegue la raccolta differenziata viene predisposta una isola ecologica con i cassonetti per la differenziata . Tra le attività residenziali va introdotta quella relativa :

- Differenziazione e termovalorizzazione dei rifiuti domestici produzione di compost

che forma anche la coscienza ecologica del progettista architettonico nel settore della ingegneria sanitaria che va oltre il mobile per la differenziata che tutti hanno in casa , ma un vero e proprio locale rifiuti al pari del locale caldaia oramai superato dalle fonti rinnovabili di energia dove si necessita del solo spazio per la predisposizione delle batterie di accumulo. Ai minitermovalorizzatori si preferiscono gli impianti di riciclo gli inceneritori i grandi termovalorizzatori poichè si crea un indotto lavorativo e produttivo che impiega forza lavoro trasformando il mestiere di operatore ecologico sempre vituperato in un posto di lavoro ambito e degno di stima sociale e culturale.

L'impianto di riscaldamento

1- Introduzione

2- Radiatori

3- Sistemi radianti

4- La caldaia a gas metano

5- La pompa di calore

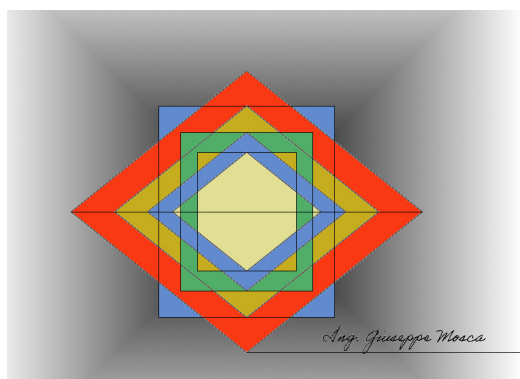
6- La caldaia elettrica

7- Il termocamino e la termostufa

8- Schema e calcolo dell'impianto

9- Il termostato e la domotica nell'impianto di riscaldamento

10- Conclusioni



Ing. Giuseppe Mosca



N.B. Mi scuso a priori di eventuali imprecisioni o errori che se segnalati contribuiscono al miglioramento degli appunti

1-Introduzione

Gli impianti di riscaldamento dagli inizi degli anni 50 soprattutto quelli degli edifici pubblici sono stati realizzati sempre con termosifoni erano caratteristici gli antichi corpi scaldanti in ghisa alimentati a gasolio con un alta percentuale di emissione inquinanti; le abitazioni invece erano riscaldate con stufe a legna o a kerosene anch'esse con alte emissioni inquinanti sia di ossido di carbonio che di anidride carbonica. In Italia si fa largo uso del gas metano quasi tutti gli impianti sia degli edifici pubblici che delle abitazioni sono allacciati al metanodotto che inizialmente aveva un basso costo circa 0,30 euro/mc oggi purtroppo i costi si sono quadruplicati per cui l'impianto a gas metano diventa poco conveniente anche se le emissioni di gas inquinanti sono ridotte. Si è soliti nei paesi di montagna utilizzare riscaldamenti a biomasse quali pellet proveniente dagli scarti di falegnameria con termocamini e termostufe che riscaldano ed alimentano l'impianto con radiatori, i costi sono vantaggiosi soprattutto in questi periodi di guerra e di sanzioni ma le emissioni inquinanti sono più alte del gas metano. La tecnologia da utilizzare sarebbe quella con caldaia elettrica alimentata da un impianto fotovoltaico per la quale si tagliano drasticamente i costi poiché l'energia viene ottenuta dal sole e non vi sono emissioni. L'evoluzione naturale degli impianti di riscaldamento è verso l'elettrico la cui energia viene fornita attraverso pale eoliche e impianti fotovoltaici rendendo la nostra abitazione autosufficiente energeticamente ovvero apologizzando per quella autonomia energetica tanto richiamata in questi mesi essendo la energia in caso di conflitti bellici strumento di ricatto non solo economico ma anche sociale rischiando di far morire intere popolazioni di freddo. Oggi avere un impianto fotovoltaico o eolico per la nostra abitazione diventa estremamente importante poiché ci fornisce quella indipendenza energetica fondamentale nella società moderna. Altra maniera di alimentare gli impianti di riscaldamento è la energia geotermica che proviene direttamente dal sottosuolo sfruttando le alte temperature che vi sono all'interno della terra, basti pensare che il 99% della sua massa si trova ad una temperatura superiore ai 1000°C con valori compresi tra 6000°C÷6500°C nel nucleo centrale. Attraverso delle sonde geotermiche realizzate al di sotto del nostro edificio si preleva calore dal sottosuolo e con pompe di calore e scambiatori si alimenta il nostro impianto di riscaldamento. Quando si progetta un nuovo edificio l'obiettivo è di realizzarlo ad energia zero NZEB per cui si fa ricorso a fonti di energia rinnovabile quali eolico, fotovoltaico e geotermia in modo che sia integralmente coperto il fabbisogno energetico per il riscaldamento il raffrescamento la illuminazione e l'acqua calda sanitaria. Il principio di funzionamento di un impianto di riscaldamento è abbastanza semplice consiste nel far scorrere in tubazioni di diametro 16- 20 mm acqua calda, riscaldata dal combustibile o dalla energia elettrica la quale raggiunge i corpi scaldanti che trasferiscono calore all'ambiente; la tecnologia oggi si è modificata soprattutto per gli impianti a pavimento e a parete dove lo scambio di calore avviene attraverso le tubazioni direttamente dal pavimento o dalle pareti per cui non si necessita di radiatori. In questi appunti ci occuperemo dei vari elementi costituenti l'impianto, del dimensionamento e del calcolo idraulico.

2- Radiatori

L'antico termosifone in ghisa che trovavamo nelle scuole negli ospedali nel corso degli anni si è evoluto in radiatore in alluminio coniugando il design alla capacità di trasmettere calore alla stanza tramite i suoi elementi .



Oggi quando in un abitazione si realizza un impianto di riscaldamento si presta molta attenzione al design per cui il corpo scaldante diventa elemento di arredo valorizzando l'architettura interna della nostra casa.



Il primo quesito che ci si pone consiste nello stabilire il numero di corpi scaldanti e quindi il numero di elementi da posizionare nella nostra stanza che è funzione della quantità di calore che deve essere fornita all'ambiente nel periodo invernale in modo che la temperatura resti costante a $20^{\circ} \div 21^{\circ}$. E' necessario eseguire un bilancio termico che tiene conto in prima approssimazione delle dispersione termiche attraverso i componenti opachi, i componenti trasparenti ed i ricambi d'aria, nonché degli eventuali apporti solari. Ipotizzando che il massimo salto termico sia di 25° per la

$$\Delta T = T_e - T_i = 25^{\circ}$$

stanza di circa 15 mq , (3,5x4,30) riportata in figura la quantità di calore che si disperde all'esterno attraverso i componenti opachi e trasparenti verticali

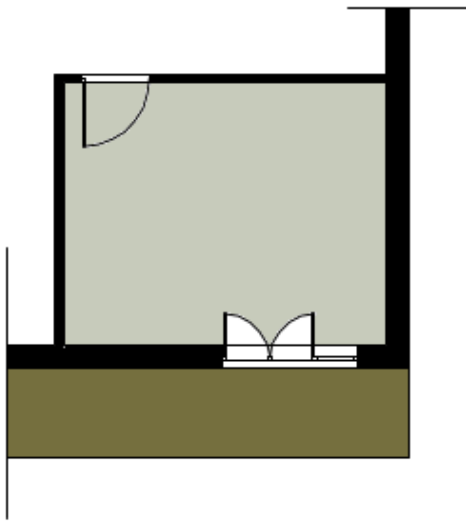
$$Q = \Sigma U \cdot \Delta T \cdot A = 275 \text{ W per ora}$$

$$U_{op} = 0,26 \text{ W/mq}^{\circ}\text{C}$$

$$A_{op} = 19,08 \text{ mq}$$

$$U_{TR} = 1,40 \text{ W/mq}^{\circ}\text{C}$$

$$A_{TR} = 1,8 \cdot 2,4 = 4,32 \text{ mq}$$



Il ricambio d'aria

$$Q = n * V * \rho * c * \Delta T / 3600 = 192 \text{ W}$$

n numero di ricambi d'aria in un ora pari a 0,5

V volume della stanza 45 mc

ρ densità aria 1,225 kg/mc

c calore specifico aria 1005 J/(kg*°K)

ΔT salto termico tra interno ed esterno = 25°

La quantità di calore che si disperde in un ora ipotizzando che il pavimento ed il solaio confinano con ambienti alla stessa temperatura e che non si hanno dispersioni è circa $Q = 467 \text{ W}$.

Se ipotizziamo che entrambi i solai siano confinanti con zone non riscaldate quali cantina e sottotetto alla temperatura di 5 °

$$Q = \Sigma U * \Delta T * A = 120 \text{ W per ora}$$

*A = 15 mq ; U = 0,29 per il soffitto ed U = 0,24 per il pavimento
per cui la stima della dispersione termica oraria complessiva*

$$Q \approx 600 \text{ Watt ;}$$

il nostro corpo scaldante deve essere in grado di fornire alla stanza 600 Wh di calore ovvero 40÷50 W/mq per abitazioni che rispettino i limiti imposti alla trasmittanza termica. La scheda tecnica fornisce la resa termica di ciascun elemento in funzione della tipologia di radiatore ovvero delle sue dimensioni

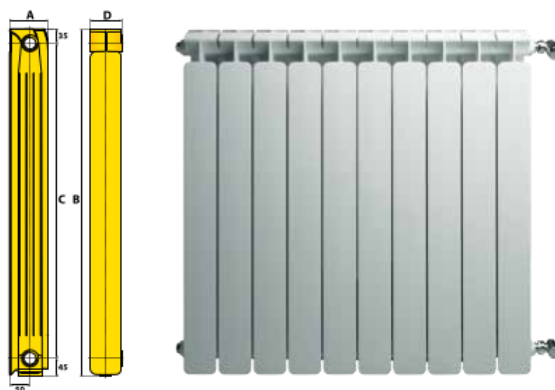
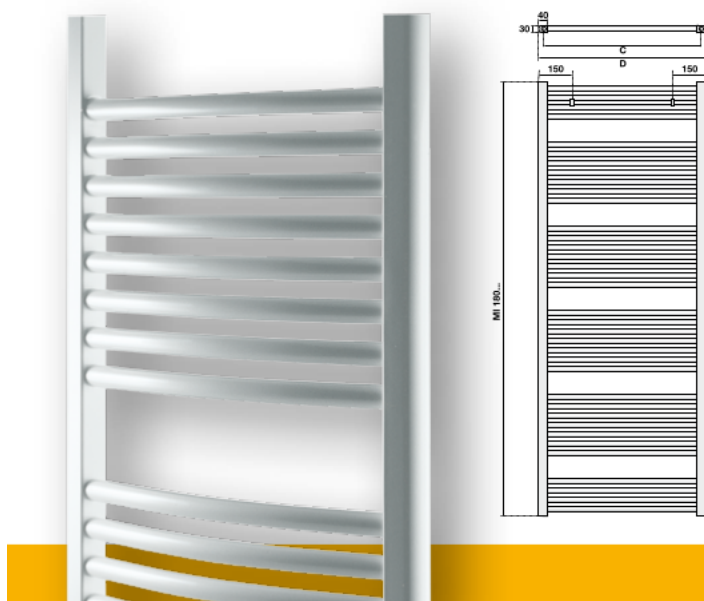


Tabella tecnica *Technical Data*

Modello Model	Profondità mm Depth mm	Altezza mm Height mm	Interasse mm Centres mm	Lunghezza mm Length mm	Diametro pollici Connection diameter inches	Cont. d'acqua l/elem. Water content l/section	Massa Kg/elem. Weight Kg/section	Resistenza termica EN442 $\Delta t = 50\text{ K}$ watt/elemento Heat output EN442 $\Delta t = 50\text{ K}$ watt/element	Resistenza termica EN442 $\Delta t = 30\text{ K}$ watt/elemento Heat output EN442 $\Delta t = 30\text{ K}$ watt/element	Esponente n Exponent n
TROPICAL	A	B	C	D						
T 800	95	880	800	80	1"	0,620	2,110	182	90	1,3824
T 700	95	780	700	80	1"	0,460	2,020	166	83	1,3618
T 600	95	680	600	80	1"	0,410	1,740	150	76	1,3435
T 500	95	580	500	80	1"	0,350	1,560	129	65	1,3397
T 350	95	430	350	80	1"	0,440	1,120	93	48	1,3046

utilizzando un modello tropical T 500 occorrono circa 10 elementi , tenendo presente che nel dimensionamento degli elementi bisogna sempre abbondare affidando il risparmio energetico ai termostati ed alla domotica che in funzione della temperatura della stanza regolano il funzionamento del radiatore si può utilizzare anche un T600 . Se invece utilizziamo un corpo scaldante Con una struttura in acciaio a tubolare che lo rende adatto ad impianti a bassa temperatura CLARIS si presenta sia nella versione con tubi orizzontali dritti, che nella versione CLARIS T, con tubi orizzontali curvilinei per un effetto gradevolmente bombato.



La tabella con le rese termiche



Tabella tecnica *Technical Data*

Modello <i>Model</i>	Profondità mm <i>Depth mm</i>	Altezza mm <i>Height mm</i>	Interasse mm <i>Centres mm</i>	Lunghezza mm <i>Length mm</i>	Numero tubi orizz. <i>Numbers of horizontal tubes</i>	Cont. d'acqua lt/elem. <i>Water content lt/section</i>	Peso a vuoto/Kg <i>Weight Kg/ section</i>	Resa termica EN442 $\Delta t = 50\text{ K}$ watt/elemento <i>Heat output EN442 $\Delta t = 50\text{ K}$ watt/element</i>	Resa termica EN442 $\Delta t = 30\text{ K}$ watt/elemento <i>Heat output EN442 $\Delta t = 30\text{ K}$ watt/element</i>	Esponente n <i>Exponent n</i>
CLARIS	A	B	C	D						
MI-080-045	30	786	406	450	17	3,64	5,63	320	172	1,22
MI-080-050	30	786	456	500	17	3,94	6,10	356	191	1,22
MI-080-055	30	786	506	550	17	4,23	6,56	392	210	1,22
MI-080-060	30	786	556	600	17	4,53	7,05	430	231	1,21
MI-120-045	30	1226	406	450	24	5,35	8,34	473	250	1,25
MI-120-050	30	1226	456	500	24	5,78	8,98	522	276	1,25
MI-120-055	30	1226	506	550	24	6,19	9,53	571	302	1,25
MI-120-060	30	1226	556	600	24	6,61	10,39	621	328	1,25
MI-150-045	30	1466	406	450	30	6,58	10,00	580	306	1,24
MI-150-050	30	1466	456	500	30	7,12	10,82	639	337	1,23
MI-150-055	30	1466	506	550	30	7,62	11,60	697	368	1,23
MI-150-060	30	1466	556	600	30	8,18	12,48	761	402	1,24
MI-150-075	30	1466	706	750	30	9,72	14,90	944	499	1,25
MI-180-045	30	1866	406	450	36	8,11	12,30	734	388	1,26
MI-180-050	30	1866	456	500	36	8,74	13,31	809	427	1,27
MI-180-055	30	1866	506	550	36	9,34	14,20	882	466	1,78
MI-180-060	30	1866	556	600	36	10,00	15,47	958	506	1,28
MI-180-075	30	1866	706	750	36	11,80	18,70	1181	624	1,25

Cromo *Chrome*

MIC-080-050	30	786	456	500	17	3,94	6,10	277	149	1,22
MIC-120-050	30	1226	456	500	24	5,78	8,98	403	213	1,25
MIC-120-060	30	1226	556	600	24	6,61	10,39	473	250	1,25
MIC-150-050	30	1466	456	500	30	7,12	10,82	495	261	1,23
MIC-150-060	30	1466	556	600	30	8,18	12,48	580	306	1,24
MIC-180-050	30	1866	456	500	36	8,74	13,31	606	320	1,27
MIC-180-060	30	1866	556	600	36	10,00	15,47	714	377	1,28

dovremo utilizzare un MI 180-075 avente le seguenti dimensioni :

altezza 180 cm

larghezza 75 cm

n° tubi orizzontali 36

profondità 3 cm

si può optare per due corpi scaldanti posizionati in punti diversi della stanza del tipo

MI 150-045

altezza 150 cm

larghezza 45 cm

n° tubi orizzontali 30

profondità 3 cm

Il dimensionamento degli elementi è molto semplice molto spesso dettato dalla esperienza dell'installatore che in funzione della superficie o del volume della stanza definisce senza calcolare le dispersioni il numero degli elementi.

*Merita un cenno la **resa termica** di un radiatore che troviamo nelle schede tecniche in funzione del salto termico $\Delta T = 30^{\circ} \div 50^{\circ}$ che rappresenta la differenza di temperatura tra l'acqua all'interno del radiatore e la temperatura della nostra stanza*

$$\Delta T = T_A - T_I$$

La resa termica è espressa in Watt e rappresenta la energia (calore) che viene ceduta alla stanza in una unità di tempo ;per 1 ora avremo 150 Wh = 0,15KWh. Questa resa termica è funzione della superficie S dell'elemento in alluminio e della sua trasmittanza e viene calcolata sempre con una formula del tipo $Q = Resa = K \cdot S \cdot \Delta T$

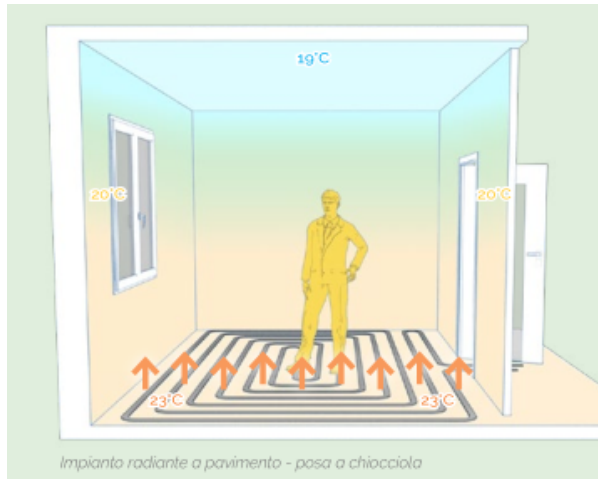
*Negli edifici con impianti esistenti da molti anni per limitare i consumi di energia molto spesso è utile inserire delle **Valvole termostatiche** nei radiatori la cui funzione*



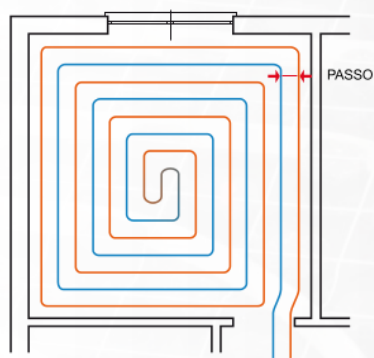
è quella di regolare la portata e quindi il deflusso di acqua calda nel radiatore in modo da limitare i consumi di energia; quando il radiatore è sovradimensionato ovvero trasmette molto calore alla stanza e non viene garantito il benessere termoigrometrico si applicano ai corpi scaldanti le valvole termostatiche . La legislazione italiana ha introdotto l'obbligo della valvola termostatica per i nuovi impianti di riscaldamento per impianti su edifici esistenti centralizzati; gli impianti autonomi di appartamenti non hanno l'obbligo della valvola termostatica su ogni radiatore. La valvola termostatica è oggi nei nuovi impianti superata dalla domotica che ci consente di regolare il funzionamento di ogni radiatore adattandolo alle esigenze di ogni stanza.

3- Sistemi radianti

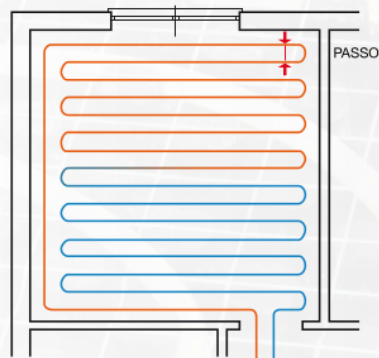
I sistemi di riscaldamento radianti trasmettono il calore all'ambiente attraverso le tubazioni posizionate nel pavimento, nel soffitto o nella parete.



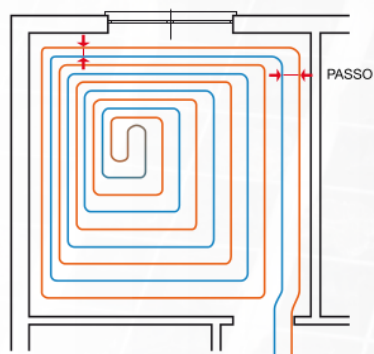
La posa del tubo può essere con passo costante oppure con passo variabile ed avere uno sviluppo a serpentina oppure a spirale. Lo sviluppo a spirale è solitamente preferibile in quanto consente un riscaldamento più uniforme del locale ed è più veloce da installare.



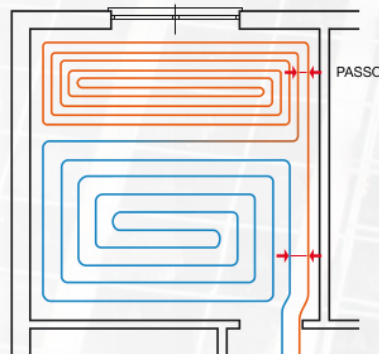
Pannello a spirale - passo costante



Pannello a serpentina - passo costante



Pannello a spirale - passo variabile



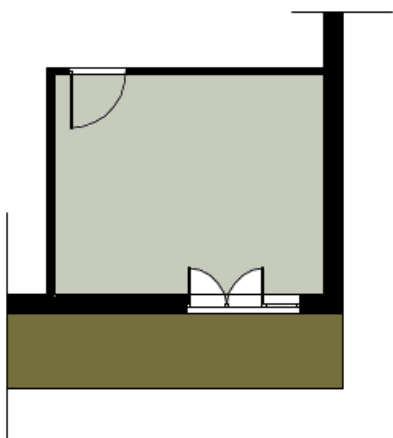
Pannello a serpentina - passo variabile

L'utilizzo del passo variabile diventa utile nel momento in cui una stanza è caratterizzata da una forte dispersione di calore (ad esempio, due pareti verso l'esterno, presenza di una vetrata, etc.): in questo caso, l'uso di un passo più contenuto può bilanciare l'eccesso di dispersione termica. Si ricorda inoltre che, in caso di pose a serpentina, la mandata va sempre convogliata verso le pareti esterne.

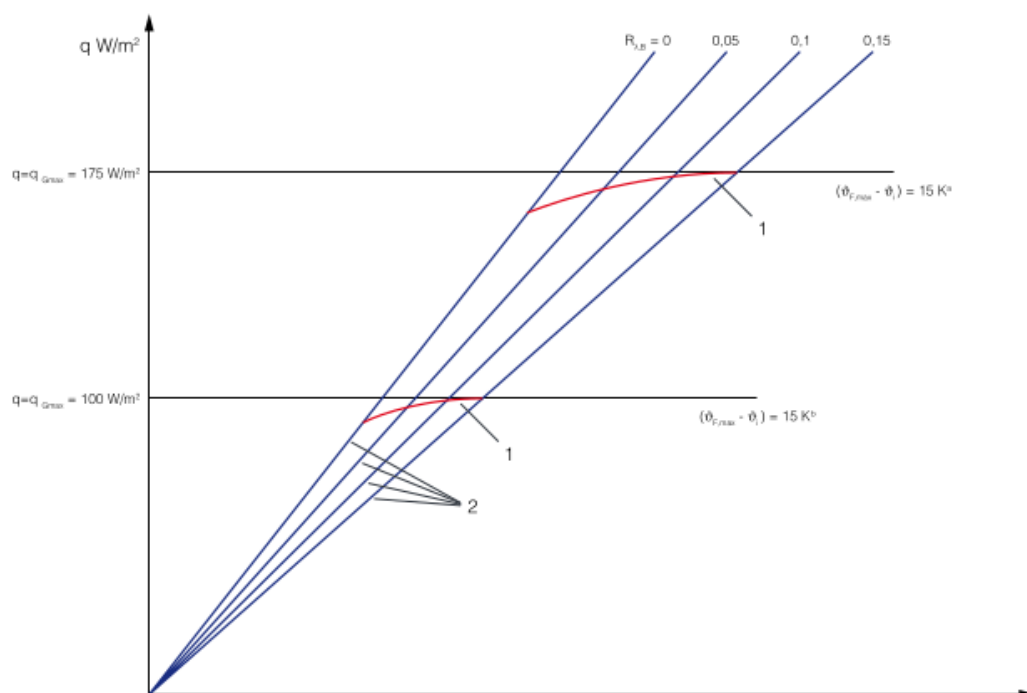
Secondo la norma UNI EN 1264, la distanza tra i tubi e le strutture che delimitano l'ambiente devono essere almeno pari a :

- 5 cm verso strutture verticali
- 20 cm verso canne fumarie, caminetti ed ascensori

Come per i radiatori consideriamo una stanza di 15 mq di dimensioni 3,50x4,30x3m avente un fabbisogno energetico orario di circa 600 Watt



Per i pannelli radianti si hanno delle curve caratteristiche dove è possibile individuare in funzione del salto termico la quantità di calore ceduta all'ambiente



Il grafico rappresenta le curve caratteristiche (2 – colore blu) dell'impianto, relative a quattro diversi valori della resistenza termica del pavimento. Tali resistenze termiche, identificate dalla sigla R_{λ} , B, sono tipicamente scelte tra i seguenti valori, ritenuti ampiamente esaustivi per un impianto tipico: 0 ; 0,05 ; 0,10 ; 0,15 [m² K/W]. Le curve caratteristiche sono ricavate dalla seguente equazione, che consente di calcolare la differenza $[\Delta\vartheta_H]$ tra la temperatura del fluido termovettore e quella dell'ambiente da riscaldare:

$$[\Delta\vartheta_H] = [\vartheta_V - \vartheta_R] / \log[(\vartheta_V - \vartheta_I) / (\vartheta_R - \vartheta_I)]$$

ϑ_V = temperatura di mandata dell'acqua dell'impianto radiante °C

ϑ_R = temperatura di ritorno dell'acqua nell'impianto radiante °C

ϑ_I = temperatura interna dell'ambiente da riscaldare °C

Le suddette curve esprimono la relazione esistente tra il calore cedibile dal pannello $[q]$ e la variazione tra temperature $[\Delta\vartheta_H]$. Sul grafico sono poi ricavate due curve limite (1 – colore rosso), necessarie all'identificazione del massimo valore di calore $[q_{G, max}]$ cedibile dal pannello:

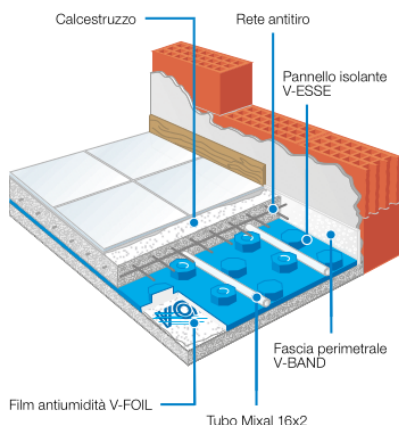
- Per le superfici occupate il massimo valore è 100 W/m²
- Per le superfici marginali il massimo valore è 175 W/m²

Da quanto sopra è possibile ricavare quelle che sono le temperature limite della superficie $[\vartheta_{f, max}]$ all'interno di un edificio:

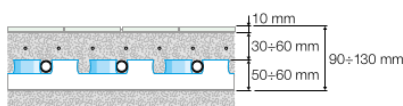
29° nelle zone occupate

35° nelle zone marginali

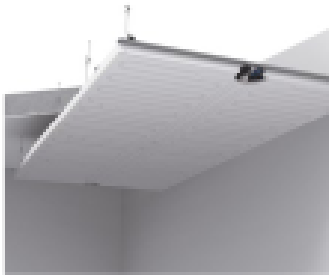
Un impianto a pavimento per edifici residenziali con un'altezza di posa di almeno 9 cm si compone di un pannello isolante sul quale si poggia la serpentina e di un massetto con rete antiritiro



Caratteristiche del pannello	Unità di misura	V-ESSE
Classe di resistenza	-	Classe 150
Tipo superficie	-	Preformata
Dimensioni utili pannello	mmxmm	1350x750
Passo minimo di posa	mm	75
Spessore isolante	mm	20 - 30
Spessore totale	mm	50 - 60
Densità	kg/m ³	30
Resistenza a compressione	kPa	150
Resistenza alla flessione	kPa	250
Resistenza al fuoco	-	Euroclasse E
Conducibilità termica	W/mK	0,034
Resistività termica	m ² K/W	0,8 - 1,1



Un impianto radiante a soffitto viene realizzato tramite pannelli agganciati e sospesi alla controsoffittatura ideali per uffici negozi come riportato in figura



Soluzioni per installazione a soffitto o parete

per i quali viene fornita anche la resa termica del pannello in funzione del salto termico

Soluzioni per ambienti residenziali

Modello		Classic 13	Hydro
Larghezza	mm	2400	2400
Altezza	mm	1200	1200
Profondità	mm	50	50
Peso	kg	33	33
Area radiante netta	m ²	2,53	2,53
Percentuale radiante netta	mm	88	88
Resa raffrescamento	W/m ²	49 (ΔT 8°C)	49 (ΔT 8°C)
Resa riscaldamento	W/m ²	75 (ΔT 15°C)	75 (ΔT 15°C)

La resa termica è circa 75 W/m²

Per le pareti il pannello è lo stesso e viene agganciato alla tramezzatura laterale o ad un muro perimetrale esterno se vi è un adeguato cappotto termico.

4- La caldaia a gas metano

L'acqua in movimento nel circuito idraulico deve essere riscaldata e ciò avviene attraverso un generatore di calore alimentato a gas metano, energia elettrica, geotermia e biomasse; in questo paragrafo ci occupiamo delle caldaie a gas metano e del loro principio di funzionamento.



*In commercio, esistono diverse **tipologie di caldaia a metano** che si differenziano per le diverse prestazioni nella produzione del riscaldamento, per la generazione dell'acqua calda sanitaria e per le metodologie di riciclo dei **fumi di scarico**. In commercio è presente la **caldaia a metano da esterno** e quella da interno, costituite da diversi elementi che determinano le differenti prestazioni. Queste caldaie si dividono in due tipologie principali:*

- ***Le caldaie a camera aperta;***
- ***Le caldaie a condensazione***

***La caldaia a camera aperta** si differenzia da una **caldaia a camera stagna** per due aspetti. In primo luogo, per il **diverso modo di prelevare l'aria comburente**, ovvero l'insieme delle sostanze che rendono possibile la combustione e la durata della stessa. In secondo luogo, il diverso tipo di tiraggio, il quale permette la continua circolazione dell'aria nell'impianto termico, così da fornire la necessaria quantità di ossigeno per la combustione e consentire l'eliminazione dei fumi.*

***La caldaia a condensazione** presenta elevate prestazioni sia nel riscaldamento che nella produzione dell'acqua calda necessaria per soddisfare il fabbisogno del sistema idrico sanitario. Fra tutte le caldaie presenti nel mercato, questa tipologia è considerata la soluzione migliore per risparmiare combustibile e per una qualità ecosostenibile, grazie al metodo attraverso il quale si sfrutta il calore dei fumi per la produzione del calore e per riscaldare l'acqua. In questa tipologia di caldaia, l'energia termica del gas di scarico prodotta sotto forma di vapore acqueo, viene recuperata e riutilizzata nel processo di riscaldamento.*

Funzionamento di una caldaia a gas metano

Iniziamo col ricordare che una caldaia gestisce due circuiti:

- 1. L'acqua corrente, circuito idraulico*
- 2. riscaldamento, circuito a gas*

In questo modo, attraverso la combustione che avviene al suo interno, può fornire sia l'impianto di riscaldamento che l'acqua calda sanitaria. Il corpo centrale di una caldaia è composto da un bruciatore, ovvero quello in cui avviene il riscaldamento dell'acqua per mezzo della combustione del gas. Così il sistema brucia il gas generando la combustione indispensabile al riscaldamento (sia dell'acqua calda sanitaria che quella destinata ai radiatori). Quest'acqua riscaldata viene poi immessa nell'impianto domestico. Il gas invece viene eliminato conducendolo all'esterno grazie alla canna fumaria dove si trova un elettroventilatore che convoglia i fumi all'interno di un tubo che dà all'esterno. I tubi si trovano almeno 2 metri e mezzo al di sopra dello scarico. Questo avviene per accertarsi che i fumi nocivi di scarico siano lontano dalle abitazioni e non inquinare l'aria delle abitazioni. In questo caso si sta parlando di caldaie a tiraggio forzato (o a camera stagna), proprio per la caratteristica di forzare il flusso dei fumi all'esterno. Questa tipologia si distingue dalle caldaie a tiraggio naturale o a condensazione. I due sistemi descritti, ovvero quello idrico e quello a gas, si caratterizzano per essere un sistema aperto il primo e chiuso il secondo. Nel primo caso, il circuito idraulico è aperto perché l'acqua entra dalla rete idrica. Nel secondo caso il circuito a gas è chiuso perché l'acqua, una volta immessa nel sistema di riscaldamento, a meno che non venga sostituita, questa resta nell'impianto. Da qui la necessità di distinguere il circuito in due:

- Circuito per il riscaldamento chiuso*
- Circuito per l'acqua calda sanitaria aperto*

Entrambi i circuiti sono collegati ad uno scambiatore che può essere:

- Scambiatore Primario collegato al sistema dell'impianto di riscaldamento*
- Scambiatore secondario che è collegato all'acqua calda sanitaria*

Componenti della caldaia

Una caldaia è formata da tre elementi imprescindibili, questi sono:

- Il Bruciatore*
- Lo Scambiatore di calore (questo si distingue in Primario e Secondario)*

Il bruciatore è il cuore del sistema, l'elemento in cui avviene la combustione, che sia questa del gas, del gasolio o anche a legna/pellet. Il combustibile a contatto con l'aria genera la combustione necessaria ad azionare il sistema. Il calore che viene generato riscalda l'acqua che viene inserita nell'impianto.

Lo scambiatore invece è quell'elemento che permette la trasmissione del calore nel sistema. Più avanti vedremo la differenza tra Primario e secondario. Questo componente è molto importante nel sistema e per le nostre tasche. Se lo scambiatore è efficiente e più si ridurrà il bisogno di combustione della caldaia. In questo modo verranno ridotti anche i costi dell'impianto a beneficio dell'efficienza.

A questi due componenti vanno ad aggiungersi:

*- **La scheda di accensione** è praticamente il cervello della caldaia, è il componente dal quale si ha il controllo del funzionamento di tutti gli altri componenti elettrici restanti, da qui partono i collegamenti che vanno a diversi componenti come la sonda di temperatura, la ventola, il circolatore, microinteruttori, ecc.*

*- **Il circolatore** è un componente che ha la funzione di far girare l'acqua calda nei due circuiti idraulici. In funzione riscaldamento spinge l'acqua scaldata nello scambiatore primario della caldaia verso i radiatori ad acqua (detti anche termosifoni) per trasmettere il calore generato. L'acqua calda che circola dentro ai radiatori si raffredda tornando indietro alla caldaia dal lato della tubazione del ritorno. Nel secondo caso invece quando è in funzione di acqua calda sanitaria (prelievo da un qualsiasi rubinetto lato caldo) il circolatore sposta l'acqua calda dallo scambiatore principale (del riscaldamento) in un piccolo circuito dentro la caldaia andando a riscaldare lo scambiatore secondario che può essere di tipo a piastre o a barilotto, dove vi è anche un ingresso di acqua fredda ed un'uscita di acqua calda.*

- Scambiatore di calore primario

Lo scambiatore di calore primario, detto anche "principale", è il componente scaldato direttamente dalla fiamma presente nella camera di combustione ad una distanza di circa 10 cm. In questo componente l'acqua diventa calda e viene spinta dal circolatore. Ne esistono due tipi sostanzialmente :

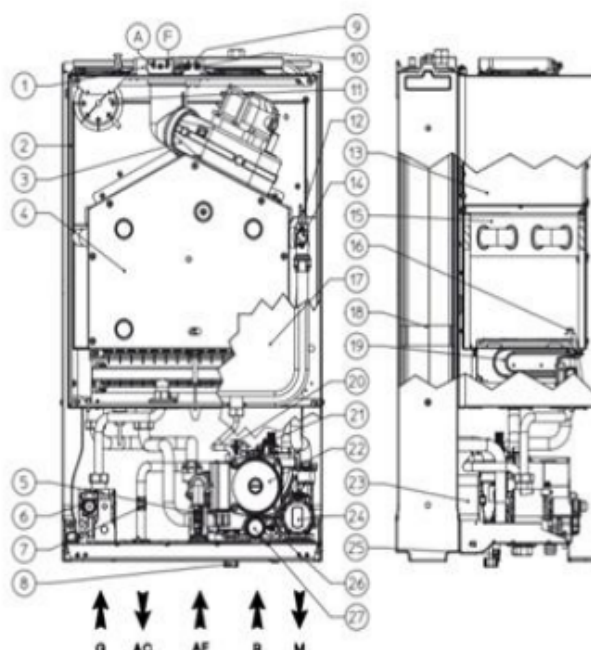
- Scambiatore di calore monotermico

Lo scambiatore di calore monotermico lo si può riconoscere dagli attacchi poichè ne ha solo 2, mandata e ritorno, in questo caso è presente uno scambiatore sanitario a parte.

- Scambiatore di calore bitermico

Lo scambiatore bitermico è costituito d 4 attacchi con due circuiti separati ma a contatto uno con l'altro per trasmetterne il calore.

Quando è intasato la temperatura va subito in ebollizione e tende a fare un rumore come se stesse cuocendo, in questo caso non si consiglia fare il lavaggio chimico (si potrebbe forare definitivamente) ma si deve sostituire completamente . Durante la pulizia / manutenzione caldaia ordinaria è importante pulire bene i passaggi delle lamine con un pennello morbido e aspirando i residui di fuliggine, condensa solida che talvolta si forma. In questo tipo di caldaia non è presente uno scambiatore sanitario.



Legenda:

- | | |
|---|---|
| 1 – Pozzetti di prelievo (aria A) – (fumi F) | 20-pressostato impianto |
| 2 – Camera stagna | 21-valvola sgogo aria |
| 3 – Ventilatore | 22- circolatore aria |
| 4 – Camera di combustione | 23- scambiatore a piastre |
| 5 – Flussostato sanitario | 24-valvola a tre vie |
| 6 – Valvola gas | 25- rubinetto svuotamento impianto |
| 7 – Sonda sanitario | 26- by-pass |
| 8 – Rubinetto riempimento impianto | 27- valvole di sicurezza 3bar |
| 9 – Presa pressione segnale positivo | |
| 10 – Presa pressione segnale negativo | |
| 11 – Pressostato fumi | |
| 12 – Sonda mandata | |
| 13 – Cappa fumi | |
| 14 – Termostato sicurezza | |
| 15 – Scambiatore primario | |
| 16 – Candelette di accensione e rilevazione | |
| 17 – Vaso espansione impianto | |
| 18 – Aqua Celeris | |
| 19 – Bruciatore | |

- Scambiatore di calore secondario o sanitario a piastre

Lo scambiatore sanitario, in genere nelle caldaie recenti, è di tipo a piastre, composto da un ingresso di acqua fredda, un uscita di acqua calda, entrata riscaldamento ed uscita riscaldamento. Questo componente talvolta si fora al suo interno provocando un aumento di pressione della caldaia anche se non si sta utilizzando la caldaia. Per verificare questo problema è necessario smontarlo, mettere in pressione il circuito sanitario e verificare se fuoriesce acqua calda dai raccordi del riscaldamento. Un altro guasto che succede allo scambiatore è un intasamento delle piastre dovuto al calcare o impurità, in questo caso si verifica che il componente viene attraversato dal passaggio dell'acqua calda del circuito del riscaldamento ma non riscalda l'acqua sanitaria in uscita, quindi non esce abbastanza calda dai rubinetti.

Scambiatore di calore sanitario a barilotto

L'altro tipo di scambiatore sanitario è di tipo a barilotto ed il funzionamento è lo stesso, con il vantaggio che i passaggi di acqua sono più grandi e quindi si riduce la possibilità di intasamento da calcare o sabbia.

- Camera di combustione

La camera di combustione è un vano nel quale avviene la scintilla e l'accensione del gas proveniente dal bruciatore, le sue pareti sono rivestite di fibra di ceramica, un materiale delicato, fragile (spesso vengono chiamati anche pannelli isolanti termici, alcuni di questi si spezzano durante il loro smontaggio).

- Fibra di ceramica o pannello isolante termico

Sono ad alto isolamento termico e resistono a temperature elevate. In fase di accensione, la camera di combustione degli apparecchi a camera stagna, è la prima ad essere pulita dal ventilatore per evitare eventuali esplosioni o incidenti in seguito ad eventuali gas residui (questo è il motivo per cui l'acqua calda non esce mai subito immediatamente, ma solo dopo circa 10 secondi).

- Vaso espansione del riscaldamento

Il vaso di espansione del riscaldamento è un componente precaricato di azoto (4/5 dell'aria che respiriamo), serve a compensare l'aumento di volume dell'acqua che si ha durante il funzionamento del riscaldamento. Per verificare lo stato bisogna svuotare l'impianto e controllare la pressione di ricarica. Non è consigliato ricaricarlo poiché se è bucato perderà di nuovo la pressione. Al momento in cui il vaso è scarico interviene la valvola di sicurezza 3 bar che perde l'eccesso d'acqua.

- Vaso espansione sanitario

Il vaso espansione sanitario non si trova in tutte le caldaie ma generalmente in quelle che hanno un serbatoio ad accumulo, è precaricato ad una pressione di circa 3 bar e serve per compensare gli sbalzi di pressione all'ingresso dell'acqua fredda. Questo componente si può trovare anche sull'impianto idrico dell'impianto sanitario.

- Pressostato aria sicurezza fumi

Il pressostato aria è un organo di sicurezza, esso permette l'accensione del bruciatore solo se si ha una corretta evacuazione dei fumi. E' difatti la pressione generata dal ventilatore che porta aria attraverso i tubicini venturi collegati a sua volta con il pressostato aria. All'interno di quest'ultimo avviene uno scambio di contatti e la corrente che normalmente è continua tra il contatto comune C ed il contatto NA. In fase di avvio viene chiuso il contatto C - NC (normalmente chiuso). Praticamente controlla se gira il ventilatore attraverso la pressione che esso esercita sui tubetti di gomma. Il corretto funzionamento del pressostato può essere controllato con un tester anche senza la corrente. Si mette in posizione di continuità e soffiando all'interno di un tubicino.

- Tubicini venturi o tubi Pitot

I tubicini venturi sono il mezzo di comunicazione tra il ventilatore ed il pressostato fumi. Uno o due tubicini di gomma siliconica si mettono in collegamento con il pressostato fumi, comunicando la presenza di una sufficiente ventilazione/evacuazione dei fumi. Questi tubicini talvolta si otturano con fuliggine o condensa solida, occorre pertanto smontarli e pulirli accuratamente.

-Bruciatore

- Il bruciatore composto un certo numero di rampe, è un componente costruito in acciaio dal quale fuoriesce omogeneamente il gas (dove avviene la combustione) per essere incendiato dalla scintilla provocata dalla candele di accensione posta su di esso.

- Valvola del gas o elettrovalvola

La valvola del gas è un componente che lascia passare il gas proveniente dal contatore. Generalmente al suo interno è disposta di un otturatore di sicurezza e di un otturatore di regolazione (modulatore) comandati elettricamente dalla scheda elettronica. Nel momento in cui è presente la corrente richiesta sui contatti della valvola gas, questa si deve aprire lasciando passare il gas necessario alla partenza della caldaia. Se non avviene probabilmente è guasta.

- Flussometro

Il Flussometro è il componente della caldaia che genera un campo magnetico quando la sua girante al suo interno viene fatta ruotare dal passaggio dell'acqua in ingresso sanitaria. Simile al flussostato ma non è possibile misurare con il tester, il suo funzionamento è simile ad una dinamo di una bicicletta.

- Ventilatore

Il ventilatore permette l'uscita dei fumi dalla camera di combustione all'esterno delle abitazioni per mezzo dei tubi fumi (che devono essere posizionati secondo le norme tecniche). Composto di un avvolgimento elettrico e tre contatti. Quando riceve il 220 volt deve girare ed evacuare i fumi. Se riceve corrente e non parte è guasto.

- Valvola di sicurezza a 3 bar per caldaie

La valvola di sicurezza (detta anche di sicurezza sovrappressione) interviene perdendo acqua tutte le volte che all'interno della caldaia vi è una pressione superiore ai 2,5/3 bar.

- Valvola di sfiato aria

La valvola di sfiato automatica ha il compito di eliminare automaticamente parte dell'aria in eccesso dal circuito del riscaldamento, quando si carica per la prima volta l'impianto o quando per qualche motivo si deve scaricare e ricaricare il circuito. Il tappino di colore nero posto sulla testa deve essere quasi tutto svitato e serve solo a non fare depositare la polvere al suo interno. Assicuratevi quindi che non sia mai chiuso. All'interno c'è un galleggiante che ha la funzione di dividere l'aria dall'acqua, se dovesse perdere è consigliato sostituire la valvola.

- Il termoidrometro

L'idrometro per caldaie o termoidrometro (con l'indicazione della temperatura) è un dispositivo di controllo che indica la pressione dell'acqua del circuito del riscaldamento sulla caldaia, il suo valore deve normalmente essere compreso tra 1 e 1,5 bar, egli in un qualche modo indica la presenza della giusta quantità di acqua all'interno dell'impianto termico. Nel momento in cui scende al di sotto alcune caldaie dotate di pressostato acqua entrano in stato di blocco, mentre negli altri modelli sprovvisti accade che si ha un notevole innalzamento della temperatura con successivo blocco / intervento della sonda o sensore di temperatura.

- Termostato o sensore sicurezza fumi

Sulle caldaie a camera aperta (tipo B), costruite prima del 1993, non è presente il termostato sicurezza fumi, un componente molto importante che le caldaie costruite hanno di serie, che manda in blocco la caldaia nel caso in cui vi sia un ritorno di gas combusti in ambiente (non corretta evacuazione dei gas di scarico, o prodotti della combustione)

Come Funziona una caldaia a Gas

Per prima cosa una caldaia si attiva grazie ad una scheda che inizializza il prodotto e lo regola. Per rendere la cosa più semplice basta vederla come un elemento elettronico che controlla le operazioni e i comandi. Alla scheda sono legati altri componenti elettrici che sono gli Attuatori.

La combustione avviene nella camera di combustione ed è resa possibile per mezzo di una scintilla generata proprio dalla candele di accensione. Nella camera dove avviene la combustione le pareti sono in ceramica così da essere refrattarie e permettere l'isolamento termico necessario con temperature massime di 800 gradi. Sempre in questa camera la conduzione termica è assicurata non solo dal gas ma dal giusto equilibrio tra gas e aria, così la fiamma viene trasmessa allo scambiatore.

Lo Scambiatore Primario: *si tratta di un contenitore di acqua che si trova vicino alla fiamma e assorbe il calore per poi cederlo all'acqua che si trova nel circuito.*

Lo scambiatore Secondario invece, sebbene utilizzi lo stesso principio, scambia l'energia termica con l'acqua che arriva dal sistema idraulico.

Il circolatore porta l'acqua dallo scambiatore fino ai corpi scaldanti dell'impianto (scaldasalviette, termoarredi, termosifoni) . A far sì che la caldaia sia raggiunta dal gas metano è una valvola, un sistema di sicurezza, che è tra il contatore del gas e la caldaia e ne regola anche la potenza. Anche questo dispositivo è elettrico e il flusso del metano viene rilasciato quando arriva l'impulso elettrico dalla centralina.

A quel punto viene dato il comando dal flussostato. Una caldaia murale a gas è composta da circa 170 componenti, alcuni cambiano forma a seconda del modello ma il loro principio di funzionamento è molto simile o pressochè identico.

Esistono vari tipi di caldaie murali :

- **Caldaie a tiraggio forzato**, detta anche "turbo" (a camera stagna) oramai fuori produzione
- **Caldaie a tiraggio naturale** (equipaggiate da una cappa fumi)
- **Caldaie a condensazione** (a camera stagna e a risparmio energetico)

Il termine "turbo" significa che si tratta di una caldaia munita di un ventilatore (elettroventilatore) all'interno che espelle i fumi a circa 2,5 metri dal terminale di scarico, evitando così di far respirare i fumi a chi vi abita intorno.

In materia di consumi energetica è fondamentale sapere quanta energia termica viene prodotta dalla combustione di 1 mc di metano , ovvero definire il potere calorifico del gas metano , in modo che stabilito il fabbisogno energetico della nostra abitazione per riscaldamento in un anno e noto il consumo dei mc di metano si può risalire alla spesa complessiva da sostenere diventata ormai argomento di discussione fondamentale del governo italiano.

Dalla combustione 1 kg di metano si ottengono circa 50 Mjoule di calore ;

Dalla combustione mc di metano 39,79 Mjoule

1 Watt =J/sec 1 KWh = 3600000 joule

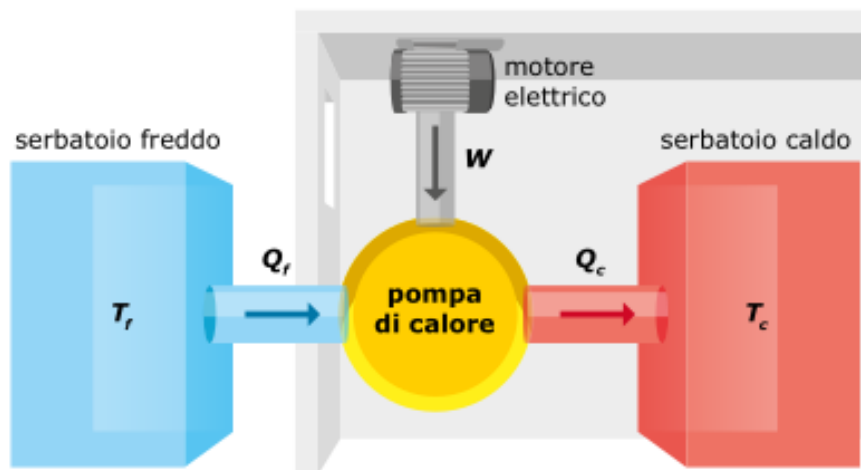
Dalla combustione di 1 mc di metano si ottengono circa 11 KWh ; tenendo conto del rendimento della caldaia della pressione del gas che varia e quindi riduce la massa e delle dispersioni termiche possiamo affermare che da 1 mc di metano si ottengono circa 10 kWh di calore ; in un abitazione con un fabbisogno orario di circa 4 KWh , accendendo la caldaia per 7 ore consumeremo circa 3 mc di metano.

Prezzo di 1 mc di metano : 1,20 euro al netto di imposte ed oneri di trasporto e equivale ad un costo in bolletta di sola materia prima energia di circa 216 euro.

5- La pompa di calore

La pompa di calore è un dispositivo integrato insieme alla caldaia a gas metano che utilizza energia elettrica proveniente da impianto fotovoltaico ed eolico o energia geotermica; Si chiama pompa di calore un apparecchio che usa il motore elettrico di un compressore per trasferire calore in modo molto efficiente da un ambiente più freddo a uno più caldo. Così la pompa di calore permette di riscaldare una casa d'inverno (o di raffreddarla d'estate) senza bruciare combustibili fossili come il gas metano, bensì usando l'energia elettrica prodotta, per esempio, da pannelli fotovoltaici posti sul tetto della casa, evitando quindi emissioni di gas-serra. La pompa di calore usata negli impianti di riscaldamento estrae calore dall'aria fredda che sta fuori dalla casa e cede calore all'aria calda che sta dentro la casa. Sposta cioè il calore in senso inverso a quello che sarebbe il flusso spontaneo dell'energia, dai corpi più caldi a quelli più freddi. La figura illustra in modo schematico ciò che avviene:

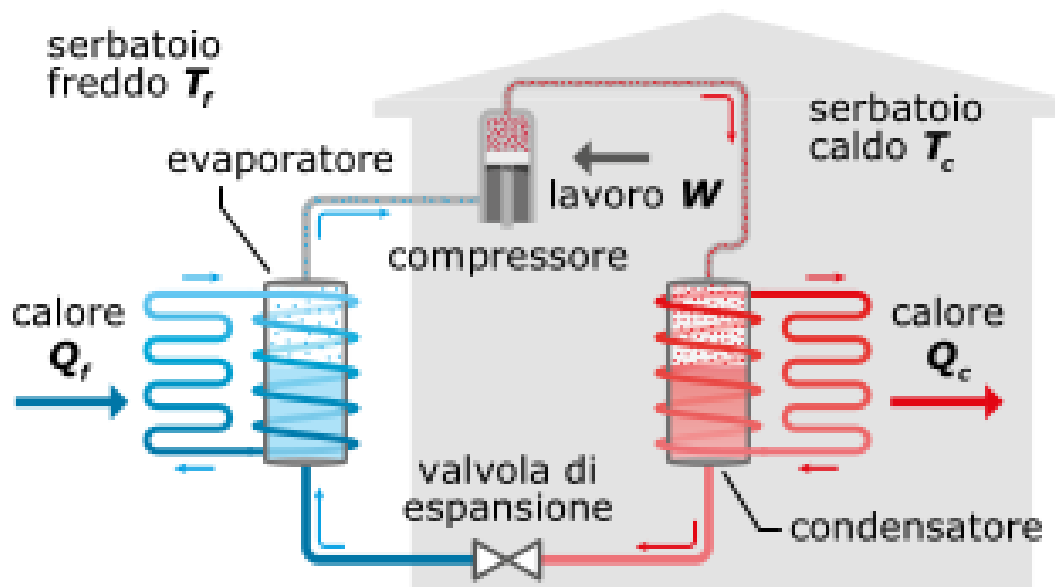
- l'ambiente esterno e l'interno della casa sono due serbatoi di energia (detti anche sorgenti di calore);
- d'inverno l'aria esterna è un serbatoio freddo alla temperatura T_f , mentre l'aria dentro la casa è un serbatoio caldo alla temperatura $T_c > T_f$;
- il motore della pompa di calore, compiendo un lavoro W , estrae la quantità di calore Q_f dal serbatoio freddo e trasferisce nel serbatoio caldo una quantità di calore maggiore, pari a $Q_c = Q_f + W$.



Ciò che rende molto interessante la pompa di calore è il fatto che basta un piccolo lavoro W (cioè una piccola quantità di energia elettrica) per trasferire una grande quantità di calore Q_c . L'efficienza delle pompe di calore si misura con il parametro chiamato COP (coefficient of performance, cioè «coefficiente di prestazione»), che è il rapporto tra il calore trasferito e il lavoro speso per trasferire il calore:

$$COP = Q_c / W = 1 + Q_f / W$$

Le pompe di calore in commercio hanno comunemente un valore del COP vicino a 3: ciò significa che, per ogni joule di energia elettrica consumato per far funzionare la pompa, si riesce a riscaldare la casa con 3 J di calore. Questa proprietà straordinaria si spiega con il fatto che la pompa deve soltanto spostare calore che è già presente nell'ambiente. La pompa di calore fa circolare un fluido in un circuito dotato di due scambiatori di calore e sfrutta il calore latente associato ai cambiamenti di stato del fluido, come mostra lo schema della **figura** :



- nell'evaporatore il fluido è allo stato liquido e ha temperatura minore di T_f ; perciò l'ambiente esterno alla casa (il serbatoio freddo) gli cede il calore Q_f , che fa evaporare il liquido;
- il vapore passa attraverso la pompa, che facendo il lavoro W comprime il vapore e così lo riscalda, portandolo a temperatura maggiore di T_c ;
- nel condensatore il vapore cede all'ambiente dentro la casa (il serbatoio caldo) il calore Q_c ; così il vapore si raffredda e torna allo stato liquido;
- il liquido poi passa attraverso una valvola che lo lascia espandere, così che si raffreddi ulteriormente e torni a temperatura minore di T_f , facendo ricominciare il ciclo.

Il ciclo del riscaldamento con la pompa di calore su un diagramma di Andrews, che descrive la relazione tra pressione e volume per un gas reale:

- le due curve colorate sono le isoterme relative al serbatoio freddo (blu) e a quello caldo (rossa);
- il calore Q_f è assorbito durante l'evaporazione, mentre Q_c è ceduto durante la condensazione;
- la fase di espansione è adiabatica, cioè non comporta scambi di calore;
- il ciclo è percorso in senso antiorario, perciò il fluido compie un lavoro negativo che è pari, cambiato di segno, al lavoro W fatto dalla pompa durante la fase di compressione, anch'essa adiabatica.

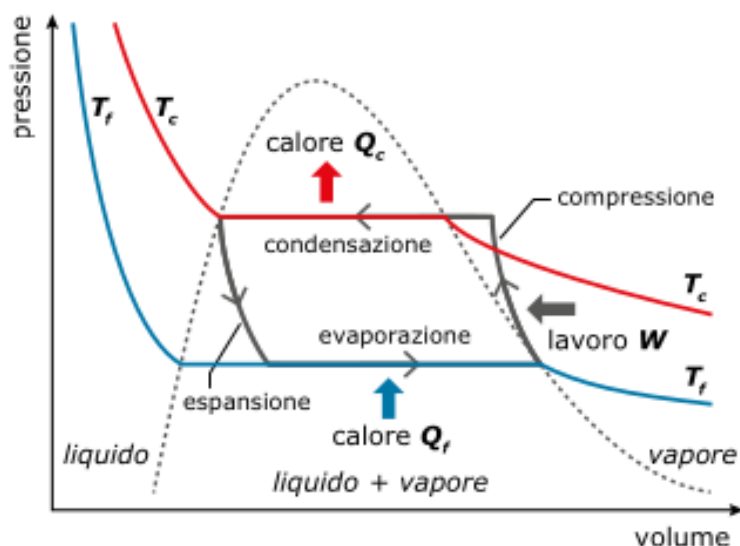


Figura 3 Il ciclo termodinamico di una pompa di calore

Le pompe di calore ad aria usano come serbatoio freddo l'aria esterna alla casa. Nella figura ,



per esempio, si vede la ventola che serve per convogliare l'aria esterna sull'evaporatore. Questo tipo di pompa è ideale per i climi moderatamente freddi, come quelli di gran parte del territorio italiano. L'efficienza delle pompe di calore ad aria però diminuisce quando fuori fa molto freddo: riscaldare una casa a 20 °C richiede poca energia elettrica se la temperatura esterna è 10 °C, ma ne richiede molta di più se la temperatura esterna è -5 °C. Una buona alternativa per i climi più freddi è la pompa di calore geotermica, illustrata all'inizio della scheda. In questo caso lo scambiatore di calore con l'esterno è un lungo tubo che fa circolare il liquido sottoterra, prima di portarlo all'evaporatore. Il sottosuolo infatti è un ottimo serbatoio freddo, perché a un paio di metri di profondità ha una temperatura quasi costante di circa 10 °C, durante tutto l'anno. Le pompe di calore geotermiche sono più costose da installare rispetto a quelle ad aria, perché richiedono un lavoro di scavo. L'investimento si recupera comunque in pochi anni, grazie al risparmio sui costi dell'energia per il riscaldamento.

La pompa di calore ha anche un altro vantaggio, oltre a quelli già visti: è reversibile, nel senso che un'opportuna valvola permette di invertire il ciclo del suo funzionamento. Così, quando fa molto caldo, la pompa può fungere da condizionatore d'aria: estrae il calore Q_f dall'aria della casa, mantenendola fresca, e cede il calore

$Q_c = Q_f + W$ all'aria esterna più calda.

In questa modalità di funzionamento però la pompa è meno efficiente, perché il lavoro del suo motore elettrico viene ceduto all'ambiente esterno e quindi va sprecato; nel ciclo di riscaldamento, invece, anche quel lavoro diventa calore ceduto all'ambiente interno alla casa.

6- La caldaia elettrica

Se nella nostra abitazione installiamo un impianto fotovoltaico o eolico in grado di produrre almeno 6000 Kwh per anno possiamo alimentare il nostro impianto di riscaldamento con energia elettrica facendo ricorso ad una caldaia che riscalda la acqua che circola nel nostro impianto utilizzando la corrente elettrica e non il gas metano o idrogeno: per la acqua calda sanitaria si ricorre all'antico scaldabagno. La potenza della caldaia da installare dipende dal fabbisogno termico dell'abitazione, dalle sue caratteristiche, dall'isolamento, dalla zona climatica e dal numero di persone presenti. In commercio esistono diversi modelli con **potenze** che vanno da **3 - 6 KW**, con alimentazione a 230 V, a 9 kW, 12, 14 kW o superiori 36 kW, con alimentazione a 400 V (in trifase). Quando installiamo una caldaia elettrica il contatore della luce dovrà avere una potenza adeguata da concordare con l'elettricista, altrimenti si rischia che salti discontinuo la corrente. Inoltre se l'alimentazione è a 400 V è necessario avere un contatore trifase.

I vantaggi e gli svantaggi di una caldaia elettrica

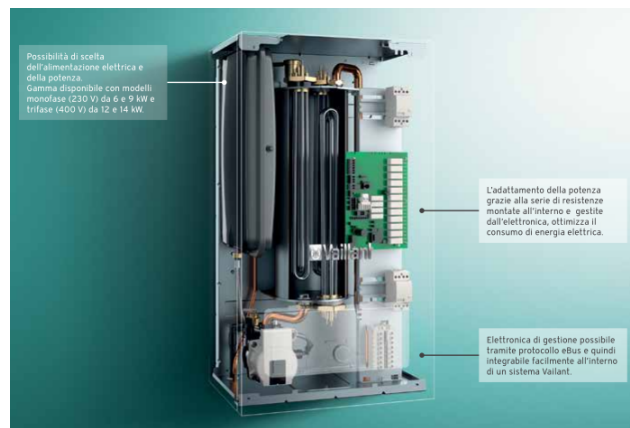
- **Impatto ambientale:** un vantaggio delle caldaie elettriche è che non ci sono emissioni locali di CO_2 o un rischio di inquinamento da monossido di carbonio (ci sono comunque emissioni laddove l'energia viene prodotta, ad esempio in una centrale convenzionale).
- **Manutenzione:** le caldaie elettriche sono esenti dalle verifiche periodiche obbligatorie come per il gas o il GPL e il costo per la manutenzione è ridotto.
- **Facilità di installazione:** non è presente la canna fumaria, non ci sono vincoli particolari e non servono fori a parete per la ventilazione; è possibile l'installazione anche in spazi ristretti.
- **Consumi elettrici:** un aspetto negativo è che la caldaia elettrica **aumenta i consumi di elettricità**, e quindi la bolletta della luce potrebbe risultare molto salata, anche per via dell'indispensabile aumento della potenza del contatore.
- **Rendimento:** tali apparecchi hanno un rendimento elevato, questo è vero senza però considerare il rendimento di produzione e di distribuzione dell'elettricità, se questa è prodotta da una centrale. Inoltre rispetto ad una pompa di calore il rendimento della caldaia elettrica a resistenza è inferiore.

Esistono due differenti tipologie :

Caldaia elettrica istantanea che produce acqua calda esclusivamente al momento in cui viene richiesta

Caldaia elettrica con accumulo prepara l'acqua calda e la accumula in un serbatoio

La caldaia elettrica utilizza resistenze elettriche che si riscaldano in funzione della energia elettrica fornita , l'acqua passando vicino la resistenza aumentata la sua temperatura ad essa viene fornito del calore e si riscalda alimentando l'impianto di termosifoni.



Modelli, caratteristiche tecniche e codici

Modello	Potenza (kW)	Classe ErP	Portata impianto (l/h)	H/P/L (mm)	Codice	Prezzo Euro
VE 6/14	1,0 - 6,0	III D	516	740/310/410	0010023698	700,00
VE 9/14	1,0 - 9,0	III D	774	740/310/410	0010023699	729,00
VE 12/14	1,0 - 12,0	III D	1032	740/310/410	0010023700	767,00
VE 14/14	1,0 - 14,0	III D	1204	740/310/410	0010023701	810,00

Le caldaie elettriche si adattano perfettamente alla direttiva europea case green poiché non vi sono emissioni di ossido di carbonio e di anidride carbonica essendo la alimentazione elettrica senza alcun processo di combustione che può interessare le biomasse o il gas metano ; ovviamente con la transizione ecologica e la graduale sostituzione del metano con l'idrogeno trasformando i nostri metanodotti in idrogenodotti la problematica delle emissioni è ampiamente risolta.

7- Il termocamino e la termostufa

I termocamini e le termostufe utilizzano come combustibile il pellet la legna o la sansa esausta :



L'alimentazione del termocamino a legna, garantisce un basso livello di inquinamento con emissioni di CO₂ pari a quelle assorbite dall'albero durante la crescita. Per garantire un funzionamento ottimale a legna, questa deve essere secca, stagionata, con umidità residua uguale o inferiore al 40% (la stagionatura ideale è di circa due anni, in modo da avere un contenuto in umidità intorno al 20%). I pezzi di legna da ardere devono essere non più lunghi di 40 cm e larghi non più di 15 cm. L'uso di pezzi di legna di dimensioni minori, con diametro fino a 7 cm consente un migliore stoccaggio ed una migliore combustione.

Il termocamino non deve essere considerato un inceneritore, quindi non va utilizzato per bruciare carta, carta plastificata, cartoni, plastiche e/o combustibili liquidi, legna trattata, legno impregnato, legname di scarto proveniente da demolizioni e/o ristrutturazione di edifici, bancali, mobili di legno usati, la formica ecc..

La combustione di questi materiali produce elevate emissioni di gas nocivi e polveri e può danneggiare l'impianto. Per i termocamini combinati è possibile e conveniente, in alternativa al funzionamento a legna, realizzare, con l'ausilio del sistema di caricamento automatico e del bruciatore inserito all'interno del focolare, il funzionamento con combustibili vegetali alternativi, come:

Combustibile Potere calorifico

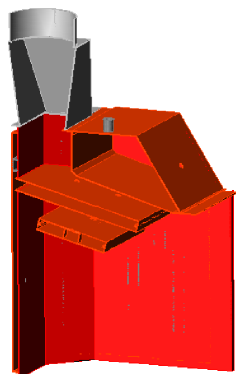
- Pellets 4300 kcal/kg ; 5kWh/kg
- Sansa 3500 kcal/kg ; 4kWh/kg
- nocciolino di oliva 4100 kcal/kg ; 4,8kWh/kg
- bucce di nocciole 3900 kcal/kg ; 4,8kWh/kg
- bucce di mandorle tritate 3900 kcal/kg ; 4,8kWh/kg
- Altri combustibili Triti

Il principio di funzionamento di un termocamino.

Il combustibile, caricato nella camera di combustione, viene acceso e fatto bruciare; il calore generato, può essere idealmente diviso in due aliquote:

- diretta viene fornita per irraggiamento dalla fiamma viva;
- indiretta viene fornita dai fumi per convezione e convezione.

I fumi sono fatti passare attraverso un percorso che, a partire dalla camera di combustione, li porta in contatto con i fianchi e i cosiddetti “barilotti” in cui è contenuta l’acqua, consentendo di recuperare, per scambio convettivo, l’aliquota di calore in essi contenuta e di trasferirla all’acqua.



Con questo processo, l’acqua contenuta in caldaia si riscalda e mediante il circolatore dell’impianto, viene inviata nel circuito dei termosifoni. La produzione di acqua calda sanitaria avviene per mezzo di una serpentina estraibile realizzata in rame alettato.



Installata su richiesta, la serpentina è in grado di fornire acqua calda fluente, a condizione che la caldaia sia in funzione; infatti, essa è posta a “Bagno Maria” nella parte superiore della caldaia in un apposito barilotto. Se l’impianto di riscaldamento, lavora con una temperatura dell’acqua in caldaia di $60\div 70\text{ }^{\circ}\text{C}$ e la temperatura dell’acqua fredda in ingresso è 15°C , la serpentina può garantire un incremento di temperatura di circa $30\div 35\text{ }^{\circ}\text{C}$ per una portata di acqua di $10\div 12$ litri al minuto. Se la temperatura dell’acqua in caldaia è inferiore, sarà inferiore anche l’incremento di temperatura. Ricordiamo alcune precauzioni di sicurezza da prendere per i termocamini :

- *Accertarsi che il locale di installazione del termocamino sia adatto e con aperture minime di ventilazione secondo quanto prescritto dalle norme vigenti, comunque sufficienti ad ottenere una perfetta combustione.*
- *Non lasciare contenitori e sostanze infiammabili in prossimità del termocamino.*
- *Non collegare i cavi di messa a terra dell’apparecchio all’impianto idrico, bensì all’impianto di terra dell’edificio sede dell’installazione.*
- *Si raccomanda inoltre di tenere lontano bambini ed inesperti dalle parti calde dell’apparecchio (sportelli, vetro, ecc.) che potrebbero provocare ustioni.*
- *In caso di guasto, di ripetuti arresti o di blocco dell’apparecchio, disattivare il sistema astenendosi da qualsiasi intervento di riparazione o intervento diretto.*



La centralina elettronica, fornita completa di sonda fumi e sonda temperatura caldaia, consente di gestire, secondo una logica di funzionamento a “stati successivi”, sia l’afflusso del combustibile che quello di aria comburente, consentendo la transizione tra uno stato di funzionamento e l’altro, in base alla misura della temperatura dei fumi di combustione e della temperatura dell’acqua in caldaia.



SISTEMA DI EVACUAZIONE DEI FUMI

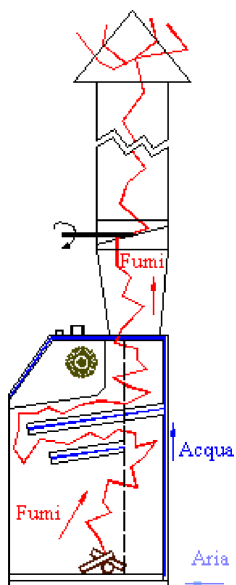
Una buona canna fumaria, garantisce un perfetto funzionamento dell’impianto di riscaldamento con termocamino. Grazie alla differenza di temperatura tra la camera di combustione e l’ambiente esterno, si genera la depressione (tiraggio) che consente l’evacuazione dei fumi. Tuttavia, molti sono i parametri che influenzano il tiraggio, in particolare:

- *la temperatura dei fumi prodotti durante la combustione;*
- *la differenza di temperatura tra l’esterno e l’interno, che nelle giornate fredde garantisce una differenza di pressione maggiore e quindi un tiraggio più efficiente rispetto a giornate più calde;*
- *la pressione atmosferica, che si riduce all’aumentare dell’altezza sul livello del mare; quindi ad es. una canna fumaria a Genova, sarà più bassa di una costruita ad Aosta.*

Un modo per aumentare artificialmente la differenza di pressione, è quello di aumentare l’altezza della canna fumaria. In tal modo, si aumenta di pari grado anche l’altezza (e quindi il peso) della colonna d’aria comburente che ha accesso al termocamino, il che si traduce in una maggiore spinta sui fumi e quindi una migliore evacuazione degli stessi. Notare che non si è parlato di lunghezza della canna fumaria, ma

di altezza. Infatti, aggiungere curve o tratti orizzontali, determina una riduzione del tiraggio, potendo arrivare al punto che la pressione dell'aria comburente non sia sufficiente a spingere fuori l'aumentata massa di fluido nella canna fumaria.

Comunque, è possibile regolare il tiraggio, per adattarlo alle varie condizioni di funzionamento, agendo sulla valvola fumi posta all'interno della cappa, mediante l'apposita manopola. Ovviamente, la valvola di regolazione del tiraggio, può essere più o meno chiusa a seconda della reale efficienza della canna fumaria, nel senso che si può chiudere, fino alla posizione in cui, il fumo continua a fuoriuscire dalla canna e non si accumula nella camera di combustione. Di seguito sono date delle indicazioni su come realizzare correttamente la canna fumaria.



CANALE DA FUMO

L'uscita dei fumi avviene dalla cappa del termocamino, per collegarsi alla canna fumaria deve essere installato un canale da fumo di altezza circa 1 m e di diametro sufficiente ad innestarsi sulla connettore dei fumi della cappa. Il canale da fumo, che deve avere sezione costante, può essere realizzato in lamiera metallica oppure con elementi di materiali non combustibili idonei a resistere ai prodotti della combustione ed alle loro eventuali condensazioni, installato in modo da garantire la tenuta ai fumi. Non sono ammessi tubi metallici flessibili e in fibrocemento. Il canale da fumo se passa all'esterno del locale di installazione deve essere coibentato. I canali da fumo non devono attraversare locali nel quali è vietata l'installazione di apparecchi a combustione.

Per l'installazione del canale da fumo rispettare le seguenti ulteriori indicazioni:

- evitare per quanto possibile il montaggio di tratti orizzontali. E' vietato l'impiego di elementi in contropendenza;
- si possono usare al massimo 2 curve, con cambio di direzione di 90°, e la proiezione in orizzontale del percorso del canale da fumo non deve superare i 2 m;
- per caminetti dove si debbano raggiungere scarichi a soffitto o a parete non coassiali rispetto all'uscita dei fumi dall'apparecchio, i cambiamenti di direzione dovranno essere realizzati con l'impiego di gomiti aperti non superiori a 45°;

- è vietato far transitare all'interno di canali da fumo, altri canali e/o tubazioni di impianti;
- è necessario realizzare aperture di ispezione per effettuare la pulizia del canale da fumo.

CANNA FUMARIA

Per il funzionamento di un termocamino in maniera ottimale, la canna fumaria deve rispettare le seguenti prescrizioni principali:

La canna fumaria, può essere realizzata in acciaio, a sezione circolare, con superficie interna liscia, coibentata in maniera opportuna per impedire un eccessivo raffreddamento dei fumi e quindi la creazione di condense acide, del tipo in acciaio inox aisi doppia parete (con isolamento interposto).

In alternativa al sistema in acciaio a doppia parete, la canna fumaria può essere realizzata anche con tubo-camicia in acciaio inox aisi 316 monoparete o in materiale ceramico, posizionata in blocchi di materiale refrattario, con interposizione di materiale isolante con:

- spessore 30 mm di lana di roccia per camini interni;
- spessore 50 mm di lana di roccia per camini esterni.

La sezione della canna fumaria deve essere conforme alla sezione di uscita dei fumi dalla cappa del termocamino, di seguito sono indicate le dimensioni:

tipo di termocamino	Uscita fumi	Dimensioni tubo interno della canna fumaria	Dimensioni tubo esterno della canna fumaria	Tiraggio necessario
	[mm]	[mm]	[mm]	[Pa]
20000 kcal/h	250	250	350	10
30000 kcal/h	250	250	350	15

Per l'installazione della canna fumaria rispettare le seguenti ulteriori indicazioni:

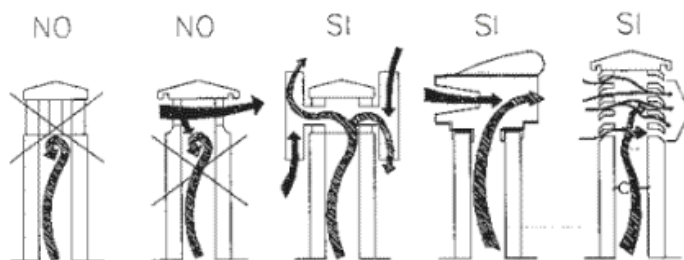
- avere un tratto verticale continuo di circa 5÷6 m;
- non avere riduzioni di sezione, curve con inclinazione superiore a 45° e tratti orizzontali;
- avere sezione interna preferibilmente circolare. Le sezioni quadrate o rettangolari devono avere angoli arrotondati con raggio non minore di 20 mm, e rapporto massimo tra i lati 1,5;
- avere sezione interna costante, libera ed indipendente;
- il collegamento tra l'apparecchio di utilizzazione e la canna fumaria deve ricevere lo scarico da un solo termocamino.

COMIGNOLO

Il comignolo deve rispondere ai seguenti requisiti:

- avere sezione interna equivalente a quella della canna fumaria;
- avere sezione utile di uscita non minore del doppio di quella interna della canna fumaria;
- essere costruito in modo da impedire la penetrazione nel camino della pioggia, della neve, di corpi estranei ed in modo che anche in caso di venti di ogni direzione e inclinazione sia comunque assicurato lo scarico dei prodotti della combustione;

Di seguito sono riportate alcune conformazioni del comignolo, adatte o meno alla corretta evacuazione dei fumi:



PRESA D'ARIA

L'installazione della canna fumaria, deve essere completata dalle prese d'aria esterna comburente, realizzate sulle pareti esterne del locale di installazione del termocamino. L'afflusso d'aria in camera di combustione, avviene tramite la griglia sul piano in ghisa del focolare, per mezzo di due aperture :

- *un manicotto Ø60, posto sotto il piano del focolare e connesso al ceneratoio;*
- *una griglietta regolabile, posta sul fronte del cassetto per il recupero delle ceneri.*

Il manicotto va connesso direttamente all'esterno, con una tubazione metallica da completare con una valvola a farfalla con cavetto flessibile, per la regolazione manuale dell'aria comburente. In caso non fosse possibile il collegamento diretto all'esterno, deve essere realizzata un'apertura fissa anche nel rivestimento del focolare, tale da consentire il libero passaggio dell'aria dalla presa d'aria esterna, realizzata nel locale. La presa d'aria esterna deve essere:

- a) di superficie totale 80 cmq (Ø110 cm) per i modelli 20000 kcal/h e 140 cmq (Ø140) per i modelli 30000 kcal/h;*
- b) protetta con griglia, rete metallica o idonea protezione, purché non riduca la sezione minima e posizionata in modo da evitare che possa essere ostruita.*

La presa di aria comburente, può essere realizzata anche in un locale adiacente a quello di installazione, purché il flusso d'aria, possa avvenire liberamente attraverso aperture permanenti, comunicanti con l'esterno di caratteristiche analoghe a quelle di cui sopra. In tal caso, il locale adiacente, non può essere adibito ad autorimessa, magazzino di materiale combustibile né comunque ad attività con pericolo d'incendio. Tenere presente che, il tiraggio può essere indebolito dalla presenza di una cappa per cucina di tipo aspirante, di sistemi di riscaldamento ad aria soffiata, dall'aspirazione di una tromba di scale, ecc..

N.B.

La corretta realizzazione della canna fumaria, è compito dell'installatore, che presa visione dei luoghi, potrà individuare il sistema più adatto per ottenere una corretta

evacuazione dei fumi, nel rispetto delle normative vigenti ed ai fini del regolare funzionamento del sistema.

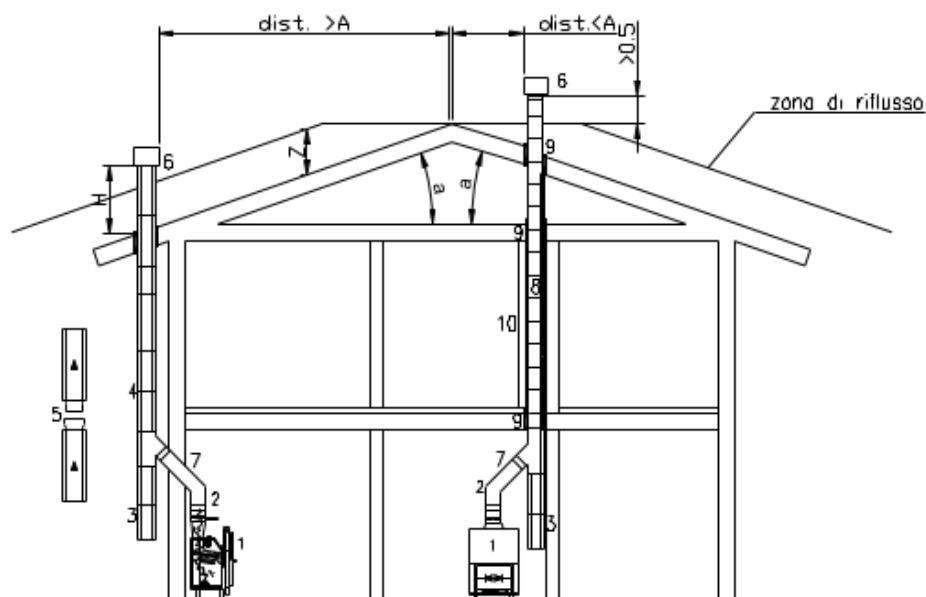
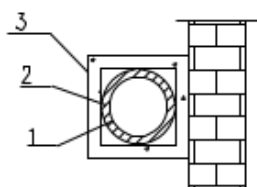


Tabella estratta dalla Norma UNI 7129

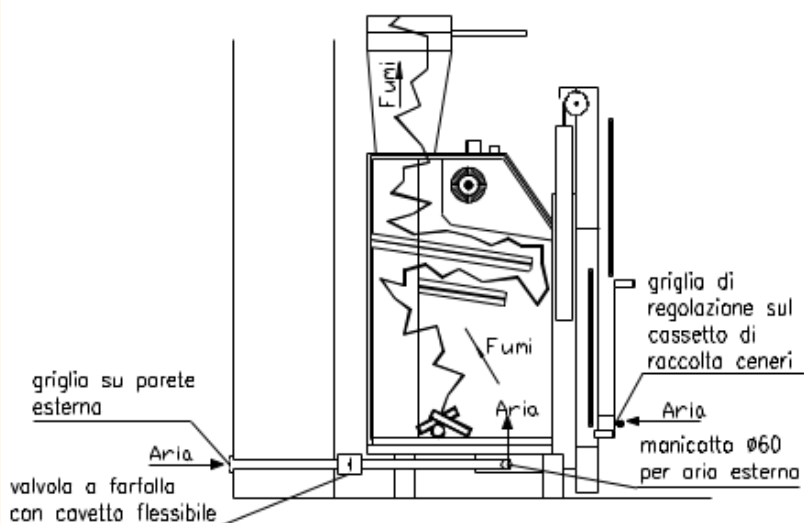
α	A [m]	H [m]	Z [m]
15°	1,85	1,00	0,50
30°	1,50	1,20	0,80
45°	1,30	2,00	1,50
60°	1,20	2,60	2,10

- 1) TERMOCAMINO
- 2) CURVA DI RACCORDO (MAX 45°)
- 3) ELEMENTO PER RACCOLTA INCOMBUSTI
- 4) CANNA FUMARIA IN ACCIAIO A DOPPIA PARETE
- 5) COLLEGAMENTO DEI TUBI CON INCASTRO "AD ACQUA"
- 6) COMIGNOLO
- 7) CANALE DA FUMO COIBENTATO
- 8) CANNA FUMARIA CON BLOCCHI IN REFRATTARIO
- 9) ISOLAMENTO INTERPOSTO NELL'ATTRAVERSSAMENTO DEI SOLAI
- 10) PARETINA DI PROTEZIONE NEL PASSAGGIO INTERNAMENTE A LOCALI DI ABITAZIONE



Installazione
NON CORRETTA

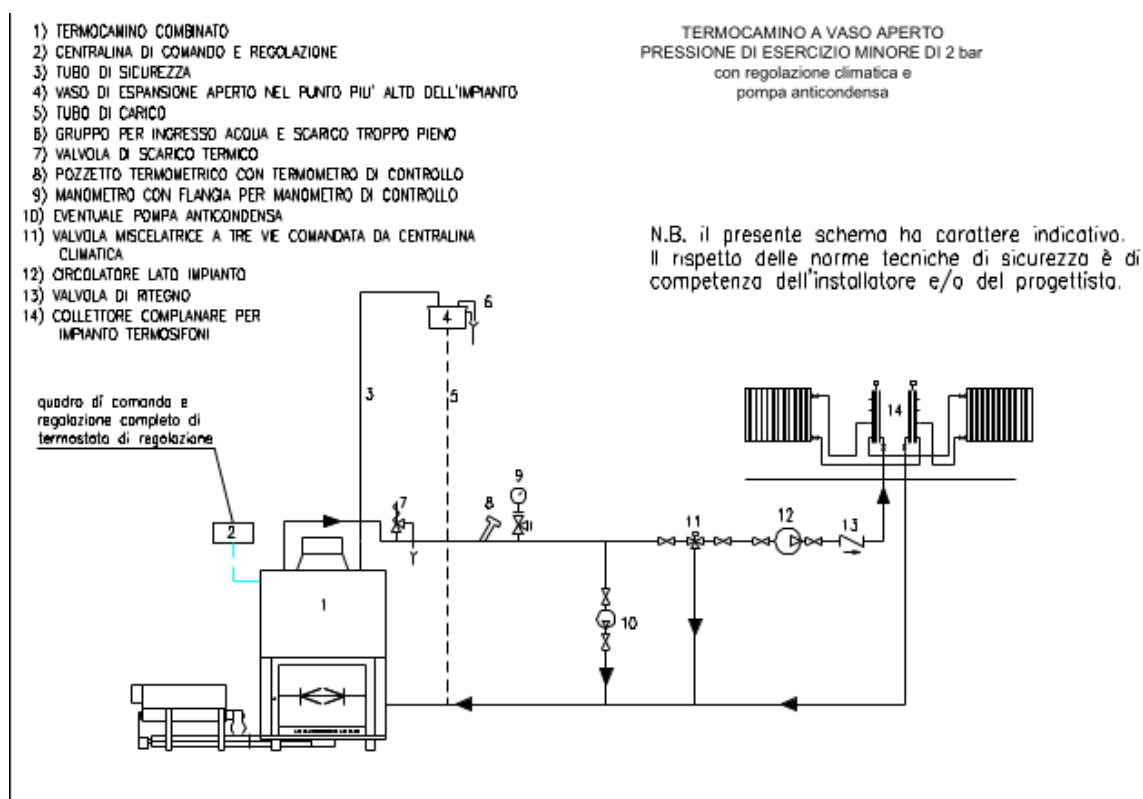
La canna fumaria può essere realizzata anche con camicia (1) realizzata con tubo in acciaio inox AISI 316 o in materiale ceramico, posizionata dopo interposizione di materiale isolante (2), in blocchi di materiale refrattario (3).



ALLACCIAMENTO ALL'IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

Il corretto dimensionamento della potenza del termocamino e dell'impianto di riscaldamento, nonché la scelta della tipologia di impianto da realizzare, sono compiti dell'installatore. Si ricorda che i generatori termici a combustibile solido devono essere installati con le apparecchiature di sicurezza previste dalle vigenti leggi in materia, in particolare per i termocamini di potenza inferiore alle 30.000 kcal/h (35 kW). Nell'ottica di tale norma i termocamini a legna, possono essere installati in impianti di tipo ma vaso di espansione aperto e devono essere provvisti di:

- a) vaso di espansione aperto;*
- b) tubo di sicurezza (diametro minimo di 1");*
- c) dispositivo di allarme acustico e/o ottico che intervenga alla temperatura di 90 °C;*
- d) termometro, con pozzetto per termometro di controllo*
- e) manometro, con flangia per manometro di controllo;*
- f) valvola di scarico termico;*



Il vaso di espansione aperto ed il tubo di sicurezza vanno dimensionati in base all'impianto. Per quanto riguarda il vaso di espansione, questo (in via indicativa) deve avere una capacità pari ad almeno il 20% di tutto il volume d'acqua dell'impianto. Questo per consentire lo sfogo della grande inerzia termica del focolare. Assicurarsi che il vaso di espansione sia posizionato nel punto più alto dell'installazione (almeno 50 cm dal calorifero più in alto, meglio 3 metri) e che non possa gelarsi l'acqua. Deve essere collegato ad un rubinetto di riempimento automatico per reintegrare l'evaporazione d'acqua. Non spegnere mai il circolatore se il focolare è acceso. Si consiglia di impostare il termostato di funzionamento della pompa, tra i 50°C e 60°C. Il termocamino è dotato di due manicotti di mandata, posti sulla parte superiore, e di due ma-

nicotti di ritorno, posti sui lati, per consentire una maggiore flessibilità di impianto. Se (come illustrato nei disegni alla pagina seguente) per il collegamento all'impianto è utilizzato il manicotto di mandata di sinistra, sarà necessario utilizzare il manicotto di ritorno di destra, mentre il manicotto di mandata di destra può essere utilizzato per il collegamento del tubo di sicurezza. Ovviamente, quanto detto, può essere realizzato invertendo la destra con la sinistra. I collegamenti delle tubazioni, realizzati come specificato sopra, consentono un migliore trasferimento di calore all'acqua, poiché, tutta l'acqua presente nel termocamino può dare il suo contributo di calore all'impianto; invece, nel caso di collegamento dei tubi di mandata e ritorno dallo stesso lato, si creano vie preferenziali di circolazione dell'acqua, che tende a muoversi solo sul lato sul quale sono effettuate le connessioni, facendo partecipare poco l'acqua calda che si trova dal lato opposto e che in particolari situazioni potrebbe raggiungere temperature elevate prossime alla temperatura di ebollizione.

RIEMPIMENTO DELL'IMPIANTO E DEL TERMOCAMINO

Dopo avere completato i collegamenti agli impianti elettrici e idraulici, occorre riempire l'impianto ed il termocamino. Preventivamente, bisogna valutare la durezza dell'acqua e dei residui fissi, installando se necessario (ad es. in presenza di acqua con residuo fisso a 180 °C maggiore di 300 mg/l) un addolcitore a monte della tubazione mandata. In particolare è buona norma assicurarsi che il PH dell'acqua sia compreso tra 7 e 8 alla temperatura di 25°C. Si consiglia di controllare periodicamente il reintegro di acqua, accertandosi di eventuali perdite lungo l'impianto. Possiamo, in modo schematico, analizzare le operazioni da eseguire per il riempimento:

- aprire le eventuali valvole di sezionamento dell'impianto;*
- aprire completamente gli sfiati di tutti i radiatori, in modo che l'aria possa uscire senza possibilità che si creino sacche d'aria;*
- riempire l'impianto molto lentamente dalla parte inferiore del termocamino;*
- continuare a tenere gli sfiati dei radiatori aperti anche quando inizia a scorrere un filo d'acqua, in modo da essere sicuri da non creare sacche d'aria.*

A installazione ultimata, è buona norma verificare la tenuta delle giunzioni idrauliche e dell'impianto, per almeno 2 o 3 giorni. Se parte delle tubazioni dell'impianto si trova all'esterno o se l'impianto rimane inattivo per diverso tempo nel periodo invernale, è opportuno usare nell'impianto come fluido termovettore, acqua additivata con glicole monoetilenico (il comune Antigelo), in percentuale derivante dalla minima temperatura riscontrata nella zona di installazione.

MESSA IN FUNZIONE

Per descrivere le operazioni necessarie per la messa in funzione del termocamino combinato, bisogna distinguere il caso di funzionamento a legna e/o a pellet, tenendo conto anche del tipo di centralina utilizzata (meccanica o elettronica); quindi nel prosieguo sono illustrate le modalità di messa in funzione per questi casi.

I termocamini presenti sul mercato sono dal design accattivante ,molto belli da sistemare nella nostra abitazione e riscaldarci in inverno



8- Schema e calcolo dell'impianto

Descriviamo inizialmente il calcolo idraulico dell'antico impianto con radiatori e poi l'impianto a pavimento o a parete con la relativa serpentina.

Calcolo idraulico di un impianto con radiatori

Lo schema di impianto è a collettori in genere per un appartamento un solo collettore con una tubazione di mandata dal generatore di calore al collettore e un tubo di ritorno dal collettore al generatore ; dal collettore partono i tubi di rame che servono il singolo termosifone che si trova nella stanza che sono disposti in parallelo ; Applicando il teorema di Bernouilli dalla sezione di mandata a quella di ritorno

$$(Z + P/\gamma + V^2/2g - J*L - \Sigma k_i)_m - (Z + P/\gamma + V^2/2g - J*L - \Sigma k_i)_R$$

$$-\Sigma[J*L + \Sigma k_i]_{TI} - \Sigma k_{CI} = 0 \quad \text{dove i pedici indicano}$$

M mandata, r ritorno , TI termosifone CI collettore

J le perdite di carico distribuite nei tubi per unità di lunghezza funzione della sabbrezza della parete della tubazione

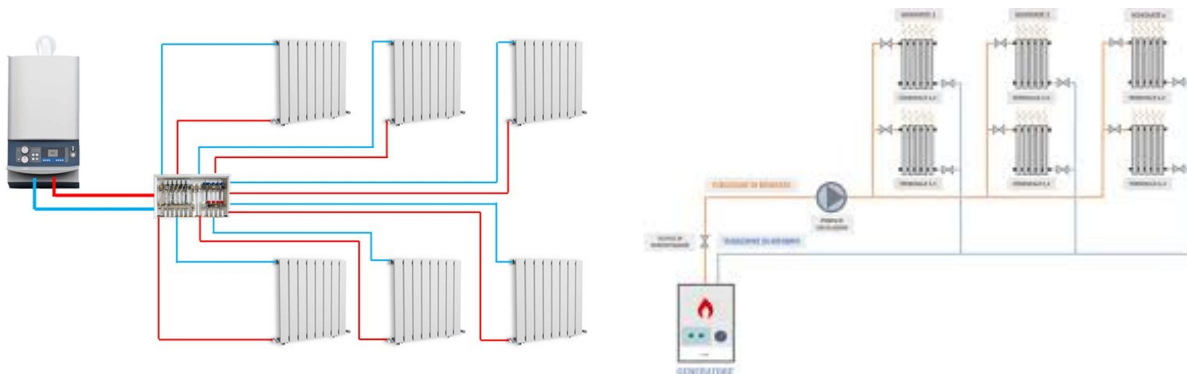
K_i perdite di carico concentrate dovute alla curva a 90° funzione del tubo e diametro

$$(P/\gamma + V^2/2g - J*L - \Sigma k_i)_m - \Sigma[J*L + \Sigma k_i]_{TI} - \Sigma k_{CI} = (P/\gamma + V^2/2g - J*L - \Sigma k_i)_R$$

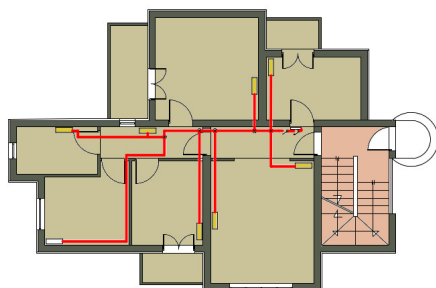
Per la tubazione di mandata il carico iniziale è pari alla prevalenza manometrica della pompa presente nel generatore di calore che fa muovere il liquido all'interno dell'impianto fino al generatore dove l'acqua si riscalda grazie alla resistenza per la caldaia elettrica e al calore trasmesso per combustione dalla caldaia a gas metano : la prevalenza manometrica della pompa ci fornisce la differenza tra la pressione nella tubazione di mandata e la pressione nella tubazione di ritorno ovvero il salto il carico idrostatico che fa muovere il liquido all'interno dell'impianto , quando la caldaia è spenta l'acqua è ferma .

$$(Z + P/\gamma + V^2/2g)_m - (Z + P/\gamma + V^2/2g)_R = \Delta P$$

Accendendo la caldaia si avvia la pompa che funziona elettricamente fornisce il carico necessario al movimento dell'acqua pari alla somma di tutte le perdite di carico lungo le tubazioni.



Schema Impianto riscaldamento



Schema a pavimento

Per gli impianti a pavimento o a parete per il calcolo idraulico valgono analoghe considerazioni

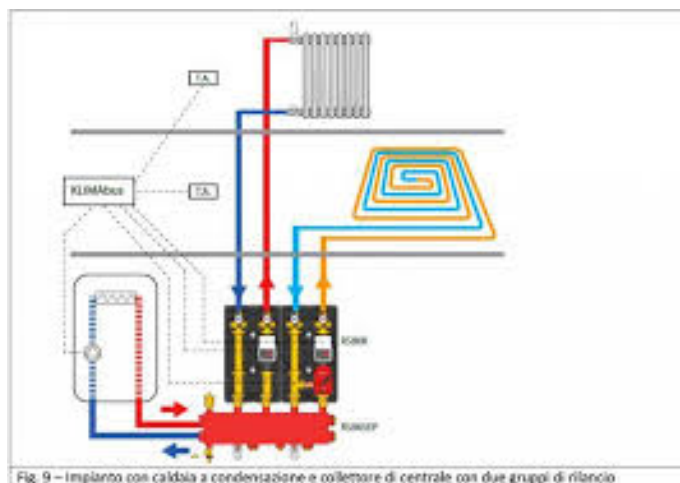
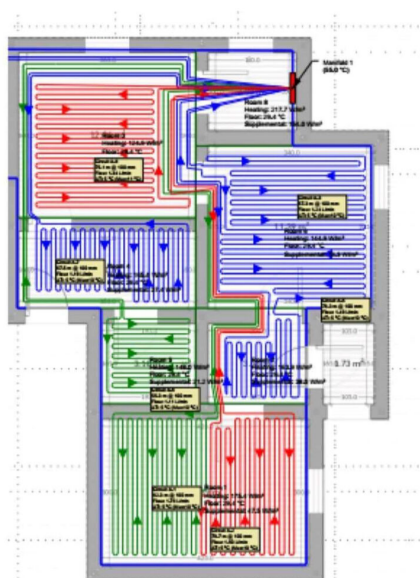


Fig. 9 – Impianto con caldaia a condensazione e collettore di centrale con due gruppi di riscaldamento

Lo schema di funzionamento è analogo sempre centralizzato con collettore varia sensibilmente la lunghezza dei tubi quindi sono elevate le perdite di carico distribuite possiamo ritenere l'acqua praticamente ferma nell'impianto o a velocità molto ridotta. Il problema idraulico è sempre fondato su un bilancio di energia di carichi idrostatici e non di scambio termico ovvero di carichi termici che regolano la temperatura nelle singole stanze, il movimento dell'acqua è indipendente dalla sua temperatura poichè l'acqua è un fluido incompressibile non è un gas. La funzione di un impianto di riscaldamento è quella di fornire calore alla stanze lo scambio è tra la acqua calda e l'ambiente che avviene i termini di capacità termica ovvero di massa di acqua e la portata del nostro impianto deve essere commisurata alle temperature che si vogliono ottenere all'interno della nostra abitazione tramite i corpi scaldanti funzione della prevalenza manometrica della pompa in generale della temperatura della tubazione di mandata. Lo scambio termico $Q = K \cdot S \cdot \Delta T$ è funzione della temperatura dell'acqua e della sua portata attraverso la superficie S che è quella del corpo scaldante o della lunghezza della serpentina a parità di superficie laterale del tubo πD ovvero del diametro. Il dimensionamento della serpentina è stato visto nel paragrafo 3 relativo ai sistemi radianti a pavimento.

9- Il termostato e la domotica nell'impianto di riscaldamento

Ogni impianto di riscaldamento è munito del suo termostato che regola la temperatura della nostra abitazione accendendo e spegnendo in modo autonomo la caldaia in base ai valori della temperatura della casa che nel periodo invernale deve essere almeno 20°. I termostati possono essere regolati in modo che nelle ore notturne i radiatori e l'impianto sia spento per ridurre i consumi di energia, ma come si sa la insonnia dipende dal comfort abitativo e dalla temperatura della nostra stanza da letto, ci viene in soccorso la domotica che ci consente anche per impianti esistenti di inserire delle valvole nei collettori in modo che di notte possiamo accendere il solo radiatore o la sola serpentina della nostra stanza da letto minimizzando i consumi. E' possibile sempre tramite app e con lo smartphone accendere a distanza l'impianto di riscaldamento in modo che quando rientriamo da un lungo viaggio troviamo la nostra casa ad una adeguata temperatura soprattutto in inverno. La domotica, applicata agli impianti di riscaldamento, permette di gestire la temperatura degli ambienti in modo intelligente, adattando l'impianto alle esigenze degli utenti e alle condizioni esterne, ottimizzando i consumi energetici e migliorando il comfort termico. Gli impianti domotici utilizzano sensori e attuatori per rilevare la temperatura degli ambienti e regolare automaticamente l'impianto di riscaldamento, mantenendo la temperatura desiderata; consente di controllare l'impianto di riscaldamento da remoto, tramite smartphone, tablet o comandi vocali, offrendo la possibilità di impostare la temperatura, programmare gli orari di accensione e spegnimento, e gestire l'impianto anche in assenza; permette di personalizzare la gestione dell'impianto in base alle proprie esigenze e abitudini, ad esempio impostando diverse temperature per zone diverse della casa, o attivando il riscaldamento solo in determinati orari. La Termoregolazione degli impianti termici è un sistema per la regolazione automatica della temperatura ambiente si compone di:

- *un termostato;*
- *un sistema di sensori;*
- *una centralina di termoregolazione.*

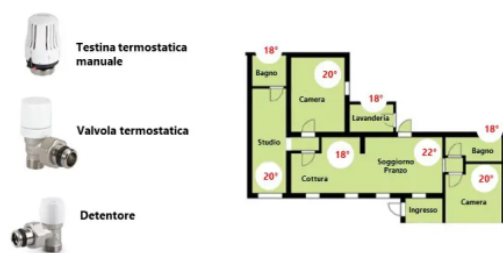
I sistemi di termoregolazione lavorano in maniera diversa a seconda che siano automatici o manuali:

- *se il sistema è automatico, tutti i parametri climatici necessari sono rilevati da appositi sensori, che inviano informazioni al sistema e ne determinano la conseguente regolazione;*
- *se la regolazione è manuale, gli utenti intervengono direttamente sulle impostazioni di funzionamento.*

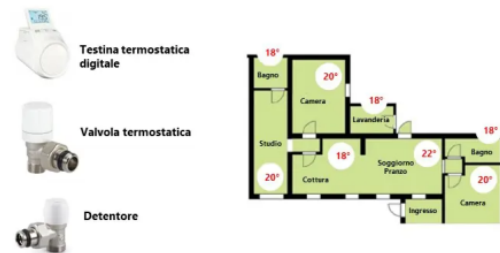
In ogni caso, i parametri rilevati sono definiti a seconda delle preferenze dell'utente, che definisce dei "set point".

Il sistema di termoregolazione deve confrontare continuamente la temperatura ambiente con il valore di setpoint e di conseguenza far aumentare o diminuire la potenza termica emessa dai corpi scaldanti. Per poter gestire la temperatura, è dunque neces-

sario un termostato collegato ad un meccanismo che confronta la temperatura rilevata con quella dell'intervallo di temperature prestabilito. Se la temperatura rilevata è maggiore, il sistema di riscaldamento si spegnerà, se invece è inferiore il riscaldamento entrerà in funzione per portare l'ambiente alla temperatura desiderata. La termoregolazione degli impianti termici con valvole termostatiche costituisce il sistema più facile per regolare la temperatura ambiente. Il funzionamento è semplice: a mano a mano che il locale comincia a riscaldarsi, la valvola termostatica inizia a chiudersi, andando a parzializzare la quantità d'acqua in entrata nel radiatore. In questo modo nel radiatore entrerà solo la giusta quantità di acqua calda atta a mantenere costante la temperatura del locale. Entrando meno acqua, il ricircolo all'interno del radiatore sarà più lento e il rendimento sarà il massimo possibile. L'installazione di valvole termostatiche permette di regolare l'afflusso di acqua calda nei radiatori in base alla temperatura ambiente impostata sulla manopola graduata. La valvola termostatica tramite un rilevatore di presenza dovrebbe rilevare ad esempio durante la notte la presenza di persone nella stanza e accendere il riscaldamento esclusivamente per quella stanza, oltre a regolare la temperatura di ogni singolo ambiente



Termoregolazione manuale delle valvole termostatiche



Termoregolazione automatica delle valvole termostatiche

L'installazione di valvole termostatiche agisce direttamente sulla logica di funzionamento dell'impianto, passando da un sistema a portata costante, ad uno a portata variabile. Per fare ciò, è necessario un corretto bilanciamento dell'impianto. In questo caso, di solito, si applica una pre-regolazione che consente di dare ad ogni corpo scaldante la corretta portata, ottenendo dunque la giusta quantità di energia prodotta.

10- Conclusioni

Gli impianti di riscaldamento sono fondamentali per il comfort abitativo, il design dei corpi scaldanti ormai si è evoluto e sono diventati degli elementi di arredo della nostra casa definendone lo status sociale delle persone che vi abitano ; purtroppo con la direttiva case green dovremo abbandonare quei combustibili o sistemi di alimentazione che producono anidride carbonica e ossido di carbonio , con la transizione energetica il metano sarà sostituito dall'idrogeno le fonti di energia rinnovabile eolici e fotovoltaici faranno in modo che una grande parte degli impianti di riscaldamento saranno elettrici o alimentati a idrogeno. Visto il design dei termocamini e delle termostufe forse inventeranno un pellet green i cui prodotto della combustione non sono anidride carbonica ed ossido di carbonio magari aggiungendo degli additivi chimici che modificano le reazioni di combustione. Questi appunti sono un collage di pubblicazioni reperibili on line , rappresentano delle nozioni di base competenze che ogni ingegnere edile che progetta case deve avere poichè l'impianto di riscaldamento singolo fa parte della pratica progettuale e non può essere demandato ad altro tecnico termotecnico specialista del settore rappresenta una competenza propria della ingegneria edile.