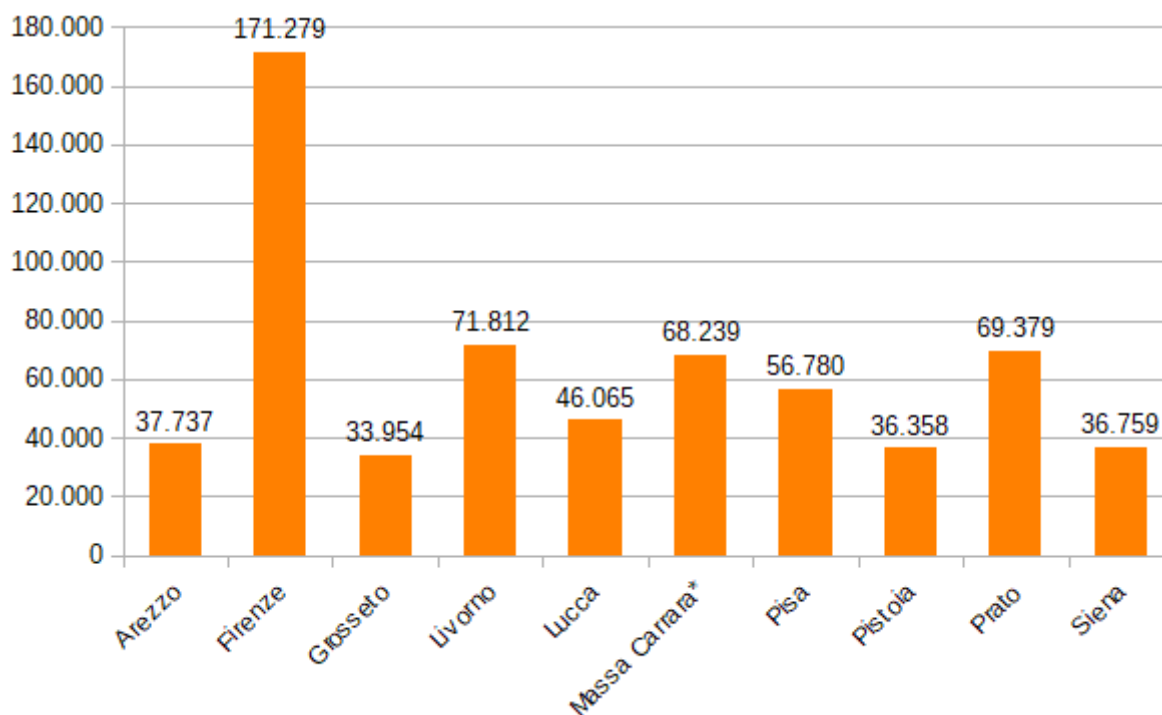




STIMA DI MASSIMA DELLE EMISSIONI DI CO₂ DOVUTE AL RISCALDAMENTO DOMESTICO MEDIANTE GENERATORI TERMICI NEI CAPOLUOGHI TOSCANI

Nella presente nota si fa una prima stima di massima inerente le emissioni di CO₂ dovute al funzionamento del riscaldamento domestico tramite Generatori Termici nei capoluoghi toscani.

Al 16/12/2019 la situazione degli impianti termici e nei comuni capoluogo di provincia, così come risultante dal modulo CIT del SIERT (da cui sono estratti tutti i dati inerenti gli impianti termici riportati nella presente nota), è rappresentata nella seguente figura.



Numero di Generatori termici presenti nei comuni capoluogo di provincia (per Massa Carrara si considera la somma degli impianti del comune di Massa e del Comune di Carrara).

Ovviamente il comune con il maggior numero di generatori risulta Firenze, seguito da Livorno e Prato; il minor numero di generatori termici si riscontra in comune di Grosseto.

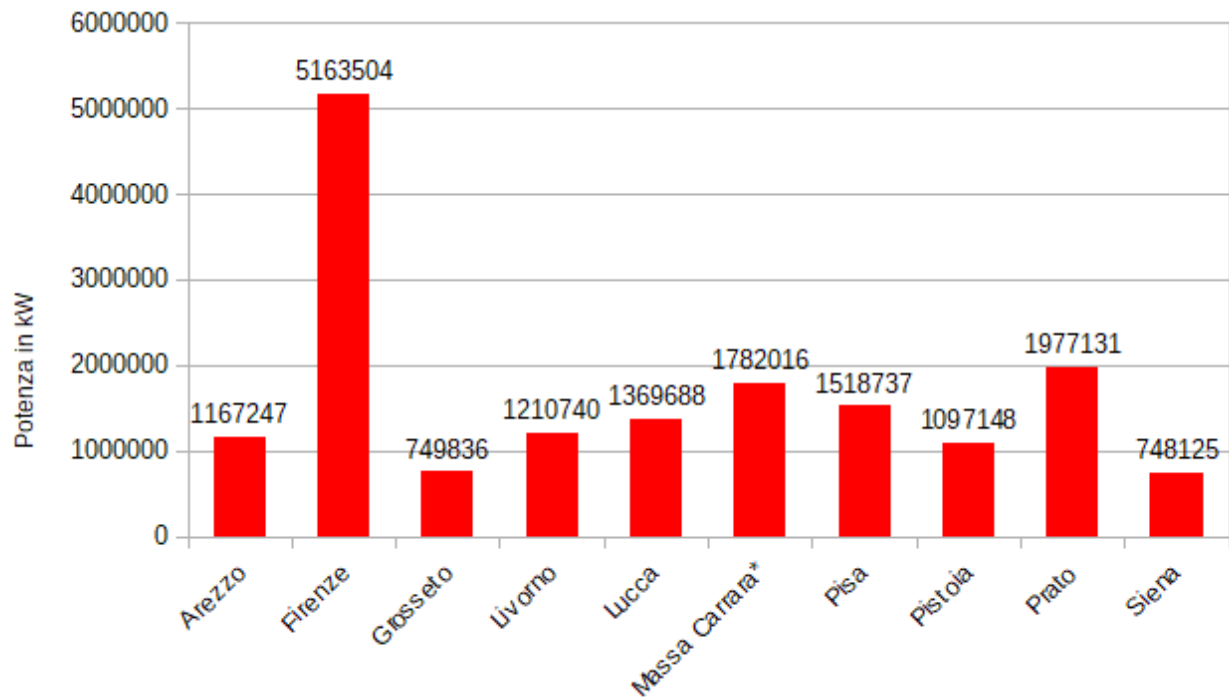
Per quanto riguarda la suddivisione per fonte di alimentazione (metano, GPL, olio combustibile, combustibile solido non rinnovabile, e combustibile solido rinnovabile) la situazione è rappresentata dalla seguente tabella.

Come era immaginabile la stragrande maggioranza dei generatori in tutti i capoluoghi è a metano seguiti in termini di numero, con molto distacco, da quelli a GPL e a solido rinnovabile.



	n. generatori termici alimentati a metano	n. generatori termici alimentati a olio combustibile	n. generatori termici alimentati a GPL	n. generatori termici alimentati a solido non rinnovabile	n. generatori termici alimentati a solido rinnovabile
<i>Arezzo</i>	35.587	221	1.611	10	308
<i>Firenze</i>	170.742	295	188	0	54
<i>Grosseto</i>	31.020	311	2.377	1	245
<i>Livorno</i>	70.941	249	509	2	111
<i>Lucca</i>	43.502	345	1.650	11	557
<i>Massa Carrara*</i>	67.209	65	620	2	343
<i>Pisa</i>	56.414	23	244	39	60
<i>Pistoia</i>	34.510	451	1.021	1	375
<i>Prato</i>	68.594	149	508	19	109
<i>Siena</i>	36.101	163	415	1	79

Volendo poi rappresentare la somma delle Potenze totali installate in kW la suddivisione tra i vari capoluoghi è illustrata nella successiva figura e rispetta approssimativamente la distribuzione del numero di generatori.



Potenza totale dei Generatori termici presenti nei comuni capoluogo di provincia.

Anche in questo caso è possibile esaminare la suddivisione per fonte di alimentazione che viene riportata nella successiva tabella.

	Potenza totale generatori termici alimentati a metano [kW]	Potenza totale generatori termici alimentati a olio combustibile [kW]	Potenza totale generatori termici alimentati a GPL [kW]	Potenza totale generatori termici alimentati a solido non rinnovabile [kW]	Potenza totale generatori termici alimentati a solido rinnovabile [kW]
<i>Arezzo</i>	1.105.827,97	9.935,79	4.4013,89	233	7.236,47
<i>Firenze</i>	5.094.147,32	62.037,65	5.933,78	0	1.385,55
<i>Grosseto</i>	669.583	16.928,01	58.700,51	13	4.611,85
<i>Livorno</i>	1.186.897,53	12.282,13	9.790,04	32,92	1.737,49
<i>Lucca</i>	1.291.728,76	19.513,17	47.172,34	273	11.001,01
<i>Massa Carrara*</i>	1.746.544,59	14.627,4	15.490,43	33,8	5.319,46
<i>Pisa</i>	1.504.154,56	4.823,49	8.117,95	598,23	1.043,02
<i>Pistoia</i>	1.044.574,69	17.908,81	25.734,19	11,8	8.918,23
<i>Prato</i>	1.944.389,42	15.189,6	14.457,32	680,5	2.413,93
<i>Siena</i>	732.740,92	3.685,32	10.547,19	30,4	1.120,98



A partire dai dati sopra riportati al fine di stimare in prima approssimazione le emissioni di CO₂ annuali del parco generatori dei capoluoghi di provincia toscani è necessario fare una stima dell'energia prodotta dagli stessi.

A tale scopo si è ricercata la zona climatica di ciascun capoluogo ed i relativi giorni ed ore massime di funzionamento di cui al DPR 74 del 16 aprile 2013: i risultati sono riportati nella seguente tabella; tutti capoluoghi toscani sono collocati in zona D ad eccezione di Arezzo che viene collocato in zona E.

	zona climatica	giorni max accensione impianti di riscaldamento	ore max accensione giornaliera
<i>Arezzo</i>	E	182	14
<i>Firenze</i>	D	165	12
<i>Grosseto</i>	D	165	12
<i>Livorno</i>	D	165	12
<i>Lucca</i>	D	165	12
<i>Massa e Carrara</i>	D	165	12
<i>Pisa</i>	D	165	12
<i>Pistoia</i>	D	165	12
<i>Prato</i>	D	165	12
<i>Siena</i>	D	165	12

Per fare una stima di massima dell'energia fornita dal totale degli impianti moltiplichiamo in prima approssimazione le potenze totali per le ore massime di funzionamento annuali, ottenute moltiplicando il massimo numero di giorni annuali di accensione per le ore massime di accensione giornaliera consentite.

I risultati in MWh articolati per fonte di alimentazione sono riportati nella tabella successiva.

	Energia metano [Mwh/anno]	Energia olio combustibile [Mwh/anno]	Energia GPL [Mwh/anno]	Energia comb. solido non	Energia comb. solido



				rinnov. [Mwh/anno]	rinnov. [Mwh/anno]
Arezzo	2.817.650	25.316	112.147	594	18.439
Firenze	10.086.412	122.835	11.749	0	2.743
Grosseto	1.325.774	33.517	116.227	26	9.131
Livorno	2.350.057	24.319	19.384	65	3.440
Lucca	2.557.623	38.636	93.401	541	21.782
Massa Carrara*	3.458.158	28.962	30.671	67	10.533
Pisa	2.978.226	9.551	16.074	1.184	2.065
Pistoia	2.068.258	35.459	50.954	23	17.658
Prato	3.849.891	30.075	28.625	1.347	4.780
Siena	1.450.827	7.297	20.883	60	2.220

I quantitativi di energia sopra riportati sono sicuramente sovrastimati, visto che si prende in esame il funzionamento in continuo dell'apparecchio nei periodi consentiti dal decreto e senza tenere conto degli elementi specifici del generatore come ad esempio il rendimento e le emissioni in atmosfera: tali dati servono però a dare un ordine di grandezza in base al quale stimare l'importanza delle emissioni di CO₂.

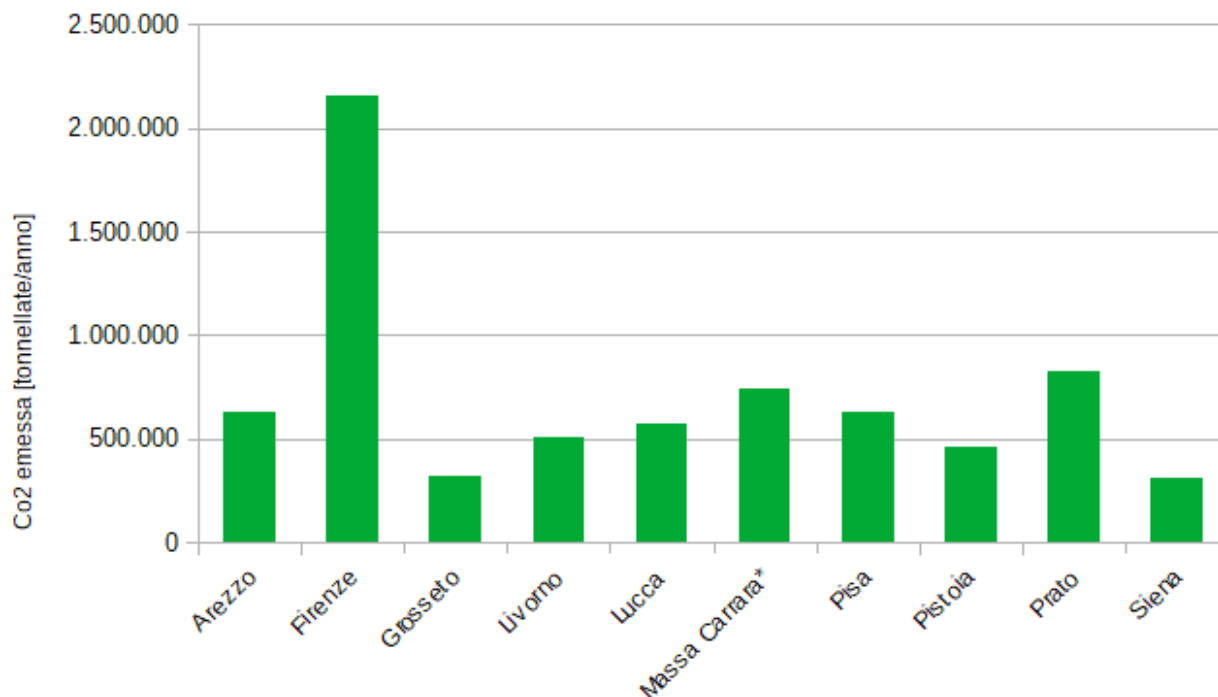
Il maggior consumo avviene nel comune di Firenze seguito a da Prato che però presenta un consumo di meno della metà di quello del capoluogo di Regione.

A questo punto per ottenere le emissioni di CO₂, sempre in prima approssimazione, si moltiplica la quantità di energia per fonte di alimentazione per i fattori relativi alle quantità di CO₂ prodotte (kg) per unità di energia (kWh) di emissioni proposti da ENEA sul sito del SIAPE (Sistema Informativa nazionale Attestati di Prestazione Energetica - <http://www.energiaenergetica.enea.it/regioni/siape/poteri-calorifici-inferiori-dei-combustibili-e-fattori-di-emissione-della-co2>) ai fini della compilazione della colonna "Quantità annua consumata in uso standard" del riquadro "Prestazioni energetiche degli impianti e stima dei consumi di energia" (pagina 2 del modello di attestato di prestazione energetica) e riportati nella seguente tabella.



Vettori energetici	P.C.I.		Emissioni di CO ₂
	Valore	Unità di misura	kg/kWh energia fornita
Gas naturale	9,45	kWh/Sm ³	0,21
GPL Miscela 70% di (C ₃ H ₈) + 30% di (C ₄ H ₁₀)	26,78	kWh/Sm ³	0,24
Gasolio	11,86	kWh/kg	0,28
Olio combustibile	11,47		0,29
Carbone	7,92	kWh/kg	0,37
Biomasse solide (legna)	3,70	kWh/kg	0,05
Biomasse solide (pellet)	4,88	kWh/kg	0,05
Biomasse liquide	10,93	kWh/kg	0,11
Biomasse gassose	6,40	kWh/kg	0,11
Energia elettrica da rete	-	-	0,46
Teleriscaldamento	-	-	0,30
Rifiuti solidi urbani	4,00	kWh/kg	0,17
Teleraffrescamento	-	-	0,10
Energia termica da collettori solari	-	-	0,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, mini-eolico e mini-	-	-	0,00
Energia termica dall'ambiente esterno - free cooling	-	-	0,00
Energia termica dall'ambiente esterno - pompa di calore	-	-	0,00

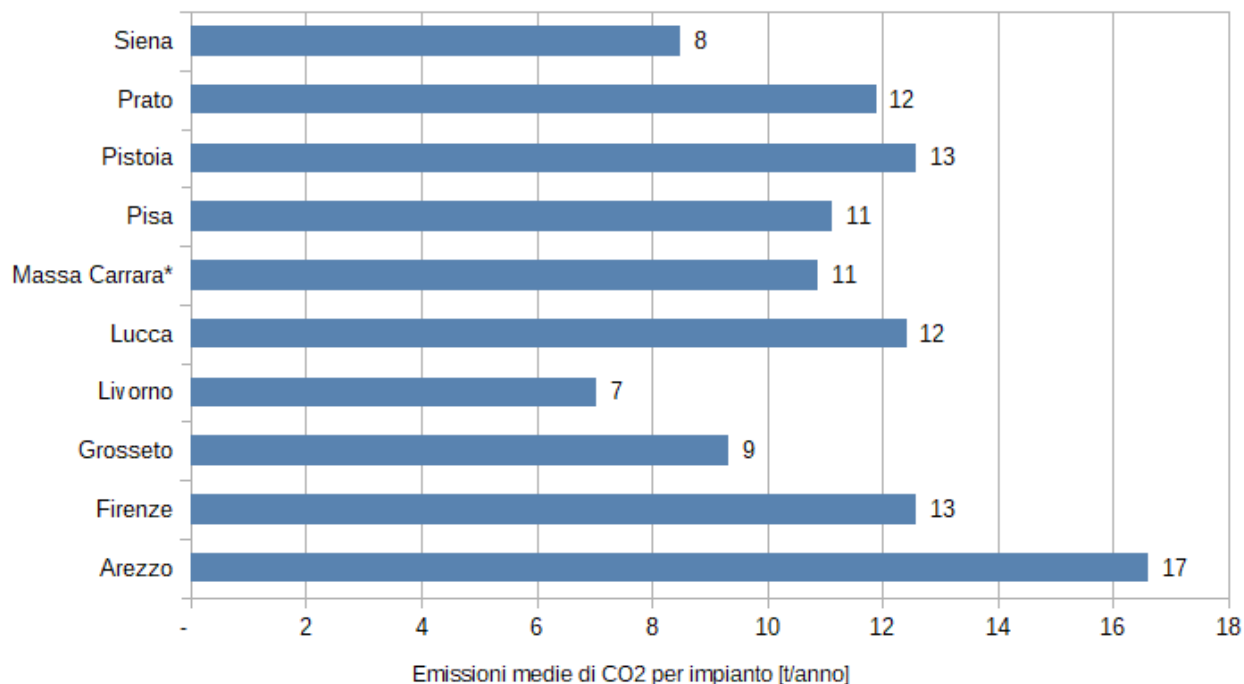
I risultati in termini di tonnellate anno di CO₂ per capoluogo provinciale sono illustrati nella seguente figura.



CO₂ emessa dal complesso dei generatori termici dei capoluoghi di provincia.

La CO₂ emessa dal parco generatori termici a combustione di Firenze supera i 2 milioni di tonnellate l'anno, approssimativamente quanto la somma di 4 degli altri capoluoghi toscani.

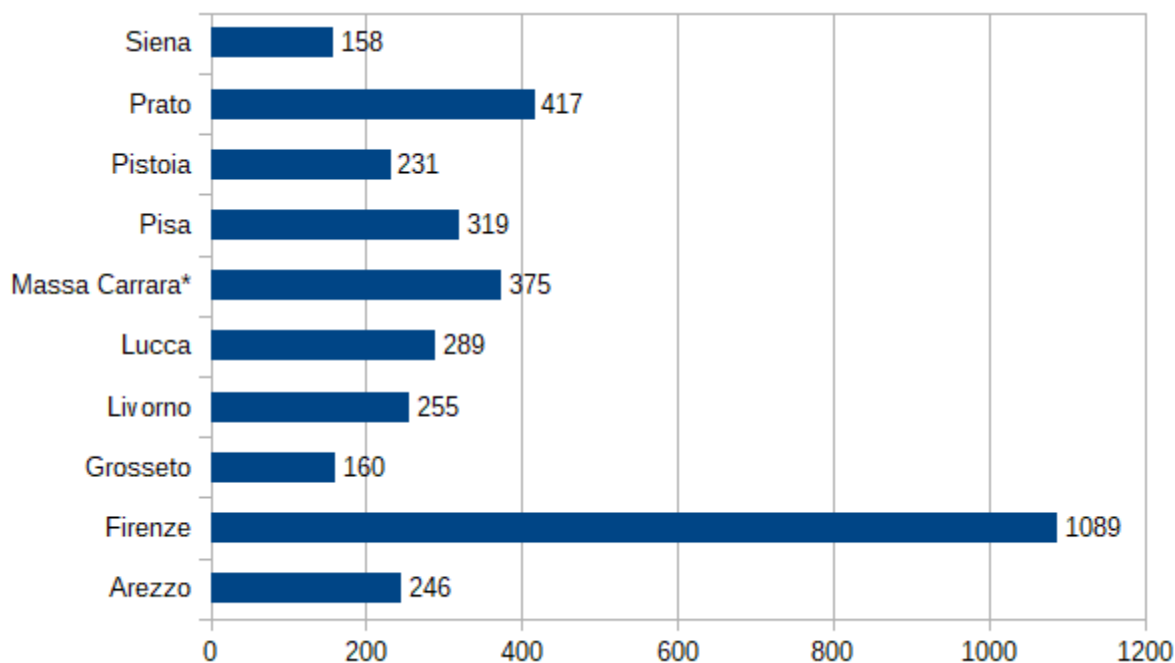
Dividendo le emissioni per il numero di impianti si ottiene come la CO₂ media per impianto più alta si registri ad Arezzo con 17 t/anno di CO₂, anche probabilmente in virtù del maggior numero di ore di accensione totali per impianto mentre gli altri comuni capoluogo si attestano su una media di 11-13 t/anno: l'emissione media più bassa per singolo impianto si ha a Livorno con 7 t/anno; nella successiva figura la rappresentazione di tutti i valori medi dei capoluoghi.



Emissioni di CO₂ medie per impianto nei comuni capoluogo di provincia toscani, calcolati su base annuale.

Altro parametro interessante è l'emissione media per ora di accensione ottenuta dividendo le emissioni totali annuali di CO₂ per le ore considerate di funzionamento: in questo caso le emissioni più alte si hanno a Firenze a causa del maggior numero di impianti presenti sul territorio comunale: un'ora di accensione dell'intero parco generatori fiorentino causa 1089 t di emissioni di CO₂ contro le 417 t del parco generatori di Prato o le 158 di Siena.

Di seguito il grafico che illustra le emissioni per ora di funzionamento.



Emissione di CO₂ per ora di funzionamento nei capoluoghi toscani.



Regione Toscana



Ai fini di una riduzione delle emissioni inquinanti legate al riscaldamento, diviene importante prendere in considerazione la sostituzione delle caldaie con più di 15 anni di età con quelle ad alta efficienza energetica, in considerazione dei valori inferiori della portata in massa dei fumi e dei valori superiori di rendimento.