



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Piano Energetico di Ateneo



2025



Piano Energetico di Ateneo

20/11/2025

Indice

1. Premessa	9
1.1. Struttura del documento	12
1.2. Contesto	12
2. Bilancio energetico di ateneo	19
2.1. Analisi del fabbisogno energetico	20
2.2. Energie rinnovabili	35
2.3. Inventario emissioni	37
3. Strategia energetica di ateneo.	41
3.1. Obiettivi, Azioni e Strumenti	42
3.2. Relazione e sinergia tra obiettivi, azioni e strumenti.	58
4. Interventi di riqualificazione energetica	61
4.1. Energie Rinnovabili	63
4.2. Efficientamento del sistema di illuminazione	66
4.3. Sistemi di misura e monitoraggio energetico	69
5. Conclusioni	72

Indice delle figure

Figura 1. Suddivisione superfici in categorie d'uso per le principali aree geografiche	17
Figura 2. Andamento storico dei consumi dell'Università degli Studi di Firenze	22
Figura 3. Ripartizione percentuale consumi energetici complessivi (anno 2024) per vettore energetico.	23
Figura 4. Suddivisione mensile vettori energetici	24
Figura 5. Ripartizione dei consumi tra le aree geografiche dell'Ateneo. . .	26
Figura 6. Confronto tra consumi elettrici e termici di ogni comprensorio . .	29
Figura 7. Confronto tra consumi energetici complessivi e superficie netta per ogni area geografica, con diagrammi di ripartizione (termica/elettrica) per le aree più rilevanti	31
Figura 8. Confronto tra Energy Use Intensity elettrico (EUIel) e termico (EUIth) per ogni area geografica dell'Ateneo	33
Figura 9. Impianto fotovoltaico del Dipartimento di Fisica (Sesto Fiorentino). .	36
Figura 10. Impianto fotovoltaico sull'edificio Aule e Biblioteca (Sesto Fiorentino).	36
Figura 11. Impianto fotovoltaico sull'edificio Incubatore (Sesto Fiorentino). .	36
Figura 12. Nuovo impianto fotovoltaico su copertura CERM	36
Figura 13. Impianto fotovoltaico edificio Santa Verdiana (Centro Storico) . .	36
Figura 14. Storico delle emissioni di Ateneo (2010-2024)	38

Indice delle tabelle

Tabella 1. Superficie e volume del patrimonio immobiliare diviso per aree geografiche	15
Tabella 2. Riepilogo consumi mensili anno 2024 divisi per vettore energetico	25
Tabella 3. Storico delle emissioni di CO ₂ di Ateneo per vettore energetico (2010-2024)	39
Tabella 4. Riepilogo di taglia e producibilità degli impianti fotovoltaici installabili	64
Tabella 5. Principali parametri dell'analisi economica preliminare condotta per l'installazione degli impianti fotovoltaici	65
Tabella 6. Stima risparmi energetici ottenibili con relamping divisi per area geografica	68



1. Premessa

Il Piano Energetico è adottato dall'Università di Firenze per la prima volta. Si tratta di un documento che racconta la situazione energetica dell'Ateneo e analizza i dati per indirizzare strategie in collegamento diretto con il Piano Strategico di Ateneo, di cui è l'espressione di una visione che pone al centro lo sviluppo sostenibile ed efficiente delle proprie risorse energetiche. Il Piano è, quindi, uno strumento di analisi e pianificazione per promuovere l'utilizzo di fonti rinnovabili e la riduzione dell'impronta ambientale della propria comunità.

Nel documento sono definiti di Indicatori di Prestazione Energetica per Area Geografica che costituiranno la chiave per il monitoraggio dell'efficienza energetica e delle azioni gestionali messe in campo, nonché le azioni e gli interventi volti al miglioramento dell'efficienza energetica, che permetteranno di evolvere verso un modello strutturato di gestione e miglioramento continuo. Il Piano parte dall'analisi dell'ambito di azione relativo all'ambiente e alle infrastrutture in cui l'Ateneo intende razionalizzare il suo assetto logistico sul territorio, dotandosi di spazi adeguati rispetto alle esigenze istituzionali e garantendo uno sviluppo sostenibile.

Rispetto a questo, l'obiettivo strategico di riferimento, che rappresenta l'espressione dei valori e delle finalità che guidano la missione e visione istituzionale dell'Ateneo, riguarda proprio la necessità di migliorare l'impronta ambientale dell'Ateneo, rafforzando l'impegno verso la collettività e la diffusione delle competenze, a supporto dello sviluppo sociale e territoriale.

Per questo ambito è marcata l'attinenza con gli obiettivi internazionali di Sviluppo Sostenibile fissati dall'Agenda 2030 dell'ONU, a cui l'Università di Firenze contribuisce.

Nell'ottica di rendere il Piano Energetico uno strumento di pianificazione elastico ed aperto alle evoluzioni future, si è scelto di indicare solo le strategie per macro-obiettivi e azioni, demandando gli specifici interventi a strumenti di programmazione più dettagliati, quali il piano edilizio.

In città e nei comuni limitrofi l'Ateneo conta circa 140 edifici di proprietà o in uso, per quasi 600 mila mq di spazi e terreni per più di 140 ettari. Ne deriva un impegno consistente e continuativo, in termini di gestione, manutenzione ordinaria e straordinaria, riqualificazione e messa a norma, rimozione delle barriere architettoniche, prospettive di efficientamento energetico; il programma triennale delle opere pubbliche quantifica, inoltre, ulteriori



ampliamenti nel prossimo futuro, in ragione di nuove esigenze legate alle attività istituzionali e al mutato contesto socioeconomico.

Il documento si articola attorno ai principi di **efficienza, decarbonizzazione, innovazione e coinvolgimento della comunità**, mirando sia al miglioramento delle prestazioni energetiche sia allo sviluppo di una cultura diffusa della sostenibilità.

1.1. Struttura del documento

Il presente documento parte dall'analisi del **contesto** mediante una ricognizione del quadro normativo di riferimento e delle buone pratiche di gestione energetica sostenibile nelle università italiane, per poi descrivere il patrimonio immobiliare dell'Ateneo.

Tale definizione consente poi di dettagliare il **bilancio energetico**, che analizza i consumi complessivi, la loro distribuzione tra le varie località, il ruolo delle energie rinnovabili e l'inventario delle emissioni connesse ai sopracitati consumi.

Il punto centrale del documento è rappresentato dalla **strategia energetica di Ateneo**, nella quale vengono illustrati obiettivi, azioni e strumenti, compresa la sinergia tra loro.

Infine, vengono illustrate le valutazioni tecniche ed economiche relative ad **interventi di qualificazione energetica** realizzabili in modo estensivo su tutto il patrimonio immobiliare, quali l'installazione di impianti fotovoltaici, l'adozione di soluzioni di efficientamento dei sistemi di illuminazione e l'installazione di sistemi di misura e finalizzati al monitoraggio dei consumi.

1.2. Contesto

1.2.1. Quadro normativo di riferimento

Il Piano Energetico nasce in un contesto in forte evoluzione, dove le strategie e le normative europee, nazionali e locali indicano chiaramente la direzione da seguire per raggiungere la sostenibilità e ridurre le emissioni di carbonio. L'Università di Firenze, consapevole del proprio ruolo sociale e culturale, intende partecipare attivamente a questo processo, promuovendo comportamenti sostenibili e una maggiore sensibilità ambientale. Il piano si fonda su un'analisi approfondita delle strutture universitarie e del loro consumo energetico, che permette di individuare le migliori strategie per migliorare l'efficienza, ridurre l'impatto ambientale e favorire l'uso delle energie

rinnovabili, in linea con gli obiettivi internazionali.

Le politiche energetiche europee e internazionali si sviluppano attraverso iniziative e strategie interconnesse che mirano a guidare la transizione verso uno sviluppo sostenibile, resiliente e competitivo, affrontando le sfide climatiche e sociali attuali.

Nel 2015, la sottoscrizione dell'Agenda 2030 da parte dei Paesi membri delle Nazioni Unite ha segnato un punto di svolta: i 17 obiettivi fissati coinvolgono tutti gli ambiti della società e si basano sui principi della sostenibilità economica, ambientale e sociale.

Negli ultimi anni, l'Unione Europea ha avviato progetti e piani strategici fondamentali, come l'Unione dell'Energia e il Green Deal, che puntano a garantire sicurezza energetica, efficienza, decarbonizzazione e innovazione. Il pacchetto "Fit for 55", ad esempio, si propone di ridurre le emissioni di gas serra del 55% entro il 2030, promuovendo energie rinnovabili, efficienza energetica e una mobilità più sostenibile. Questi programmi si integrano con altre iniziative, come REPowerEU, che mira a rendere il sistema energetico europeo più indipendente e sostenibile.

In Italia, la Strategia Energetica Nazionale (SEN) e il Piano Nazionale Integrato per l'Energia e il Clima (PNIEC) definiscono gli obiettivi e le azioni da intraprendere per un futuro più sostenibile. Gli aggiornamenti recenti puntano a una forte crescita delle energie rinnovabili, all'elettrificazione dei consumi e allo sviluppo di nuove tecnologie, come l'idrogeno. Al tempo stesso, vengono rafforzate le misure a sostegno dell'efficienza energetica e della competitività del Paese, promuovendo la riduzione della dipendenza dai combustibili fossili e una gestione più flessibile delle risorse energetiche.

1.2.2. Gestione energetica sostenibile nelle università italiane

In questo scenario, la gestione dell'energia riveste un ruolo essenziale e prioritario nella strategia delle Università per il raggiungimento degli obiettivi indicati nell'Agenda 2030. La Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile (RUS), promossa dalla CRUI, rappresenta la prima esperienza di coordinamento tra tutti gli Atenei italiani impegnati sui temi della sostenibilità. Il Gruppo di Lavoro Energia della RUS ha elaborato il "GREEN PAPER Sustainable Energy Management" con la finalità di stimolare e guidare gli Atenei verso una gestione efficiente e sostenibile dell'energia. Il documento affronta temi quali la gestione dell'energia negli edifici, la costituzione di un

Energy Team integrato con la struttura di sostenibilità, il coinvolgimento della comunità universitaria per la consapevolezza e la condivisione degli obiettivi, il ruolo esemplare degli Atenei verso la società, e la sperimentazione di condivisioni di energia (comunità energetiche).

Il Green Paper suggerisce l'adozione di un **Piano Energetico di Ateneo**, uno strumento di pianificazione per definire la strategia di lungo termine e le azioni necessarie per ridurre i consumi e incrementare le fonti rinnovabili, partendo dalla costruzione di database sui consumi e mediante l'identificazione degli edifici più energivori per indirizzare gli interventi di risparmio energetico. Le università possono fungere da "laboratorio aperto" per la sperimentazione di innovazioni e promuovere l'autoconsumo da fonti rinnovabili e le comunità energetiche. Il coinvolgimento della comunità universitaria è cruciale, anche attraverso la diffusione di dati e informazioni per aumentare la consapevolezza e stimolare comportamenti individuali virtuosi. La collaborazione tra ricercatori, docenti e personale dell'Ateneo è essenziale per identificare criticità e soluzioni, valorizzando la figura dell'Energy Manager come tramite per la condivisione di informazioni.

In questo quadro, l'Università degli Studi di Firenze, in coerenza con gli obiettivi europei, nazionali nonché in linea con le indicazioni della RUS, si dota del presente Piano Energetico per delineare strategie e azioni specifiche che l'Ateneo intende intraprendere per contribuire attivamente alla transizione energetica.

1.2.3. Patrimonio immobiliare

Il patrimonio immobiliare dell'Università degli Studi di Firenze è costituito da circa 140 edifici locati in tutto il territorio fiorentino e nei comuni limitrofi. L'intero patrimonio immobiliare è costituito da una superficie netta complessiva di 551.685 m², con un volume netto complessivo di 2'020'151 m³. Il patrimonio è suddivisibile in diverse aree geografiche, riportate in Tabella 1.

Gli edifici hanno caratteristiche varieguate per costruzione e datazione, passando da immobili storici presenti nel centro di Firenze, fino ad edifici di costruzione recente, differenti tra loro non solo per caratteristiche costruttive, ma anche in base alle funzioni svolte al suo interno, comprendenti attività didattiche, di ricerca o amministrative, oltre a laboratori, musei e servizi agli studenti (biblioteche, sale studio, ecc.).

Tabella 1. Superficie e volume del patrimonio immobiliare diviso per aree geografiche

Area Geografica	Superficie (m ²)
Centro storico	131.988
Campus Morgagni*	107.158
Careggi	81.926
Campus Sesto Fiorentino	81.280
Campus Novoli	55.920
Santa Marta	18.005
Cascine	16.016
La Quiete	15.887
Calenzano	9.385
San Salvi	8.994
Prato	8.080
Arcetri	6.809
Quaracchi	6.436
Altro	3.802
*Il Campus Morgagni è composto da tutti gli edifici universitari presenti in Viale Morgagni. Sono inclusi anche il Cubo 2 in Viale Pieraccini e la sede del SIAF in Via delle Gore	

Per la valutazione del bilancio energetico di Ateneo, non sono stati analizzati gli edifici all'interno dell'area ospedaliera di Careggi, in quanto rientranti sotto la gestione manutentiva ed energetica di AOUC, ad eccezione dell'edificio del Cubo 2 che, invece, rientra nella gestione universitaria.

Si specifica, inoltre, che gli edifici aggregati sotto la voce "Altro", dislocati in vari punti della Città Metropolitana di Firenze, non rilevano ai fini di tale valutazione, in quanto non oggetto di attività istituzionali.

Per comprendere appieno le dinamiche di consumo energetico, è stata condotta un'analisi preliminare della destinazione d'uso prevalente degli spazi all'interno delle diverse aree geografiche.

In maniera aggregata, gli spazi dell'Ateneo sono stati suddivisi in quattro categorie funzionali principali:

- **Funzione di ricerca**, comprendente i laboratori di ricerca — spazi dedicati alle attività sperimentali, analitiche o di sviluppo scientifico in ambito disciplinare — e i laboratori pesanti, ossia ambienti caratterizzati dalla presenza di attrezzature complesse, impianti tecnologici speciali o infrastrutture sperimentali ad alto impatto energetico (quali officine, serre, stabulari o laboratori di fisica e chimica avanzata), nonché gli studi e gli spazi di supporto direttamente afferenti ai Dipartimenti.
- **Funzione didattica**, che include principalmente aule, laboratori didattici, sale riunioni, spazi studenti, biblioteche dipartimentali e aule informatiche. Questa categoria ricomprende gli spazi direttamente utilizzati per l'erogazione dell'attività formativa e per il supporto agli studenti.
- **Funzione amministrativa**, nella quale sono ricompresi gli uffici del personale tecnico-amministrativo, le segreterie studenti, le portinerie e le sale riunioni di servizio.
- **Spazi ausiliari e di supporto**, comprendenti gli archivi, i magazzini, i locali tecnici, i servizi igienici, gli spazi di circolazione, le aule magne e le biblioteche del Sistema Bibliotecario di Ateneo, nonché altri spazi condivisi destinati a funzioni comuni o di servizio.

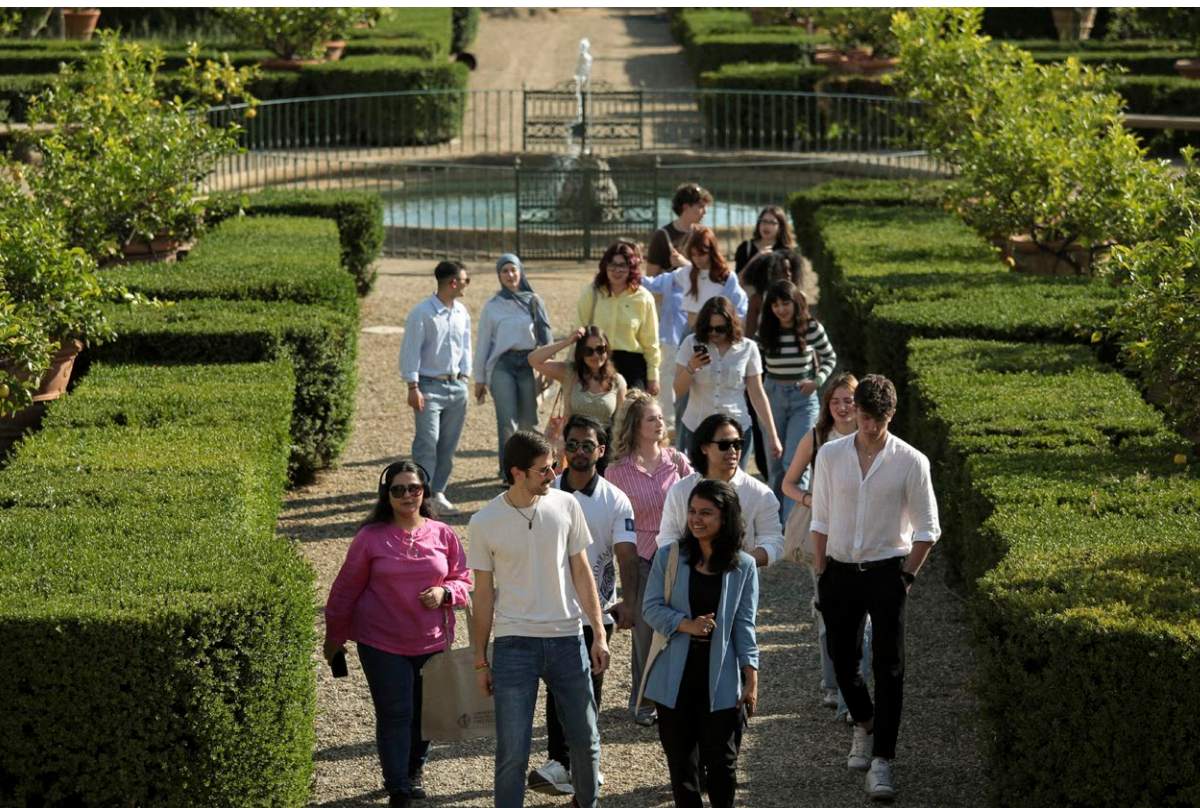
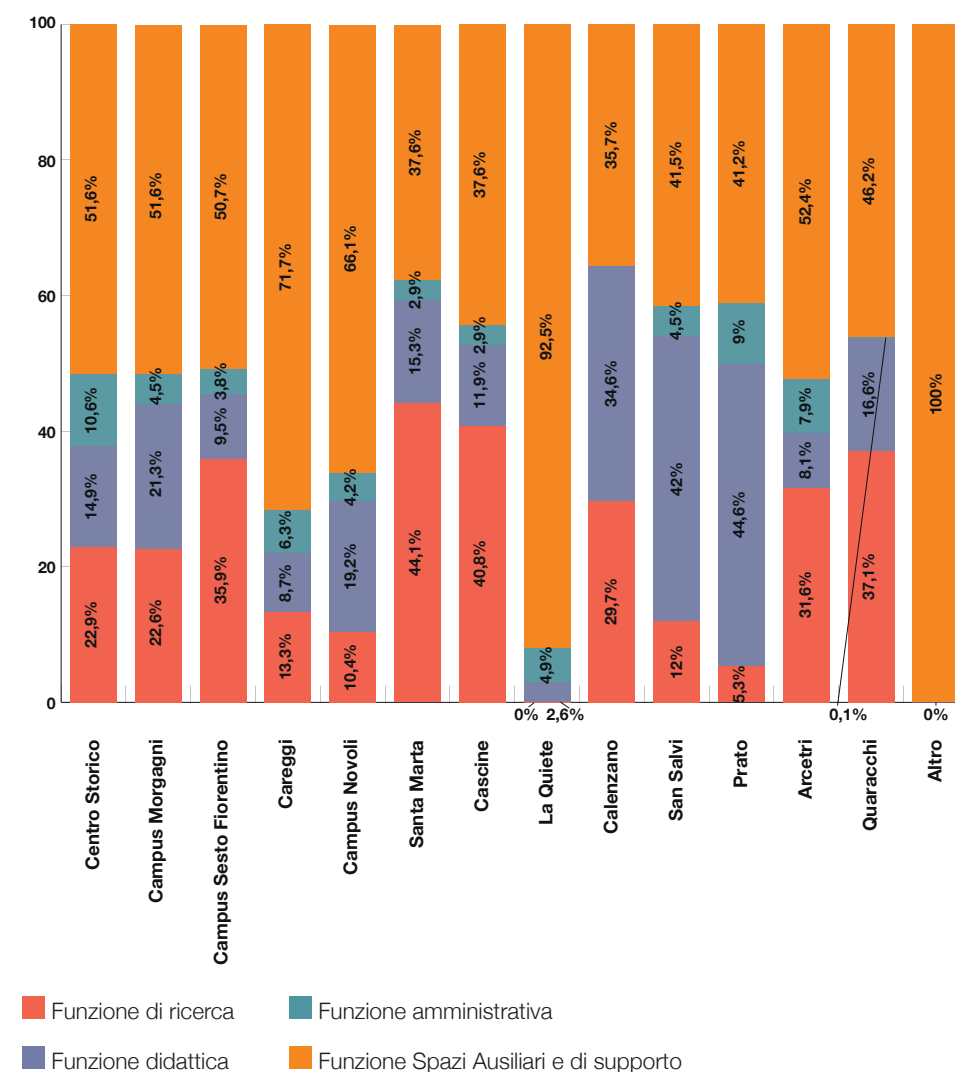


Figura 1. Suddivisione superfici in categorie d'uso per le principali aree geografiche



La suddivisione delle superfici (Figura 1) fornisce quindi una rappresentazione visiva delle diverse destinazioni d'uso presenti nel patrimonio edilizio dell'Ateneo, sottolineando quanto la distribuzione tra le diverse funzioni sia articolata e variabile nelle differenti aree geografiche, risultando determinante nell'interpretazione dei successivi dati energetici. Questa analisi preliminare supporta la necessità di un approccio mirato e consapevole nella pianificazione degli interventi di efficientamento, tenendo conto non solo della quantità di superficie, ma anche dell'intensità d'uso e delle peculiarità operative degli spazi che compongono il patrimonio edilizio universitario.



2. Bilancio energetico di Ateneo

Il bilancio energetico di Ateneo rappresenta uno strumento fondamentale per la valutazione e la gestione sostenibile dei consumi energetici, offrendo una visione chiara e coerente dei consumi energetici delle emissioni climateranti associate.

Per la sua redazione, è stata effettuata un'analisi approfondita del **fabbisogno energetico** storico ed attuale, con particolare attenzione alla loro distribuzione nelle diverse sedi e località geografiche dell'Ateneo.

Parallelamente, sono state identificate e quantificate le **energie rinnovabili** già presenti, al fine di valutare il contributo delle stesse alla riduzione dell'impatto ambientale complessivo.

Infine, è stato valutato l'**inventario emissioni**, utile a quantificare l'impatto ambientale legato ai consumi energetici.

L'insieme di queste attività ha permesso la costruzione di un quadro energetico completo, utile sia per la valutazione di strategie di mitigazione che per la pianificazione di interventi futuri, nella direzione di migliorare la sostenibilità ambientale dell'Ateneo.

2.1. Analisi del fabbisogno energetico

2.1.1. Consumi energetici complessivi

L'ampio patrimonio immobiliare comporta un consistente fabbisogno energetico, che è stato analizzato nel dettaglio con lo scopo di presentare una fotografia delle sue caratteristiche principali. Il bilancio energetico di Ateneo rappresenta pertanto un elemento essenziale per la definizione e l'attuazione delle strategie contenute all'interno del Piano Energetico. Prima di procedere all'analisi di dettaglio, il bilancio energetico di Ateneo prende avvio da una valutazione storica dei consumi energetici distinti per tipologia — elettrica e termica — al fine di delinearne l'evoluzione nel medio-lungo periodo e di evidenziare le principali tendenze in relazione alla distribuzione geografica del patrimonio edilizio. Successivamente, l'analisi si concentra sull'anno 2024, che rappresenta l'annualità più recente e completa, disponibile ai fini della presente rendicontazione.

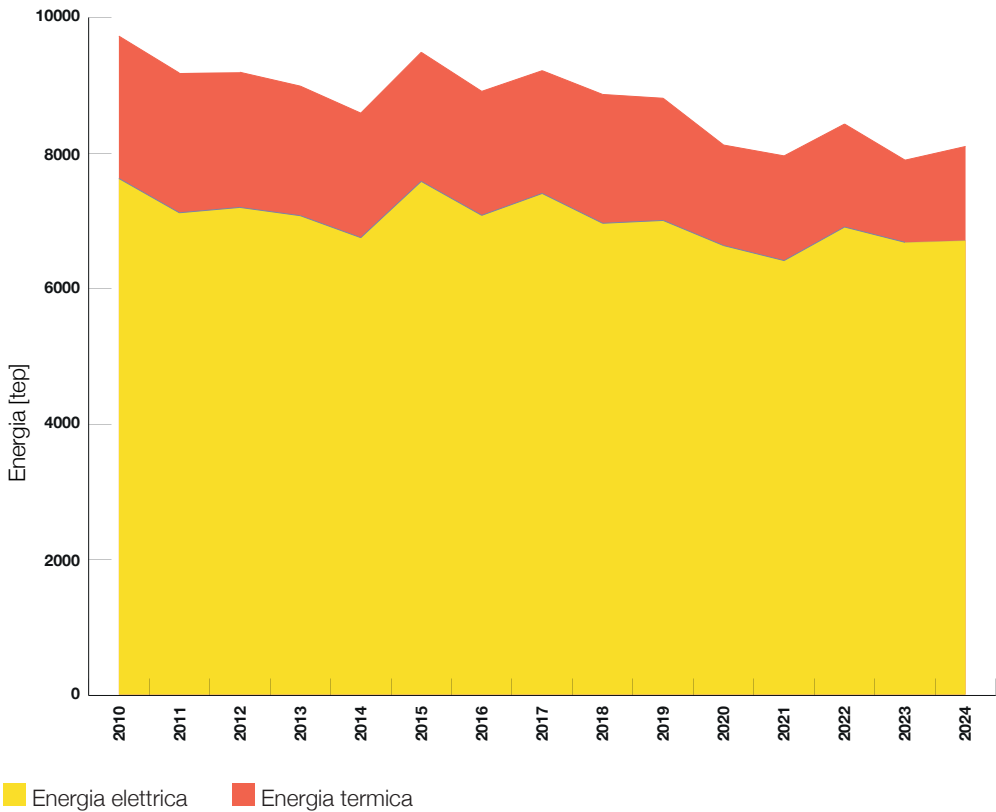
Esaminando l'andamento dei consumi energetici complessivi nel periodo compreso tra il 2010 e il 2024 (Figura 2), si osserva una significativa contrazione del fabbisogno energetico annuo, che passa da circa 9.726 tep (tonnellate equivalenti di petrolio) nel 2010 a 8098 tep nel 2024, con una riduzione totale pari a circa il 16,7% in quattordici anni; tale decremento risulta attribuibile, in misura pressoché equilibrata, sia ai consumi di **energia elettrica** (-9,4%), sia a quelli di **energia termica** (-7,3%).

L'andamento di quest'ultima componente risulta certamente influenzato dalle condizioni climatiche registrate negli anni più recenti, che hanno determinato una diminuzione del fabbisogno di riscaldamento; al contempo, tale tendenza riflette gli effetti degli interventi di efficientamento energetico progressivamente attuati dall'Ateneo.

La riduzione dei consumi non è avvenuta in modo costante nel tempo, ma ha mostrato alcune oscillazioni, con aumenti significativi nel 2015 e nel 2019, seguiti da successivi cali. Tale andamento è del tutto naturale e può essere spiegato dalla variabilità di diversi fattori esterni, come le condizioni climatiche, i periodi di apertura straordinaria degli edifici o l'intensità delle attività didattiche e di ricerca svolte all'interno delle strutture universitarie.

È verosimile che i cali più marcati, in particolare quello registrato nel 2020, siano riconducibili agli effetti della pandemia che in quel periodo ha determinato una riduzione significativa delle attività accademiche, incidendo in modo diretto sui consumi energetici complessivi.

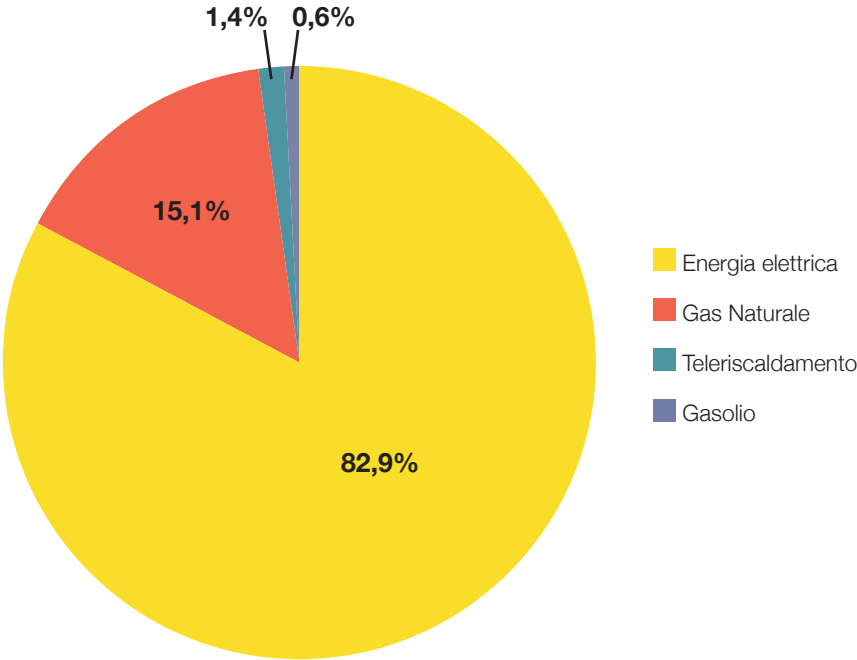
Figura 2. Andamento storico dei consumi dell'Università degli Studi di Firenze



Per l'analisi energetica di un patrimonio così diffuso e articolato sia dal punto di vista delle soluzioni costruttive edilizie e impiantistiche, sia in relazione alle modalità di utilizzo dell'energia al loro interno, è stato necessario delineare i principali vettori energetici impiegati al suo interno.

La ripartizione percentuale dei consumi energetici complessivi dell'Ateneo per l'anno 2024, riportata in Figura 3, evidenzia una marcata prevalenza dell'**energia elettrica**, che rappresenta l'82,9% del totale. Per quanto riguarda la componente termica, la fonte prevalente è costituita dal **gas naturale**, che costituisce il 15,1% del fabbisogno energetico complessivo, mentre il **gasolio** riveste un ruolo del tutto residuale ricoprendo lo 0,6%, ed è impiegato unicamente presso alcune centrali termiche non servite dalla rete di distribuzione del gas.

Figura 3. Ripartizione percentuale consumi energetici complessivi (anno 2024) per vettore energetico



In particolare, tali centrali risultano afferenti solo a tre sedi per cui sono già in fase di progettazione gli interventi necessari a modificare gli impianti di riscaldamento, così da consentirne l'alimentazione a gas naturale: A queste si aggiunge una quota di **teleriscaldamento** pari a 1,4%, limitata ad alcune aree specifiche del patrimonio edilizio. In particolare, nella zona di Careggi il calore è fornito attraverso il recupero termico da un impianto di cogenerazione situato nelle vicinanze, mentre a Calenzano presso il Campus Design l'approvvigionamento avviene mediante un sistema di teleriscaldamento alimentato a biomassa. Tale configurazione conferma come le azioni di efficientamento energetico e le strategie di transizione verso le fonti rinnovabili debbano concentrarsi in via prioritaria sul settore elettrico, pur mantenendo l'attenzione anche sulle possibili ottimizzazioni della componente termica.

Osservando l'andamento mensile dei consumi per l'anno 2024 (Figura 4 e Tabella), si può osservare una pronunciata stagionalità del Gas Naturale, con picchi di consumo nei mesi invernali (da gennaio ad aprile e da novembre a

dicembre), coerentemente con il suo utilizzo prevalente per il riscaldamento. Il Gasolio, pur rappresentando una frazione minima dei consumi di energia termica, segue lo stesso andamento descritto per il gas naturale.

Il consumo di energia elettrica presenta anch'esso una variabilità stagionale, con un picco nei mesi estivi (in particolare luglio) presumibilmente dovuto all'utilizzo degli impianti di condizionamento, e una domanda comunque sostenuta durante tutto l'anno.

Figura 4. Suddivisione mensile vettori energetici

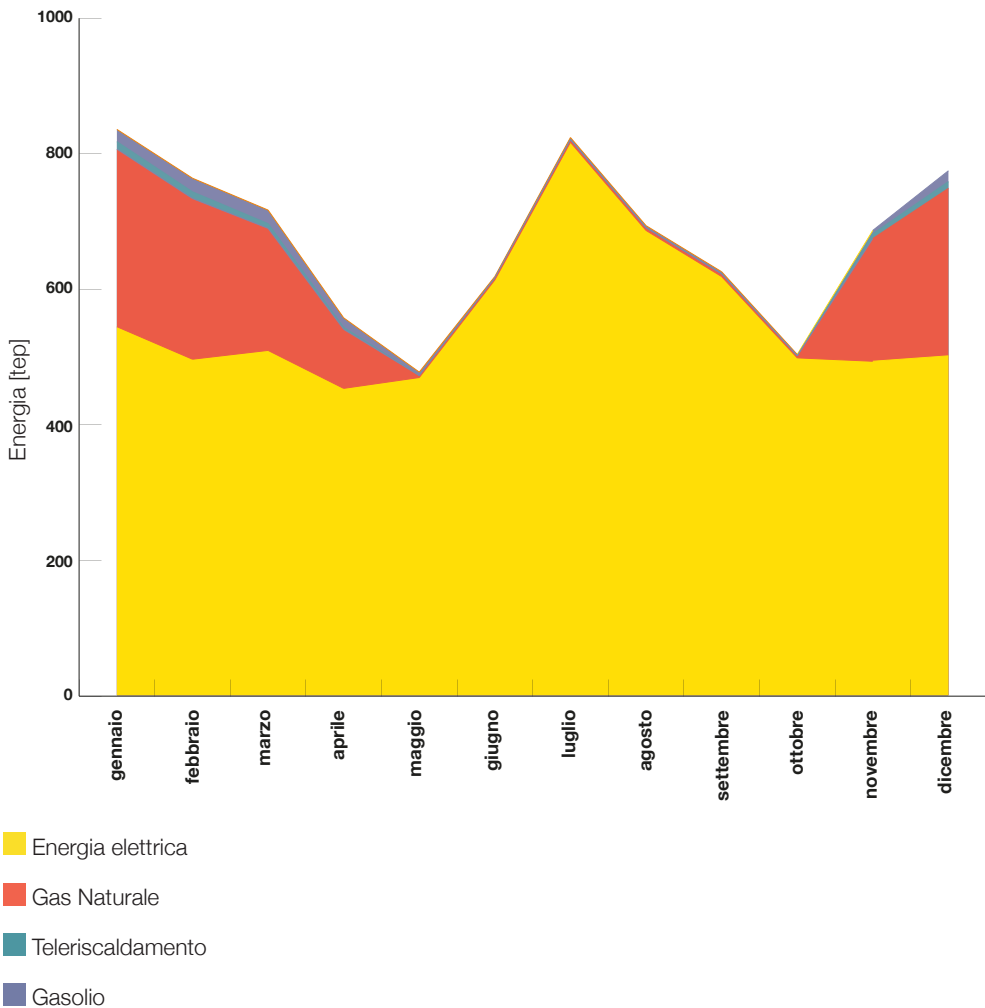


Tabella 2. Riepilogo consumi mensili anno 2024 divisi per vettore energetico

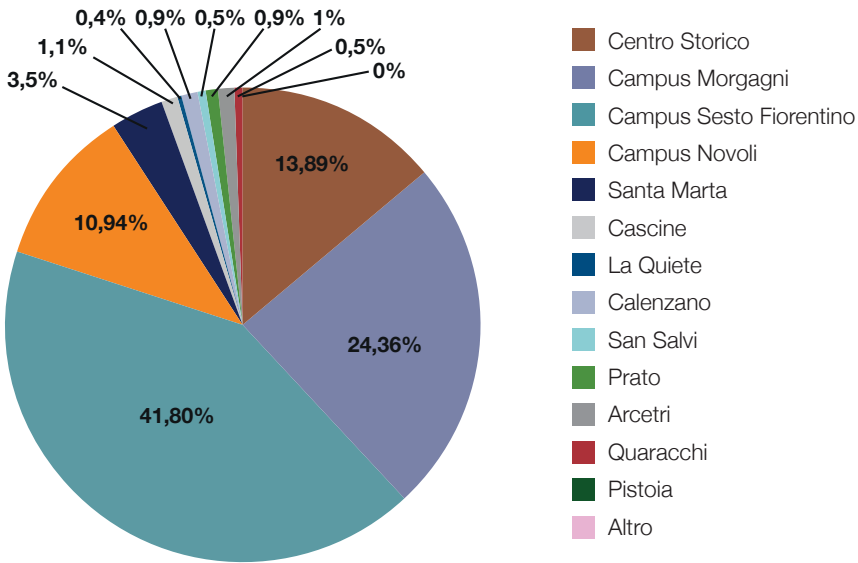
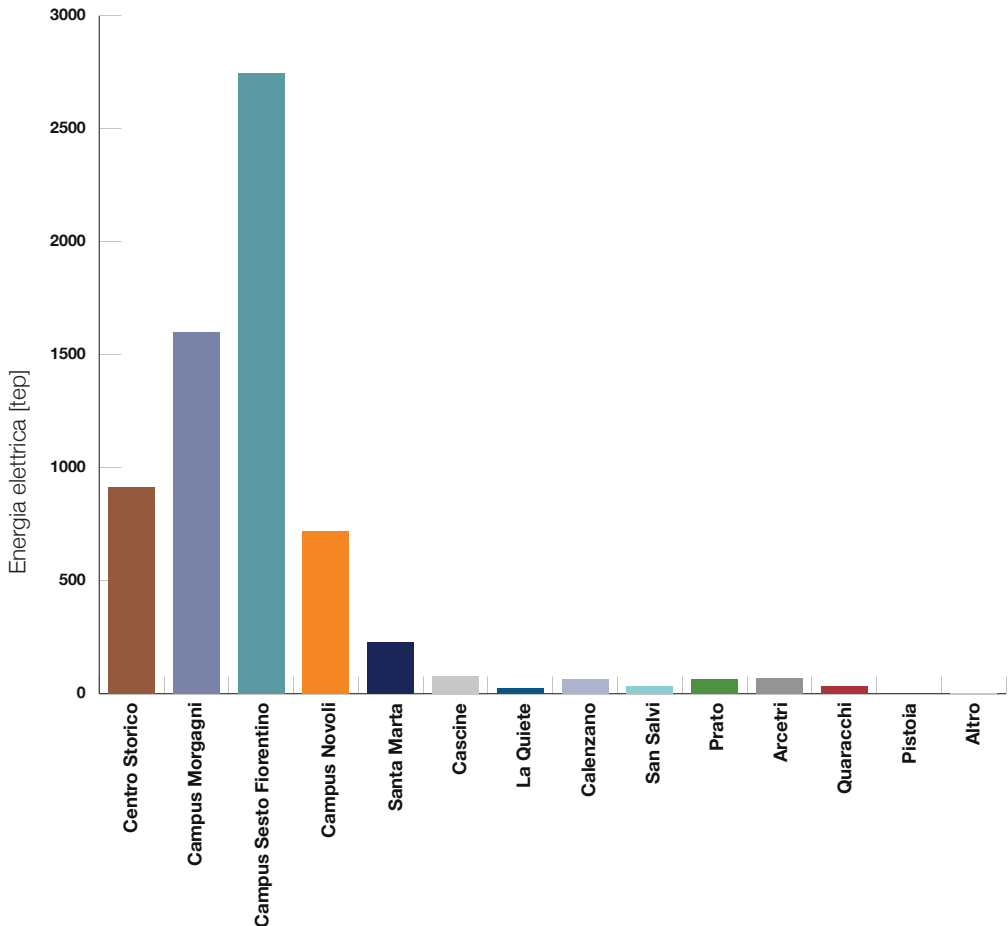
Mese	Energia Elettrica [MWh]	Gas Naturale [Smc]	Gasolio [L]	Teleriscaldamento [MWh]
gennaio	2.917	314.386	12.463	177
febbraio	2.660	284.617	11.442	195
marzo	2.731	216.315	8.649	197
aprile	2.430	104.840	4.162	137
maggio	2.519	4.051	0	55
giugno	3.288	3.646	0	27
luglio	4.372	4.960	0	30
agosto	3.678	4.828	0	30
settembre	3.312	5.777	0	30
ottobre	2.674	3.677	0	23
novembre	2.647	217.487	8.660	52
dicembre	2.687	295.708	11.636	161
Totale	35.913	1.460.291	57.012	1.114

2.1.2. Dettaglio consumi energetici per area geografica

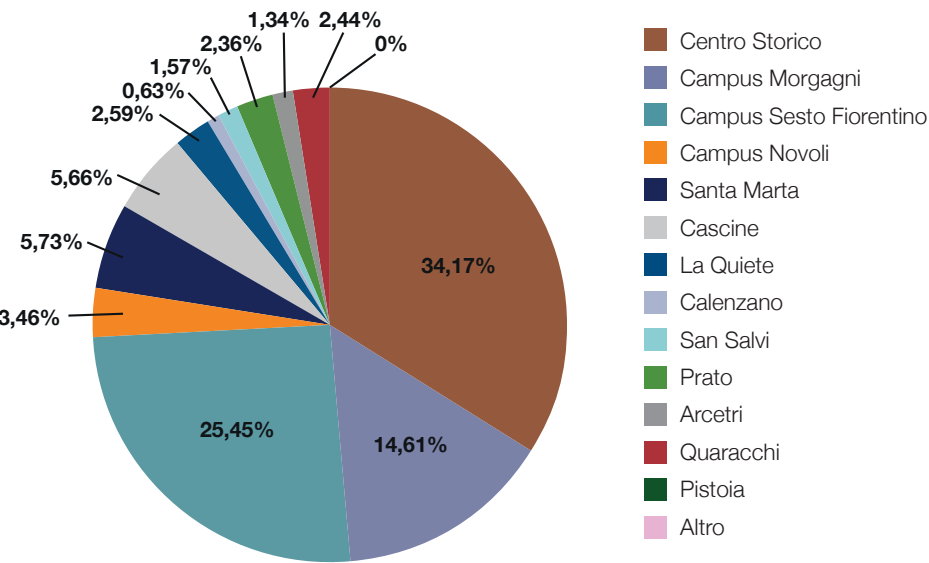
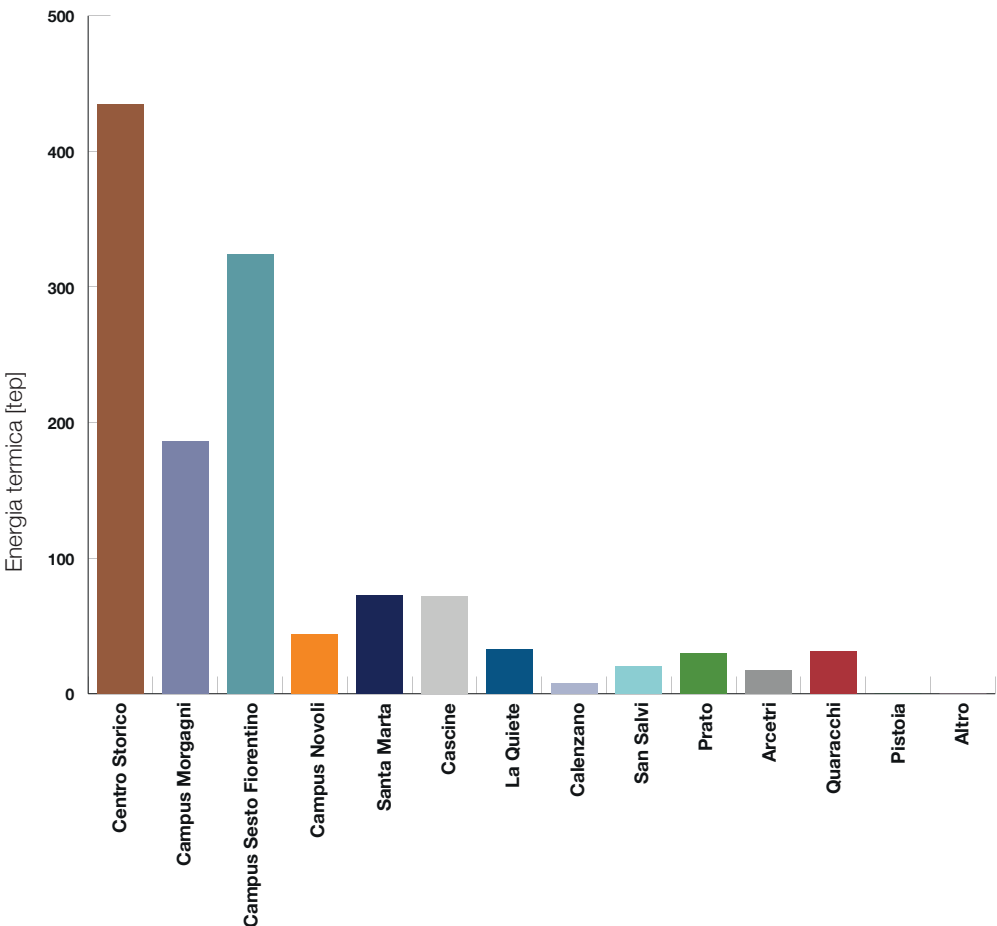
L'analisi dei consumi energetici è stata suddivisa per area geografica (Figura 5), al fine di cogliere le differenze e le peculiarità di ciascuna zona. Questa classificazione consente di evidenziare con maggiore precisione le criticità specifiche e di definire strategie mirate per l'efficientamento energetico. Per quanto riguarda i consumi di Energia Elettrica, si osserva che il **Campus di Sesto Fiorentino** è nettamente in testa alla classifica, con un consumo che supera le 2500 tep, seguito con un notevole distacco da **Campus Morgagni** (circa 1600 tep) e dal **Centro Storico** (circa 900 tep). Il **Campus di Novoli** registra un consumo di circa 750 tep, mentre le **altre aree**, specificamente Santa Marta, Cascine, Arcetri, Prato, Calenzano, Quaracchi, San Salvi e La Quiete, mostrano consumi progressivamente inferiori e comunque contenuti al di sotto delle 250 tep. In proporzione al consumo complessivo di Ateneo, il Campus di Sesto Fiorentino è responsabile della quota preponderante, incidendo per il 41,8% sul totale dei consumi elettrici, seguono il Campus Morgagni con il 24,4%, il Centro storico con il 13,9% ed il Campus di Novoli con l'10,9%, mentre le restanti aree geografiche rappresentano quote progressivamente minori.

Figura 5. Ripartizione dei consumi tra le aree geografiche dell’Ateneo

Energia elettrica



Energia termica



Questa visualizzazione conferma come un numero limitato di aree geografiche sia responsabile della quasi totalità (oltre il 90%) del fabbisogno di energia elettrica dell'intero Ateneo fiorentino, rafforzando l'orientamento delle strategie di intervento verso le aree a maggiore intensità energetica.

L'analisi dei consumi di energia termica dimostra un quadro differente rispetto a quanto osservato per i consumi elettrici.

Il **Centro Storico** si configura come il principale fruitore di energia termica, con un consumo che si attesta intorno alle 425 tep (tonnellate equivalenti di petrolio), pari al 34,2% del fabbisogno dell'intero Ateneo. Segue il **Campus di Sesto Fiorentino**, che pur rimanendo un'area ad elevato consumo (circa 300 tep, 25,5%), cede il primato riscontrato nell'ambito elettrico.

Il **Campus Morgagni** si conferma un polo energetico rilevante anche per la componente termica (circa 190 tep, 14,6%), seguito da **Santa Marta** (circa 70 tep, 5.7%) e **Cascine** (circa 65 tep, 5,6%).

Le restanti sedi — tra cui Novoli, La Quiete, Calenzano, San Salvi, Prato, Arcetri, Quaracchi e Pistoia — presentano valori di consumo termico progressivamente inferiori, in linea con la minore estensione e intensità d'uso degli edifici che le compongono.

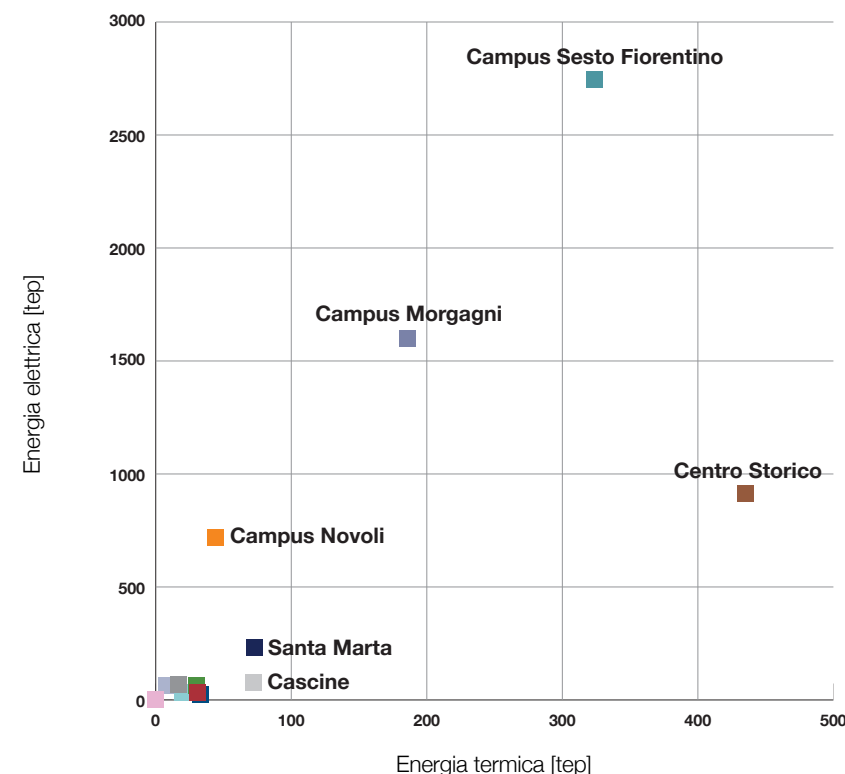
Confrontando i dati dei consumi elettrici con quelli termici, si delineano profili di consumo specifici per le diverse aree che caratterizzano gli edifici:

- **Campus di Sesto Fiorentino, Campus Morgagni, e il Centro Storico** sono le tre aree a maggior consumo energetico complessivo e insieme rappresentano quasi l'80% del fabbisogno totale dell'Ateneo.
- Il **Campus di Sesto Fiorentino**, pur essendo un forte consumatore di entrambe le forme di energia, mostra una predominanza netta nei consumi elettrici, probabilmente legata alla presenza di laboratori e strumentazioni ad alta intensità elettrica.
- Il **Centro Storico**, al contrario, emerge come l'area a maggior consumo di energia termica, verosimilmente a causa della tipologia edilizia, delle dispersioni termiche di edifici storici e della destinazione d'uso prevalente.
- Il **Campus Morgagni** si conferma come un polo di consumo significativo per entrambe le tipologie energetiche, mantenendo una posizione di rilievo in entrambe le classifiche.
- Il **Campus di Novoli** presenta un fabbisogno elettrico considerevole, ma un impatto molto più limitato sui consumi termici.

La comparazione tra consumi elettrici e termici (Figura 6) è fondamentale in quanto non solo conferma le aree su cui focalizzare prioritariamente gli interventi

di efficientamento, ma suggerisce anche la natura di tali interventi. Azioni mirate alla riduzione dei consumi elettrici potrebbero avere un impatto più significativo a Sesto Fiorentino, mentre strategie per l'efficienza termica sarebbero particolarmente rilevanti per il Centro Storico.

Figura 6. Confronto tra consumi elettrici e termici di ogni comprensorio



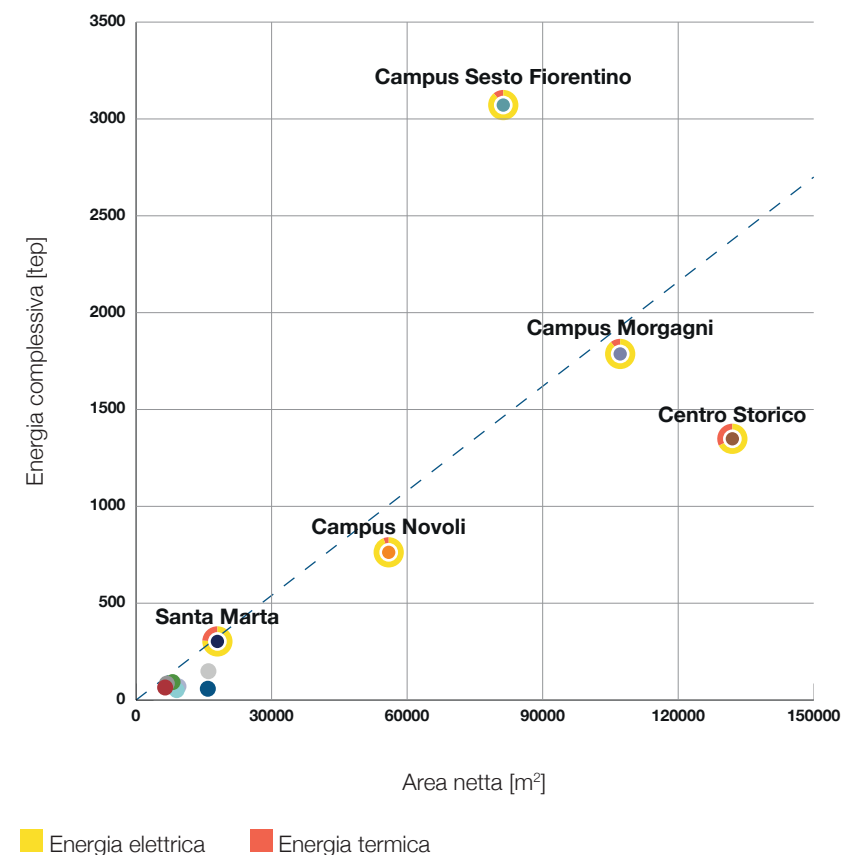
L'analisi energetica deve necessariamente essere rapportata con le dimensioni degli edifici appartenenti alle varie aree geografiche. Questo tipo di analisi (Figura 7) offre una diversa prospettiva mettendo in relazione la superficie netta dei gruppi di edifici con il relativo consumo energetico complessivo. Ciascuna area è rappresentata da un punto; per le sedi caratterizzate da consumi energetici significativi è riportato un anello che evidenzia la suddivisione tra Energia Elettrica (in giallo) ed Energia Termica (in rosso). La **linea di tendenza blu tratteggiata** rappresenta, invece, l'andamento medio del consumo energetico per mq dell'intero Ateneo.

In questo modo è possibile visualizzare in maniera immediata i consumi che si discostano dal valore medio di Ateneo: i punti sopra la linea possono essere quindi interpretati come aree geografiche che presentano consumi specifici

superiori, mentre quelli al di sotto suggeriscono un consumo specifico inferiore.

- **Campus di Sesto Fiorentino:** Con circa 81.000 m² e un consumo di circa 3000 tep, il Campus si colloca ben al di sopra della linea di tendenza. Il suo fabbisogno energetico complessivo si conferma dominato dalla componente elettrica, come evidenziato dall'ampia porzione gialla nell'anello.
- **Centro Storico:** Nonostante sia l'area con la maggiore estensione (circa 132.000 m²), il suo consumo complessivo di circa 1300 tep si posiziona nettamente al di sotto della media di Ateneo. L'anello circostante rivela, inoltre, una quota di energia termica (rossa) particolarmente significativa rispetto alle altre sedi.
- **Santa Marta:** Con circa 18.000 m² e un consumo di circa 300 tep, il complesso si colloca in prossimità della linea di tendenza, indicando intensità energetica perfettamente in linea con la media di Ateneo. Il mix energetico risulta molto simile a quello del Centro Storico, aspetto del tutto plausibile poiché l'edificio presenta caratteristiche costruttive e impiantistiche molto simili.
- **Campus Morgagni e Campus Novoli:** Seppur di dimensioni nettamente differenti, i due campus si pongono entrambi leggermente al di sotto della linea di tendenza, indicando una intensità energetica complessiva lievemente inferiore alla media. Anche la tipologia dei consumi risulta simile, mostrando una prevalenza della componente elettrica per entrambi i campus

Figura 7. Confronto tra consumi energetici complessivi e superficie netta per ogni area geografica, con diagrammi di ripartizione (termica/elettrica) per le aree più rilevanti



La comparativa consumi-superfici deve essere affrontata anche quantitativamente tramite la definizione di parametri specifici, generalmente noti come Energy Performance Indicators (EnPI). Tra questi, quello comunemente utilizzato è il cosiddetto **Energy Usage Intensity (EUI)**, o Indice di Intensità Energetica che normalizza i consumi energetici rispetto a un parametro dimensionale significativo dell'edificio considerato.

In particolare, possono essere distinti:

- **EUI_{el}** – Consumo di energia elettrica per unità di superficie netta
- **EUI_{th}** – Consumo di energia termica per unità di superficie netta

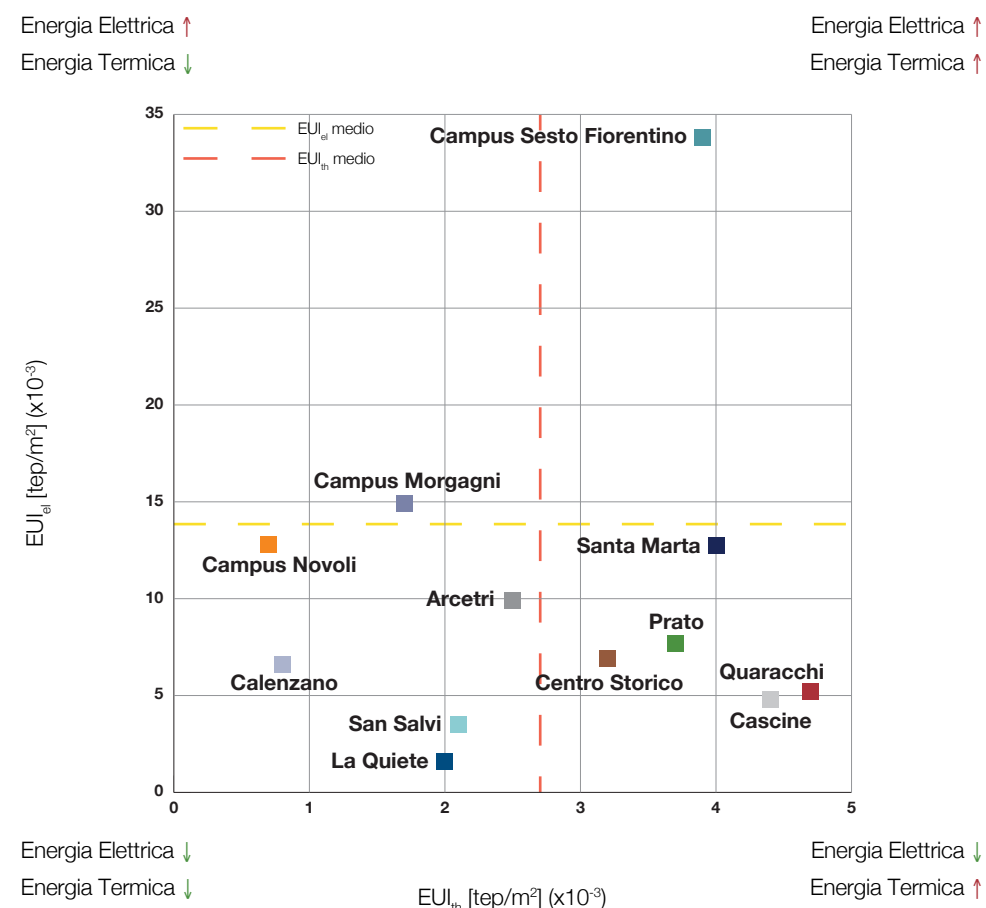
L'EUI_{el} rappresenta l'intensità d'uso dell'energia elettrica all'interno delle strutture, indipendentemente dalle loro dimensioni. Un valore elevato indica generalmente la presenza di numerose apparecchiature elettriche o impianti di climatizzazione. In questi casi, il superamento della media può suggerire la possibilità di interventi mirati su questa componente per migliorare l'efficienza complessiva, ottimizzando l'utilizzo degli impianti e delle attrezzature.

L'EUI_{th} misura l'intensità con cui l'energia termica viene utilizzata all'interno della struttura. Fatta eccezione per usi dell'energia termica diversi dal riscaldamento, questo indicatore consente di comparare l'efficienza dei sistemi di riscaldamento e la qualità dell'isolamento termico, aiutando a individuare le aree che trarrebbero maggior beneficio da interventi di riqualificazione mirati.

L'analisi di questi indicatori consente di individuare le aree geografiche con le maggiori criticità in termini di fabbisogno energetico.

Si riporta il dettaglio grafico dove si evince il valore dell'energia elettrica e termica rispetto alla media per tutte le aree identificate.

Figura 8. Confronto tra Energy Use Intensity elettrico (EUI_{el}) e termico (EUI_{th}) per ogni area geografica dell'Ateneo



Il grafico riportato in Figura 8 confronta l'EUI termico (asse orizzontale) con l'EUI elettrico (asse verticale) per ciascuna area geografica analizzata, e può essere idealmente diviso in quattro parti dalle due linee tratteggiate che rappresentano gli EUI medi di Ateneo:

- **In basso a sinistra:** aree con indici di intensità energetica complessivamente inferiori alla media.
- **In basso a destra:** aree con consumo specifico di energia termica superiore alla media, ma con valori elettrici contenuti.
- **In alto a sinistra:** aree con EUI elettrico sopra la media e buone prestazioni sul fronte termico;
- **In alto a destra:** aree che presentano consumi specifici superiori alla media sia per l'energia termica che per quella elettrica.

Questa analisi consente di individuare con chiarezza le aree in cui gli interventi di efficientamento risulterebbero con ogni probabilità più efficaci, offrendo una mappa utile a delineare le priorità di intervento:

Il **Campus di Sesto Fiorentino** è l'area con i consumi per unità di superficie più elevati, rappresentando quindi la priorità principale per interventi di efficientamento energetico di diversa natura. Il **Centro Storico e Santa Marta** si distinguono invece come sedi idonee a interventi di riqualificazione dell'involucro edilizio e di ottimizzazione degli impianti termici. Infine, il **Campus Morgagni** presenta un'intensità di consumo elettrico leggermente superiore alla media, suggerendo la possibilità di interventi mirati al miglioramento dell'efficienza e della gestione degli impianti elettrici.

2.1.3. Riepilogo e considerazioni

Il quadro emerso offre una visione chiara e approfondita dello stato energetico dell'Ateneo, mettendo in evidenza le principali tendenze e le differenze tra le varie aree geografiche.

La netta riduzione del fabbisogno energetico complessivo riscontrata negli ultimi 14 anni è un risultato attribuibile agli interventi di efficientamento realizzati e ad un utilizzo più consapevole delle risorse. La componente termica mostra una contrazione progressiva, mentre i consumi elettrici si mantengono sostanzialmente stabili, riflettendo l'evoluzione tecnologica e il crescente impiego di apparecchiature e sistemi di climatizzazione.

La distribuzione territoriale dei consumi evidenzia differenze significative legate alla destinazione d'uso e alle caratteristiche costruttive degli edifici. Il **Campus di Sesto Fiorentino** presenta i valori più elevati di consumo per unità di superficie e costituisce la principale priorità per interventi di efficientamento e ottimizzazione degli impianti.

Inoltre, la posizione e le caratteristiche di quest'area costituiscono un ulteriore elemento di vantaggio: a differenza del **Centro Storico**, dove i vincoli di tutela storico-artistica e paesaggistica limitano fortemente la possibilità di intervento, in quest'area è possibile programmare e realizzare opere di efficientamento con maggiore libertà operativa. L'assenza di restrizioni legate alla conservazione del patrimonio architettonico consente infatti di agire in modo più rapido, flessibile e mirato, favorendo l'attuazione di interventi tecnologicamente avanzati e di più ampia portata.

D'altro canto, il Centro Storico e Santa Marta evidenziano fabbisogni energetici che rendono opportune azioni di riqualificazione dell'involucro edilizio e di

ottimizzazione delle prestazioni termiche, configurandosi come un ulteriore ambito di intervento prioritario, sebbene con un livello di urgenza inferiore rispetto al caso di Sesto Fiorentino.

2.2. Energie rinnovabili

L'Ateneo fiorentino ha investito in questi ultimi anni in cinque impianti fotovoltaici: quattro presso il Campus di Sesto Fiorentino e uno presso l'edificio del Centro storico denominato Santa Verdiana.

All'interno del Campus di Sesto Fiorentino gli impianti sono localizzati sulla copertura e in facciata del Dipartimento di Fisica, sull'edificio aule e biblioteca e sulla copertura dell'Incubatore.

L'impianto del dipartimento di Fisica ha una potenza nominale di 49,71 kW_p. Il campo fotovoltaico è composto da due distinte sezioni. Una risalente al 2010 che consta di 114 moduli da 290 W_p/cd (potenza complessiva: 33,06 kW_p), l'altra sezione è stata realizzata nel 2015 ed è composta da 74 moduli da 225 W_p/cd (potenza complessiva del campo: 16,6 kW_p).

L'impianto sull'Incubatore ha, invece, una potenza di 12,74 kW_p. Il campo fotovoltaico è stato realizzato nel 2016 e consta di 52 moduli 245 W_p/cd (potenza complessiva del campo: 12,74 kW_p), posati su struttura di supporto con zavorre sulla copertura a terrazza dell'edificio.

L'impianto su Aule e Biblioteca ha una potenza di 20 kW_p, risalente al 2003. È stato da poco installato un impianto fotovoltaico da 40 kW_p sulla copertura dell'edificio denominato CERM, presso il Campus di Sesto Fiorentino.

Nel corso del 2023 è stato realizzato il nuovo impianto fotovoltaico nell'edificio di Santa Verdiana, per una potenza dell'impianto è di 5,71 kW_p per una produzione elettrica annuale stimata di circa 7.000 kWh.

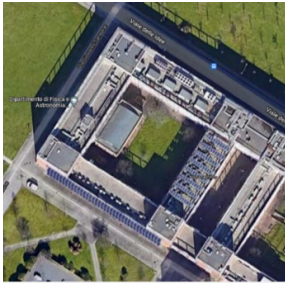


Figura 9. Impianto fotovoltaico del Dipartimento di Fisica (Sesto Fiorentino)



Figura 10. Impianto fotovoltaico sull'edificio Aule e Biblioteca (Sesto Fiorentino)



Figura 11. Impianto fotovoltaico sull'edificio Incubatore (Sesto Fiorentino)



Figura 12. Nuovo impianto fotovoltaico su copertura CERM



Figura 13. Impianto fotovoltaico edificio Santa Verdiana (Centro Storico)

L'energia complessivamente prodotta nel 2024 dagli impianti fotovoltaici appena descritti è circa lo 0,16% del fabbisogno complessivo di energia elettrica dell'Ateneo.

Nel Comune di Calenzano, è presente un sistema di cogenerazione a biomasse legnose per la produzione di energia elettrica, energia termica ed energia frigorifera. L'impianto ha una potenza termica di circa 5,9 MW. L'energia elettrica prodotta viene immessa nella rete nazionale, mentre il calore generato (circa 3,5 MW termici) alimenta una rete di teleriscaldamento lunga 6 km, che alimenta utenze pubbliche, scolastiche, sportive e più di 1300 unità residenziali che possono contare su un risparmio di oltre il 20% rispetto ai classici sistemi di produzione di energia termica. La rete alimenta la sede universitaria del Design Campus di Via Pertini 93 a Calenzano, che nell'anno 2024 ha consumato energia termica per un totale di 351 MWh, pari al 2,9% dell'energia termica consumata dall'intero Ateneo.

2.3. Inventario emissioni

L'inventario delle emissioni è uno strumento che consente di quantificare e monitorare la quantità totale di gas serra emessi da un'organizzazione, in questo caso l'Ateneo fiorentino, in un determinato periodo di tempo. Attraverso questa analisi sistematica è possibile valutare le principali fonti di emissione e individuare strategie di riduzione, fornendo una base solida per la pianificazione di politiche ambientali efficaci.

È importante sottolineare che le linee guida adottate per il calcolo delle emissioni relative ai diversi vettori energetici sono quelle indicate nel Green Paper della Rete delle Università per lo Sviluppo Sostenibile (RUS). Questo approccio garantisce uniformità metodologica e affidabilità nei dati raccolti, favorendo una maggiore coerenza tra le analisi condotte dalle università aderenti alla rete.

Al netto delle oscillazioni sistemiche dovute alle condizioni climatiche, l'Ateneo ha ridotto i consumi totali di energia (da qualsiasi fonte) nell'ultimo decennio. La strategia nazionale per l'incremento della produzione di energia rinnovabile

ha inoltre portato l'indice di emissione standard per la produzione di energia elettrica ad abbassarsi notevolmente negli ultimi anni.

Al netto di oscillazioni fisiologiche e l'impennata del 2022 dovuta principalmente alla crisi energetica, il connubio tra riduzione dei consumi e riduzione dei fattori di emissione ha portato quindi ad una netta riduzione delle emissioni complessive dal 2010 ad oggi, come è possibile vedere dalla Figura 14. Le emissioni complessive di Ateneo sono dovute al 68,8% al consumo di energia elettrica, mentre la restante quota è legata all'energia termica.

Il parametro riferito alla CO₂ emessa a persona (considerando sia il personale strutturato che dottorandi assegnisti, che frequentano ordinariamente le strutture dell'Ateneo) è pari a 3,004 tCO₂/persona, ben al di sotto della **media nazionale** (pari a 5,258 tCO₂/persona nel 2022 secondo l'International Energy Agency).

Figura 14. Storico delle emissioni di Ateneo (2010-2024)

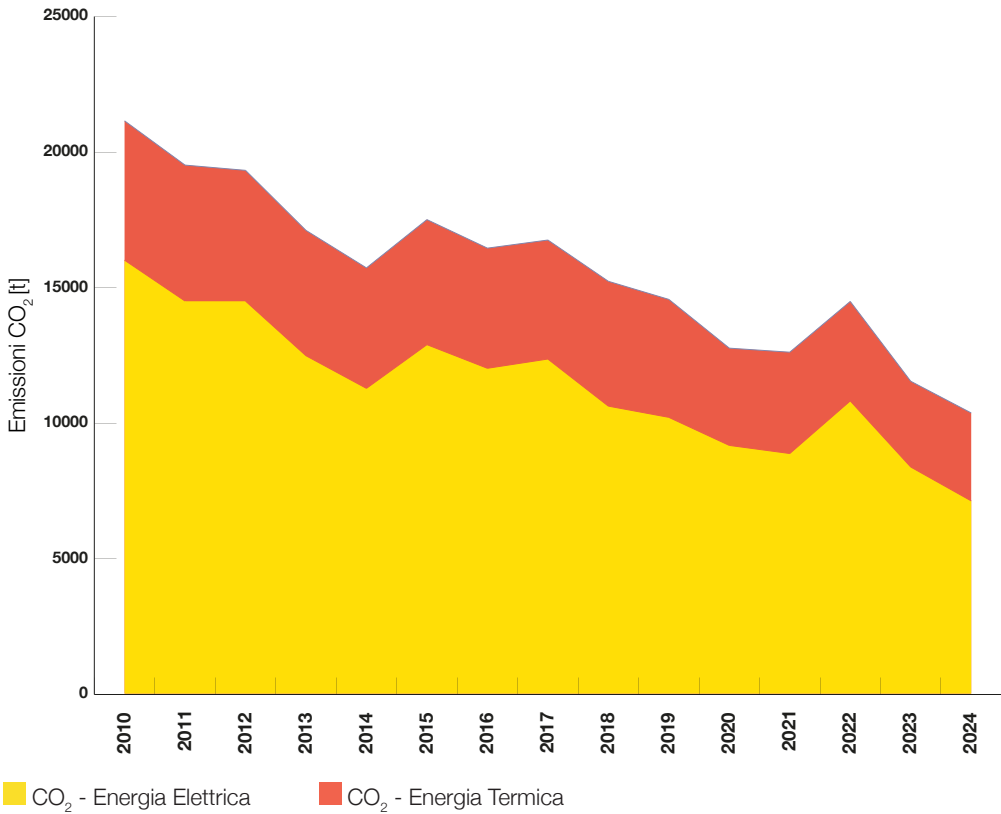


Tabella 3. Storico delle emissioni di CO₂ di Ateneo per vettore energetico (2010-2024)

Anno	CO ₂ EE [t CO ₂]	CO ₂ ET [t CO ₂]	CO ₂ totale [t CO ₂]
2010	16.017,0	5.137,0	21.154,0
2011	14.509,6	5.012,0	19.521,6
2012	14.509,2	4.819,0	19.328,2
2013	12.493,0	4.621,0	17.114,0
2014	11.289,4	4.441,0	15.730,4
2015	12.901,3	4.610,0	17.511,3
2016	12.029,4	4.430,0	16.459,4
2017	12.370,7	4.388,0	16.758,7
2018	10.634,1	4.602,0	15.236,1
2019	10.220,6	4.349,0	14.569,6
2020	9.185,5	3.586,0	12.771,5
2021	8.886,6	3.736,0	12.622,6
2022	10.827,1	3.667,0	14.494,1
2023	8.389,8	3.160,9	11.550,7
2024	7.139,5	3.242,3	10.381,8



3. Strategia energetica di Ateneo

Negli ultimi anni, la crescente consapevolezza riguardo ai cambiamenti climatici e alla necessità di una transizione energetica ha posto le istituzioni pubbliche di fronte a nuove responsabilità. Le università, in particolare, sono chiamate a svolgere un ruolo attivo non solo come grandi consumatori di energia, ma anche come centri di innovazione, formazione e sperimentazione. In questo contesto, l'Università degli Studi di Firenze ha intrapreso un percorso strutturato per migliorare la gestione energetica del proprio patrimonio immobiliare, definendo una **strategia energetica** fondata su una visione integrata e dinamica, che riconosce la complessità del sistema universitario e la necessità di un approccio multidisciplinare.

Gli **obiettivi** della strategia riguardano la riduzione dei consumi, l'abbattimento delle emissioni e la promozione di una cultura della sostenibilità. Il raggiungimento di tali obiettivi avviene mediante scelte strategiche ed **azioni** che influenzeranno il patrimonio e la sua gestione, nonché l'innovazione tecnologica.

Sono, infine, sotto riportati alcuni **strumenti** tra di loro collegati per l'attuazione di questa strategia.

3.1. Obiettivi, Azioni e Strumenti

I tre **Obiettivi** fondamentali su cui si fonda la strategia energetica di Ateneo sono:

- la riduzione dei consumi energetici;
- l'abbattimento delle emissioni climalteranti;
- la promozione di una cultura diffusa della sostenibilità.

Questi obiettivi rappresentano il riferimento costante per la definizione delle azioni da intraprendere e costituiscono le direttrici principali da cui partono le attività di pianificazione e le scelte operative.

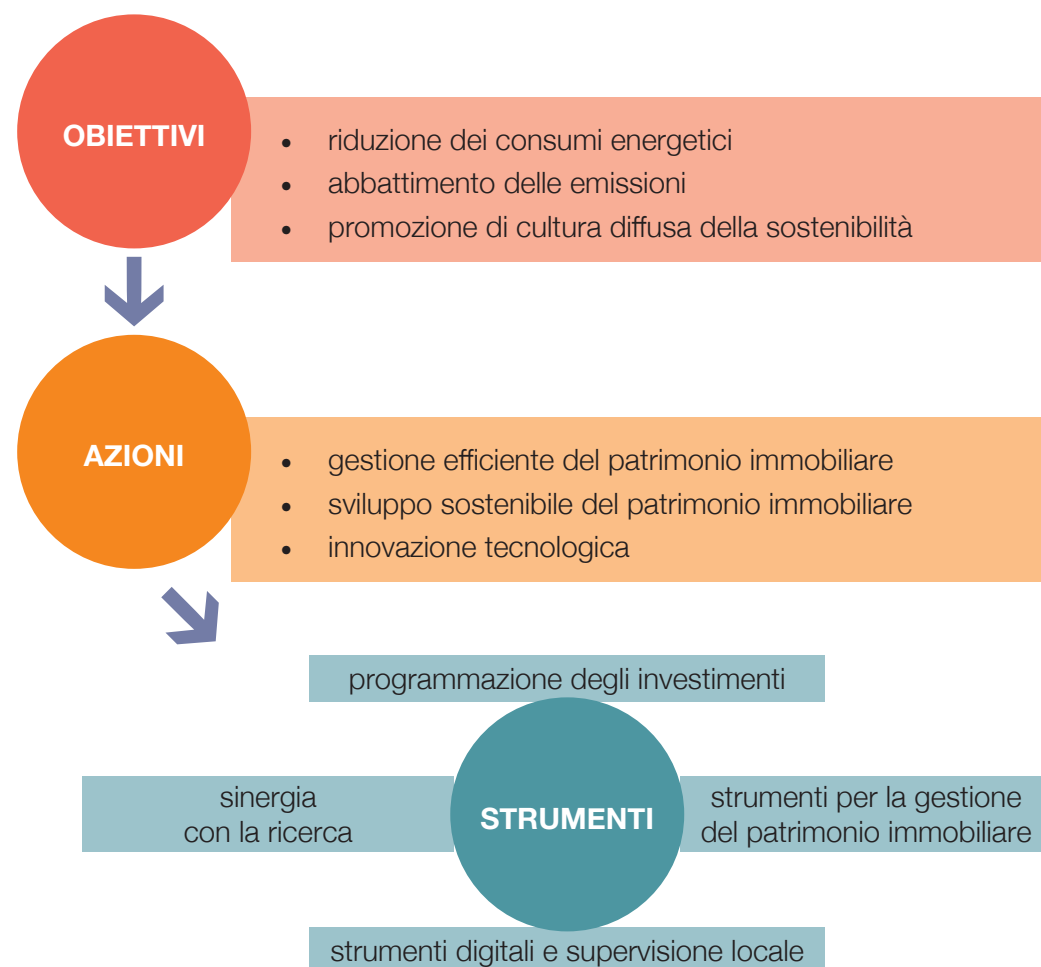
L'intero processo si basa su una continua attività di raccolta, elaborazione e analisi dei dati, finalizzata a comprendere in modo puntuale le dinamiche dei consumi e ad individuare con precisione i margini di miglioramento.

Da questa analisi derivano valutazioni tecniche e gestionali che hanno portato alla definizione di **Azioni**, la cui effettiva realizzazione è supportata

dall'impiego di specifici **Strumenti** di pianificazione, monitoraggio e verifica. È importante sottolineare che, sebbene tra le azioni e gli strumenti esista un legame diretto e funzionale, il rapporto tra azioni e obiettivi non è di tipo esclusivo: ciascuna azione, infatti, contribuisce in misura diversa al conseguimento di tutti gli obiettivi, operando in un'ottica integrata e trasversale.

Allo stesso modo, anche gli strumenti non agiscono in maniera isolata o settoriale, ma interagiscono e si potenziano reciprocamente, creando un sistema dinamico e coerente, orientato al miglioramento continuo delle prestazioni energetiche e ambientali dell'Ateneo.

In questo modo, l'intera strategia si configura come un processo organico e sinergico, in cui tutte le parti concorrono in modo coordinato alla costruzione di un modello gestionale sostenibile, evolutivo e capace di adattarsi nel tempo alle nuove sfide.



Azioni e strumenti sono riepilogati di seguito:

	AZIONI	STRUMENTI
1	Sviluppo sostenibile del patrimonio immobiliare	Programmazione degli investimenti in linea con sostenibilità, bilancio sociale e piano edilizio. Gli investimenti devono essere guidati da un piano energetico. Interventi e progetti su impianti e edifici
2	Gestione efficiente del patrimonio immobiliare	Sviluppo di nuovi strumenti per la gestione del patrimonio immobiliare , con particolare attenzione ai contratti di gestione e manutenzione impianti e fornitura dei vettori energetici.
3	Innovazione tecnologica per il supporto decisionale e la programmazione di azioni e strategie	Sviluppo di strumenti digitali e supervisione locale per la gestione energetica, con il fine di garantire un monitoraggio continuo e una risposta tempestiva alle anomalie. Rafforzamento della sinergia tra la gestione del patrimonio e l'attività di ricerca, orientando quest'ultima verso l'individuazione di soluzioni realmente coerenti con gli obiettivi strategici prefissati, così da promuovere un approccio integrato e funzionale al miglioramento continuo.

3.1.1. Sviluppo Sostenibile del Patrimonio Immobiliare

PROGRAMMAZIONE DEGLI INVESTIMENTI

L'Università degli Studi di Firenze applica un insieme di norme e criteri che assicurano che ogni intervento edilizio, sia esso una nuova costruzione o la riqualificazione di un edificio esistente, rispetti standard elevati di efficienza energetica e sostenibilità ambientale. Tali riferimenti derivano sia dalla legislazione europea sia dalla normativa nazionale, e concorrono a definire un quadro organico di requisiti tecnici e ambientali che guidano l'intero processo progettuale e realizzativo.

Il punto di riferimento principale è costituito dall'apparato normativo che recepisce le direttive europee sulla prestazione energetica degli edifici e stabilisce i requisiti minimi da rispettare negli interventi di ristrutturazione e nelle nuove edificazioni.

Questi testi normativi definiscono come debba essere valutata la qualità

energetica degli edifici e indicano gli standard da raggiungere, calibrandoli in funzione dell'entità dell'intervento: alle ristrutturazioni più estese si applicano requisiti molto rigorosi, paragonabili a quelli dei nuovi edifici, mentre agli interventi più limitati sono associate prescrizioni più mirate e riferite ai singoli componenti o impianti.

A supporto di questo impianto normativo, un insieme di norme tecniche nazionali stabilisce in modo uniforme le metodologie con cui calcolare consumi, dispersioni e prestazioni energetiche. Tali metodologie vengono utilizzate da progettisti e tecnici per garantire verifiche omogenee, trasparenti e confrontabili, e rappresentano la base per la redazione della documentazione energetica richiesta per legge.

Accanto agli aspetti puramente energetici, un ruolo centrale è svolto dai Criteri Ambientali Minimi (CAM), obbligatori per tutti gli appalti pubblici relativi a progettazione, costruzione e manutenzione degli edifici. I CAM estendono l'attenzione al di là del risparmio energetico, includendo la qualità dei materiali impiegati, la gestione razionale delle risorse, il comfort degli ambienti, la riduzione dell'impatto dei cantieri e, in generale, la sostenibilità dell'intero ciclo di vita dell'edificio.

Ulteriori norme volontarie, emesse dagli enti di normazione europei e internazionali, forniscono strumenti per valutare in modo più ampio la sostenibilità economica, ambientale e sociale degli interventi edilizi, integrando e supportando quanto previsto dai CAM e dalle prescrizioni nazionali.

Infine, l'insieme di tali strumenti si inserisce nel quadro più ampio delineato dalla recente direttiva europea sulla prestazione energetica degli edifici, che mira alla progressiva decarbonizzazione del patrimonio edilizio entro il 2050 attraverso il miglioramento dell'efficienza energetica e la diffusione degli interventi di riqualificazione. L'Università, allineandosi a questo percorso, adotta quindi un approccio che coniuga obblighi normativi e obiettivi di sostenibilità, garantendo che ogni intervento sul proprio patrimonio immobiliare contribuisca in modo coerente alla riduzione dei consumi, delle emissioni e degli impatti ambientali complessivi.

INTERVENTI E PROGETTI SU IMPIANTI E EDIFICI

Nell'ambito del progetto di collaborazione con il CERM è in fase di completamento un **impianto fotovoltaico** da 40 kWp installato sulla copertura dell'edificio, la cui produzione sarà interamente autoconsumata a beneficio delle esigenze energetiche della struttura e dei suoi impianti,

contribuendo ad accrescere in modo significativo la quota di energia rinnovabile utilizzata all'interno del Campus di Sesto Fiorentino.

È attualmente in corso, inoltre, la procedura di gara per la **realizzazione dei tre nuovi edifici** destinati ad **Agraria** nel medesimo Campus: si tratta di un complesso NZEB di nuova generazione concepito per rispondere alle esigenze del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali e della relativa Scuola, e sviluppato secondo i criteri dello standard LEED® BD+C v.4 for New Construction (Campus Program – Group Approach) con l'obiettivo di conseguire la certificazione di livello Platinum.

Sono invece già in fase di esecuzione alcune opere propedeutiche alla realizzazione del **nuovo Plesso Didattico** nel Campus Ospedaliero Universitario di Careggi, edificio destinato a ospitare nuove aule e progettato con elevate prestazioni termiche, tali da garantire sia un consumo energetico annuale ridotto sia un comfort abitativo ottimale. Le dotazioni impiantistiche previste utilizzeranno fonti rinnovabili, tra cui un impianto fotovoltaico da 135 kWp collocato sulle pensiline dell'area parcheggio, realizzato con moduli monocristallini ad alta efficienza; l'intervento si configura come edificio ad energia quasi zero e rientra in classe energetica A4, il livello più elevato della scala di prestazione.

È in fase di esecuzione anche l'intervento che interesserà la sede di **Ingegneria di Santa Marta**, mediante una riqualificazione complessiva che comprende la sistemazione delle facciate, la sostituzione di 2.400 m² di serramenti trasparenti ad alte prestazioni con elementi in legno lamellare e metallo caratterizzati da valori $U_w \leq 1,30 \text{ W/m}^2\text{K}$, e la realizzazione di una nuova centrale frigorifera volta a migliorare l'efficienza energetica dell'intero complesso.

Contestualmente è in fase di avvio la riqualificazione dell'**edificio ex Geografia**, che presenta una serie di interventi mirati al miglioramento dell'involucro edilizio, comprendenti un buon livello di isolamento termico, l'isolamento della nuova copertura e l'inserimento di un cappotto interno, così da contenere i consumi energetici e garantire prestazioni elevate in esercizio. Ulteriori attività riguardano la realizzazione del **nuovo edificio CRIST-CETECS**, pensato con particolare attenzione ai temi dell'efficienza e del controllo energetico, grazie all'adozione di un isolamento avanzato della cortina perimetrale, all'installazione di un impianto fotovoltaico da 45,24 kWp (realizzato mediante 78 moduli) e alla predisposizione di un sistema di

supervisione BEMS (Building and Energy Management System), finalizzato al monitoraggio integrato dei consumi.

In modo analogo è stata sviluppata la progettazione dell'edificio, anch'esso in partenza, di completamento del complesso **RISE B**, destinato ai laboratori di ricerca, nel quale è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico in copertura e dove le scelte costruttive e impiantistiche, in particolare per quanto riguarda i sistemi di riscaldamento e climatizzazione, sono state orientate al contenimento dei consumi energetici e alla riduzione dei costi di gestione e manutenzione.

È inoltre in corso di ultimazione anche il progetto del **nuovo edificio aule del Campus di Sesto Fiorentino**, sviluppato con l'obiettivo di conseguire una certificazione nZEB o uno standard equivalente; la concezione dell'involucro e degli impianti si basa su un insieme integrato di soluzioni costruttive e tecnologiche tipiche dell'edilizia ecosostenibile, tra cui tecnologie a secco, materiali lignei e dotazioni come fontanelli e impianti fotovoltaici, tutte orientate alla riduzione dei consumi e al miglioramento del comportamento energetico complessivo.

Infine, sono attualmente in fase di valutazione gli interventi di sostituzione dei corpi illuminanti dell'edificio D10 del Campus di Novoli e dell'edificio di Fisica del Campus di Sesto Fiorentino con apparecchi ad alta efficienza, una misura che consentirà di ridurre il fabbisogno di energia elettrica in due dei plessi storicamente più energivori dell'Ateneo. Questi interventi, oltre a generare risparmi diretti, costituiranno un caso studio fondamentale per analizzare la fattibilità tecnica ed economica di iniziative analoghe su altri edifici del patrimonio universitario.

3.1.2. Gestione efficiente del Patrimonio Immobiliare

Per garantire una gestione adeguata del patrimonio immobiliare è necessario disporre di strumenti contrattuali specificatamente pensati per soddisfare le esigenze dell'Ateneo.

Attualmente sono in corso di esecuzione due contratti relativi ai servizi di manutenzione e gestione degli impianti termici ed elettrici.

- Il contratto di manutenzione e gestione degli impianti elettrici e speciali è stato stipulato tramite la convenzione CONSIP “**Facility Management 4**” (FM4), avviato nel 2022, i cui servizi riguardano la gestione e manutenzione degli impianti elettrici, speciali, verde ed ascensori, esclusa la fornitura di energia elettrica, acquistata per via diretta.

- Il contratto di manutenzione degli impianti meccanici e gestione calore è, invece, un contratto del tipo “**Servizio Energia Plus**”, i cui servizi inclusi nel contratto riguardano la fornitura di energia termica e la gestione e manutenzione degli impianti termici ed è remunerato tramite canone annuale calcolato sulla base di vari parametri, tra cui condizioni climatiche invernali, volume riscaldato, geometria edifici, ore di Comfort richieste. Non è invece influente sul canone la quantità di combustibile effettivamente utilizzata. L’analisi del bilancio energetico ha evidenziato in maniera inequivocabile le differenze che intercorrono tra il Campus di Sesto Fiorentino e il restante patrimonio immobiliare dell’Ateneo e le differenze tra i due contratti attuali dimostrano come l’inserimento della componente energetica (gas/elettricità) all’interno dell’appalto possano generare comportamenti virtuosi o indifferenti rispetto alla spesa e al consumo di energia.

In pratica, l’inclusione del costo energetico all’interno del canone, consente una migliore gestione spostando l’interesse della riduzione dei consumi sull’appaltatore e non sull’amministrazione, motivo per cui le scelte attualmente in corso delineano opportunità più interessanti nella scelta di dare i benefici economici all’interno della gestione virtuosa (incentivo) a beneficio non solo economico, ma soprattutto di benessere finale degli utenti.

Alla luce di quanto fin qui esposto, è stata, quindi, delineata una strategia gestionale che si fonda sull’adesione alla convenzione CONSIP “Servizio Integrato Energia 4” per tutto il patrimonio immobiliare, ad eccezione del Campus di Sesto Fiorentino, destinato invece a una gestione misurata sulle necessità impiantistiche di rinnovamento del Campus, a fronte di investimenti privati secondo il modello di contratto di prestazione energetica a partire dal 1 Luglio 2026. Con tale scelta, è possibile indirizzare in modo mirato gli investimenti previsti dalla convenzione CONSIP SIE4 nel primo anno di gestione termica verso la riqualificazione degli edifici del Centro Storico, aventi vincoli architettonici che limitano investimenti impiantistici.

Contestualmente, per il Campus di Sesto Fiorentino si intende sviluppare un programma integrato e articolato di riqualificazione e gestione che coinvolga edilizia, impianti meccanici, produzione e distribuzione di energia termica e gestione dell’energia elettrica, così da soddisfare pienamente le esigenze specifiche di questa realtà.

Tale programma verrà studiato a partire già dal 2026, per formulare le ipotesi più vantaggiose per inserire nel Campus una formula omnicomprensiva di manutenzione impiantistica e forniture dei vettori energetici.

Lo sviluppo, quindi, di nuovi **strumenti per la gestione del patrimonio immobiliare**, in particolare i contratti di gestione e manutenzione impianti e fornitura dei vettori energetici sotto analizzati, possono, quindi, risultare strategici all’ottenimento degli obiettivi del presente piano.

Servizio Integrato Energia 4 (CONSIP SIE4): Tale convenzione si configura come uno strumento attraverso il quale è possibile affidare ad operatori specializzati la gestione completa dei servizi energetici, consentendo così di perseguire con maggiore efficacia gli obiettivi di efficienza energetica, ammodernamento tecnologico e sostenibilità ambientale che sono propri dell’Ateneo.

Tutti questi obiettivi hanno come unico denominatore, non solo il risparmio energetico, ma il benessere ambientale all’interno degli spazi universitari. La natura del contratto corrisponde a quella di un Servizio Energia Plus, una soluzione che supera la mera fornitura del combustibile e prevede l’assunzione, da parte dell’operatore economico, del ruolo di Terzo Responsabile, con conseguente presa in carico delle attività di gestione, conduzione e manutenzione degli impianti. La durata pluriennale, fissata in sei anni, garantisce una stabilità tale da permettere di programmare e realizzare interventi di riqualificazione sugli edifici caratterizzati dalle maggiori criticità sotto il profilo dell’ottimizzazione dell’energia termica, offrendo così una prospettiva di miglioramento costante e strutturato.

Il perimetro di gestione abbraccia un insieme significativo di edifici universitari, distribuiti su diversi plessi, e consente di adottare un approccio integrato e omogeneo alla gestione energetica, favorendo la coerenza delle strategie e la razionalizzazione delle risorse impiegate. All’interno di questo modello, il contratto contempla un pacchetto di servizi integrati, pensati per garantire il comfort ambientale, la sicurezza degli impianti e l’ottimizzazione dei consumi, attraverso attività che si articolano in diversi ambiti di intervento:

- La **gestione e la conduzione degli impianti** viene affidata al Fornitore, il quale assume la responsabilità di garantire il funzionamento ottimale degli impianti di climatizzazione, sia invernale che estiva, assicurando il rispetto delle normative vigenti in materia di temperature e orari di funzionamento.
- La **fornitura del vettore energetico**, rappresentata principalmente dal gas naturale – e, ove necessario, da vettori alternativi per i siti non collegati alla rete –, viene inserita nel canone e gestita interamente dal Fornitore, che si fa carico dell’approvvigionamento e dei rischi connessi alle fluttuazioni del mercato.

- La **manutenzione ordinaria e straordinaria** include tutte le attività programmate per mantenere gli impianti in efficienza, nonché un piano di interventi destinato alla riqualificazione tecnologica e alla risoluzione delle criticità esistenti, con l'obiettivo di adeguare gli impianti alle normative e sostituire componenti obsolete con tecnologie più performanti, quali generatori a condensazione e sistemi evoluti di termoregolazione.
- Il **servizio di reperibilità e pronto intervento** è garantito in maniera continuativa, ventiquattro ore su ventiquattro e trecentosessantacinque giorni l'anno, per fronteggiare tempestivamente guasti e anomalie, offrendo tempi di intervento certi e affidabili.

Un aspetto centrale del contratto è costituito dal meccanismo di **condivisione dei risparmi energetici**, essendo il canone strutturato per incentivare il Fornitore a ridurre i consumi rispetto a una baseline individuata in fase di audit iniziale. I risparmi energetici effettivamente conseguiti, validati attraverso sistemi di monitoraggio trasparenti, vengono distribuiti tra l'Ateneo e il Fornitore secondo una ripartizione prestabilita, realizzando così un allineamento tra gli obiettivi economici del Fornitore e quelli di sostenibilità dell'Università e trasformando la spesa energetica da mero costo a vero e proprio investimento per l'efficienza.

Con l'adozione di questo modello contrattuale, si coglie un'opportunità strategica di migliorare la performance energetica, riducendo consumi e emissioni di CO2 tramite una gestione professionale e interventi di riqualificazione mirata, di razionalizzare i costi stabilizzando la spesa energetica e beneficiando dei risparmi ottenuti, nonché di **ammodernare progressivamente il patrimonio**, elevandone affidabilità, sicurezza e conformità alle normative vigenti, oltre a migliorarne le condizioni ambientali all'interno degli edifici universitari per un maggiore comfort per gli utenti, in un percorso di costante evoluzione verso una maggiore sostenibilità e innovazione. Gli interventi proposti in sede di contrattualizzazione riguardano:

- la sostituzione dei generatori di calore con nuove unità a condensazione, intervento che permetterebbe di ottenere un risparmio sul consumo di gas naturale utilizzato per fini di riscaldamento
- l'installazione di valvole termostatiche volte ad un miglior controllo delle condizioni microclimatiche interne
- La sostituzione degli elettroscaldatori con nuove unità dotate di controllo elettronico del regime di funzionamento
- Interventi di sostituzione degli infissi su alcuni edifici strategici



Contratto omnicomprensivo Campus Scientifico Sesto Fiorentino: Nel contesto del Campus di Sesto Fiorentino, si sta attualmente delineando la fase preliminare di una nuova visione contrattuale, la cui definizione tecnica e giuridica è ancora in evoluzione; tuttavia, si possono già individuare alcune caratteristiche ritenute fondamentali per assicurare una gestione e manutenzione ottimale del complesso, con un'attenzione costante al miglioramento dell'efficienza energetica sia degli edifici che degli impianti, e all'implementazione di strategie gestionali sempre più efficaci. Si intende, infatti, adottare la formula contrattuale dell'**Energy Performance Contract (EPC)**, in cui il cuore dell'accordo risiede nella garanzia di risultati tangibili: viene coinvolta una società specializzata nei servizi energetici (ESCO) che si assume la responsabilità di progettare, finanziare, realizzare e gestire gli interventi necessari al raggiungimento di un determinato livello di risparmio energetico, accollandosi il rischio tecnico ed economico delle operazioni e vincolando la propria remunerazione ai risparmi effettivamente ottenuti e certificati rispetto a una situazione iniziale di riferimento; qualora tali risultati non venissero conseguiti, sono previste penalizzazioni per la società,

trasferendo così il rischio di performance dal soggetto pubblico al partner privato, con una logica in cui il compenso è direttamente proporzionale ai risparmi energetici realmente misurati e verificati.

Nel corso degli ultimi anni, il quadro normativo ha contribuito a rafforzare questa impostazione, introducendo elementi di maggiore certezza e trasparenza a favore delle amministrazioni pubbliche: la normativa nazionale ha infatti stabilito che l'EPC debba essere sempre orientato al raggiungimento di risultati reali e misurabili, prevedendo obblighi di monitoraggio e verifica dei risparmi, oltre a requisiti minimi per la loro misurazione, così da garantire la centralità della performance e valorizzare la qualificazione dei soggetti coinvolti, requisito fondamentale per interventi complessi come quelli universitari. Senza entrare nello specifico degli articoli di legge, è importante sottolineare come la disciplina attuale favorisca un approccio strutturato, trasparente e orientato al risultato.

In uno scenario in cui il patrimonio pubblico richiede ingenti investimenti per essere modernizzato e reso efficiente, il ricorso al **Partenariato Pubblico-Privato (PPP)** si è affermato come soluzione strategica per superare la scarsità di risorse e promuovere innovazione e sostenibilità: questa modalità di collaborazione consente di coinvolgere direttamente il settore privato nella realizzazione e gestione di progetti che hanno una ricaduta collettiva, agevolando la condivisione di competenze tecniche, rischi e risorse finanziarie, e puntando a garantire servizi di alta qualità e risultati concreti che vadano a beneficio della collettività. In particolare, nell'ambito dell'efficienza energetica e della gestione delle università, il PPP si pone oggi come uno strumento chiave che permette di accelerare la transizione verso edifici più sostenibili, performanti e innovativi.

All'interno di questa cornice, la collaborazione si articola in una relazione di lungo periodo tra l'ente pubblico e il privato, dove quest'ultimo si assume una quota rilevante del rischio progettuale e gestionale, con una remunerazione legata non alla semplice erogazione del servizio, ma alla reale performance raggiunta. Il modello mira a sfruttare al meglio le competenze, la capacità di innovare e i capitali messi a disposizione dal privato, generando efficienza e valore aggiunto per l'intera comunità universitaria. Il coinvolgimento del partner privato si estende a tutte le fasi, dalla progettazione al finanziamento, fino alla gestione delle opere e dei servizi, consentendo, secondo le regole contabili vigenti, la possibilità di classificare l'investimento come "fuori bilancio" per l'ente pubblico, liberando così risorse e capacità di investimento.

Quando un EPC viene strutturato come PPP, si ottiene uno strumento particolarmente efficace per la riqualificazione energetica profonda del patrimonio universitario, in cui il partner privato non si limita a fornire servizi, ma investe direttamente nelle opere necessarie. Gli elementi fondamentali di questo approccio includono:

- Il **finanziamento del progetto**: il privato sostiene integralmente i costi degli interventi di riqualificazione, liberando l'Università da esborsi iniziali e dai vincoli di bilancio;
- Il **trasferimento del rischio**: il privato si fa carico di una parte significativa dei rischi, sia tecnici sia gestionali e finanziari, con l'obbligo di garantire i risultati prefissati;
- La **remunerazione legata alle performance**: il canone riconosciuto alla società è proporzionale ai risparmi energetici effettivamente generati e contrattualmente garantiti, assicurando così la sostenibilità economica dell'operazione per l'ente pubblico;
- La **partnership di lungo periodo**: la durata contrattuale, solitamente compresa tra i dieci e i venti anni, consente al privato di recuperare l'investimento e all'ente pubblico di beneficiare di risparmi consistenti e di un comfort migliorato nel tempo.

Recentemente, anche grazie all'azione dell'Autorità Nazionale Anticorruzione (ANAC), è stata promossa una maggiore standardizzazione dei contratti EPC, così da offrire alle amministrazioni pubbliche modelli contrattuali solidi, veloci da adottare e conformi alle normative europee e nazionali in materia di appalti e partenariati. Questa evoluzione permette di ridurre complicazioni e tempi di progettazione, garantendo maggiore tutela e trasparenza.

In sintesi, se da un lato strumenti come la convenzione CONSIP SIE4 permettono alle amministrazioni di accedere facilmente a servizi energetici integrati e alla manutenzione ordinaria, dall'altro un EPC in ottica PPP rappresenta una leva strategica per realizzare interventi di riqualificazione profonda e garantita, senza la necessità di un investimento iniziale da parte dell'Università e con la possibilità di personalizzare le azioni secondo le esigenze specifiche del contesto, come la sostituzione di impianti obsoleti, l'installazione di sistemi di monitoraggio avanzati o il miglioramento dell'involucro edilizio e degli impianti di illuminazione.

3.1.3. Innovazione tecnologica per il supporto decisionale e la programmazione di azioni e strategie

STRUMENTI DIGITALI E SUPERVISIONE LOCALE PER L'EFFICIENZA ENERGETICA

Il progressivo sviluppo della supervisione energetica rappresenta un ulteriore pilastro della strategia dell'Università degli Studi di Firenze. Esso si articola in due componenti complementari: strumenti digitali costituiti da un sistema integrato di misura e monitoraggio dei consumi energetici con attività di controllo diretto.

L'obiettivo è garantire un controllo continuo, preciso e reattivo dei consumi energetici e delle condizioni microclimatiche interne, favorendo l'individuazione tempestiva delle anomalie e la pianificazione ed esecuzione di interventi correttivi.

La misura e il monitoraggio dei consumi energetici e dei valori ambientali rappresentano il fondamento di qualsiasi strategia di efficientamento. Senza dati affidabili risulta impossibile individuare sprechi, valutare l'efficacia delle azioni migliorative o pianificare interventi correttivi.

Per questo motivo, l'Ateneo ha intenzione di procedere, anche attraverso gli strumenti contrattuali illustrati precedentemente, verso la progettazione e la progressiva realizzazione di sistemi di supervisione automatizzata in grado di raccogliere e analizzare dati in tempo reale.

In questa logica i sistemi da prevedere saranno basati su una rete di sensori e dispositivi di acquisizione da distribuire negli edifici universitari. Questi strumenti, alcuni dei quali sono già presenti, potranno rilevare parametri relativi a:

- Consumi elettrici (illuminazione, apparecchiature, climatizzazione).
- Consumi termici (riscaldamento, raffrescamento)
- Consumi idrici (servizi igienici, laboratori)
- Parametri ambientali (temperatura, umidità, qualità dell'aria)

L'obiettivo è permettere il monitoraggio dei consumi, confrontandoli in tempo reale con valori di riferimento per individuare tempestivamente eventuali anomalie. L'architettura del sistema deve essere modulare e scalabile, pensata per adattarsi alla complessità del patrimonio edilizio universitario e consentendo di espandere gradualmente la copertura, integrando in modo flessibile nuovi edifici e impianti.

Un aspetto essenziale del sistema di monitoraggio dovrà essere la capacità di generare allarmi in caso di rilevazione anomalie: gli algoritmi di analisi confronteranno i dati reali con i profili di consumo attesi, così da individuare scostamenti significativi.

Tuttavia, l'interpretazione delle anomalie rilevate non è completamente automatica: essa richiede l'intervento di operatori, che valutano il contesto e decidono se e come intervenire. Questo approccio ibrido garantisce un equilibrio tra automazione e consapevolezza operativa.

Supervisione digitale e locale sono due sistemi che non si sovrappongono, ma si completano reciprocamente, dando vita a un modello di controllo multilivello. Gli strumenti digitali garantiscono una copertura continua e oggettiva, basata su dati misurabili. La supervisione locale aggiunge una dimensione qualitativa, basata sull'esperienza e sull'interazione umana, consentendo di affrontare in modo efficace problematiche tecniche, organizzative e comportamentali.

Un caso applicativo, particolarmente significativo, è rappresentato dal sistema di misura dell'energia elettrica installato presso il Campus di Sesto Fiorentino, il quale consente di disaggregare in maniera puntuale i dati di consumo forniti dal distributore per l'intero complesso universitario, attribuendoli ai singoli edifici che lo compongono. Sebbene l'infrastruttura non sia attualmente pienamente operativa, è in corso la progettazione del relativo intervento di aggiornamento e completamento del sistema, che svolgerà la funzione di banco di prova per definire con maggiore precisione le esigenze tecniche e operative necessarie all'estensione del sistema di misura ad altri vettori energetici e ad ulteriori sedi ritenute strategiche.

SINERGIA CON LA RICERCA

L'ultimo strumento della strategia energetica riguarda il rafforzamento della sinergia tra gestione del patrimonio immobiliare e ricerca, orientando progetti, metodi e risorse verso soluzioni coerenti con le priorità gestionali e i target energetici dell'Ateneo.

Il patrimonio immobiliare opera come laboratorio operativo: edifici, impianti e basi dati costituiscono il campo di prova per sperimentazioni in condizioni reali, con risultati immediatamente riutilizzabili nei processi decisionali e nelle attività manutentive.

Il concetto di **"living lab"** applicato all'ambiente universitario delinea una realtà nella quale gli edifici, gli impianti e i dati energetici diventano oggetti di

studio, strumenti didattici e piattaforme di test per progetti di ricerca interdisciplinari, concependo l'utilizzo degli spazi e delle infrastrutture universitarie come campo operativo per la sperimentazione di soluzioni innovative, coinvolgendo dipartimenti e strutture che ruotano intorno alla ricerca, alla didattica e alla terza missione.

I dati raccolti costituiscono una risorsa trasversale: le scienze ingegneristiche sviluppano soluzioni tecnologiche, le scienze sociali analizzano i comportamenti e promuovono pratiche sostenibili, l'economia valuta modelli di efficienza e le discipline della comunicazione diffondono consapevolezza e responsabilità, e così via per le altre discipline.

Questa collaborazione multidisciplinare permette di integrare prospettive e strumenti diversi, rafforzando la crescita di una comunità universitaria più consapevole e partecipe, ed andando oltre la dimensione tecnologica, abbracciando anche quella educativa, culturale e sociale.

L'obiettivo è creare una cultura diffusa della **sostenibilità**, in cui ogni membro della comunità universitaria si senta parte attiva del processo di cambiamento. Il coinvolgimento emotivo e cognitivo è fondamentale per superare l'indifferenza e stimolare comportamenti virtuosi.

In questo modo, le attività di **didattica, ricerca e terza missione** consentono di estendere il modello dell'Ateneo alla società, collaborando con enti pubblici, imprese, scuole e associazioni e condividendo conoscenze, buone pratiche e strumenti operativi.

Un esempio significativo già in fase di realizzazione è rappresentato dal ruolo attivo dell'Ateneo nella costituzione di una **Comunità Energetica Rinnovabile** (CER) nell'area fiorentina. Le CER sono configurazioni collaborative in cui cittadini, enti pubblici e imprese producono, condividono e consumano energia da fonti rinnovabili, promuovendo un modello energetico decentralizzato e sostenibile. Attraverso questa iniziativa, l'Università intende non solo contribuire all'aumento della produzione locale di energia pulita, ma anche stimolare comportamenti virtuosi e consapevoli tra gli utenti, ponendo le basi per una gestione condivisa e responsabile delle risorse energetiche del territorio. Questa apertura verso l'esterno rafforza il ruolo dell'Ateneo come motore di innovazione e sostenibilità, capace di influenzare positivamente il territorio e contribuire agli obiettivi globali di sviluppo sostenibile (SDGs). La gestione energetica diventa così un ambito di impatto sociale, oltre che tecnico e scientifico.



3.2. Relazione e sinergia tra obiettivi, azioni e strumenti

Una delle caratteristiche distintive di questa strategia energetica è la sua natura integrata e sistemica, nella quale obiettivi, azioni e strumenti non operano in modo indipendente, ma sono elementi interconnessi che si rafforzano reciprocamente per garantire l'efficacia, la resilienza e l'evoluzione continua del sistema.

Ogni elemento contribuisce al funzionamento dell'intero sistema e, allo stesso tempo, ne trae impulso per evolversi, in un processo di miglioramento continuo fondato su conoscenza, controllo e innovazione.

L'interazione tra i diversi elementi della strategia si può manifestare in modi diversi:

- I **contratti di gestione degli impianti**, in particolare quelli basati su performance, fissano obiettivi di risparmio energetico che possono essere verificati solo attraverso un sistema di misura e **monitoraggio** continuo. I **dati raccolti** costituiscono la base per il calcolo dei risparmi, la validazione delle performance e l'attivazione dei meccanismi incentivanti. In assenza di una misura puntuale, il principio stesso della gestione per risultati perderebbe significato.
- Il **monitoraggio energetico** con strumenti digitali permette di rilevare anomalie e deviazioni dai profili di consumo attesi, ma è la componente "umana" ad interpretare questi segnali e a trasformarli in azioni concrete. Il coordinamento locale diventa, così, un fattore chiave nella gestione degli impianti.
- I **dati raccolti** alimentano la **ricerca scientifica**, che a sua volta propone **soluzioni innovative** per migliorare gestione energetica. I risultati delle attività di ricerca possono dunque costituire un prezioso punto di partenza per l'aggiornamento delle strategie di gestione e manutenzione. Tra i dati rilevanti ci sono le indagini di tipo socio-comportamentale che rappresentano un supporto essenziale nell'elaborazione di campagne di sensibilizzazione, le quali incidono positivamente sulle abitudini della comunità e favoriscono il conseguimento degli obiettivi di risparmio energetico e sostenibilità.

L'insieme di queste relazioni costituisce un ecosistema dinamico, nel quale ogni componente partecipa al funzionamento dell'intero sistema. I dati alimentano le decisioni e la **pianificazione**, che a loro volta producono miglioramenti misurabili che si traducono in **azioni**, gli interventi diventano innovazione che produce **conoscenza** utile a orientare la ricerca e la crescita successiva per ricominciare il ciclo virtuoso.

In questo modo, la strategia energetica si configura come un processo ciclico e auto-rigenerante, in cui obiettivi, azioni e strumenti evolvono in modo coordinato, assicurando continuità, efficienza e capacità di adattamento alle sfide future.





4. Interventi di riqualificazione energetica

L'applicazione della strategia energetica passa attraverso la realizzazione di interventi mirati alla riqualificazione energetica del patrimonio immobiliare ed al contenimento delle emissioni relative ai consumi energetici.

Nel documento non sono riportati gli interventi in maniera dettagliata demandando la loro esposizione a strumenti di programmazione più dettagliati, quali il piano edilizio. Tuttavia, gli interventi comuni a tutto il patrimonio immobiliare sono stati analizzati ai fini della redazione del presente piano e vengono sotto riportati quale proposta applicabile al contesto dell'Ateneo.

In primo luogo, sono state valutate le azioni volte all'incremento della quota di **energie rinnovabili** nel mix energetico di Ateneo, tra cui la possibilità di installare impianti fotovoltaici sulle coperture che risulta essere un intervento applicabile in molti contesti, seppur la presenza di vincoli paesaggistici porti a dover escludere una grande porzione di edifici.

L'**efficientamento del sistema di illuminazione** tramite installazione di corpi illuminanti con tecnologia LED in sostituzione dei dispositivi attualmente presenti è un intervento applicabile in modo estensivo a tutto l'ateneo. Oltre a presentare una certa semplicità di attuazione, tale soluzione assicura il conseguimento del risultato atteso in modo affidabile e verificabile.

Oltre agli interventi impiantistici, risultano fondamentali le attività di **monitoraggio dei consumi energetici**, con lo scopo di assicurare un controllo continuo del comportamento energetico degli edifici, individuare eventuali anomalie e predisporre azioni correttive. Un sistema di misura dei consumi risulta, inoltre, fondamentale per la valutazione puntuale dell'efficacia di interventi di efficientamento energetico.

4.1. Energie Rinnovabili

4.1.1. Installazione pannelli fotovoltaici

Per questa analisi preliminare è stato necessario effettuare una stima delle superfici disponibili su tutto l'ateneo.

È importante precisare che le superfici censite rappresentano la sommatoria di stime e misurazioni approssimative condotte tramite documentazione in possesso e non di rilievi dedicati. Pertanto, i dati forniscono soltanto un'indicazione preliminare della potenziale disponibilità di spazio e saranno necessarie successive verifiche puntuali per accertare l'effettiva fruibilità delle aree, la portata strutturale delle coperture e tutti gli altri parametri tecnici rilevanti, nonché impossibilità alla realizzazione per via di eventuali vincoli imposti dalla Soprintendenza o altre criticità.

Note le superfici disponibili, sono state effettuate valutazioni relative alla potenza installabile. In linea generale, l'efficienza dei pannelli fotovoltaici moderni consente teoricamente di raggiungere una densità di potenza pari a 0,25 kWp/m², ma nella pratica il valore effettivo si attesta su 0,14–0,20 kWp/m² a causa di vincoli tecnici, spazi di manutenzione e distanze di sicurezza. Nei tetti a falda occorrono in media 5–7 m² per kWp installato, mentre nei tetti piani, più soggetti a ombreggiamenti, la superficie necessaria cresce fino a 8–10 m² per kWp.

Ai fini della presente analisi, è stato adottato un valore medio pari a 8 m²/kWp, leggermente superiore alla media dei valori di letteratura, al fine di mantenere un approccio prudentiale e cautelativo.

Considerando l'ipotesi di autoconsumo totale dell'energia prodotta dagli impianti fotovoltaici, scenario realistico dato che le superfici individuate si trovano prevalentemente in prossimità di laboratori e spazi con elevati consumi elettrici costanti durante la giornata, la produzione generata verrebbe interamente assorbita localmente. Questo comporta una massimizzazione dei benefici economici derivanti dalla riduzione dei prelievi dalla rete e l'abbattimento delle perdite di trasmissione.

Si precisa, inoltre, che la stima dei costi di investimento è stata assunta come uniforme per tutti gli edifici considerati, ipotizzando un'unica installazione realizzata in forma aggregata, in modo da poter beneficiare delle economie di scala associate alla realizzazione di un parco fotovoltaico di dimensioni

significative. Ne consegue che, qualora gli interventi venissero realizzati in modo isolato e non congiunto, i costi ipotizzati potrebbero subire un incremento anche significativo.

Nel complesso, l'intervento presenta indicatori prestazionali (Tabella) ed economici (Tabella) pienamente coerenti con gli obiettivi di sostenibilità dell'Ateneo, caratterizzandosi per un tempo di ritorno dell'investimento di poco superiore ai cinque anni, a fronte di una produzione energetica che, a regime, consentirà di coprire circa il 3,6% del fabbisogno elettrico complessivo dell'Università.

Tabella 4. Riepilogo di taglia e producibilità degli impianti fotovoltaici installabili

Area Geografica	Superficie disponibile stimata	Potenza installabile	Stima produzione energia	
			[kWh/anno]	[tep/anno]
	[m2]	[kWp]		
Campus Sesto Fiorentino	2'620	328	442'125	83
Cascine	980	123	165'375	31
Campus Morgagni	950	119	160'313	30
Campus Novoli	600	75	101'250	19
San Salvi	550	69	92'813	17
Santa Marta	350	44	59'063	11
Calenzano	150	19	25'313	5
Quaracchi	70	9	11'813	2
Totale complessivo	7'620	953	1'285'875	240

Tabella 5. Principali parametri dell'analisi economica preliminare condotta per l'installazione degli impianti fotovoltaici

Area Geografica	Investimento [€]	Flusso di Cassa [€]	Valore Attuale Netto (fine vita) [€]
Campus Sesto Fiorentino	491'250 €	88'425 €	445'526 €
Cascine	183'750 €	33'075 €	166'647 €
Campus Morgagni	178'125 €	32'063 €	161'546 €
Campus Novoli	112'500 €	20'250 €	102'029 €
San Salvi	103'125 €	18'563 €	93'526 €
Santa Marta	65'625 €	11'813 €	59'517 €
Calenzano	28'125 €	5'063 €	25'507 €
Quaracchi	13'125 €	2'363 €	11'903 €
Totale complessivo	1'428'750 €	257'175 €	1'295'766 €



4.2. Efficientamento del sistema di illuminazione

L'anagrafica dei corpi illuminanti dell'Ateneo fornisce un quadro complessivo della dotazione attuale di apparecchi di illuminazione installati negli edifici universitari.

La potenza elettrica nominale complessiva risulta pari a 2.903 kW, distribuita in modo non omogeneo tra le diverse tecnologie di sorgente. La gran parte dei corpi illuminanti, pari a circa l'87,5% del totale, utilizza lampade fluorescenti o fluorescenti compatte, a testimonianza della prevalenza di soluzioni tradizionali ancora diffuse nel patrimonio edilizio.

Le tecnologie LED, più efficienti e di più recente introduzione, rappresentano solo il 6,4% del totale, mentre la quota residua (7,2%) è costituita da sorgenti alogene (3,4%), alogenuro metallico (1,1%), a incandescenza (0,2%) e a sodio ad alta pressione (0,4%).

Tale distribuzione evidenzia un significativo margine di miglioramento in termini di efficienza energetica e sostenibilità, rendendo prioritaria la progressiva sostituzione delle tecnologie obsolete con sistemi di illuminazione a LED.

L'analisi della potenza nominale complessiva dei corpi illuminanti installati è stata condotta a partire dalle anagrafiche disponibili, elaborate nel 2022 nell'ambito delle attività di censimento degli impianti di illuminazione. Ai fini di una valutazione costi-benefici di carattere preliminare, l'attenzione è stata rivolta esclusivamente alla sostituzione dei corpi illuminanti fluorescenti, che rappresentano la quasi totalità del parco installato a livello universitario.

Considerando l'assenza di una anagrafica impiantistica aggiornata al 2025 e tenuto conto che, nel periodo intercorrente, numerosi apparecchi guasti sono stati già sostituiti con equivalenti a tecnologia LED, è stato ritenuto opportuno ridurre del 25% la quantità teorica di corpi illuminanti da sostituire, rispetto ai valori risultanti dall'ultimo censimento disponibile. Tale scelta comporta, in termini previsionali, una diminuzione sia dei costi di investimento, sia dei flussi di cassa derivanti dal risparmio energetico atteso.

Nell'elaborazione economica non sono stati considerati eventuali incentivi, al fine di mantenere un approccio prudentiale e ottenere valutazioni preliminari

coerenti con una logica di cautela. Alla potenza nominale dichiarata in anagrafica sono state applicate le correzioni necessarie a tenere conto dell'assorbimento degli alimentatori, in conformità a quanto previsto dalla Direttiva Europea 2000/55/CE e dal relativo recepimento nazionale (DM 26 marzo 2002).

Sono state escluse dall'analisi le lampade di emergenza, in quanto la loro sostituzione comporterebbe un incremento significativo dei costi di investimento senza generare benefici energetici apprezzabili, data la limitata durata di funzionamento. Le tipologie di sorgenti sostitutive sono state individuate e valorizzate sulla base dei prezzi unitari riportati nel prezzario Regione Toscana 2025.

La valutazione tecnica dell'intervento ha permesso di stimare un risparmio energetico pari a 500 tep, valore che rappresenta il 7,4% del consumo totale di energia elettrica dell'Ateneo nell'anno 2024. Grazie all'anagrafica dettagliata degli edifici, è stato possibile suddividere questo risparmio tra le diverse aree geografiche in cui si articolano le strutture universitarie.

I risultati ottenuti (Tabella 6) mostrano che il Campus di Sesto Fiorentino, con un risparmio stimato pari a 132,1 tep, rappresenta l'area con il maggior beneficio energetico, seguito dal Centro Storico con 127,3 tep e dal Campus di Novoli con 89,1 tep. Le restanti aree, tra cui Careggi e gli altri campus universitari, presentano valori progressivamente inferiori, confermando che la priorità degli interventi ricade sui plessi storicamente più energivori, caratterizzati da dimensioni rilevanti, elevata intensità d'uso e impianti di illuminazione più datati.

L'analisi economica dell'intervento ha evidenziato un costo di investimento complessivo pari a 3.857.920 €, a fronte di un flusso di cassa annuo stimato in 668.469 €, derivante dai risparmi energetici ottenibili a seguito della sostituzione dei corpi illuminanti. Sulla base di tali valori, il tempo di ritorno semplice dell'investimento risulta pari a 5,77 anni, un risultato che conferma la sostenibilità economica dell'intervento e la coerenza dell'azione con gli obiettivi di efficienza e riduzione dei consumi perseguiti dall'Ateneo.

Tabella 6. Stima risparmi energetici ottenibili con relamping divisi per area geografica

Area Geografica	Energia Risparmiata [tep]	Investimento [€]	Flusso di Cassa [€]	Valore Attuale Netto (fine vita) [€]
Campus Sesto Fiorentino	132,1	1.019.746 €	176.615 €	220.726 €
Centro storico	127,3	1.042.965 €	170.178 €	152.297 €
Campus Novoli	89,1	614.963 €	119.094 €	221.506 €
Campus Morgagni	59,7	470.457 €	79.777 €	89.867 €
Santa Marta	26,8	200.479 €	35.880 €	51.527 €
Cascine	18,2	150.497 €	24.342 €	20.471 €
San Salvi	15,1	121.763 €	20.215 €	20.220 €
Calenzano	12,5	75.770 €	16.700 €	41.526 €
Arcetri	7,8	63.619 €	10.376 €	9.257 €
Quaracchi	7,5	64.300 €	10.066 €	6.400 €
La Quiete	3,1	26.534 €	4.122 €	2.415 €
Altro	0,8	6.830 €	1.103 €	916
Totale	500,0	3.857.920 €	668.469 €	837.129 €

4.3. Sistemi di misura e monitoraggio energetico

A partire dalla fine del 2022, un gruppo di lavoro composto da docenti appartenenti a diversi dipartimenti e dal personale tecnico dell’Ateneo ha avviato un’approfondita analisi dei consumi energetici dell’Università di Firenze, con l’obiettivo di individuare strategie e azioni mirate alla riduzione del fabbisogno complessivo.

Dopo una prima fase di studio generale, il gruppo ha individuato due casi studio rappresentativi sui quali concentrare le successive indagini: il Campus di Sesto Fiorentino, scelto in quanto polo a maggiore intensità energetica e sede di numerose attività di ricerca, e il Campus di Novoli, caratterizzato da un fabbisogno più contenuto ma esemplificativo delle strutture prevalentemente dedicate a funzioni didattiche e amministrative.

Sui due campus è stata quindi avviata una sperimentazione finalizzata allo sviluppo e alla validazione di tecniche avanzate di monitoraggio energetico, basate su sistemi capaci di individuare automaticamente variazioni anomale nei consumi degli edifici, spesso non rilevabili con i metodi tradizionali.

Questi strumenti consentono un controllo continuo e automatizzato delle prestazioni energetiche, rendendo possibile l’individuazione tempestiva di comportamenti anomali e la conseguente attivazione di interventi correttivi, con l’obiettivo di prevenire sprechi e migliorare l’efficienza complessiva degli impianti.

Queste metodologie rappresentano, inoltre, un’importante opportunità di evoluzione per i sistemi di gestione impiantistica attualmente in uso, poiché configurano un vero e proprio sistema di diagnostica energetica integrabile nella gestione centralizzata degli impianti. Ciò permetterebbe di monitorare in tempo reale il comportamento energetico degli edifici dell’Ateneo e di predisporre interventi correttivi immediati, con conseguenti benefici in termini di risparmio e sostenibilità.

Presupposto imprescindibile per lo sviluppo di queste attività è la realizzazione di una rete di misura capillare e affidabile, fondata su un articolato sistema di raccolta e gestione dei dati energetici. Un primo passo in questa direzione è attualmente in fase di definizione e riguarda la progettazione di un sistema di misura dell’energia elettrica presso il Campus di Sesto Fiorentino, che consentirà di disaggregare i consumi — oggi rilevati unicamente a livello di

POD complessivo — per singolo edificio, fornendo così una base informativa più dettagliata e funzionale alla gestione intelligente dell'energia. Questo progetto pilota, che verrà avviato nel corso del 2026, costituirà la base su cui progettare un sistema di misura integrato in tutto l'Ateneo. Inoltre, un ulteriore intervento verrà già avviato all'interno del SIE4, mediante l'installazione di misuratori di energia termica per tutte le sedi incluse nel contratto.



5. Conclusioni

Il Piano Energetico dell'Università degli Studi di Firenze rappresenta il primo documento mirato a costruire una visione unitaria della gestione energetica di Ateneo, integrando analisi tecniche, obiettivi strategici e strumenti operativi in un quadro coerente e orientato al miglioramento continuo.

L'elaborazione del **bilancio energetico** ha consentito di individuare con precisione i fattori che maggiormente influenzano il fabbisogno energetico complessivo e di definire priorità chiare per le future azioni di efficientamento.

Dalle valutazioni condotte emerge un patrimonio edilizio eterogeneo, caratterizzato da esigenze diverse per destinazione d'uso, tipologia costruttiva e intensità energetica. Alcune aree, come il Campus di Sesto Fiorentino, richiedono interventi mirati di natura prevalentemente elettrica, mentre altre, tra cui il Centro Storico e Santa Marta, necessitano di azioni maggiormente orientate alla riqualificazione dell'involucro edilizio e al miglioramento delle prestazioni termiche. Parallelamente, la produzione da fonti rinnovabili, pur rappresentando una quota ancora marginale rispetto al fabbisogno totale, costituisce un ambito di sviluppo essenziale e già oggetto di investimenti significativi.

La **strategia energetica** definita nel Piano mette in relazione **obiettivi, azioni e strumenti** attraverso un approccio integrato, nel quale ogni intervento contribuisce simultaneamente alla riduzione dei consumi, alla diminuzione delle emissioni e alla diffusione di una cultura della sostenibilità. La scelta di puntare su strumenti contrattuali evoluti, come il Servizio Integrato Energia e i modelli di prestazione energetica nel contesto del Campus di Sesto Fiorentino, rafforza la capacità dell'Ateneo di programmare interventi strutturali con una visione di lungo periodo, valorizzando innovazione, efficienza e responsabilità ambientale.

Nel suo insieme, il Piano Energetico traccia un percorso realistico, ma ambizioso, fondato su dati solidi e su un impianto metodologico orientato alla trasparenza e alla misurabilità dei risultati. Esso rappresenta un punto di partenza e, al contempo, un impegno: quello di consolidare una gestione energetica sempre più consapevole, partecipata e orientata alla sostenibilità, nella convinzione che l'Università, oltre a essere un grande utilizzatore di energia, debba svolgere un ruolo attivo e di esempio nel processo di transizione ecologica.



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

Università degli Studi di Firenze
Piazza S. Marco, 4
50121 Firenze

       [unifi.it](https://www.unifi.it)

