

Osservatorio permanente della Regolazione energetica, idrica e del teleriscaldamento

18 febbraio 2022

Teleriscaldamento efficiente e calore di scarto: un connubio non scontato

Andrea Rossetti
Gian Antonio Zanetta

- ✓ *Esame RSE della sostenibilità ambientale del teleriscaldamento*
- ✓ *Proposte RSE per un aggiornamento dei criteri di sostenibilità del teleriscaldamento*
- ✓ *Studio RSE del potenziale tecnico-economico di progetti di recupero del calore di scarto*

Lo studio è stato condotto in coerenza con le metodologie e i valori dei parametri e coefficienti necessari previsti dalla legislazione vigente e dalle normative di competenza

Indicatori calcolati:

- ❖ Fattori di energia primaria (f_{Pnren} , f_{Pren} , f_{Ptot})
- ❖ Coefficiente di Emissione di CO_{2eq} (K_{CO2eq})
- ❖ Indicatori di efficienza energetica (*RER*, *WHR*, *CHR*)

Analisi di sostenibilità ambientale: risultati

Studio effettuato su un campione di 16 reti di teleriscaldamento
(no biomassa, no geotermia)

Tecnologie di Generazione	Fossili	FER	WHR	CHR	E_{th} Erogata	Perdite di rete	TLR Efficiente
	[%]	[%]		[%]	[GWh/a]	[%]	[Y/N]
CHP, CLD, WTE, PdC, WHR	<25÷100	0÷>75	5/16	<20÷>95	<10÷>1000	<10÷>30	8/16
<i>Mediana</i>	72	28		61	99	15.4	

*Tecnologie di generazione, vettori energetici utilizzati, calore distribuito,
perdite termiche di rete, efficienza D.Lgs 102/2014*

- Quote FER ancora generalmente contenute
- Metà delle reti del campione non è TLR efficiente

Analisi di sostenibilità ambientale: risultati

	<i>PEF</i>			<i>K_{CO2eq}</i>
	<i>f_{Pnren}</i>	<i>f_{Pren}</i>	<i>f_{Ptot}</i>	
Sistemi Separati	[]	[]	[]	[kg/MWh]
<i>Caldaia a GN</i>	1.105	0.000	1.105	212.796
Reti di TLR				
<i>C</i>	-0.076	0.147	0.071	205.636
<i>D</i>	0.057	0.148	0.205	294.042
<i>G</i>	0.271	0.494	0.765	104.145
<i>I</i>	1.394	0.006	1.400	269.222
<i>O</i>	0.556	0.124	0.680	295.131
<i>Max</i>	1.394	0.854	1.932	295.131
<i>Min</i>	-0.076	0.000	0.071	43.426
<i>Media</i>	0.756	0.209	0.965	210.455
<i>Mediana</i>	0.779	0.136	0.983	217.805

1) In generale esiti più sfavorevoli in termini di riduzione di emissioni di CO_{2eq} che di consumi di energia primaria, con *f_{Ptot}* mediamente inferiore a 1 per effetto dell'EE esportata in rete

2) Non vi è sempre diretta correlazione tra risparmi di energia primaria ed emissioni di CO_{2eq}

3) L'entità delle perdite di rete non risulta immediatamente leggibile dai risultati di *PEF* e *K_{CO2eq}*

Oltre a noti miglioramenti tecnici

Provvedimenti normativi:

- Riassegnare valori più appropriati a livello nazionale dei fattori di energia primaria e dei coefficienti di emissione di CO_{2eq} dei vettori energetici
- Rivedere la Tabella dei parametri standard nazionali, in particolare per le emissioni da combustione di RSU, dove il coefficiente di emissione dovrebbe essere al netto delle emissioni evitate che si avrebbero in assenza di valorizzazione energetica
- Tenere conto delle perdite di rete, termiche e di massa, pesate sulla densità lineare di domanda ai fini della dichiarazione di efficienza della rete e della sua ammissione a eventuali meccanismi di sostegno

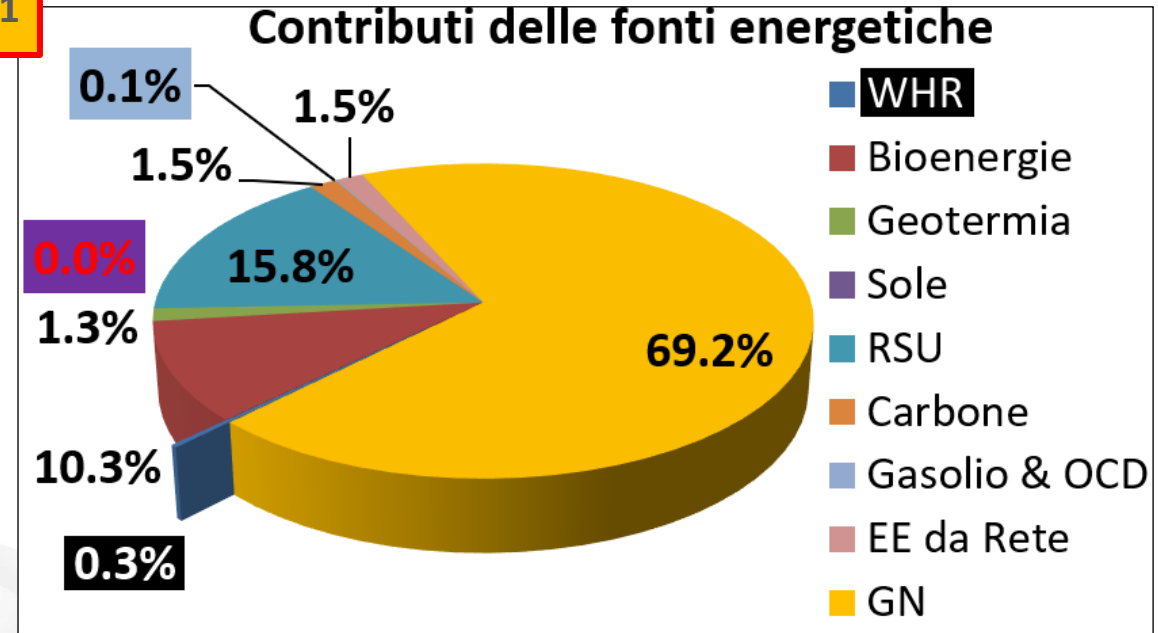
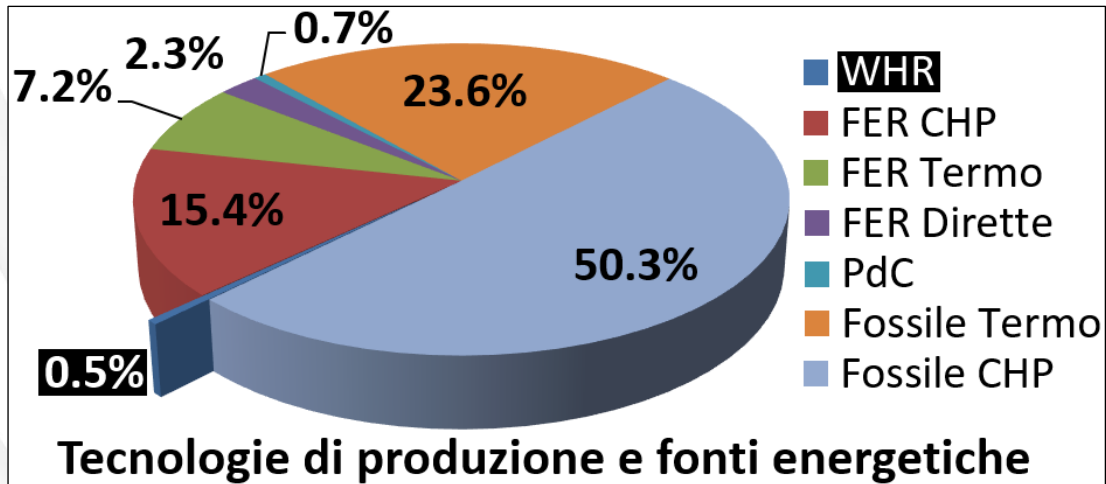
Il recupero di calore di scarto

Bella cosa, ma ...

- ✓ Diversità di obiettivi tra operatori industriali e gestori di rete di TLR
- ✓ Affidabilità dell'offerta dall'industria nel medio-lungo termine
- ✓ Disaccoppiamento tra disponibilità e domanda di calore
- ✓ Discontinuità temporale dei processi che producono calore di scarto
- ✓ Problematiche di retrofit su layout di impianto e costi del sistema di recupero
- ✓ Distanza di rete di TLR con adeguata densità lineare di domanda
- ✓ Garanzie sulla qualità della fornitura
- ***Scarsa consapevolezza e ridotta informazione sulla disponibilità della risorsa***
- ***Analisi di scenario problematiche con ampi margini di incertezza su quantità e costi del recupero***

Il teleriscaldamento in Italia

AIRU
Annuario 2021



Il recupero di calore di scarto da processi industriali e servizi attualmente quasi trascurabile (<1%)

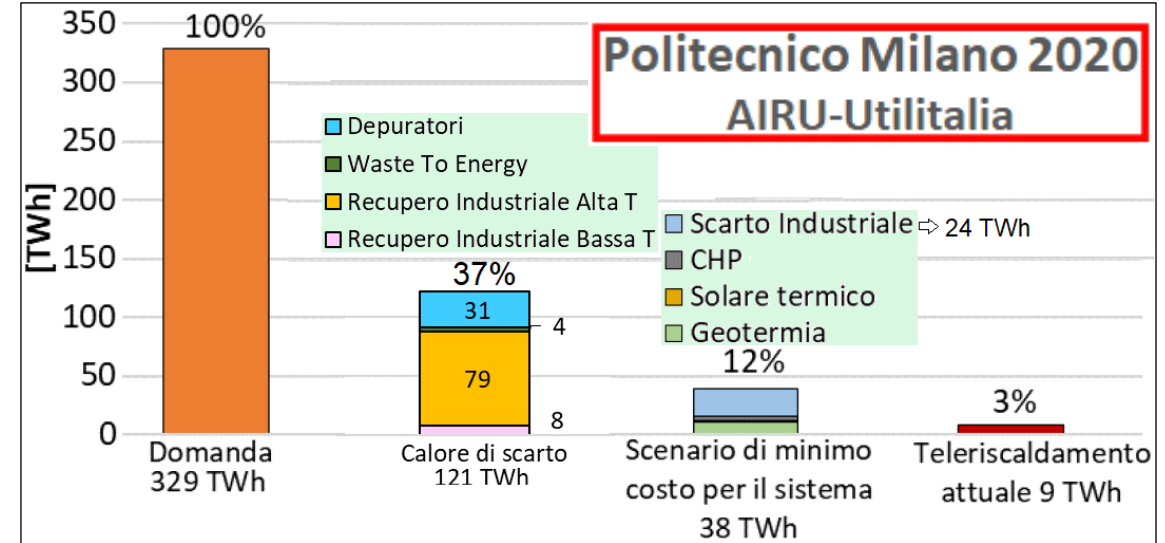
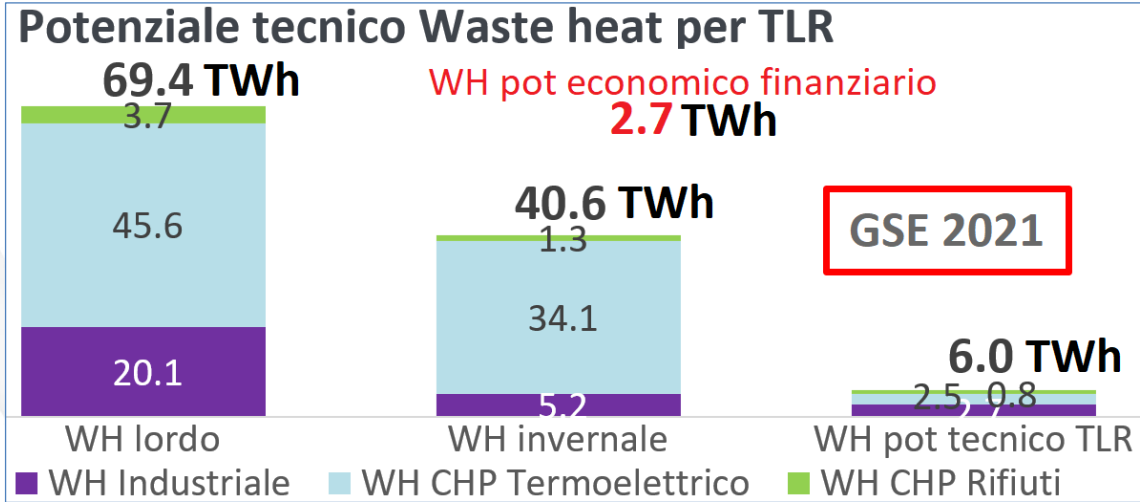
La valutazione del potenziale di calore di scarto

necessita di forti ipotesi semplificative

Risultati sensibilmente differenti

- ✓ “Valutazione del potenziale nazionale e regionale del riscaldamento efficiente”, GSE 2021
Studio condotto per effetto di legge, con la collaborazione di RSE – Pubblicato dalla Commissione Europea
- ✓ “Valutazione del potenziale di diffusione del teleriscaldamento efficiente sul territorio nazionale-Focus su sistemi di nuova generazione con fonti di calore di scarto e rinnovabile”, 2020
Lavoro congiunto di Politecnico di Milano e Politecnico di Torino commissionato da AIRU e UTILITALIA

Pubblicazioni italiane sul tema



Potenziale incerto nei quantitativi ma sicuramente superiore allo stato attuale

Obiettivo: ottenere indicazioni di carattere generale, su incidenza dei parametri di costi e ricavi più rilevanti per la **sostenibilità economico-sociale e finanziaria di possibili progetti di WHR teorico in +1300 impianti industriali o energetici**, partendo dall'esame puntuale dei potenziali interventi sui singoli impianti di produzione

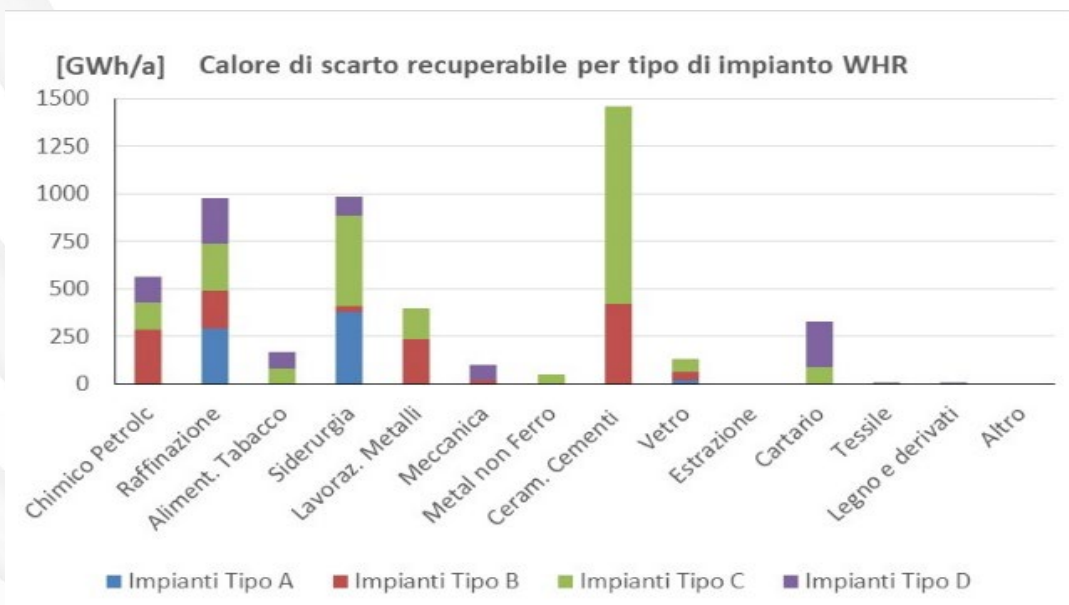
Aspetti esaminati:

- ✓ **LCOH medio** nelle 5 configurazioni di impianto ipotizzate
- ✓ **ACB economico-sociale e analisi finanziaria** del progetto WHR consolidato o lato operatore industriale e lato gestore di rete (**SERCAST**)
- ✓ **Sostenibilità economica** dei progetti **a fronte di una riduzione del recupero di calore**
- ✓ Effetto «**diversa lunghezza**» della tubazione di connessione dell'impianto WHR alla rete di TLR
- ✓ Effetto «**diverso valore di COP**» sugli interventi WHR con pompa di calore
- ✓ Effetto «**incentivazione con CB**» su esiti dell'analisi finanziaria

Valutazione del potenziale tecnico WHR effettivo

Selezionato un sottoinsieme di stabilimenti tecnicamente idonei al recupero

Settore	N° Impianti	Potenza Totale	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D	Energia Totale	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D
	[]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[MW]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]	[GWh]
<i>Totale</i>	453	2521	418	576	1109	445	5109	691	1239	2340	899



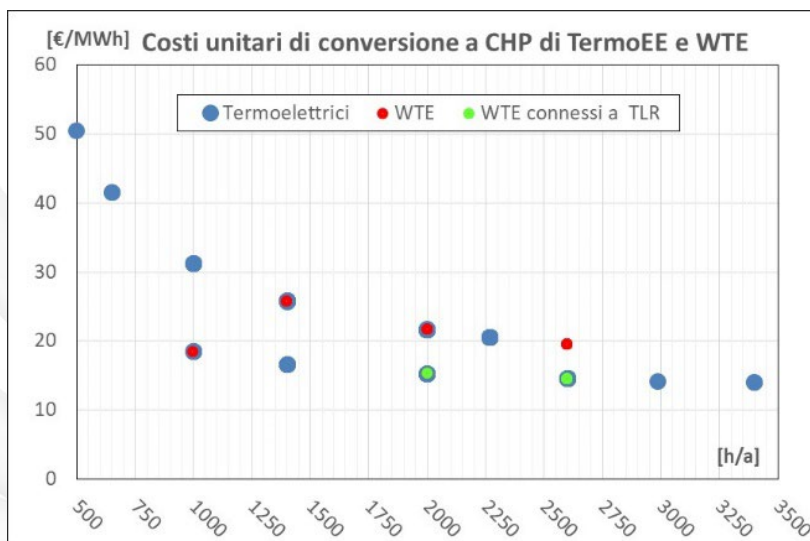
Impianti	N° Impianti	Potenze termiche recuperabili	Energia termica annua recuperabile
	[]	[MWt]	[GWh/a]
<i>Termoelettrici</i>	115	18314	32375.7
<i>Inceneritori WTE</i>	23	562.4	1207.6
<i>Inceneritori collegati a TLR</i>	8	53.6	130.4
<i>Totale</i>	146	18930	33713.7

RSE/RdS 2020

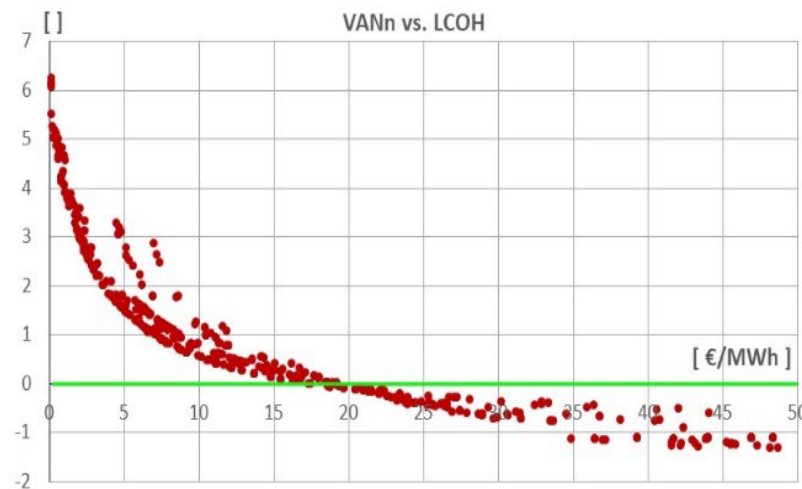
Risultati: costi del calore vs. h/a_{eq} , indicatori finanziari, impianti idonei vs. distanza da TLR

RSE/RdS 2020

Settore	Assunzioni di Riferimento – WHR 100%											
	Distanza 1 km			Distanza 3 km			Distanza 5 km			Distanza 10 km		
	[]	[%]	[GWh]	[]	[%]	[GWh]	[]	[%]	[GWh]	[]	[%]	[GWh]
Industriali Totale	274	60.5%	3300.1	150	33.1%	2874.5	88	19.4%	2402.9	31	6.8%	1456.1
<i>Termoelettrici</i>	94	82.5%	32232.6	78	68.4%	30914.2	67	58.8%	30707.7	42	36.8%	28447.6
<i>Inceneritori WTE</i>	21	91.3%	1198.0	17	73.9%	1134.5	12	52.2%	854.5	1	4.3%	168.0
<i>WTE colleg. TLR</i>	8	100.0%	130.4	6	75.0%	119.4	4	50.0%	102.8	1	12.5%	40.8
EE&WTE Totale	123	84.8%	33561.0	101	69.7%	32168.1	83	57.2%	31665.0	44	30.3%	28656.4
Complessivo Totale	397	66.4%	36861	251	42.0%	35043	171	28.6%	34068	75	12.5%	30113



LCOH su impianti termoelettrici e WTE



Osservazioni conclusive



- Si conferma la sostanziale efficacia del TLR ai fini di decarbonizzazione
- E' opportuna la ridefinizione di fattori di energia primaria e coefficienti di emissione a livello nazionale, per fornire risultati più corretti per il TLR
- I progetti di recupero del calore di scarto necessitano in generale di regimi di sostegno
- Gli scenari di potenziale WHR sono uno strumento indispensabile per i decisori ai vari livelli istituzionali
- Tuttavia le valutazioni sono affette da rilevanti incertezze
- Serve una fattiva collaborazione di tutti gli stakeholder di settore sotto l'egida delle Istituzioni competenti per ottenere le informazioni necessarie all'ottenimento di risultati attendibili e condivisi

*Grazie per
l'attenzione !*

Andrea Rossetti
Andrea.rossetti@rse-web.it

Il teleriscaldamento in Italia

- ✓ *I servizi erogati*
- ✓ *Le tecnologie di generazione*
- ✓ *Le fonti energetiche*
- ✓ *I vantaggi attesi*

Benefici generali e sostenibilità ambientale

Vantaggi generali per l'utenza

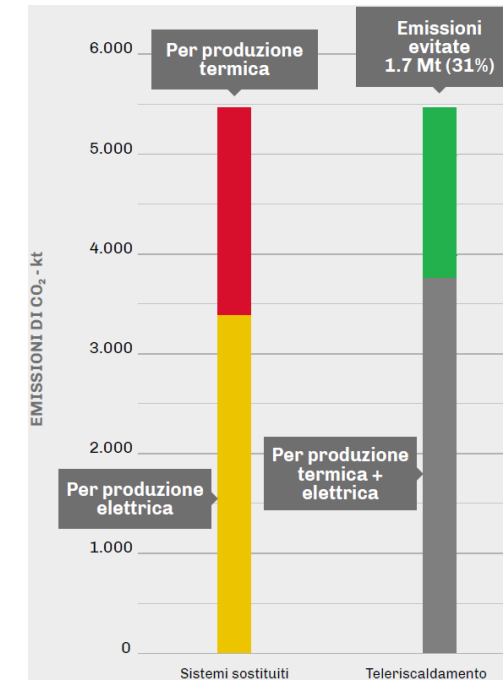
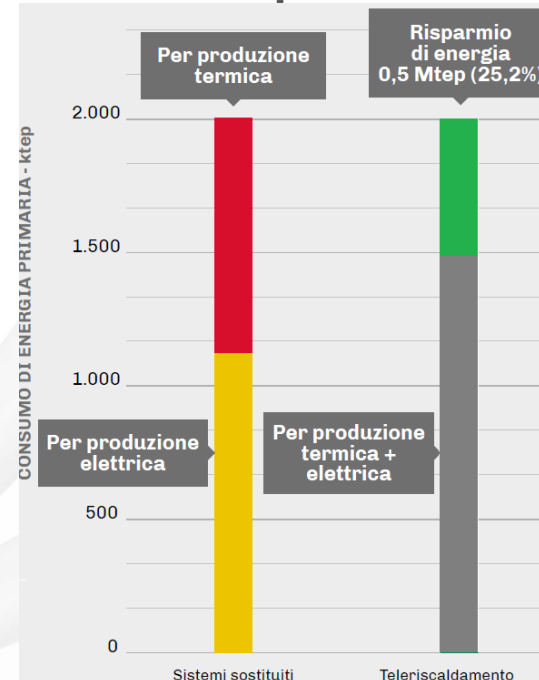
- Maggiore Sicurezza dell'edificio (no combustibili, no canne fumarie)
- Minori ingombri dei locali abitabili
- Minori oneri di conduzione
- Minori vincoli normativi (per canne fumarie, accessibilità e aerazione locali)
- Affidabilità del servizio

Vantaggi sociali

- ❑ Sviluppo e implementazione di tecnologie innovative
- ❑ Effetto traino su altri settori industriali
- ❑ Ricadute occupazionali

Vantaggi per l'ambiente

- ✓ Riduzione del consumo di energia primaria
- ✓ Contributo a decarbonizzazione
- ✓ Contenimento inquinanti locali



L'analisi RSE di sostenibilità ambientale



- ✓ *I criteri e la normativa adottati*
- ✓ *I dati utilizzati*
- ✓ *I risultati ottenuti*

TLR efficiente e sostenibile_Analisi a Campione

$$f_{we} = \frac{\sum E_{in,cr} * f_{we,cr} - E_{exp} * f_{we;exp}}{\sum E_{del}} \quad (\text{UNI EN 15316-4-5:2018})$$

- f_{we} fattore di energia primaria o coefficiente di emissione di CO_{2eq} ($f_{P,nren}$, $f_{P,ren}$ o K_{CO2eq})
- $E_{in,cr}$ energia in ingresso ai generatori del TLR dal vettore energetico cr
- $f_{we;cr}$ fattore di energia primaria proprio del vettore energetico cr
- E_{exp} energia esportata verso sistemi o reti non contabilizzata nell'energia distribuita
- $f_{we;exp}$ fattore di energia primaria associato all'energia esportata
- E_{del} energia termica distribuita alle utenze del TLR

PEF e K_{CO2eq} F vettori energetici

	<i>EE da Rete</i>	<i>GN</i>	<i>Carbone</i>	<i>Gasolio</i>	<i>RSU FNBD</i>	<i>RSU FBD</i>	<i>Biomassa</i>	<i>WHR</i>	<i>Geotermia</i>	<i>Solare Th</i>	<i>EE_{cm} a Rete</i>
f_{Pnren}	1.54	1.05	1.10	1.07	0.20	0.00	0.20	0.40	0.20	0.00	1.98
f_{Pren}	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.80	0.00	0.80	1.00	0.00
K_{CO2e}	347.4	202.2	342.1	267.6	351.8	0.0	0.0	90.0	0.0	0.0	384.5

Legislazione e Normativa di Riferimento :

- ❖ DECRETO 4 agosto 2011 (Cogenerazione)
- ❖ D.Lgs 4 luglio 2014, n. 102
- ❖ Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, “Adeguamento ...edifici ”
- ❖ Regolamento Delegato (UE) 2015/2402, 12 ottobre 2015
- ❖ D.Lgs 8 novembre 2021, n. 199
- ❖ MATTM, “Tabella dei parametri standard nazionali ... ”, 2019
- ❖ UNI EN ISO 52000-1:2018, Parte 1
- ❖ UNI EN 15316-4-5:2018, Parte 4-5
- ❖ UNI EN 17423:2021, Modulo M1-7

Il recupero di calore di scarto per il TLR

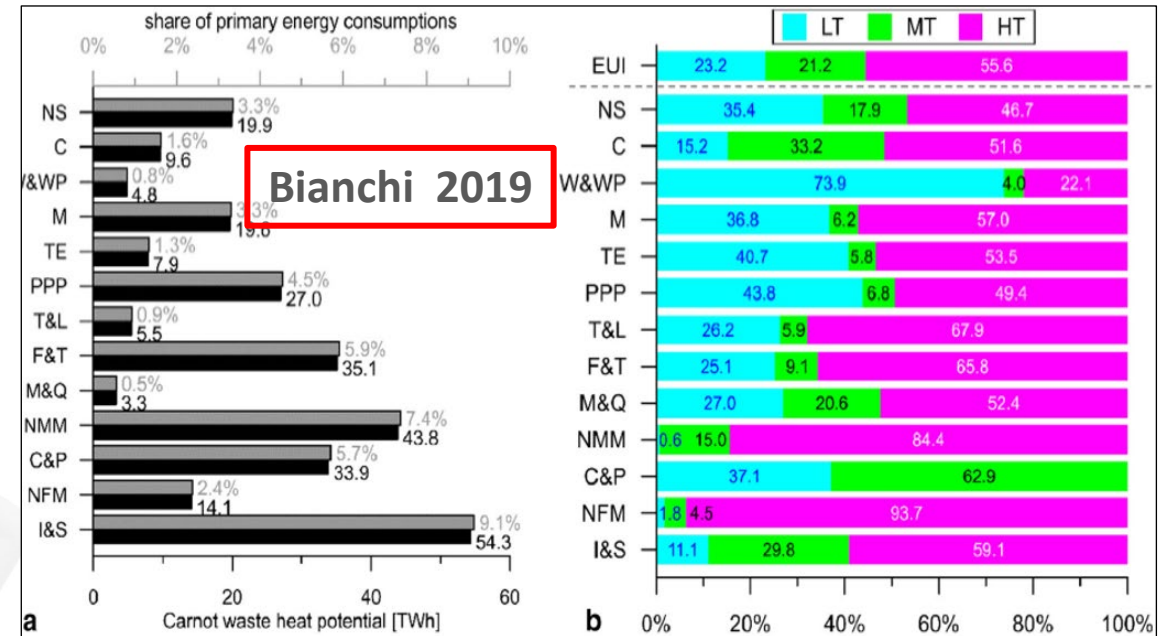
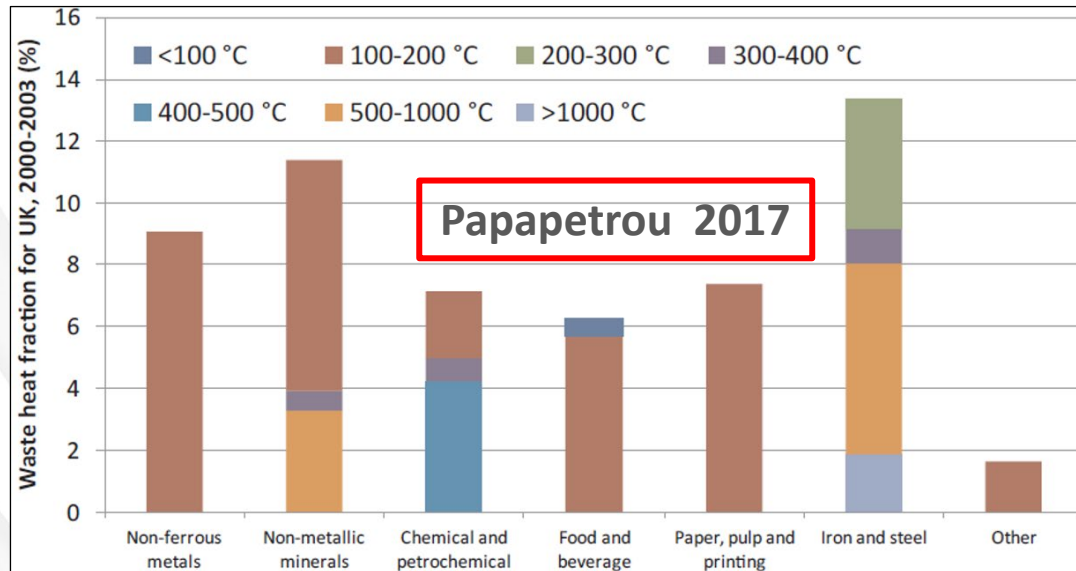


La promozione del recupero del calore di scarto (WHR) viene sollecitata da direttive europee e dalla legislazione italiana:

- ❖ Direttiva 2012/27/UE, Art. 14
 - ❖ Direttiva 2018/2001 (RED II), Artt. 15/23/24
 - ❖ Regolamento Delegato (UE) 2019/826
 - ❖ Raccomandazione (UE) 2019/1659
 - ❖ D.Lgs 4 luglio 2014, n. 102, Art. 10
 - ❖ DLgs. 14 luglio 2020, n. 73, Art. 10
 - ❖ DLgs. 8 novembre 2021, n. 199, “Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 ...”
- Il Regolamento (Allegato I Parte I, 2.b) richiede la stima quantitativa della fornitura annua di energia termica per la climatizzazione ottenibile da calore di scarto per *“impianti industriali con potenza termica totale superiore a 20 MW”*, inceneritori o *“impianti di generazione di energia termica che possono fornire o essere modificati a posteriori per fornire calore di scarto, con potenza termica totale superiore a 50 MW”*.
 - La concretizzazione di provvedimenti di sostegno necessita di informazioni attendibili su **potenziale e costi dei progetti WHR**

Il potenziale WHR tecnico-economico per il TLR

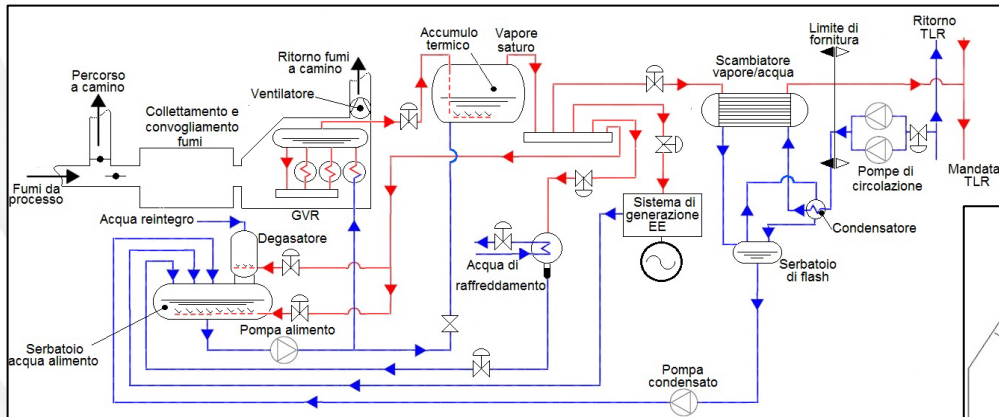
- Il potenziale WHR teorico è valutato sulla base delle emissioni da stabilimenti industriali iscritti al registro ETS mediante fattori di recupero propri dei settori, tratti da letteratura



- Al WHR dai settori industriali si aggiunge il possibile recupero a bassa temperatura da depuratori, datacenter, metropolitana, falde acquifere, trasformatori
- Il recupero di calore da impianti termoelettrici o da termovalorizzatori è solitamente trattato e conteggiato come WHR, ma sarebbe da considerare come calore cogenerato, quale è a tutti gli effetti

RSE: formulazione di schemi standard di impianti WHR

- Ipotizzate 5 basilari configurazioni di impianto a cui ricondursi in funzione dei parametri di esercizio, tutte analizzabili con un unico modulo di valutazione di redditività economica

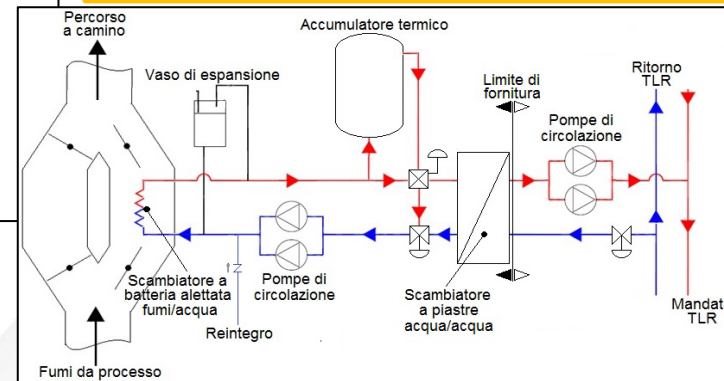


Recuperi ad alta temperatura e alta portate fumi con generatore di vapore (GVR, Tipo A)

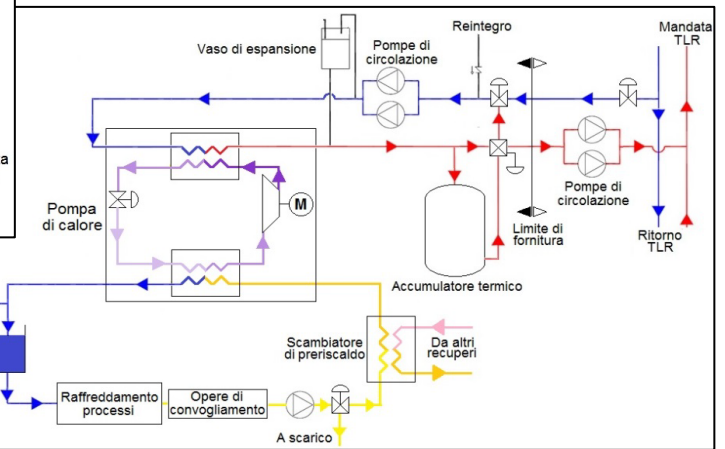
RSE/RdS 2019-2020

Recuperi a temperatura medio-alta

- ❖ serpentino su fumi temp. alte e portate medio-basse (Tipo B)
- ❖ scambiatore di calore acqua/acqua o vapore/acqua Temp. medie (Tipo C)



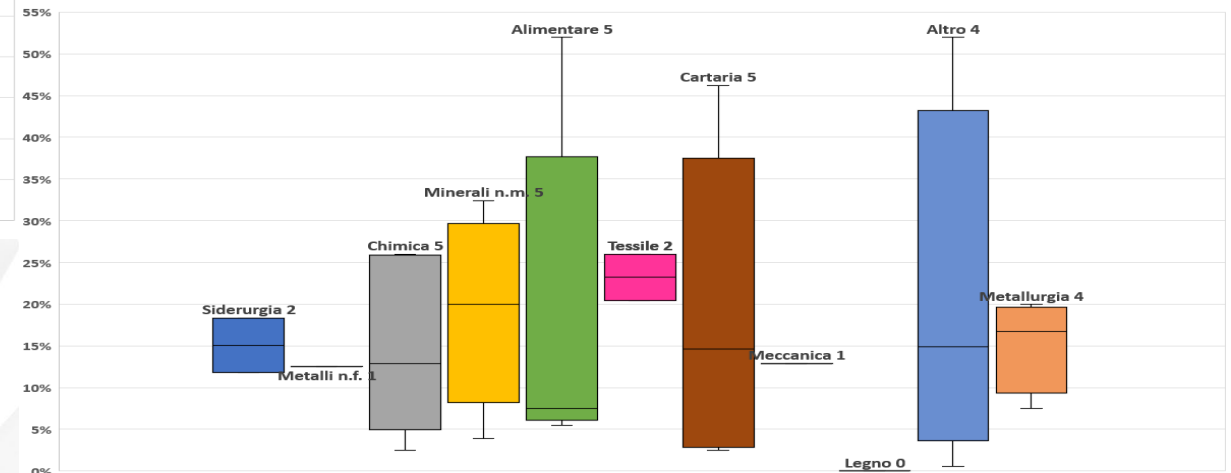
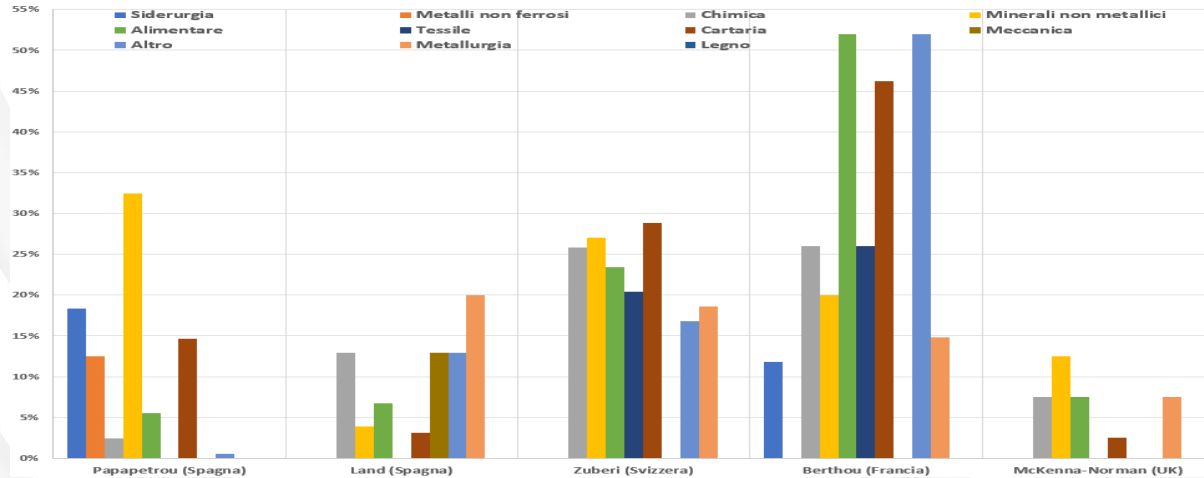
Recuperi a bassa temperatura con pompa di calore (Tipo D)



- Per termoelettrici e WTE si tratta di riconversione in cogenerazione - 5° tipo di impianto

Attendibilità delle stime di potenziale WHR

- Allo stato dell'arte a livello nazionale, le valutazioni tecnico-economico poggiano tuttavia su valori di fattori di recupero e temperature di dubbia attendibilità



RSE+Politecnico di Milano/RdS 2021

- Parimenti le informazioni sui costi degli impianti sono scarse e affette da rilevanti incertezze

Osservazioni conclusive



- Le valutazioni di sostenibilità ambientale confermano sostanzialmente l'efficacia del TLR ai fini di riduzione dell'uso di energia primaria e del contenimento delle emissioni di CO₂
- Un'appropriata ridefinizione dei fattori di energia primaria e dei coefficienti di emissione a livello nazionale, già auspicata in normativa, pare opportuna e potrebbe fornire risultati più corretti e migliori per il teleriscaldamento
- Le stime di sostenibilità finanziaria dei progetti di recupero del calore di scarto indicano una generale necessità di interventi di sostegno
- Gli scenari del potenziale di recupero del calore di scarto a differenti livelli territoriali sono uno strumento indispensabile per i decisori ai vari livelli istituzionali per la giustificazione e l'adeguata calibrazione di interventi di sostegno
- Tuttavia le valutazioni sono affette da rilevanti incertezze
- Le incertezze insite nei dati necessari ad una corretta stima del potenziale potranno essere ridotte solo con una fattiva collaborazione di tutti gli stakeholder di settore (gestori di reti del teleriscaldamento, ESCO, fornitori di macchine e componenti di impianto) sotto l'egida delle Istituzioni competenti