

TAKING
COOPERATION
FORWARD



PORDENONE 22/03/2022



Formazione QM - Dallo studio di pre-fattibilità
all'ottimizzazione



ENTRAIN | APE FVG | Francesco Locatelli

Studio di prefattibilità:

- ❖ Analisi della domanda di calore
- ❖ Rete di distribuzione e logistica
- ❖ Dimensionamento
- ❖ Valutazione fornitura di combustibile locale

Q-circuiti standard:

- ❖ Classificazione schemi idraulici
- ❖ Esempio

Monitoraggio e ottimizzazione:

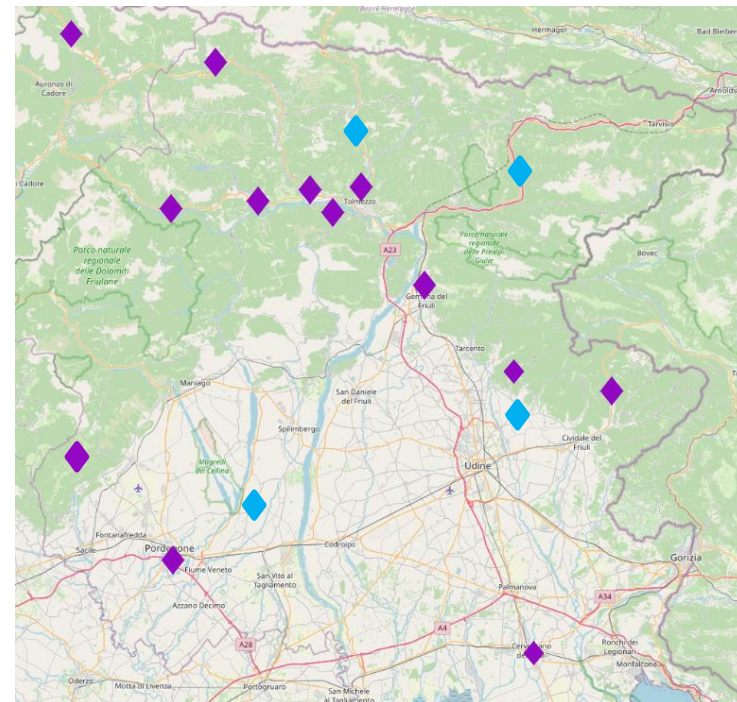
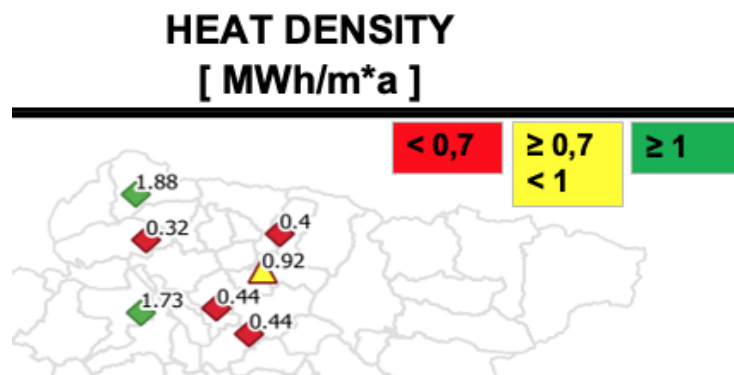
- ❖ Ottimizzazione lato utenza
- ❖ Ottimizzazione rete di distribuzione
- ❖ Ottimizzazione produzione di calore



PARTE 1: LO STUDIO DI PREFATTIBILITÀ

APE FVG ha supportato le amministrazioni comunali del territorio sviluppando:

- ❖ 13 studi di prefattibilità per la realizzazione di nuovi impianti
- ❖ 10 analisi tecnico-economiche di impianti esistenti
- ❖ 4 studi di prefattibilità per interventi di revamping e/o prolungamento della rete

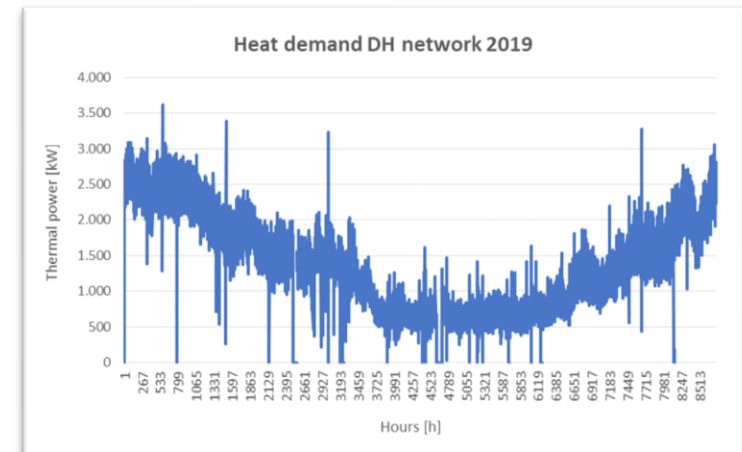
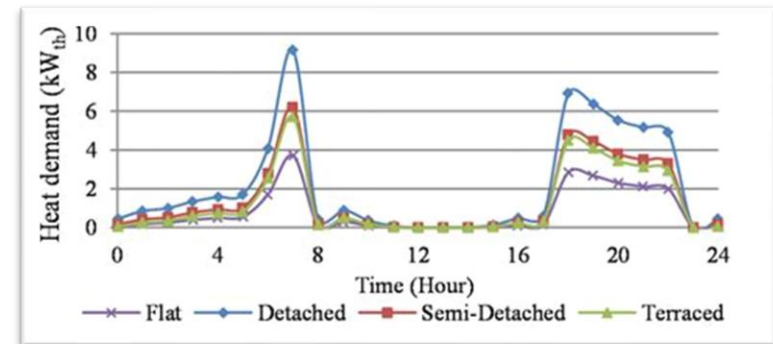


- ◆ Revamping/prolungamento
- ◆ Nuovi impianti



TUTTO PARTE DALLA DOMANDA DI CALORE!

- ❖ Domanda annua totale kWh
- ❖ Profili di consumo
 - ❖ Giornalieri
 - ❖ Mensili
 - ❖ Stagionali
- ❖ Valore di picco
- ❖ Ore annuali di picco
- ❖ Progetti di riqualificazione edifici o espansione rete



Il primo criterio QM riguarda la densità di calore lineare

$$\frac{\text{Vendita di calore annuale}}{\text{Lunghezza della rete}} \left[\frac{kWh}{a * m} \right]$$

La vendita di calore giustifica la lunghezza della rete?



LA RETE - TOLMEZZO

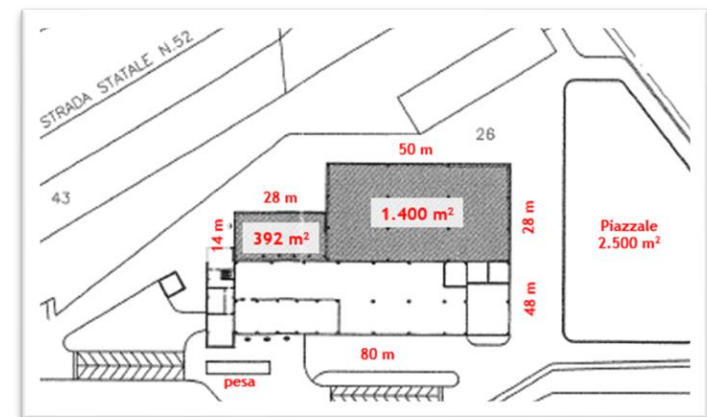
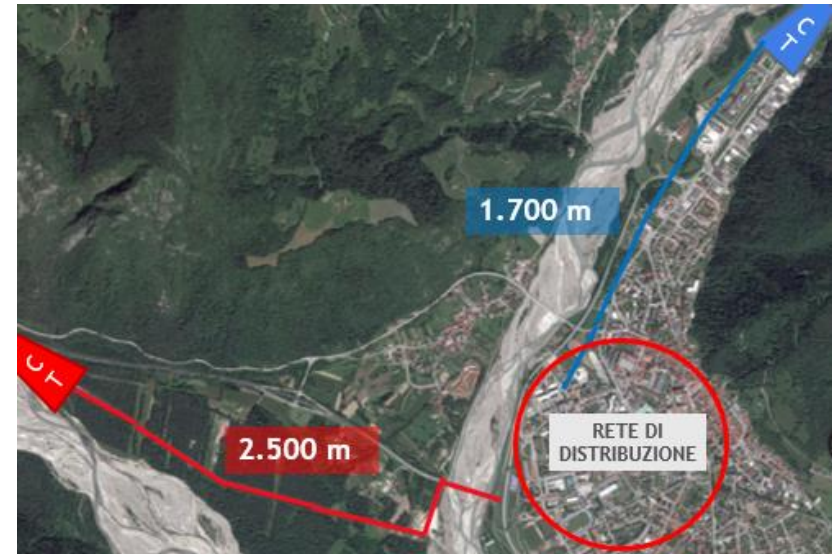
1. Individuare tutti gli edifici «energivori» dell'area
2. Ipotizzare uno schema della rete di distribuzione
3. Raccogliere i dati aggiornati e dettagliati sui consumi degli edifici



ID	EDIFICIO	DOMANDA CALORE [kWh/a]	POTENZA [kW]	VEETTORE ENERGETICO
1	Piscina			
2	Teatro Candoni			
3	Mensa			
4	Palazzetto			
5	ISIS Paschini Linussio			
6	Palestra			
7	ISIS Solari			
8	IC Tolmezzo			
9	Uffici Amministrativi			
10	Municipio			
11	ACI			
12	Comunità Montana			
13	Carabinieri			
14	Casa di Riposo			
15	Ospedale			



4. Individuare le aree adatte ad ospitare la centrale termica tenendo conto di:
- Logistica di rifornimento cippato e smaltimento ceneri
 - Disturbo alle abitazioni
 - Lunghezza delle tubazioni e aree di attraversamento
 - Disponibilità fabbricati preesistenti
 - Eventuali fonti secondarie di calore



La densità di calore lineare è di almeno 1000 kWh/(m*a)?



STRUMENTO EXCEL - 1

Strumento sviluppato dal gruppo internazionale di lavoro ARGE, per dimensionare i componenti principali e poter sviluppare uno studio di fattibilità più dettagliato.

Input richiesti per ciascun utente:

- Superficie di riferimento
- T_{MAX} di mandata e ritorno
- Domanda annua
- Potenza massima

(divise per riscaldamento, ACS e calore di processo)

Inputs del progettista principale

Informazioni generali	Numero	1	2	3
Indicazione		Ristrutturazione	Vecchio scuola	Processo
Calcolo della richiesta di calore sulla base di		Consegna del gasolio	Contabilità	Misurazione
Area di riferimento energetico [m²]		20000	10000	
Temperatura max. di mandata [°C]		80	80	80
Temperatura max. di ritorno [°C]		50	55	60
Calore dell'ambiente				
Domanda di calore [MWh/a]		2000	780	
Max. potenza termica per il riscaldamento degli ambienti [kW]		850	450	
Fattore di correzione per la richiesta di riscaldamento dell'ambiente [-]		1	0,85	
Fattore di correzione del picco di riscaldamento [-]		1	1	
Acqua calda sanitaria				
Domanda di calore annuale per l'acqua calda sanitaria [MWh/a]*		560	70	
Max. richiesta termica per l'acqua calda sanitaria [kW]		130	20	
Calore di processo				
Domanda annuale del calore di processo [MWh/a]*				500
Potenza max. richiesta per il calore di processo				100

Indicatori calcolati

Domanda di calore totale [MWh/a]		2560	850	500
Calore dell'ambiente				
Ore di funzionamento a pieno carico per il riscaldamento degli ambienti [h/a]		2353	1733	
Domanda specifica del calore per il riscaldamento degli ambienti [kWh/m²a]		100,0	78,0	
Domanda specifica della potenza per il riscaldamento degli ambienti [W/m²]		42,5	45,0	
Acqua calda sanitaria				
Ore di funzionamento a pieno carico per l'acqua calda sanitaria [h/a]		4308	3500	
Domanda specifica energetica per l'acqua calda sanitaria [kWh/m²a]		28,0	7,0	
Calore di processo				
Ore di funzionamento a pieno carico per il calore di processo [h/a]				5000

Utenze aggregabili per tipologia



STRUMENTO EXCEL - 2

Input ambientali:

- Temperatura minima esterna
- Temperatura interna
- Operazione estiva
- Fattori di contemporaneità
- Perdite di calore della rete

Inputs del progettista principale

Informazioni generali	Paese	Italian (IT)
	Stazione climatica	Tolmezzo (IT)
	Temperatura esterna più bassa [°C]	-7
	Temperatura ambiente [°C]	20
	Limite di riscaldamento [°C]	15
	Max. Temperatura di mandata principale [°C]	85
	Funzionamento estivo	Si
Calore dell'ambiente	Quota non dipendente dalle condizioni climatiche della richiesta di calore per il riscaldamento degli ambienti [%]	5
	Fattore di simultaneità per il calore ambientale [-]	1
Acqua calda sanitaria	Fattore di simultaneità per l'acqua calda [-]	1
Calore di processo	Fattore di simultaneità per il calore di processo [-]	0,56
Rete di teleriscaldamento	Perdita annuale di calore della rete di teleriscaldamento [MWh/a]	393,3
	Perdita di potenza della rete di teleriscaldamento [kW]	44,9

7 stazioni meteo FVG già incluse!

Input sull'impianto di produzione:

- Circuito idraulico standard di riferimento
- Potenze nominali delle caldaie
- Domanda minima media giornaliera in periodo di basso carico

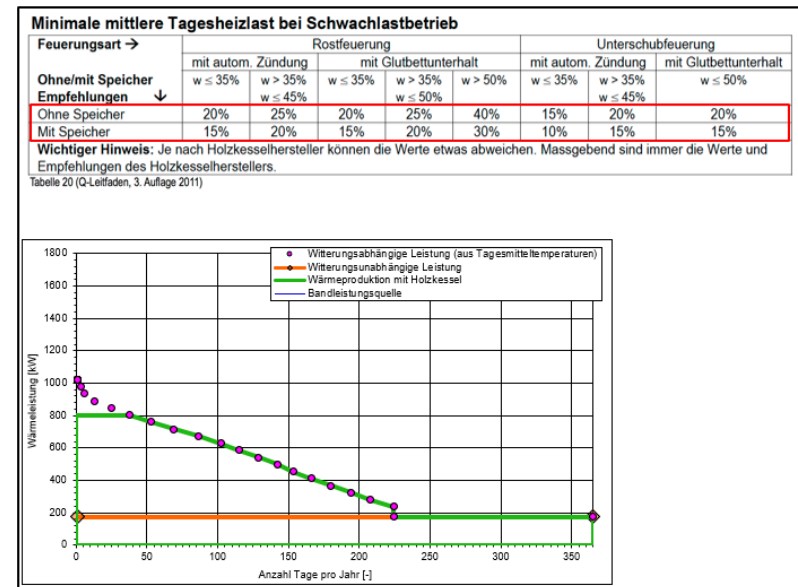
Schemi standard secondo QM	WE4
Potenza nominale della caldaia a legna 1 (piccola caldaia per WE1 - WE8) [kW]	900
Potenza nominale della caldaia a legna 2 (grande caldaia per WE5 - WE8) [kW]	
Potenza nominale di altre caldaie a legna totale [kW]	
Numero di caldaie a legna installate se ci sono più di due caldaie a legna [-]	
Potenza nominale della caldaia a legna totale [kW]	900
Potenza nominale della caldaia bivalente Totale (ad es. gasolio, gas) [kW]	1.500
Volume dell'accumulo installato [m³]	30
Differenza della temperatura di mandata e di ritorno nell'accumulo [K]	*32,4 K
Carico minimo medio giornaliero di riscaldamento con funzionamento a carico basso (vedi Tabella 20 sotto) [%]	15%
Massima potenza media giornaliera della caldaia a legna (valore da 70% a 100%)	90%
Massima potenza media giornaliera della fonte di alimentazione di base [kW]	0



STRUMENTO EXCEL - 3

Lo strumento Excel calcola i valori attesi della configurazione immessa e li evidenzia in verde o rosso a seconda degli obiettivi QM:

- Ore di funzionamento caldaie
- Dimensionamento caldaie
- % di calore da biomassa
- Volume accumulo
- Condizioni a basso carico



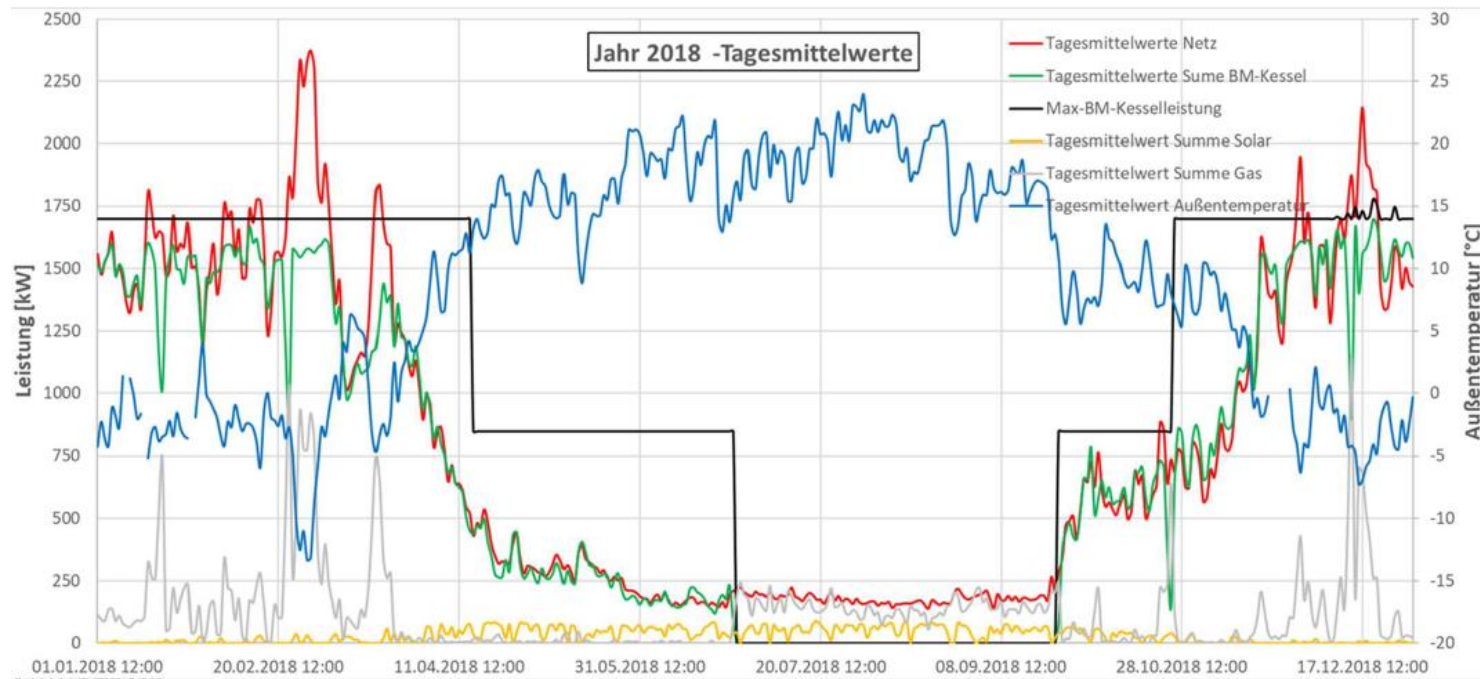
Indicatori calcolati

Impianto di riscaldamento	Risultato	Confronto
Ore di funzionamento a pieno carico della caldaia a legna [h/a]	4.314	3500
Ore di funzionamento a pieno carico delle caldaie bivalenti [h/a]	7	—
Produzione annua del calore prodotto con la legna [%]	99,7%	80%
Grandezza dell'accumulo [m³]	30,0	29,2
Condizioni a basso carico [kW]	150,0	175,2
Progettazione della caldaia a legna	64,0%	50% – 60%
	—	—
Progettazione caldaia bivalente [kW]	1500	1094 kW – 1563 kW
Confronto dei dati di potenza con i dati energetici (grafico in basso a sinistra in immagine IT)	75,0%	95% – 105%



LOAD DURATION CURVE - 1

Analizzare reti esistenti con una consistente disponibilità di dati può aiutare a dimensionare adeguatamente nuovi progetti

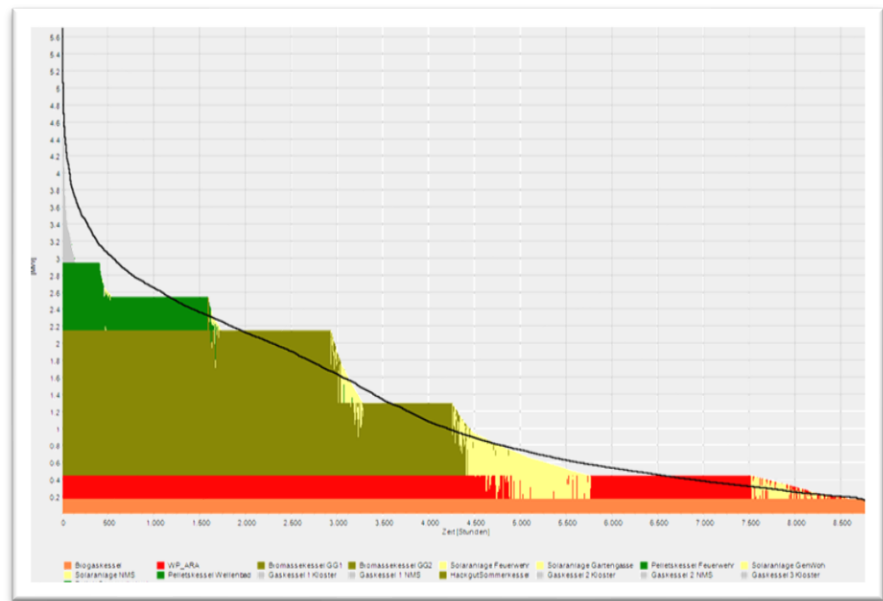
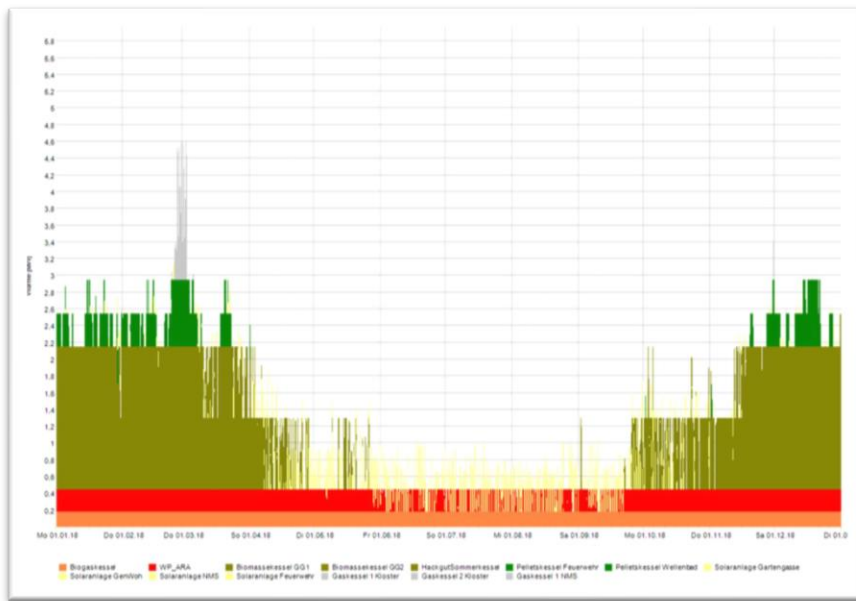


Produzione delle varie fonti e domanda della rete di teleriscaldamento di Gleisdorf (AT)



LOAD DURATION CURVE - 2

La Load Duration Curve è un ottimo strumento di analisi della domanda e pianificazione della centrale termica



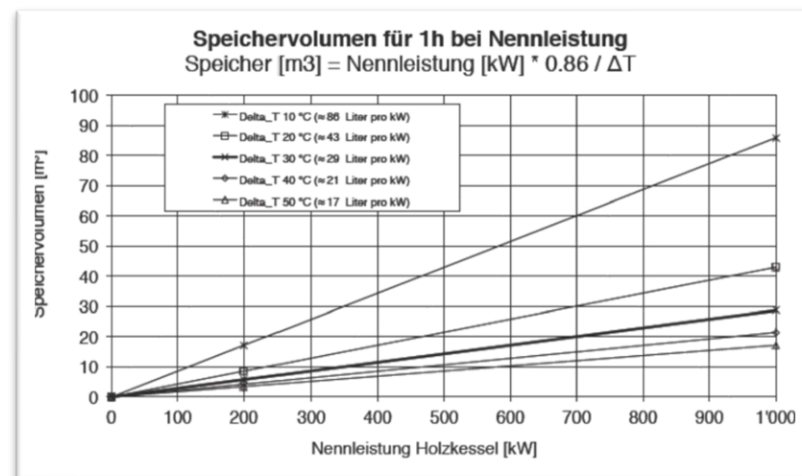
Produzione delle varie fonti e domanda della rete di teleriscaldamento di Gleisdorf (AT)



Oltre allo strumento Excel già presentato vi sono tabelle e grafici per il dimensionamento dei componenti nelle Q-linee guida

Tipo di forno→	Forno a griglia					Forno sottoalimentato		
	Con accensione automatica		con stand-by (manutenzione del letto antincendio)			con accensione automatica		con stand-by (manutenzione del letto antincendio)
	w ≤ 35%	w ≤ 35% w ≤ 45%	w ≤ 35%	w > 35% w ≤ 50%	w > 50%	w ≤ 35%	w > 35% w ≤ 45%	w ≤ 50%
Con/senza accumulo termico raccomandazioni ↓								
Senza	20%	25%	20%	25%	40%	15%	20%	20%
Con	15%	20%	15%	20%	30%	10%	15%	15%

Nota importante: i valori possono variare leggermente secondo il produttore della caldaia a biomassa. I valori e le raccomandazioni del costruttore della caldaia a biomassa sono sempre decisivi.

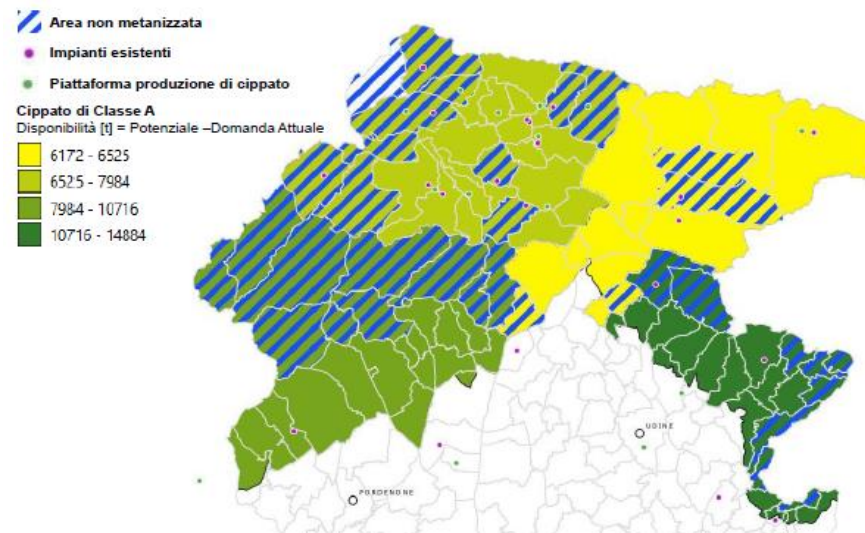


DIMENSIONAMENTO DELL'ACCUMULO IN BASE AL ΔT E ALLA POTENZA NOMINALE DELLA CALDAIA.
E' DEFINITO UN VOLUME IN l/kW



Valutare subito la disponibilità di cippato locale:

- Potenziale boschivo
- Segherie e industrie del legno
- Piattaforme logistiche
- Qualità del cippato



PIANO DI GESTIONE									
COMUNE	Periodo [anni]	CONIFERE				LATIFOGLIA			
		Utilizzazione [m3]	Uso come biomassa	Uso come biomassa [m3]	[m3/a]	Utilizzazione [m3]	Uso come biomassa	Uso come biomassa [m3]	[m3/a]
Gemona	12	4.550	70%	3.185	265	12.450	80%	9.960	830
Venzone	15	640		448	30	9.860		7.888	526
Trasaghis	15	4.950		3.465	231	9.300		7.440	496
				TOTALE	526			TOTALE	1.852

PARTE 2 - SCHEMI IDRAULICI STANDARD

Il sistema QM ha individuato 8 schemi idraulici standard cui fare riferimento nel processo di progettazione.

Per ogni schema è riportato:

- Strategia di controllo
- Descrizione dettagliata del funzionamento
- Lista strumentazione
- Valori di riferimento



I sistemi di sicurezza non sono inclusi negli schemi in quanto vanno installati secondo la normativa nazionale!



Gli schemi idraulici sono configurazioni

- Testate nel corso degli anni
- Permettono un controllo preciso
- Minimizzano i problemi idraulici
- Flessibili alle situazioni specifiche
- Consentono un monitoraggio dettagliato
- Permettono espansioni future della rete e della centrale termica

La variabile di controllo principale è sempre il setpoint della/e caldaia/e

- Le caldaie modulano tra il 30-100% della potenza
- On/Off sotto il 30%



VALORI DI RIFERIMENTO

I valori obiettivo sono riportati in tabelle suddivise per taglia della caldaia

Set-up	Description	Total heat capacity		
		100...500 kW	501...1000 kW	> 1000 kW
1 biomass boiler + 1 oil/gas boiler with storage WE4 (WE14/16 with 1 biomass boiler)	Annual heat production with biomass	80...90%		→ For systems without summer operation, it is possible that only 1 biomass boiler + 1 oil/gas boiler can be useful for
	Design of wood boiler capacity	50...60%*		
	Design of oil/gas boiler capacity	Min. 70% max. 100%		
	Number of full load operating hours of wood boiler	> 3500 h/a Target 4000 h/a		
2 biomass boilers with storage WE6	Annual heat production with biomass	→	100%	
	Design of biomass boiler capacity 1	Realisation of monovalent summer operation may only be	33% without load peaks	
	Design of biomass boiler capacity 2		67% without load peaks	
	Number of full load operating hours biomass boiler 1+2		> 2000 h/a	
2 biomass boilers + 1 oil/gas boiler with storage WE8 (WE14/16 with 2 biomass boilers)	Annual heat production with biomass			80...90%
	Design of biomass boiler capacity 1			17...20%*
	Design of biomass boiler capacity 2			33...40%*
	Design of oil/gas boiler capacity			Min. 100% - small biomass boiler, max. 100%
2 biomass boilers + 1 oil/gas boiler with storage WE8 (WE14/16 with 2 biomass boilers)	Number of full load operating hours biomass boiler 1+2			> 3000 h/a Target 4000 h/a
	Low load operation			Compliance with the Table 16 with the small biomass boiler or oil/gas boilers
	Automatic ignition?			For the small biomass boiler
	Fuel			No restriction; for automatic ignition $W \leq 45\%$
2 biomass boilers + 1 oil/gas boiler with storage WE8 (WE14/16 with 2 biomass boilers)	Expansion reserve			Possible through oil/gas boilers (with reduction of the biomass coverage ratio)
	Storage capacity			≥ 1 h related to rated output of large biomass boiler

klimaaktiv

Federal Ministry
Republic of Austria
Climate Action, Environment,
Energy, Mobility,
Innovation and Technology



TABELLA RIASSUNTIVA

Sul sito <https://qm.ape.fvg.it/> è disponibile una unica tabella riassuntiva di tutti gli schemi idraulici.



Q-schemi idraulici standard



Descrizione	WE1	WE2	WE3	WE4	WE5	WE6	WE7	WE8
Tipologia	Monovalente	Monovalente	Bivalente	Bivalente	Monovalente	Monovalente	Bivalente	Bivalente
Fonte energetica	Biomassa	Biomassa	Biomassa + Gasolio/Gas	Biomassa + Gasolio/Gas	Biomassa	Biomassa	Biomassa + Gasolio/Gas	Biomassa + Gasolio/Gas
Numero di caldaie	1	1	2	2	2	2	3	3
Presenza serbatoio di accumulo	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
Copertura della domanda di calore annuale (per il riscaldamento, per l'acqua calda sanitaria e di processo) con energia da biomassa	100%	100%	80% ÷ 90%	80% ÷ 90%	100%	100%	80% ÷ 90%	80% ÷ 90%
Copertura della domanda di potenza termica annuale con caldaia a biomassa	100%	100%	60% + 70%	50% + 60%	100%	100%	60% + 70%	50% + 60%
Copertura dei picchi di potenza termica	Caldaia	Accumulo	Caldaia a Gasolio/Gas	Accumulo	Caldaia	Accumulo	Caldaia a Gasolio/Gas	Accumulo
Funzionamento alle basse potenze con biomassa (periodo di transizione/estate)	Solo se i valori richiesti sono compatibili con le caratteristiche della caldaia	Solo se i valori richiesti sono compatibili con le caratteristiche della caldaia	Se i valori richiesti sono compatibili con le caratteristiche della caldaia, altrimenti utilizzare la caldaia a gasolio/gas	Se i valori richiesti sono compatibili con le caratteristiche della caldaia, altrimenti utilizzare la caldaia a gasolio/gas	Solitamente possibile grazie alla ridotta potenza termica di una o di entrambi le caldaie	Solitamente possibile grazie alla ridotta potenza termica di una o di entrambi le caldaie	Solitamente possibile attraverso la caldaia a biomassa più piccola, altrimenti attraverso la caldaia a gasolio/gas	Solitamente possibile attraverso la caldaia a biomassa più piccola, altrimenti attraverso la caldaia a gasolio/gas
Grado di sicurezza della fornitura di calore	Adeguito	Adeguito	Elevata grazie alla caldaia a gasolio/gas	Elevata grazie alla caldaia a gasolio/gas	Adeguito	Adeguito	Elevata grazie alla caldaia a gasolio/gas	Elevata grazie alla caldaia a gasolio/gas
Sovradimensionamento della potenza termica per un futuro ampliamento dell'impianto	Amnesso solo in casi eccezionali, a causa dei problemi di funzionamento alle basse potenze	Amnesso solo in casi eccezionali, a causa dei problemi di funzionamento alle basse potenze	Possibile attraverso il sovradimensionamento della caldaia Gasolio/Gas (con conseguente riduzione della percentuale di copertura della domanda di calore ottenuta da biomassa)	Possibile attraverso il sovradimensionamento della caldaia Gasolio/Gas (con conseguente riduzione della percentuale di copertura della domanda di calore ottenuta da biomassa)	Possibile ma attenzione all'aumento dei costi di investimento (caldaie a biomassa costose)	Possibile ma attenzione all'aumento dei costi di investimento (caldaie a biomassa costose)	Possibile attraverso il sovradimensionamento della caldaia Gasolio/Gas (con conseguente riduzione della percentuale di copertura della domanda di calore ottenuta da biomassa)	Possibile attraverso il sovradimensionamento della caldaia Gasolio/Gas (con conseguente riduzione della percentuale di copertura della domanda di calore ottenuta da biomassa)

I documenti integrali saranno presto online



La variabile di controllo (setpoint della caldaia) è controllata in base a:

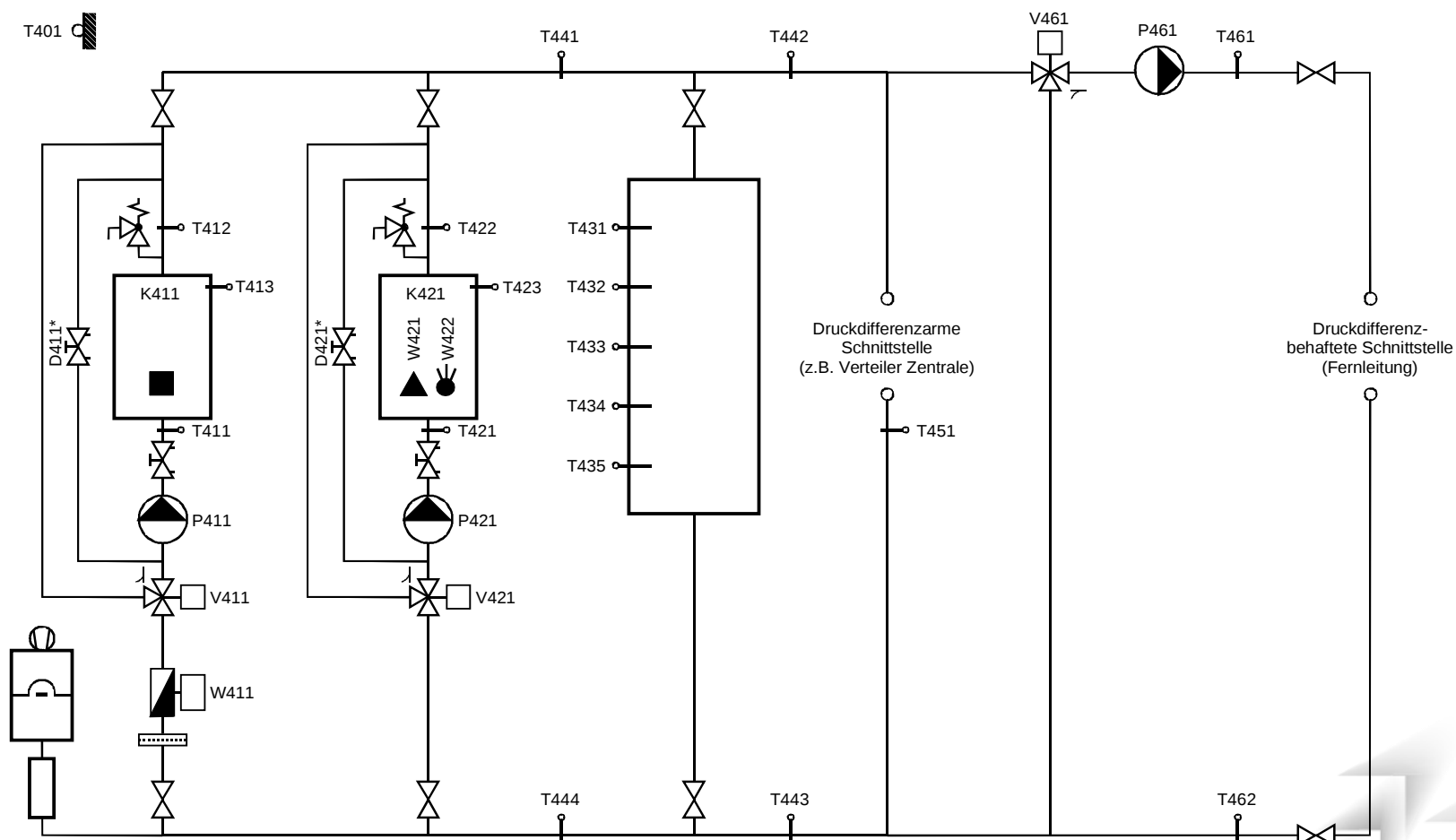
- Nei sistemi senza accumulo, alla temperatura di mandata in rete
- Nei sistemi con accumulo, allo stato di carica dell'accumulo

È stato sviluppato anche un secondo documento, che replica gli 8 schemi idraulici ma cambia la strategia di controllo. Il setpoint della caldaia viene ora controllato in base alla temperatura di ingresso:

- > utilizzando la valvola di miscelazione prima della caldaia
- > variazione della temperatura di uscita della caldaia
- > il sistema di controllo vuole una $T_{MANDATA}$ costante, quindi varia il setpoint



Schema 4 - sistema bivalente 1 caldaia a cippato con accumulo



* D411/D421 kann entfallen (siehe Abschnitt 4.2.2)



Perché è importante prevedere l'ottimizzazione fin dall'inizio?

Nonostante una corretta pianificazione e costruzione ci sono molti elementi di incertezza rispetto ai valori di progetto:

- Fluttuazioni del valore e del profilo della domanda di calore (ed errori di stima)
- La sola fase di collaudo non è rappresentativa delle condizioni che si possono presentare durante un anno
- Mancanza di esperienza nel gestire l'impianto
- Variabile qualità del combustibile fornito
- Aumento della domanda di calore dovuto all'espansione e densificazione della rete



Pianificazione e costruzione

- Fasi 1-4 del Q-Piano



1 anno di operazioni

- Monitoraggio dettagliato



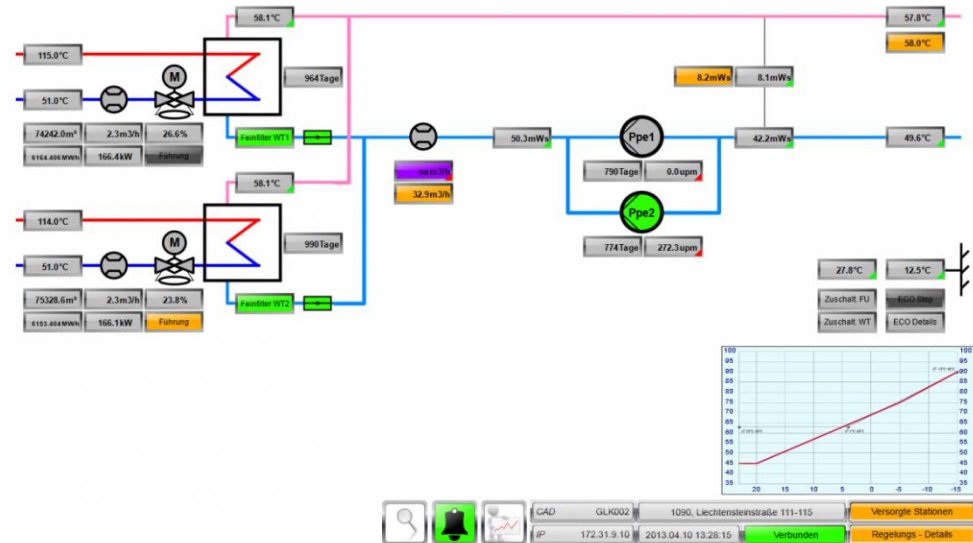
Ottimizzazione

- Per avvicinarsi o migliorare obiettivi QM

Fase 5

Aree di ottimizzazione:

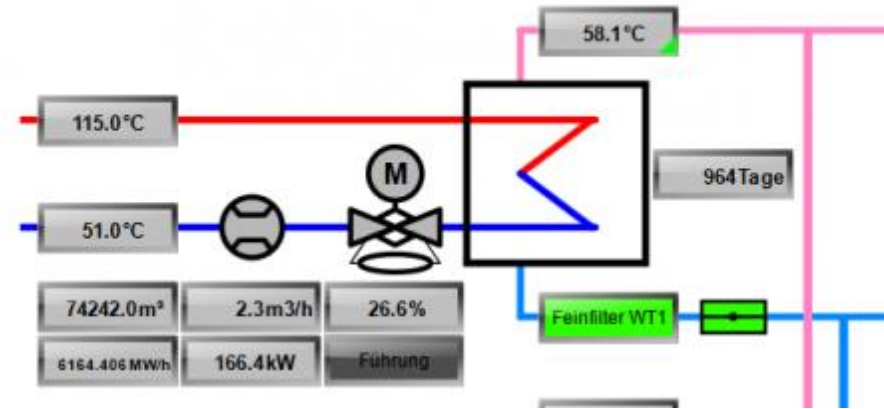
1. Utenza - $T_{\text{TEMPERATURA DI RITORNO}}$
2. Rete di distribuzione
3. Produzione del calore



1 - UTENZA E T_{RITORNO}

Monitorare e analizzare l'influenza dei singoli utenti sulle temperature di ritorno rispetto a quelle di mandata. Approfondire sugli utenti più rilevanti:

- Profilo domanda
- Sistema di riscaldamento
- Efficienza pompe
- Efficienza scambiatore
- Efficienza preparatore ACS



Interventi di efficienza per abbassare T_{RITORNO}

Incentivo per utenti con T_{RITORNO} minori?



1 - UTENZA E T_{RITORNO} - ESEMPIO

Domanda di calore: 3.224.000 kWh

Lunghezza rete: 8.700 km

➡ Densità 370 kWh/m 

Caso A:

T_{MANDATA} : 85° T_{RITORNO} : 55°

Perdite di rete: 1.454 MWh

Produzione calore: 4.678 MWh

Perdite %: 31,1%

Volume pompato: 137.083 m³

Consumo pompe: 27.965 kWh

Caso B:

T_{MANDATA} : 85° T_{RITORNO} : 40°

Perdite di rete: 1.272 MWh

Produzione calore: 4.496 MWh

Perdite %: 28,3%

Volume pompato: 87.838 m³

Consumo pompe: 9.470 kWh

FABBISOGNO ELETTRICO: -66,1%



FABBISOGNO DI BIOMASSA: -12,5%

PERDITE DI CARICO: -3%

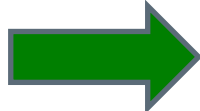
Dati elaborati e forniti dal Güssing Energy Tech (AUT) sull'ottimizzazione di impianti esistenti ed in esercizio.

TAKING COOPERATION FORWARD

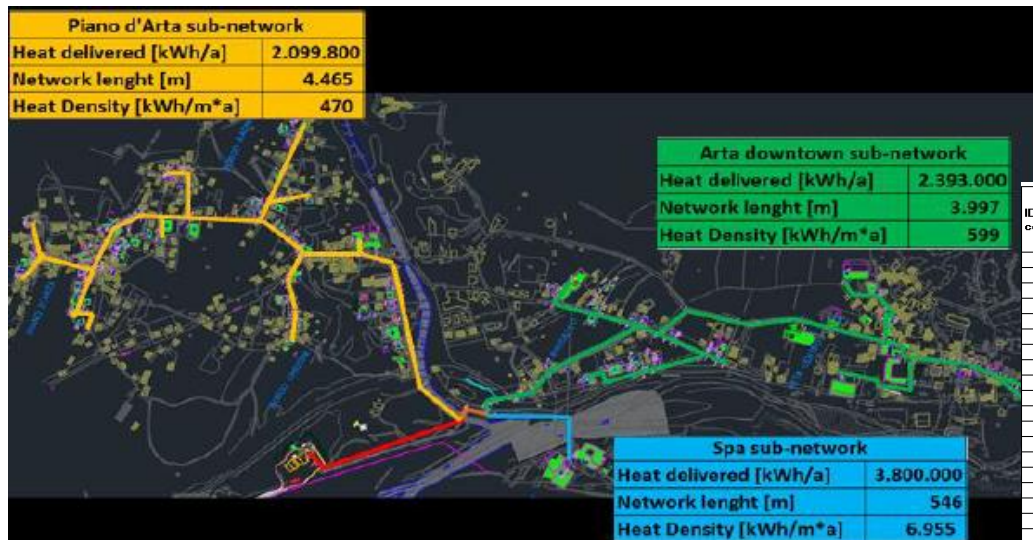


2 - RETE - DENSIFICAZIONE

Importante lavorare su indicatori generali del sistema:

- Densità di calore lineare kWh/m*a  **Densificazione utenze**

Aumentare vendite di calore con minimo prolungamento della rete!

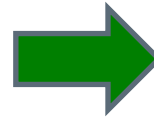


ID colleg.	ID	VIA	NUMERO CIVICO	RAMO DI RETE	Potenza scambiatore richiesta [kW]	Potenza scambiatore re concessa [kW]	Distanza dalla rete esistente [m]	Stima della domanda di calore annuale [kW]	Densità di calore lineare [kWh/m*a]
1	29	Umberto I	46	Arta	30	30	8,36	17.000	2023
2	64	Umberto I	69/B	Arta	30	30	11,2	17.000	1510
3	70	Umberto I	48	Arta	30	30	6,46	17.000	2618
4	89	Marconi	24	Piano d'Arta	30	30	13,67	17.000	1237
5	90	Marconi	17	Piano d'Arta	30	30	1,36	17.000	10294
6	108	Umberto I	13	Arta	30	30	2,41	17.000	7017
7	116	Marconi	13-15	Piano d'Arta	30+30	30+30	1,03	34.000	38237
8	117	Marconi	16	Piano d'Arta	30	30	13,67	17.000	1237
9	121	Marconi	10	Piano d'Arta	50	50	9,55	40.000	4124
10	19	Comelli	20	Piano d'Arta	30	30	5,63	17.000	3004
11	21	Comelli	2	Piano d'Arta	30	30	2,04	17.000	14314
12	32	Comelli	21	Piano d'Arta	30	30	4,68	17.000	3613
13	107	Comelli	16	Piano d'Arta	30	30	1,6	17.000	10569
14	34	Fontana	61	Arta	30	30	2,04	17.000	8290
15	35	Fontana	63	Arta	30	30	2,04	17.000	8290
16	37	Fontana	41	Arta	30	30	36,98	17.000	457
17	39	Fontana	69	Arta	30	30	9,26	17.000	1826
18	40	Fontana	60	Arta	30	30	53,35	17.000	285
19	41	Fontana	25	Arta	30	30	3,81	17.000	4438
20	43	Fontana	29	Arta	80	100	23,98	86.000	2688
21	45	Fontana	49/A	Arta	50	50	16,35	40.000	5382
22	46	Fontana	46	Arta	30	30	1,32	17.000	22121
23	120	Fontana	60	Arta	30	30	53,35	17.000	285
24	10	Umberto I	65	Arta	30	30	11,77	17.000	1437
25	18	Umberto I	59	Arta	30	30	67,25	17.000	251
26	55	Umberto I	61	Arta	30	30	31,65	17.000	534
27	56	Umberto I	63	Arta	30	30	53,15	17.000	286



2 - RETE - TUBATURE

- Perdite di calore kWh/kWh_{IMMESSI}



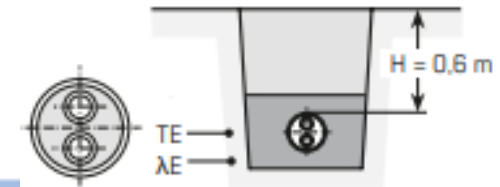
**Tubature
di qualità e
dimensionate correttamente**

- ❖ Ridurre il diametro se sovradimensionato,
- ❖ Utilizzare migliori isolamenti,
- ❖ Scegliere la tecnologia *twin pipe* dove possibile



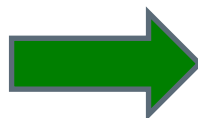
Wärmeverlust (QR) lt. Verlegeskizze für ein DUO-PEX-Rohr – Dämmserie 1

Typ	U-Wert W/mK	mittlere Betriebstemperatur TB (°C)				
PEX03-1		40°	50°	60°	70°	80°
25+25/91	0,1786	5,36	7,14	8,93	10,72	12,50
32+32/111	0,1829	5,49	7,32	9,15	10,97	12,80
40+40/126	0,2108	6,32	8,43	10,54	12,65	14,76
50+50/162	0,1954	5,86	7,82	9,77	11,72	13,68
63+63/182	0,2381	7,14	9,52	11,91	14,29	16,67
75+75/202	0,2802	8,41	11,21	14,04	16,81	19,61



2 - RETE - FATTORE DI UTILIZZO

- **Fattore di utilizzo**
(ore equivalenti a pieno carico)



**Dimensionamento:
Centrale termica - Scambiatori**

Grazie ad un adeguato dimensionamento si ottengono:

- ❖ Fattori di utilizzo più alti
- ❖ Funzionamento più stabili
- ❖ Minore necessità di manutenzione
- ❖ Minori emissioni locali

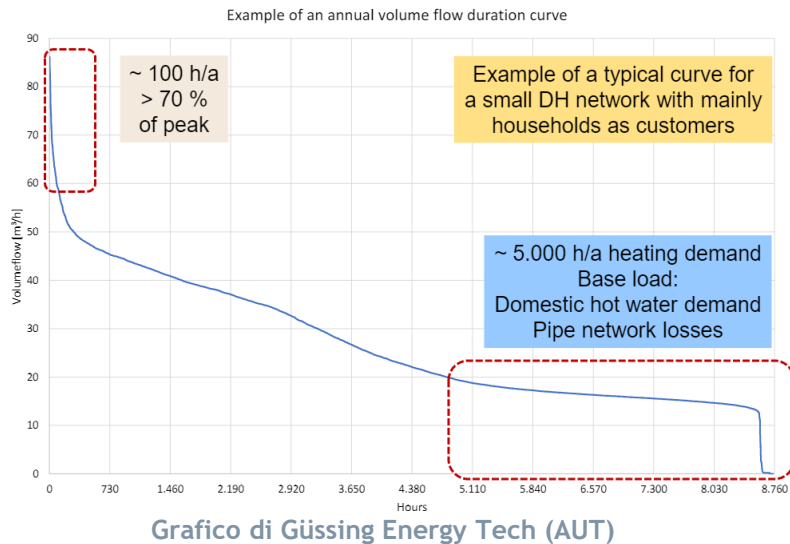
Centrale termica	[ore]
In funzione di: ❖ schema idraulico ❖ funzionamento annuale o solo invernale	2.000 - 4.000

Utenze	[ore]
Residenziale	1.600 - 1.800
Hotel	1.800 - 2.000
Scuole	1.300 - 1.600
Ospedale	2.000 - 2.200



2 - RETE - POMPE

- Consumo pompe elettriche kWh_{elettrico}/kWh_{termico}



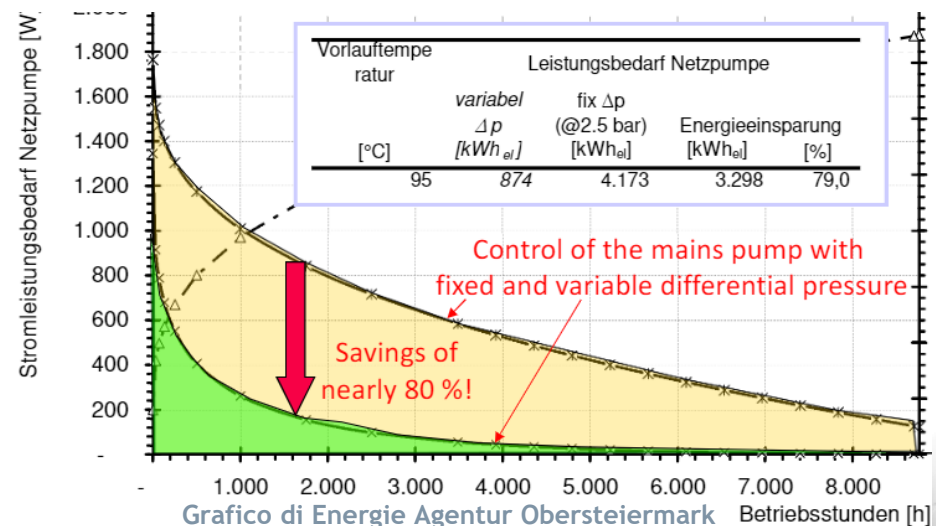
Carico variabile anche nelle
operazioni quotidiane/settimanali

**Pompa con differenziale
di pressione variabile**

95% del tempo $P < 60\%$ del picco
43% del tempo $P < 25\%$ del picco



**Pompa secondaria per
funzionamento estivo**



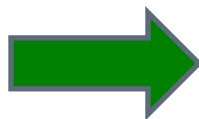
TAKING COOPERATION FORWARD



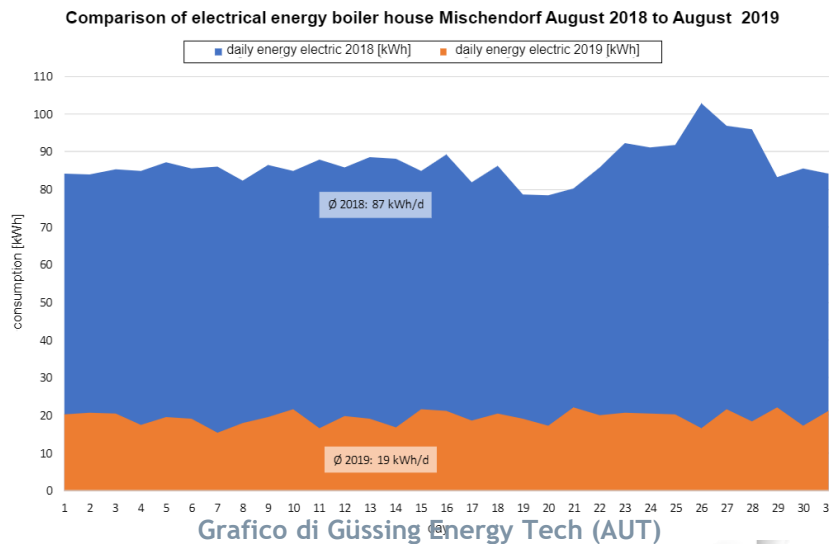
2 - RETE - ESEMPIO POMPE

- Esempio di ottimizzazione di rete di teleriscaldamento austriaca. Bassa densità di calore e alte perdite, con pompa sovradimensionata per utilizzo estivo:
 - volume operativo pompa 6-20 m³/h
 - 32% del tempo $V < 2$ m³/h con $\eta = 3,2\%$
 - < 8% del tempo con $\eta > 30\%$

**Pompa secondaria per
funzionamento estivo**



Risparmio di 20 MWh/anno!



3 - PRODUZIONE - RECUPERO CALORE

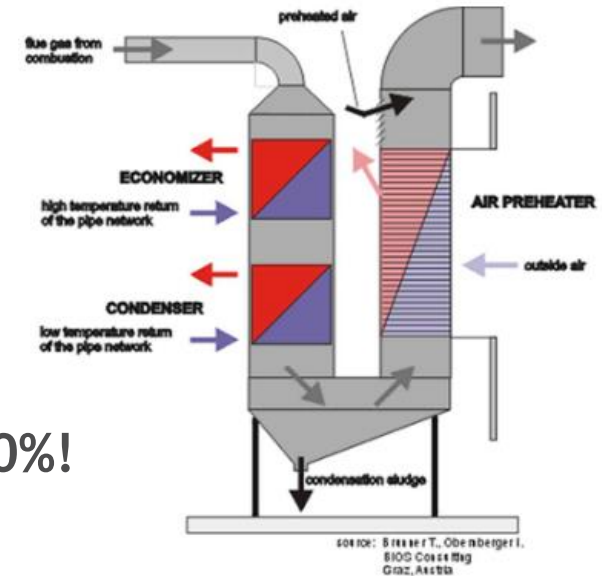
- **Impianto recupero di calore a condensazione:**
 - ❖ Utilizza il calore della condensazione del vapore dei fumi per pre-riscaldare l'acqua di ritorno TLR e l'aria di combustione
 - ❖ Investimento rilevante sia da un punto di vista economico che di complessità dell'impianto, sensato su impianti di taglia medio-grande

Esempio:

Nell'impianto di Krumpendorf (Klagenfurt):

- ❖ Pre-riscaldamento dell'acqua di ritorno dal TLR da 48°C a 55°C
- ❖ Uso di pompe di calore e solare termico

Efficienza complessiva dell'impianto vicina al 100%!



3 - PRODUZIONE - CIPPATO

- Contenuto d'acqua nel cippato ➡ **Stoccaggio/essiccazione**

Vettore energetico	Contenuto di Acqua	Potere Calorifico Inferiore [MJ/kg]
Pellet	8%	17
Legno stagionato	20%	14,4
Legno appena abbattuto	55%	7,1

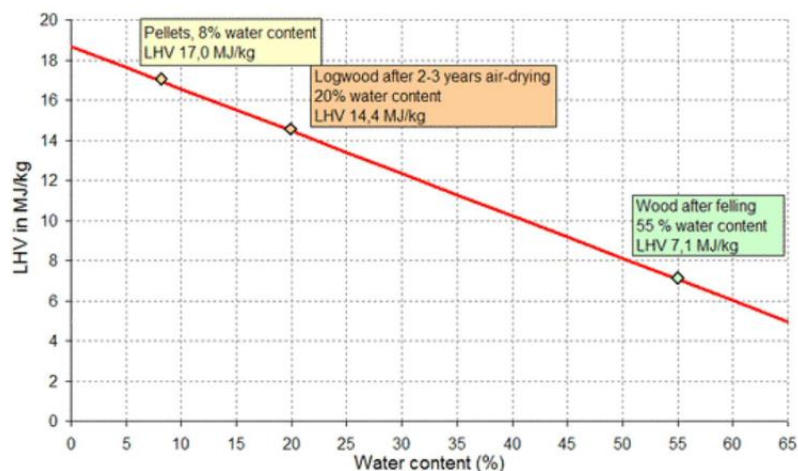


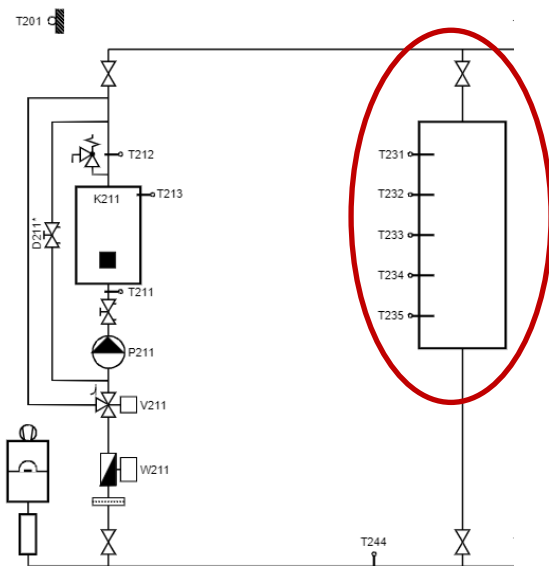
Grafico di Energie Agentur Obersteiermark



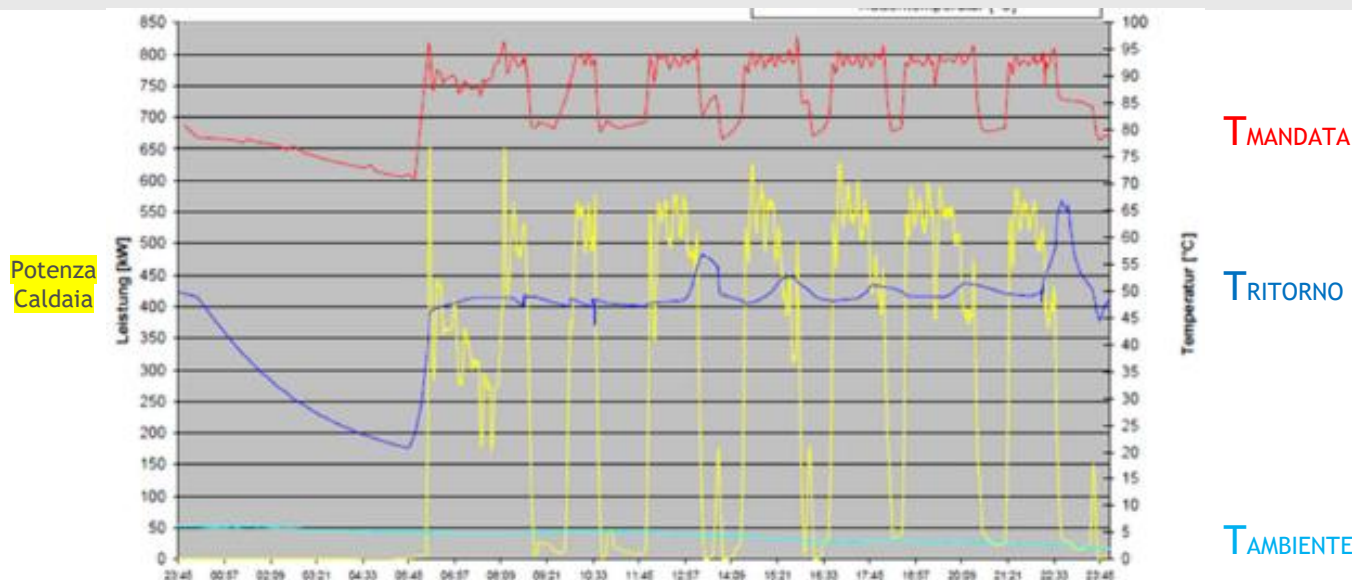
3 - PRODUZIONE - ACCUMULO TERMICO

Vantaggi di un accumulo termico adeguatamente dimensionato:

- ❖ Suddivisione tra la fase di produzione e di distribuzione del calore
- ❖ Funzionamento più lineari della caldaia e conseguente riduzione delle emissioni
- ❖ Copertura dei picchi di consumo
- ❖ Migliore integrazioni di ulteriori fonti di calore non programmabili (solare, calore di scarto industriale)

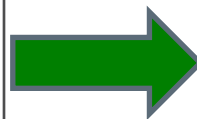


3 - PRODUZIONE - ESEMPIO ACCUMULO



Problemi:

- ❖ La caldaia (**giallo**) insegue l'andamento della domanda
- ❖ Picchi, spegnimenti e accensioni causano rendimenti bassi ed alte emissioni



Soluzione accumulo:

- ❖ Immagazzinare il calore prodotto dalla caldaia che lavora a potenza costante
- ❖ Soddisfare i picchi di domanda



Il monitoraggio è fondamentale per la fase 5:

- In Austria bisogna stilare un report operativo ogni anno per i primi 10 anni di operazione
- Schemi idraulici definiscono punti di misurazione
- Definire formato di raccolta e salvataggio dati
- Definire responsabilità uso dati

QM raccomanda misurazioni ogni 5 minuti su un intervallo di misurazione di 10 secondi.



VALORI VERIFICATI A CUI PUNTARE

Valori di riferimento
frutto del monitoraggio di
215-364 impianti gestiti secondo QM in Austria

INDICATORE	UNITA'	TARGET	MEDIA
Calore venduto rispetto a ipotesi di progetto	%	100	89,0
Densità lineare di calore	MWh/(m*a)	1.200	1.143
Fattore di utilizzo della caldaia	h/a	2.500	2.616
Efficienza annuale di produzione	%	85	86,2
Efficienza energetica totale	%	75	71,2
Perdite di rete	%	15	18,6
Differenza di temperatura mandata e ritorno	°K	30	28,6
Consumo specifico di elettricità dell'impianto	kWh _{elettrici} /MWh _{termici}	20	17,9



GRAZIE!



Francesco Locatelli
APE FVG
UD - 33013 - Gemona del Friuli, Via Santa Lucia, 19



www.interreg-central.eu/entrain
<http://www.ape.fvg.it/entrain/>
<http://qm.ape.fvg.it/>



+39 351 7487485



Francesco.locatelli@ape.fvg.it



@ENTRAIN_project

