

# BEA 2017: Executive Summary

Il Bilancio Energetico di Ateneo (BEA) riporta i consumi energetici del Politecnico di Milano articolandoli nelle sue 7 Sedi, ciascuna delle quali è costituita da uno o più campus e da uno o più edifici, coerentemente con la morfologia di riferimento da tempo definita dall'Ateneo ([maps.polimi.it](http://maps.polimi.it)). Le due Sedi di Milano (Città Studi e Bovisa) costituiscono l'88% della superficie totale dell'Ateneo ed hanno perciò una maggiore rilevanza anche per quanto riguarda i consumi energetici.

Il BEA fornisce una valutazione dei consumi energetici di Ateneo distinguendo tra:

- vettori energetici, che identificano tutte le forniture energetiche provenienti dall'esterno, quali ad esempio le forniture di energia elettrica e di gas naturale, ma anche il servizio di teleriscaldamento che sta acquisendo sempre più importanza in ambito urbano;
- fabbisogni energetici, che definiscono i consumi finali di energia sotto forma di energia elettrica, energia termica per il riscaldamento ed energia frigorifera per il raffrescamento.

I fabbisogni energetici possono essere soddisfatti attraverso lo sfruttamento di vettori energetici differenti, grazie all'utilizzo di tecnologie di conversione energetica di natura diversa. A titolo esemplificativo, un dato fabbisogno di energia termica per il riscaldamento può essere soddisfatto sfruttando la combustione del gas naturale in una caldaia oppure attraverso una pompa di calore che consumerà invece energia elettrica o infine recuperando calore da un motore cogenerativo.

A questo proposito è possibile affermare quindi che:

- i fabbisogni energetici possono essere ridotti con interventi di efficientamento energetico, quali ad esempio la sostituzione di impianti desueti con un intervento sull'involucro degli edifici,
- i vettori energetici possono essere ridotti sia attraverso la riduzione dei fabbisogni energetici, sia grazie ad interventi che migliorino l'efficienza di conversione dell'energia primaria, come avviene nella cogenerazione di energia elettrica e termica a partire dal gas naturale.

Sia per i vettori che per i fabbisogni vengono forniti anche dei KPI (Key Performances Indicators) che permettono di comparare, fatte le dovute premesse, le prestazioni delle varie Sedi, identificando su quali campus e edifici è prioritario intervenire.

## I vettori energetici di Ateneo

Il consumo totale di vettori energetici per ogni Sede è ottenuto sommando i prelievi di energia elettrica e gas naturale effettuati in ogni Campus afferente alla Sede stessa. Tali prelievi sono misurati attraverso contatori fiscali dedicati. Le Sedi di Piacenza e Mantova sono caratterizzate dallo sfruttamento del vettore teleriscaldamento, i cui prelievi sono anch'essi misurati da appositi contatori.

La tabella seguente riporta i consumi totali dei tre vettori energetici già citati per ogni Sede. Inoltre, la tabella fornisce un'indicazione del totale di energia primaria consumata<sup>1</sup>, della superficie netta e del numero di studenti per ogni Sede.

Sede	Energia Elettrica [kWh]	Gas Naturale [Sm <sup>3</sup> ]	Tele-riscaldamento [kWh]	Totale Energia Primaria [kWh]	Superficie Netta [m <sup>2</sup> ]	Studente
Città Studi	12.080.724	3.597.273	-	64.615.704	202.444	23.352
Bovisa	21.339.870	730.559	-	57.854.942	152.329	17.667
Como	1.047.186	42.435	-	2.909.712	9.842	771
Cremona	409.373	99.367	-	2.029.952	8.515	350
Lecco	3.260.981	88.448	-	8.494.659	21.337	1.626
Mantova	337.270	0	650.700,86	1.682.327	7.499	645
Piacenza	498.262	76.159	407.356,01	2.597.841	7.420	986
<b>Totale</b>	<b>38.973.666</b>	<b>4.634.241</b>	<b>1.058.057</b>	<b>140.185.138</b>	<b>409.386</b>	<b>45.397</b>

Figura 1: consumo di vettori energetici per ciascuna delle Sedi di Ateneo.

<sup>1</sup> Energia Primaria:  $EP = Sm^3 * PCI + \frac{EE_{Prelev.}}{\mu_{Parco Nazionale} \cdot \mu_{RTN}} - \frac{EE_{ced.}}{\mu_{Parco Nazionale} \cdot \mu_{RTN}} + \frac{E_{TLR}}{\mu_{TLR}}$   
 $\mu_{Parco Nazionale} = 44,38\%$ ;  $\mu_{RTN_{MT}} = 0,962$ ;  $\mu_{RTN_{BT}} = 0,896$ ;

L'energia primaria è un'informazione circa i consumi energetici che permette di confrontare tra loro le diverse Sedi, indipendentemente dai vettori energetici sfruttati per il soddisfacimento dei fabbisogni energetici finali. Dalla tabella è possibile osservare che la maggior parte dei consumi si concentra presso le Sedi di Milano, anche se in maniera antitetica; infatti, mentre la Sede di Bovisa ha importanti consumi di energia elettrica e prelievi di gas naturale contenuti, per la Sede di Città Studi vale il contrario, grazie alla presenza di un impianto di cogenerazione presso il Campus di Piazza Leonardo Da Vinci che, bruciando gas naturale, fornisce energia elettrica e termica anche ai Campus di via Bassini e via Bonardi. L'unione dei tre campus costituisce un distretto energetico identificato con il Plesso di Leonardo-Bonardi-Bassini. In particolare, l'energia elettrica autoprodotta annualmente dal cogeneratore è pari a circa 9 GWh, dei quali 1 GWh è però immesso nella rete elettrica pubblica, risultando in un autoconsumo di circa 8 GWh. Il consumo totale di energia elettrica in Ateneo è quindi pari a 48 GWh, sommando il prelievo dalla rete pubblica riportato in tabella e l'autoproduzione locale del cogeneratore.

La differenza nelle caratteristiche dei consumi energetici delle Sedi milanesi è osservabile anche nei rispettivi KPI, riportati nella tabella seguente. Ciò nonostante, gli indicatori di energia primaria totale sono simili; questa similitudine (leggermente a favore della Sede di Città Studi) si presenta tuttavia a fronte di un fabbisogno energetico maggiore per la Sede di Città Studi, come verrà mostrato più avanti. Il KPI sull'energia primaria suggerisce quindi la bontà della scelta fatta nel 2015 circa l'installazione di un impianto di cogenerazione che, grazie alla sua efficienza, permette di garantire un utilizzo inferiore di risorse primarie a fronte di fabbisogni energetici maggiori rispetto alla Sede di Bovisa. Questo implica anche una maggiore sostenibilità ambientale, con un'emissione di gas clima-alteranti inferiore.

Sede	Energia Elettrica		Gas Naturale		Tele-riscaldamento		Totale Energia Primaria	
	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/Stdnt	Sm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>	Sm <sup>3</sup> /Stdnt	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/Stdnt	kWh/m <sup>2</sup>	kWh/Stdnt
Città Studi	59,67	517,33	17,77	154,05	0,00	-	319,18	2.767,03
Bovisa	140,09	1.207,89	4,80	41,35	0,00	-	379,80	3.274,75
Como	106,40	1.358,22	4,31	55,04	0,00	-	295,65	3.773,95
Cremona	48,08	1.169,64	11,67	283,90	0,00	-	238,39	5.799,86
Lecco	152,83	2.005,52	4,15	54,40	0,00	-	398,12	5.224,27
Mantova	44,97	522,90	0,00	-	86,77	1.008,8	224,33	2.608,26
Piacenza	67,15	505,34	10,26	77,24	54,90	413,14	350,13	2.634,73
<b>Media</b>	<b>95,20</b>	<b>858,51</b>	<b>11,32</b>	<b>102,08</b>	<b>102,55</b>	<b>648,72</b>	<b>342,43</b>	<b>3.087,98</b>

Figura 2: KPI relativi al consumo di vettori energetici divisi per Sede.

Osservando i profili mensili di consumo di energia elettrica e gas naturale è possibile apprezzare anche la loro stagionalità. In particolare, i consumi di energia elettrica sono maggiori nella stagione estiva (ad eccezione di agosto) a causa dell'accensione degli impianti di raffrescamento; i periodi di minimo consumo corrispondono invece ai mesi primaverili e autunnali. Anche dal profilo mensile è possibile notare che la quota maggioritaria dei consumi è in capo alle due Sedi milanesi.

Il consumo di gas naturale ha una stagionalità ancora più marcata, essendo concentrato nella sola stagione invernale. Fa eccezione la Sede di Città Studi, dove il consumo di gas naturale è importante anche nel periodo estivo a causa della già citata presenza di un impianto di cogenerazione. Si sottolinea che durante la stagione estiva l'impianto di cogenerazione produce acqua calda che alimenta un frigorifero ad assorbimento, il quale permette di raffrescare l'asse edilizio compreso tra via Golgi e via Ponzio. Nel periodo estivo si parla perciò di tri-generazione, poiché i vettori energetici generati sono appunto tre: energia elettrica, termica e frigorifera. Una quota parte dei consumi di gas naturale è infine giustificata dalla presenza di laboratori e dall'utilizzo di fluidi caldi per il post-riscaldamento dell'aria all'interno delle apposite unità di trattamento.

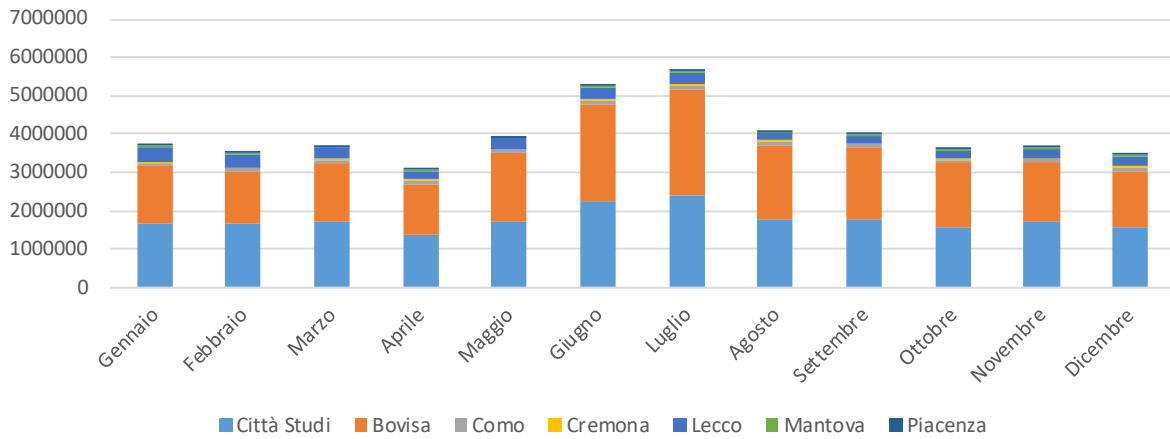


Figura 3: profilo mensile di consumo di energia elettrica per ogni Sede [kWh].

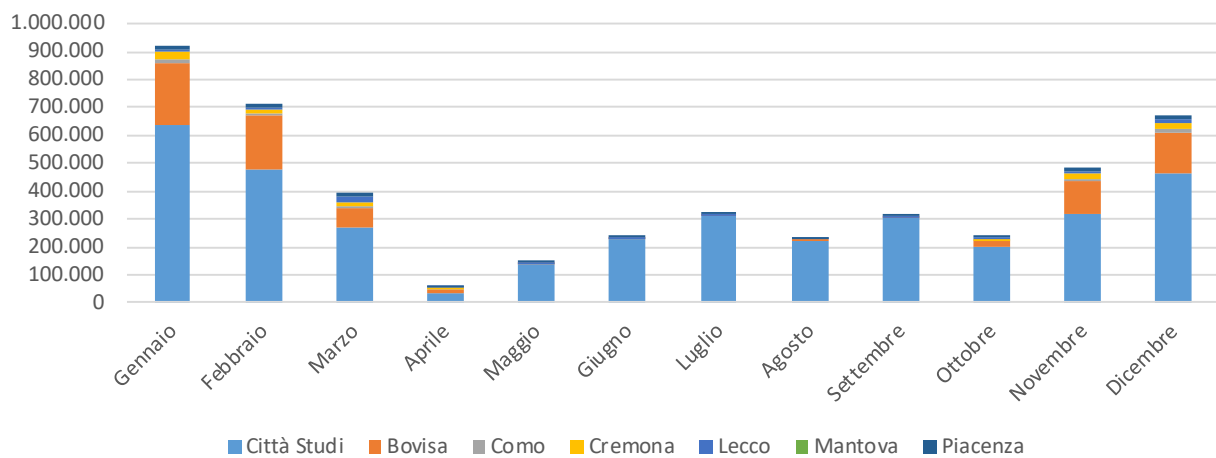


Figura 4: profilo mensile di consumo di gas naturale per ogni Sede [Smc].

## I fabbisogni energetici di Ateneo

Il BEA distingue tre fabbisogni energetici finali:

- energia elettrica (illuminazione, laboratori, strutture e impianti informatici, ventilatori, ecc),
- energia termica per il riscaldamento,
- energia frigorifera per il raffrescamento.

La tabella seguente riporta i fabbisogni energetici di Ateneo distinguendoli per Sede. Successivamente, vengono riportati i KPI relativi ai soli fabbisogni di energia elettrica e di energia termica; questo è dovuto alla mancanza di un'anagrafica certa circa le superfici raffrescate (in fase di definizione).

Si osserva che le Sedi milanesi hanno fabbisogni molto simili, ad eccezione dell'energia termica per il riscaldamento che risulta essere maggiore per Città Studi a causa di una consistenza edilizia più datata. Questa differenza è certamente dovuta anche alla maggiore superficie di Città Studi, superiore a Bovisa di circa 50.000 m<sup>2</sup>, anche osservabile dal KPI relativo al fabbisogno di energia termica per metro-quadrato. Per quanto riguarda il fabbisogno di energia frigorifera per il raffrescamento, il gap è colmato dalla mancanza in alcuni edifici della Sede di Città Studi di impianti di raffrescamento, che quindi contribuisce ad abbattere il corrispondente fabbisogno energetico a discapito, tuttavia, del benessere ambientale degli occupanti.

<b>Tutto l'Ateneo</b>	Fabbisogno Energia Elettrica [kWh <sub>e</sub> ]	Fabbisogno Energia Termica [kWh <sub>th</sub> ]	Fabbisogno Energia Frigorifera [kWh <sub>fr</sub> ]
<b>Sede Città Studi</b>	15.349.503	12.353.604	5.752.670
<b>Sede Bovisa</b>	15.052.612	6.653.011	7.907.749
<b>Sede Como</b>	950.820	477.918	141.093
<b>Sede Cremona</b>	371.753	874.076	49.285
<b>Sede Lecco</b>	2.694.906	1.647.124	335.177
<b>Sede Mantova</b>	330.524	624.673	-
<b>Sede Piacenza</b>	397.673	1.078.782	199.210
Totale Ateneo	35.147.789	23.709.189	14.385.184
<b>Superfici di riferimento [m<sup>2</sup>]</b>	407.465	329.260	-
<b>Totale Fabb. per metri quadri per anno</b>	<b>86,26</b>	<b>72,01</b>	-

Figura 5: fabbisogni energetici per ciascuna delle Sedi di Ateneo.

<b>Ateneo</b>	Fabbisogno Energia Elettrica [kWh <sub>e</sub> /m <sup>2</sup> ]	Fabbisogno Energia Termica [kWh <sub>th</sub> /m <sup>2</sup> ]	Fabbisogno Energia Frigorifera [kWh <sub>fr</sub> /m <sup>2</sup> ]
<b>Sede Città Studi</b>	76,55	76,04	-
<b>Sede Bovisa</b>	98,82	54,47	-
<b>Sede Como</b>	96,61	59,60	-
<b>Sede Cremona</b>	43,66	126,04	-
<b>Sede Lecco</b>	126,30	94,42	-
<b>Sede Mantova</b>	44,07	102,16	-
<b>Sede Piacenza</b>	53,60	175,22	-

Figura 6: KPI relativi ai fabbisogni energetici di ogni Sede.