

BEA 2019: 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). 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 consumata¹, della superficie netta e del numero di studenti per ogni Sede.

Sede	Energia Elettrica [kWh]	Gas Naturale [Sm ³]	Tele-riscaldamento [kWh]	Totale Energia Primaria [kWh]	Superficie Netta [m ²]	Numero Studenti
Città Studi	8.892.926	3.664.506	-	58.311.768	202.444	26.031
Bovisa	21.245.550	817.551	-	57.256.402	177.644	19.235
Como	1.064.633	38.506	-	2.850.091	9.842	265
Cremona	364.527	87.624	-	1.781.982	8.515	367
Lecco	2.809.861	101.507	-	7.520.378	21.337	1.632
Mantova	333.576	0	618.393	1.611.245	7.499	575
Piacenza	570.608	74.728	411.570	2.738.886	7.420	997
Totale	35.281.681	4.784.422	1.029.963	132.070.753	434.701	49.102

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

¹ Energia Primaria: $EP = Sm^3 * PCI + \frac{EE_{Prelev.}}{\mu_{Parco Nazionale} \cdot \mu_{RTN}} - \frac{EE_{ced.}}{\mu_{Parco Nazionale} \cdot \mu_{RTN}} + \frac{E_{TLR}}{\mu_{TLR}}$
 $\mu_{Parco Nazionale} = 45,49\%$; $\mu_{RTN_{MT}} = 0,962$; $\mu_{RTN_{BT}} = 0,896$;

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 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 12 GWh, dei quali 1 GWh è però immesso nella rete elettrica pubblica, risultando in un autoconsumo di circa 11 GWh. Il consumo totale di energia elettrica in Ateneo è quindi pari a 46 GWh, sommando il prelievo dalla rete pubblica riportato in tabella e l'autoproduzione 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 ²	kWh/Stdnt	Sm ³ /m ²	Sm ³ /Stdnt	kWh/m ²	kWh/Stdnt	kWh/m ²	kWh/Stdnt
Città Studi	43,93	341,63	18,10	140,77	0,00	-	288,04	2.240,09
Bovisa	119,60	1.104,53	4,60	42,50	0,00	-	322,31	2.976,68
Como	108,17	4.017,48	3,91	145,31	0,00	-	289,59	10.755,06
Cremona	42,81	993,26	10,29	238,76	0,00	-	209,27	4.855,54
Lecco	131,69	1.721,73	4,76	62,20	0,00	-	352,46	4.608,07
Mantova	44,48	580,13	0,00	-	82,46	1.075,47	214,85	2.802,17
Piacenza	76,90	572,33	10,07	74,95	55,47	412,81	369,14	2.747,13
Media	81,16	718,54	11,01	97,44	99,83	655,19	303,82	2.689,72

Figura 2: KPI per i consumi di vettori energetici di ogni 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.

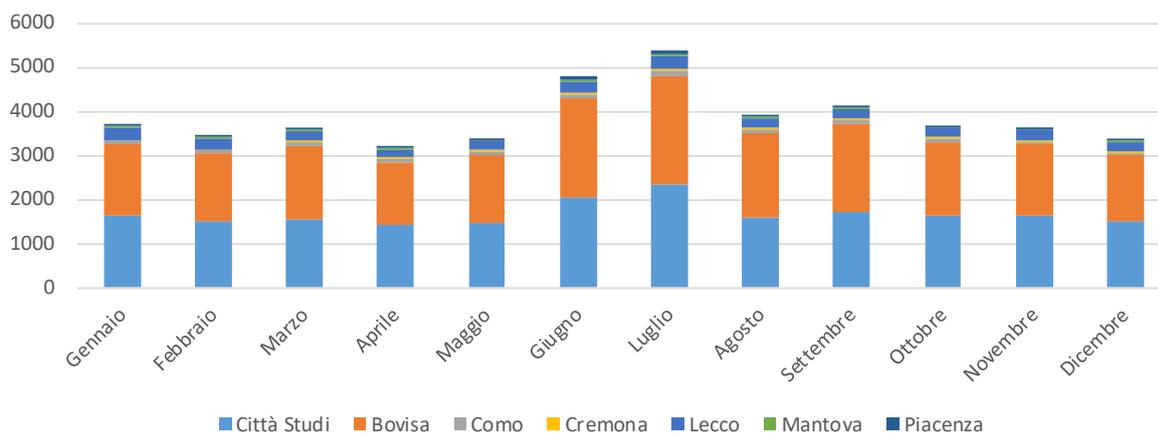


Figura 3: profili mensili di consumo di energia elettrica per ogni Sede [kWh].

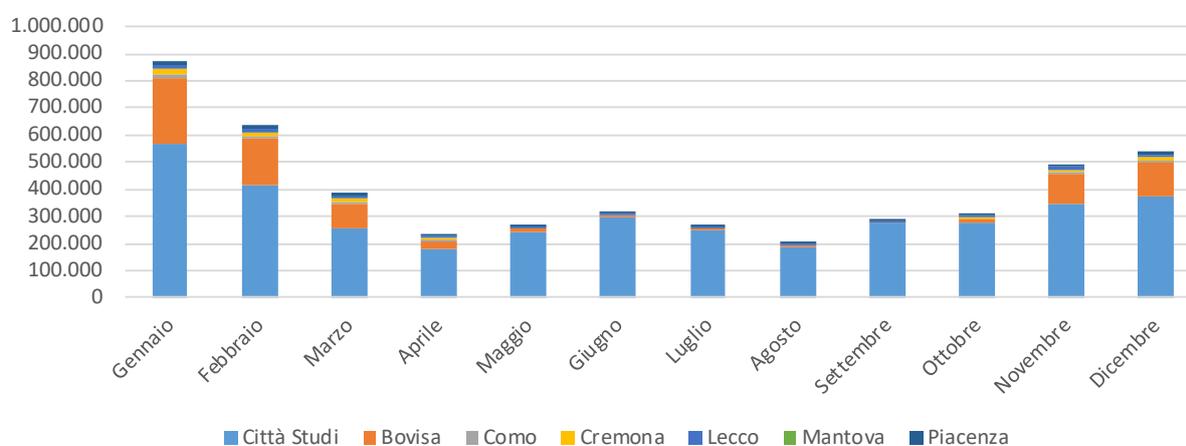


Figura 4: profili mensili di consumo di gas naturale per ogni Sede [Smc].

I consumi energetici riportati hanno dato origine ad un costo totale pari a:

- 6,4 M€ per il vettore energia elettrica, con un costo unitario compreso tra 0,18 e 0,2 €/kWh, di cui circa 0.053 €/kWh sono attribuibili alla sola componente energia, mentre la restante parte è costituita da oneri e tasse;
- 1,8 M€ per il vettore gas naturale, con un costo unitario tra 0,55 e 0,6 €/Sm³, di cui 0,16 €/Sm³ associabili alla componente gas naturale, mentre la parte restante è costituita da oneri e tasse; inoltre, grazie ad un peso ridotto proprio su queste componenti, il gas naturale per la Sede di Città Studi gode di un costo unitario di circa 0,38 €/Sm³, discostandosi dalla media delle altre Sedi, sopra riportata.

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 20.000 m², anche osservabile dal KPI relativo al fabbisogno di energia termica per metro-quadrato. Tale differenza è compensata per quanto riguarda il fabbisogno di energia elettrica dalla maggiore presenza di laboratori e

strutture energivore presso la Sede di Bovisa; invece, 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.

Tutto l'Ateneo	Fabbisogno Energia Elettrica [kWh _e]	Fabbisogno Energia Termica [kWh _{th}]	Fabbisogno Energia Frigorifera [kWh _{fr}]
Sede Città Studi	15.246.481	10.544.228	6.052.921
Sede Bovisa	15.589.055	7.443.607	6.558.127
Sede Como	947.430	306.986	180.003
Sede Cremona	323.049	698.568	62.254
Sede Lecco	2.431.025	1.315.012	282.997
Sede Mantova	326.904	593.657	-
Sede Piacenza	444.731	1.072.556	187.390
Totale Ateneo	35.308.675	21.974.615	13.323.692
Superfici di riferimento [m ²]	434.384	351.079	-
Totale Fabb. per metri quadri per anno	81,28	62,59	-

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

Ateneo	Fabbisogno Energia Elettrica [kWh _e /m ²]	Fabbisogno Energia Termica [kWh _{th} /m ²]	Fabbisogno Energia Frigorifera [kWh _{fr} /m ²]
Sede Città Studi	75,43	64,41	-
Sede Bovisa	87,75	52,16	-
Sede Como	96,27	38,28	-
Sede Cremona	37,94	100,73	-
Sede Lecco	113,93	75,38	-
Sede Mantova	43,59	97,09	-
Sede Piacenza	59,94	174,21	-

Figura 6: KPI dei fabbisogni energetici per ogni Sede.

Variazione annuale 2018-2019

L'analisi anno-su-anno tra 2018 e 2019 registra un sostanziale miglioramento delle prestazioni energetiche dell'Ateneo. Esso è testimoniato dai KPI di vettori e fabbisogni energetici, riportati nelle seguenti tabelle. Il miglioramento nei consumi di gas naturale e nel fabbisogno di energia termica per il riscaldamento è stato anche favorito da una riduzione dei gradi giorno registrati su Milano, passati da 2125 nel 2018 a 1991 nel 2019. La forte riduzione nei consumi energetici registrata su Como è invece dovuta alla ridotta occupazione della Sede e soprattutto ad una forte contrazione degli studenti presenti (-62%). Per le Sedi di Mantova e Piacenza sul KPI di consumo dell'energia primaria incide anche il teleriscaldamento (non riportato in tabella, ma presente nel calcolo della voce ENERGIA PRIMARIA). Esso segna: +7.9% per Mantova (2018: 76.37 kWh/m², 2019: 82.5 kWh/m²) e -18.7% per Piacenza (2018: 68.3 kWh/m², 2019: 55.5 kWh/m²).

	ENERGIA ELETTRICA [kWh/m ²]			GAS NATURALE [Smc/m ²]			ENERGIA PRIMARIA [kWh/m ²]		
	2018	2019	yoy %	2018	2019	yoy %	2018	2019	yoy %
Città Studi	45.71	43.93	-3.89%	19.91	18.10	-9.09%	313.35	288.04	-8.08%
Bovisa	127.45	119.60	-6.16%	5.31	4.60	-13.37%	358.26	322.31	-10.03%
Como	137.58	108.17	-21.38%	4.98	3.91	-21.49%	385.27	289.59	-24.83%
Cremona	46.51	42.81	-7.96%	11.47	10.29	-10.29%	233.47	209.27	-10.37%
Lecco	142.67	131.69	-7.70%	5.04	4.76	-5.56%	391.19	352.46	-9.90%
Mantova	42.84	44.48	3.83%	-	-	-	206.52	214.85	4.03%
Piacenza	72.43	76.90	6.17%	9.75	10.07	3.28%	376.58	369.14	-1.98%
TOTALE	105.10	98.95	-5.85%	16.79	15.13	-9.93%	337.33	306.32	-9.19%

Figura 7: variazione dei KPI dei consumi energetici tra 2018 e 2019, divisi per Sede.

	FABBISOGNO ELETTRICO [kWh/m ²]			FABBISOGNO TERMICO [kWh/m ²]		
	2018	2019		2018	2019	
Città Studi	75.22	75.43	0.28%	78.67	64.41	-18.13%
Bovisa	91.93	87.75	-4.55%	64.55	52.16	-19.19%
Como	128.28	96.27	-24.95%	54.20	38.28	-29.37%
Cremona	39.84	37.94	-4.77%	123.88	100.73	-18.69%
Lecco	122.17	113.93	-6.74%	92.56	75.38	-18.56%
Mantova	41.98	43.59	3.84%	89.92	97.09	7.97%
Piacenza	56.99	59.94	5.18%	184.70	174.21	-5.68%
TOTALE	86.86	83.25	-4.16%	81.07	67.95	-16.18%

Figura 8: variazione dei KPI dei consumi energetici tra 2018 e 2019, divisi per Sede.

In termini assoluti, i consumi di energia elettrica sono rimasti sostanzialmente invariati, con contributi antitetici da parte delle due principali Sedi: -3.8% per Città Studi, mentre Bovisa ha registrato +5%, soprattutto per i nuovi edifici in servizio nei Campus Candiani. I consumi di gas naturale hanno invece registrato riduzioni su tutte le Sedi, soprattutto sulla Sede di Città Studi, che ha segnato -9% (- 330 kSmc), anche grazie ad azioni di efficientamento attuate sugli impianti di regolazione della centrale termica di Leonardo-Bonardi-Bassini.

Guardando invece ai fabbisogni, la situazione si rivela quasi invariata in termini assoluti per quanto riguarda i fabbisogni elettrici, con un lieve aumento (+2%) principalmente dovuto alle nuove aperture della Sede di Bovisa. Il fabbisogno termico per il riscaldamento registra invece una forte contrazione (-14%), a causa di un periodo invernale con temperature sopra la media. Infine, il fabbisogno frigorifero segna un andamento in costante crescita, soprattutto per la costante crescita della superficie raffrescata. Al contempo, I KPI dei fabbisogni energetici segnano un decremento sia per energia elettrica (-4%) che per energia termica (-16%).