



Università degli Studi di Napoli Federico II
SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE
Dipartimento di Ingegneria Industriale



Tecnologie Avanzate per l'Energia

*Laurea Magistrale in Ingegneria Meccanica per l'Energia e
l'Ambiente*

Prof. Annamaria Buonomano

**Elaborato progettuale gruppo 16:
Comunità Montana di Ivrea (TO)**

A cura di:

Ciro Luca Cozzolino M65/1505

Olga Gaito M65/1541

Che cosa è una comunità energetica?

- ▶ Una **Comunità energetica rinnovabile (CER)** è un soggetto giuridico che produce, scambia, accumula e consuma energia da fonti rinnovabili.
- ▶ Vi sono:
- ▶ Benefici economici
- ▶ Benefici ambientali
- ▶ Benefici sociali
- ▶ La remunerazione sull'energia condivisa è invece così composta:
 - ▶ 100 €/MWh – per le iniziative di autoconsumo collettivo;
 - ▶ 110 €/MWh – per le comunità energetiche;
 - ▶ 9 €/MWh – come restituzione dei costi non sostenuti per la gestione del sistema elettrico.



Caso Studio: Comunità agricola città di Ivrea

- ▶ Comunità con circa 4200 residenze
- ▶ 1200 uffici e attività commerciali presenti
- ▶ Presenza di 5 aziende zootecniche, ognuna costituita da 400 capi di bestiame

Numero di abitanti 24000

Altitudine 253 m

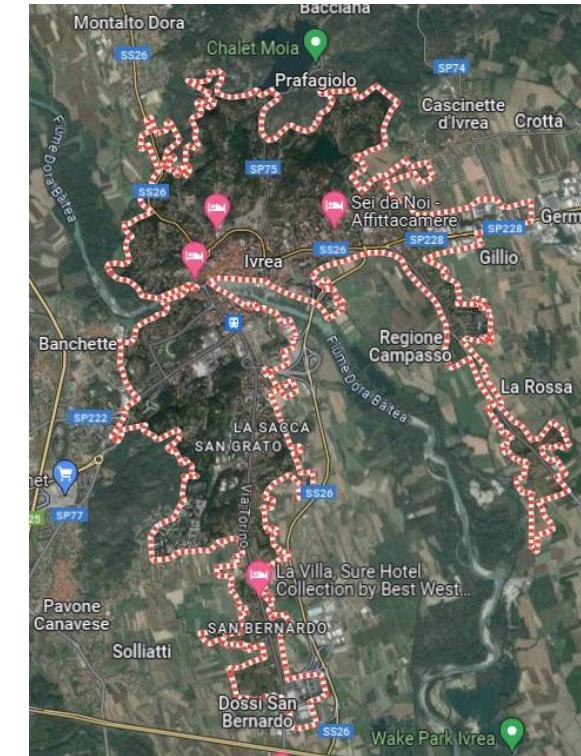
Superficie 30,11 km²

C.l. climatica Zona E

Gradi Giorno 2737

Coordinate geografiche 45°28'02.56"N 7°52'29.27"E

Zona altimetrica Collina interna



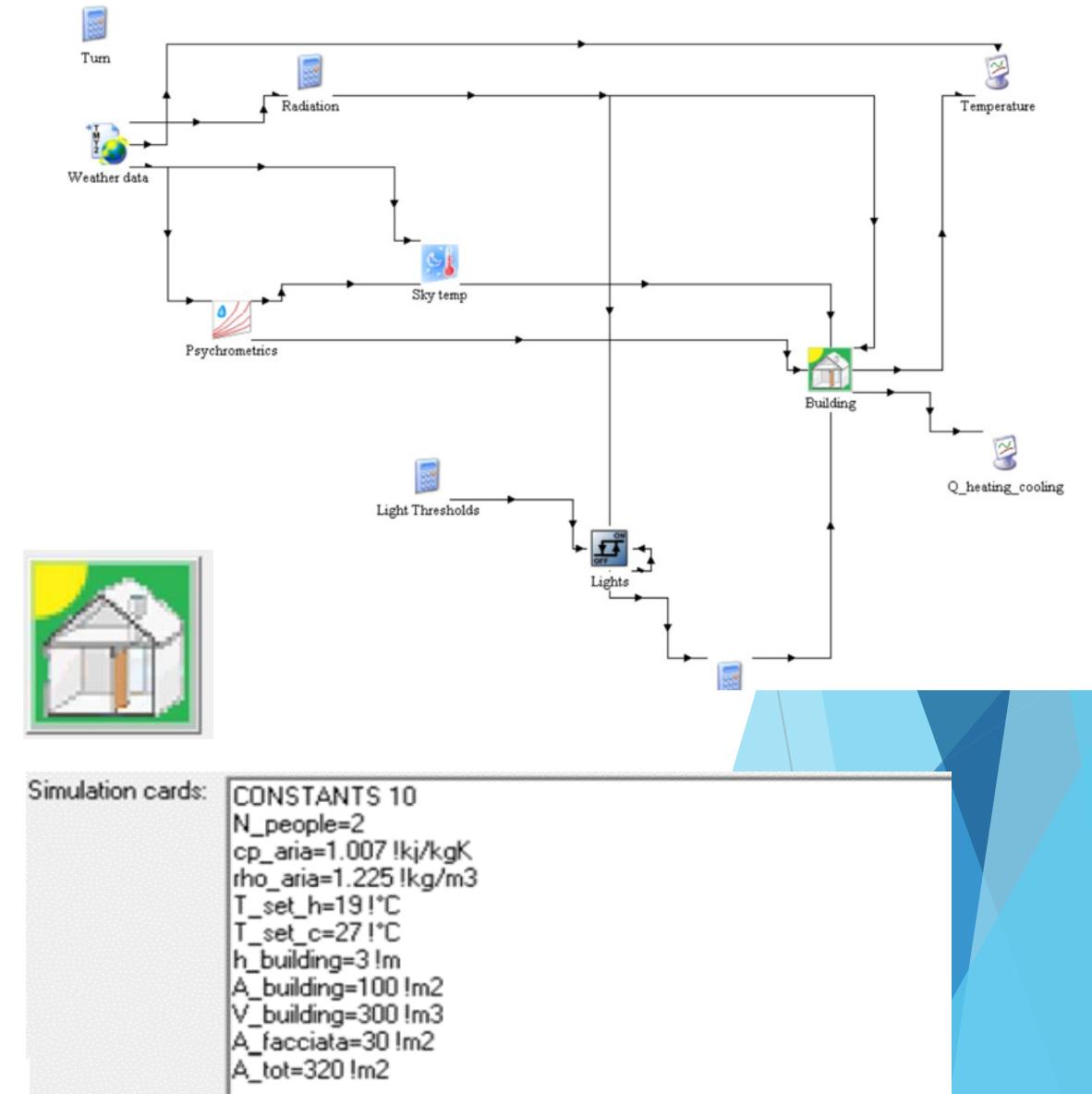


Studio dei carichi - Edifici residenziali

- ▶ Obiettivo della Modellazione:
- ▶ Analizzare l'andamento delle temperature interne, esterne e la richiesta energetica annuale per utenze residenziali.
- ▶ Legge n.34 del 27 Aprile 2022, con temperature di set point invernali ed estive stabilite a 19°C e 27°C rispettivamente.
- ▶ I consumi ipotizzati per ciascuna residenza sono stati considerati per 2 individui adulti.
- ▶ Metodologia: Utilizzo del software TRNSYS per una modellazione dinamica su 8760 ore.
- ▶ Parametri Analizzati:
 - ▶ Temperatura interna dell'edificio.
 - ▶ Temperatura esterna dell'ambiente circostante.
 - ▶ Richiesta elettrica annuale.
 - ▶ Potenza termica/frigorifera per riscaldamento/raffreddamento.
 - ▶ Richiesta annuale di acqua calda sanitaria (ACS).

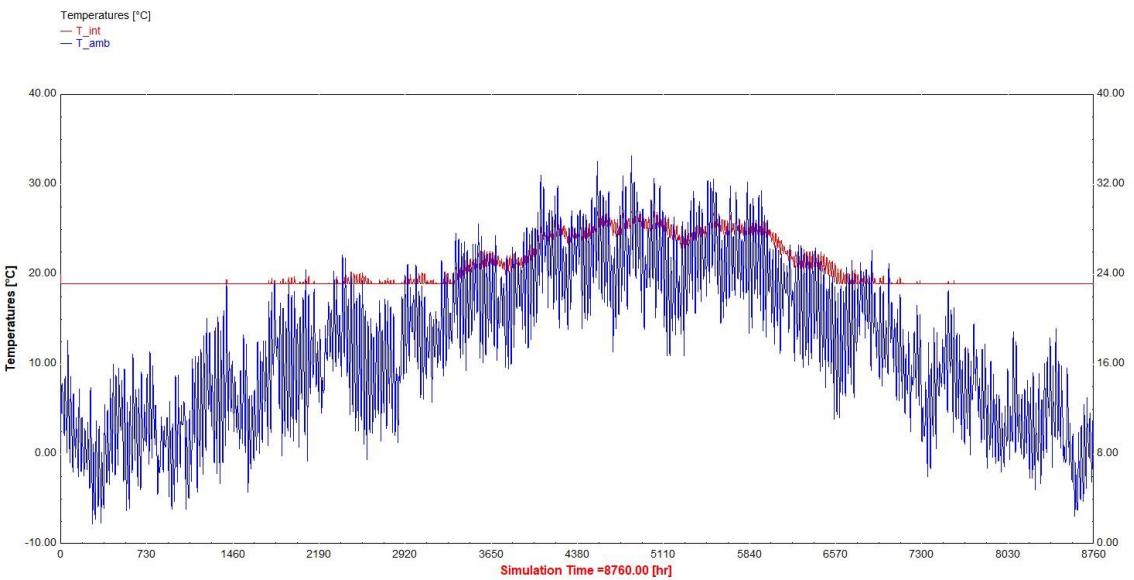
Studio carichi termici – Edifici residenziali

- ▶ Utilizzo del Type Building per la valutazione della richiesta termica annuale.
- ▶ Impostazione dei set point stagionali:
 - ▶ Riscaldamento: 19°C
 - ▶ Raffrescamento: 27°C
- ▶ Considerazione degli apporti termici:
 - ▶ Presenza di persone:
 - Contributo alla richiesta termica in base al numero di occupanti.
 - ▶ Elettrodomestici:
 - Valutazione dell'impatto termico generato dagli elettrodomestici in uso.
- ▶ Valutazione complessiva della richiesta termica per riscaldamento e raffrescamento.
- ▶ Ottimizzazione degli impianti in base ai risultati ottenuti per garantire efficienza energetica e comfort termico.

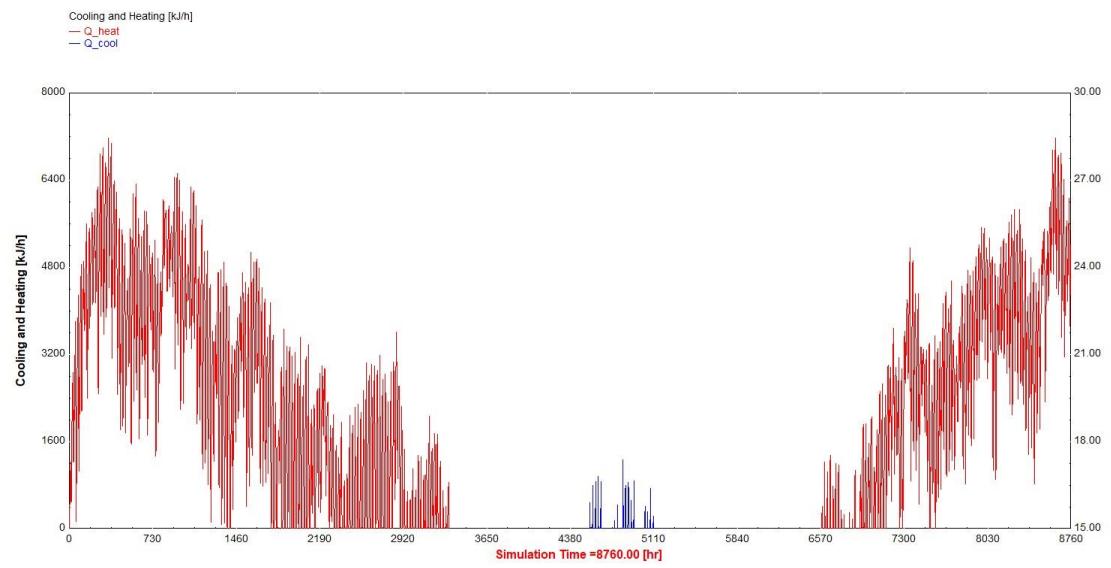


Risultati carichi termici – Edifici residenziali

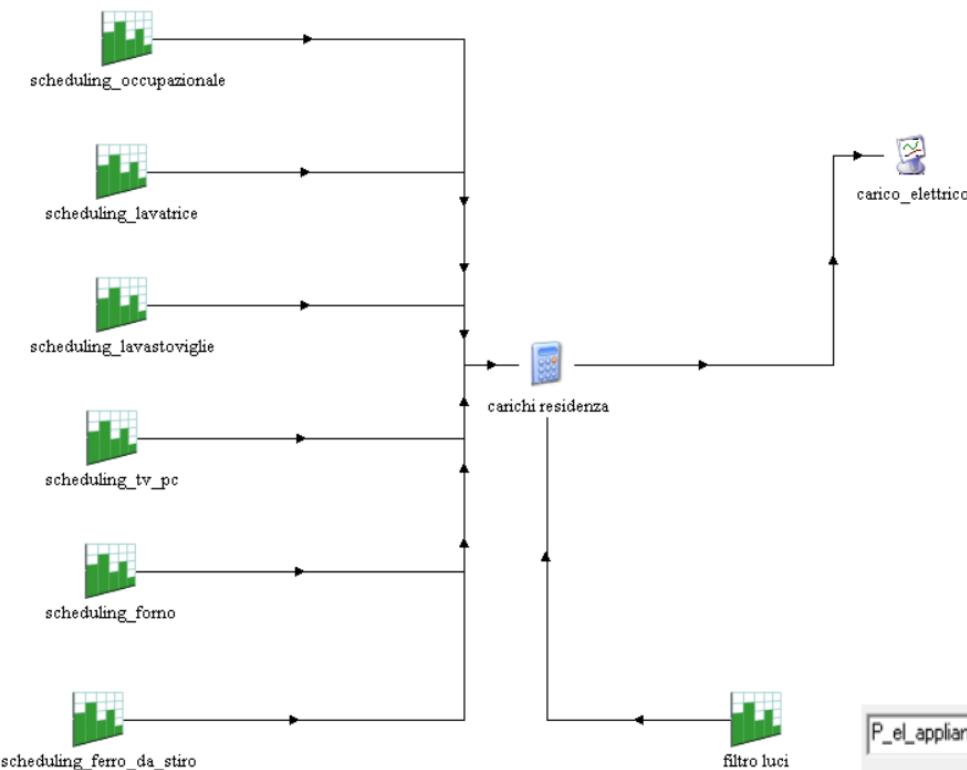
- Massima temperatura esterna 32.5°C
- Massima temperatura interna -5.5°C



- Massima Richiesta Termica:
 - Riscaldamento (Heating): 7020 kJ/h
 - Raffrescamento (Cooling): 369.5 kJ/h



Studio carichi elettrici – Edifici residenziali

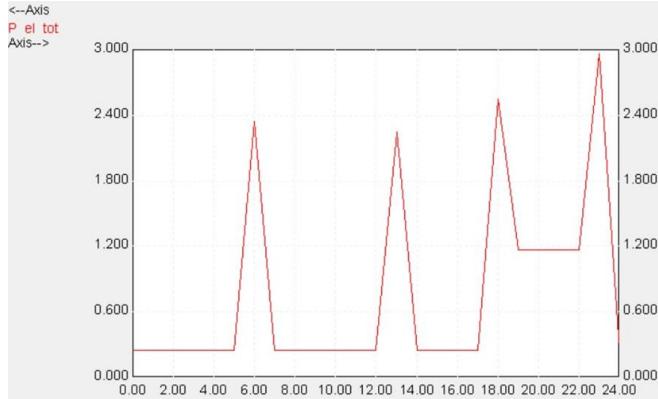
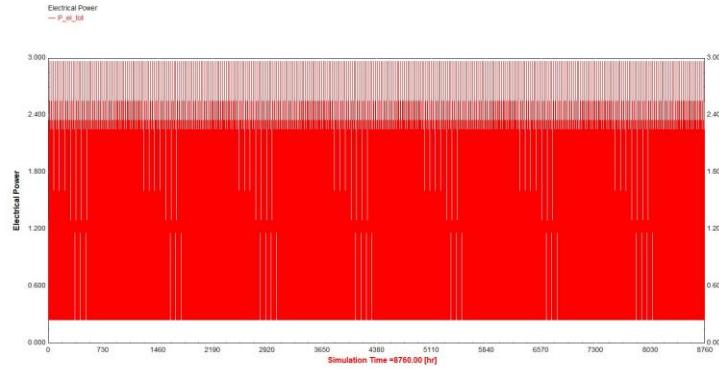


- La richiesta elettrica totale è data dalla somma dei consumi di luci ed apparecchiature elettriche.

//	Orario di utilizzo	Tempo di utilizzo [h/giorno]
Occupazione persone	0-8; 12-14; 18-24	16
Filtro luci	19-24	5
Lavatrice	6-7	1
Lavastoviglie	23-24	1
TV-PC	18-23	4
Forno elettrico	13-14	1
Ferro da stirto	18-18:30	0,5
Frigorifero	0-24	24

P_el_lights = 12*A_building*filtro_IW

P_el_appliances = (250+2000*scheduling_forno+2000*scheduling_dishwasher+200*scheduling_tv_pc+2100*scheduling_lavatrice+2100*scheduling_ferro_da_stiro) IW



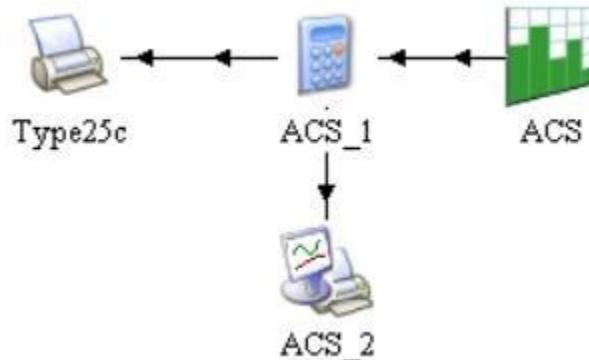
Risultati carichi elettrici – Edifici residenziali

- La richiesta di energia elettrica è caratterizzata da 4 picchi giornalieri che coincidono con gli orari della sveglia, del pranzo e della cena

► E' stato inoltre considerato l'utilizzo concentrato di dispositivi elettrici dopo le 19, responsabile della formazione di un ultimo picco in coerenza con i prezzi del mercato elettrico nazionale (fasce orarie F2/F3)

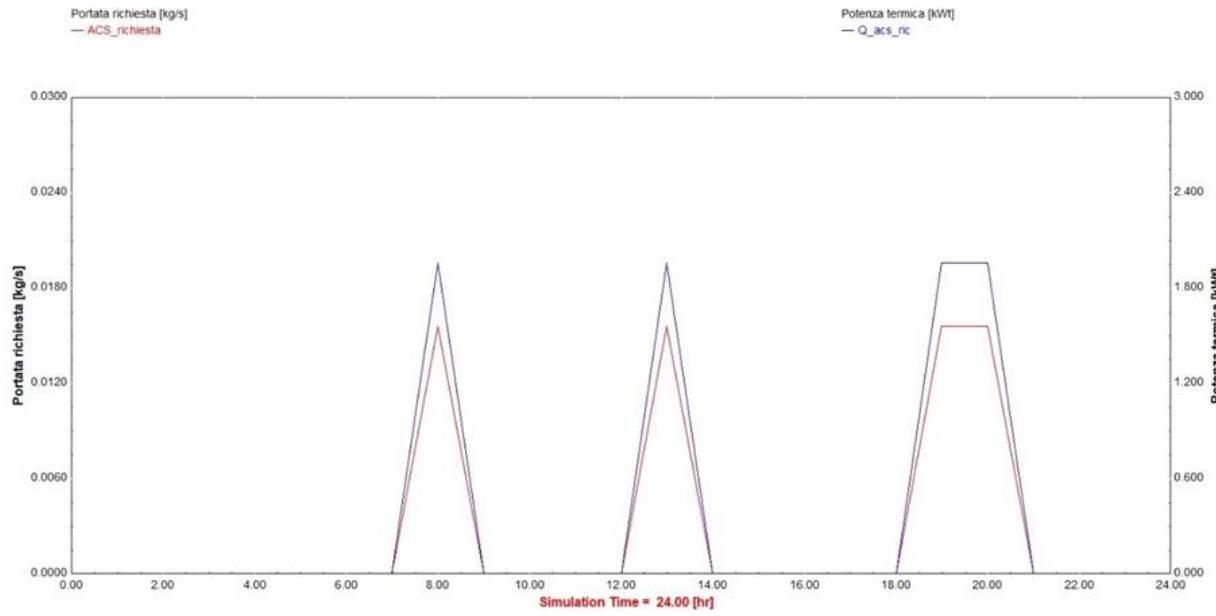
Studio ACS – Edifici residenziali

- ▶ Per ciascuna singola abitazione si è ipotizzato che:
- ▶ Ciascuna persona consumi 52 litri al giorno;
- ▶ Temperatura di prelievo dalla rete idrica nazionale pari a 15°C;
- ▶ Temperatura di set point supposta di 45°C.



Orari giornalieri di richiesta erogazione ACS
7-8
12-13
18-20

Risultati ACS – Edifici residenziali



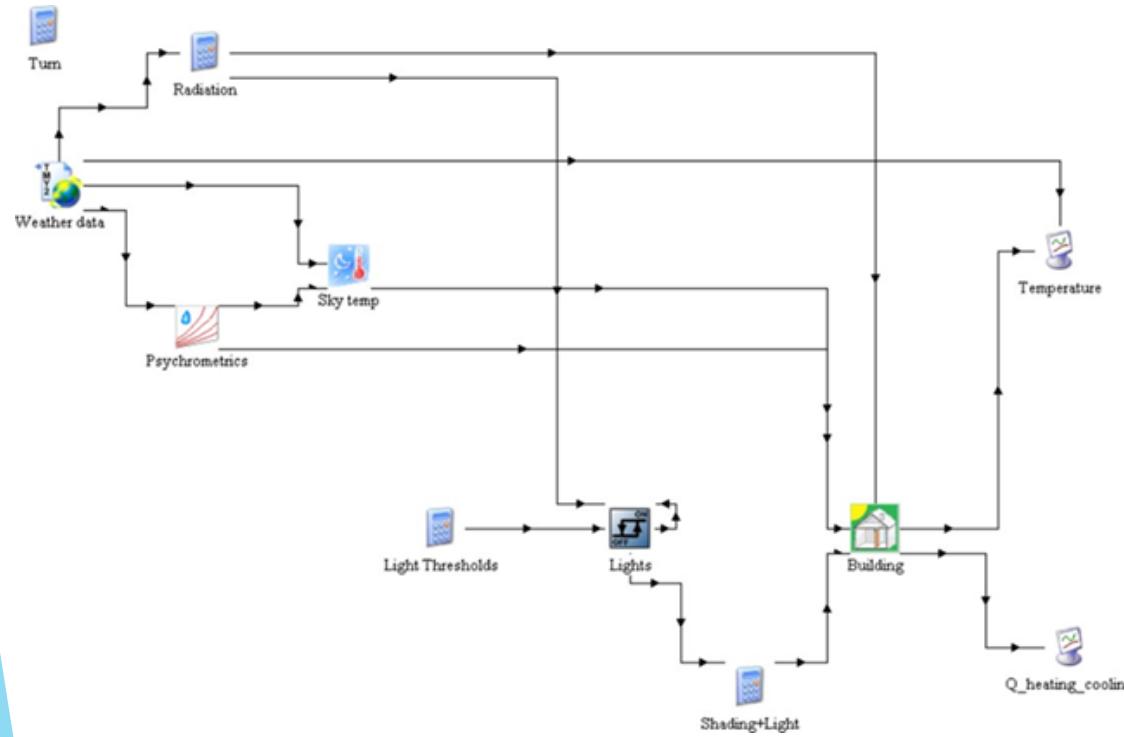
- ▶ Picco di Richiesta di ACS:
 - circa 0,00733 kg/s
- ▶ Potenza termica necessaria per il riscaldamento di tale portata:
 - circa 0,907 kWt



Studio dei carichi – Uffici/esercizi commerciali

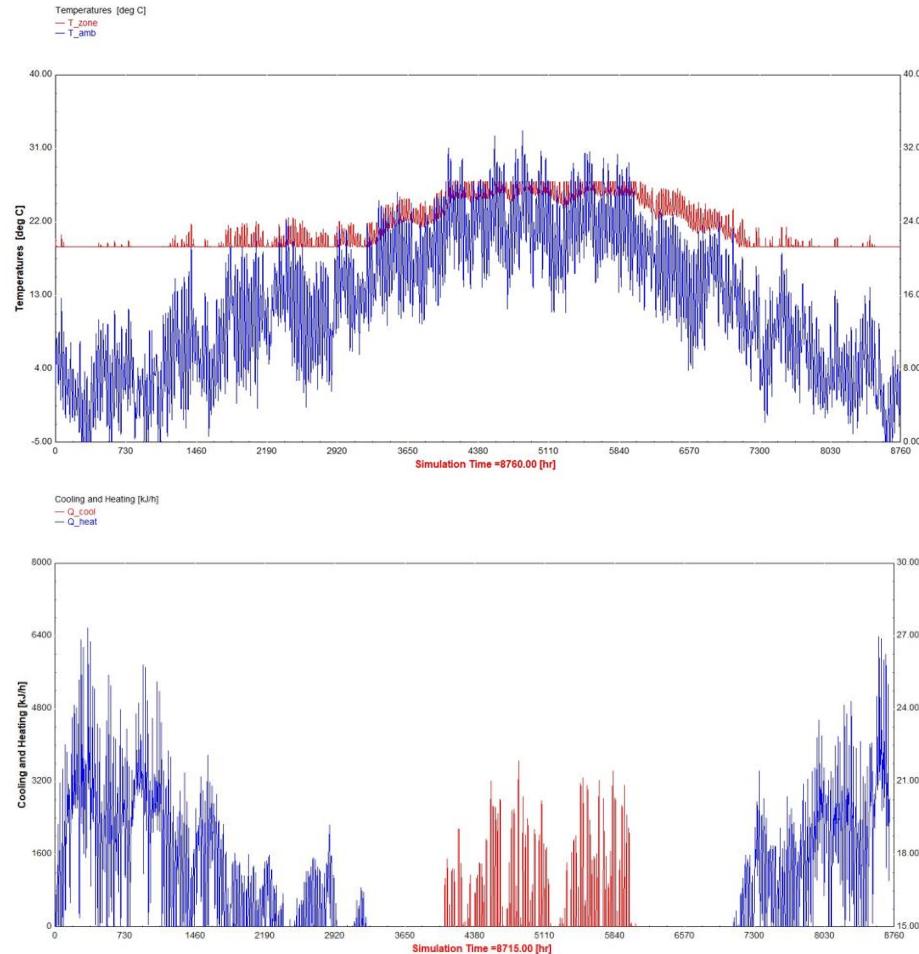
- Rappresentazione della Tipica Occupazione degli Uffici:
 - Utilizzo dei giorni lavorativi (dal lunedì al sabato).
 - Domenica identificata come giornata inattiva.
- Ipotesi di Funzionamento dei Dispositivi:
 - Computer e stampanti operativi per tutte le ore di occupazione degli uffici e degli esercizi commerciali.
- Ottimizzazione dell'Utilizzo delle Risorse:
 - Massimizzazione dell'efficienza nell'utilizzo di computer e stampanti durante le ore lavorative
 - Si ipotizza chiaramente nulla la richiesta di ACS.

Studio Carichi termici – Uffici/esercizi commerciali



- 1200 edifici adibiti ad uso ufficio ed esercizi commerciali
- Come per gli edifici residenziali, è stato utilizzato il *Type Building* al fine di ricavare l'andamento della temperatura interna all'ufficio oltre che le sue richieste di potenza termica estiva ed invernale

Risultati carichi termici – Uffici/esercizi commerciali



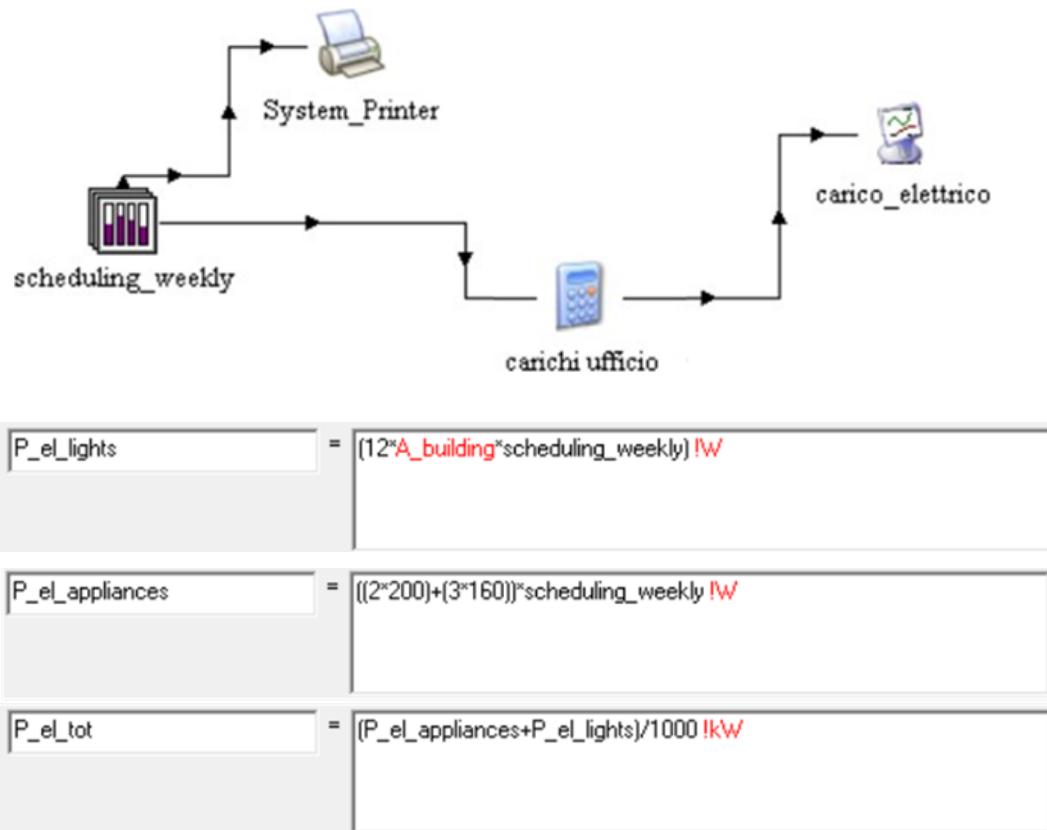
► Raffrescamento Estivo:

- Potenza termica massima richiesta: 6030 kJ/h

► Riscaldamento Invernale:

- Picco di richiesta: 4700 kJ/h

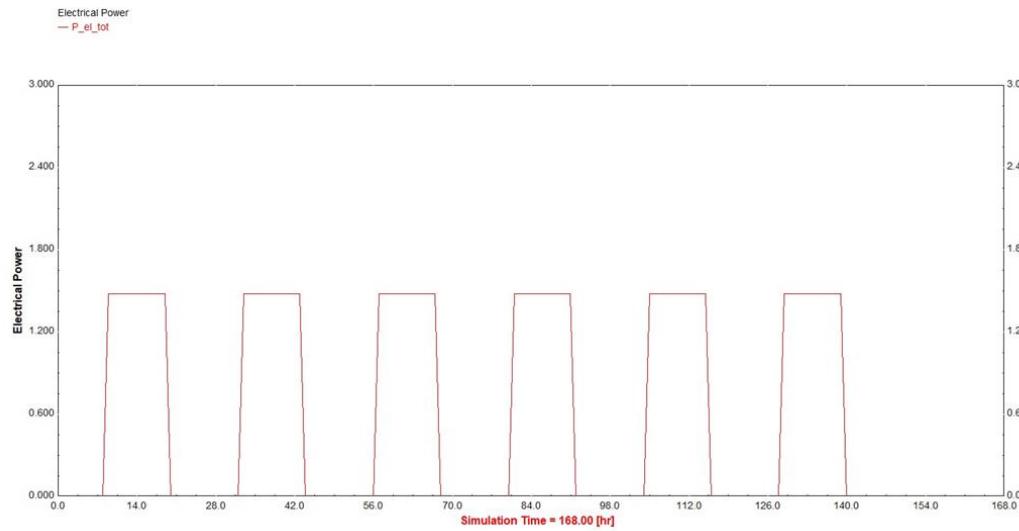
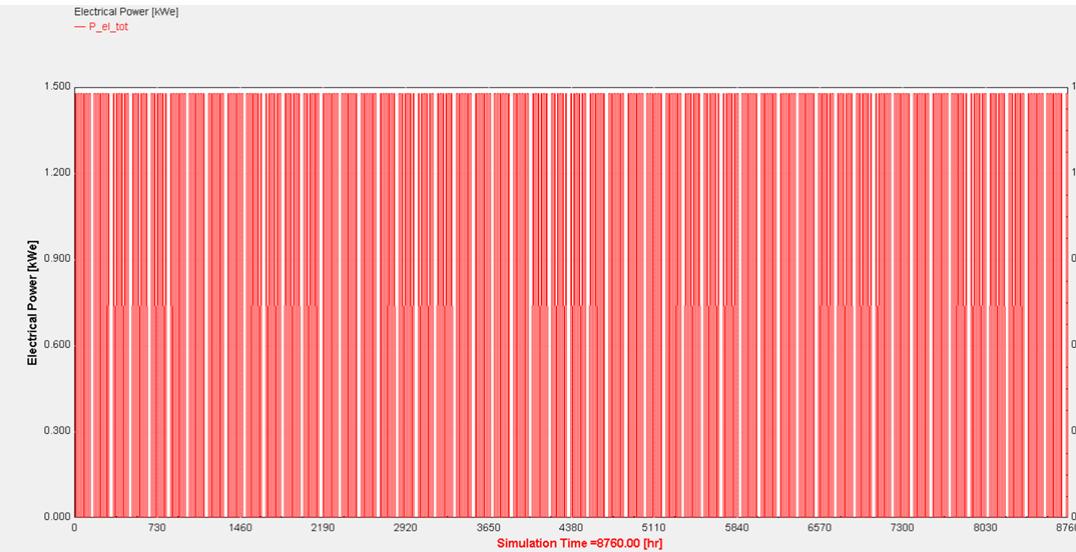
Studio carichi elettrici – Uffici/esercizi commerciali



- ▶ La calcolatrice ‘carichi ufficio’ ha in input gli scheduling occupazionali dell’ufficio, mentre come output la potenza elettrica consumata dalle luci, dalle apparecchiature elettriche e la potenza elettrica totale richiesta data, come al solito, dalla somma delle prime due aliquote definite

Risultati carichi elettrici – Uffici/esercizi commerciali

- ▶ Picchi di potenza elettrica
a 1.47 kWe

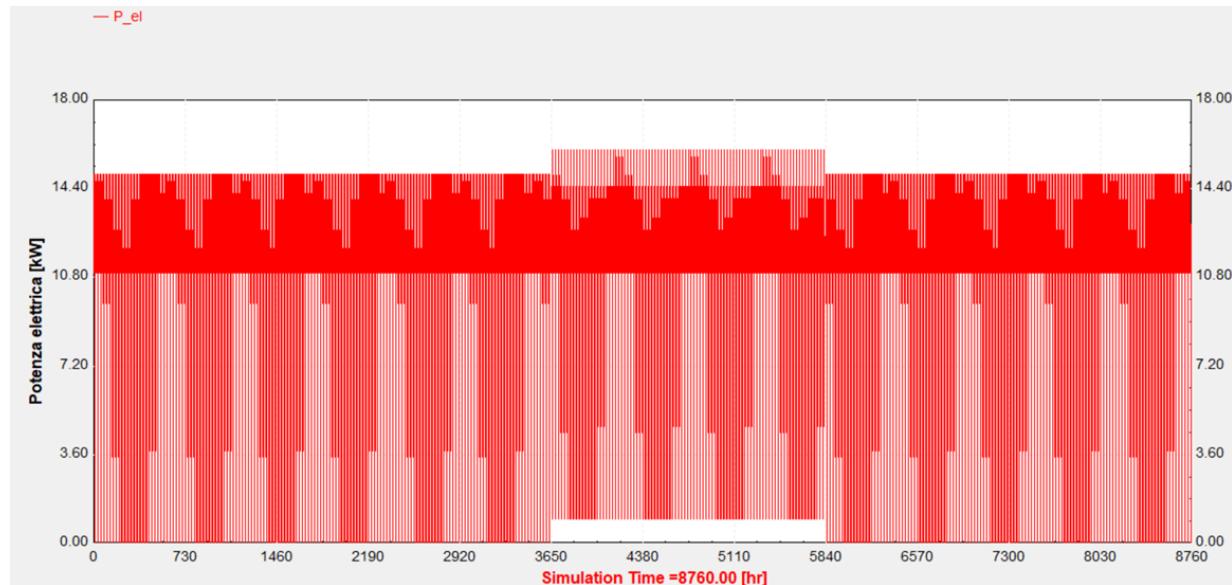




Studio dei carichi – Aziende agricole

- Numero di Capi di Bestiame: 400
- Produzione di Latte:
 - Utilizzo di tecniche di mungitura automatica.
 - Utilizzo di strumenti di lavoro automatizzati, come raschiatori automatici per il letame, frigoriferi, agitatori per il latte, sistemi di abbeveraggio automatici, e impianti di illuminazione.
- Consumo Totale di Acqua:
 - Utilizzata per il lavaggio delle stalle e del bestiame.
- Condizioni Ambientali della Stalla:
 - Assenza di impianto di riscaldamento/raffrescamento.
 - Presenza di sistema di ventilazione forzata per mitigare il clima caldo-umido durante il periodo estivo.

Risultati carichi elettrici – Aziende agricole

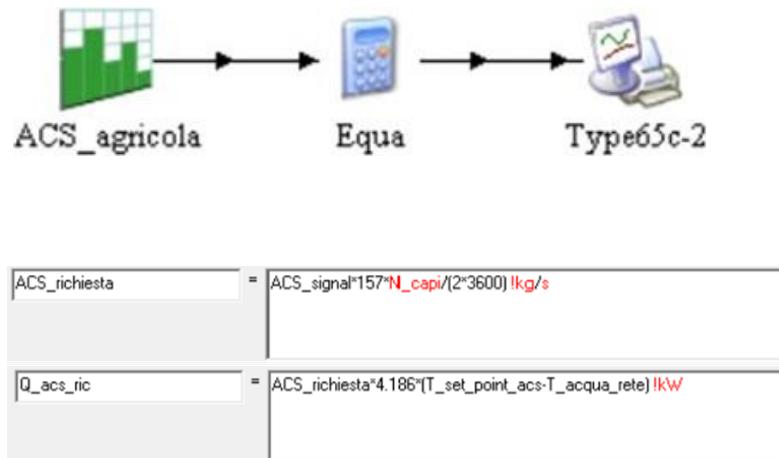


- ▶ Maggiore Consumo di energia elettrica nei mesi estivi causato dall'utilizzo dell'impianto di ventilazione per il ricambio dell'aria.
- ▶ Picco di Massimo nei Mesi Estivi: Circa 15.5 kWe
- ▶ Picco di Massimo nei Mesi Invernali: Circa 15 kWe

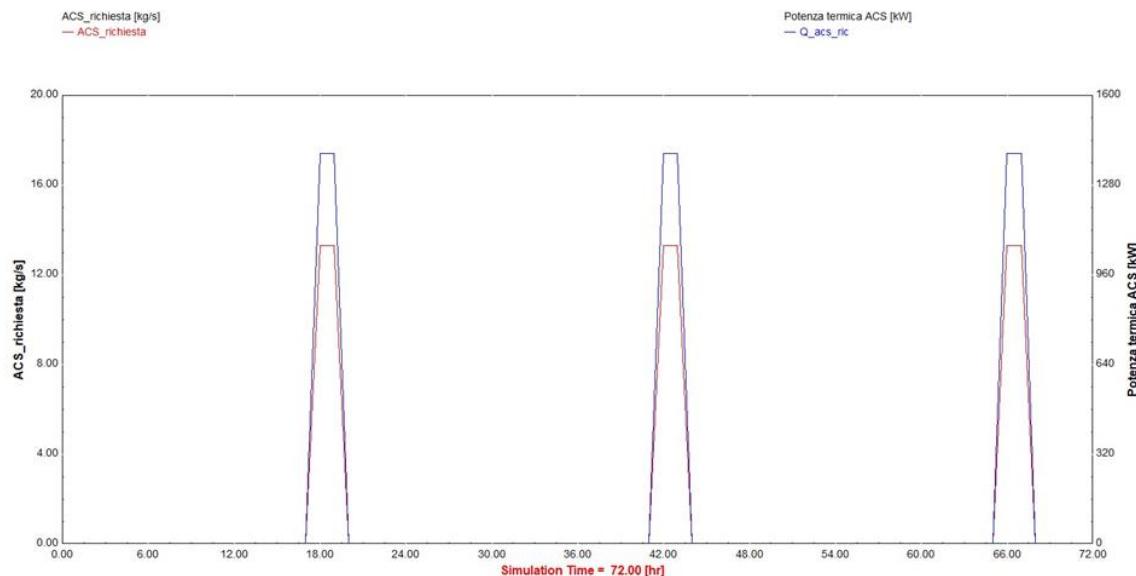
Risultati ACS - Azienda agricola

Si ipotizzano i seguenti valori in coerenza con i dati a disposizione:

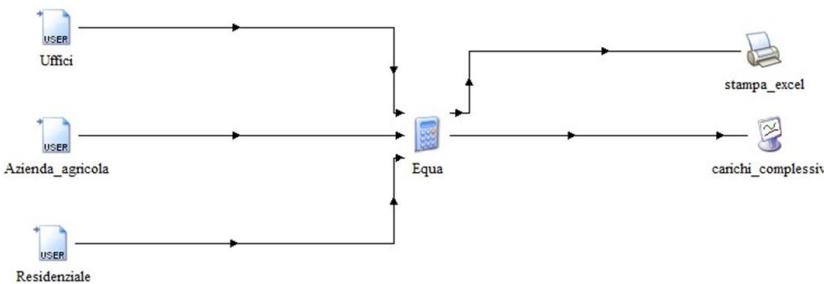
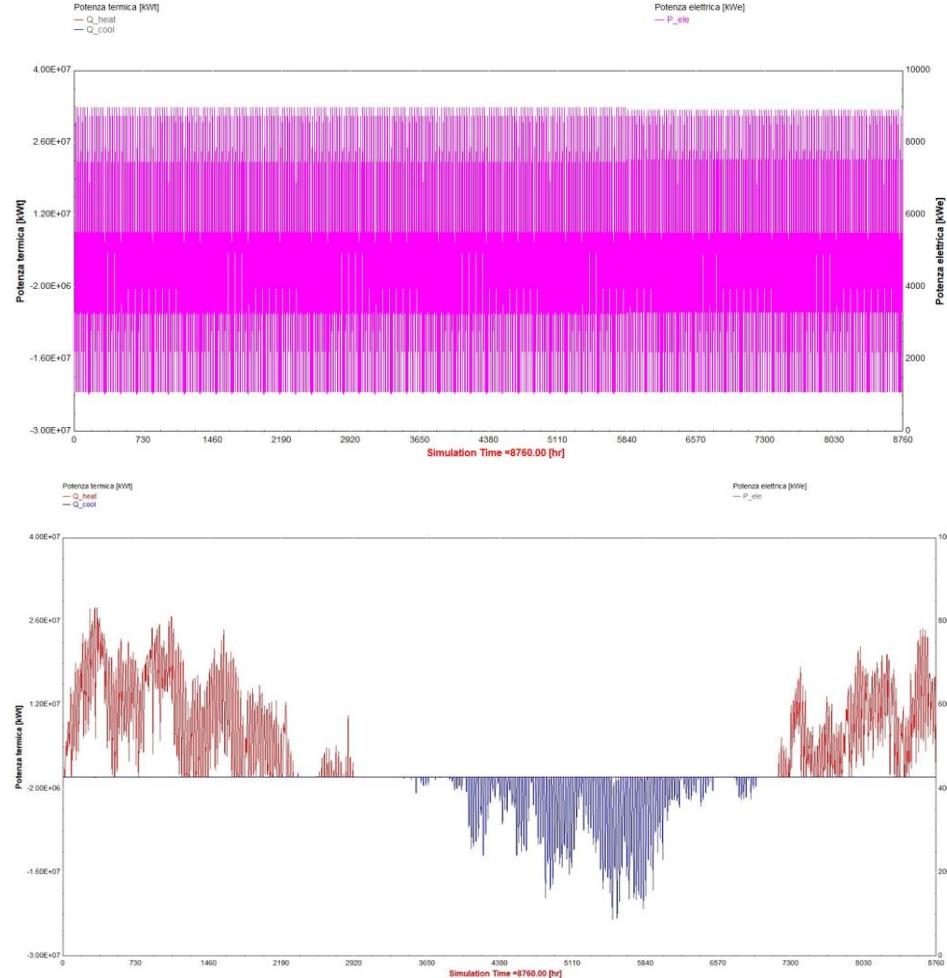
- ACS richiesta pari a 157 litri/capo per giorno;
- utilizzo di acqua ogni giorno tra le 17:00 e le 19:00;
- temperatura dell'acqua prelevata dalla rete pari a 15°C;
- temperatura di set point dell'ACS uguale a 45°C.



- Portata Massima di ACS Richiesta: 17.2 kg/s
- Valore massimo di potenza termica necessaria per il riscaldamento: 1350 kWt



Carichi termici ed elettrici complessivi



- Picco di Potenza Elettrica Complessiva
Richiesta: Circa 2500 kWe
- Picco di Potenza Frigorifera per il
Raffrescamento: Circa 5200 MWt
- Picco di Potenza Termica per il Riscaldamento:
Circa 7500 MWt

SCENARIO 0

STATO DI FATTO

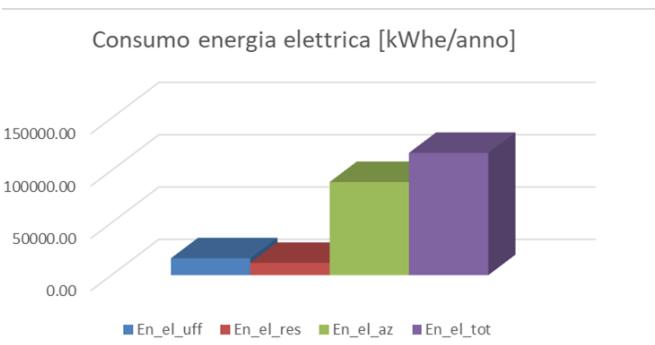
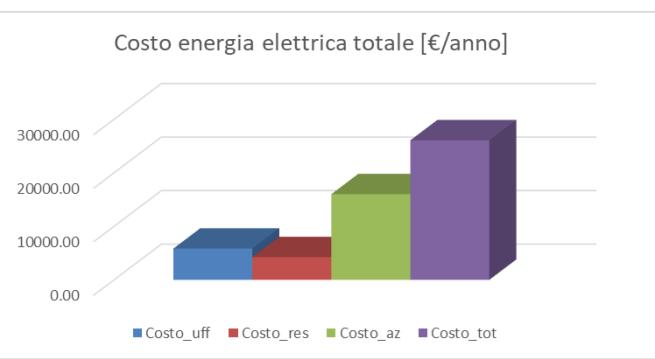
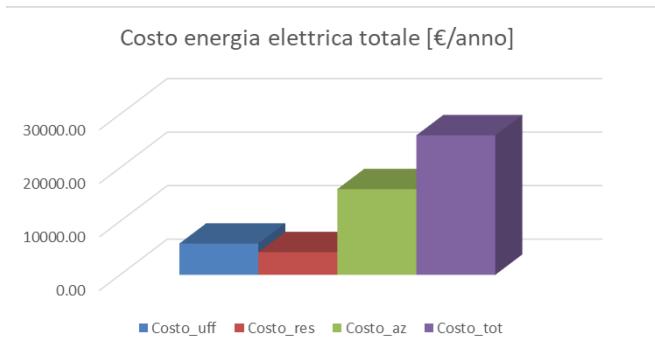


Caratteristiche Scenario 0

- Carichi di Raffreddamento per Residenze e Uffici:
 - Soddisfatti mediante Utilizzo di Condizionatore Split ad Azionamento Elettrico.
 - Coefficiente di Performance (COP) del Condizionatore: 3,5
- Carichi legati al Riscaldamento e alla Produzione di ACS per Residenze, Uffici e Aziende:
 - Soddisfatti tramite Utilizzo di Caldaie Tradizionali a Metano.
 - Rendimento delle Caldaie: 90%

Studio carichi elettrici – Scenario 0

- ▶ Ipotesi sui Costi e sulle Emissioni di CO2
 - Costo dell'Energia Elettrica per Edifici Residenziali e Uffici: 0,361 €/kWh
 - Costo dell'Energia Elettrica per Aziende Agricole: 0,1799 €/kWh
 - Fattore di Emissione di CO2: 0,48 kg/kWh
- ▶ Risultati Economici e Ambientali
 - Consumo Totale di Energia Elettrica: 9.307,17 MWh/anno
 - Costo Totale dell'Energia Elettrica: 3.311.550,30 €/anno
 - Emissioni di CO2 dalla Produzione di Energia Elettrica: 4.467,44 tonnellate/anno



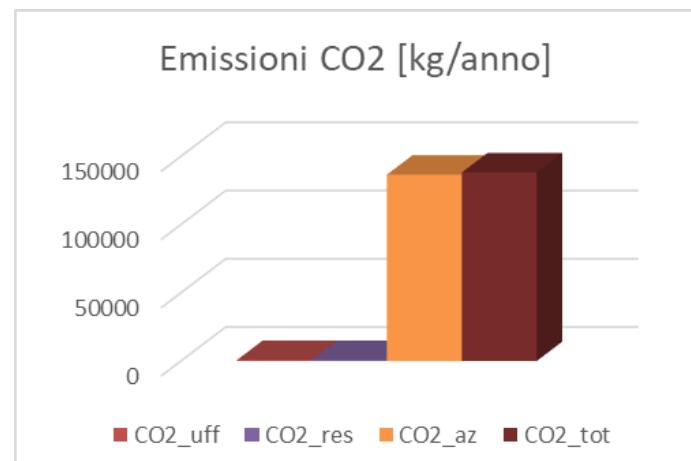
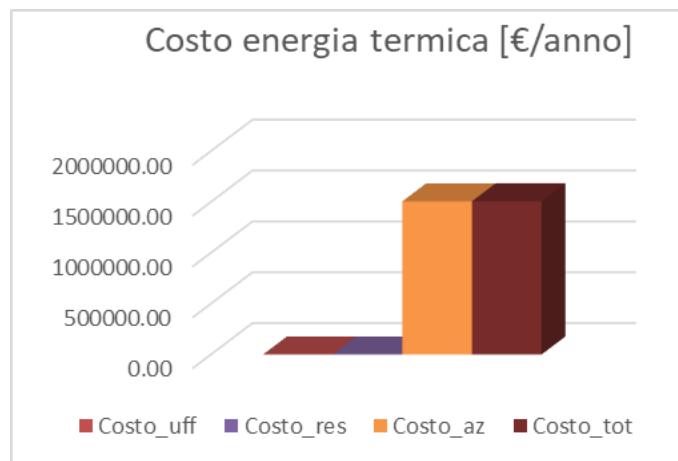
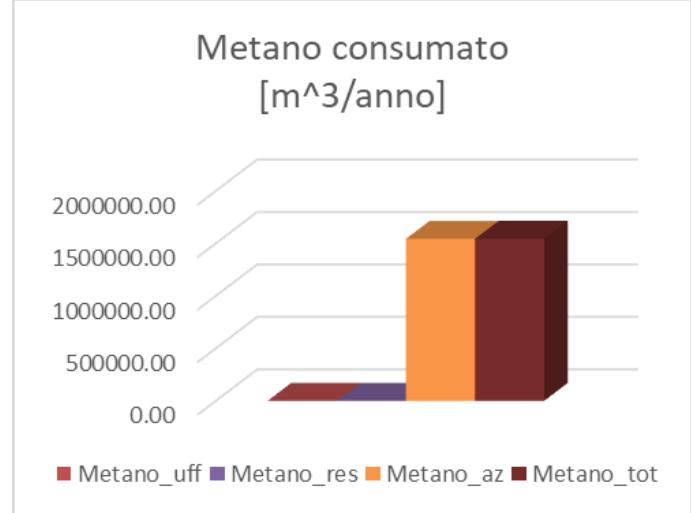
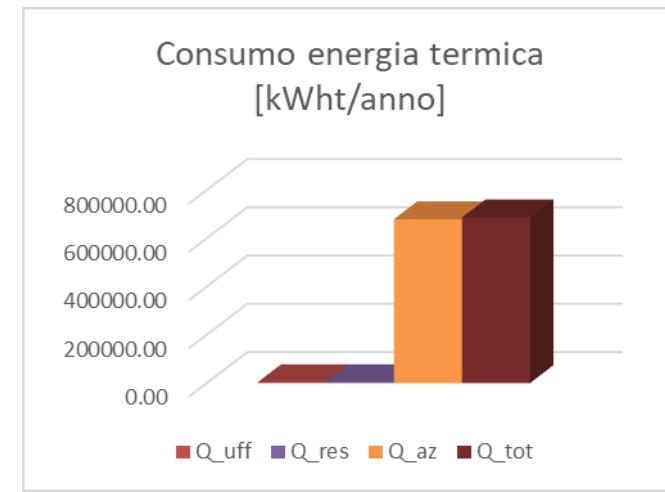
Studio carichi termici – scenario 0

Ipotesi:

- Costo del Metano Prelevato dalla Rete del Gas Nazionale: 0,975849 €/m³
- Potere Calorifico Inferiore (PCI) del Combustibile: 9,94 kWh/Nm³
- Densità del Gas Naturale: 0,657 kg/Nm³
- Fattore di Emissione di CO₂ per il Metano: 0,205 kg/kWh

Risultati:

- Consumo Totale di Energia Termica: 6.488,90 MWh/anno
- Metano Consumato: 5.131.864,19 m³/anno
- Costo Totale dell'Energia Termica: 707.801,79 €/anno
- Emissioni di CO₂: 1.330,18 tonnellate/anno

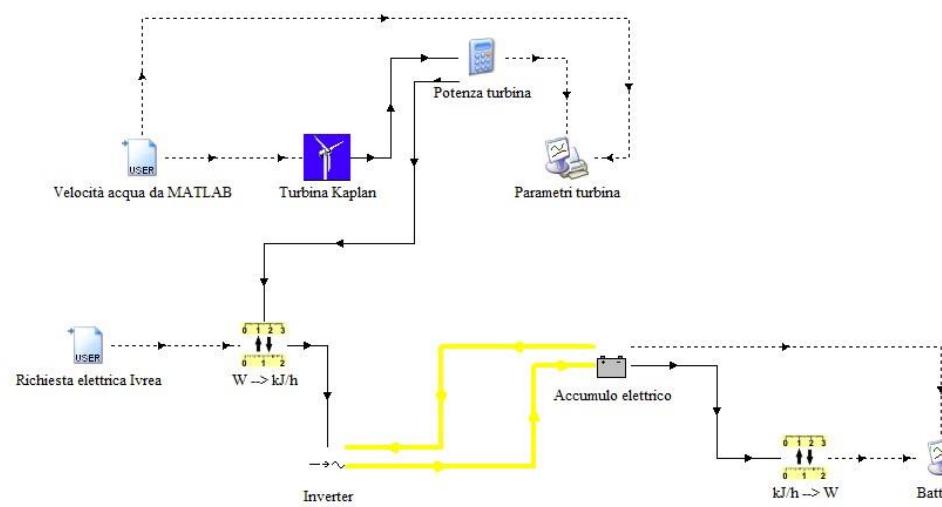
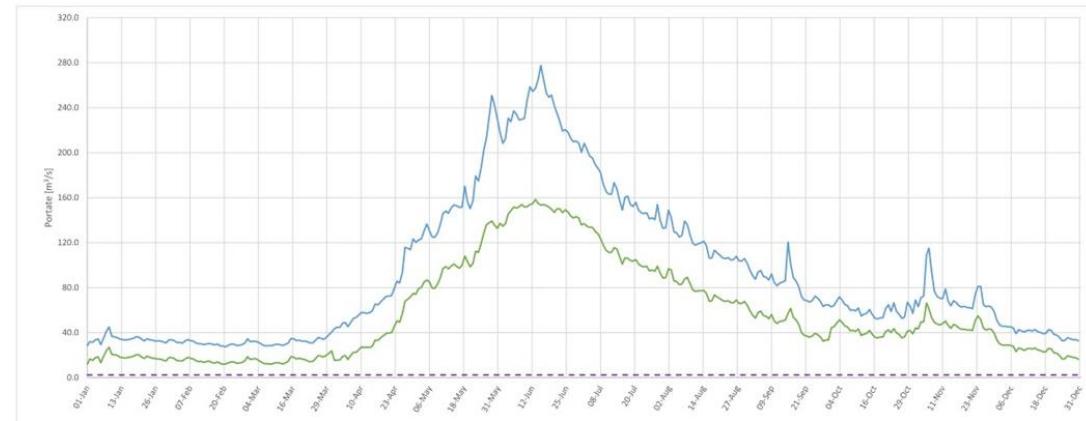


SCENARIO 1 CENTRALE IDROELETTRICA



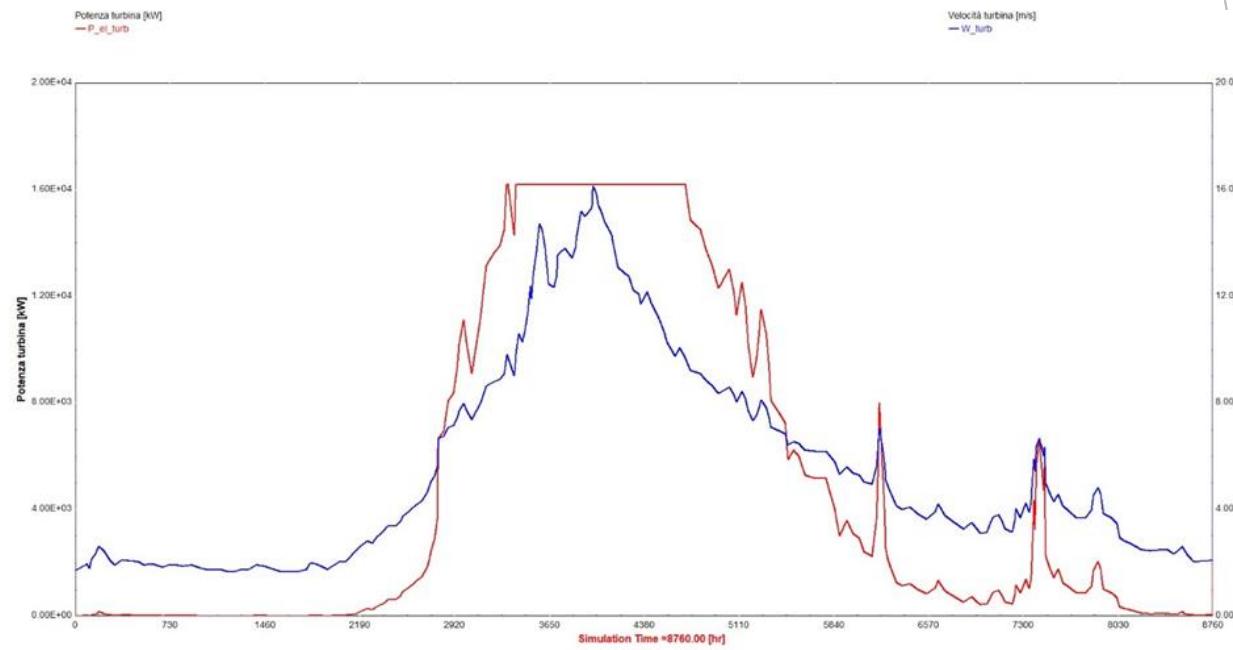
Modellazione impianto idroelettrico

- ▶ Tramite il *Type90* turbina eolica, si è replicato l'andamento della potenza della turbina Kaplan presente nella centrale, modificando il file .dat
- ▶ Tramite fonti web, è stato possibile replicare (con l'ausilio di un software online) l'andamento della **portata d'acqua** passante nel fiume Dora Baltea
- ▶ E' stato possibile creare il **profilo di velocità** dell'acqua passante attraverso la sezione del fiume, avendo supposto quest'ultima pari a **17 m²**.



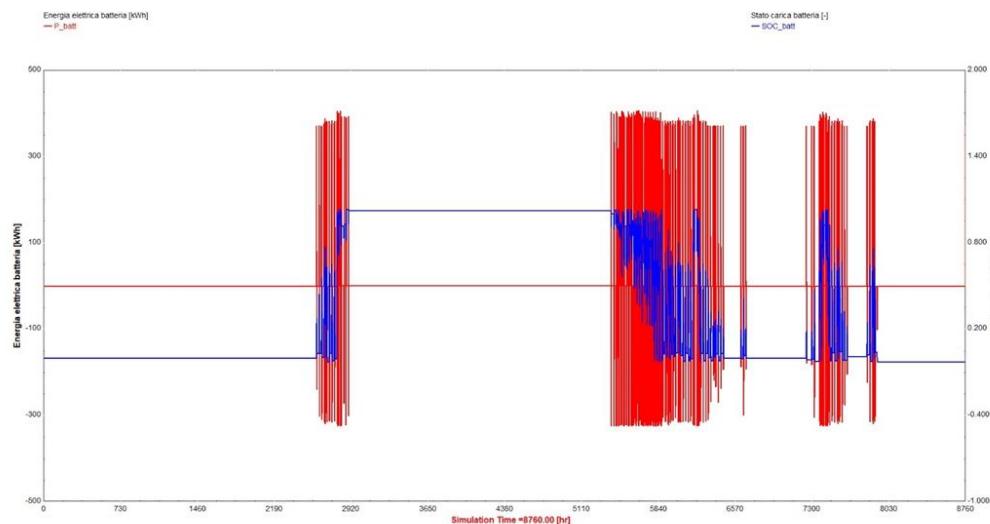
Potenza della turbina idroelettrica

- ▶ La potenza massima raggiunta dalla turbina è di **16.2 MW**, corrispondente ad una velocità di cut-off di circa **15.64 m/s**.



Accumulo elettrico

1	Mode	2	-	More...
2	Regulator efficiency	1	-	More...
3	Inverter efficiency (DC to AC)	1	-	More...
4	High limit on fractional state of charge (FSOC)	1	-	More...
5	Low limit on FSOC	0	-	More...
6	charge to discharge limit on FSOC	0	-	More...
7	Power output limit	1000	kW	More...
8	Inverter efficiency (AC to DC)	1	-	More...
9	Current for grid charging of battery	3.33	amperes	More...



Obiettivo:

- convertire la corrente continua in alternata tramite un inverter (*Type48c*) per considerare un accumulo elettrico (*Type47b*) da sfruttare per le eccedenze prodotte dalla turbina.
- La figura sotto riportata rappresenta i flussi di energia che attraversano la batteria: positivi se entranti e quindi contribuenti all'accumulo; negativi se uscenti e quindi rappresentativi della cessione di energia elettrica alla rete elettrica di Ivrea da parte della batteria.
- Inoltre, in blu, è rappresentato lo stato di carica/scarica della batteria stessa
- AS: **118%** (obiettivo minimo 50%);
- AC: **85%** (obiettivo minimo 70%);

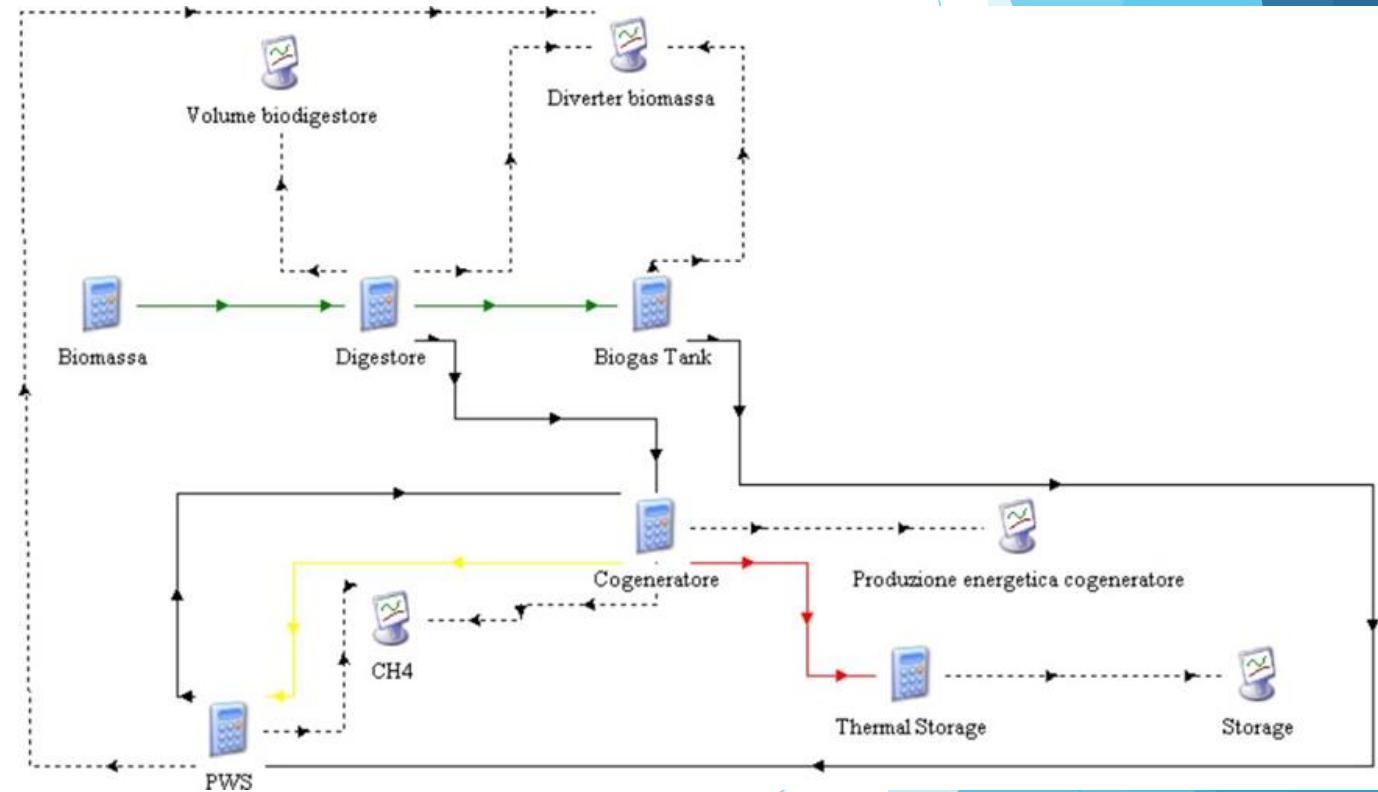
SCENARIO 2

BIODIGESTORE ANAEROBICO



Modellazione Biodigestore Anaerobico

- Installazione di un Impianto Comune di Produzione di Biogas (Biodigestore):
 - Utilizzo degli effluenti zootecnici e degli scarti agricoli locali, come l'insilato di mais, per la codigestione.
 - Utilizzo della parte organica dei rifiuti urbani della comunità (FORSU) come fonte aggiuntiva di materia organica.
- Scopo:
 - Produzione di Biogas da utilizzare come combustibile per il cogeneratore.
- Cogeneratore:
 - Soddisfa i fabbisogni termici ed elettrici delle aziende agricole e dell'intera comunità di Biccari.
 - Immissione dell'elettricità prodotta nella rete locale.





Totale della biomassa prodotta

Biomassa



Totale del biogas prodotto e volume del digestore

Digestore



Processo di upgrading del biogas

PWS



Produzione energia elettrica per la rete, funzionamento digestore e per PWS

Produzione termica per digestore e per ACS aziende zootecniche

Cogeneratore



Accumulo termico giornaliero per richiesta ACS discontinua

Thermal Storage

Calcolo Biomassa disponibile

Parametri impiegati per il calcolo delle deiezioni liquide e solide

Classe di età	Peso medio (kg)	Deiezioni liquide (l / 100 kg peso v. giorno)	Deiezioni solide (kg s.s / 100 kg peso v. giorno)
Bovini			
0-12 mesi	200	5,3	0,66
12-24 mesi	400	6,8	0,82
24 mesi in su	650	8,2	1,05
Bufalini			
0-24 mesi	300	5,6	0,74
24 mesi in su	650	8,2	1,05

Fonte: Elaborazione dati ISTAT (Waste statistics on agriculture, forestry and fishing sectors, 2006)

Prod_ora_liq_capo	= (Deiezione_liq_capo/24)*4 litri/ora per 400 kg capo
Liquame_tot	= Prod_ora_liq_capo*N_bovini litri/h
rho_liquame	= 0.9 kg/litro
Liquame_tot_kg	= Liquame_tot*rho_liquame kg/h
Prod_ora_solido_capo	= (Deiezione_solido_capo/24)*4 kg/h su 400 kg
Letame_tot	= Prod_ora_solido_capo*N_bovini kg/h
Biomassa_tot_bovini	= Letame_tot+Liquame_tot_kg kg/h

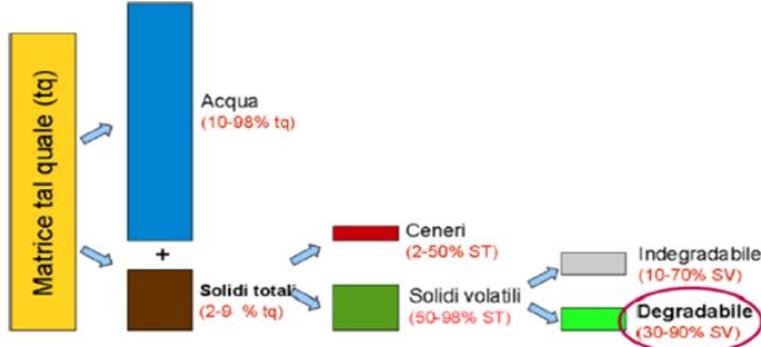
➤ La stima della biomassa disponibile deriva dalle deiezioni liquide e solide dei bovini allevati e dalle colture dedicate

➤ Dalla tabella riportata qui di fianco si calcolano le deiezioni liquide e solide rispettivamente in litri/giorno·100kg di bovino ed in kg/giorno·100kg di bovino

Perc_insilato_mais	= 0.04 14% della biomassa totale bovina
Biomassa_ins_mais	= Perc_insilato_mais*Biomassa_tot_bovini kg/h
Biomassa_tot	= Biomassa_ins_mais+Biomassa_tot_bovini kg/h
FORSU	= 554.1 kg/h Frazione Organica dei Rifiuti Solidi Urbani

➤ La **biomassa totale** risulta complessivamente pari a **2406 kg/h**, ed è ritenuta **semplificativamente costante** durante tutto l'arco dell'anno.

Biogas e dimensionamento del digestore



ST biomassa = massa biomassa tot * % di sostanza secca [kg/h]

SV biomassa = ST biomassa * % di solidi volatili [kg/h]

- Sommando le varie aliquote di biogas prodotte per ciascuna tipologia di biomassa, si ricava il **totale del biogas prodotto su base oraria** che, nel caso specifico, è pari a **219,8 Sm³/h**

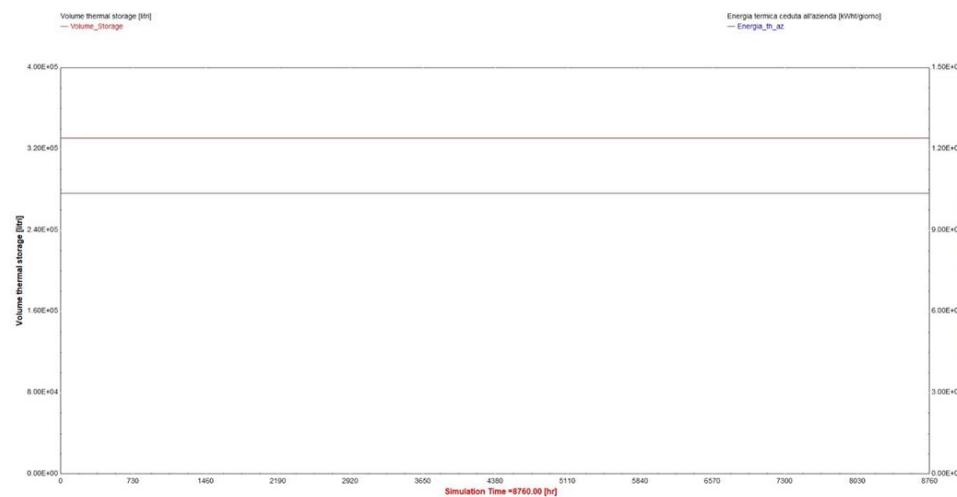
Substrati	Sostanza secca (%)		Solidi volatili (% di s.s.)		Azoto (% di s.s.)		Resa in biogas (m ³ /t di s.v.)		CH ₄ in biogas (%)		CH ₄ (m ³ /t di tq)	
	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a	da	a
<i>Liquami</i>	0,6	25	60	85	3,0	17,7	300	550	60	65	0,6	61
Bovini da latte	10	16	75	85	3,0	4,8	300	450	60	65	14	40
Bovini da carne	7	10	75	85	3,8	5,3	300	450	60	65	9	25
Vitelli carne bianca	0,6	2,9	60	75	7,4	17,7	300	450	60	65	1	6
Suini	1,5	6	65	80	4,0	13,3	450	550	60	65	3	17
Ovaiole	19	25	70	75	4,5	7,0	300	500	60	65	24	61
<i>Letami</i>	11	80	60	90	1,2	6,7	200	550	60	65	9	221
Letame bovino	11	25	65	85	1,2	2,8	200	300	60	65	9	41
Letame suino	20	28	75	90	1,8	2,0	450	550	60	65	41	90
Letame avicolo*	60	80	75	85	4,3	6,7	400	500	60	65	108	221
Pollina pre-essicidata	40	80	60	70	3,4	6,4	450	550	60	65	65	200
Letame ovino	22	40	70	75	1,9	3,5	240	500	60	65	22	98
<i>Coltura dedicata</i>	14	37	70	98	0,2	4,2	300	650	50	60	18	123
Insilato di mais	20	35	85	95	1,1	2	350	550	53	55	32	101
Insilato di sorgo	18	37	87	93	1,4	1,9	550	650	53	55	46	123
Segale integrale	30	35	92	98	3,8	4,2	500	600	53	55	73	113
Barbabietola da zucchero	21	25	90	95	2,4	2,8	450	550	55	60	47	78
Colletti e foglie di barbabietola	14	18	75	80	0,2	0,4	350	450	50	55	18	36
Erbasilo	25	35	70	95	2,0	3,4	300	500	53	55	28	91
Trifoglio	19	21	79	81	2,6	3,8	300	500	50	55	23	47

$$HRT[d] = \frac{V_{digestore} [m^3_{digestore}]}{Q_{digestore} \left[\frac{m^3_{alimentati\ al\ digestore}}{d} \right]}$$

- Tramite la formula inversa dell'HRT è stato possibile determinare il volume del digestore pari a **6102 m³**.

Produzione Energetica

- Utilizzo del Biometano
- Produzione di Biometano: **142,9 Sm3/h**
- Percentuale di CH₄ nel Biometano: 67%
- Destinazione del Biometano:
- Alimentazione del Cogeneratore: **130 Sm3/h** (67% CH₄)
- Stoccaggio in Bombola: 12,86 Sm3/h (67% CH₄)
- Utilizzo della Quota Stoccata in Bombola:
- Opzioni:
 - Vendita del Biometano
 - Utilizzo presso le Utenze per l'Alimentazione delle Caldaie per il riscaldamento degli edifici.
- Produzione e Autoconsumo di Energia
- Produzione di Energia Elettrica Netta: **500,2 kWh/anno**
 - Interamente auto-consumati dalla comunità di Ivrea, senza necessità di accumulo.
- Slide: Produzione e Accumulo di Energia Termica per ACS
- Potenza Termica per Produzione di Acqua Calda Sanitaria (ACS) nelle Aziende Agricole: **481 kWh/giorno**
 - Interamente auto-consumati dalle aziende agricole, ma necessitanti di accumulo giornaliero.
- AC del **10%**, AS del **978%**;
- Slide: Serbatoi di Accumulo per Energia Termica
- Serbatoio di Accumulo: **98,709 m³**
 - Un serbatoio per ogni azienda agricola.

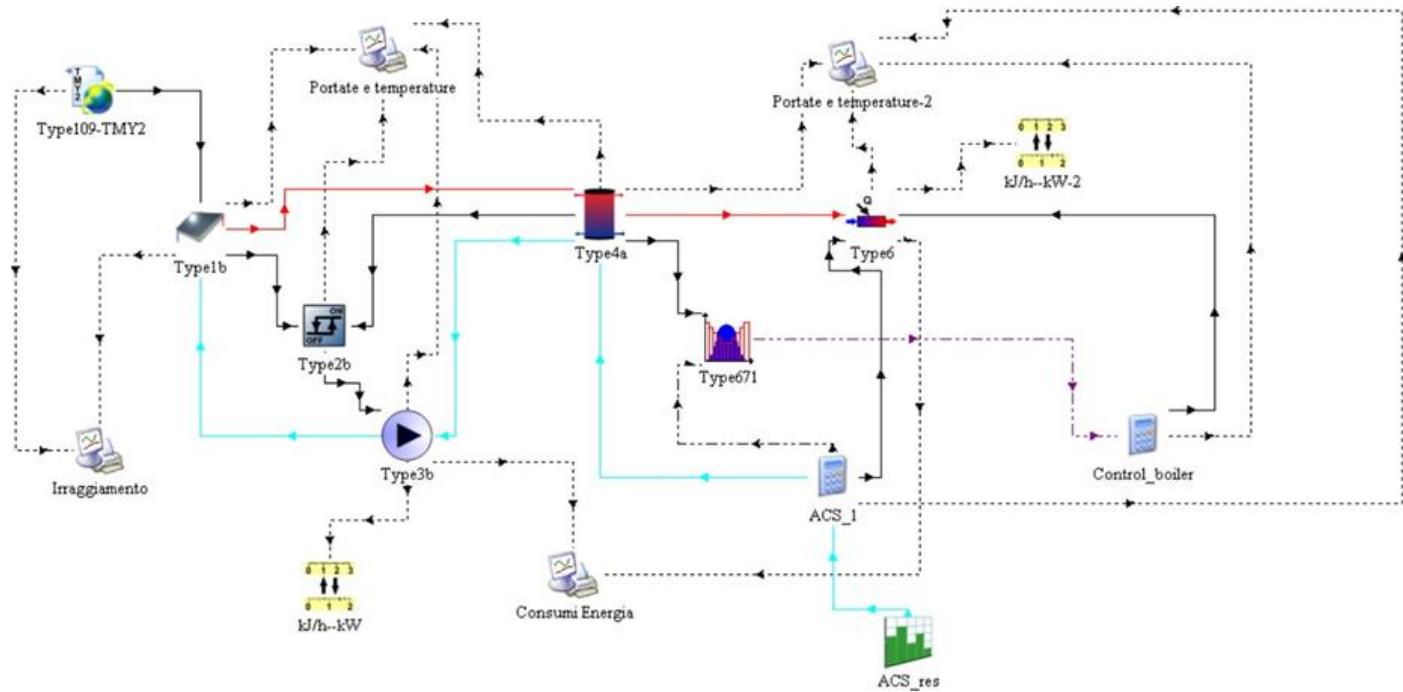


SCENARIO 3 COLLETTORI SOLARI



Collettori solari FPC – Edifici residenziali

➤ Per ogni residenza, **un impianto solare termico a circolazione forzata** per il soddisfacimento delle richieste di acqua calda sanitaria.



➤ Vantaggi:

- mancata emissione di CO₂, di ossidi di zolfo, di azoto e di particolato;
- produzione di calore da fonte rinnovabile eco-compatibile (il sole);
- minore necessità di infrastrutture per il trasporto dell'energia da grandi distanze;
- indipendenza energetica (non dipendono dalla fornitura di carburante);
- tecnologia accessibile;
- bassi oneri di realizzazione e smaltimento;
- alto rendimento termico.

Scheda tecnica del collettore solare

Componenti dell'Impianto:

- un **pannello** da **2,02 m²**
- un **tank** di capacità **0,1 m³**
- una **pompa** per garantire la circolazione forzata
- Un **boiler a metano** per le integrazioni termiche



FPC da 2,02m²

Coefficienti della curva relativi all'apertura:
Curve Coefficient related to aperture:

$$\eta = 0.795 \quad a_1 = 3.627 \quad a_2 = 0.011$$



Pompa di circolazione forzata



Serbatoio stratificato da 100 lt

- **Regole Empiriche:**
- 0,7-1,2 m²/persona
 - 50 lt/m²col

Simulation cards:

CONSTANTS 5 Area_SC= 2.02 !m2 Tested_flow_rate=40 !kg/hm2 Portata_SC=80.8 !kg/h Vol_m2_collettore=50 !litri/m2 Vol_tank=0.100 !m3 supponiamo 50 litri per ogni m2 del collettore

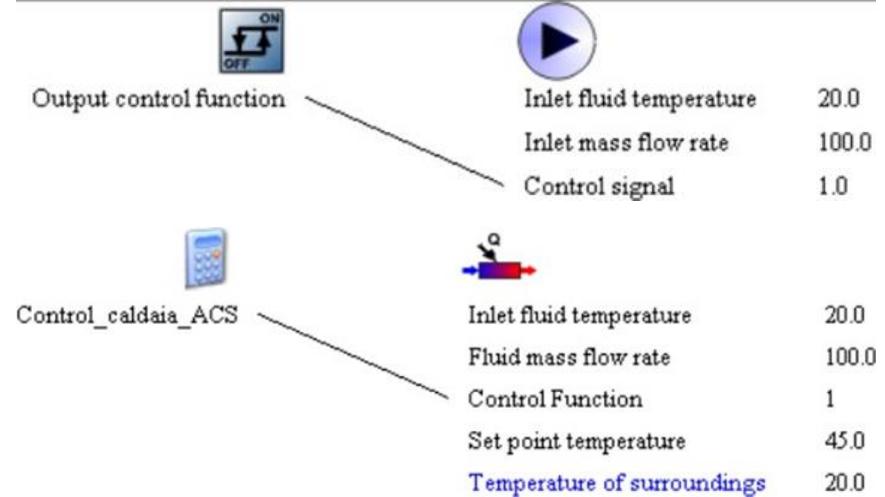
Modellazione in Transys



Type 2b



Type 671



➤ Controlli Pompa (Type 2b):

• Ingresso:

- Temperatura di uscita dal pannello solare.
- Temperatura del fluido verso le utenze.

• Funzione:

- Riceve le temperature di uscita dal pannello e del fluido verso le utenze.
- Utilizza queste informazioni per regolare la pompa in modo ottimale, probabilmente controllando la velocità della pompa o attivandola/spegnendola in base alle necessità di riscaldamento.

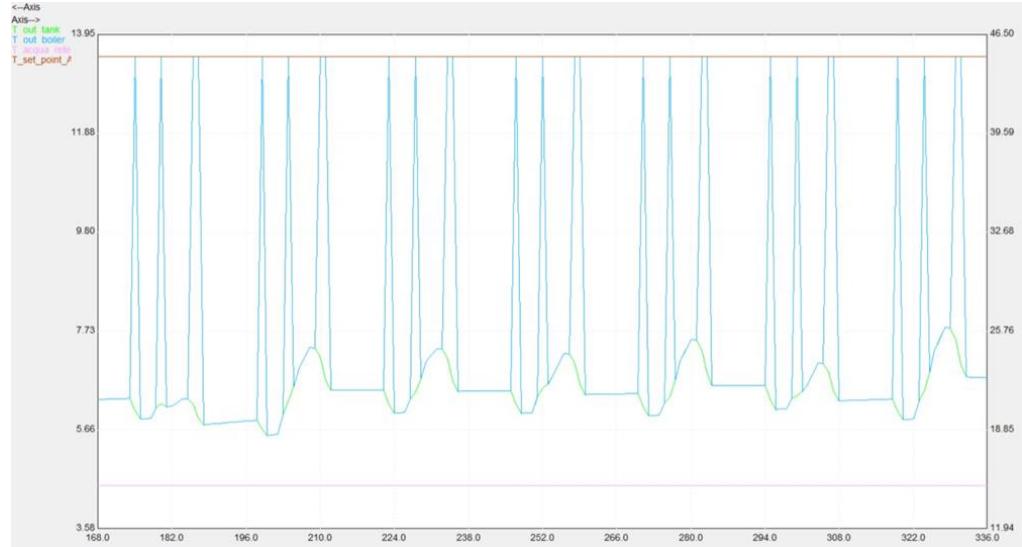
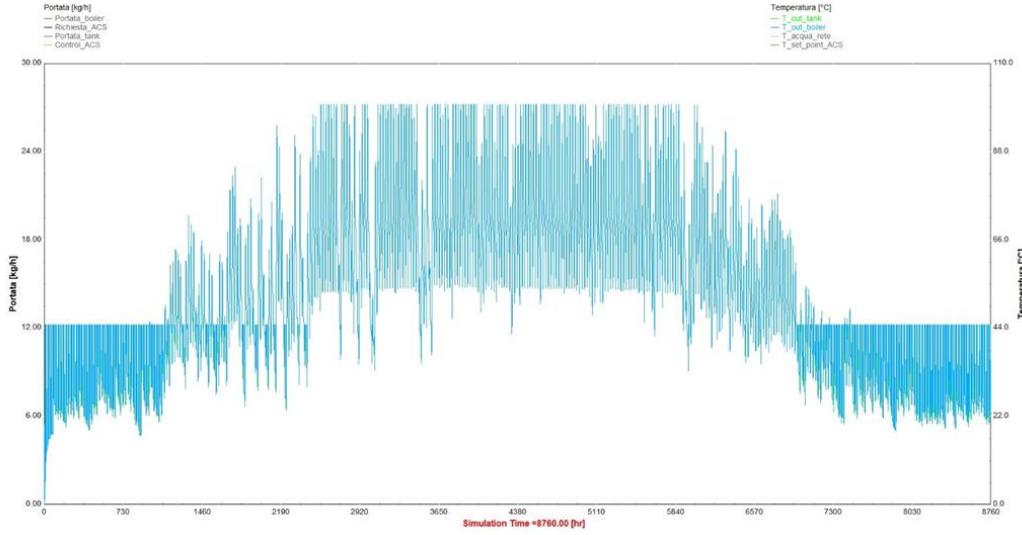
➤ Caldaia Controlli (Tipo 671):

• Ingresso:

- Temperatura del fluido caldo verso le utenze.

• Funzione:

- Legge la temperatura del fluido caldo verso le utenze.
- Confronta questa temperatura con il set-point desiderato (presumibilmente 45°C).
- Invia un segnale di controllo all'heater (riscaldatore) per mantenere la temperatura del fluido entro i limiti desiderati



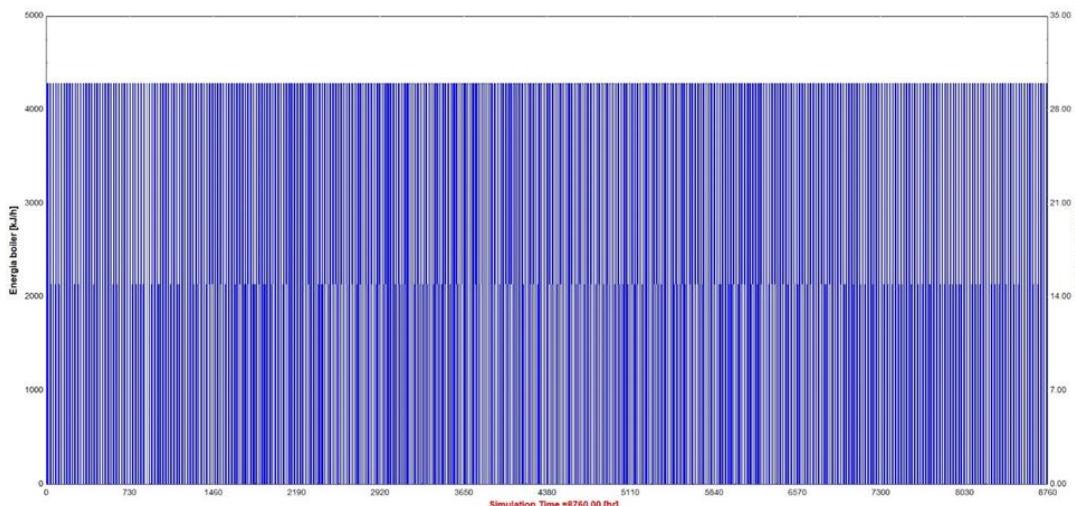
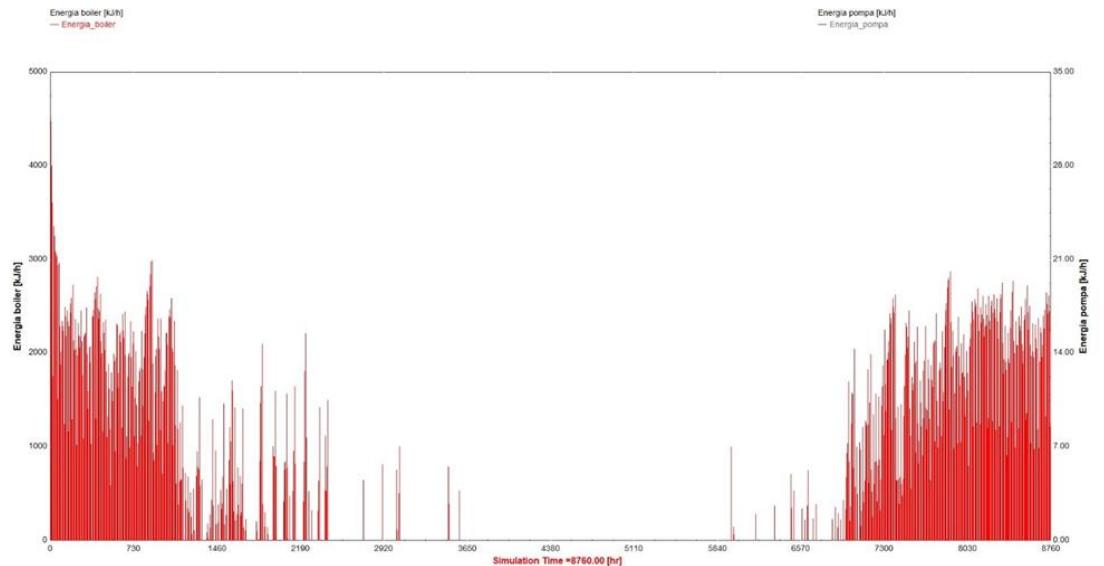
Risultati – Edifici residenziali

- ▶ Richiesta di ACS In estate: quasi sempre soddisfatta
- ▶ Richiesta di Acs in inverno: necessità di integrazione termica tramite boiler a metano

Risultati – Edifici residenziali

In **Inverno** l'integrazione termica è maggiore, seppur contenuta nel picco massimo di 1,5 kW , mentre l'andamento della richiesta elettrica alla pompa si osserva essere meno addensata.

In **Estate**, viceversa, la richiesta al Boiler si azzerà e si intensifica la richiesta elettrica della pompa seppur contenuta nel massimo di 16 W.l



Scenario 3 - Aziende agricole

- ▶ L'unica differenza nel dimensionamento dell'impianto solare a circolazione forzata è che bisogna tener conto della richiesta di ACS dell'azienda zootechnica sottratta dell'aliquota di energia termica già fornita dal cogeneratore alimentato dal biodigestore

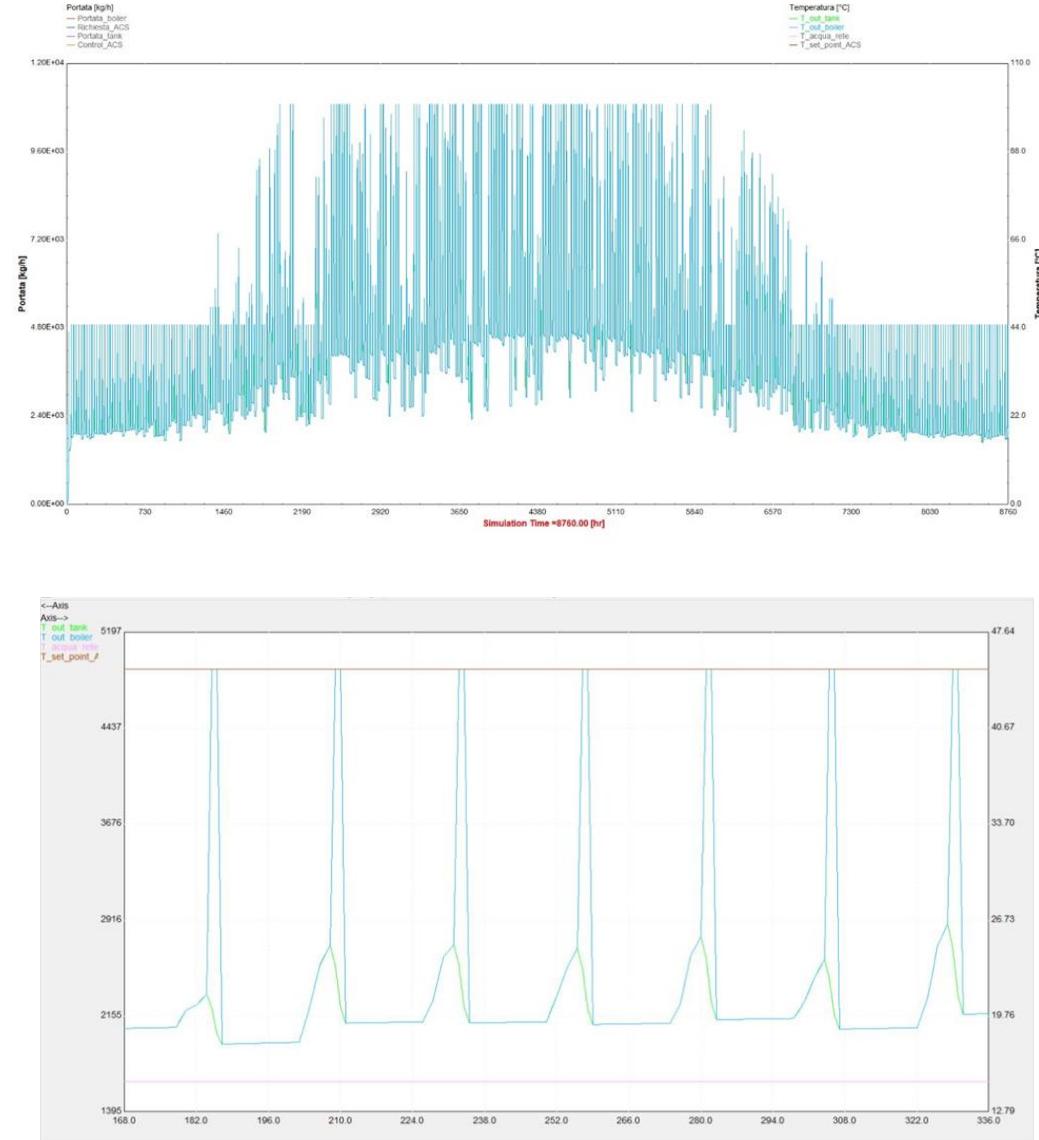
Simulation cards:
CONSTANTS 5
Area_SC= 455.52 lm2(area lorda)
Tested_flow_rate=40 kg/hm2
Portata_SC=18220.8 kg/h
Vol_m2_collettore=50 litri/m2
Vol_tank=22.776 lm3 supponiamo 50 litri per ogni m2 del collettore



FPC da 2,02m²

Coefficienti della curva relativi all'apertura:
Curve Coefficient related to aperture:

$\eta = 0.795$ $a_1 = 3.627$ $a_2 = 0.011$

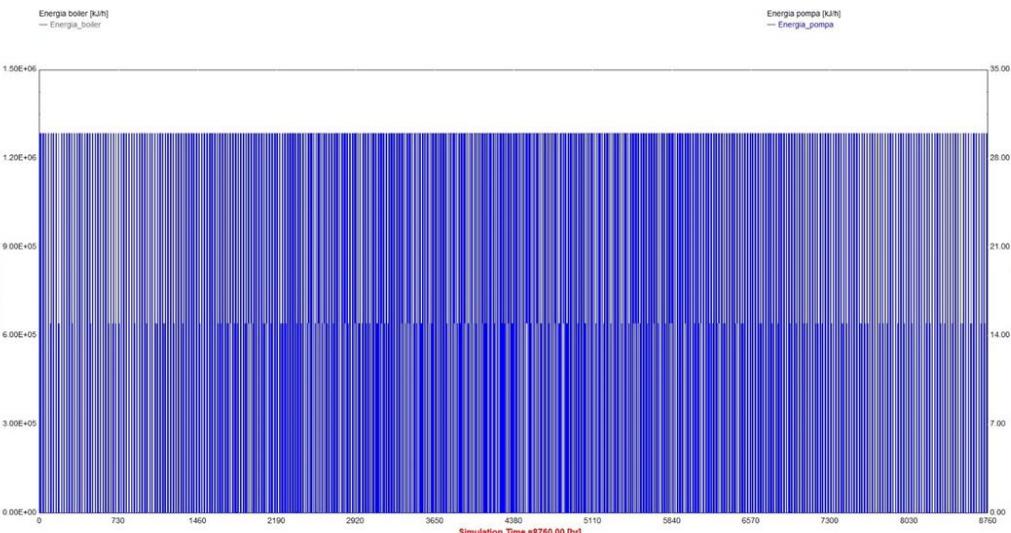
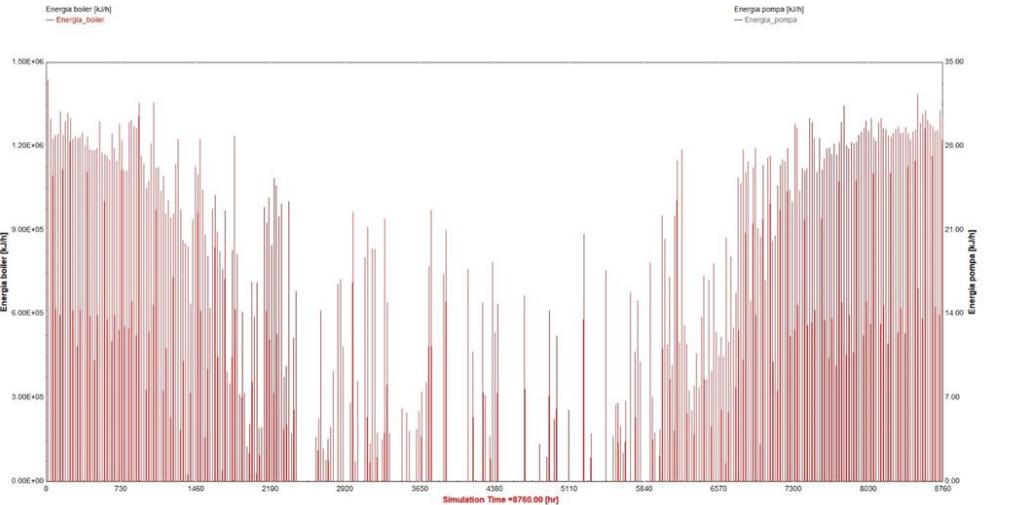


Risultati – Azienda agricola

- ▶ In inverno i collettori contribuiscono solo in parte al raggiungimento del set-point, lasciando alla caldaia il compito di soddisfare interamente la richiesta dell'utenza.
- ▶ Nei primi giorni dell'anno la temperatura di 45°C non viene soddisfatta a causa del transitorio dovuto alla messa in funzione dell'impianto.

Risultati- Aziende agricole

- Stesse considerazione del caso residenziale
- Ovviamente i valori sulle ordinate risultano essere incrementati proporzionalmente all'aumento delle portate massiche in gioco rispetto al medesimo scenario analizzato precedentemente per l'ambito residenziale.



ANALISI ECONOMICA

CONRONTO TRA I VARI SCENARI



Considerazioni conclusive

Costo E_el from grid res/uff [€/kWhe]	0.361
Costo E_el from grid azienda[€/kWhe]	0.1799
Emissione CO2 grid [ton/MWhe]	0.48
Costo metano from grid [€/m^3]	0.975849
PCI Metano [kWht/m^3]	9.94
Densità metano [kg/m^3]	0.657
Emissione CO2 metano_caldaia [ton/MWht]	0.205

Parametri generali	
COP split	3.50
η caldaia	0.90

SCENARIO 0	
Heating+ACS	
Q_tot [MWht/anno]	686.95
Metano [m^3/anno]	1544215.19
Spesa_tot [€/anno]	1506920.85
Emissioni_CO2 [ton/anno]	138233.70
Cooling+elettrico	
E_el_tot [MWhe/anno]	116.84
E_el_tot res/uff [MWhe/anno]	27.90
E_el_tot azienda [MWhe/anno]	88.94
Spesa_tot [€/anno]	26066.24
Emissioni_CO2 [ton/anno]	56082.27
Complessivo	
Spesa_tot [€/anno]	1,532,987.09 €
Emissioni_CO2 [ton/anno]	194315.97

- Si è partiti come riferimento dallo Scenario 0
- Grazie a questo riferimento si può ottenere il risparmio economico di ogni scenario sulle spese richieste alla comunità ogni anno.

Considerazioni conclusive

SCENARIO 1	SCENARIO 2	SCENARIO 3
Costo impianto idroelettrico [€]	Costo impianto biodigestore [€]	Costo collettori [€]
10,000,000 €	1,110,000 €	2,184,540.00 €
Costo manutenzione ordinaria [€/anno]	Costo manutenzione [€/anno]	Costo manutenzione [€/anno]
33,726.00 €	528,578.40 €	251,250.00 €
Costi di assicurazione [€/anno]		Costo Tank [€]
8,760.00 €		4,020,000.00 €
Costo manutenzione [€/anno]		Costo pompe [€]
42,486.00 €		917,100.00 €
Risparmio economico [€/anno]	Risparmio economico [€/anno]	Risparmio economico [€/anno]
3,783,869.09 €	1,453,700.33 €	2,735,437.43 €
Risparmio CO2 [ton/anno]	Risparmio CO2 [ton/anno]	Risparmio CO2 [ton/anno]
194.32	189.52	189.52
SPB [anno]	SPB [anno]	SPB [anno]
2.67	1.20	2.41
DPB [anni] a=5%	DPB [anni] a=5%	DPB [anni] a=5%
2.94	1.27	2.64

➤ Scenario 1:

- raggiungimento degli obiettivi minimi di autoconsumo e autosufficienza
- Usufruire della sola energia elettrica

➤ Scenario 2

- un risparmio sull'energia termica da apportare alle aziende, grazie all'accumulo di ACS
- produzione di Metano
- produzione di energia elettrica che riduce la richiesta dalla rete
- riduzione delle emissioni

➤ Scenario 3

- riduzione della richiesta di energia termica alla rete grazie all'accumulo di ACS
- riduzione delle emissioni

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**

