

Durability.
Retrofitting.
Smart Envelope.
Energy Efficiency.
Sustainability.
Renewables.



Corso di Formazione e Aggiornamento Progetto Futuro Green 2020

L'approccio alla diagnosi energetica per gli edifici residenziali: Inquadramento normativo, tecniche operative per analisi e diagnosi, la firma energetica.

Fusignano, 17 maggio 2016

Ing. Luca Laghi
Ing. Chiara Ugolini

[found and held]



[supported]



[accredited laboratory]



La firma energetica:

- Lettura dei consumi
- Dati climatici
- Procedura di calcolo
- Interpretazione risultati

Agenda

01

Inquadramento legislativo

02

Inquadramento normativo e approccio alla diagnosi energetica

03

Applicazione di metodi di diagnosi: La Firma Energetica

04

Building automation

Strumenti per l'analisi



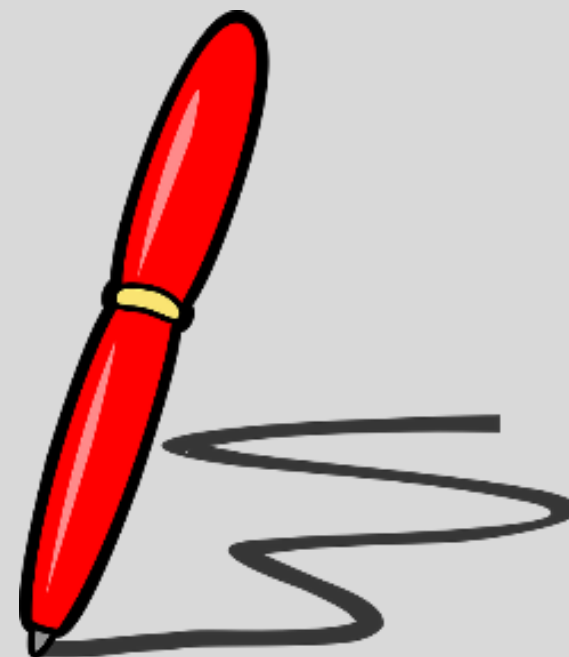
La firma energetica

La firma energetica può essere considerata una **rappresentazione grafica di un consumo** (calore, elettricità, acqua) **in funzione di un parametro esterno** (per esempio la temperatura esterna). È un metodo riconosciuto a livello internazionale per l'elaborazione delle diagnosi energetiche (UNI EN 15603:2008 all.B).

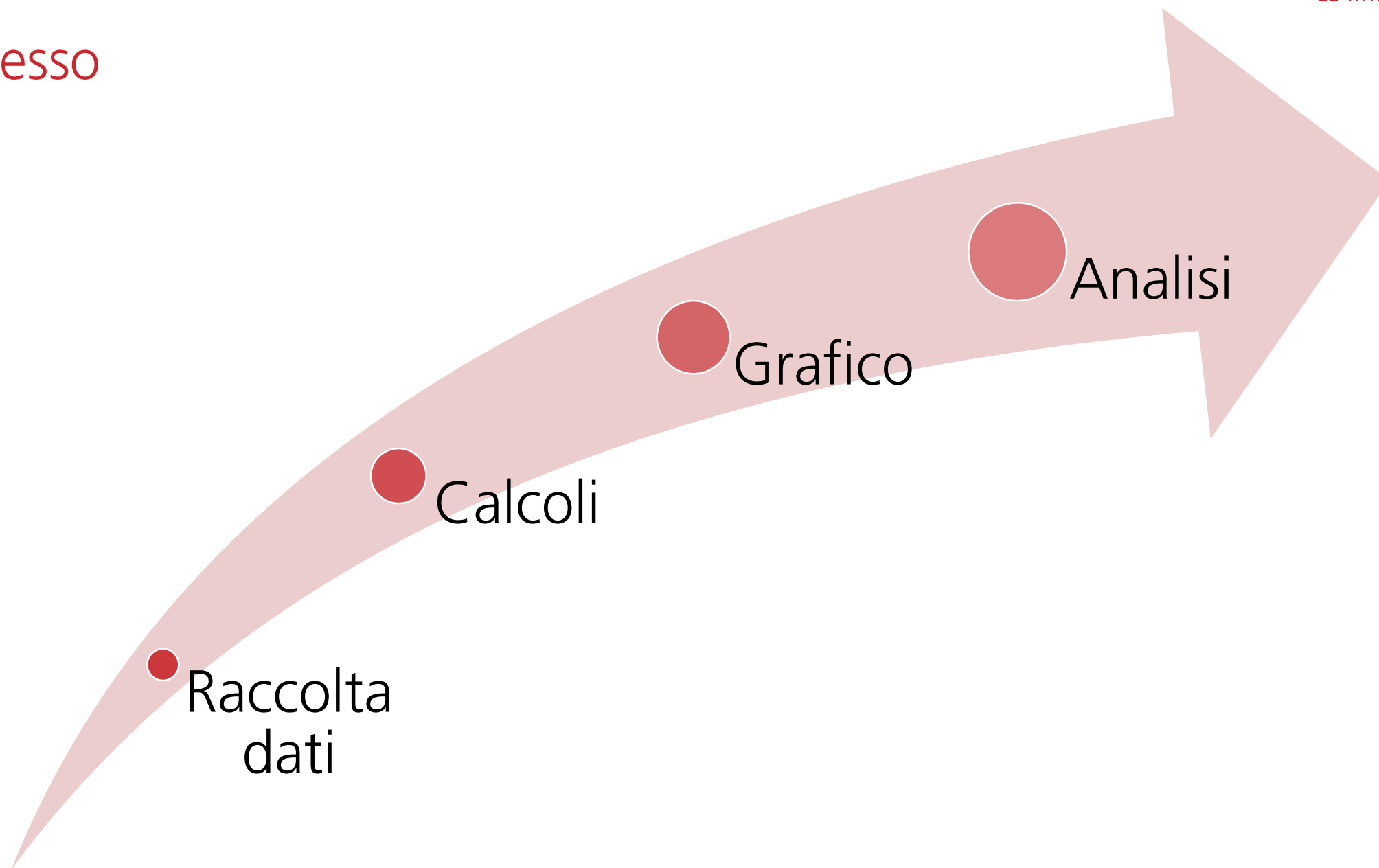
20°C – 24h

Consente di porre a confronto i dati di progetto con i reali **consumi normalizzati dell'utente** (cfr. UNI 11428 e UNI 16247-2) per:

- effettuare una **diagnosi dei consumi**
- Analizzare eventuali **problematiche - «patologie»** del sistema edificio impianto.
- Valutare i risultati derivanti da **cambiamenti** occorsi all'edificio (e.g. nuova gestione dell'impianto, intervento manutentivo, sostituzione sistema di generazione)



Processo



Raccolta dati

Acquisizione dei seguenti dati:

❑ **Dati climatici:**

- ❖ T interna (attraverso termometri/centraline microclimatiche)
- ❖ T esterna (da stazioni meteo o strumenti appositi)

❑ **Reali consumi elettrici/termici (da bolletta o da contatore)**

Calcolo dei consumi

Occorre valutare i consumi nella maniera più accurata possibile poiché solo da una elevata «precisione» in questa fase possono trarsi conclusioni idonee per la diagnosi. Infatti:

- **Uno degli obiettivi della diagnosi energetica è la riduzione dei consumi**
- Per avere una certificazione attendibile, deve essere **verificabile**, viceversa gli scenari di «intervento» perdono valore
- Costituisce un valido «strumento» per determinare le **inefficienze del sistema involucro/impianto**, su base «effettiva», cioè dei **consumi**.

Raccolta dati: Consumi

Rilievo dei consumi di

- ❖ Energia elettrica
- ❖ Gas Metano
- ❖ Altri vettori di energia (es. energia termica da teleriscaldamento)

Lettura dei consumi

- ❖ Dal contatore:
 - del gas → **ogni settimana (condizione ottimale!)**
oppure si divide il valore che si legge sul contatore per gli anni di installazione (si ottiene un consumo medio annuo)
- ❖ Dalle bollette:
 - Per il gas: tenere conto dei soli consumi effettivi.

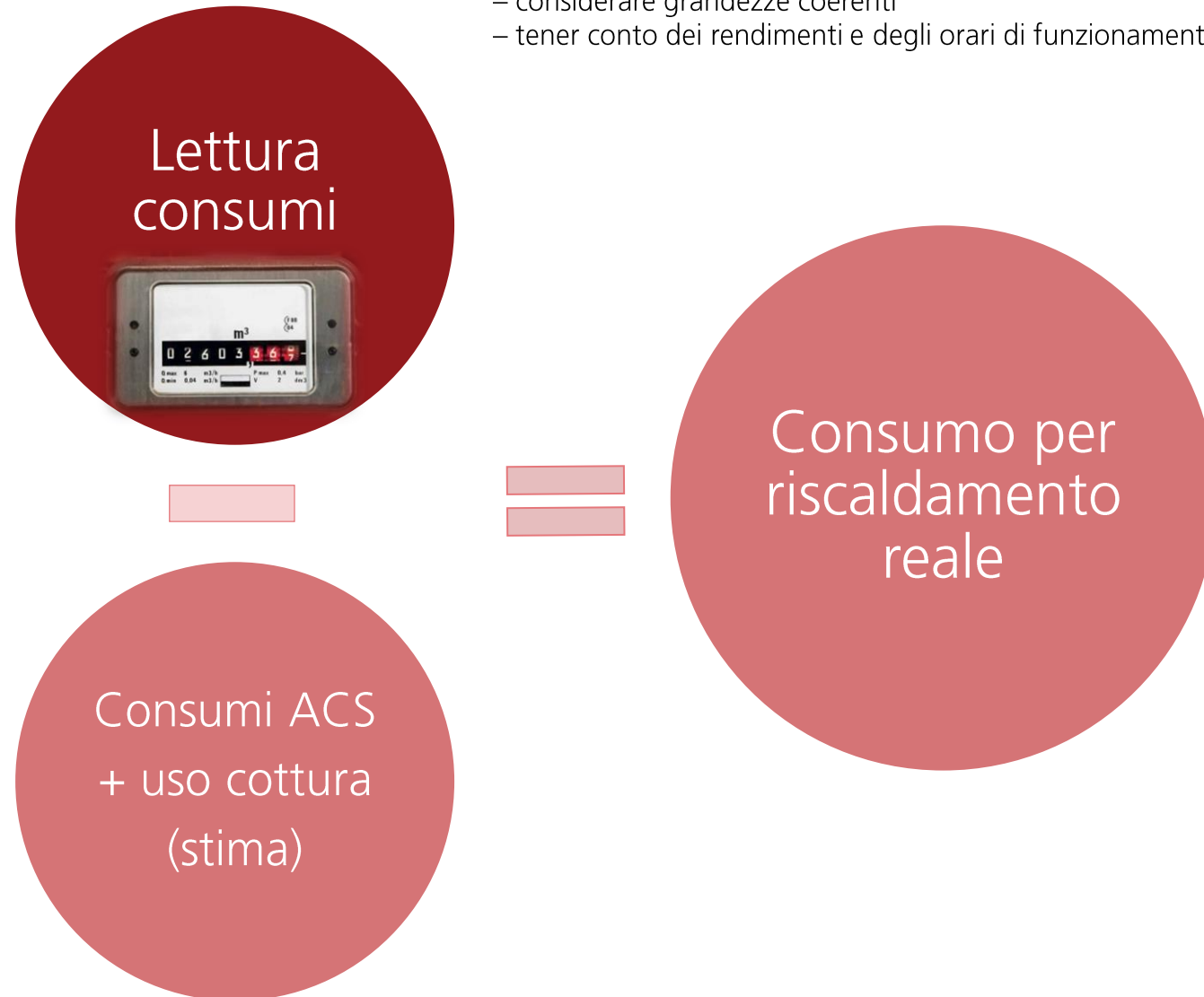


Consumo per riscaldamento

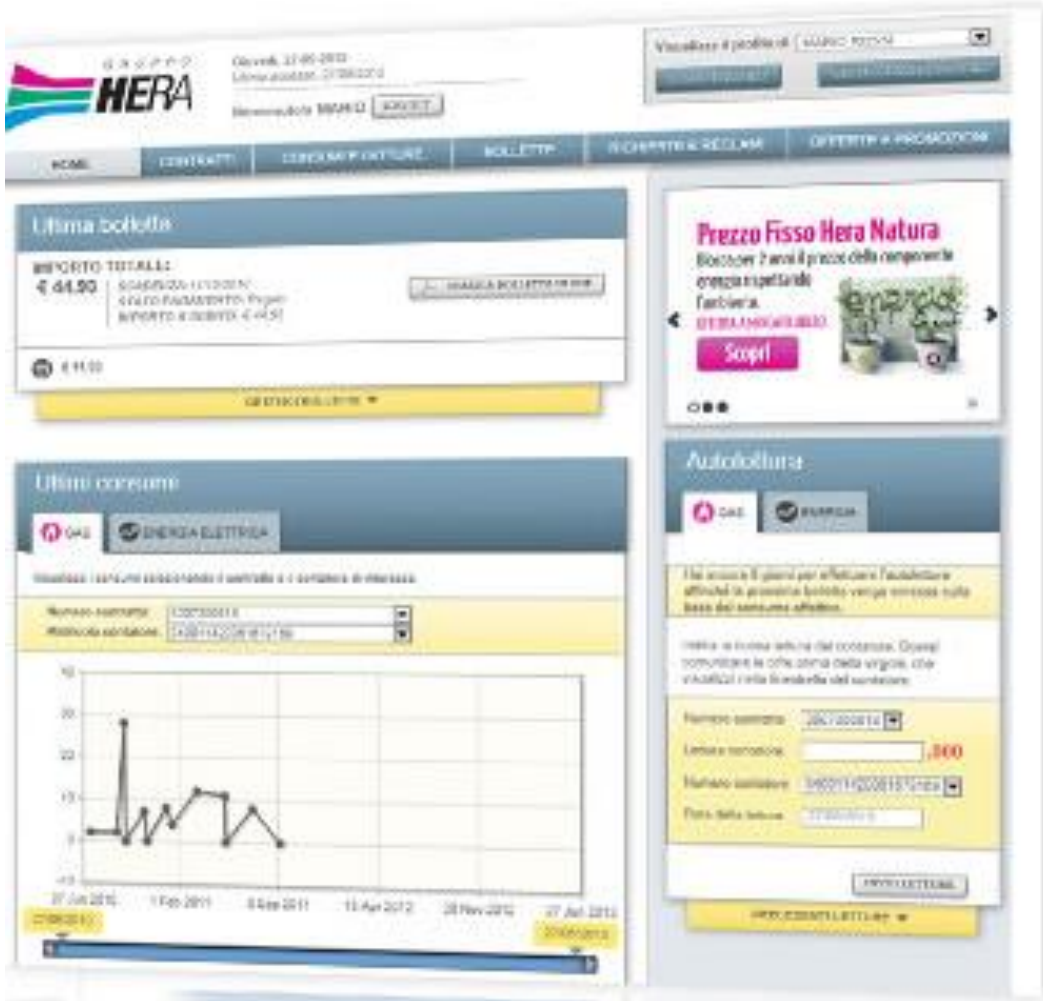
Correlazione grafica tra l'energia consumata in un intervallo temporale e la corrispondente temperatura esterna.

Da cui segue:

- **depurare eventuali usi diversi (ad esempio, ACS, Cottura)**
- considerare grandezze coerenti
- tener conto dei rendimenti e degli orari di funzionamento



Consumo di gas (1 m³ di metano ≅ 10 kWh)



► Ricerca avanzata

DATA	LETTURA	TIPOLOGIA LETTURA	CONSUMO TOTALE ²	CONSUMO MEDIO GIORNALIERO SU BASE MENSILE ²
27/01/2014	11179.0 m3	Stimata	302 m3	4.87 m3
26/11/2013	10877.0 m3	Stimata	148 m3	2.35 m3
24/09/2013	10729.0 m3	Reale	0 m3	0.00 m3
23/07/2013	10747.0 m3	Stimata	32 m3	0.53 m3
24/05/2013	10715.0 m3	Stimata	144 m3	2.15 m3
18/03/2013	10571.0 m3	Reale	171 m3	3.29 m3
25/01/2013	10400.0 m3	Stimata	162 m3	6.48 m3
31/12/2012	10238.0 m3	Stimata	123 m3	3.51 m3
26/11/2012	10115.0 m3	Stimata	135 m3	2.55 m3
04/10/2012	9980.0 m3	Reale	38 m3	4.22 m3

Vista da 1 a 10 di 92 elementi

ESPORTA EXCEL

Dal sito di Hera è possibile estrapolare l'excel con tutti i consumi mensili, stimati o da lettura effettiva. Con i nuovi contatori del gas elettronici, la lettura è automatica.



Stima consumi ACS + uso cottura

1) Da rilievo nei giorni senza riscaldamento (es. in maggio)

Potenza costante nel periodo

2) Dati convenzionali da UNI 11300-2:

- Uso cottura:

Fabbisogni standard di energia per usi di cottura

Superficie dell'abitazione	Fabbisogno specifico [kWh/G]
Fino a 50 m ²	4
Oltre 50 m ² e fino a 120 m ²	5
Oltre 120 m ²	6

Temperatura di Riferimento in assenza di ulteriori Specifiche

- ACS: $Q_w = \sum_{giorni} \rho c V_w (T_{erogazione} - T_{ingresso w}) = \sum \rho c a S_u (40^\circ C - 15^\circ C)$

Valori di a per le abitazioni (l/Gm²)

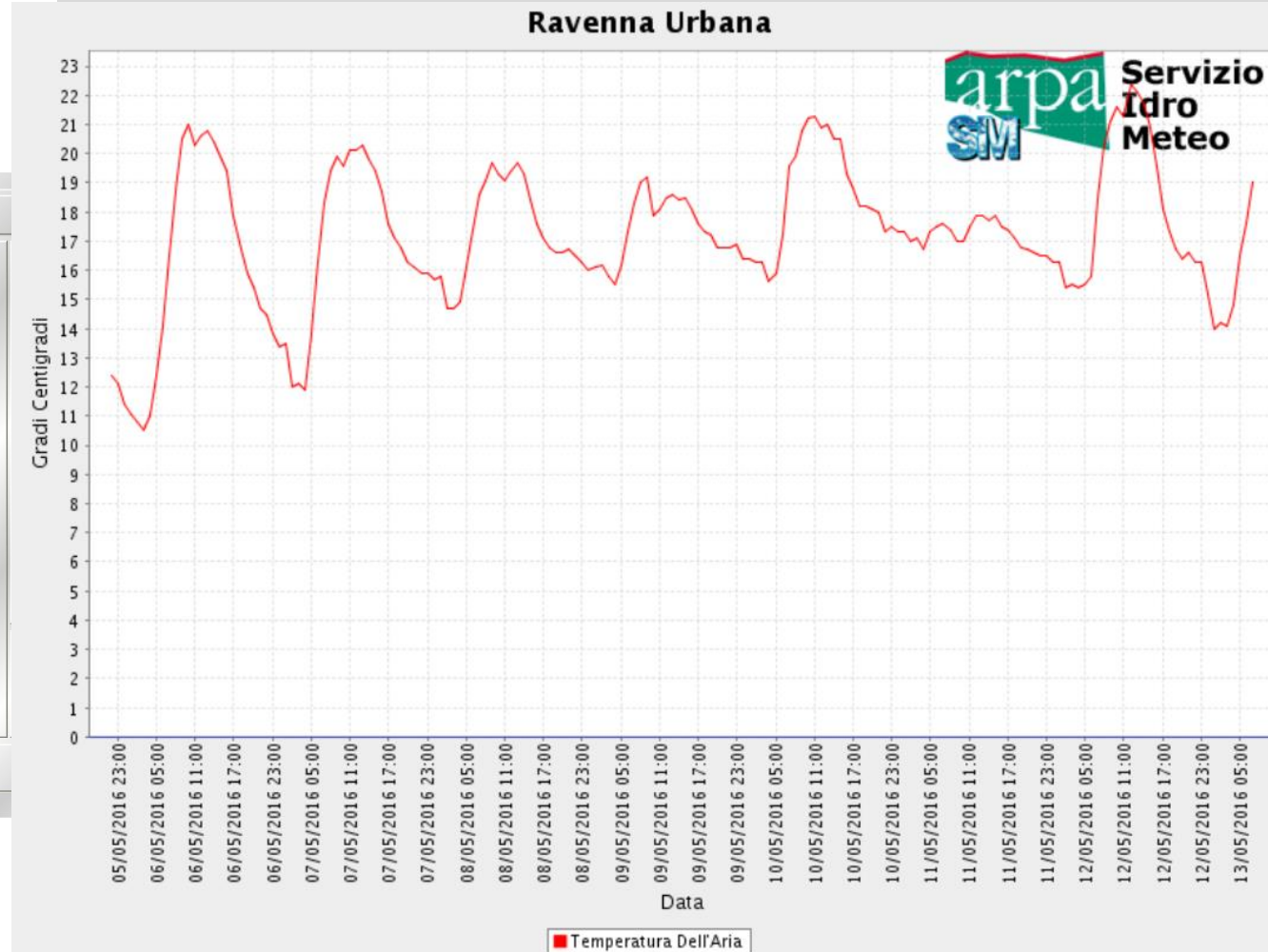
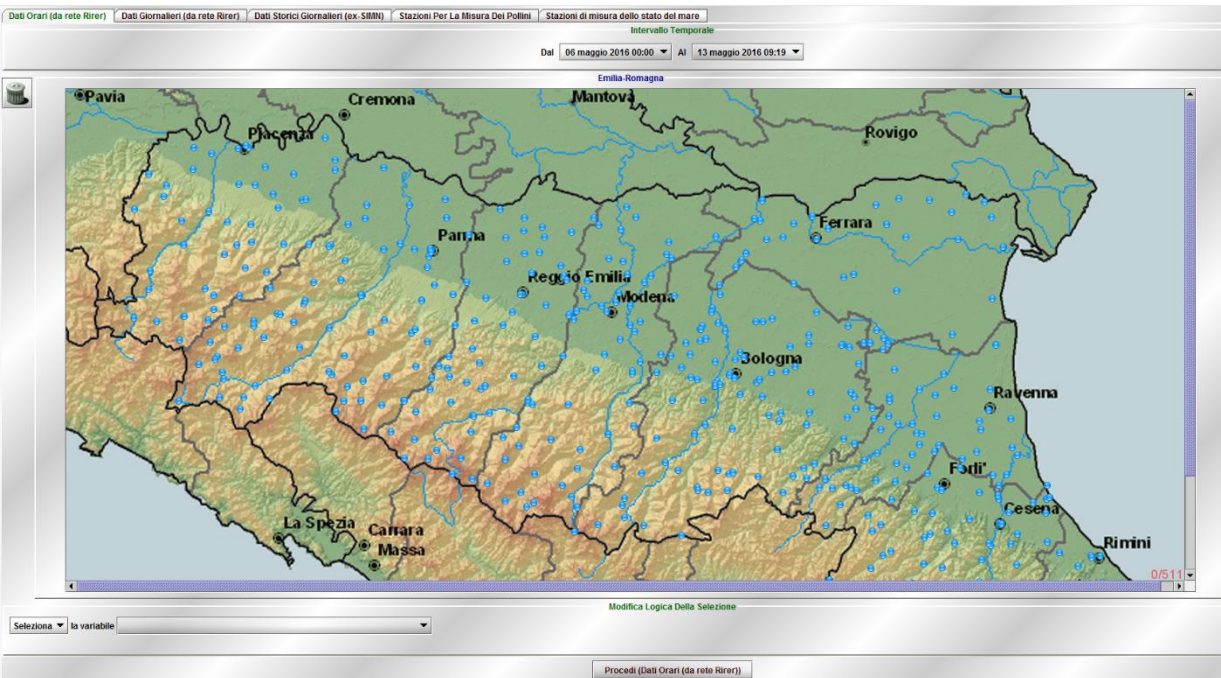
Fabbisogni	Calcolo in base al valore di S_u per unità immobiliare [m ²]			Valore medio riferito a $S_u = 80 \text{ m}^2$
	≤ 50	51- 200	> 200	
a	1,8	$4,514 \times S_u^{-0,2356}$	1,3	1,6
Fabbisogno equivalente di energia termica utile [Wh/G m ²]	52,3	$131,22 \times S_u^{-0,2356}$	37,7	46,7
Fabbisogno equivalente di energia termica utile [kWh/m ² anno]	19,09	$47,9 \times S_u^{-0,2356}$	13,8	17,05

Dati climatici - T esterna

<http://dexter-smr.arpa.emr.it/Dexter/>

La firma energetica

03



Dati climatici

Clima di riferimento

valori medi mensili della temperatura
media giornaliera dell'aria esterna
(prospetto IV UNI 10349)

MESE	°C
gennaio	1.9
febbraio	3.4
marzo	8.1
aprile	12.4
maggio	16.4
giugno	20.9
luglio	23.4
agosto	22.9
settembre	19.7
ottobre	14.3
novembre	8.9
dicembre	3.8

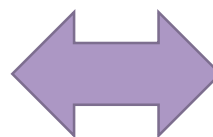
Clima reale

Ravenna Urbana	
Temperatura Dell'Aria A 2m Media (Climat) (Gradi Centigradi)	
Data e Ora (Fuso Orario: GMT+01:00)	
01/04/2016 01:00	14.55
02/04/2016 01:00	13.61
03/04/2016 01:00	12.66
04/04/2016 01:00	13.32
05/04/2016 01:00	13.85
06/04/2016 01:00	13.26
07/04/2016 01:00	12.86
08/04/2016 01:00	13.54
09/04/2016 01:00	13.87
10/04/2016 01:00	14.29
11/04/2016 01:00	16.09
12/04/2016 01:00	17.05
13/04/2016 01:00	16.41
14/04/2016 01:00	15.87
15/04/2016 01:00	16.92
16/04/2016 01:00	18.55
17/04/2016 01:00	18.34
18/04/2016 01:00	18.24
19/04/2016 01:00	13.2
20/04/2016 01:00	13.91
21/04/2016 01:00	14.45
22/04/2016 01:00	16.28
23/04/2016 01:00	15.7
24/04/2016 01:00	11.74
25/04/2016 01:00	10.21
26/04/2016 01:00	12.84
27/04/2016 01:00	15.49
28/04/2016 01:00	11.94
29/04/2016 01:00	13.4

T media giornaliera aprile 2016 = 14.57°C

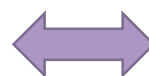
Confronto consumi

Consumo per
riscaldamento
reale



Consumo per
riscaldamento
calcolato
(UNI 11300)

Se il consumo supera il valore da certificato c'è qualcosa che non va nei calcoli, nell'impianto, nell'utenza.



APE: condizioni di utilizzo standard da UNI 11300
(20°C costanti con funzionamento impianto continuo- 24h, ACS abbondante)

CASE-STUDY di Applicazione Firma Energetica

Edificio mono-familiare in località	Monzuno (BO)
Alt.	621 slm.
GG:	2835
Fascia Climatica:	E
Periodo di Riscaldamento:	15/10 – 15/04
Superficie Utile:	226 m²
Potenza Installata (Risc. + ACS):	50 kW
Vettore Energetico utilizzato:	Gas Metano
Gestione Impianto:	intermittente con accensione 15 h/gg

Consumi dedotti da **letture al contatore** effettuate, con **cadenza settimanale** (!) durante un intero anno di funzionamento dell'impianto di **riscaldamento e produzione ACS**. Le letture considerano anche i consumi derivanti dall'**Uso Cottura**.



Si assume il potere calorifico del gas pari a $H_i=9.6 \text{ KWh/Nm}^3$

Procedura di calcolo – Firma «base»

DATI: Periodo di riscaldamento – Caldaia a Metano [50kW]

										CORREZIONE ACS+USO COTTURA (kW)	0.619					
Giorno	Giorni Periodo	Giorni Progressivo	Ore Periodo (h)	Mese	Ore/g Attivazione Impianto	Tempo attivazione impianto (h)	Lettura (Nm ³)	Consumi (Nm ³)	Hi CH ₄ (kWh/Nm ³)	Energia CH ₄ (kWh)	Potenza Media generatore (kW)	Potenza Media generatore CORRETTA (kW)	Potenza Media generatore su 24 h (kW)	GG periodo	GG progressivi	T° ext periodo
2	0	0	0	9	15	0	34567	-	9.6	-	-	-	-	-	-	-
7	5	5	120	9	15	75	34581.3	14.3	9.6	137.28	1.8	1.2	1.144	15.8	15.8	16.8
13	6	11	144	9	15	90	34583.4	2.1	9.6	20.16	0.2	-0.4	0.14	2.32	18.12	19.6
18	5	16	120	9	15	75	34611.1	27.7	9.6	265.92	3.5	2.9	2.216	0	18.12	20.0
23	5	21	120	9	15	75	34634.8	23.7	9.6	227.52	3.0	2.4	1.896	16.82	34.94	16.6
28	5	26	120	9	15	75	34664	29.2	9.6	280.32	3.7	3.1	2.336	25.17	60.11	15.0
3	5	31	120	10	15	75	34681.2	17.2	9.6	165.12	2.2	1.6	1.376	14.91	75.02	17.0
8	5	36	120	10	15	75	34697.5	16.3	9.6	156.48	2.1	1.5	1.304	14.61	89.63	17.1
13	5	41	120	10	15	75	34735.3	37.8	9.6	362.88	4.8	4.2	3.024	30.11	119.74	14.0
18	5	46	120	10	15	75	34793.5	58.2	9.6	558.72	7.4	6.8	4.656	37.82	157.56	12.4
23	5	51	120	10	15	75	34867.9	74.4	9.6	714.24	9.6	8.9	5.952	61.32	218.88	7.7
28	5	56	120	10	15	75	34927.9	60	9.6	576	7.7	7.1	4.8	53.45	272.33	9.3
2	5	61	120	11	15	75	34993.8	65.9	9.6	632.64	8.8	7.8	5.272	53.55	325.88	9.3
7	5	66	120	11	15	75	35071.9	78.1	9.6	749.76	10.0	9.4	6.248	49.62	375.5	10.1
12	5	71	120	11	15	75	35142.9	71	9.6	681.6	9.1	8.5	5.68	44.97	420.47	11.0
17	5	76	120	11	15	75	35258.8	115.9	9.6	1112.64	14.8	14.2	9.272	82.88	503.35	3.4
22	5	81	120	11	15	75	35373.7	114.9	9.6	1103.04	14.7	14.1	9.192	83.57	586.92	3.3
27	5	86	120	11	15	75	35454.6	80.9	9.6	776.64	10.4	9.7	6.472	61.45	648.37	7.7
2	5	91	120	12	15	75	35552	97.4	9.6	935.04	12.6	11.8	7.792	72.52	720.89	5.6
7	5	96	120	12	15	75	35652	100	9.6	960	12.8	12.2	8	58.47	779.36	9.3
12	5	101	120	12	15	75	35769.8	117.8	9.6	1130.88	15.1	14.5	9.424	74.84	854.2	5.0
17	5	106	120	12	15	75	35897.8	128	9.6	1228.8	16.4	15.8	10.24	94.26	948.46	1.1
22	5	111	120	12	15	75	36037.4	139.6	9.6	1340.16	17.9	17.2	11.168	85.2	1033.66	3.0
27	5	116	120	12	15	75	36160.9	123.5	9.6	1185.6	16.0	15.2	9.88	89.06	1122.72	2.2
1	5	121	120	1	15	75	36308	147.1	9.6	1412.16	18.8	18.2	11.768	86.57	1209.29	2.7
6	5	126	120	1	15	75	36436.7	128.7	9.6	1235.52	16.5	15.9	10.296	97.31	1306.6	0.6
10	4	130	96	1	15	60	36522.1	85.4	9.6	819.84	13.7	13.0	8.54	67.24	1373.84	3.2
15	5	135	120	1	15	75	36616.2	94.1	9.6	903.36	12.0	11.4	7.528	72.85	1446.69	5.4
20	5	140	120	1	15	75	36718.2	102	9.6	979.2	13.1	12.4	8.16	68.6	1515.29	6.3
25	5	145	120	1	15	75	36835.6	117.4	9.6	1127.04	15.0	14.4	9.392	75.22	1590.51	5.0
30	5	150	120	1	15	75	36940.4	104.8	9.6	1006.08	13.4	12.8	8.384	52.17	1642.68	3.6
4	5	155	120	2	15	75	37039.6	99.2	9.6	952.32	12.7	12.1	7.936	77.05	1719.73	4.6
9	5	160	120	2	15	75	37146.4	106.8	9.6	1025.28	13.7	13.1	8.544	70.05	1789.78	6.0

Procedura di calcolo – Firma «base»

n_g giorni intercorsi tra le rilevazioni

n_{att} h/giorno di accensione impianto

$n_g * n_{att}$ ore totali in cui l'impianto è rimasto acceso

V_g gas consumato nel periodo

Giorno	Giorni Periodo	Giorni Progressivo	Ore Periodo (h)	Mese	Ore/g Attivazione Impianto	Tempo attivazione impianto (h)	Letture (Nm ³)	Consumi (Nm ³)
2	0	0	0	9	15	0	34567	-
7	5	5	120	9	15	75	34581.3	14.3
13	6	11	144	9	15	90	34583.4	2.1
18	5	16	120	9	15	75	34611.1	27.7
23	5	21	120	9	15	75	34634.8	23.7
28	5	26	120	9	15	75	34664	29.2
3	5	31	120	10	15	75	34681.2	17.2
8	5	36	120	10	15	75	34697.5	16.3
13	5	41	120	10	15	75	34735.3	37.8
18	5	46	120	10	15	75	34793.5	58.2
23	5	51	120	10	15	75	34867.9	74.4
28	5	56	120	10	15	75	34927.9	60
2	5	61	120	11	15	75	34993.8	65.9
7	5	66	120	11	15	75	35071.9	78.1
12	5	71	120	11	15	75	35142.9	71
17	5	76	120	11	15	75	35258.8	115.9
22	5	81	120	11	15	75	35373.7	114.9
27	5	86	120	11	15	75	35454.6	80.9
2	5	91	120	12	15	75	35552	97.4
7	5	96	120	12	15	75	35652	100
12	5	101	120	12	15	75	35769.8	117.8

Procedura di calcolo – Firma «base»

$$P_g = E / (n_g * n_{att})$$

Potenza media
generatore

$$E = V_g * H_i$$

Energia da
combustione

$H_i \text{ CH}_4 \text{ (kWh/Nm}^3\text{)}$	Energia CH_4 (kWh)	Potenza Media generatore (kW)
9.6	-	-
9.6	137.28	1.8
9.6	20.16	0.2
9.6	265.92	3.5
9.6	227.52	3.0
9.6	280.32	3.7
9.6	165.12	2.2
9.6	156.48	2.1
9.6	362.88	4.8
9.6	558.72	7.4
9.6	714.24	9.5
9.6	576	7.7
9.6	632.64	8.4
9.6	749.76	10.0
9.6	691.68	9.1

Gradi Giorno
reali del periodo

$$T_{ext} = 20^\circ\text{C} - GG_r / n_g$$

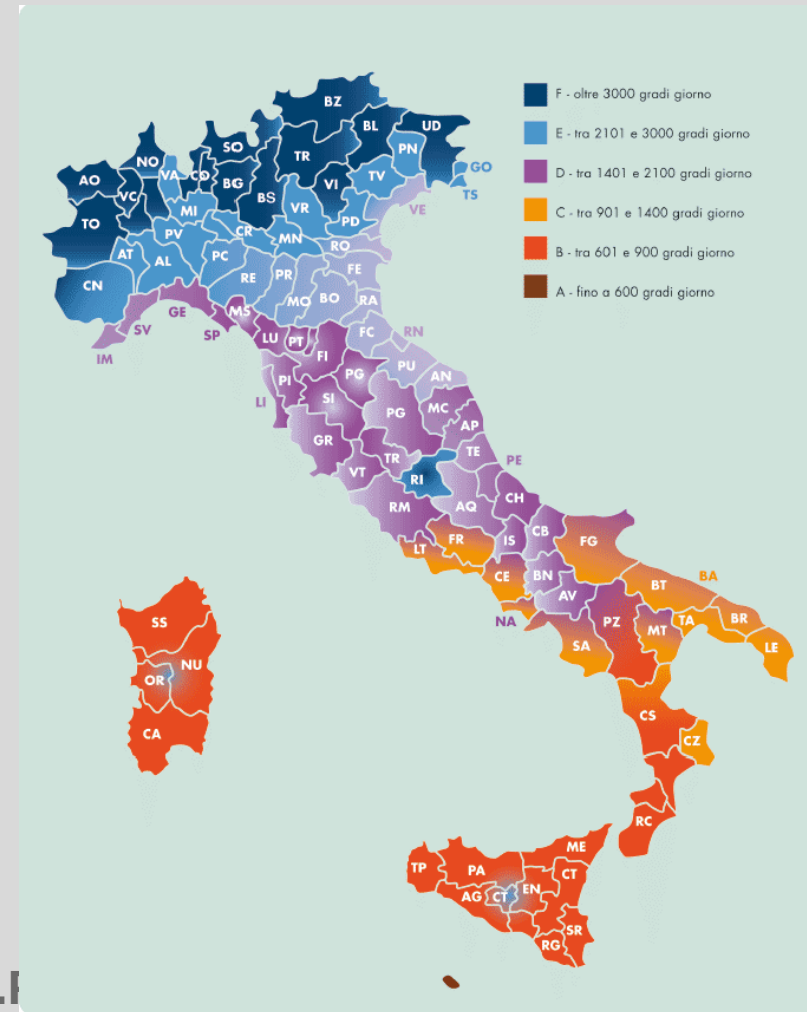
Potenza Media generatore su 24 h (kW)	GG periodo	GG progressivi	T° ext periodo
-	-	-	-
1.144	15.8	15.8	16.8
0.14	2.32	18.12	19.6
2.216	0	18.12	20.0
1.896	16.82	34.94	16.6
2.336	25.17	60.11	15.0
1.376	14.91	75.02	17.0
1.304	14.61	89.63	17.1
3.024	30.11	119.74	14.0
4.656	37.82	157.56	12.4
5.952	61.32	218.88	7.7
4.8	53.45	272.33	9.3
5.272	53.55	325.88	9.3
6.248	49.62	375.5	10.1
5.68	44.07	420.47	11.0

Gradi giorno

Per gradi giorno di una località s'intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente (20°C) e la temperatura media esterna giornaliera (inferiore ai 20°C).

$$GG = \sum_{\text{giorni}} (20^{\circ}\text{C} - T_e)$$

Parametro **convenzionale** rappresentativo delle **condizioni climatiche locali**, utilizzato per stimare al meglio il **fabbisogno energetico** necessario per mantenere gli ambienti ad una temperatura prefissata



D.I.

In base al DPR 412/93 la temperatura media giornaliera viene ottenuto sulla **media di** quattro valori di temperatura: la **massima**, la **minima**, quella riferita alle ore **8.00** e quella riferita alle ore **19.00**

Gradi giorno

Per gradi giorno di una località s'intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell'ambiente (20°C) e la temperatura media esterna giornaliera (inferiore ai 20°C).

$$GG = \sum_{\text{giorni}} (20^{\circ}\text{C} - T_e)$$

Valutazione dei GG negli intervalli di rilevazione del periodo

Data Rilievo	T° media giornaliera (°C)	T° di progetto (°C)	$\Delta T (^{\circ}\text{C}) > 0$ - GG giorno	GG periodo
02/09/2014 01:00	20.94	20	0	
03/09/2014 01:00	21.66	20	0	
04/09/2014 01:00	14.58	20	5.42	
05/09/2014 01:00	14.49	20	5.51	
06/09/2014 01:00	16.24	20	3.76	
07/09/2014 01:00	18.89	20	1.11	15.8
08/09/2014 01:00	19.74	20	0.26	
09/09/2014 01:00	20.66	20	0	
10/09/2014 01:00	19.62	20	0.38	
11/09/2014 01:00	20.28	20	0	
12/09/2014 01:00	19.27	20	0.73	
13/09/2014 01:00	19.05	20	0.95	2.32
14/09/2014 01:00	20.23	20	0	
15/09/2014 01:00	21.07	20	0	
16/09/2014 01:00	20.74	20	0	
17/09/2014 01:00	21.54	20	0	
18/09/2014 01:00	21.75	20	0	0
19/09/2014 01:00	15.41	20	4.59	
20/09/2014 01:00	14.93	20	5.07	
21/09/2014 01:00	16.08	20	3.92	
22/09/2014 01:00	17.84	20	2.16	
23/09/2014 01:00	18.92	20	1.08	16.82
24/09/2014 01:00	18.57	20	1.43	
25/09/2014 01:00	17.56	20	2.44	
26/09/2014 01:00	15.74	20	4.26	
27/09/2014 01:00	10.65	20	9.35	

I GG «reali» cambiano di anno in anno. E' facile osservare come i **consumi per il riscaldamento siano proporzionali ai GG** (e quindi alla **T esterna media calcolata**).



Procedura di calcolo – Firma «base»

Potenza
Risc+ACS+cottura

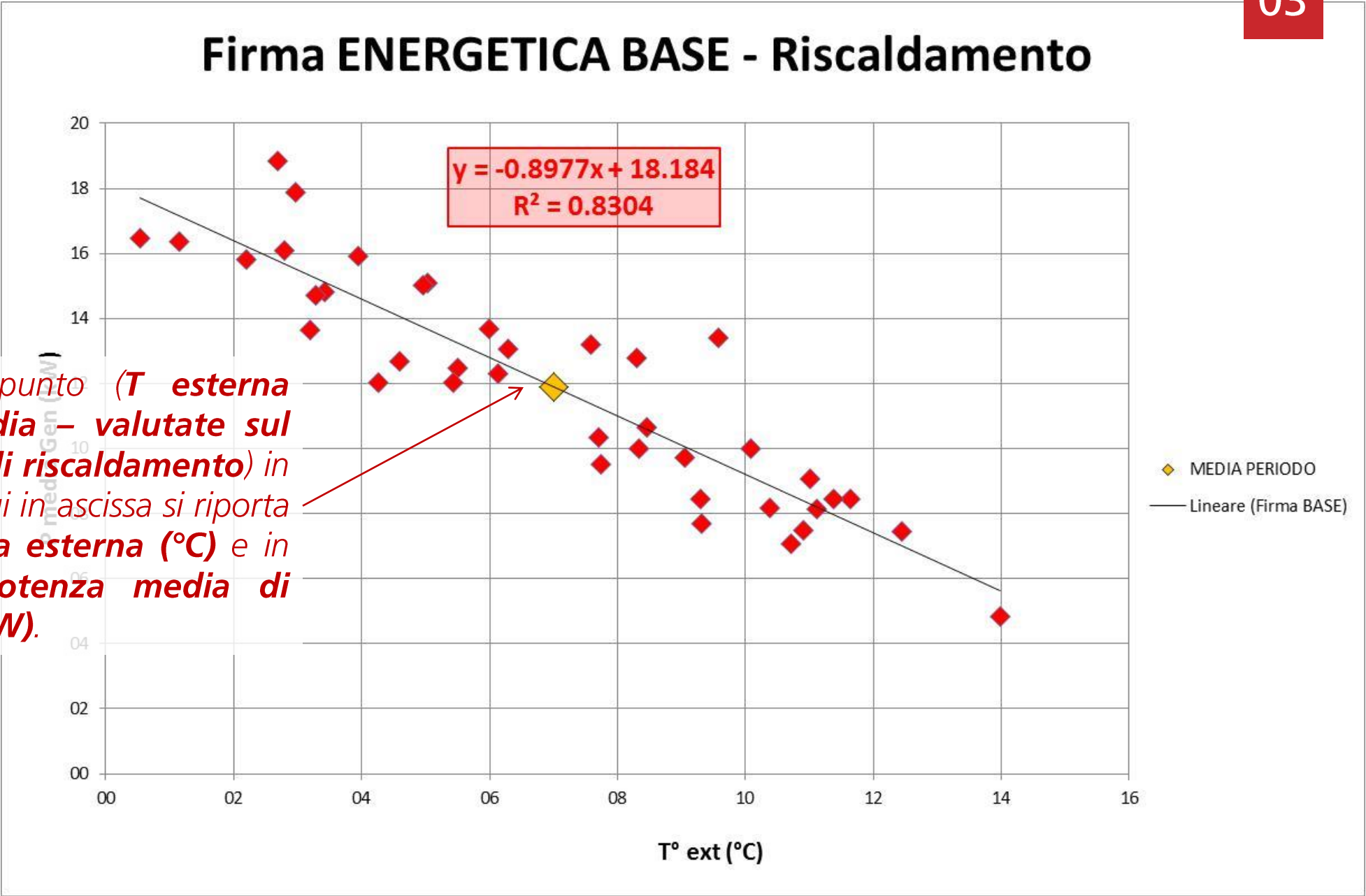
Hi CH ₄ (kWh/Nm ³)	Energia CH ₄ (kWh)	Potenza Media generatore (kW)
9.6	-	-
9.6	137.28	1.8
9.6	20.16	0.2
9.6	265.92	3.5
9.6	227.52	3.0
9.6	280.32	3.7
9.6	165.12	2.2
9.6	156.48	2.1
9.6	362.88	4.8
9.6	558.72	7.4
9.6	714.24	9.5
9.6	576	7.7
9.6	632.64	8.4
9.6	749.76	10.0
9.6	681.6	9.1

T esterna media

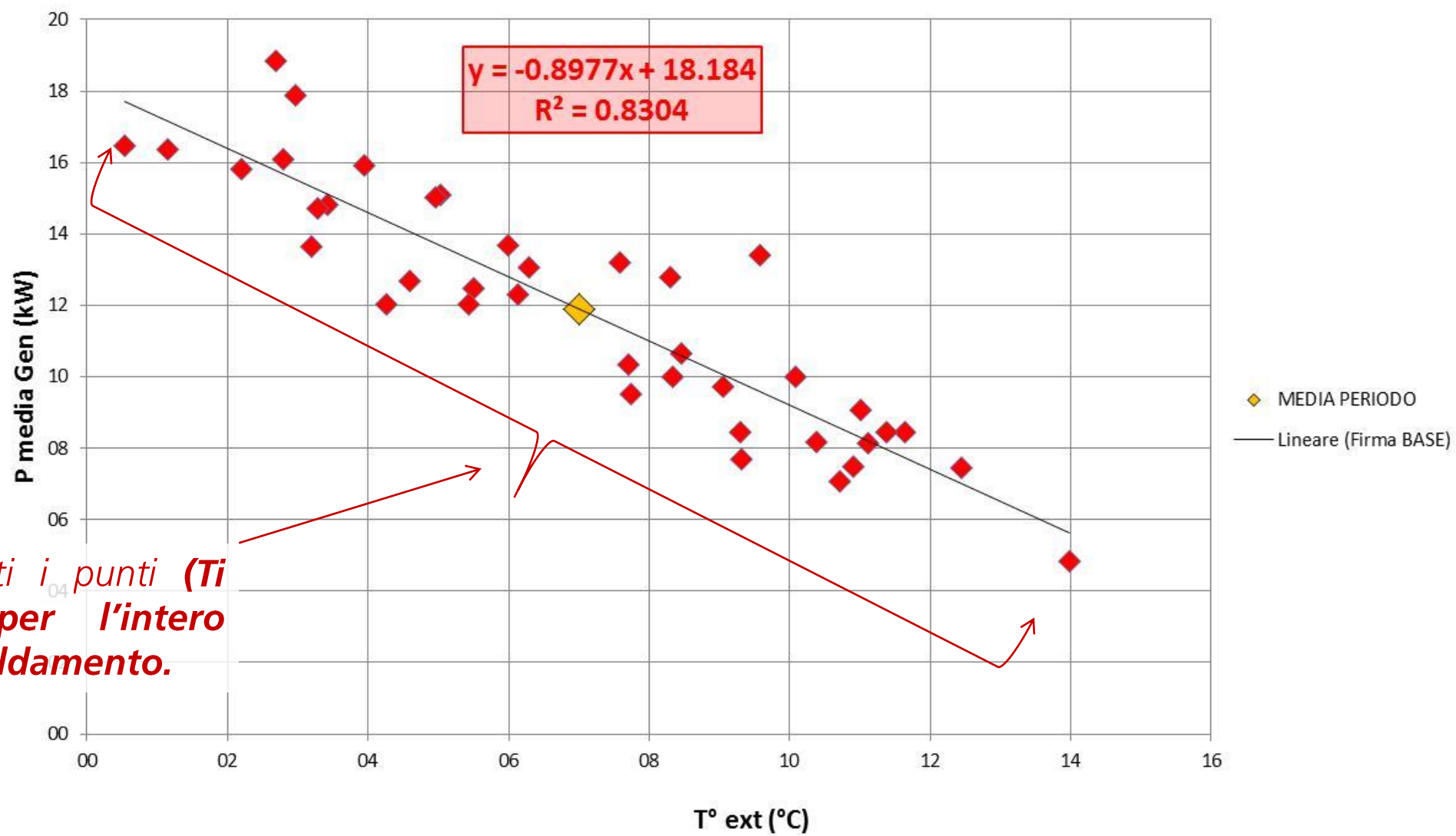
Potenza Media generatore su 24 h (kW)	GG periodo	GG progressivi	T° ext periodo
-	-	-	-
1.144	15.8	15.8	16.8
0.14	2.32	18.12	19.6
2.216	0	18.12	20.0
1.896	16.82	34.94	16.6
2.336	25.17	60.11	15.0
1.376	14.91	75.02	17.0
1.304	14.61	89.63	17.1
3.024	30.11	119.74	14.0
4.656	37.82	157.56	12.4
5.952	61.32	218.88	7.7
4.8	53.45	272.33	9.3
5.272	53.55	325.88	9.3
6.248	49.62	375.5	10.1
5.68	44.97	420.47	11.0

1

Si riporta il punto (*T* esterna media; *P* media – valutate sul solo periodo di riscaldamento) in un grafico in cui in ascissa si riporta la **temperatura esterna (°C)** e in ordinata la **potenza media di generatore (kW)**.



Firma ENERGETICA BASE - Riscaldamento



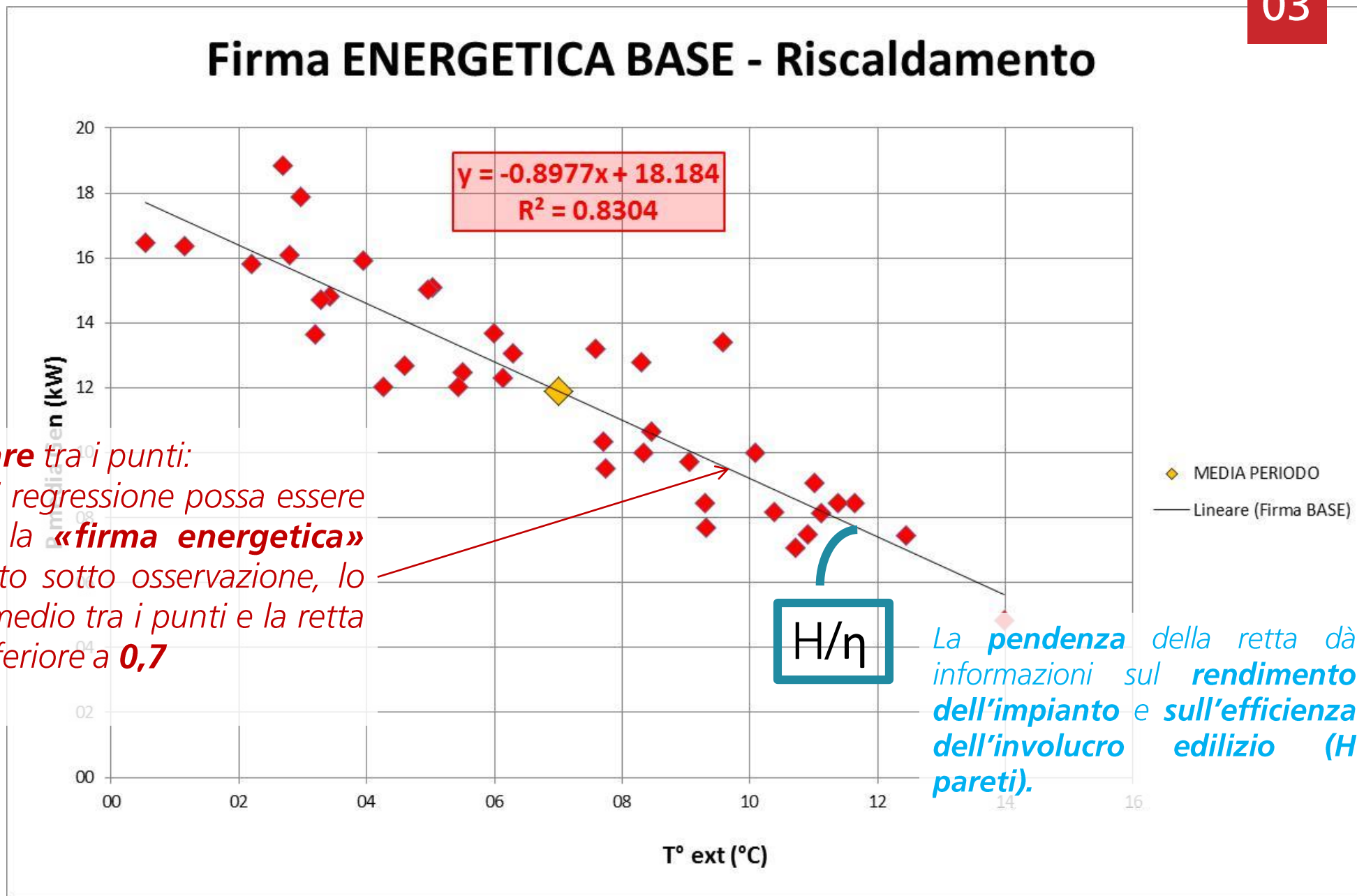
2

Si riportano tutti i punti (T_i esterna; P_i) per l'intero periodo di Riscaldamento.

3

Regressione lineare tra i punti:

Affinché la retta di regressione possa essere considerata come la **«firma energetica»** dell'edificio-impianto sotto osservazione, lo scarto quadratico medio tra i punti e la retta non deve essere inferiore a **0,7**



Procedura di calcolo – Firma «corretta»

Rilievo consumi ACS e cottura

$$ACS = a \cdot S_u / 24h \text{ [kW]}$$

Valori di a per le abitazioni (l/Gm^2)

Fabbisogni	Calcolo in base al valore di S_u per unità immobiliare [m^2]			Valore medio riferito a $S_u = 80 m^2$
	≤ 50	51- 200	> 200	
a	1,8	$4,514 \times S_u^{-0,2356}$	1,3	1,6
Fabbisogno equivalente di energia termica utile [$Wh/G m^2$]	52,3	$131,22 \times S_u^{-0,2356}$	37,7	46,7
Fabbisogno equivalente di energia termica utile [kWh/m^2 anno]	19,09	$47,9 \times S_u^{-0,2356}$	13,8	17,05

**CORREZIONE
ACS+USO
COTTURA (kW)**

0.619



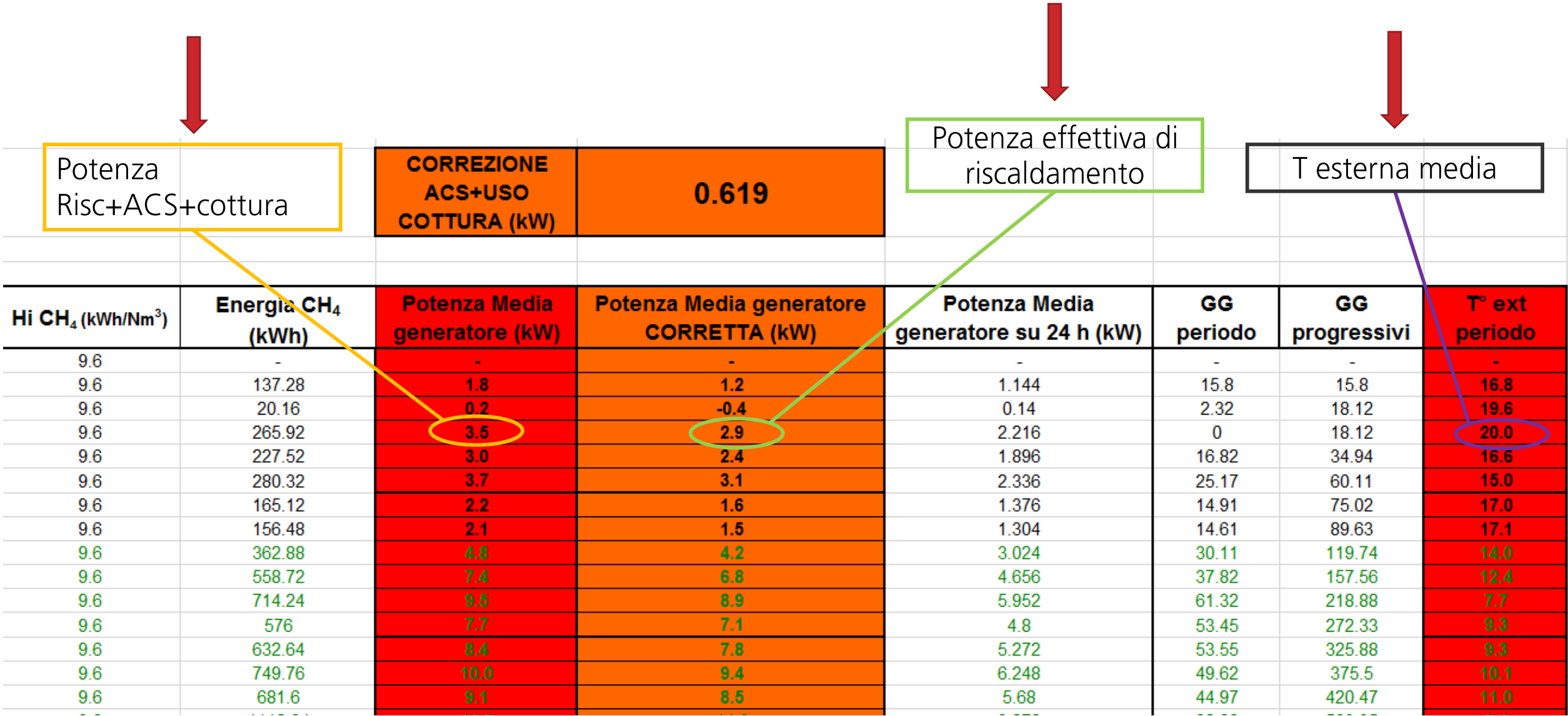
$$Cottura = x / 24h$$

Fabbisogni standard di energia per usi di cottura

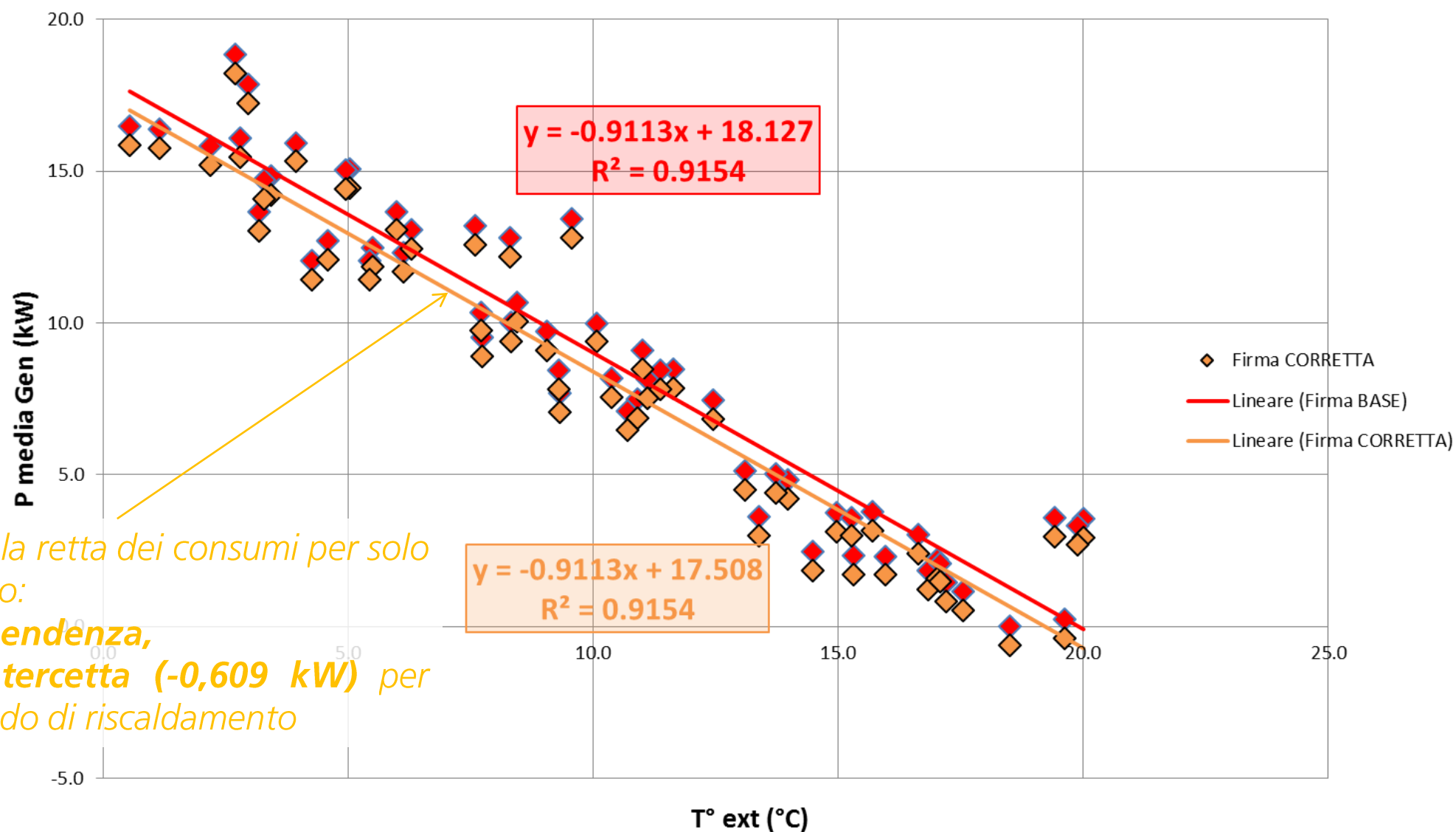
Superficie dell'abitazione	Fabbisogno specifico [kWh/G]
Fino a $50 m^2$	4
Oltre $50 m^2$ e fino a $120 m^2$	5
Oltre $120 m^2$	6



Procedura di calcolo – Firma «corretta»



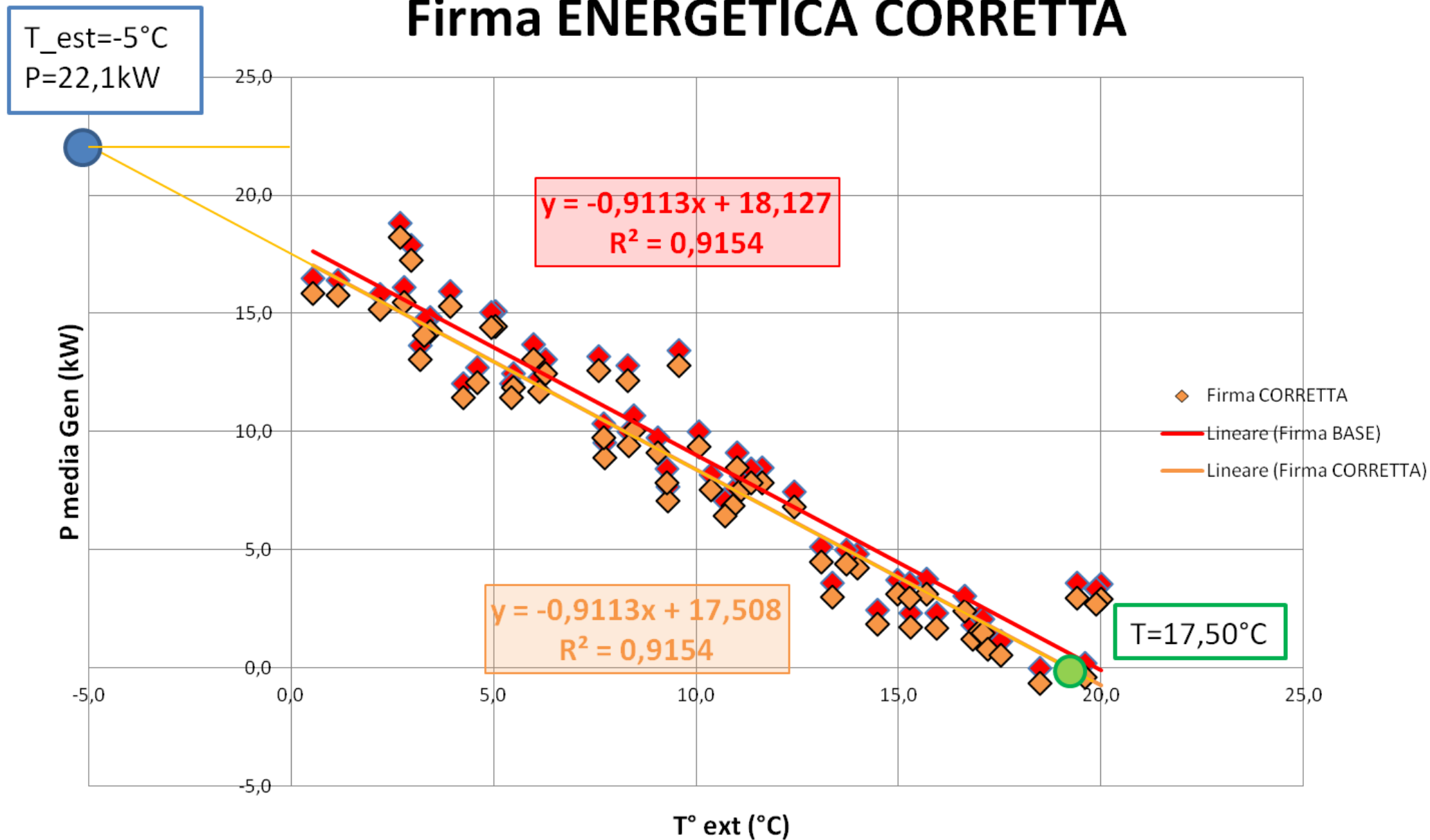
Firma ENERGETICA CORRETTA



In arancione la retta dei consumi per solo riscaldamento:

- **Analoga pendenza,**
- **Varia l'intercetta (-0,609 kW) per l'intero periodo di riscaldamento**

Firma ENERGETICA CORRETTA



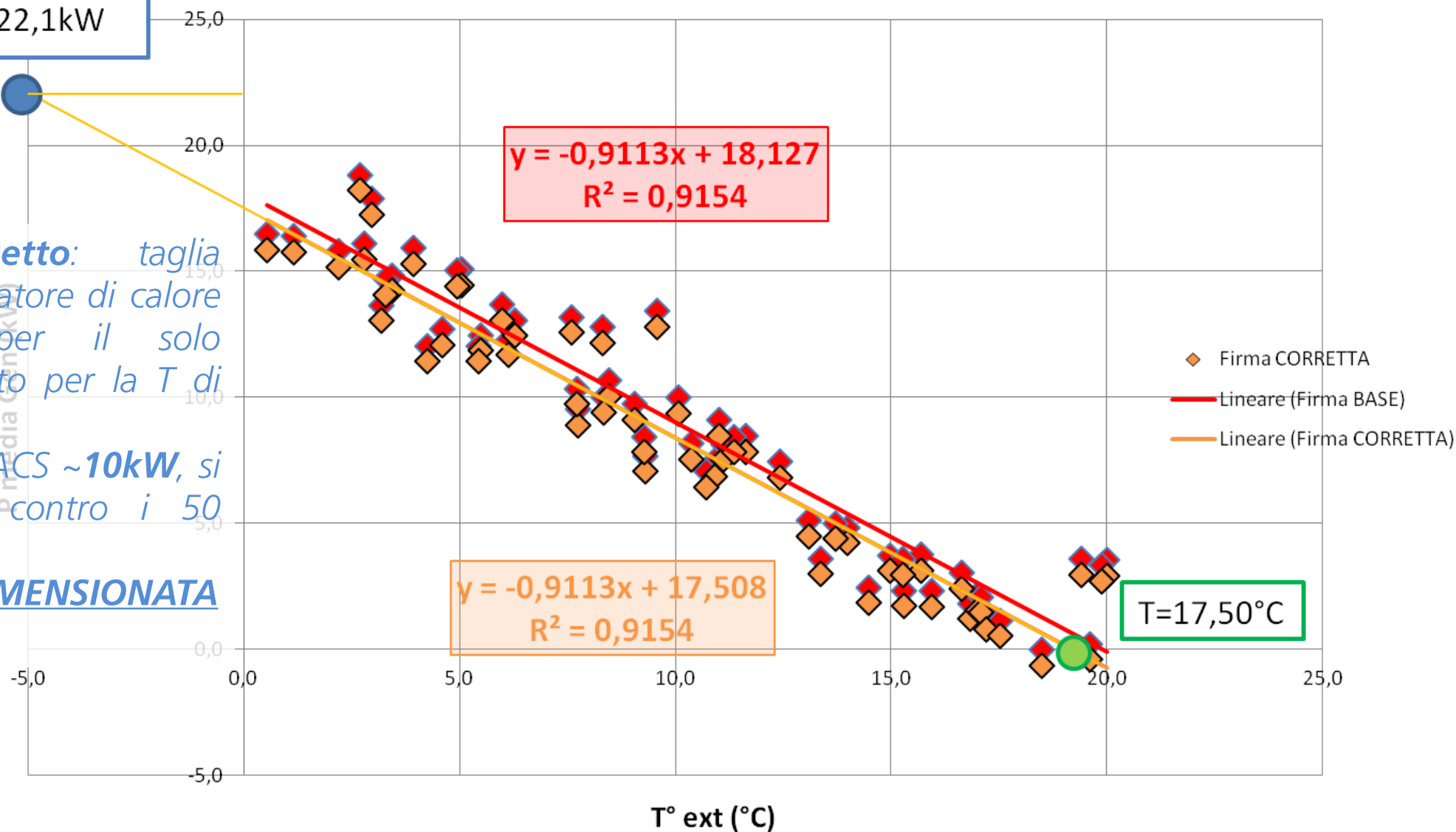
Firma ENERGETICA CORRETTA

$T_{est} = -5^{\circ}\text{C}$
 $P = 22,1\text{kW}$

Punto di progetto: taglia «ottimale» del generatore di calore pari a **23kW** per il solo riscaldamento valutato per la T di progetto: **-5°C** .

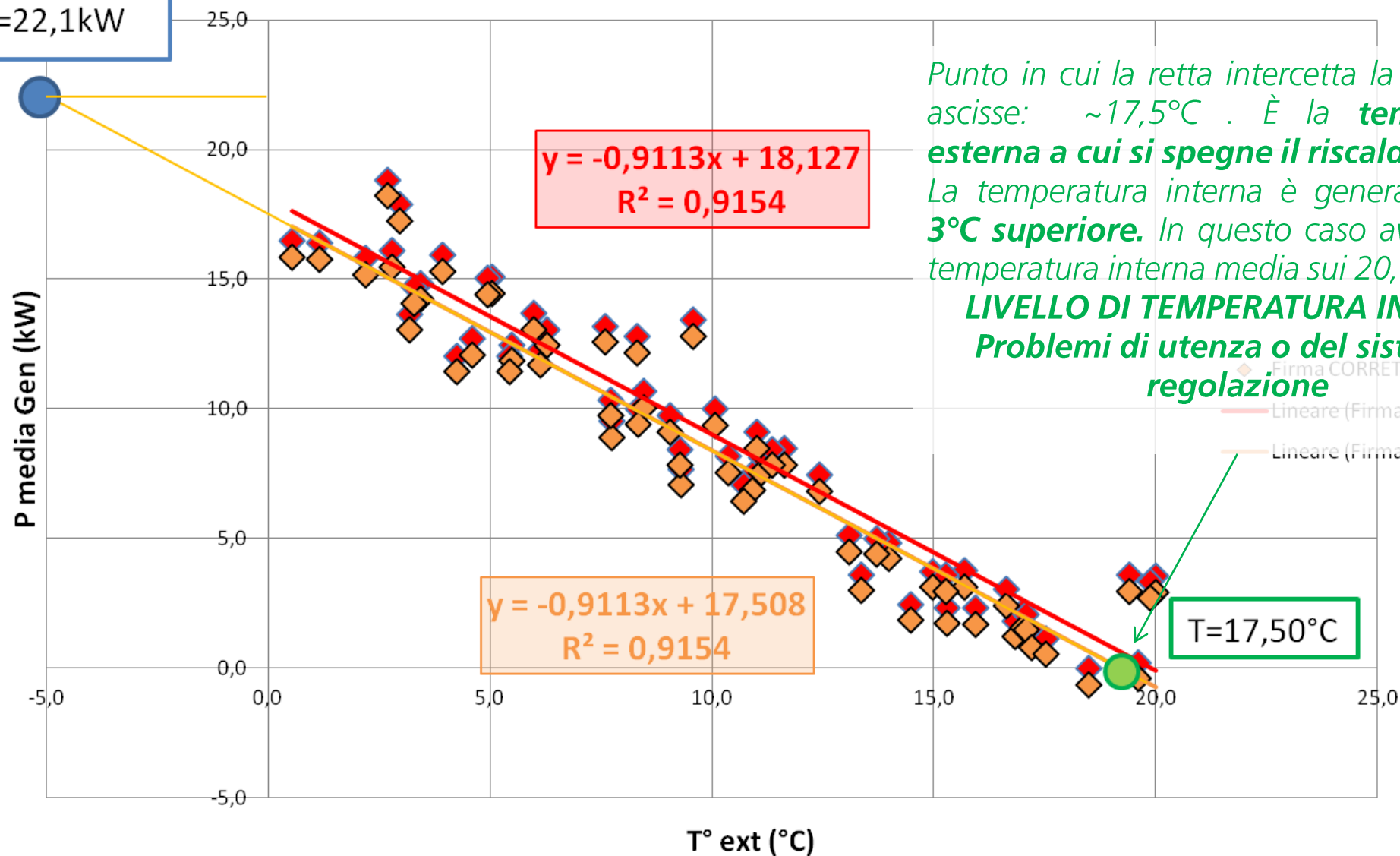
Considerata anche l'ACS ~**10kW**, si arriva a **33 kW**, contro i 50 installati.

CALDAIA SOVRADIMENSIONATA



Firma ENERGETICA CORRETTA

$T_{est} = -5^{\circ}\text{C}$
 $P = 22,1\text{kW}$



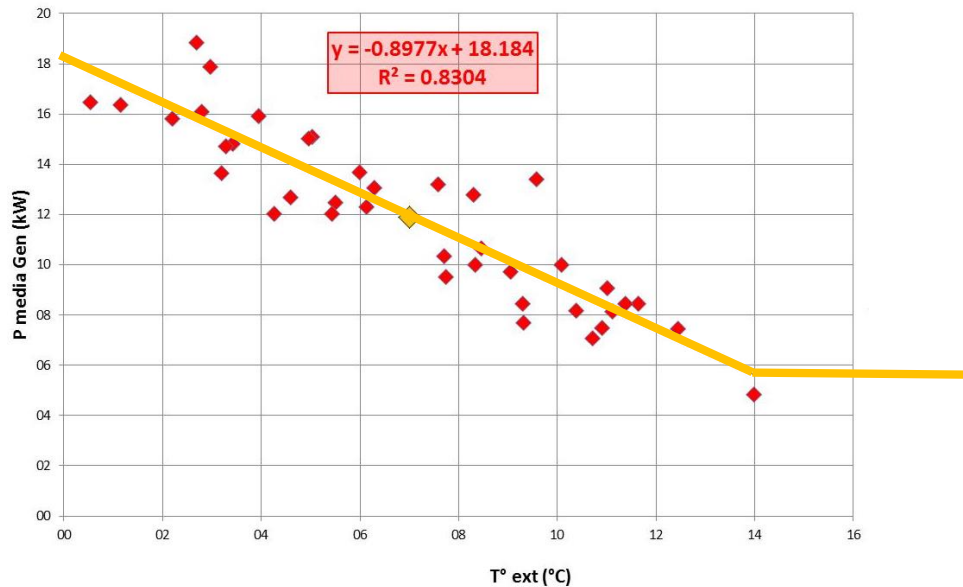
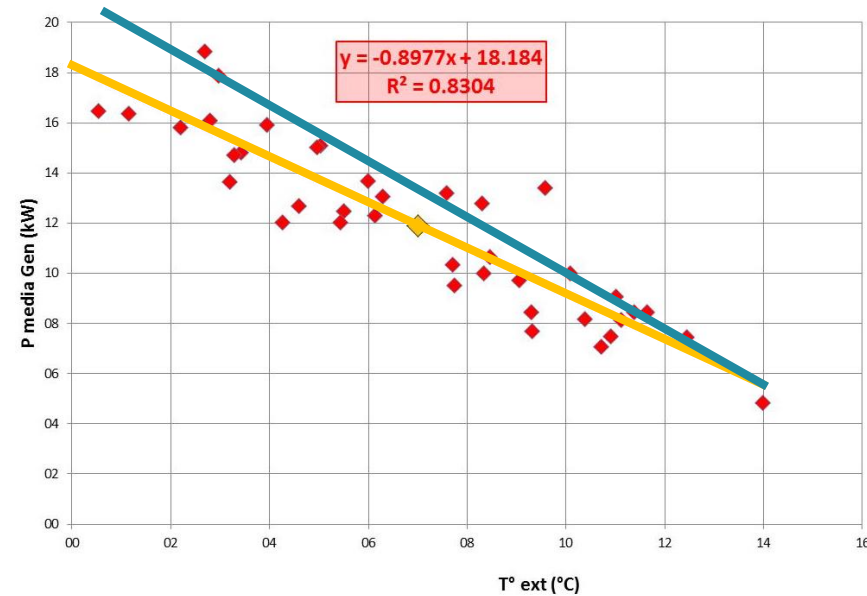
Punto in cui la retta intercetta la retta delle ascisse: $\sim 17,5^{\circ}\text{C}$. È la **temperatura esterna a cui si spegne il riscaldamento**. La temperatura interna è generalmente di **3°C superiore**. In questo caso avremo una temperatura interna media sui $20,5^{\circ}\text{C}$.

LIVELLO DI TEMPERATURA INTERNA
Problemi di utenza o del sistema di regolazione

Cause di deviazione dei consumi: Interpretazione Risultati

❑ Pendenza eccessiva della firma:

- *coibentazione involucro inferiore a quanto progettato*
- *basso rendimento impianto*



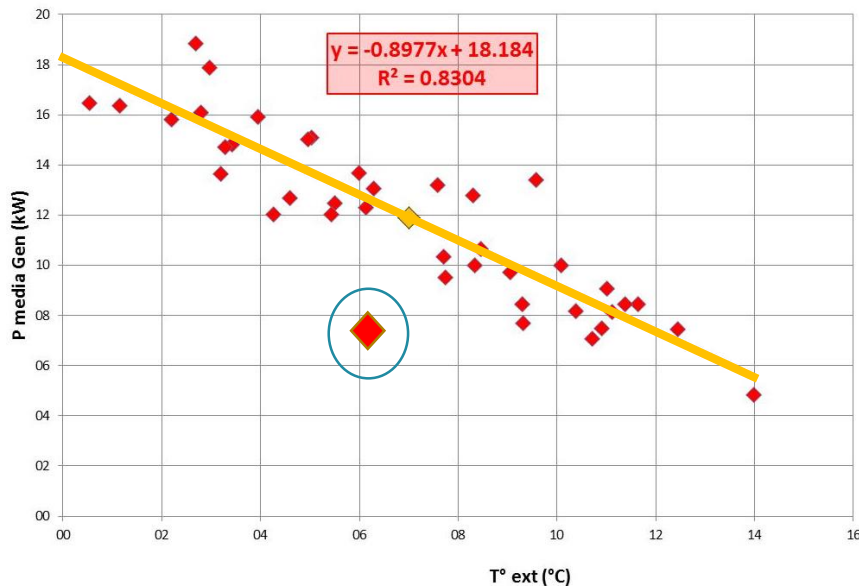
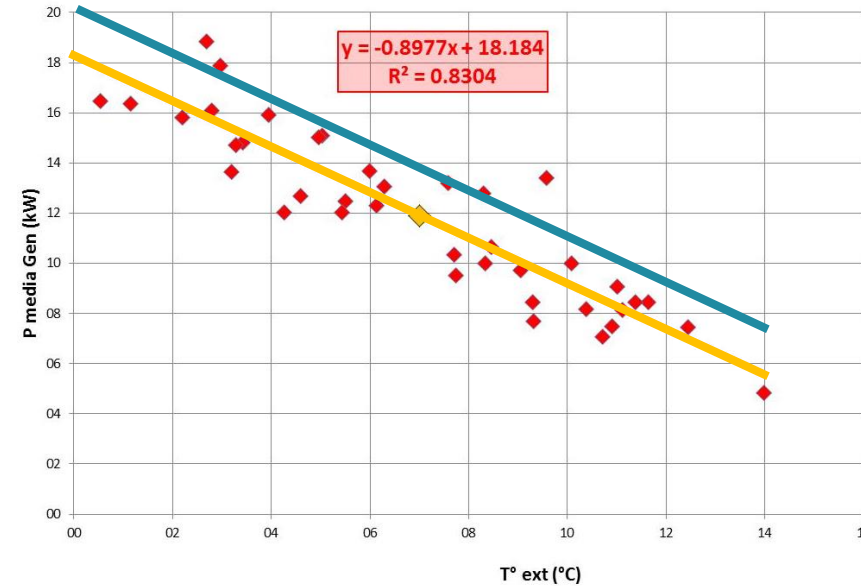
❑ Cambio di pendenza

- *cambiamento nella gestione dell'impianto:
es. estate*

Cause di deviazione dei consumi: Interpretazione Risultati

❑ Firma spostata in alto:

- *Temperature interne troppo elevate*
- *Perdite di combustibile o di acqua o consumi anomali di acqua calda sanitaria (perdita rubinetti, etc.)*



❑ Errori di lettura/Funzionamento anomalo a spot:

- *es. periodi di non sfruttamento dell'edificio (vacanza)*

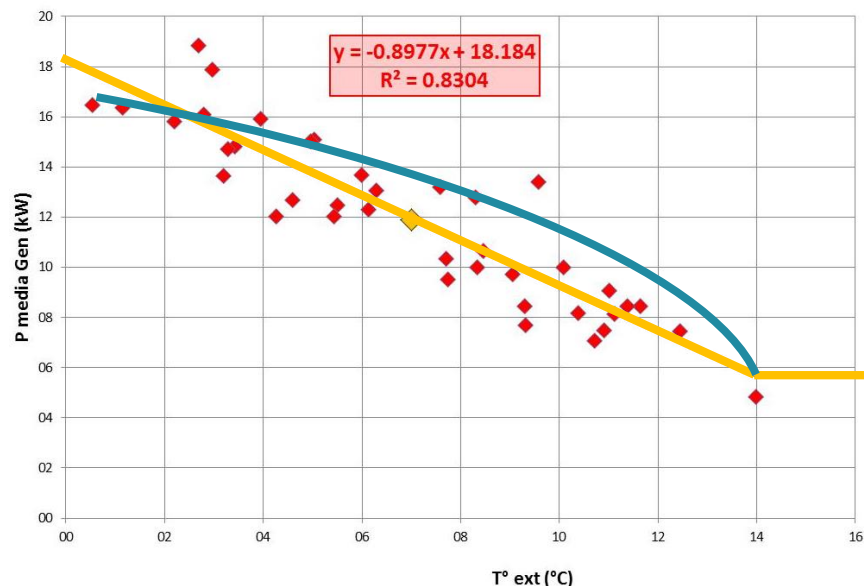
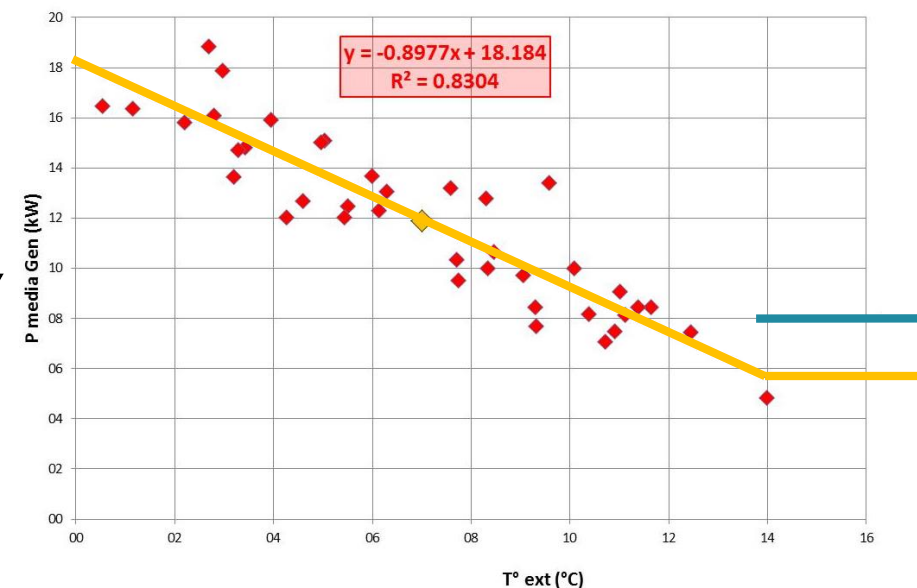
Cause di deviazione dei consumi: Interpretazione Risultati

La firma energetica



❑ Consumi costanti elevati in estate:

- perdite di rete maggiori di quelle calcolate,
- coibentazione della rete di ricircolo inferiore a quella progettata,
- perdite di acqua calda sanitaria,
- difetto di tenuta all'aria dell'involucro edilizio
- problemi nella compensazione climatica etc.



❑ Potenza media non proporzionale ai gradi giorno (Gobba della firma in corrispondenza alle stagioni intermedie)

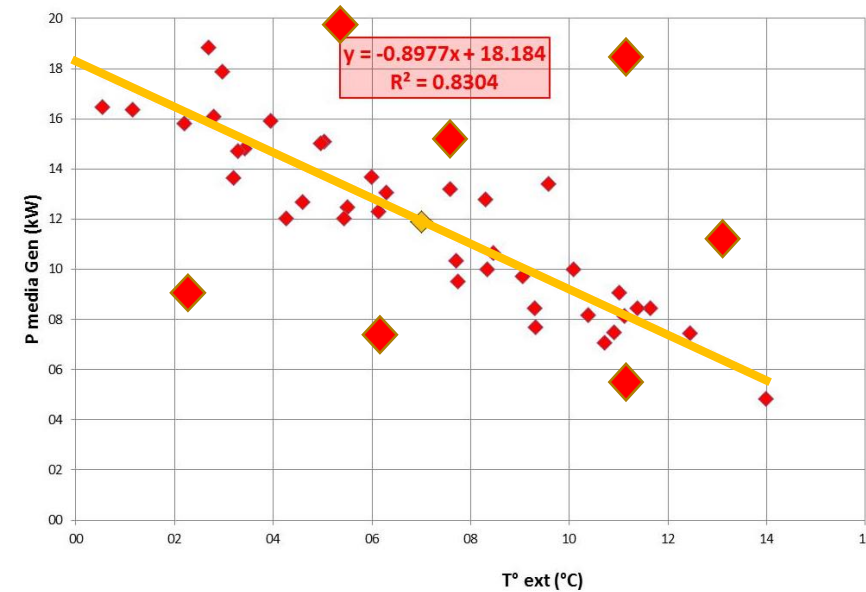
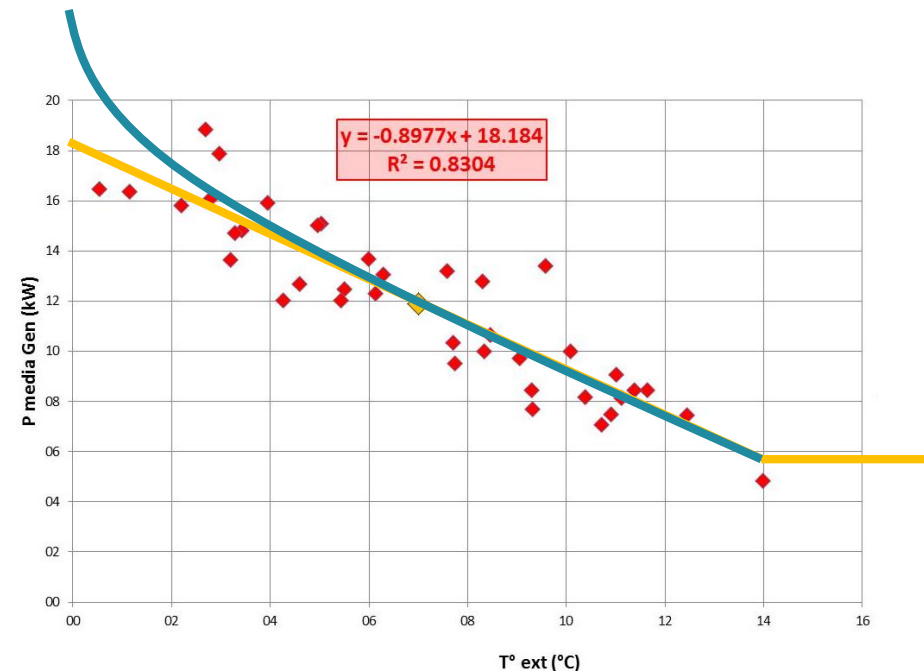
- Regolazioni inadeguate od errate
- problemi di regolazione dell'impianto, il quale non reagisce correttamente ad aumenti della temperatura esterna. Nelle mezze stagioni non sono sfruttati gli apporti gratuiti.
- Andamento climatico sfavorevole: nella firma il clima è neutralizzato



Cause di deviazione dei consumi: Interpretazione Risultati

□ Dispersione dei dati

- *problemi di regolazione dell'impianto/ mancato sfruttamento apporti gratuiti*



□ Aumento anomalo della potenza a basse temperature esterne

- *difetto di tenuta all'aria dell'involucro edilizio o problemi nella regolazione/compensazione climatica*

Firma di progetto

Per ogni mese si associa il punto di progetto così calcolato:

- **Potenze medie mensili calcolate:** Si calcola la potenza media che il generatore deve mensilmente erogare per neutralizzare le dispersioni calcolate secondo la **UNI 11300**
- Temperature esterna media mensili da **UNI 10349**

Progetto

Calcolo standard

$$P_m = \frac{Q_h}{3,6 \cdot 24 \cdot n}$$

UNI 10349

$T_{e,m}$

E' la medesima correlazione che c'è tra Diagnosi e Certificazione Energetica

Consumo

Rilievi consumo

$$P'_m = \frac{C_h}{24 \cdot n'}$$

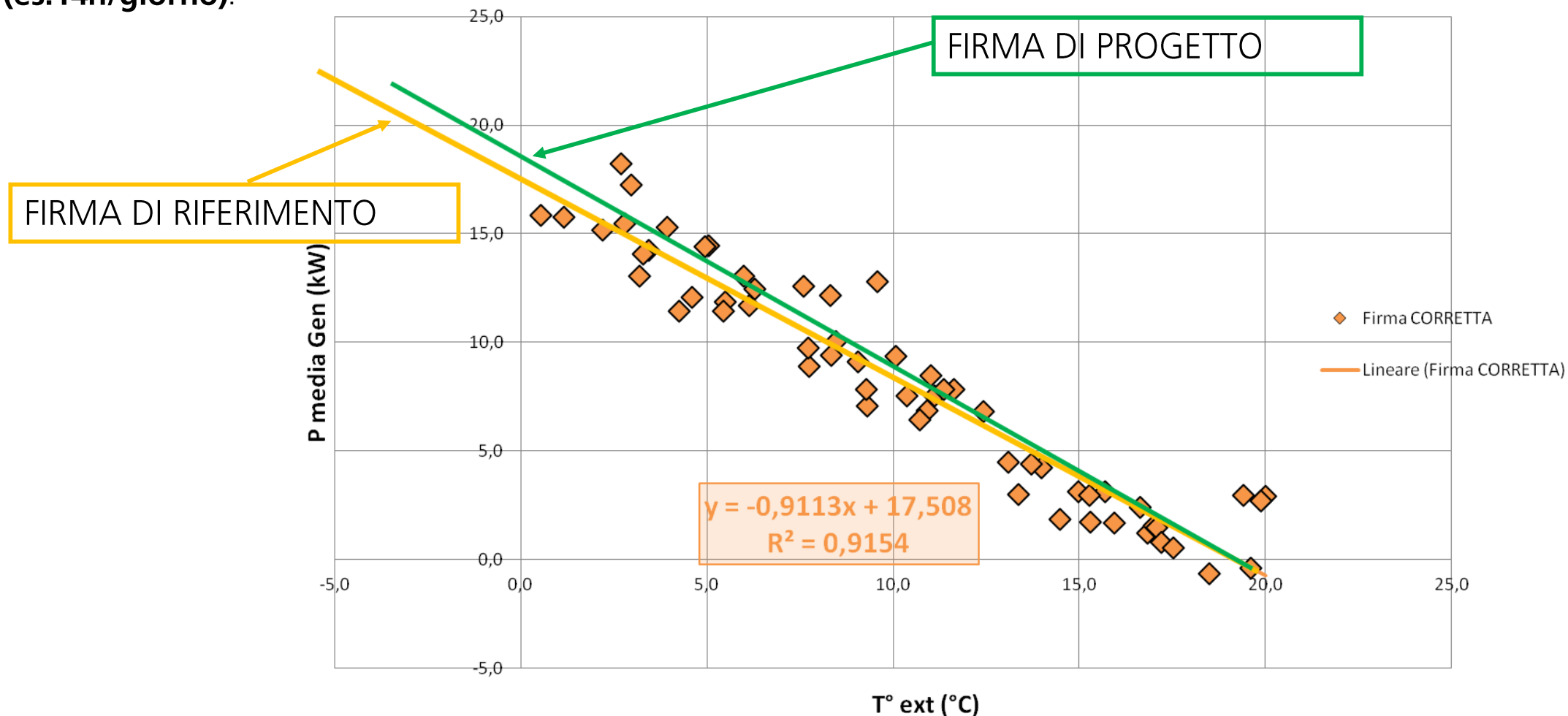
Centraline meteo

$T'_{e,m}$

Firma di progetto

Permette di verificare la congruità dei **consumi con la classe energetica**.

Confronto tra la **firma energetica di riferimento valutata su CONSUMI REALI** e la **firma energetica DI PROGETTO** adattata, cioè considerando un funzionamento dell'impianto **non continuo (24h/giorno) ma come utilizzato dall'utenza (es.14h/giorno)**.



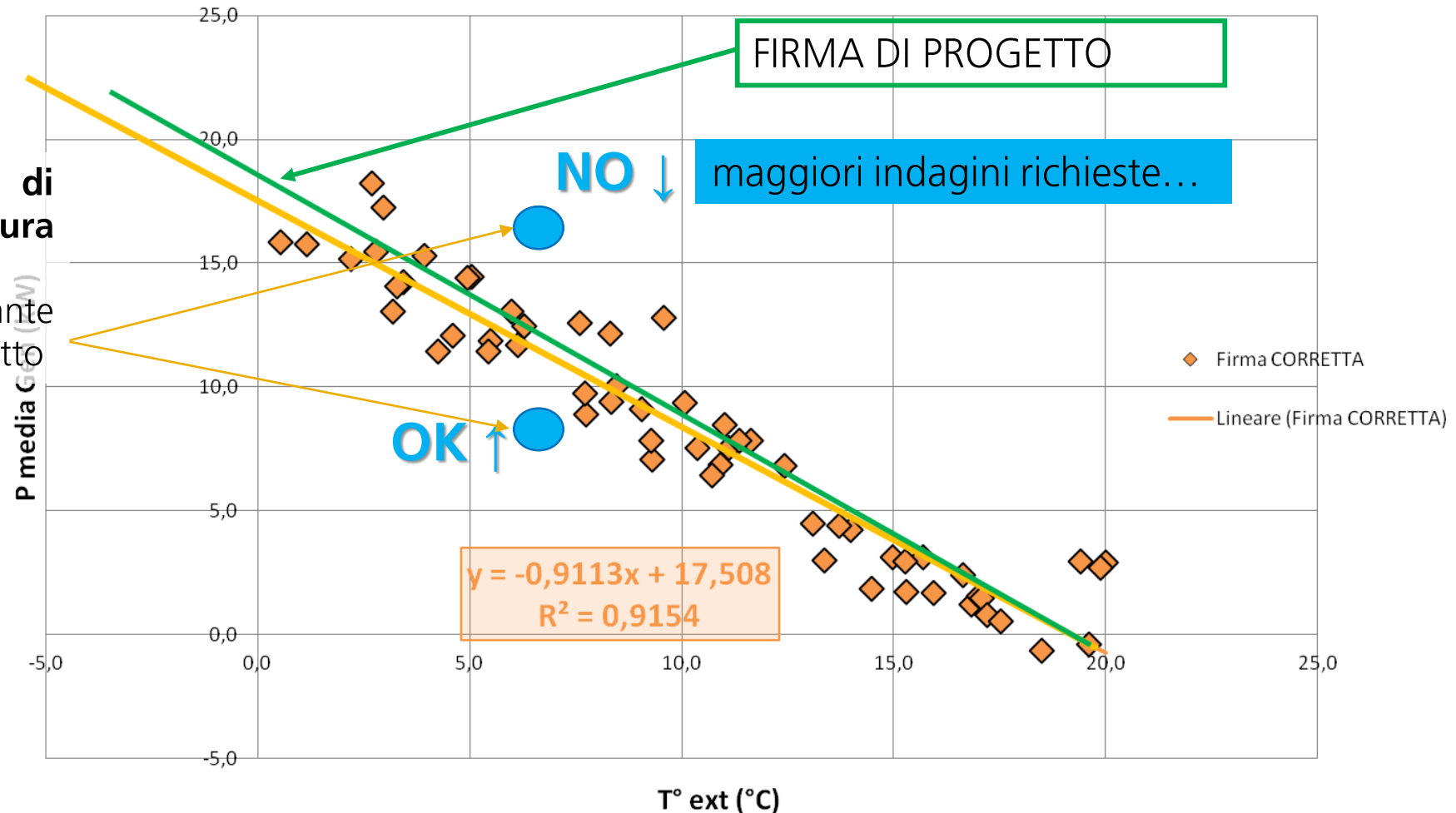
Firma di progetto – verifica congruità dei consumi

Permette di verificare la congruità dei **consumi con la classe energetica**.

Confronto tra la **firma energetica di riferimento valutata su CONSUMI REALI** e la **firma energetica DI PROGETTO** adattata, cioè considerando un funzionamento dell'impianto **non continuo (24h/giorno) ma come utilizzato dall'utenza (es. 14h/giorno)**.

Su una settimana:

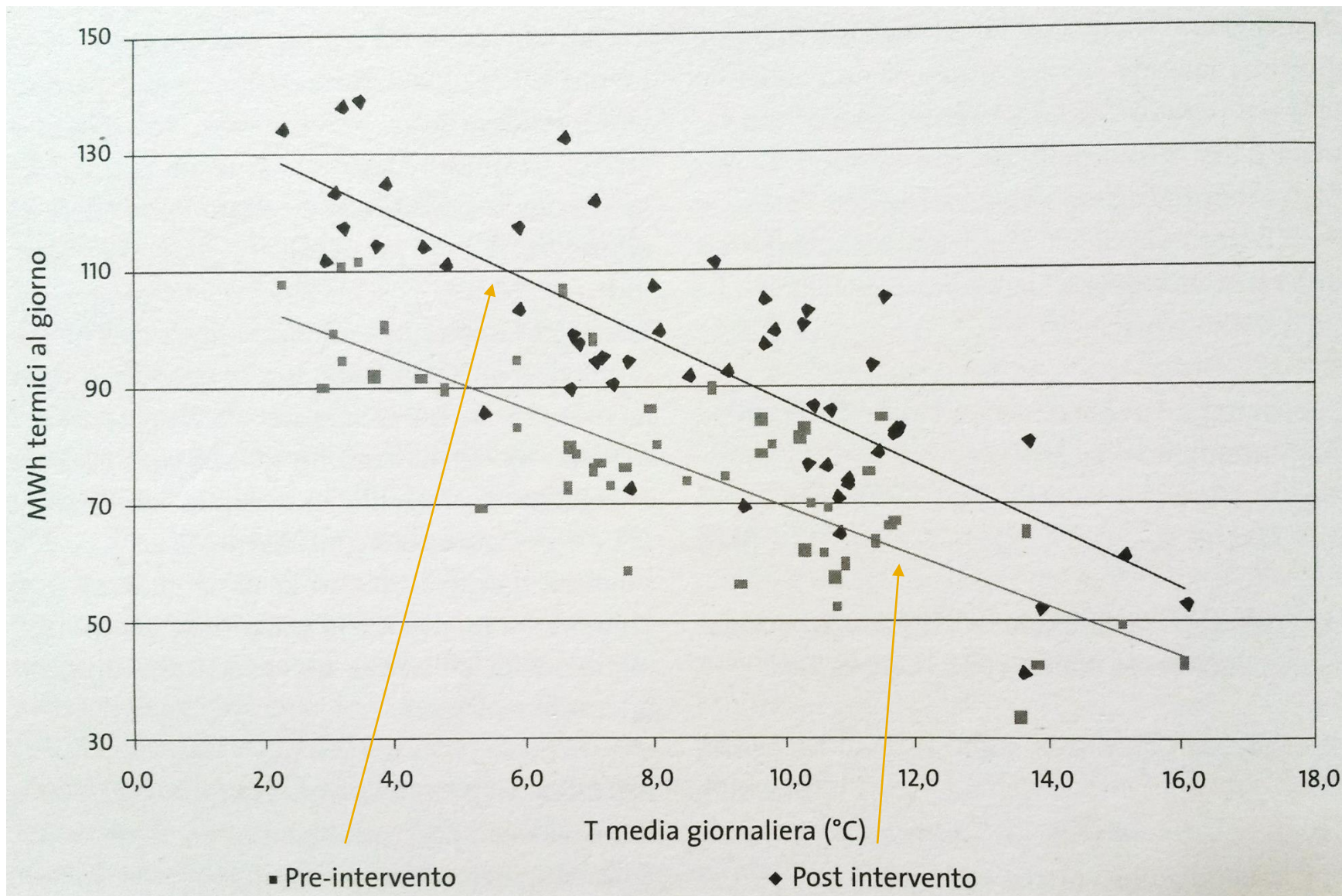
- Fare un **rilevamento del consumo di combustibile e della temperatura esterna media giornaliera**
- Valutare la posizione del punto risultante rispetto alla firma energetica di progetto



Verifica di retrofit

Verifica della firma energetica pre e post intervento per **valorizzare l'efficacia degli interventi di «efficientamento energetico»**

- **Minore pendenza retta** => minor trasmittanza edificio, ossia intervento effettuato sulle dispersioni di involucro
- **Riduzione della T di accensione impianto:** temperatura per $y=0$, anch'esso frutto della riduzione di dispersioni
- **Riduzione della Taglia del Generatore:** potenza per $x=0$, suggerisce una sostituzione.



Riassumendo

La **Firma Energetica** è utile per verificare la **certificazione energetica** (confronto firma di progetto-consumi reali), per identificare miglioramenti/interventi (sostituzione della caldaia, isolamento) e rilevare problematiche di gestione (temperature di set-point elevate) durante un **audit energetico** e in fase di **manutenzione**.

N.B.: Tale metodo non richiede l'utilizzo di dispositivi di misura ma solo il rilievo periodico dei reali consumi del sistema.



Contatti



Via Granarolo 62, 48018 Faenza (RA), Italy



+39 0546 678548



www.certimac.it



l.laghi@certimac.it, c.ugolini@certimac.it



www.slideshare.com/CertiMaC



www.linkedin.com/company/certimac



twitter.com/tecnopolomitai

