METRICA
METRology Institutional CAtalog

ISTITUTO NAZIONALE DI RICERCA METROLOGICA
Repository Istituzionale

Verifica misuratori di portata installati nel Simulatore Termoidraulico INRiM per Dispositivi di Misurazione dell'Energia Termica

Original
Verifica misuratori di portata installati nel Simulatore Termoidraulico INRiM per Dispositivi di Misurazione dell'Energia Termica / Orio, M., Santiano, M., Saba, F.. - (2026).

Availability:
This version is available at: 11696/90279 since: 2026-09-24T12:17:26Z

Publisher:

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

27 October 2026

M. Orio, M. Santiano, F. Saba

Verifica misuratori di portata installati nel Simulatore Termoidraulico INRiM per Dispositivi di Misurazione dell'Energia Termica

R.T. 13/2026 Maggio 2026

RAPPORTO TECNICO I.N.RI.M.

Abstract in Italiano

Il presente rapporto descrive l'attività di verifica dei misuratori di portata ISOIL MS 501 tarati installati nel Simulatore Termoidraulico INRiM per Dispositivi di Misurazione dell'Energia Termica (Mockup) presente nell'edificio 4, con l'obiettivo di valutarne la funzionalità e l'accuratezza mediante confronto con un misuratore di portata verificato.

Abstract in Inglese

This report describes the verification of the calibrated flow meters ISOIL MS 501 installed on INRiM Thermohydraulic Simulator for Thermal Energy Measurement Devices (Mockup) present in Building 4, with the aim of assessing their functionality and accuracy by comparing them with a verified flow meter.

Sommario

1 Introduzione 4

2 Funzionamento dei misuratori di portata ISOIL ISOMAG MS 501 5

3 Metodologia 6

3.1 Definizione dei radiatori in verifica 6

3.2 *Definizione delle portate testate e del tempo* 7

4 Risultati delle misure 8

5 Grafici risultati delle misure per ogni colonna 9

6 Analisi degli errori 13

6.1 Errori assoluti 13

6.2 Errori percentuali 15

7 Conclusioni 17

Allegato A – File "Taratura.txt" per l'inserimento radiatori in taratura 18

Allegato B – Descrizione del file di registrazione delle misure 19

Allegato C – Grafici risultati delle misure per ogni radiatore 20

1 Introduzione

Il Simulatore Termoidraulico INRiM per Dispositivi di Misurazione dell'Energia Termica, Mockup, è collocato all'interno dell'edificio 4 dell'INRIM. Questo impianto è progettato per simulare le condizioni operative di un sistema di riscaldamento in ambito civile, riproducendo le dinamiche termiche che si riscontrano negli edifici residenziali e commerciali.

L'impianto Mockup è costituito da 40 termosifoni di differenti dimensioni e materiali distribuiti su due pareti distinte (Nord e Sud). Sono stati scelti per rappresentare la maggior parte dei materiali di fabbricazione e delle tipologie comunemente in commercio, offrendo così un ambiente di test estremamente versatile e realistico.

Sull'impianto, in corrispondenza di dei termosifoni, sono installati 112 sensori di temperatura PT100, 40 misuratori di portata ISOIL ISOMAG MS 501 e 40 sensori di pressione.

L'obiettivo primario dei Mockup è la verifica dei contabilizzatori di calore (HCA) e questo set up sperimentale permette di valutare il loro comportamento in presenza di diverse inerzie termiche e caratteristiche di scambio di calore.

I misuratori di portata sono fondamentali per questo obiettivo poiché sono utilizzati per misurare le che attraversano i termosifoni e quindi l'energia termica con la quale si può verificare l'affidabilità della valutazione effettuata dai contabilizzatori.

L'attività descritta in questo rapporto si concentra sulla verifica della funzionalità dei misuratori di portata ISOIL ISOMAG MS 501 tarati installati su questa infrastruttura dopo un periodo di inutilizzo e stabilire se necessitano di sostituzione o di una nuova taratura.

2 Funzionamento dei misuratori di portata ISOIL ISOMAG MS 501

Il misuratore ISOIL ISOMAG MS501 è un sensore di portata elettromagnetico (flussometro) progettato per misurare portate volumetriche di liquidi conduttivi in tubazioni
E' dotato di bobine che creano un campo magnetico, quando il fluido è conduttivo (conduttività di almeno 20 µS/cm), la corrente attraversa questo campo e si crea una tensione tra due elettrodi. Il valore della tensione indotta è proporzionale all'intensità del campo magnetico, alla velocità del fluido e al diametro del tubo.
La formula di base che descrive il fenomeno è:

$e=k \cdot B \cdot D \cdot v$

dove:

- *e* è la tensione indotta,
- *B* è l'intensità del campo magnetico,
- *D* è il diametro interno del tubo,
- *v* è la velocità del fluido,
- *k* è una costante del sistema

Il dispositivo converte questa tensione in un segnale di output, che può essere configurato come corrente (4-20 mA) oppure impulsi (1ml/impulso).

Figura 1 Flussimetro ISOIL ISOMAG MS 501

Il misuratore ISOIL ISOMAG MS501 è realizzato con i seguenti materiali:

Corpo sensore:	acciaio inox AISI 304 o 316
Rivestimento interno:	PTFE
Elettrodi:	AISI 316

Nell'impianto sono installati 40 misuratori di portata ISOIL ISOMAG MS501 di diametro DN 8 che garantiscono una velocità dell'acqua di 1-3 m/s in modo da avere massima precisione e stabilità della misura.
E' garantita un'accuratezza fino a ±0,2% del valore letto.

3 Metodologia

Per effettuare la verifica dei misuratori di portata si usa l'impianto Mockup avviando un programma Movicon specifico e separato da quello utilizzato nel normale esercizio.
I misuratori di portata sono stati verificati mediante confronto con il misuratore "main" di riferimento (Fe7) montato in ingresso all'impianto.

3.1 Definizione dei radiatori in verifica

Si inseriscono i misuratori di portata interessati alla verifica tramite un file ".txt" (Allegato A) utilizzando il codice univoco associato a ciascun radiatore e definito da una lettera, N per i radiatori sulla parte Nord ed S per quelli sulla parte Sud, e da un numero che indica la posizione sulla relativa parete.
Si è scelto di testare i radiatori utilizzando la distribuzione verticale (a colonne) partendo dalla parete Nord con il radiatore N20 al primo piano, proseguendo sulla colonna con N15, N10 ed N5, per poi passare alla colonna successiva (N19, N14, N9 ed N4), fino a terminare con l'ultima colonna della parete Sud (S20, S15, S10 ed S5).

PARETE NORD

	colonna 1	colonna 2	colonna 3	colonna 4	colonna 5
Piano 1	N5	N4	N3	N2	N1
Piano 2	N10	N9	N8	N7	N6
Piano 3	N15	N14	N13	N12	N11
Piano 4	N20	N19	N18	N17	N16

Tabella 1: Codici radiatori parte Nord

PARETE SUD

	colonna 6	colonna 7	colonna 8	colonna 9	colonna 10
Piano 1	S5	S4	S3	S2	S1
Piano 2	S10	S9	S8	S7	S6
Piano 3	S15	S14	S13	S12	S11
Piano 4	S20	S19	S18	S17	S16

Tabella 2: Codici radiatori parte Sud

3.2 *Definizione delle portate testate e del tempo*

Il programma Movicon specifico per questo tipo di verifica ha già inseriti al suo interno degli script in cui sono definite le portate scelte per le prove.
In Tabella 1 sono indicate cinque portate a cui sono stati verificati i misuratori di portata.

Portata volumetrica	Giri pompa	Frequenza
Q	RPM	f
[L/h]	[%]	[Hz]
40	31	55
60	50	88
80	65	114
100	80	140
130	100	175

Tabella 3: Corrispondenza portata - % giri della pompa

In cui:

$$f = 55 + \frac{120}{69} * (n - 31)$$

Essendo la portata legata alla percentuale di potenza a cui viene impostata la pompa e alle cadute di pressione lungo i condotti, non è possibile realizzare esattamente la stessa portata di test per ogni misuratore in verifica. In Tabella 2 sono riportati i range di valori di portata testati.

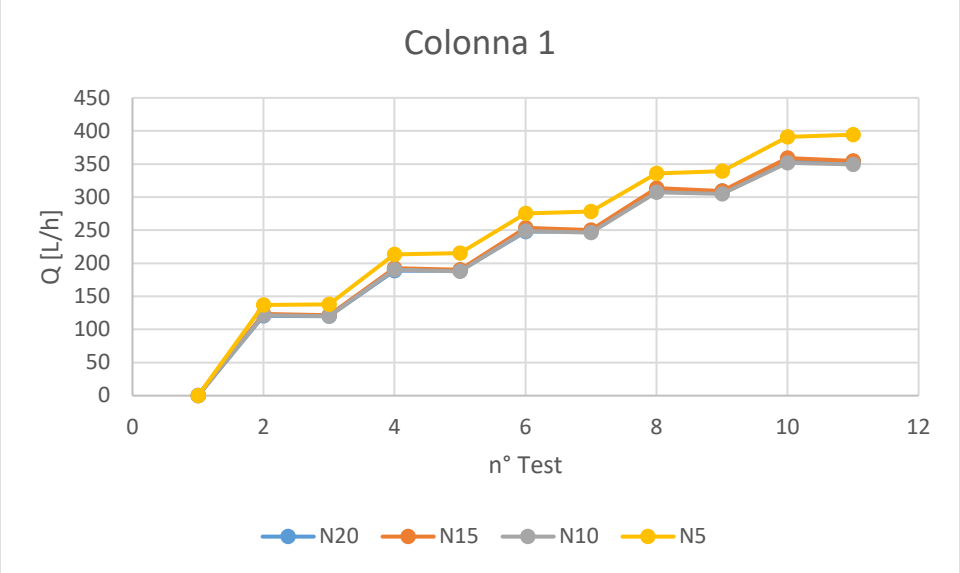
	Q main 1	Q main 2	Q main 3	Q main 4	Q main 5	Q main 6
	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h
Minima	0	109	172	226	280	321
Massima	0	148	231	301	369	416
Media	0	126	197	257	317	364

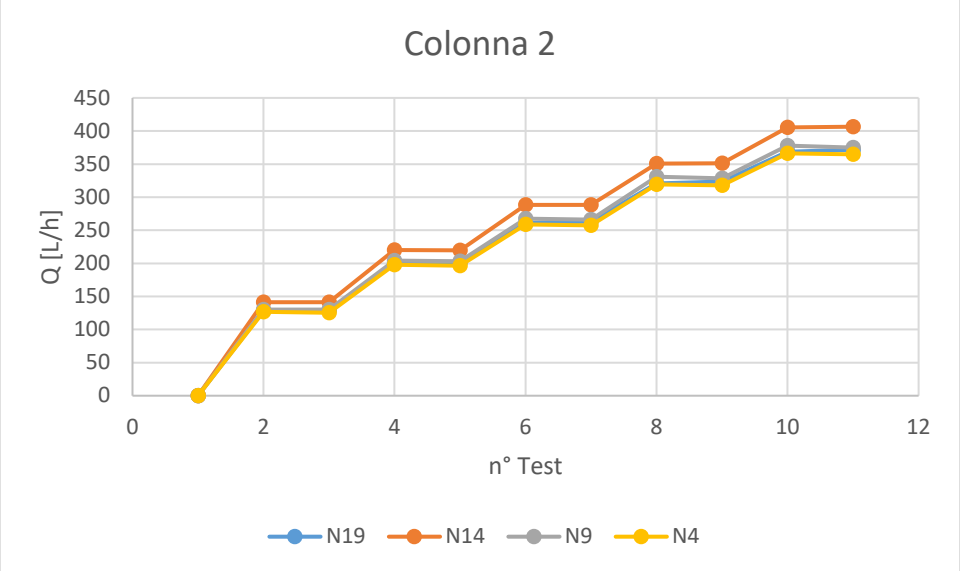
Tabella 4: Range di portata testati

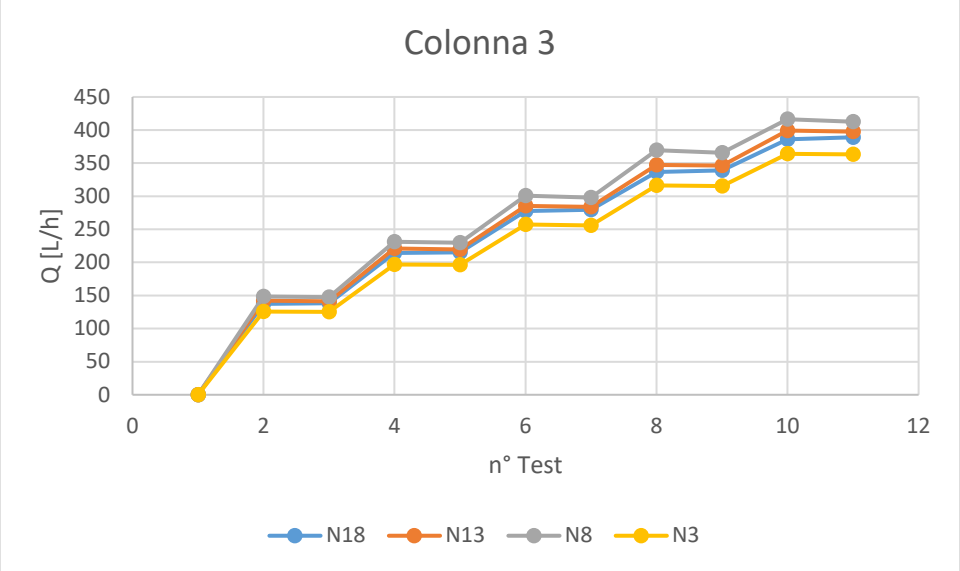
4 Risultati delle misure

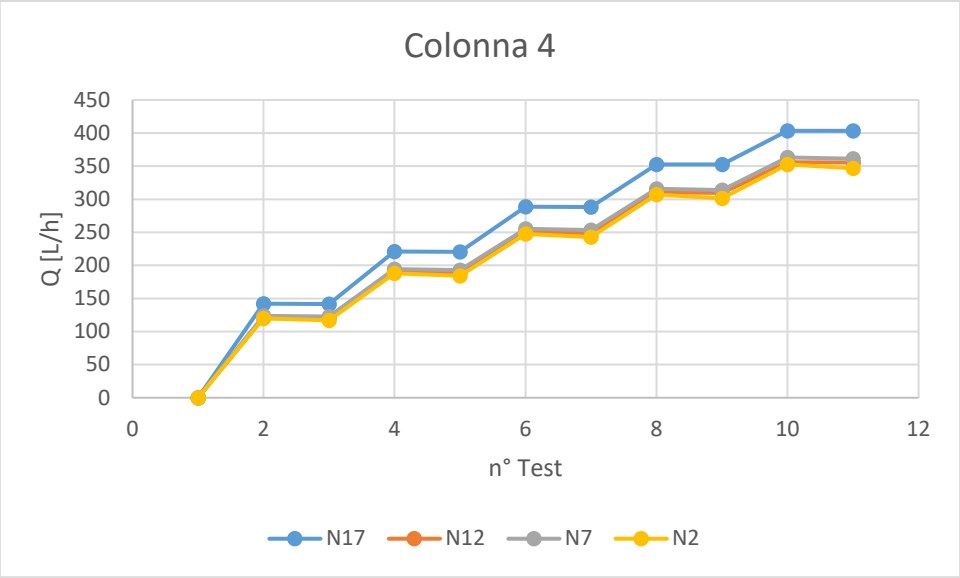
		Misuratore Portata Main						Misuratore Portata Radiatore					
piano	Radiatore	Qm1	Qm2	Qm3	Qm4	Qm5	Qm6	Qr1	Qr2	Qr3	Qr4	Qr5	Qr6
n°	n°	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h	L/h
1	N20	0	120,52	188,80	247,99	308,26	352,66	0	120,19	188,95	248,41	309,11	353,92
2	N15	0	123,63	192,76	253,51	313,65	358,98	0	121,29	190,16	250,05	309,41	354,56
3	N10	0	121,39	190,13	248,65	307,33	351,90	0	120,20	188,01	246,35	304,99	349,16
4	N5	0	136,98	213,49	275,45	335,98	390,89	0	138,00	215,43	278,14	339,44	394,35
1	N19	0	128,08	199,76	260,78	320,82	368,46	0	129,14	201,36	263,02	323,67	371,76
2	N14	0	141,46	220,14	288,11	350,72	405,40	0	141,10	219,71	288,30	351,36	406,49
3	N9	0	130,27	204,12	267,69	330,77	377,91	0	130,38	203,41	266,04	328,45	375,03
4	N4	0	126,63	197,75	259,06	319,25	366,17	0	125,54	196,32	257,38	317,64	364,59
1	N18	0	137,52	214,14	277,64	336,48	385,86	0	138,44	215,44	279,78	339,05	389,08
2	N13	0	142,12	220,90	285,17	347,36	399,26	0	141,11	219,42	284,04	346,21	397,75
3	N8	0	148,50	231,24	300,75	369,37	416,36	0	147,48	229,61	297,78	365,84	412,65
4	N3	0	125,75	196,83	257,13	316,24	364,06	0	125,26	196,18	256,02	315,42	363,14
1	N17	0	141,89	220,89	288,83	352,77	403,39	0	141,45	220,27	288,39	352,35	403,29
2	N12	0	120,97	190,27	249,73	310,35	355,92	0	120,58	189,78	248,91	309,64	355,50
3	N7	0	123,93	194,44	255,27	315,58	363,11	0	122,72	192,99	253,26	313,73	361,44
4	N2	0	119,61	188,14	247,33	306,91	352,62	0	117,06	184,22	242,62	301,36	346,63
1	N16	0	117,85	184,19	241,48	299,61	341,01	0	116,74	182,66	239,64	297,44	338,85
2	N11	0	133,32	207,92	263,58	323,44	373,68	0	132,03	206,44	261,58	321,30	371,37
3	N6	0	123,33	193,47	251,37	309,17	352,24	0	123,46	193,75	252,37	310,72	354,08
4	N1	0	127,79	201,05	262,06	323,48	371,96	0	127,00	199,66	261,37	323,04	371,09
1	S16	0	110,84	173,75	228,59	283,28	325,84	0	111,18	174,04	228,72	283,87	326,64
2	S11	0	118,58	185,36	242,46	300,80	345,62	0	117,01	183,14	240,26	298,17	342,58
3	S6	0	126,95	197,29	257,16	315,44	357,05	0	125,48	195,26	255,09	313,45	355,06
4	S1	0	123,07	191,58	249,98	309,40	355,45	0	122,60	191,03	249,76	309,37	355,48
1	S17	0	126,48	197,11	257,41	319,04	366,45	0	123,74	193,14	252,51	313,33	360,25
2	S12	0	129,42	200,46	262,84	325,66	373,24	0	129,38	200,64	262,76	325,08	372,81
3	S7	0	120,80	188,41	246,89	305,70	351,54	0	119,90	187,37	245,97	304,63	350,42
4	S2	0	132,90	203,65	266,19	325,29	374,16	0	131,16	201,88	264,13	323,59	372,10
1	S18	0	129,37	199,79	259,67	319,14	367,78	0	126,66	196,60	256,10	315,56	363,95
2	S13	0	135,59	210,52	274,57	334,96	388,39	0	134,92	209,67	273,89	334,39	387,88
3	S8	0	142,24	219,94	287,48	351,66	404,94	0	140,28	217,42	284,48	347,93	400,62
4	S3	0	109,01	171,62	225,77	280,21	321,19	0	109,91	172,55	226,70	281,33	322,33
1	S19	0	123,67	192,76	252,83	313,23	360,07	0	122,13	190,81	250,33	310,40	357,08
2	S14	0	113,34	177,65	232,86	288,78	331,83	0	111,94	175,60	230,80	286,38	329,24
3	S9	0	124,16	194,15	254,45	315,30	362,66	0	123,12	192,48	252,58	313,32	360,42
4	S4	0	115,28	179,56	235,57	289,87	332,99	0	113,68	177,63	233,30	287,18	330,08
1	S20	0	113,87	177,88	233,69	289,05	332,39	0	113,95	177,63	233,13	288,36	331,54
2	S15	0	118,96	185,82	242,01	300,08	344,92	0	117,74	184,07	240,14	297,85	342,56
3	S10	0	117,82	184,14	241,86	298,92	344,23	0	116,31	181,91	238,83	295,20	339,70
4	S5	0	124,93	194,82	255,62	316,99	363,78	0	124,26	194,14	255,14	316,32	363,47

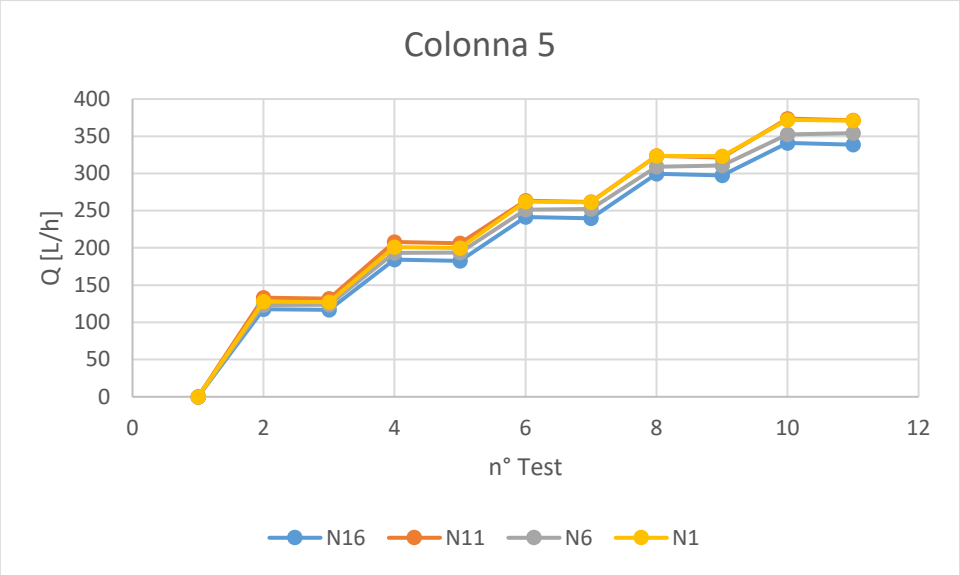
5 Grafici risultati delle misure per ogni colonna

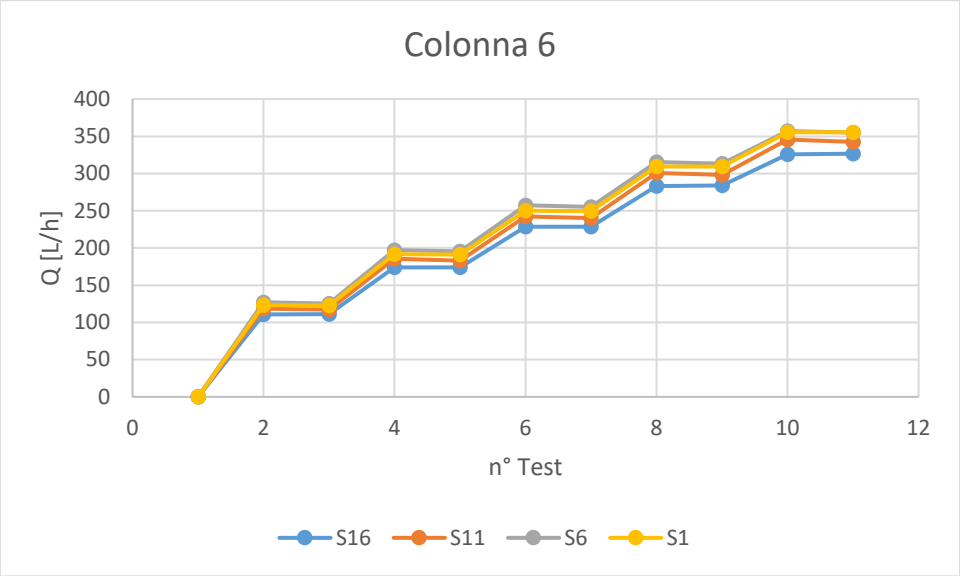


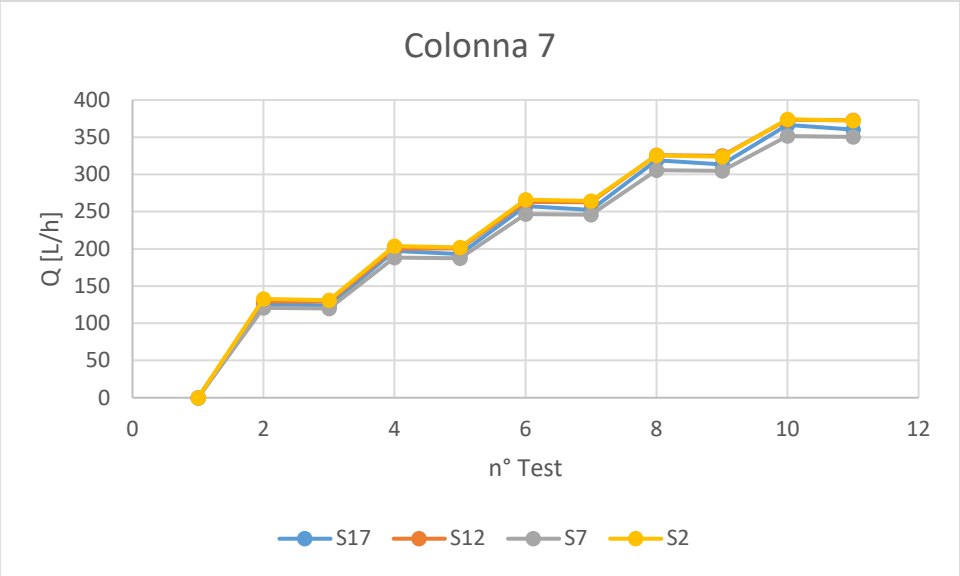


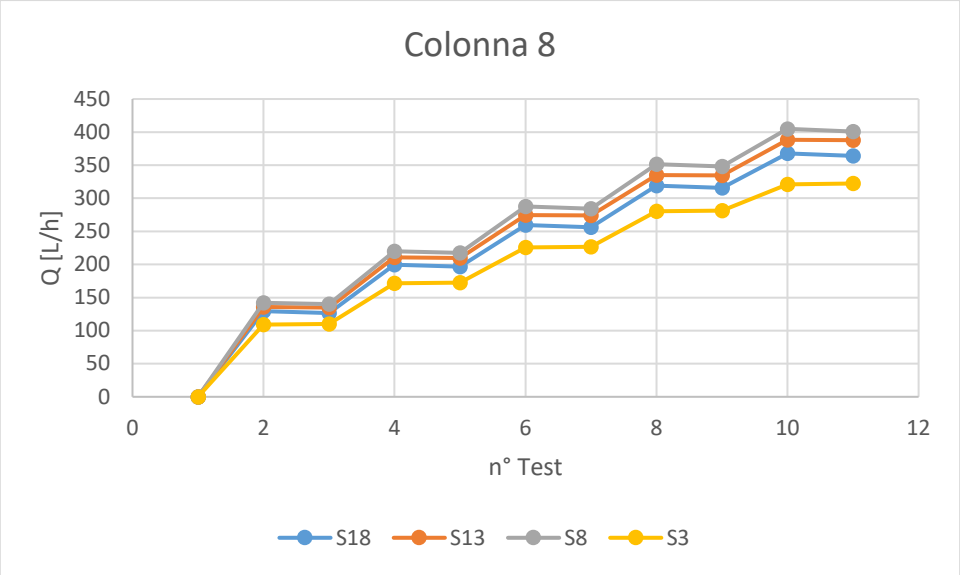


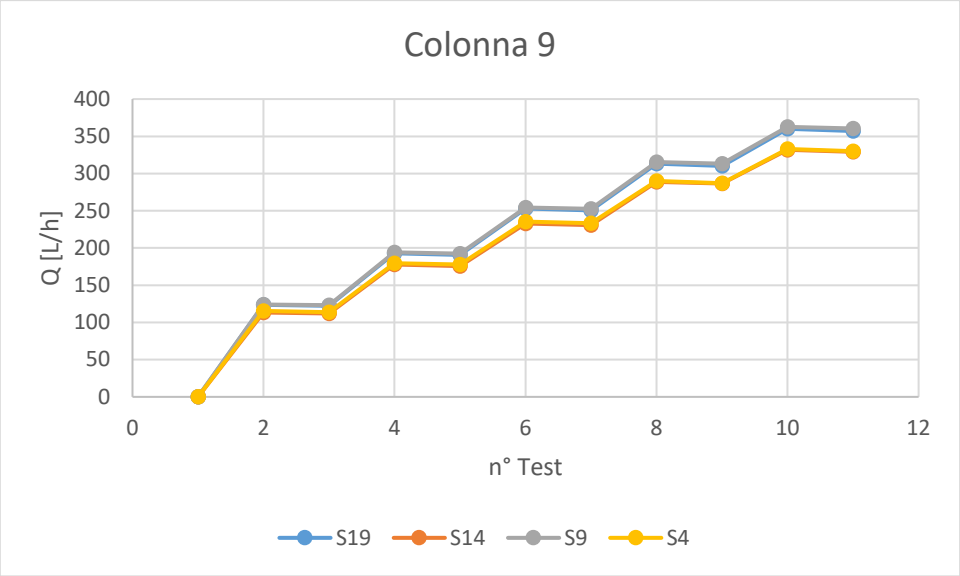

Colonna 4
Q [L/h]
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
n° Test
N17
N12
N7
N2

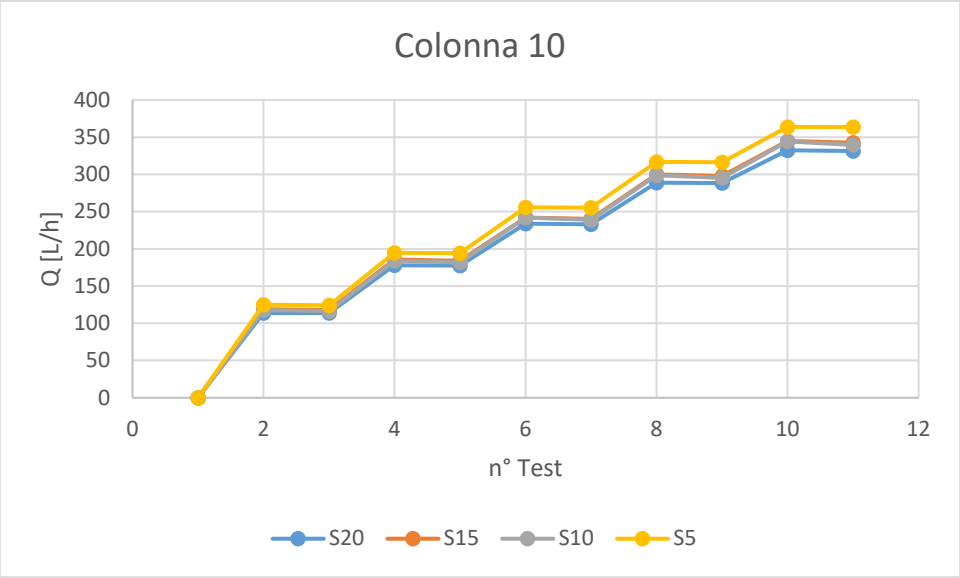

Colonna 5
Q [L/h]
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
n° Test
N16
N11
N6
N1


Colonna 6
Q [L/h]
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
n° Test
S16
S11
S6
S1


Colonna 7
Q [L/h]
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
n° Test
S17
S12
S7
S2


Colonna 8
Q [L/h]
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
n° Test
S18
S13
S8
S3


Colonna 9
Q [L/h]
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
n° Test
S19
S14
S9
S4


Colonna 10
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Q [L/h]
0
2
4
6
8
10
12
n° Test
S20
S15
S10
S5

6 Analisi degli errori

Si è calcolato l'errore assoluto per ogni radiatore come:

$$E_{ass} = |Q_{main} - Q_{rad}|$$

Dove:

- E_{ass} è l'errore assoluto;
- Q_{main} è la portata master;
- Q_{rad} è la portata radiatore.

6.1 Errori assoluti

Radiatore n°	Errori Q2	Errori Q3	Errori Q4	Errori Q5	Errori Q6
N20	0,33	0,15	0,42	0,86	1,27
N15	2,34	2,60	3,47	4,24	4,41
N10	1,19	2,12	2,29	2,33	2,74
N5	1,02	1,94	2,69	3,46	3,46
N19	1,06	1,60	2,24	2,85	3,29
N14	0,36	0,43	0,19	0,63	1,09
N9	0,11	0,71	1,64	2,32	2,88
N4	1,10	1,43	1,68	1,61	1,58
N18	0,93	1,30	2,14	2,57	3,23
N13	1,01	1,48	1,13	1,15	1,51
N8	1,02	1,64	2,97	3,52	3,72
N3	0,49	0,64	1,11	0,83	0,93
N17	0,44	0,62	0,43	0,42	0,10
N12	0,39	0,49	0,81	0,71	0,42
N7	1,21	1,46	2,00	1,85	1,67
N2	2,55	3,91	4,71	5,55	5,99
N16	1,10	1,53	1,84	2,17	2,16
N11	1,28	1,47	1,99	2,15	2,32
N6	0,13	0,29	1,00	1,55	1,84
N1	0,79	1,40	0,69	0,44	0,87

Tabella 5: Errori assoluti parte Nord

Radiatore	Errori	Errori	Errori	Errori	Errori
n°	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**
S16	0,35	0,28	0,13	0,60	0,80
S11	1,57	2,22	2,19	2,64	3,04
S6	1,47	2,03	2,07	2,00	1,99
S1	0,47	0,55	0,22	0,03	0,03
S17	2,74	3,96	4,90	5,71	6,20
S12	0,04	0,17	0,08	0,58	0,43
S7	0,89	1,04	0,93	1,07	1,11
S2	1,74	1,77	2,06	1,70	2,06
S18	2,71	3,19	3,57	3,58	3,83
S13	0,67	0,85	0,68	0,58	0,51
S8	1,96	2,52	2,99	3,73	4,33
S3	0,90	0,93	0,93	1,13	1,15
S19	1,54	1,96	2,50	2,83	2,99
S14	1,40	2,05	2,06	2,40	2,59
S9	1,05	1,67	1,87	1,98	2,23
S4	1,60	1,94	2,28	2,69	2,91
S20	0,08	0,25	0,56	0,69	0,86
S15	1,22	1,75	1,87	2,23	2,36
S10	1,51	2,23	3,03	3,72	4,53
S5	0,67	0,68	0,48	0,67	0,31

Tabella 6: Errori assoluti parte Sud

6.2 Errori percentuali

L'errore percentuale è stato calcolato come:

$$E_{\%} = \frac{E_{ass}}{Q_{main}} \cdot 100$$

Dove:

- $E_{\%}$ è l'errore percentuale;
- E_{ass} è l'errore assoluto;
- Q_{main} è la portata master.

Radiatore n°	Errori% Q2	Errori% Q3	Errori% Q4	Errori% Q5	Errori% Q6
N20	0,28	0,08	0,17	0,28	0,36
N15	1,89	1,35	1,37	1,35	1,23
N10	0,98	1,11	0,92	0,76	0,78
N5	0,74	0,91	0,98	1,03	0,89
N19	0,83	0,80	0,86	0,89	0,89
N14	0,26	0,20	0,06	0,18	0,27
N9	0,09	0,35	0,61	0,70	0,76
N4	0,87	0,73	0,65	0,50	0,43
N18	0,67	0,61	0,77	0,76	0,84
N13	0,71	0,67	0,40	0,33	0,38
N8	0,69	0,71	0,99	0,95	0,89
N3	0,39	0,33	0,43	0,26	0,25
N17	0,31	0,28	0,15	0,12	0,03
N12	0,33	0,26	0,33	0,23	0,12
N7	0,97	0,75	0,78	0,59	0,46
N2	2,13	2,08	1,91	1,81	1,70
N16	0,94	0,83	0,76	0,73	0,63
N11	0,96	0,71	0,76	0,66	0,62
N6	0,11	0,15	0,40	0,50	0,52
N1	0,62	0,70	0,26	0,14	0,23

Tabella 7: Errori percentuali parte Nord

Radiatore	Errori%	Errori%	Errori%	Errori%	Errori%
n°	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**
S16	0,31	0,16	0,06	0,21	0,25
S11	1,32	1,20	0,90	0,88	0,88
S6	1,16	1,03	0,80	0,63	0,56
S1	0,38	0,29	0,09	0,01	0,01
S17	2,16	2,01	1,90	1,79	1,69
S12	0,03	0,09	0,03	0,18	0,12
S7	0,74	0,55	0,37	0,35	0,32
S2	1,31	0,87	0,77	0,52	0,55
S18	2,10	1,60	1,37	1,12	1,04
S13	0,49	0,40	0,25	0,17	0,13
S8	1,38	1,15	1,04	1,06	1,07
S3	0,83	0,54	0,41	0,40	0,36
S19	1,25	1,02	0,99	0,90	0,83
S14	1,24	1,15	0,88	0,83	0,78
S9	0,84	0,86	0,73	0,63	0,62
S4	1,39	1,08	0,97	0,93	0,87
S20	0,07	0,14	0,24	0,24	0,26
S15	1,03	0,94	0,77	0,74	0,68
S10	1,28	1,21	1,25	1,24	1,32
S5	0,54	0,35	0,19	0,21	0,08

Tabella 8: Errori percentuali parte Sud

7 Conclusioni

La differenza in valore assoluto della misurazione effettuata con i misuratori di portata ISOIL ISOMAG MS 501 installati in corrispondenza di ogni termosifone posto sulle parteti del laboratorio Mockup rispetto a quella rilevata in ingresso al circuito con il misuratore ISOIL ISOMAG campione risulta essere sempre minori del 2,1 %

Alla luce di questa campagna di misure non si ritiene necessario effettuare una nuova taratura dei misuratori di portata ISOIL ISOMAG MS 501, ma si proseguirà ad utilizzare nel programma di acquisizione e calcolo dell'impianto Mockup le curve di taratura già inserite.

Si ritiene comunque utile ripetere questa verificata a scadenza regolare.

Allegato A – File “Taratura.txt” per l’inserimento radiatori in taratura

Directory
C:\Users\Admin\Desktop\MisureMockup\Taratura sensori portata\
North
N20
N15
N10
N5
N19
N14
N9
N4
N18
N13
N8
N3
N17
N12
N7
N2
N16
N11
N6
N1
South
S16
S11
S6
S1
S17
S12
S7
S2
S18
S13
S8
S3
S19
S14
S9
S4
S20
S15
S10
S5

Allegato B – Descrizione del file di registrazione delle misure

I risultati delle misure sono registrati su un file txt. Il nome del file è la sigla del radiatore su cui è montato il misuratore di portata in verifica, ad esempio nome file: N3.txt
In questo file di testo i dati delle misure effettuate sono raccolti in righe nella seguente forma:

1. Date time
2. RPM pompa
3. Pressione ingresso impianto
4. Pressione uscita impianto
5. Temperatura ingresso impianto
6. Temperatura uscita impianto
7. Temperatura ingresso radiatore
8. Temperatura uscita radiatore
9. Differenza di pressione ingresso ed uscita radiatore
10. Portata volumetrica misuratore radiatore in verifica
11. Portata volumetrica misuratore master

Si riporta un esempio di come appare il file di registrazione delle misure

"DateTime:·2026/03/17·22:59:57"¶

"RPM:·55"¶

"\t1,48339998722076\t1,48319995540329\t1,48329997062683\t1,48360002040863\t1,48370003700256\t1,48370003700256\t1,48339998722076\t1,4838000535965\t1,48370003700256\t1,48389995098114\t1,48389995098114\t1,48389995098114\t1,48389995098114\t1,48420000076294\t1,48409998416901\t1,48420000076294\t1,48409998416901\t1,48420000076294\t1,48420000076294\t1,48430001735687\t1,48440003395081\t1,48420000076294\t1,48420000076294\t1,48440003395081\t1,48450005054474\t1,48440003395081\t1,48440003395081\t1,48440003395081\t1,48440003395081\t1,48450005054474\t1,48430001735687"¶

"\t1,41509997844696\t1,41480004787445\t1,41509997844696\t1,41519999504089\t1,41530001163483\t1,41530001163483\t1,41519999504089\t1,41550004482269\t1,41530001163483\t1,41540002822876\t1,41550004482269\t1,41550004482269\t1,41559994220734\t1,41589999198914\t1,41569995880127\t1,4157999753952\t1,4157999753952\t1,41589999198914\t1,41579997539 52\t1,41589999198914\t1,41589999198914\t1,41589999198914\t1,41589999198914\t1,41600000858307\t1,41600000858307\t1,41620004177094\t1,41589999198914\t1,416100025177\t1,41600000858307\t1,41600000858307\t1,416100025177\t1,41600000858307"¶

"\t20,32442\t20,31445\t20,31445\t20,32442\t20,32442"¶

"\t20,15233\t20,15233\t20,15233\t20,15233\t20,15233\t20,15233\t20,15233\t20,15233\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,14236\t20,13239\t20,13239\t20,13239\t20,13239"¶

"\t20,1789073944092\t20,1789073944092\t20,1789073944092\t20,1789073944092\t20,1789073944092\t20,1789073944092\t20,1888771057129\t20,1888771057129\t20,1888771057129\t20,1888771057129\t20,1888771057129\t20,1888771057129\t20,1888771057129\t20,1888771057129\t20,1888771057129\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,1988468170166\t20,2088165283203\t20,2088165283203\t20,2088165283203\t20,2088165283203\t20,2088165283203\t20,2088165283203"¶

"\t19,9198760986328\t19,9298458099365\t19,9398136138916\t19,9497814178467\t19,9597511291504\t19,9597511291504\t19,9697208404541\t19,9796905517578\t19,9796905517578\t19,9896583557129\t19,9896583557129\t19,9896583557129\t19,9996280670166\t20,0095977783203\t20,0095977783203\t20,0095977783203\t20,019567489624\t20,019567489624\t20,019567489624\t20,0295333862305\t20,0295333862305\t20,0395030975342\t20,0395030975342\t20,0395030975342\t20,0494728088379\t20,0494728088379\t20,0494728088379\t20,0494728088379\t20,0594425201416\t20,0594425201416\t20,0594425201416"¶

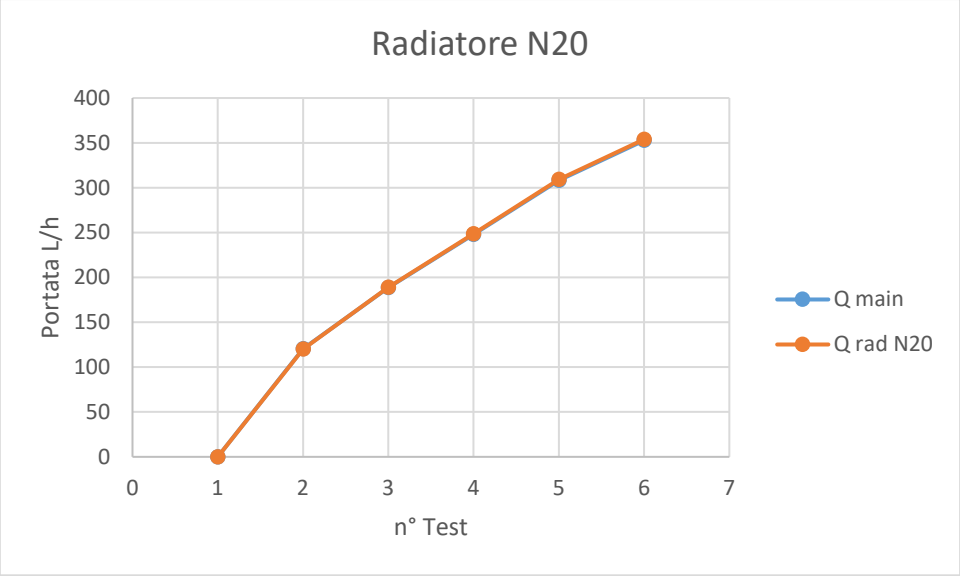
"\t12659,1435546875\t12668,185546875\t12664,5693359375\t12669,994140625\t12664,5693359375\t12679,0361328125\t12632,0166015625\t12639,2509765625\t12669,994140625\t12648,29296875\t12650,1015625\t12637,4423828125\t12655,5263671875\t12650,1015625\t12655,5263671875\t12657,3349609375\t12644,67578125\t12639,2509765625\t12639,2509765625\t12657,3349609375\t12660,9521484375\t12642,8671875\t12646,484375\t12651,91015625\t12660,9521484375\t12662,7607421875\t12651,91015625\t12664,5693359375\t12635,6337890625\t12641,05859375\t12653,7177734375"¶

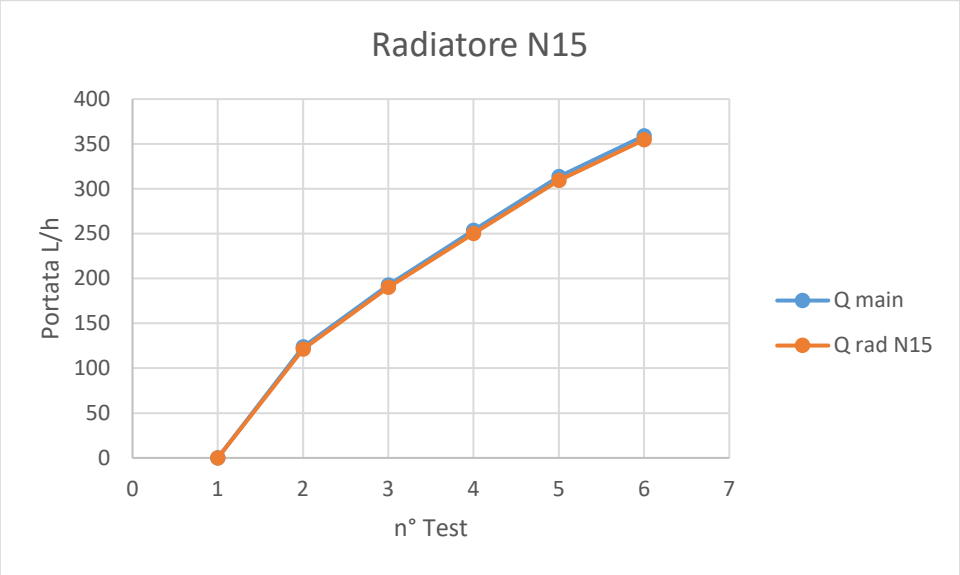
"\t120,829498291016\t120,659805297852\t120,365097045898\t120,538497924805"¶

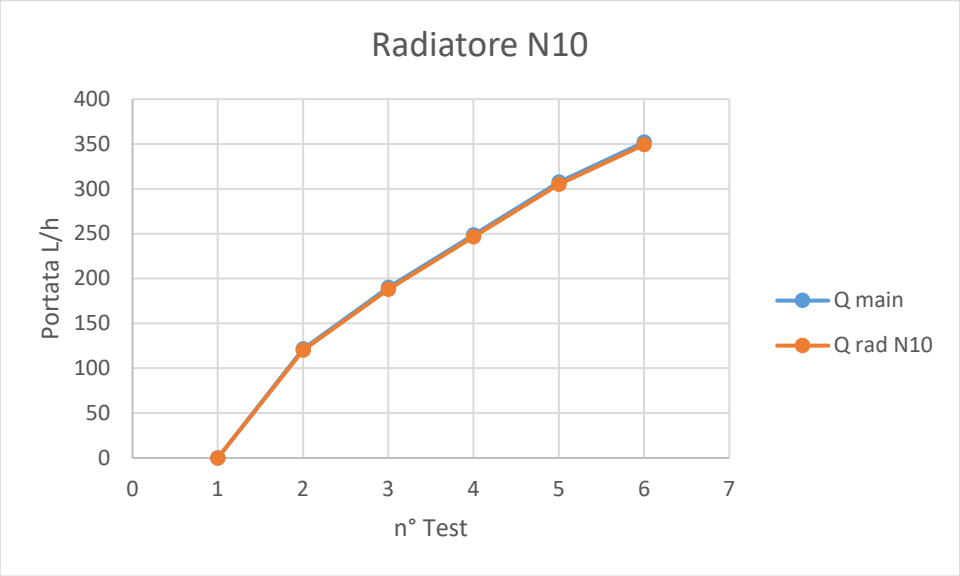
"\t120,453598022461\t120,248306274414\t120,248306274414\t120,248306274414\t120,248306274414\t120,248306274414\t120,022598266602\t120,022598266602\t120,022598266602\t120,022598266602\t120,079803466797\t120,079803466797\t120,079803466797\t120,079803466797\t120,079803466797\t120,079803466797\t120,220901489258\t120,220901489258\t120,220901489258\t120,220901489258\t120,235801696777\t120,235801696777\t120,235801696777\t120,235801696777\t120,235801696777\t120,308494567871\t120,308494567871\t120,308494567871\t120,308494567871\t120,196701049805\t120,196701049805\t120,196701049805"¶

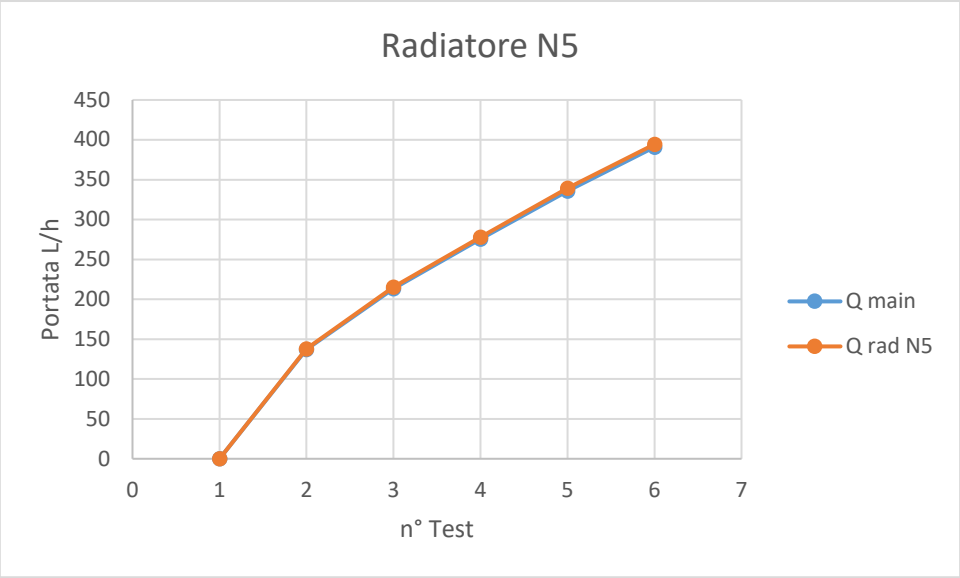
Allegato C – Grafici risultati delle misure per ogni radiatore

Colonna 1

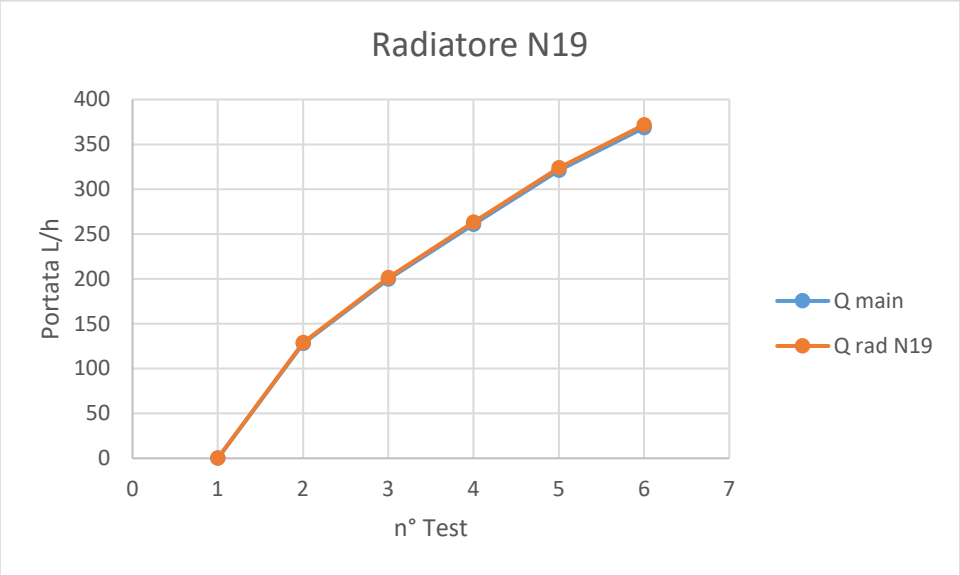


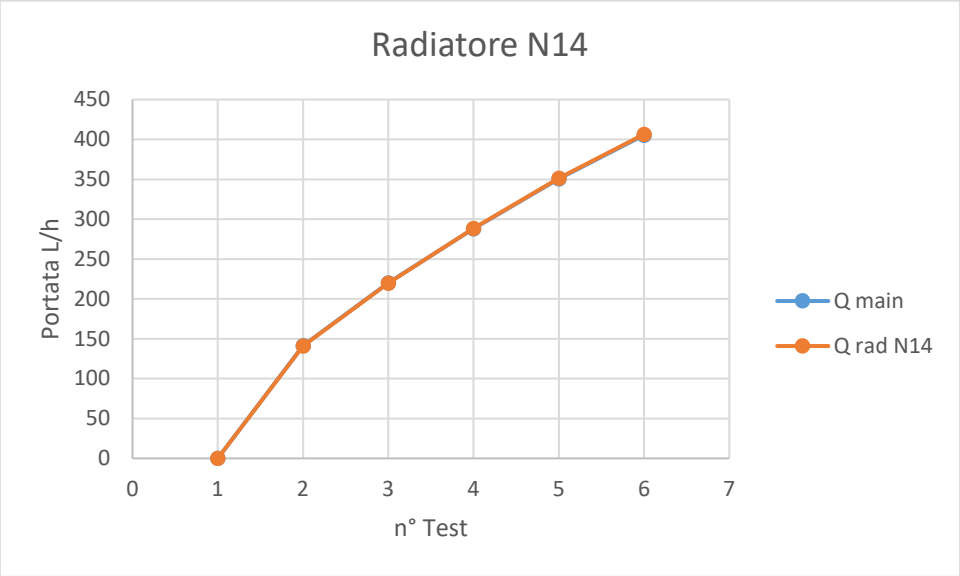


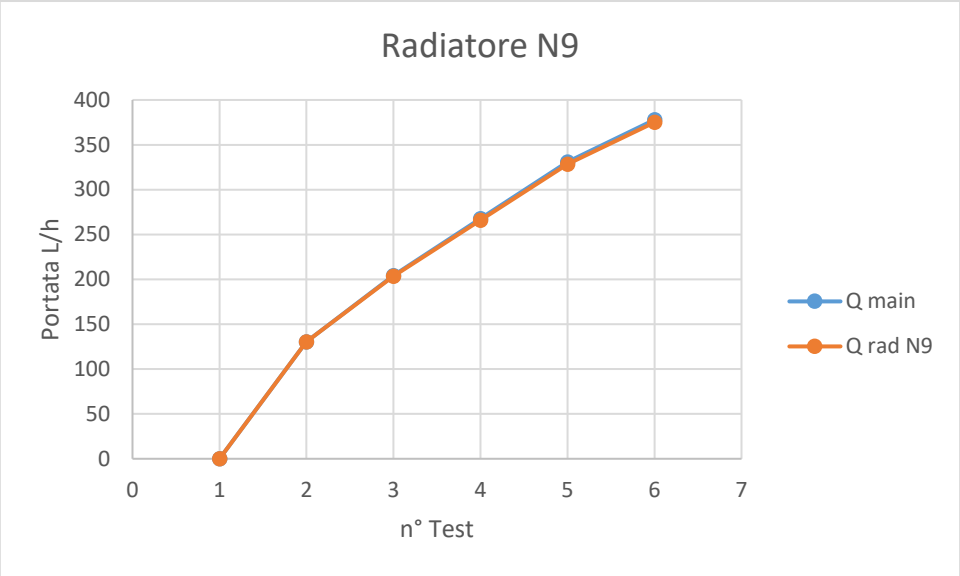


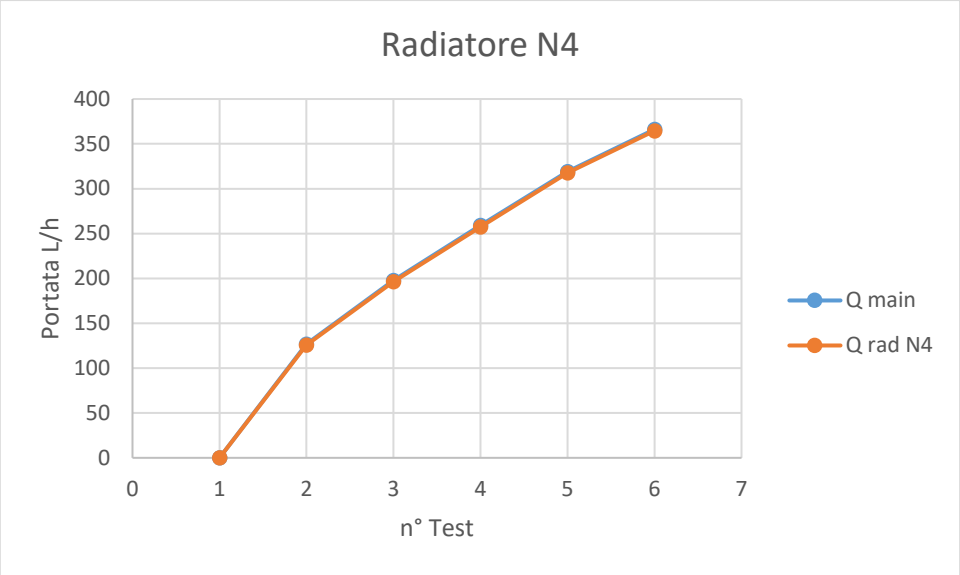

Radiatore N5
Portata L/h
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N5

Colonna 2

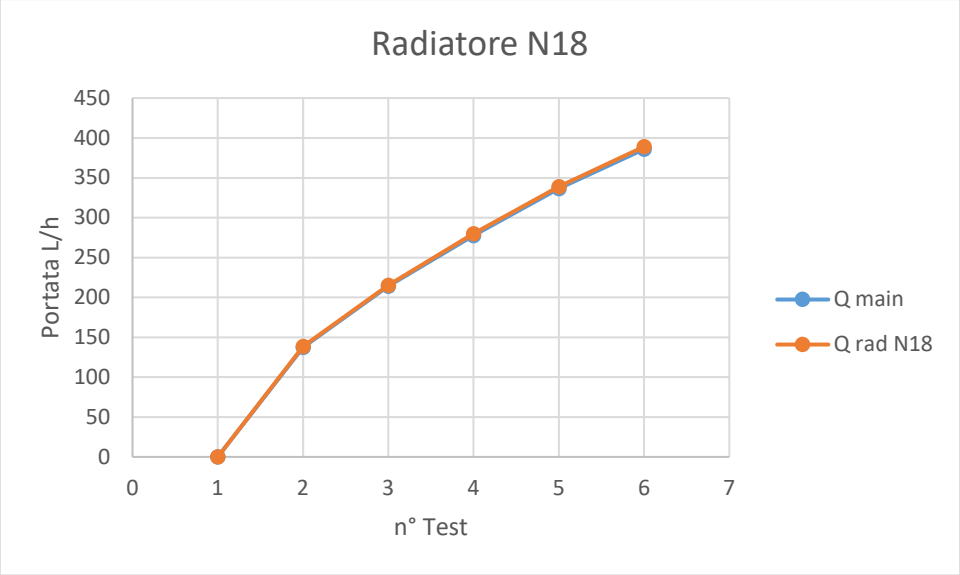

Radiatore N19
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N19

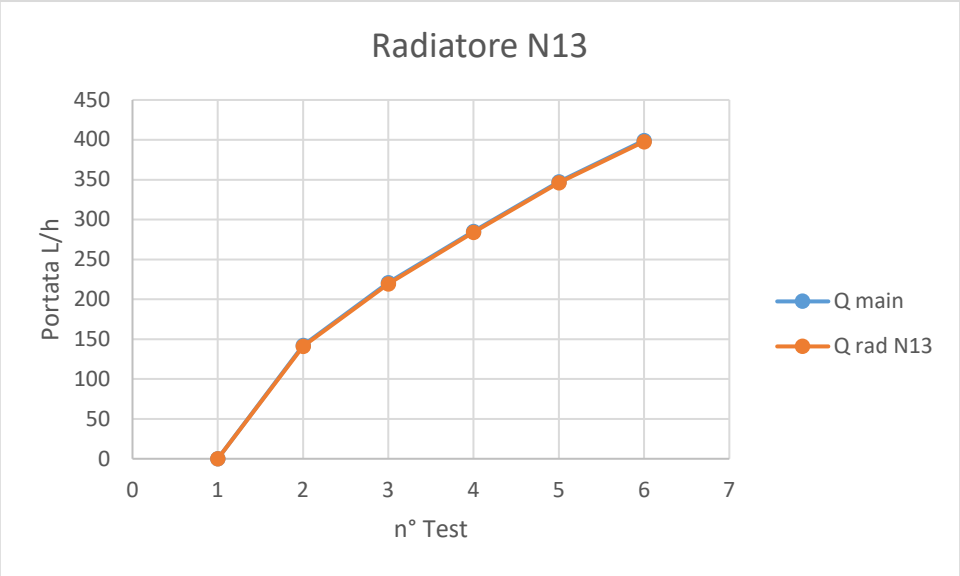

Radiatore N14
Portata L/h
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N14

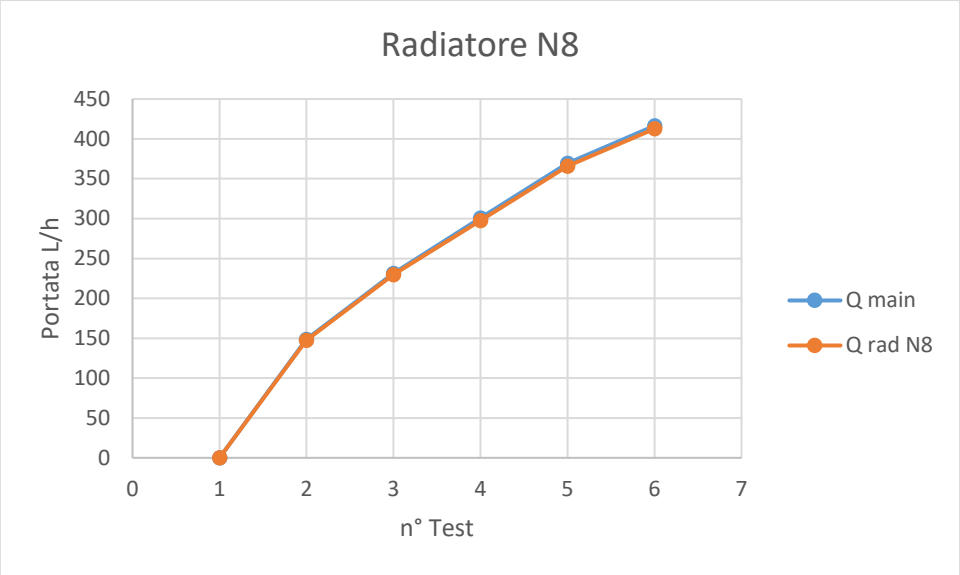

Radiatore N9
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N9

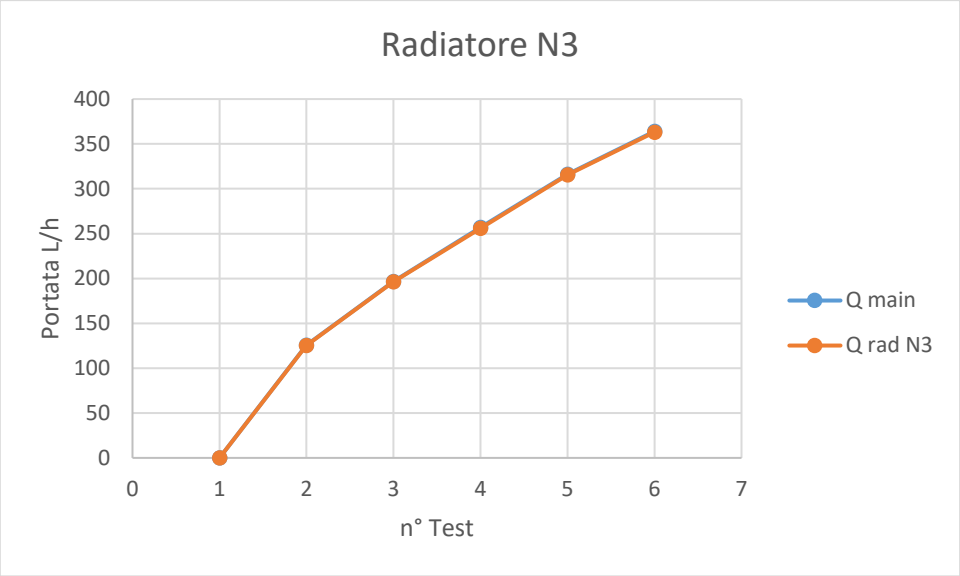

Radiatore N4
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N4

Colonna 3

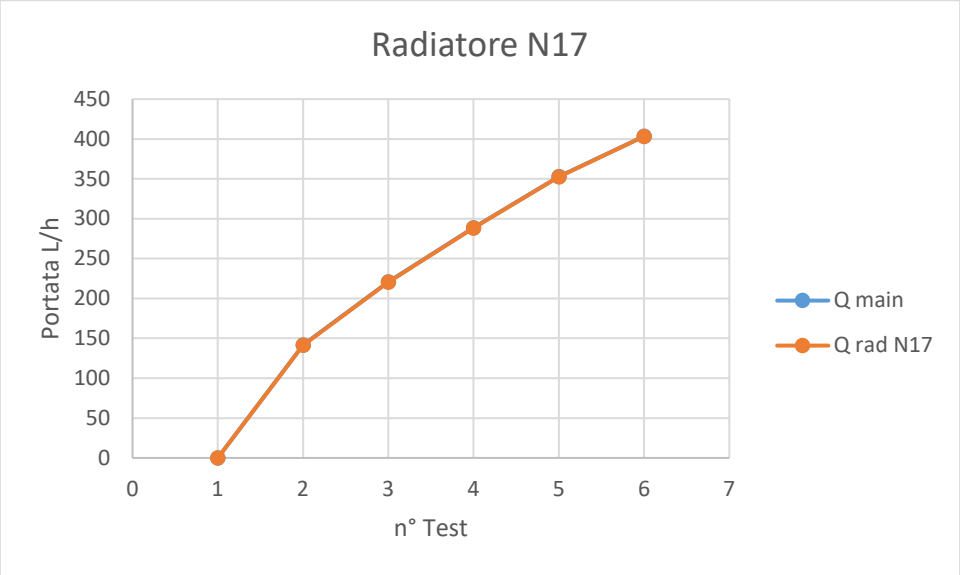

Radiatore N18
Portata L/h
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N18

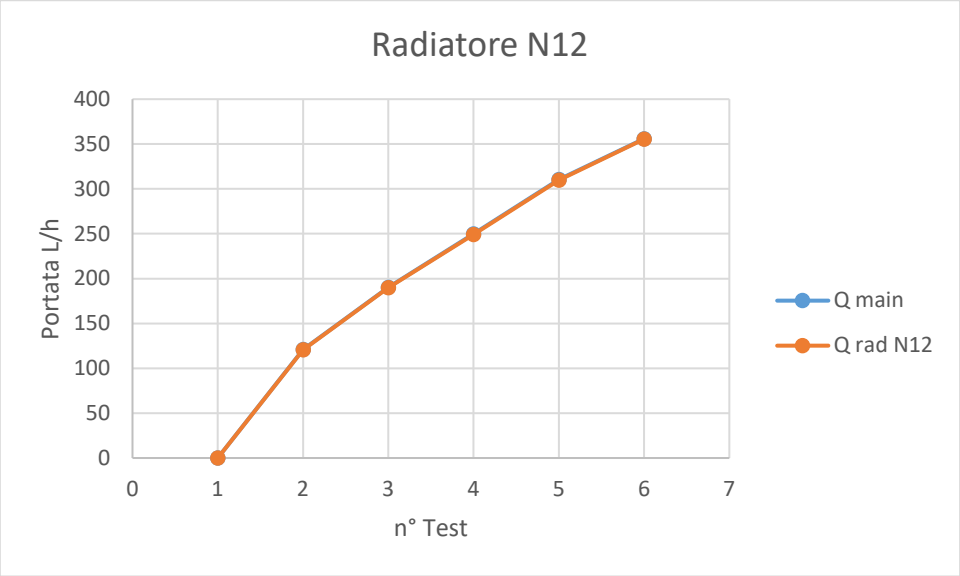

Radiatore N13
Portata L/h
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N13

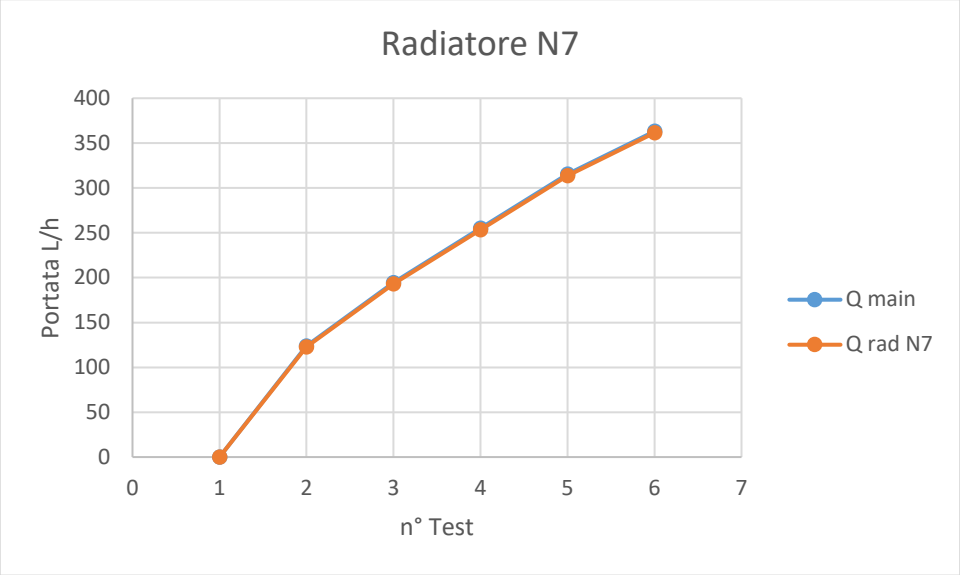

Radiatore N8
Portata L/h
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N8

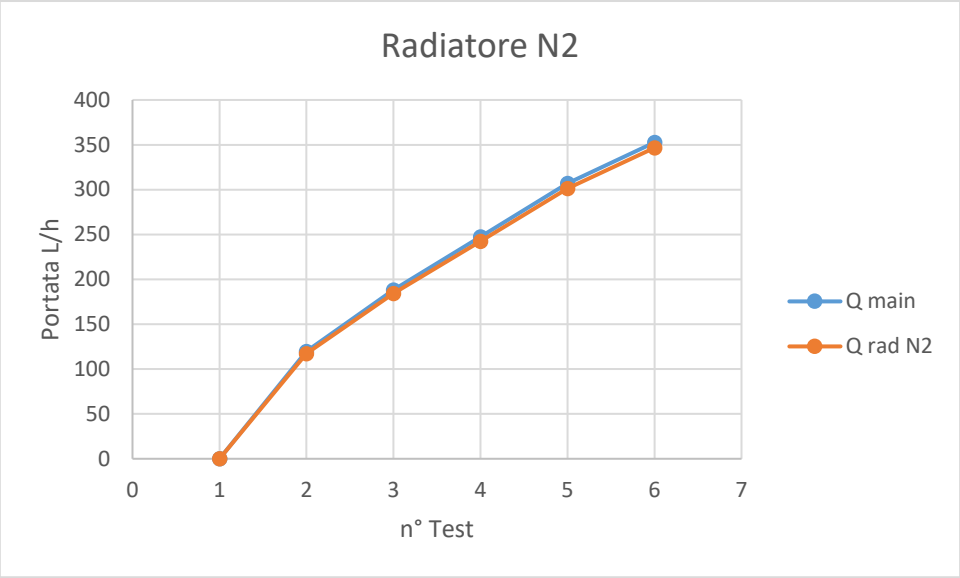

Radiatore N3
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N3

Colonna 4

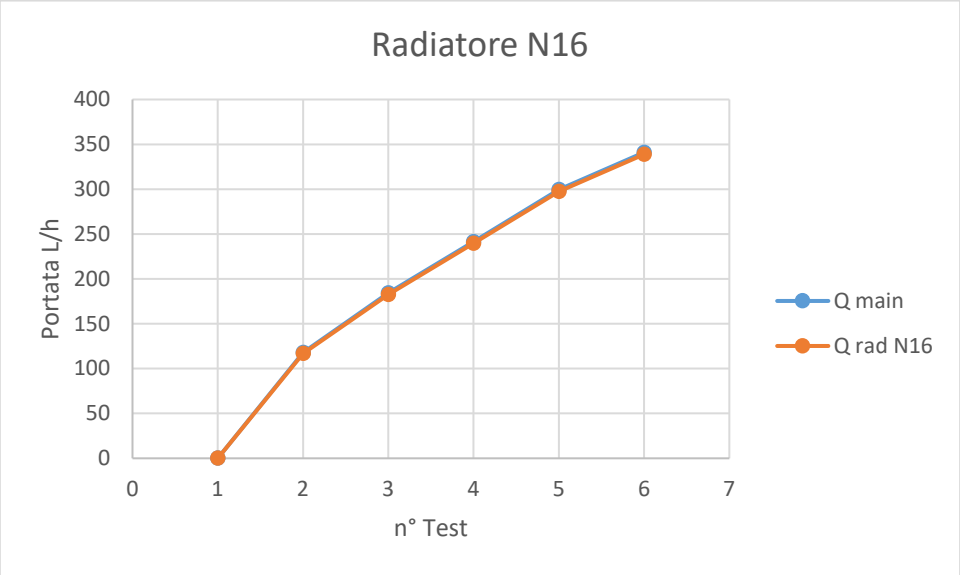

Radiatore N17
Portata L/h
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N17

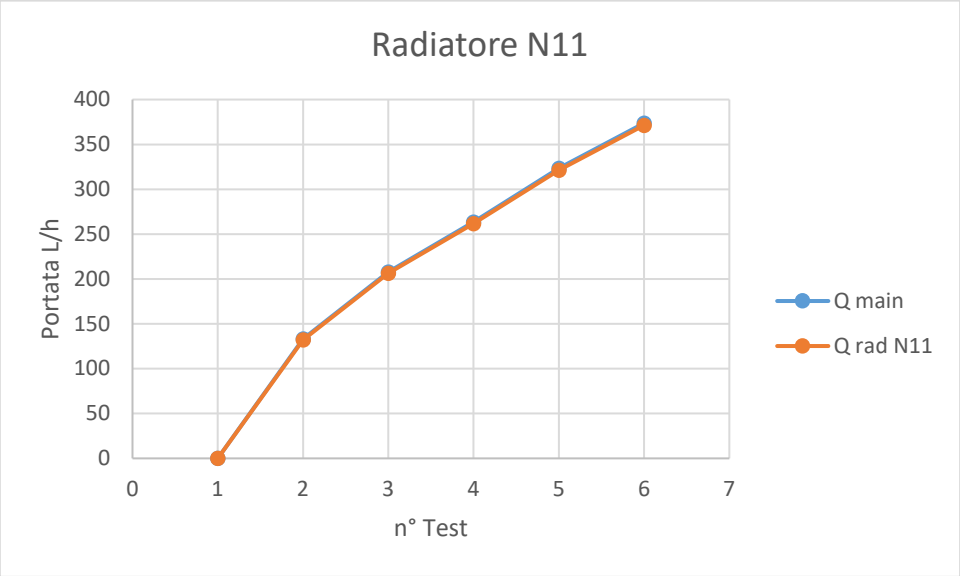

Radiatore N12
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N12

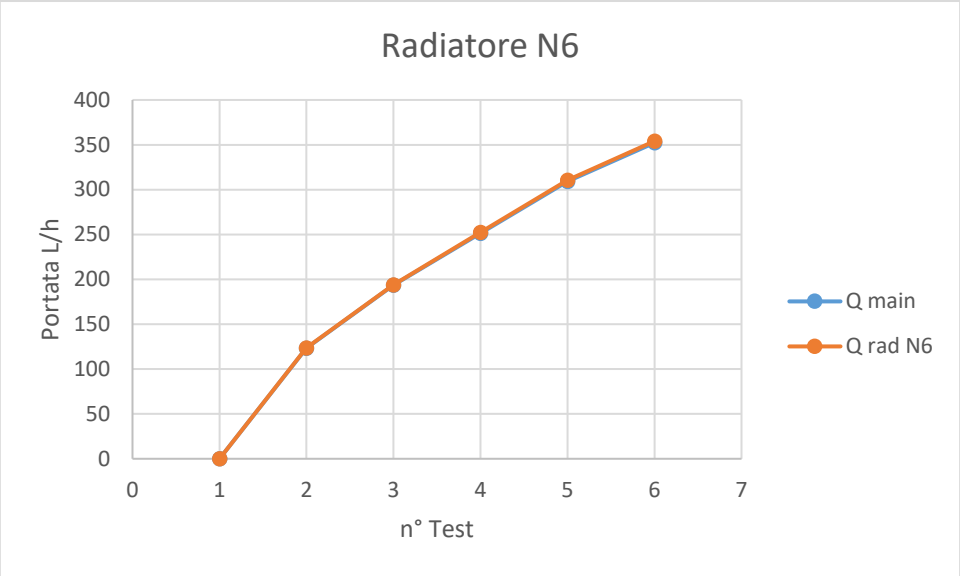

Radiatore N7
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N7

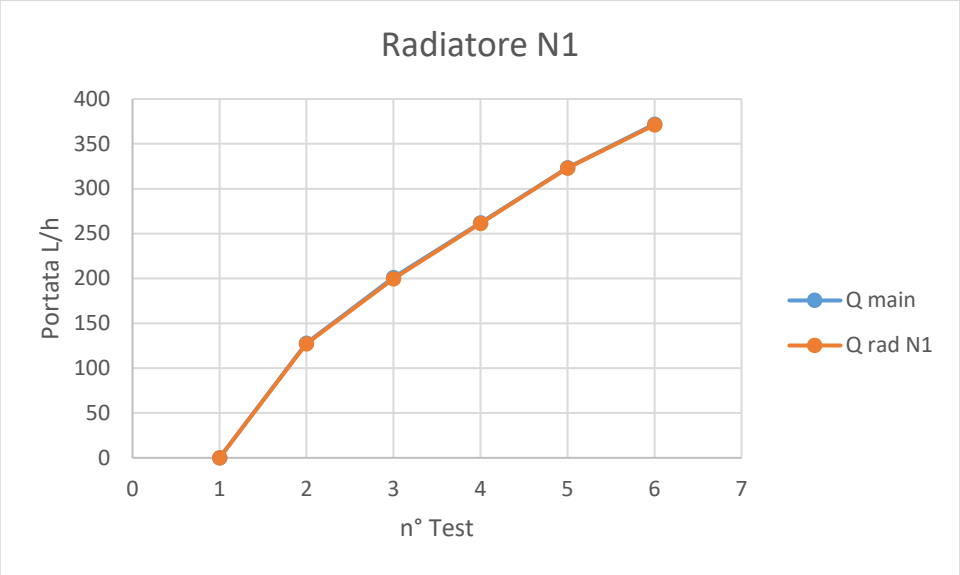

Radiatore N2
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N2

Colonna 5

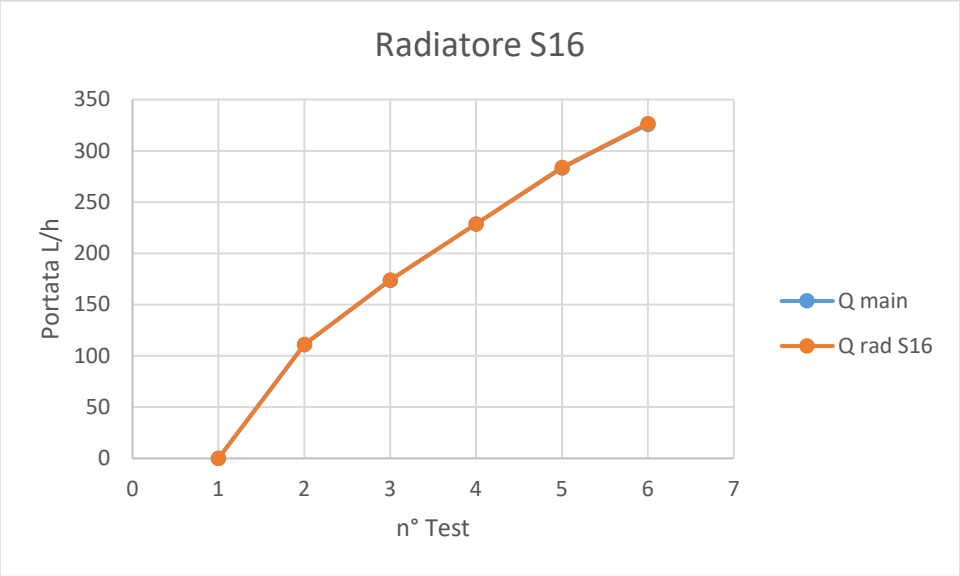

Radiatore N16
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N16

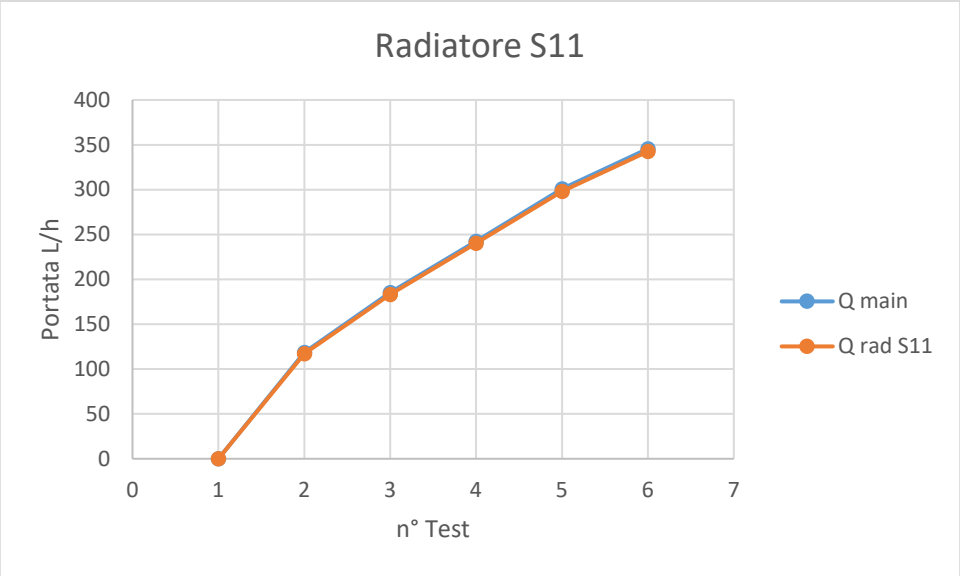

Radiatore N11
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N11

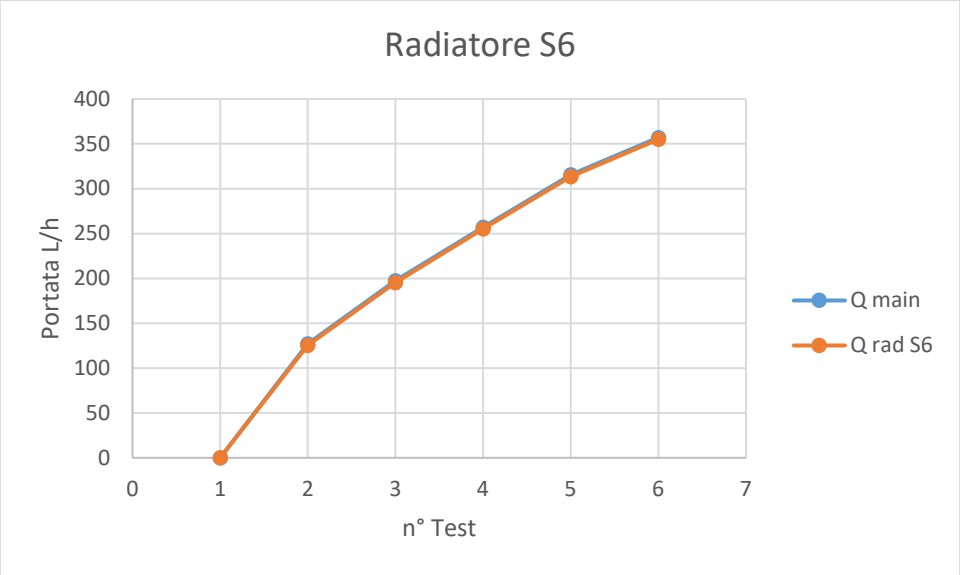

Radiatore N6
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N6

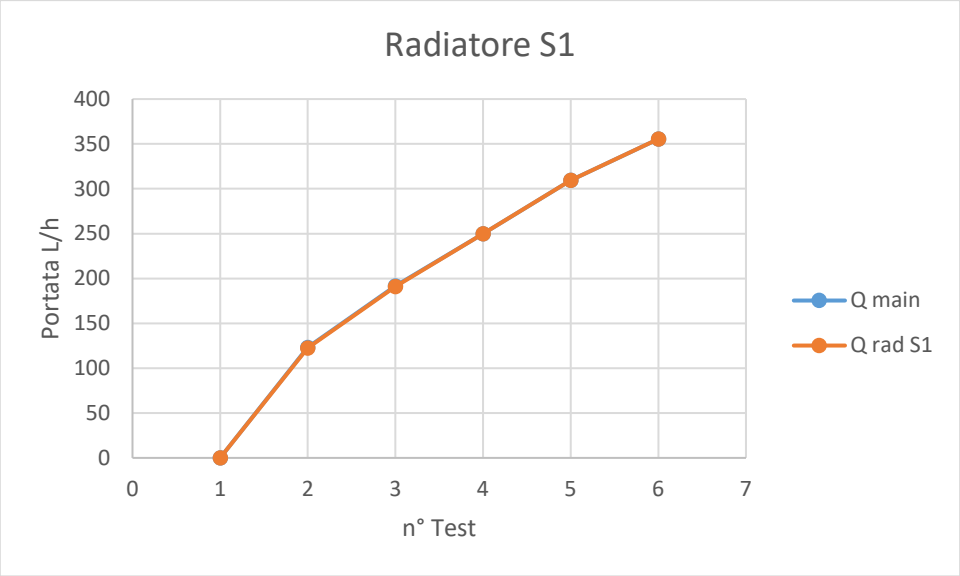

Radiatore N1
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad N1

Colonna 6

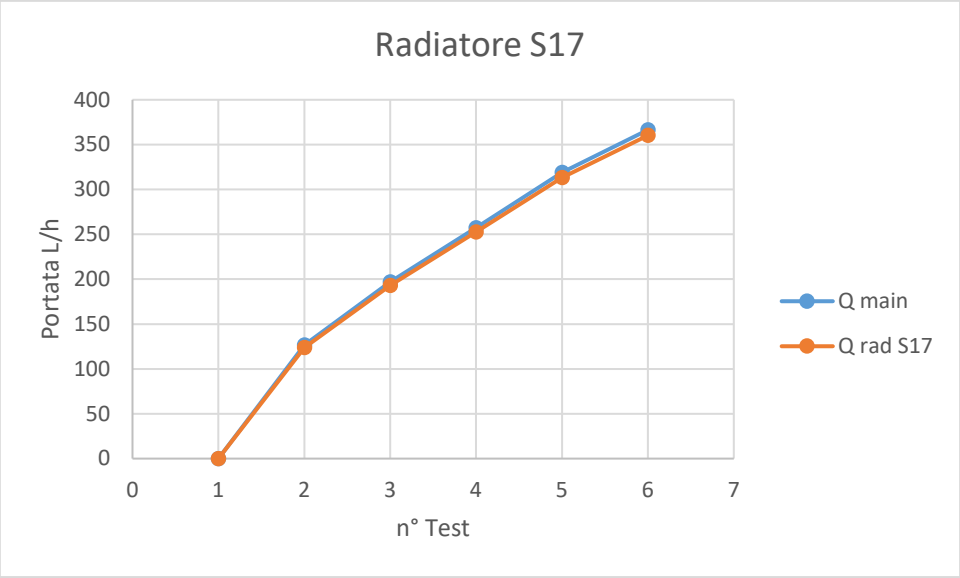

Radiatore S16
Portata L/h
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S16

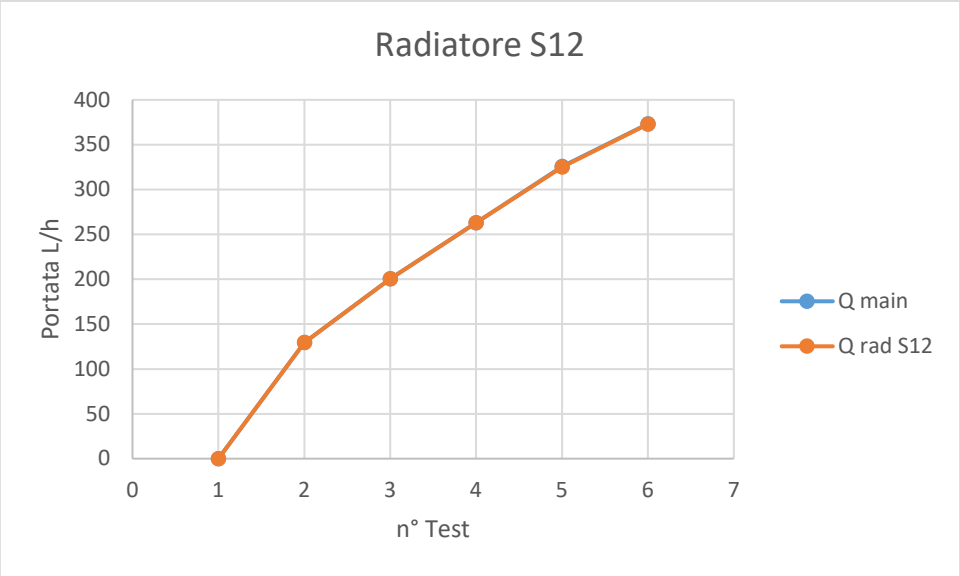

Radiatore S11
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S11

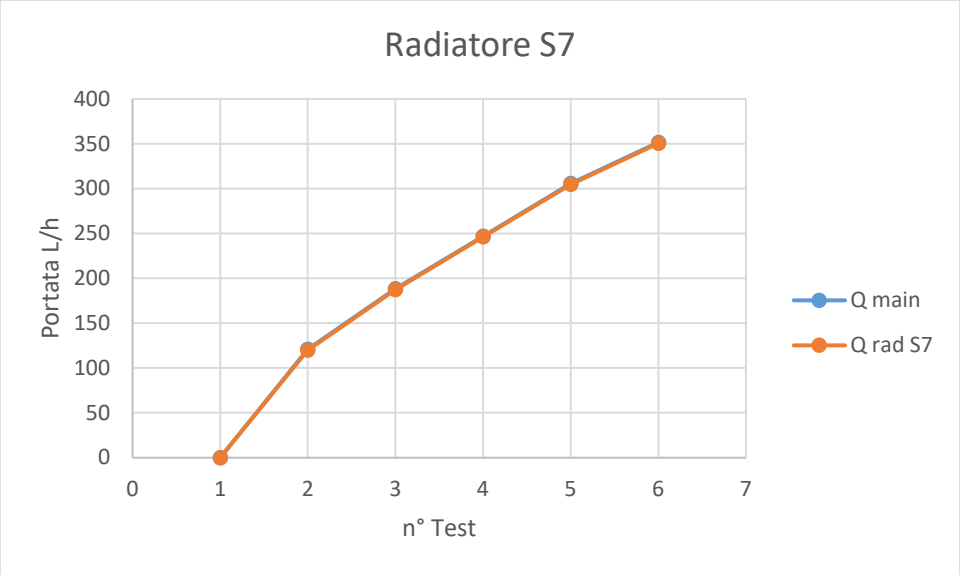

Radiatore S6
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S6

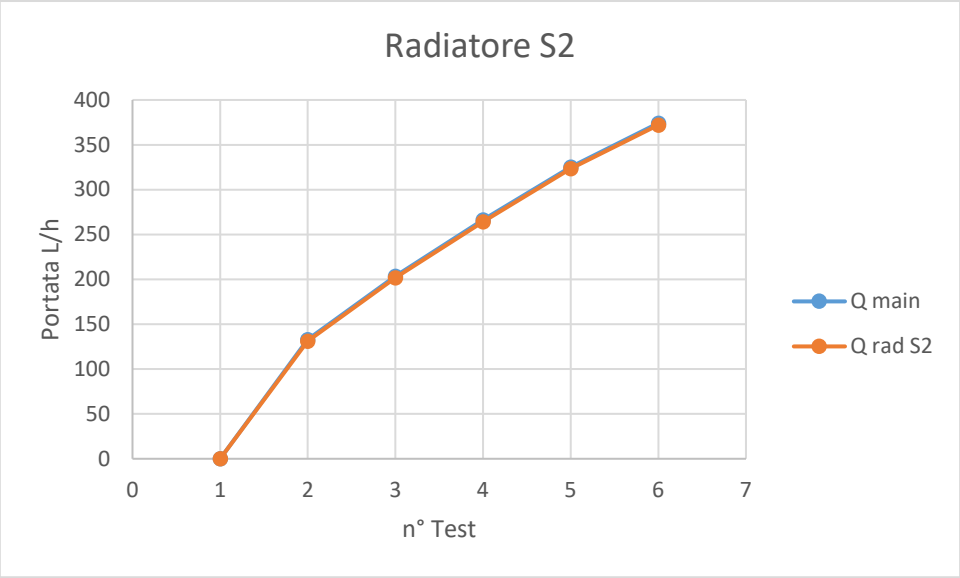

Radiatore S1
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S1

Colonna 7

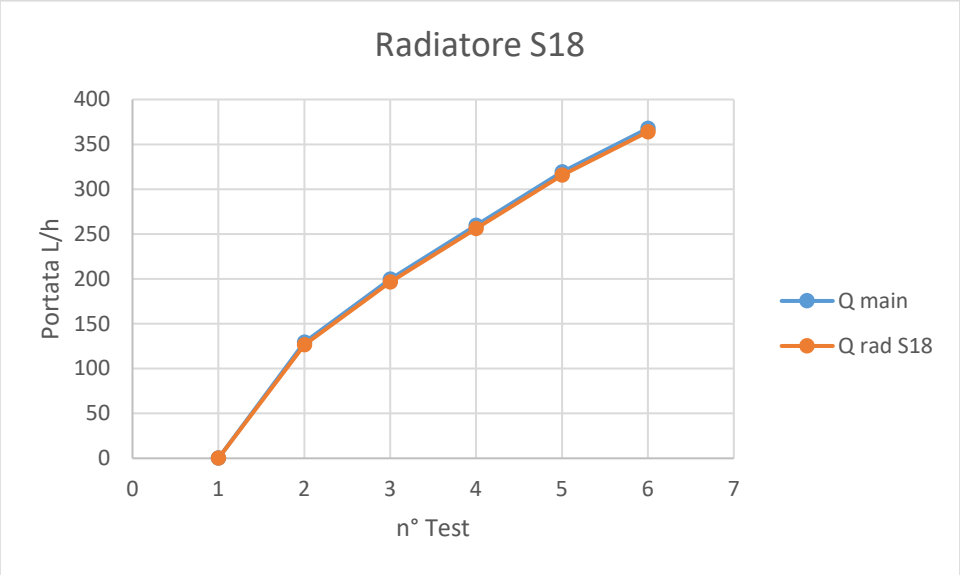

Radiatore S17
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S17

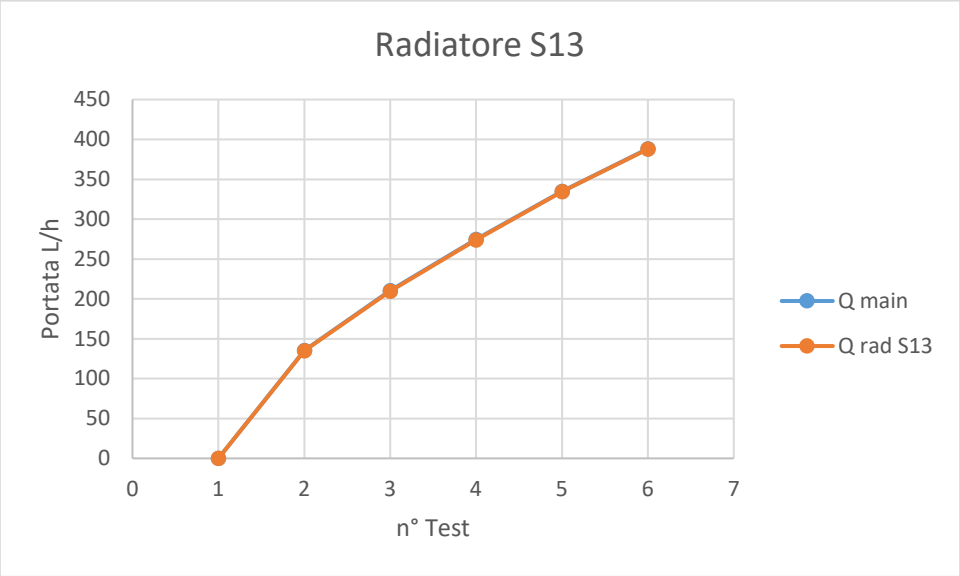

Radiatore S12
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S12

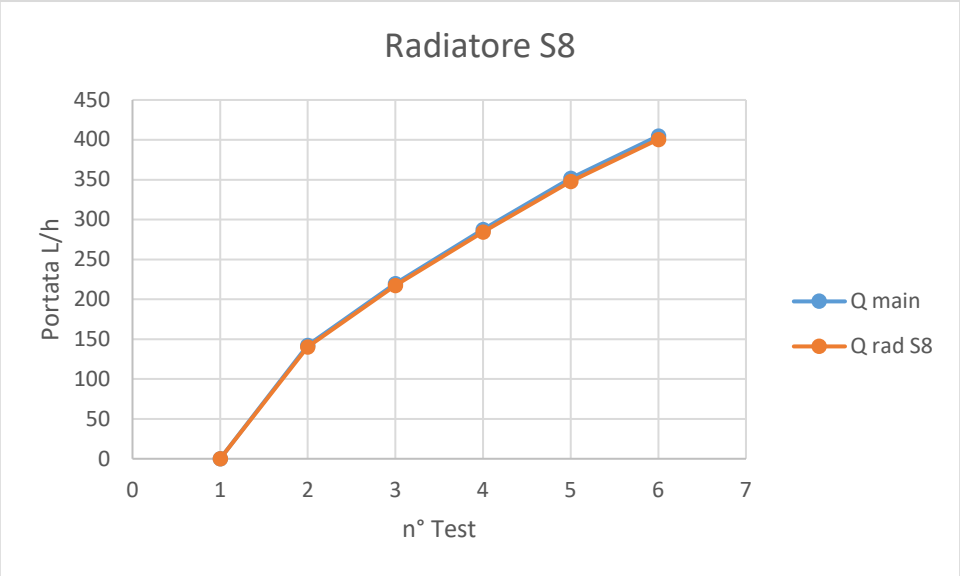

Radiatore S7
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S7

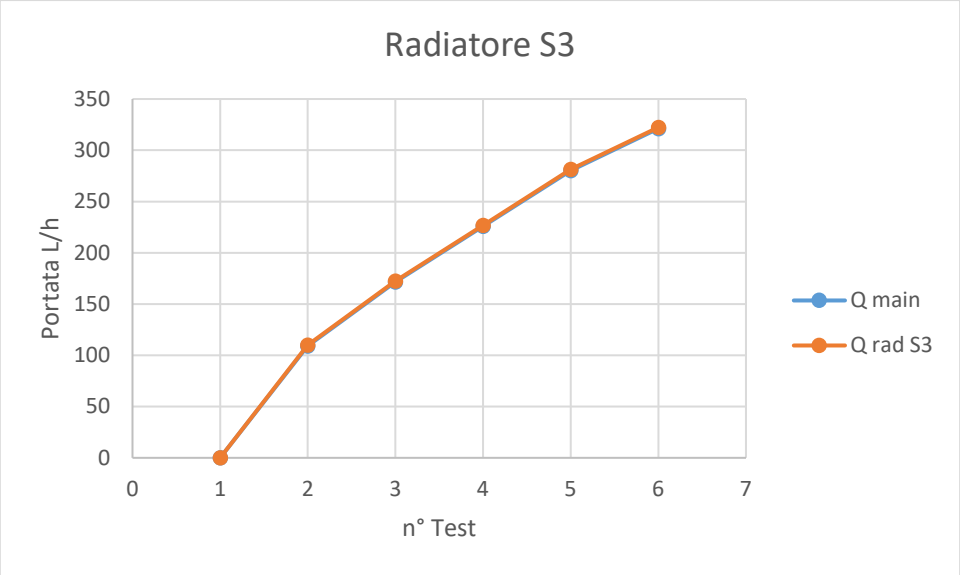

Radiatore S2
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S2

Colonna 8

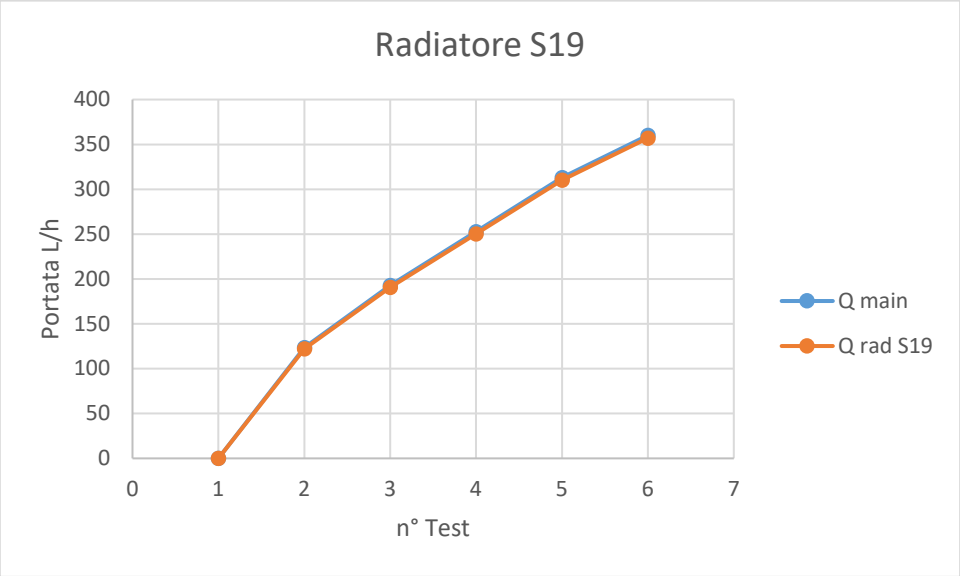

Radiatore S18
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S18

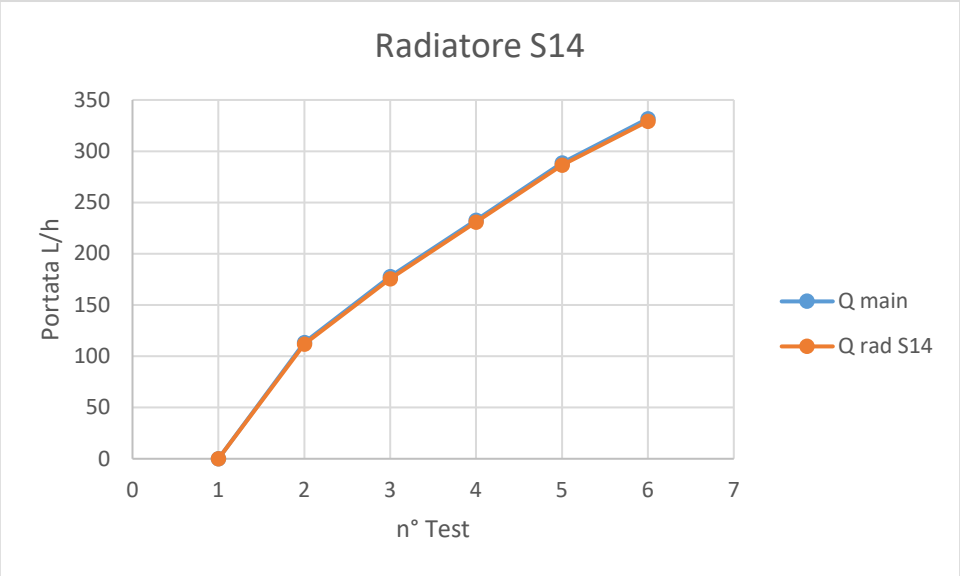

Radiatore S13
Portata L/h
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S13

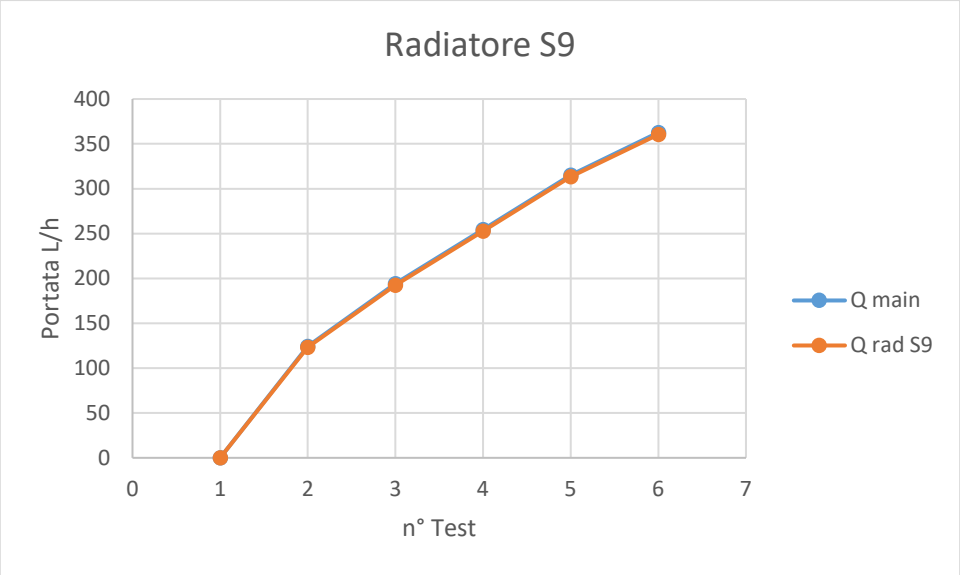

Radiatore S8
Portata L/h
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S8

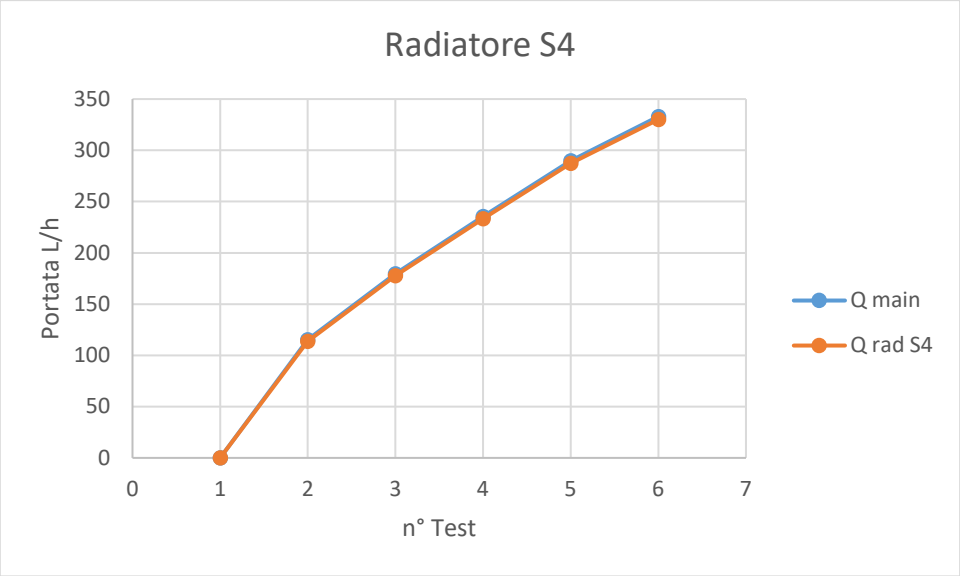

Radiatore S3
Portata L/h
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S3

Colonna 9

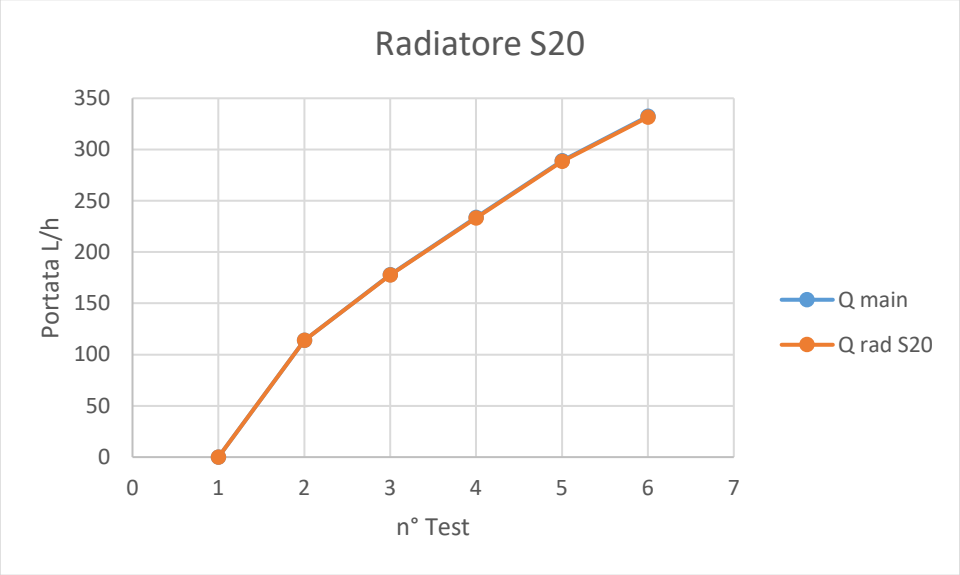

Radiatore S19
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S19

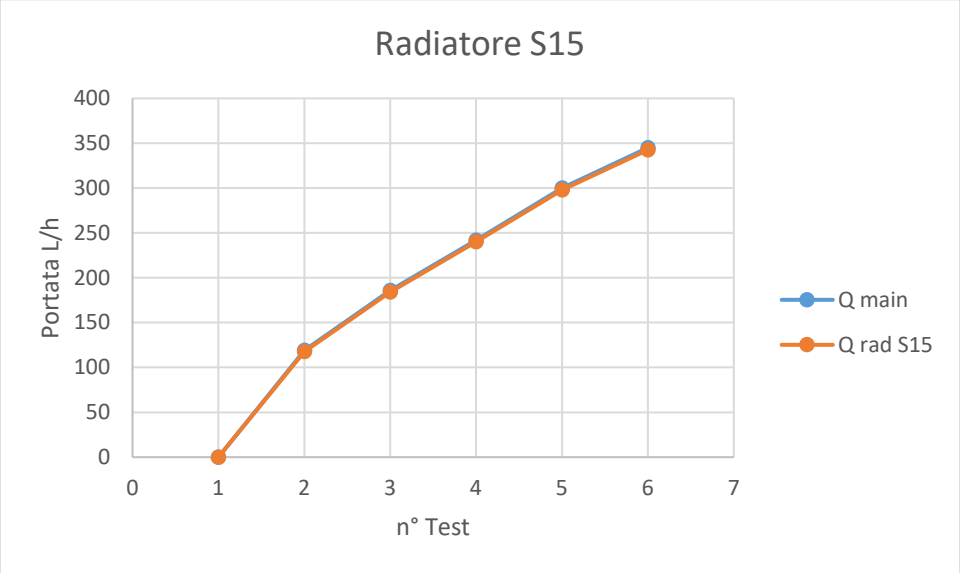

Radiatore S14
Portata L/h
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S14

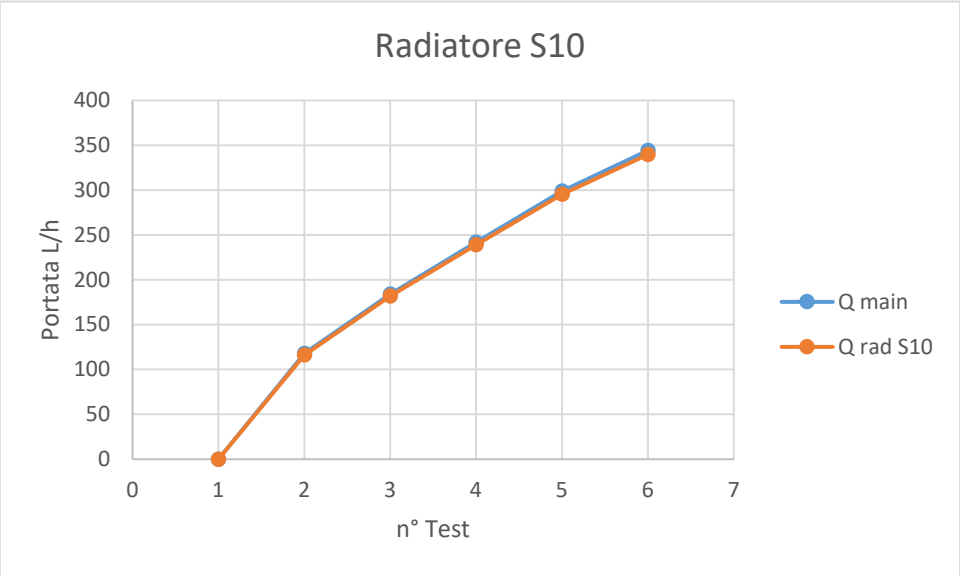

Radiatore S9
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S9

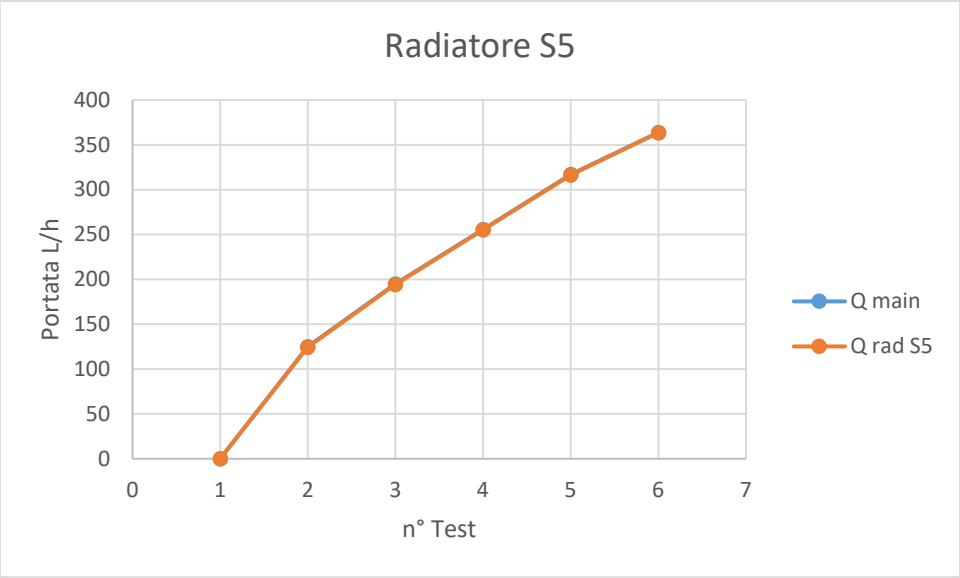

Radiatore S4
Portata L/h
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S4

Colonna 10


Radiatore S20
Portata L/h
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S20


Radiatore S15
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S15


Radiatore S10
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S10


Radiatore S5
Portata L/h
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
1
2
3
4
5
6
7
n° Test
Q main
Q rad S5