

LA CONDENSAZIONE IN FUNZIONE DELLA TEMPERATURA DI RITORNO IMPIANTO, DELLA POTENZA ISTANTANEA EROGATA E DELLA TEMPERATURA DEI FUMI

1. DATI TERMODINAMICI DEL METANO RELATIVI ALLA CONDENSAZIONE

- **Potere calorifero inferiore = 8127 Kcal/m³** : Sono le Kcal (calore sensibile) che si ottengono bruciando 1 m³ di gas, senza considerare le calorie contenute nel vapor d'acqua presente nei fumi.
- **Potere calorifero superiore = 9025 Kcal/m³**: Sono le Kcal totali (calore sensibile + calore latente) che si ottengono bruciando 1 m³ di gas considerando anche le calorie contenute nel vapor d'acqua presente nei fumi.
- **Calore latente = 898 Kcal/m³** : Rappresenta la differenza fra i due poteri caloriferi
- **Litri di acqua generati bruciando 1 m³ di gas = 1,55 Kg/m³**
- **Calore di evaporazione per 1 litro di acqua = 579 Kcal/litro**

- **Rendimento di una buona caldaia (eccesso di aria = 3%) senza condensazione = 97%**
- **Calore in uscita da questa caldaia senza condensazione = 7880 Kcal/m³**
- **Calore in uscita da questa caldaia con condensazione teorica totale = 8788 Kcal/m³**
- **Rendimento apparente di una buona caldaia con condensazione teorica totale = 108%**
- **Aumento teorico di rendimento = +11%**

Mentre nelle caldaie senza condensazione il guadagno di rendimento è di circa l'1% per ogni 20°C in meno di fumi, quando la caldaia incomincia a condensare il guadagno aumenta molto più rapidamente con la diminuzione della temperatura dei fumi: incomincia a farsi sentire la condensazione.

Il fenomeno della condensazione in caldaia ubbidisce alle seguenti regole generali:

- **Quantità assoluta di acqua contenuta in un m³ di fumi (Kg/m³) è fissa, e dipende solo dall'eccesso di aria che, se troppo elevato, "diluisce" l'acqua in più fumi.**
- **Con eccesso di aria pari al 3% il "punto di rugiada" dei fumi è circa 62°C.**
Il punto di rugiada rappresenta la temperatura alla quale la quantità di acqua contenuta nei fumi genera una percentuale di umidità relativa pari al 100%.
- **una qualunque superficie, con temperatura inferiore a 62°C, immersa nei fumi con punto di rugiada pari a 62°C, inizia a condensare acqua.**
E' lo stesso fenomeno dei vetri che si appannano.
- **più alta è la temperatura dei fumi, più si abbassa il punto di rugiada, poichè i fumi possono contenere più acqua.**
- **più si abbassa il punto di rugiada, più bassa deve essere la temperatura della superficie di condensazione: in pratica più basso deve essere il ritorno in caldaia.**

Da quanto detto si può concludere:

- **LA CONDENSAZIONE E' TANTO PIU' ALTA QUANTO PIU' BASSA E' LA TEMPERATURA DI RITORNO E QUANTO PIU' BASSI SONO I FUMI, A PARITA' DI TEMPERATURA DI RITORNO.**

La condensazione è perciò una combinazione fra :

- **bassa differenza fra fumi e ritorno alla massima potenza nominale (buona qualità di caldaia).**
- **bassa temperatura di ritorno impianto (buona qualità della regolazione dell'impianto).**

Nota bene:

Ogni caldaia a condensazione dovrebbe avere il dato che indica la differenza di temperatura fra fumi e ritorno, alla potenza nominale, oppure altri dati dai quali si possa ricavare questo valore.

Questo valore rappresenta la capacità che ha la caldaia di avere un buono scambio con il condensatore: migliore è il condensatore, migliore è la qualità della caldaia.

A potenze inferiori della nominale la differenza fumi/ritorno diminuisce, poichè i fumi, avendo una portata inferiore (si brucia meno gas, e si cala perciò l'aria comburente) restano in caldaia un tempo più lungo ed hanno un miglior scambio termico con il condensatore.

E' come se si usasse una caldaia per una potenza superiore a quella che si sta erogando in quel momento.

Una buona caldaia ha la differenza fumi/ritorno uguale a zero quando la potenza emessa è pari al 30%. Per potenze intermedie la differenza fumi/ritorno può essere considerata lineare.

Negli esempi che seguono consideriamo che la caldaia di "buona qualità" ha :

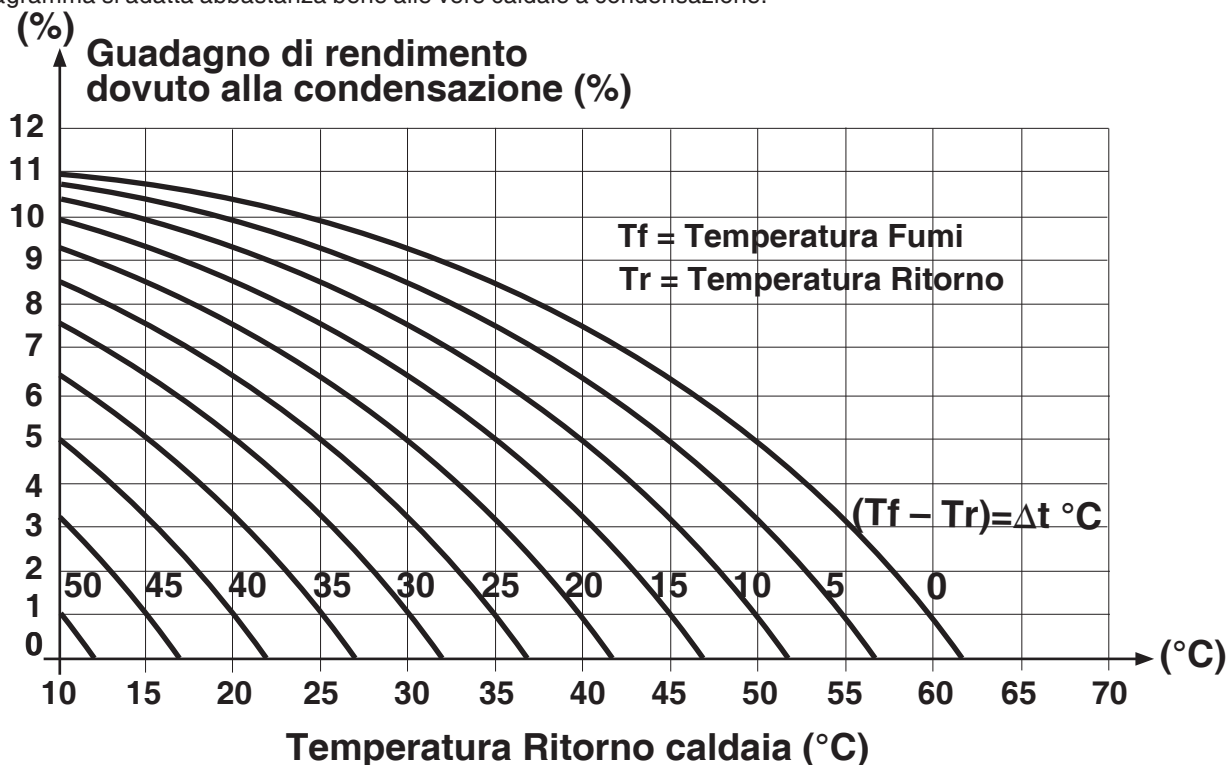
- **differenza fumi/ritorno = 10 °C**
- **differenza fumi/ritorno = 0 °C, quando la potenza è al 30% del nominale**

In commercio ci saranno caldaie migliori o peggiori.

2. CURVE TERMODINAMICHE DEL GUADAGNO DI RENDIMENTO DOVUTO ALLA CONDENSAZIONE

Come si è già visto il guadagno di rendimento è legato, fondamentalmente, alla temperatura di ritorno caldaia e alla temperatura dei fumi, o meglio alla differenza fra la temperatura dei fumi e la temperatura di ritorno.

In figura è rappresentato il diagramma teorico della condensazione possibile e del relativo guadagno di rendimento; questo diagramma si adatta abbastanza bene alle vere caldaie a condensazione.



Queste curve sono tutte generate dalla prima di destra ($\Delta t = 0^\circ\text{C}$), traslate a sinistra sull'asse orizzontale di una quantità di gradi centigradi pari al valore di Δt .

Questo fatto è legato al fenomeno fisico del punto di rugiada dei fumi legato alla temperatura degli stessi, visto che la quantità di acqua per m^3 di fumo è sempre la stessa, poichè nello stesso volume di aria si brucia la stessa quantità di gas.

Esprimendo in modo analitico la prima curva ($T_f - T_r = 0$), tutte le altre si ricavano semplicemente trasladando questa verso sinistra di una quantità di gradi centigradi pari a $(T_f - T_r)$.

La formula che esprime la prima curva è la seguente:

$$G = 10,27 + 0,0933 (T_r) - 0,0041 (T_r)^2 \quad \text{dove:} \quad G = \text{Guadagno di rendimento \%} \quad T_r = \text{Temperatura di ritorno.}$$

Questo polinomio approssima in maniera sufficiente la curva nel campo di valori di "Tr" e "G" che interessano.

Lo spostamento verso sinistra di una quantità in $^\circ\text{C}$ pari a $(T_f - T_r)$ di questa prima curva, per generare tutte le altre, si ottiene aggiungendo alla variabile T_r la quantità $(T_f - T_r)$:

La variabile diventa : $T_r + (T_f - T_r) = T_f$ da questo si ottiene la formula valida per qualunque $T_f - T_r$

$$G = 10,27 + 0,0933 (T_f) - 0,0041 (T_f)^2 \quad \text{il guadagno dipende solo dalla temperatura dei fumi !!!}$$

Il significato fisico è:

- la condensazione dipende certamente dalla temperatura di ritorno,
- la condensazione inoltre dipende anche dalla "bontà" della caldaia e cioè da quanto grande è la superficie di scambio fumi / acqua di ritorno: "più buono" è questo scambiatore più costa, ma più alta è la condensazione.

A decidere della qualità della caldaia è alla fine la politica commerciale del costruttore

- a parità di temperatura dei fumi (che determina in maniera univoca il guadagno istantaneo) una buona caldaia accetta acqua di ritorno ad una temperatura più alta, poichè la differenza fumi/acqua è inferiore.

Una cattiva caldaia, sempre con la stessa temperatura dei fumi guadagnerà lo stesso, però ha bisogno di una temperatura di ritorno dell'acqua più bassa, visto che la differenza fumi/acqua è superiore.

Una buona caldaia guadagnerà di più anche con temperature acqua maggiori rispetto ad una cattiva caldaia.

La diminuzione della temperatura dei fumi genera un ulteriore guadagno semplicemente perchè si butta via meno calore, indipendentemente dalla condensazione.

Come detto al paragrafo 3 si guadagna un punto di rendimento per ogni 20°C in meno sulla temperatura dei fumi.

Considerando come rendimento base quello della caldaia con i fumi a 62°C (condensazione nulla), questo ulteriore guadagno può essere espresso come: $G_f = (62 - T_f) : 20$. Questo valore deve essere 0 (zero) quando la temperatura dei fumi supera i 62°C . La formula sopra indicata diventa:

$G_{cf} = 10,27 + 0,0933 (T_f) - 0,0041 (T_f)^2 + (62 - T_f) : 20$ dove G_{cf} rappresenta il guadagno completo (in funzione della temperatura dei fumi) che si ottiene tenendo conto dei due fenomeni.

Nelle misure contenute nei regolatori conviene indicare solo il guadagno dovuto alla condensazione, immaginando che il guadagno dovuto alla pura temperatura dei fumi sia qualcosa non strettamente correlato alla condensazione.

La "bontà" di una caldaia è stata definita numericamente dalla raccomandazione CTI R03-3 attraverso due parametri:

– C30 = quantità di condensa avvenuta espressa in Kg/Nm³ di acqua.
Sono i Kg di acqua condensati per ogni NORMAL METRO CUBO di gas bruciato, con eccesso d'aria del 3%, quando la temperatura di ritorno è 30 °C e la potenza erogata dalla caldaia è il 100% del nominale.

– C50 = esattamente la stessa definizione del C30, ma con 50°C.

Questi due parametri dovrebbero essere indicati nelle specifiche tecniche dal costruttore della caldaia.

Questi parametri possono essere trasformati direttamente in guadagno di rendimento percentuale.

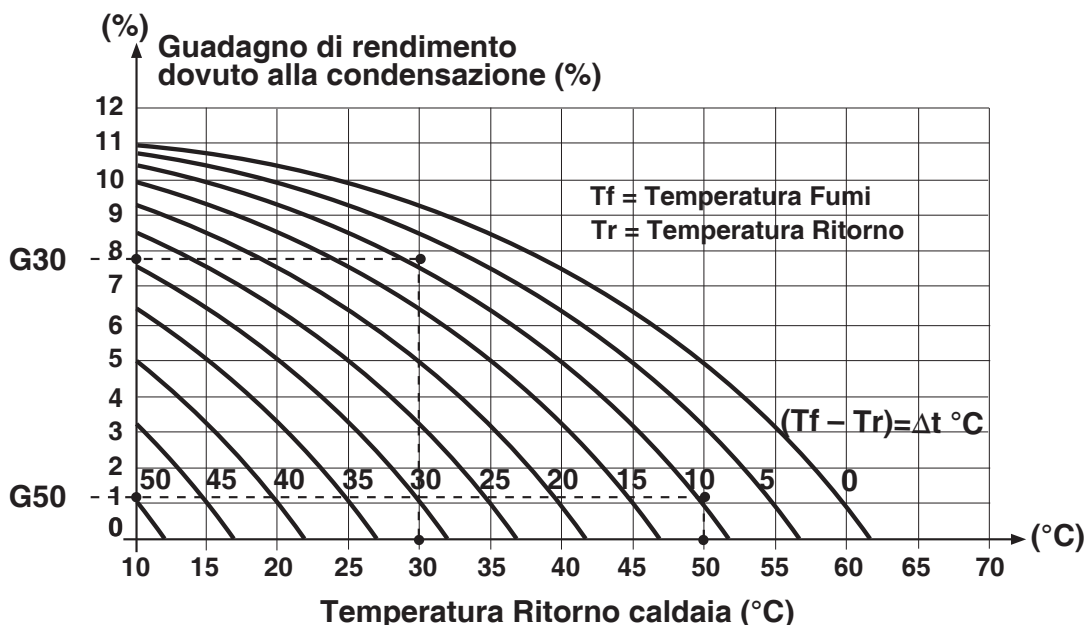
Conoscendo i Kg di acqua condensata si conosce il calore recuperato tenuto conto che ogni litro di acqua recupera 579 Kcal. Dividendo le Kcal recuperate per il potere calorifico inferiore (8.127 Kcal/ m³) si ricava il guadagno percentuale.

Valori tipici per una buona caldaia sono: C30 = 1.1, C50 = 0.17

$$G30 = 1.1 \times 579 : 8.127 = 0,078 = 7,8\%$$

$$G50 = 0,17 \times 579 : 8.127 = 0,012 = 1,2\%$$

Per conoscere la temperatura dei fumi (superiore alla temperatura dell'acqua) basta entrare con questi dati nel diagramma per vedere a quale curva corrispondono: tutti e due i valori di G30 e G50 devono stare sulla stessa curva.



Le caratteristiche di questa caldaia (con i valori supposti per C30 e C50) sono buone : la sovratemperatura dei fumi sul ritorno alla potenza nominale è inferiore a 10 °C (circa 9°C).

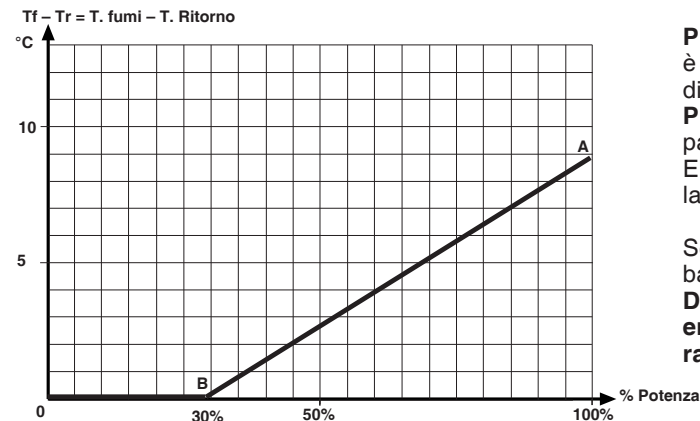
Si può notare che i due valori C30 e C50 hanno portato lo stesso valore per la differenza di temperatura fumi/acqua, che non dipende dalla temperatura di ritorno a parità di potenza emessa (in questo caso la nominale).

In questo caso il condensatore è certamente dimensionato in maniera corretta.

I due valori di C30 e C50, trasformati in G30 e G50 danno la vera capacità che la caldaia ha di condensare.

Nota la sopraelevazione di temperatura alla potenza nominale, si possono ricavare le sopraelevazioni di temperatura a potenze inferiori applicando quanto detto al paragrafo 1 pag.15 nel "Nota Bene" .

Se ne ricava questo diagramma



Punto A : la sopraelevazione di temperatura fra fumi e ritorno è pari a 9°C, come calcolato nella caldaia esempio dei valori di C30 e C50.

Punto B : la sopraelevazione di temperatura fra fumi e ritorno è pari a 0°C, quando la potenza emessa è il 30 % del nominale. E' un valore generalmente vicino alla minima capacità di modulazione del bruciatore.

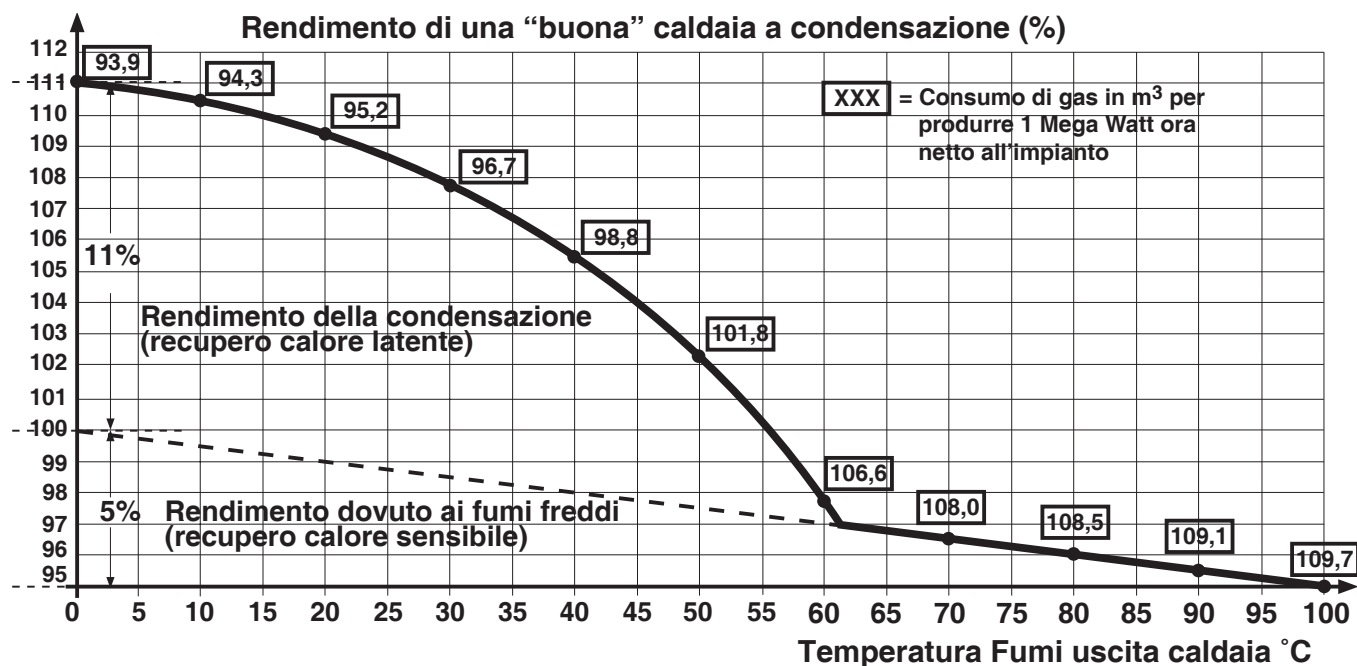
Se il sistema bruciatore/caldaia riesce ad avere una curva più bassa di questa è tanto di guadagnato per il rendimento.

Da questa curva si può conoscere la potenza istantanea emessa dalla caldaia semplicemente misurando la temperatura dei fumi e del ritorno.

E' IN PREPARAZIONE O IN VIA DI PUBBLICAZIONE UNA NUOVA NORMA UNI CHE, AL POSTO DEI PARAMETRI C30 E C50, PRESENTA LA DIFFERENZA DI TEMPERATURA FRA FUMI E RITORNO IMPIANTO (RITORNO CALDAIA), COME PARAMETRO CHE DESCRIVE LA "BONTA' " DELLA CALDAIA.

QUESTO PARAMETRO VA MISURATO CON LA CALDAIA A CARICO NOMINALE (PUNTO A DEL DIAGRAMMA).

3. DIAGRAMMA RIASSUNTIVO DEL RENDIMENTO DI UNA CALDAIA A CONDENSAZIONE IN FUNZIONE DELLA SOLA TEMPERATURA DEI FUMI



Questo diagramma riassume tutte le considerazioni termodinamiche fatte per determinare il guadagno di rendimento istantaneo di una caldaia a condensazione, in base alla sola temperatura dei fumi.

Il rendimento di base viene considerato quello che la caldaia ha quando i fumi escono a 100°C, temperatura non lontana da quella dei fumi in una caldaia non a condensazione.

Questo diagramma rappresenta in pratica il vantaggio che si ottiene usando una caldaia a condensazione, al posto di una caldaia normale.

Si vede chiaramente che tutto dipende dalla temperatura dei fumi che è il risultato di quanto freddo è il ritorno in caldaia e da quanto più basso è il salto termico fra fumi e ritorno, che è l'indice migliore per giudicare la "bontà" di una caldaia a condensazione.

Il guadagno di rendimento istantaneo, rappresentato da questo diagramma, ha valore qualunque sia la potenza istantanea erogata dalla caldaia.

4. CONCLUSIONI

Da tutto quanto esposto fino ad ora si può concludere:

Comunque siano fatte le caldaie, la condensazione è tanto maggiore quanto più bassa è la temperatura di ritorno dell'acqua e quanto più bassa è la potenza percentuale istantanea rispetto alla massima, poichè questa percentuale alza la temperatura dei fumi.

Una caldaia a condensazione va condotta con il minimo di temperatura di ritorno dell'acqua e con il minimo di potenza percentuale. Questa potenza deve essere sufficientemente superiore alla minima potenza di modulazione, sotto la quale il bruciatore funziona On-Off, con i bassi rendimenti di questo funzionamento. Questi principi devono ispirare la metodologia di comando di più di una caldaia.

I principi di una buona conduzione di una o più caldaie a condensazione sono:

- CALDAIA A CONDENSAZIONE SINGOLA : la potenza è imposta dall'impianto e perciò l'unico modo per aumentare il rendimento di condensazione è gestire l'impianto in modo che si ottenga il minimo di temperatura per l'acqua di ritorno.
- CALDAIA A CONDENSAZIONE IN SEQUENZA: la potenza (imposta dall'impianto) va divisa equamente fra 2 o più caldaie, facendo in modo però che ogni singola caldaia (salvo la prima) non scenda mai IN POTENZA sotto il limite minimo della zona di modulazione. Sotto questo limite i bruciatori vanno On-Off, con un rendimento piuttosto basso, viste tutte le operazioni che si devono fare per il comando On-Off (prelavaggio, post lavaggio e altro).

"TEM-PO" COSTER : REGOLAZIONE CLIMATICA TEMPERATURA / PORTATA

1. PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Fino ad ora i regolatori climatici degli impianti di riscaldamento hanno operato solo sulla temperatura di mandata, dei corpi scaldanti:

La temperatura di mandata viene modulata in climatica dalla temperatura esterna e da quella ambiente voluta.

La pompa (generalmente a giri fissi), porta l'acqua ai corpi scaldanti, sempre con la stessa velocità e perciò con la stessa portata.

La pompa è quasi sempre dimensionata in maniera piuttosto abbondante, risultato :

La temperatura di ritorno impianto è di poco inferiore alla temperatura di mandata: spesso pochi gradi.

La temperatura di ritorno in caldaia è la stessa del ritorno impianto, e perciò quasi uguale a quella di mandata.

Con caldaie normali non si crea quasi nessun problema di rendimento, poichè hanno bisogno di una temperatura di ritorno superiore a 60°C, per evitare la condensazione.

Spesso viene usata una pompa di ricircolo in caldaia per garantire un ritorno di 60°C quando, nelle mezze stagioni, la temperatura climatica scende sotto questo valore.

Tutto questo va bene se le caldaie sono normali : se sono a condensazione cambia tutto!

E' necessario avere una temperatura di ritorno la più bassa possibile per garantire la condensazione, anche se la temperatura di mandata deve essere elevata, per garantire il comfort climatico.

Questo vuol dire che bisogna avere un salto termico fra mandata e ritorno il più alto possibile, compatibilmente con il comfort.

1.1 TEMPERATURA MEDIA DEI CORPI SCALDANTI

Anche se tutti i ragionamenti fatti in questo paragrafo sono validi per qualunque tipo di corpi scaldanti, ci si riferirà sempre ai radiatori, per semplicità.

Quando non ha importanza la temperatura di ritorno impianto (caldaie normali) la temperatura media dei radiatori è quasi uguale alla temperatura di mandata, poichè la temperatura all'uscita del radiatore è poco differente da quella dell'ingresso.

In questo caso la quantità di calore emessa dal radiatore può essere considerata funzione della sola mandata.

Quando ha importanza diminuire il più possibile la temperatura di ritorno (caldaie a condensazione), ovvio che la temperatura all'uscita del radiatore risulta notevolmente più bassa rispetto a quella di entrata.

Perchè avvenga questo è necessario che l'acqua resti un tempo maggiore dentro al radiatore, per poter cedere più calore all'ambiente e raffreddarsi di più.

In pratica l'acqua deve avere una velocità nel radiatore molto più bassa: bassa velocità vuol dire bassa portata.

In questo caso la quantità di calore emessa dal radiatore è funzione della media fra mandata e ritorno.

Nei casi pratici di impianti esistenti la differenza fra mandata e ritorno impianto (radiatori) può essere pilotata anche fino e oltre a 30 °C. Esempio:

Se il radiatore ha bisogno di una temperatura media di 50°C (temperatura esterna 7 °C) la temperatura di mandata può essere 60°C e quella di ritorno 40°C: la media è 50 °C, quella che serve alla climatica.

Con 40°C di ritorno una buona caldaia a condensazione ha un guadagno di rendimento di 8/9 punti, dovuti alla bassa temperatura di ritorno e di conseguenza dei fumi.

1.2 TEMPERATURA MEDIA DEI CORPI SCALDANTI NELLA REGOLAZIONE "TEM-PO" COSTER

Nella regolazione "TEM-PO" COSTER la temperatura media dei corpi scaldanti viene tarata e usata esattamente come si fa ora per la sola temperatura di mandata.

La regolazione TEM-PO mantiene la temperatura media dei radiatori al valore richiesto al fabbisogno climatico (curva climatica), per garantire il comfort.

In questo modo i radiatori emettono l'esatta quantità di energia termica, poichè la loro temperatura media viene mantenuta al valore richiesto dalla regolazione.

1.3 PORTATA DELLA POMPA A GIRI VARIABILI NELLA REGOLAZIONE "TEM-PO" COSTER

Nella regolazione "TEM-PO" COSTER anche la pompa viene comandata in modo climatico, per ottimizzare la portata ai radiatori e perciò il salto termico degli stessi, con una bassa temperatura di ritorno:

La portata viene pilotata con questo criterio

- UNA PORTATA MINIMA ACCETTABILE DALL'IMPIANTO quando il clima non è troppo rigido
- UNA PORTATA CRESCENTE FINO AD UN MASSIMO, quando il clima entra nella stagione più rigida

Il risultato della modulazione climatica della portata è il seguente

- STAGIONE NON AL MASSIMO DEL FREDDO : la pompa si mantiene alla velocità minima, per ottimizzare la temperatura di ritorno.

La regolazione climatica della temperatura garantisce in ogni istante una corretta temperatura media, anche con la pompa al minimo di portata. La temperatura di ritorno si mantiene bassa per ottimizzare la condensazione.

La durata di questo tipo di andamento climatico può rappresentare fino al 90% della stagione.

E' la parte più importante del consumo energetico stagionale.

La caldaia a condensazione si troverà nelle condizioni ideali per condensare, alzando il rendimento stagionale.

- STAGIONE AL MASSIMO DEL FREDDO: la pompa aumenta la portata fino al massimo, quando la temperatura esterna è pari a quella minima di progetto.

La regolazione climatica della temperatura garantisce sempre in ogni istante una corretta temperatura media, alzando progressivamente sia la temperatura di mandata, sia la temperatura di ritorno, per ottenere una media corretta per la stagione più fredda

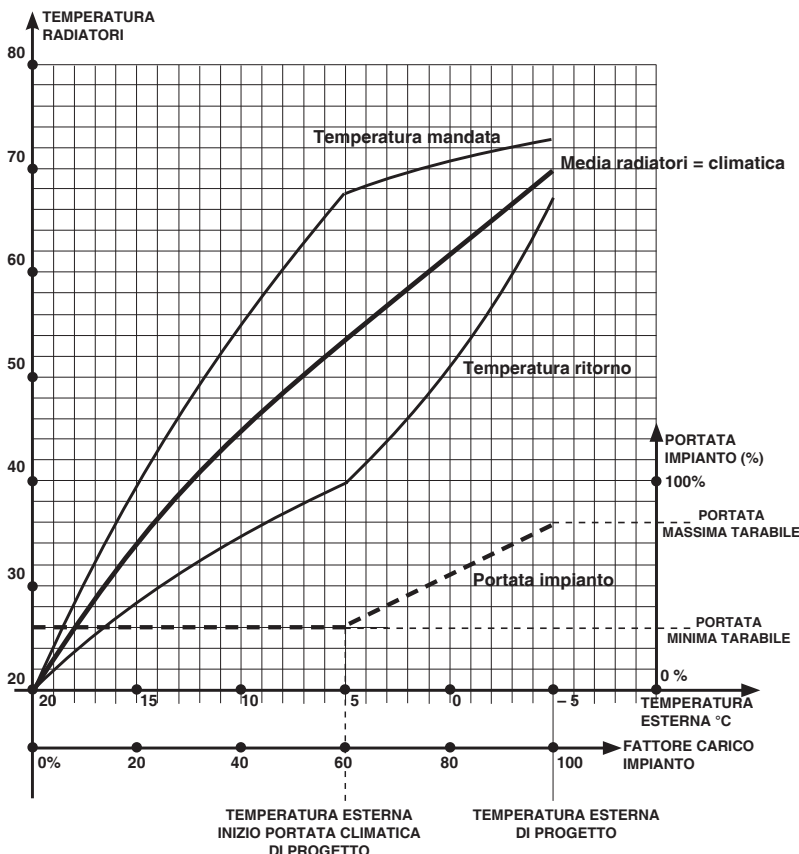
La durata di questa parte della stagione non supera in genere il 10% : durante questo periodo la temperatura di ritorno sarà tanto più alta, quanto più è rigida la temperatura esterna.

Data la brevità del periodo rigido, il rendimento energetico stagionale ne risente poco.

Con la regolazione "TEM-PO" COSTER, portata e temperatura sono regolate con curve climatiche elaborate in modo tale che la potenza emessa dai radiatori sia esattamente quella che serve al comfort.

La caldaia si trova nelle condizioni ideali di condensazione per la maggior parte del periodo di riscaldamento.

2. MENU' N. 5 CURVA CLIMATICA "TEM-PO" TEMPERATURA - PORTATA



Media radiatori = climatica: è la curva climatica per radiatori tipica della pianura padana.

Temperatura mandata : è la curva della temperatura di mandata dei radiatori, che viene generata dal regolatore in base alla curva climatica e alla taratura della pompa.

Temperatura ritorno : è la curva della temperatura di ritorno dai radiatori, che viene generata dal regolatore in base alla curva climatica e alla taratura della pompa. **Il regolatore garantisce in ogni momento che la media fra la mandata e il ritorno corrisponda alla climatica richiesta ai radiatori.**

Portata impianto : è la curva climatica della portata dell'impianto, in funzione della temperatura esterna.

Portata minima : è la portata minima tarata per l'impianto con temperatura esterna mite.

Portata massima : è la portata massima tarata per l'impianto con temperatura esterna al minimo di progetto. Garantisce un apporto di calore sufficiente anche quando la temperatura esterna arriva ai valori più rigidi.

In questo esempio la temperatura di ritorno resta inferiore ai 45 °C fino a temperatura esterna di circa 2 °C.

Viene garantita la condensazione per la maggior parte del periodo di riscaldamento, portando il guadagno di rendimento stagionale a valori elevati.

QUESTO DIAGRAMMA RAPPRESENTA LA CURVA CLIMATICA DELLA PORTATA, CON LA TEMPERATURA AMBIENTE NOMINALE VOLUTA A 20 °C.

LA CURVA VIENE RICALCOLATA PER TENERE CONTO IN OGNI MOMENTO DELLA TEMPERATURA AMBIENTE VOLUTA REALE, E DI TUTTE LE ALTRE VARIANTI COME : OTTIMIZZAZIONE, SPOSTAMENTO ORIGINE DELLA CURVA, RIDUZIONI DI PRESPEGNIMENTO E ALTRO.

LA REGOLAZIONE CLIMATICA TEMPERATURA / PORTATA NEI VARI TIPI DI IMPIANTI

1. SCOPO DELLA REGOLAZIONE CLIMATICA TEMPERATURA/PORTATA :

Lo scopo principale di questa regolazione è :

- mantenere i corpi scaldanti alla temperatura media, che garantisce la temperatura ambiente.
- controllare la temperatura di ritorno, per ottenere il minimo valore, senza compromettere l'equilibrio di portata sui singoli corpi scaldanti.
- regolare la portata per mantenere la temperatura di ritorno al valore appena definito.

Da quanto illustrato al paragrafo precedente si può desumere :

- ai massimi carichi è praticamente impossibile abbassare la temperatura di ritorno dei corpi scaldanti oltre un certo limite; d'altra parte ai massimi carichi la caldaia ha ridotte capacità di condensazione.
- ai carichi medi (periodi più importanti della stagione) la temperatura di ritorno può essere notevolmente abbassata aumentando al massimo il salto termico ai corpi scaldanti.
- ai carichi bassi è tutto più semplice poichè le temperature sono già basse.

CONCLUSIONE: è indispensabile che il sistema sia capace di abbassare il più possibile la temperatura di ritorno quando il carico termico, dovuto alla temperatura esterna sta fra un quarto e i tre quarti del totale. Esempio : nella zona di Milano il carico medio è quando la temperatura esterna sta fra 1°C e 14°C circa.

E' in questo intervallo di temperatura che si deve lavorare per mantenere la temperatura di ritorno impianto la più bassa possibile, senza compromettere il comfort.

1.1 IMPIANTO A RADIATORI

Questo tipo di impianto, oltre ad essere il più usato sia in impianti esistenti che nuovi, è quello che ha maggiormente bisogno di questo tipo di regolazione.

1.2 IMPIANTO A VENTILCONVETTORI (FAN COIL)

I corpi scaldanti di questo tipo di impianto hanno sempre una regolazione locale con termostato più o meno automatizzato e perciò l'impianto viene alla fine equilibrato.

Anche questo tipo di impianto si può adattare bene alla regolazione temperatura/portata.

1.3 IMPIANTO A PANNELLI

L'impianto a pannelli è il più adatto alle caldaie a condensazione, perchè è a bassa temperatura; anche negli impianti peggio progettati la temperatura di ritorno non supera quasi mai i 35 °C, in qualunque condizione climatica e perciò si è in piena condensazione.

Se anche in questo impianto si usa la regolazione temperatura/portata si può migliorare ancora la condensazione.

2. PROGRAMMAZIONE POSSIBILE PER LA TEMPERATURA DI MANDATA E RITORNO IN IMPIANTI A RADIATORI OPPURE A PANNELLI

Prima di iniziare la trattazione numerica del problema è necessario fare alcune considerazioni legate agli impianti reali vecchi o di nuova progettazione.

Il problema di avere un alto salto termico fra mandata e ritorno non si è mai posto, poichè è sempre stato scelto un ritorno piuttosto elevato proprio per evitare i problemi di condensazione nelle caldaie normali (si corrodono con il ritorno freddo).

Un basso salto termico viene ottenuto aumentando la portata ai radiatori, lasciando la pompa andare sempre al massimo.

In questi impianti spesso le pompe sono sovradimensionate, per essere sicuri di non aver problemi di circolazione: questa situazione è esattamente il contrario di quella che si dovrebbe avere per le caldaie a condensazione.

Il giudizio sulla circolazione in un impianto esistente o nuovo è molto complesso, poichè sarebbero necessarie misure difficilmente realizzabili e interpretabili da persone non esperte.

Tutto il sistema della regolazione TEMPERATURA/PORTATA deve tener conto soprattutto di queste difficoltà, richiedendo e dando dati già "predigeriti" e molto chiari all'operatore.

Il sistema inoltre deve saper rispettare il comfort da dare agli utenti, indipendentemente dalle caratteristiche dell'impianto e dagli errori/omissioni degli operatori.

2.1 IMPIANTI A RADIATORI DOTATI DI VALVOLE TERMOSTATICHE :

In questi impianti ogni locale di ogni zona è dotato di un suo regolatore ambiente rappresentato dalla valvola termostatica.

La valvola termostatica agisce sulla portata del radiatore.

Per migliorare il funzionamento della valvola termostatica è necessario che essa lavori solo per la "REGOLAZIONE FINE": per correggere la temperatura media del radiatore, già preventivamente predisposta per un valore quasi esatto.

In queste condizioni la termostatica opera in maniera ottimale : ha bisogno di una pre-regolazione per temperatura e portata che sia la più vicina possibile alla richiesta di energia, correggendo semplicemente eventuali piccoli eccessi.

2.2 IMPIANTI A RADIATORI DOTATI DI DISTRIBUTORI DI ZONA (CASSETTE O ALTRO)

Questi impianti possono essere assimilati a quelli con valvole termostatiche, anche se le variazioni di portata sono molto più brusche e di tipo On-Off, appartamento per appartamento

2.3 IMPIANTI CENTRALIZZATI A RADIATORI SENZA REGOLAZIONI LOCALI

In questi impianti la regolazione deve comprendere sia la temperatura che la portata, poichè è questa regolazione che può generare la bassa temperatura di ritorno.

2.4 IMPIANTI A PANNELLI CON CASSETTE A TEMPERATURA UNICA

Questi impianti sono assimilabili a quelli a radiatori.

La temperatura dell'acqua di mandata deve essere la climatica per i pannelli.

La temperatura ambiente sarà regolata dalla valvola di zona contenuta nella cassetta.

2.5 IMPIANTI A PANNELLI CON CASSETTE A DUE TEMPERATURE

Queste cassette comandano due circuiti separati, uno per i pannelli a bassa temperatura ed un secondo per i radiatori (generalmente dei bagni).

L'impianto deve essere trattato come un impianto a due zone con due termostati ambiente locali separati.

La temperatura di mandata sarà la climatica relativa ai radiatori; questa stessa mandata serve anche in circuiti di miscela con pompa per generare la mandata ai pannelli a bassa temperatura.

2.6 IMPIANTI A PANNELLI CON SATELLITE

Il satellite genera anche acqua calda sanitaria e perciò avrà bisogno di una mandata sempre elevata.

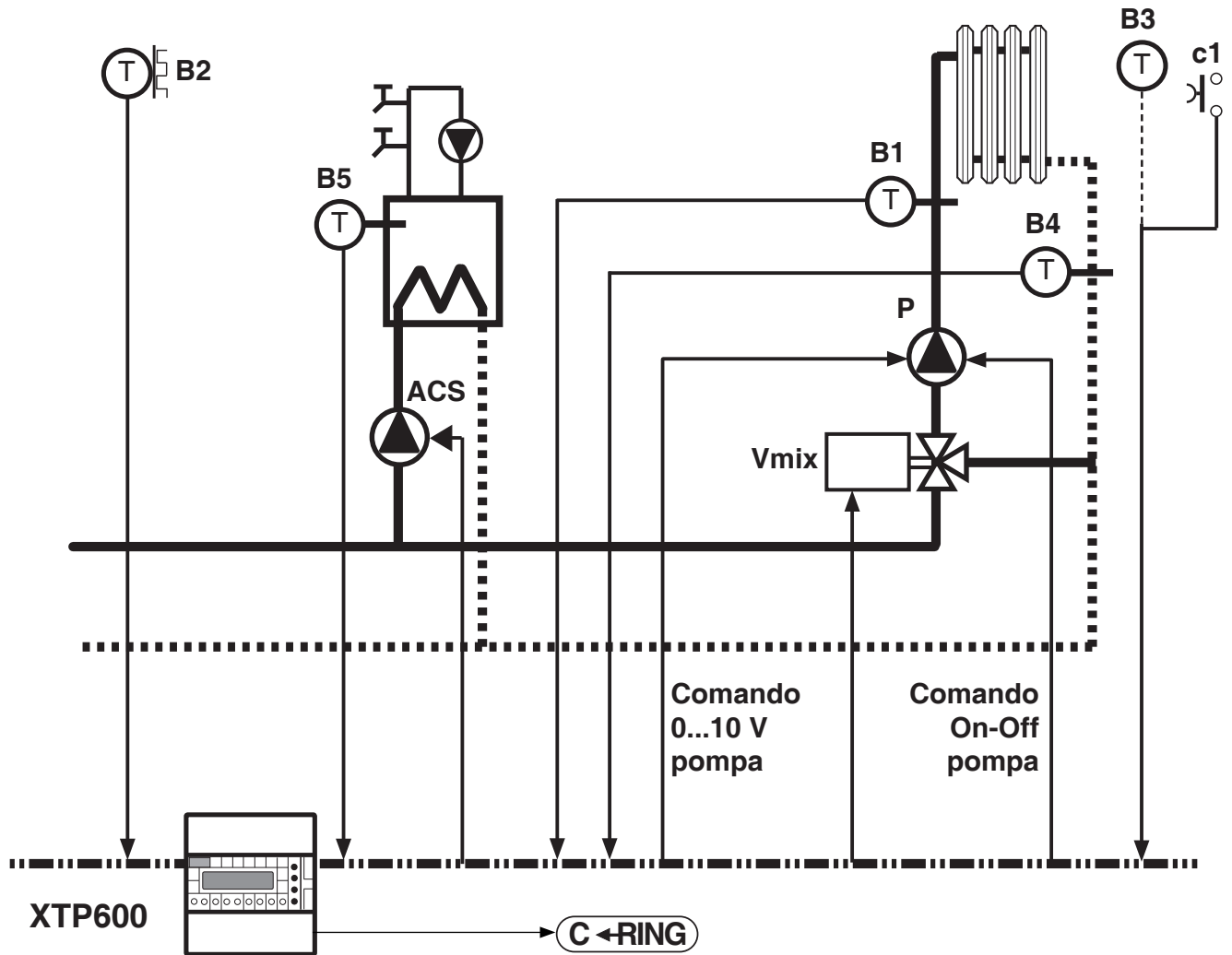
2.7 IMPIANTI CENTRALIZZATI A PANNELLI SENZA REGOLAZIONI LOCALI

Questi impianti corrispondono agli impianti centralizzati a radiatori senza valvole termostatiche.

La temperatura di mandata sarà quella climatica adatta ai pannelli.

La generazione di una bassa temperatura di ritorno è molto facilitata poichè l'impianto è a bassa temperatura: un controllo sulla portata (anche semplice) aiuta ulteriormente l'abbassamento della temperatura di ritorno.

3. IMPIANTO A SINGOLA MANDATA CON MISCELATRICE E GENERAZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

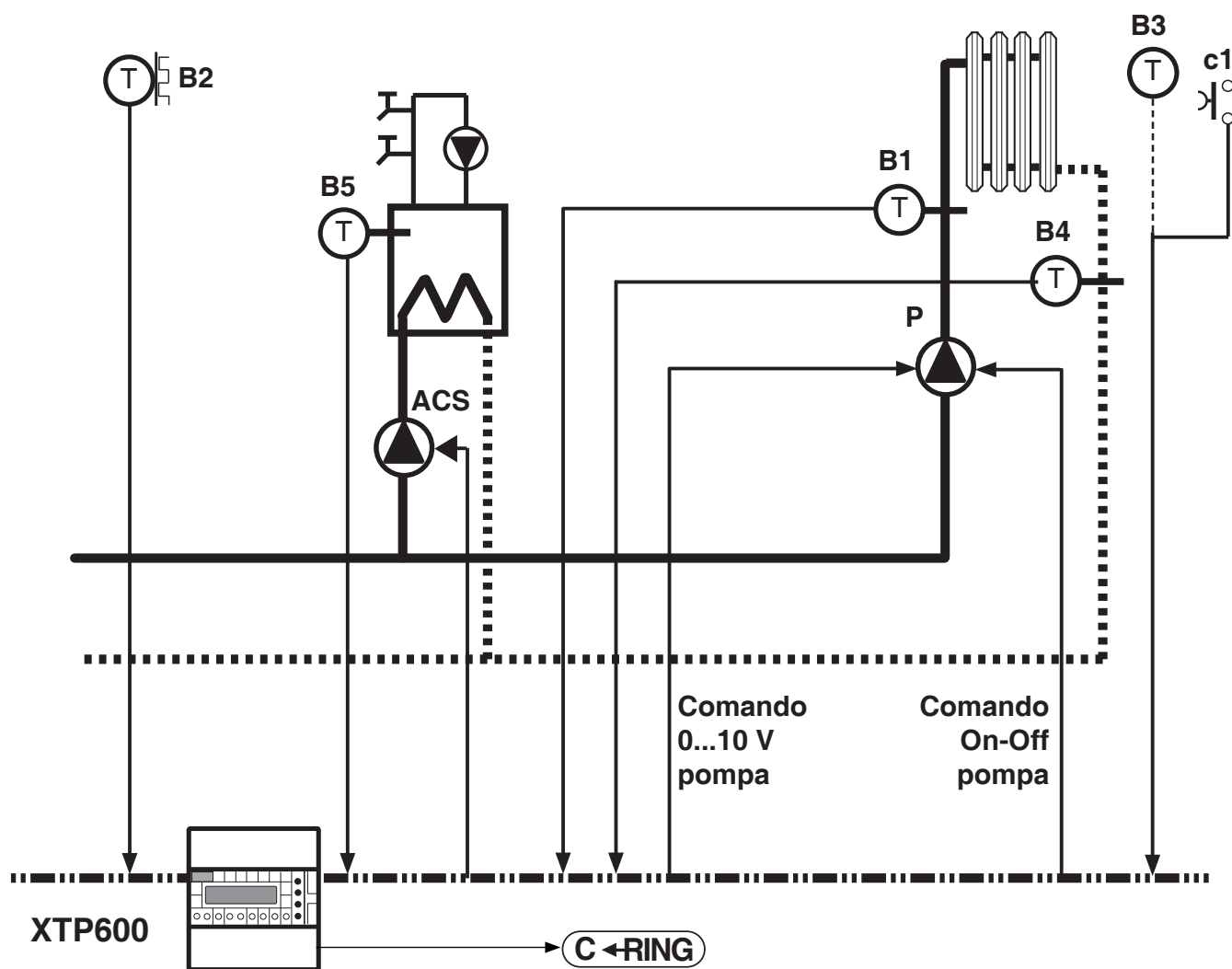


- B1** – Sonda temp. mandata impianto
- B2** – Sonda temp. esterna
- B3** – Sonda temp. ambiente
- B4** – Sonda temp. ritorno impianto
- B5** – Sonda temp. boiler (acqua calda)
- c1** – Pulsante di emergenza
- P** – Pompa riscaldamento a giri variabili: questa pompa è comandata On-Off oltre che modulata da 0...10 V
- V mix** – Comando motore della valvola miscelatrice
- ACS** – Comando pompa boiler (acqua calda)

C ←RING – XTP 600, attraverso il Bus di comunicazione C-Ring si invia alla caldaia/e la temperatura voluta.

FUNZIONAMENTO: il regolatore XTP 600 controlla la pompa in maniera continua attraverso il comando 0...10 Volt. Questo comando è di tipo “CLIMATICO”, come la regolazione della temperatura di mandata. Si realizza la regolazione “TEM-PO” COSTER, che controlla in modo climatico sia la temperatura che la portata dei corpi scaldanti, minimizzando la temperatura di ritorno in caldaia e di conseguenza ottimizzando il rendimento di condensazione.

4. IMPIANTO CON SINGOLA MANDATA IN PRESA DIRETTA E GENERAZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA



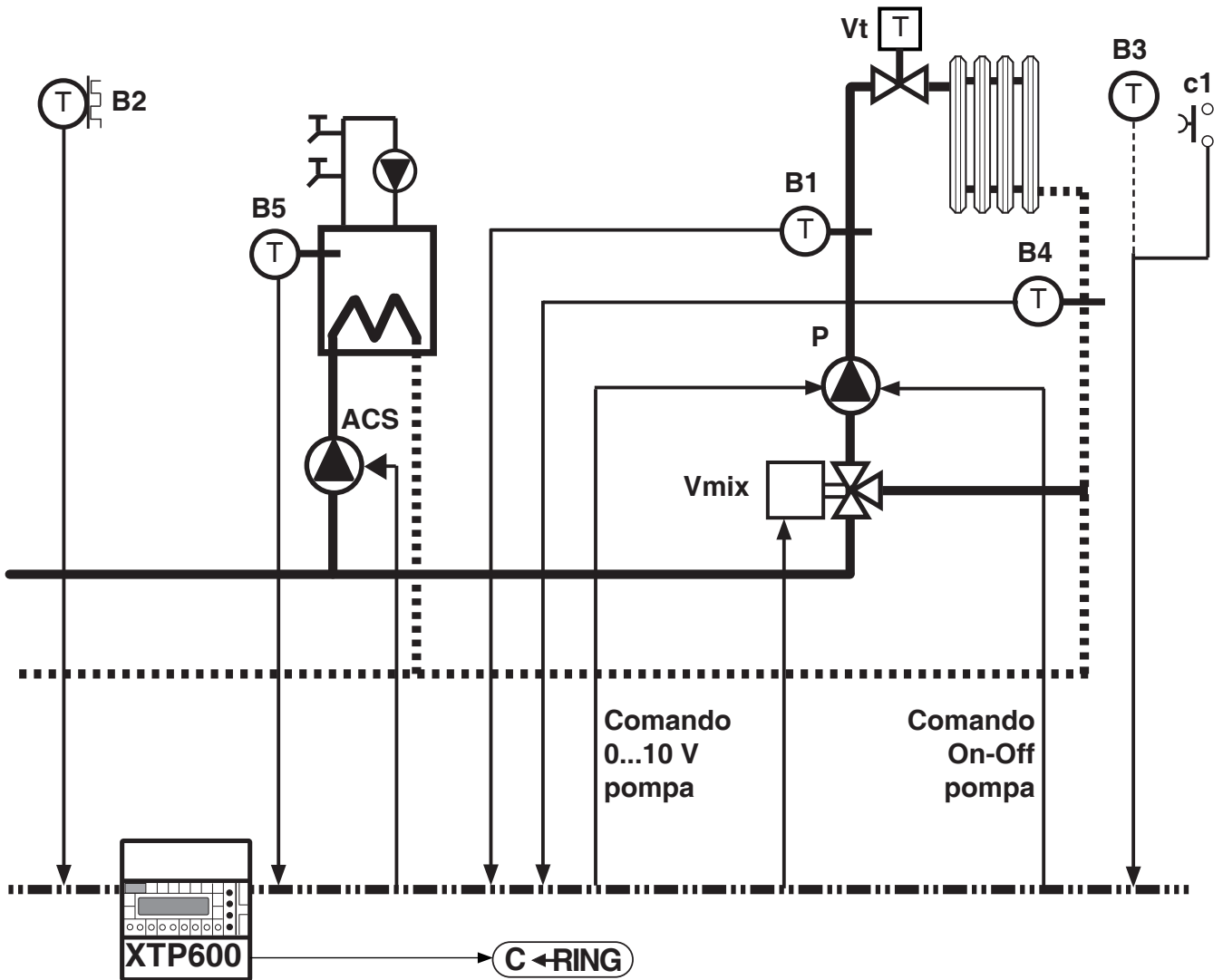
- B1** – Sonda temp. mandata impianto
- B2** – Sonda temp. esterna
- B3** – Sonda temp. ambiente
- B4** – Sonda temp. ritorno impianto
- B5** – Sonda temp. boiler (acqua calda)
- c1** – Pulsante di emergenza
- P** – Pompa riscaldamento a giri variabili: questa pompa è comandata On-Off oltre che modulata da 0...10 V
- ACS** – Comando pompa boiler (acqua calda)

C ←RING – XTP 600, attraverso il Bus di comunicazione C-Ring si invia alla caldaia/e la temperatura voluta.

FUNZIONAMENTO: il regolatore XTP 600 controlla la pompa in maniera continua attraverso il comando 0...10 Volt. Questo comando è di tipo “CLIMATICO”, come la regolazione della temperatura di mandata. Si realizza la regolazione “TEM-PO” COSTER, che controlla in modo climatico sia la temperatura che la portata dei corpi scaldanti, minimizzando la temperatura di ritorno in caldaia e di conseguenza ottimizzando il rendimento di condensazione.

5. IMPIANTO CON MISCELATRICE, RADIATORI CON TERMOSTATICHE E GENERAZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

"TEM-PO" COSTER (regolazione temperatura/portata) METTE LE VALVOLE TERMOSTATICHE IN CONDIZIONI IDEALI



- B1** – Sonda temp. mandata impianto
- B2** – Sonda temp. esterna
- B3** – Sonda temp. ambiente
- B4** – Sonda temp. ritorno impianto
- B5** – Sonda temp. boiler (acqua calda)
- c1** – Pulsante di emergenza
- P** – Pompa riscaldamento a giri variabili: questa pompa è comandata On-Off oltre che modulata da 0...10 V
- V mix** – Comando motore della valvola miscelatrice
- ACS** – Comando pompa boiler (acqua calda)
- Vt** – Valvola termostatica radiatore

C-RING – XTP 600, attraverso il Bus di comunicazione C-Ring si invia alla caldaia/e la temperatura voluta.

FUNZIONAMENTO : La regolazione temperatura/portata mette le valvole termostatiche in condizioni ideali di funzionamento.

La regolazione climatica viene tarata per avere una temperatura ed una portata leggermente superiori a quanto in quel momento è necessario per soddisfare le richieste della temperatura esterna reale e della temperatura ambiente voluta.

Le valvole termostatiche devono perciò intervenire solo per fare la regolazione fine, oppure per spegnere completamente i radiatori, se così l'utente desidera.

Le valvole termostatiche lavorano in un campo di potenza termica da erogare già "PREDISPONESTA" dalla regolazione centralizzata temperatura/portata: lavorano perfettamente anche se sono messe in condizioni non ideali per la regolazione ambiente.

In questo modo anche le valvole non molto veloci lavorano in maniera ideale.

PRESSIONE, CARICO DELL'IMPIANTO E VASO DI ESPANSIONE : PROBLEMA DEL CALCARE

IL CALCARE :

NEMICO NUMERO 1 DELLA CALDAIA A CONDENSAZIONE E NON

**E' STATA SCELTA UNA CALDAIA A CONDENSAZIONE DI OTTIMA QUALITA'
E' STATO REGOLATO L'IMPIANTO IN TEMPERATURA E PORTATA
E' STATO COLLAUDATO PERFETTAMENTE IL TUTTO**

L'impianto dimostra un rendimento energetico ottimale:

DURERA' NEL TEMPO?

SI SOLO SE.....

NON SI FORMA CALCARE IN CALDAIA.

**Il calcare proviene dall'acqua di riempimento impianto :
Ogni nuovo litro di acqua immette nuovo calcare che va a depositarsi soprattutto nelle parti più calde dell'impianto:**

SONO LE PARETI PIU' CALDE DELLA CALDAIA

Il calcare depositato ha 3 effetti dannosi :

– FACILITA LA CORROSIONE DELLE PARETI:

La caldaia può arrivare a bucarsi:

– ISOLA TERMICAMENTE LE PARETI VERSO L'ACQUA DELL'IMPIANTO:

Quando lo scambio termico peggiora , aumenta la temperatura delle pareti metalliche della caldaia e il salto termico fra acqua e fumi.

– DEGRADA IL RENDIMENTO ENERGETICO DELLA CALDAIA:

Con salto termico fra acqua e fumi maggiore, la caldaia degrada sempre di più il rendimento.

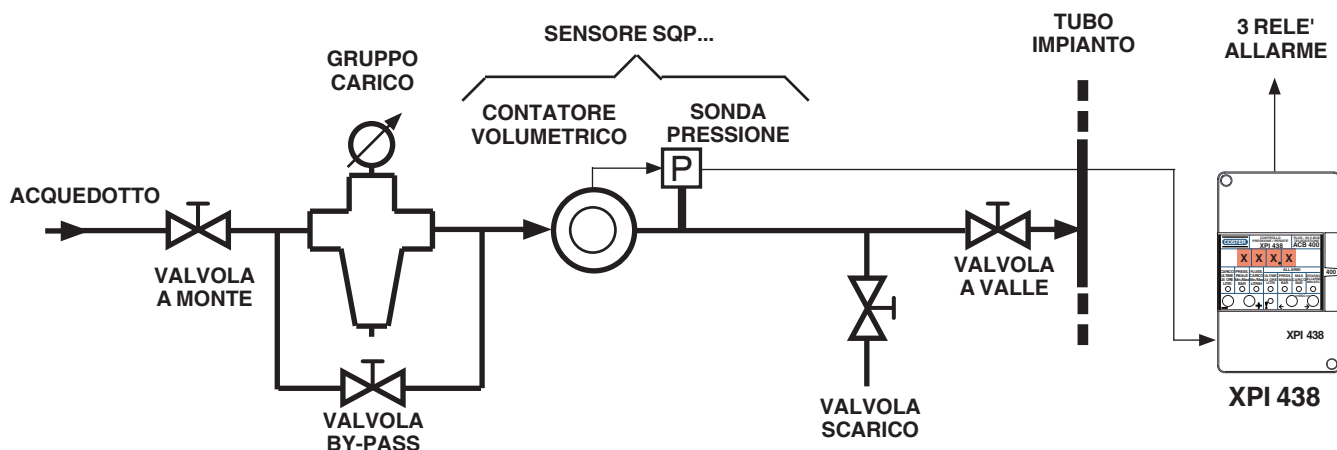
Una caldaia parte con ottima qualità e nel tempo degrada a qualità sempre più scadenti

E' NECESSARIO CONTROLLARE CON CONTINUITA' IL CARICO E LE PERDITE IDRAULICHE DELL'IMPIANTO, PER MINIMIZZARE L'INTRODUZIONE DI NUOVA ACQUA.

1. MISURA E ALLARME DELLE PERDITE IDRAULICHE DELL'IMPIANTO

SCHEMA IDRAULICO E PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

Schema idraulico standard



GRUPPO DI CARICO = è il gruppo di carico idraulico .

Va tarato normalmente ad una pressione pari al battente idraulico (altezza del RADIATORE PIÙ ALTO rispetto al GRUPPO DI CARICO), aumentata di 0,3 bar. Vedi paragrafo 10.2 per maggiori dettagli.

CONTATORE VOLUMETRICO = è un misuratore di portata, ad elevata sensibilità, per misurare anche quantità molto piccole di acqua che passa. E' incorporato nella sonda SQP ...

SONDA PRESSIONE = è la sonda che rileva la pressione dell'impianto. E' incorporata nella sonda SQP ...

XPI 438 = è l'unità di controllo del sistema.

USCITE RELE' DI ALLARME = sono a disposizione 3 uscite a relè per allarmi, da utilizzare come meglio si crede.

Principio di funzionamento

La sonda SQP... ha due sensori distinti

- MISURATORE DI PORTATA: è un volumetrico ad altissima sensibilità, che riesce a misurare anche portate inferiori ad un litro all'ora. Riesce a misurare sia il carico, sia le perdite e microperdite durante il funzionamento dell'impianto di riscaldamento o condizionamento.
- MISURATORE DI PRESSIONE : misura con continuità la pressione dell'impianto, dando anche i valori minimo e massimo, raggiunti dall'impianto, a partire da un momento prefissabile.

L'unità elettronica XPI 438 esegue con continuità le seguenti funzioni:

- MISURA DEI LITRI CARICATI NELL'IMPIANTO nelle ultime 24 ore dal momento in cui si legge la misura stessa.
Rileva il numero di litri che il GRUPPO DI CARICO ha dovuto inviare all'impianto nelle ultime 24 ore. Questa quantità è pari a quanto l'impianto ha perso durante le stesse ultime 24 ore o prima.
- MISURA DELLA PRESSIONE DELL'IMPIANTO: l'unità rileva il valore attuale con minimo e massimo raggiunti.
- MISURA DELLA PORTATA che il GRUPPO DI CARICO invia all'impianto.
Normalmente questo valore sarà 0 (zero): l'unità rileva il valore attuale con minimo e massimo raggiunti.
- ALLARME DI MASSIMO CARICO DURANTE LE ULTIME 24 ORE: viene rilevato l'allarme, quando il carico dell'impianto in litri e decilitri ha superato nelle ultime 24 ore, un certo valore prefissabile. L'allarme è dotato di relè di uscita.
- ALLARME DI MINIMA PRESSIONE IMPIANTO : viene rilevato l'allarme, quando la pressione scende sotto un certo valore minimo prefissabile. L'allarme è dotato di relè di uscita.
- ALLARME DI MASSIMA PORTATA DI CARICO viene rilevato l'allarme, quando la portata di carico in litri all'ora ha superato un certo valore prefissabile. L'allarme è dotato di relè di uscita.

2. GRUPPO DI CARICO dell'impianto

Il GRUPPO DI CARICO va tarato ad un valore, che corrisponde alla pressione idrostatica dell'impianto a freddo, aumentata di 0,3 bar, per garantirsi che anche i radiatori più alti abbiano una certa sovrappressione rispetto alla pressione atmosferica.

La pressione idrostatica è la differenza di altezza fra il radiatore più elevato e il punto dove è installato il GRUPPO DI CARICO.

Esempio: edificio di 5 piani con la centrale termica al seminterrato.

Ogni piano (compreso il seminterrato) ha un'altezza di 3 metri.

Il GRUPPO DI CARICO è installato ad 1 metro circa, dal pavimento della centrale termica, e il radiatore più elevato ha un'altezza di 1 metro rispetto al pavimento.

La pressione idrostatica è di 3 metri X 5 = 15 metri = 1,5 bar.

La pressione di taratura del GRUPPO DI CARICO è 1,5 + 0,3 = 1,8 bar = 18 metri.

3. VALVOLA DI SICUREZZA (contro sovrappressione dell'impianto)

La valvola di sicurezza, contro le sovrappressioni, apre lo scarico automatico dell'acqua dell'impianto, quando la pressione supera il livello di taratura di sicurezza.

Ogni valvola è tarata ed ha un certificato di taratura che specifica questo valore di pressione.

Sempre con riferimento all'esempio dell'edificio di 5 piani, è stato deciso di non superare mai i 3 bar di pressione; deve essere scelta una valvola con questa pressione di taratura.

La scelta della VALVOLA DI SICUREZZA viene fatta in base alla pressione massima che si vuole in caldaia.

4. VASO DI ESPANSIONE (praticamente sempre di tipo chiuso)

Il vaso di espansione permette all'acqua dell'impianto di espandersi e con ciò garantisce che l'impianto a caldo (massima temperatura a cui può andare = 90°C) non raggiunga mai la pressione di sicurezza della valvola.

Il volume minimo del vaso di espansione deve essere scelto in base alle normative ISPEL.

Le norme danno precise formule, legate al volume di acqua contenuto nell'impianto, alla pressione di taratura del gruppo di carico (idrostatica + 0,3 bar) e alla pressione massima accettabile, senza che la valvola di sicurezza intervenga.

Normalmente i vasi di espansione vengono dati già precaricati ad una certa pressione.

La pressione di precarica è intesa con vaso non installato, e perciò con la membrana dilatata e con il volume dell'aria di precarica al massimo.

La pressione di precarica corretta per l'impianto deve essere pari alla pressione di taratura del gruppo di carico (idrostatica + 0,3 bar) per lasciar lavorare il vaso con la sua massima capacità.

Un'errata pressione di precarica o un errato volume del vaso di espansione porta ad alcuni inconvenienti che possono essere rilevati e allarmati dal sistema XPI 438.

– **PRESSIONE DI PRECARICA INSUFFICIENTE** : se la pressione di precarica è inferiore a quella di taratura del gruppo di carico (idrostatica + 0,3 bar) l'aria contenuta nel vaso diminuisce di volume per portarsi alla pressione dell'impianto.

E' come se il vaso fosse più piccolo e insufficiente per compensare l'aumento di volume dell'acqua, dovuto alla temperatura massima a cui si può portare l'impianto.

Una minor compensazione corrisponde ad una maggiore pressione massima, che può arrivare alla pressione di taratura della valvola di sicurezza, innescando uno scarico di acqua dell'impianto, quando l'impianto di riscaldamento è acceso.

La perdita di acqua viene automaticamente compensata dal gruppo di carico, quando si spegne l'impianto (la temperatura diminuisce, la pressione diminuisce e va sotto il valore di taratura del gruppo).

Questo comportamento è tipico di un impianto dove si comanda lo spegnimento o la riduzione notturna.

DI GIORNO L'IMPIANTO SCARICA E DI NOTTE RICARICA L'ACQUA PERDUTA.

Si innesca un ricambio continuo dell'acqua dell'impianto con conseguenze disastrose.

Si immette acqua che contiene calcare e si scarica acqua che ha già rilasciato il calcare soprattutto lungo le pareti calde della caldaia.

– **PRESSIONE DI PRECARICA TROPPO ELEVATA** : se la pressione di precarica è superiore a quella di taratura del gruppo di carico (idrostatica + 0,3 bar), il vaso incomincia a compensare con una pressione impianto superiore a quella del gruppo di carico.

La pressione massima ad impianto caldo cresce notevolmente, facendo innescare gli stessi fenomeni della pressione di precarica insufficiente, poichè la pressione dell'impianto a caldo può raggiungere un valore maggiore di quella della valvola di sicurezza.

In pratica si innescano gli stessi fenomeni che si hanno con la pressione insufficiente: si scarica l'impianto quando è caldo e si ricarica quando è freddo.

– **PRESSIONE DI PRECARICA CORRETTA** : con la pressione corretta si fa lavorare il vaso in maniera completa. **Se il vaso è stato scelto correttamente, l'impianto nè scarica e nè carica, mantenendo sempre la stessa acqua ed eliminando i fenomeni negativi già illustrati.**

I TRE ELEMENTI : GRUPPO DI CARICO, VALVOLA DI SICUREZZA E VASO DI ESPANSIONE DEVONO MANTENERE NEL TEMPO LE LORO CARATTERISTICHE E I VALORI DI TARATURA, PER GARANTIRE DURATA ED EFFICIENZA DELLA CALDAIA.

L'ELEMENTO PIU' CRITICO E' CERTAMENTE IL VASO DI ESPANSIONE CHE CON IL TEMPO PERDE L'ARIA DI PRECARICA INNESCANDO IL FENOMENO DELLA PRESSIONE DI PRECARICA INSUFFICIENTE,

IL CONTROLLO AUTOMATICO GARANTISCE IL CORRETTO FUNZIONAMENTO DI TUTTO IL SISTEMA ED EVITA IL DEGRADO O IL DANNEGGIAMENTO DELLA CALDAIA A CONDENSAZIONE E NON.

