



**TOR VERGATA**  
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI ROMA



# Piano per l'Energia, l'Ambiente e la Mobilità Sostenibili



# 2021

## Proposta

Piano interventi a breve termine





### **Gruppo di Lavoro**

**Prof. Renato Baciocchi** (*Delegato RUS al GdL Cambiamenti Climatici*)

**Prof. Umberto Crisalli** (*Mobility Manager e Delegato RUS al GdL Mobilità*)

**Prof. Francesco Lombardi** (*Waste & Resource Manager e Delegato RUS al GdL Risorse e Rifiuti*)

**Prof. Marco Marinelli** (*Energy Manager e Delegato RUS al GdL Energia*)

**Prof.ssa Giulia Costa**

**Dott. Alessandro Cinque**

**P.Ind. Giuseppe Floridia**

**Avv. Barbara Pietrobono**

**Ing. Marco Uttaro** (*RUP della convenzione FM4-Lotto11 e Referente Operativo RUS per l'Ateneo*)

**eFM S.p.A.**

**Green Utility S.p.A.**



## Indice

1	Introduzione.....	4
2	Executive summary .....	5
2.1	Overview del Piano .....	5
2.2	Focus sulla programmazione degli interventi nel breve termine .....	6
3	Fotografia dello stato attuale in ambito “Ambiente, energia e mobilità” .....	11
3.1	Documentazione disponibile .....	11
3.2	Evidenze emerse .....	11
3.2.1	Perimetro oggetto di analisi.....	11
3.2.2	Studio e caratteristiche della mobilità dell’Ateneo .....	12
3.2.3	Consumi triennio 2018-2019-2020 .....	14
3.2.4	Inventario delle Emissioni .....	15
3.2.5	Vantaggi derivanti dalla modellizzazione energetica del sistema edificio-impianto .....	22
4	Studio di pre-fattibilità tecnica ed economica di interventi tecnici e comportamentali incentivabili potenzialmente eseguibili a breve termine .....	23
4.1	Intervento di Relamping .....	23
4.1.1	Incentivi ottenibili .....	25
4.1.2	Intervento di integrazione di tecnologie BACS .....	27
4.2	Intervento di Revamping.....	30
4.2.1	Generatori di Calore.....	30
4.2.2	Gruppi Frigoriferi.....	33
4.3	Interventi di mobilità sostenibile .....	37
4.3.1	Installazione di wall box e colonnine di ricarica.....	37
4.3.2	Analisi dei benefici conseguibili .....	38
4.3.3	Stimolo alla mobilità sostenibile .....	39
4.3.4	Possibili sviluppi futuri .....	39
4.3.5	Linee guida per l’installazione di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici in attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco.....	40
5	Sistema informativo per il monitoraggio dei risultati ottenuti in ambito “Ambiente, energia e mobilità” e per la necessaria rendicontazione ai fini dell’ottenimento di incentivi.....	43
5.1	Piattaforma MyeFM per la Gestione .....	43
5.1.1	Space Inventory – Anagrafica degli Spazi.....	43
5.1.2	On demand work – Gestione delle richieste di intervento.....	44
5.1.3	Preventive Maintenance – gestione della manutenzione programmate .....	45
5.1.4	Energy Management.....	46
5.2	Vantaggi delle specifiche funzionalità di monitoraggio .....	49
5.3	Monitoraggio della <i>Power Quality</i> sulle cabine elettriche.....	49
5.3.1	Qualità dell’energia elettrica .....	49



5.3.2	Disturbi delle reti elettriche .....	50
5.3.3	Necessità di monitoraggio della <i>Power Quality</i> .....	50
6	Contributo dell'Ateneo agli SDGS in ambito "Ambiente, Energia e Mobilità" .....	51
7	Allegati .....	53
7.1	Allegato 1: Metodologia di calcolo dell'Inventario delle Emissioni .....	53
7.2	Allegato 2: Vantaggi derivanti dalla modellizzazione energetica del sistema edificio-impianto.....	54
8	Bibliografia .....	56



## 1 Introduzione

La missione dell'Ateneo Tor Vergata è contribuire in maniera attiva all'educazione e formazione delle persone, alla ricerca ed all'innovazione tecnologica, economica, organizzativa e sociale, mirate a realizzare un vero sviluppo sostenibile per l'Italia, l'Europa ed il resto del mondo. Tor Vergata mira, dunque, a divenire un luogo aperto di elaborazione di conoscenza avanzata e di qualità, di ideazione e sperimentazione di soluzioni innovative.

Il **"Piano per l'Energia, l'Ambiente e la Mobilità Sostenibili"** è la concreta declinazione ed attuazione dell'interesse e dell'impegno dell'Ateneo nella promozione di politiche di sviluppo sostenibile nel contesto di riferimento dell'Agenda 2030 delle Nazioni Unite e in particolare dei 17 SDGs (Sustainable Development Goals).

Tale documento si inserisce di fatto nel contesto della **Convenzione Consip FM4-Lotto11**; in riferimento alla seduta del 28 luglio 2020, il Cd'A dell'Università ha infatti deliberato che:

*"La gestione dell'importo forfetario a consumo per interventi di efficientamento energetico dovrà essere approvata dal Consiglio di Amministrazione previa presentazione di un piano energetico, predisposto dal RUP con il supporto del Responsabile per la conservazione e l'uso razionale dell'energia d'Ateneo (Energy Manager), nominato ai sensi della Legge 9 gennaio 1991 numero 10, che valuti ciascuna tipologia di intervento mediante analisi costi-benefici".*

L'Università di Tor Vergata si prefigge dunque di individuare obiettivi chiari e misurabili per mettere in atto una Road Map ambiziosa, con un focus rivolto alle tematiche di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, di energy saving, di mobilità sostenibile e di conseguenza agli impatti ambientali, economici e sociali, dando il proprio concreto contributo quotidiano alla promozione della crescita costante e progressiva della cultura della sostenibilità.

Pertanto, partendo dalla fotografia as is dello stato attuale dell'Ateneo, delineata sulla base del patrimonio informativo acquisito nel tempo relativamente alle caratteristiche strutturali, impiantistiche, ai profili di consumo ed ai dati sulla mobilità, il presente documento ha lo scopo di definire interventi a breve termine, finalizzati:

- all'efficientamento energetico e alla mitigazione delle emissioni climalteranti (*identificazione dei corpi illuminanti potenzialmente da sottoporre a relamping; analisi di prefattibilità dell'installazione di sistemi di controllo dell'illuminazione; identificazione di caldaie e gruppi frigoriferi da sostituire*);
- a promuovere una maggiore elettrificazione dei consumi, potenzialmente prodotta da fonti rinnovabili (*analisi di interventi di sostituzione di caldaie con pompe di calore*);
- ad evolvere il sistema di mobilità dell'Ateneo (*analisi di interventi di installazione di wallbox e colonnine di ricarica*).

Ulteriori interventi a medio/lungo termine, facenti parte di un piano strategico di efficientamento energetico da sviluppare nel tempo, sono invece approfonditi nel Piano dedicato. In esso sono inoltre esplicitate le aliquote dei costi di investimento degli interventi suddetti che, per questioni di budget, non possono essere considerate nel Piano a breve termine.

Per tutti gli interventi delineati, l'obiettivo è di:

- effettuare un'analisi preliminare di fattibilità tecnico-economica, tenendo anche conto delle possibili opportunità incentivanti alla realizzazione degli interventi;
- identificare una serie di parametri di benefici (economici, energetici, ambientali e generali) e considerazioni sulla complessità di realizzazione, al fine di costruire una Matrice costo-efficacia (riportata nel Piano a medio/lungo termine);
- focalizzare l'attenzione sul possibile impatto al perseguimento degli SDGs dell'Agenda 2030.

Definito il Piano di azione e reso noto ai principali stakeholder, il lavoro da svolgere negli anni successivi verterà sull'attuazione degli interventi, sul monitoraggio continuo dell'impatto delle azioni intraprese, sull'analisi degli eventuali scostamenti dagli obiettivi fissati, sulla definizione e attuazione delle eventuali azioni correttive necessarie per perseguire gli obiettivi prefissati.



## 2 Executive summary

### 2.1 Overview del Piano

Viene di seguito delineato il quadro organico e sintetico di quanto è emerso dalla redazione del presente Piano.

Dopo una panoramica sullo stato di fatto dell'Ateneo in termini strutturali ed impiantistici ed un'analisi delle caratteristiche della mobilità e dei consumi dell'ultimo triennio, è stato redatto l'Inventario delle Emissioni (in accordo ai principi del *Global Reporting Institute* ed alle *Linee guida operative per la redazione degli inventari delle emissioni di gas serra degli Atenei italiani* della RUS). Da esso è risultata una diminuzione dell'1,7% delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate al consumo di energia elettrica (nonostante questa rappresenti la principale fonte delle stesse), ed un aumento di quelle associate al consumo di gas dell'8,79% (in relazione all'incremento del fattore di emissione secondo l'inventario UNFCCC, considerando che invece il consumo del combustibile stesso è diminuito). Inerentemente alle emissioni legate alla mobilità, sono stati analizzati unicamente i dati disponibili sulle missioni del personale per il biennio 2017-2018; da ciò è emerso un aumento del 22%, che interessa tutti i mezzi di trasporto utilizzati (aereo, treno, auto).

Successivamente, il focus si è spostato sulla valutazione di interventi di efficientamento energetico, categorizzati in:

- Interventi "a breve termine", oggetto del presente documento e strettamente correlati alla Convenzione Consip FM4-Lotto11 (che prevede un potenziale impegno di spesa di 400.000 €/anno per ciascun anno di convenzione), la cui realizzazione risulta prioritaria;
- Interventi "a medio/lungo termine", facenti parte di un piano strategico di efficientamento energetico da sviluppare nel tempo e delineati in un Piano dedicato.

Per ognuno di essi è stata condotta un'analisi preliminare di fattibilità tecnico-economica, tenendo conto delle possibili forme incentivanti ammissibili ed identificando dei parametri di benefici al fine di costruire una Matrice costo-efficacia per prioritizzare gli interventi.

Nella tabella seguente è riportata la sintesi di tutti gli interventi programmati nel Piano a breve termine; essi hanno un costo di investimento di circa 2.674.000 €, di cui 811.850 € recuperabili tramite incentivi:

<i>Tipologia di Intervento</i>	<i>Costo complessivo intervento</i>	<i>Totale Piano breve termine</i>
<b>Relamping + BACS</b>	3.167.669 euro	1.868.925 euro
<b>Revamping Caldaie</b>	630.000 euro	630.000 euro
<b>Revamping Gruppi Frigoriferi e Pompe di Calore</b>	515.000 euro	115.000 euro
<b>Colonnine di Ricarica</b>	60.000 euro	60.000 euro
<b>TOTALE</b>	<b>4.372.669 euro</b>	<b>2.673.925 euro</b>

Tabella riepilogativa degli interventi

Quale strumento per la rendicontazione dei risultati ottenibili grazie agli interventi di riqualificazione energetica proposti, è stato considerato il Sistema Informativo Gestionale già in essere presso l'Ateneo. Grazie a questo strumento informatico sarà possibile gestire al meglio la grande mole di dati che i tanti interventi proposti andranno a generare. In particolare, grazie alla nuova evoluzione del Sistema Informativo (Piattaforma myeFM) sarà possibile l'integrazione con i sistemi BMS presenti negli edifici. Essa consentirà di sintetizzare, a livello di Sistema Informativo Gestionale, i numerosi dati presenti sulle piattaforme di Building Management. Sarà quindi possibile rappresentare in grafici e tabelle le risultanze degli interventi e quindi usufruire di uno strumento efficace per il monitoraggio del piano in termini di risparmio (consumi, costi, efficienza sistemi edificio/impianto) e impatto.

Nel capitolo conclusivo, infine, è riportata una panoramica sulla tematica degli SDGs, trattata nel dettaglio nel Piano a medio/lungo termine, e di come verrà valutato il contributo dell'Ateneo nel raggiungimento di uno o più di essi (in



particolare i goals 3, 4, 7, 8, 9, 11, 12 e 13) e degli impatti positivi che i diversi progetti in ambito “Energia, Ambiente e Mobilità” possono garantire.

## 2.2 Focus sulla programmazione degli interventi nel breve termine

Il “Piano per l'Energia, l'Ambiente e la Mobilità Sostenibili” prevede una serie di interventi, oltre a quelli specificati nell'Introduzione, aventi l'obiettivo di:

- incremento della produzione di energia elettrica mediante fonti rinnovabili (*dimensionamento preliminare di impianti fotovoltaici su coperture e su pensiline per parcheggi*);
- incremento della percentuale di energia elettrica da fonti rinnovabili consumata in loco (*adozione di sistemi di storage dell'energia elettrica rinnovabile prodotta in loco, progetto di ricerca di stazioni di ricarica di idrogeno per autoveicoli con produzione e immagazzinamento dell'idrogeno in loco*) ovvero condivisa con utenti “prossimi” (*considerazioni preliminari sulle Comunità Energetiche Rinnovabili*).

Di seguito una panoramica complessiva:

Tipologia di Intervento di BT	Area/Macroarea	Costo complessivo intervento [€]
Relamping + BACS	Macroarea di Ingegneria	923.406
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	672.549
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	755.258
	Facoltà di Economia	437.077
	Macroarea di Lettere e Filosofia	379.378
	<b>Totale</b>	<b>3.167.669</b>
Revamping Caldaie	Stabulario	75.000
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	321.000
	Complesso PP1	39.000
	Complesso PP2	41.800
	Campi Sportivi	2.500
	Macroarea di Lettere e Filosofia	104.600
	Laboratorio di Ecologia Sperimentale e Acquacoltura	36.100
	Cappella Universitaria	10.000
<b>Totale</b>	<b>630.000</b>	
Revamping Gruppi Frigoriferi e Pompe di Calore	Laboratorio di Ecologia Sperimentale e Acquacoltura	17.000
	Casale N. 4	12.000
	Casale N. 9	14.000
	Macroarea di Ingegneria	27.000
	Macroarea di Lettere e Filosofia	241.000
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	142.000
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	2.000
	Complesso PP1	60.000
<b>Totale</b>	<b>515.000</b>	
Colonnine di Ricarica	Macroarea di Ingegneria	15.000
	Facoltà di Economia	7.500
	Macroarea di Lettere e Filosofia	7.500
	Rettorato/Macroarea di Giurisprudenza	7.500
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	7.500
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	15.000
<b>Totale</b>	<b>60.000</b>	

Tabella riepilogativa degli interventi-dettaglio edifici



Il presente Piano ha l'obiettivo appunto di definire quelli effettivamente realizzabili nel breve termine, inquadrati all'interno della Convenzione Consip FM4-Lotto11 e di prioritaria importanza ed efficacia.

Sono stati adottati i seguenti criteri per formulare una proposta di planning temporale:

- predilezione per la realizzazione degli interventi estrapolati in base alle risultanze della matrice Costo Efficacia (relamping e controllo dell'illuminazione, WallBox e colonnine di ricarica);
- individuazione di apparecchiature (corpi illuminanti, caldaie, gruppi frigo) con condizioni di esercizio carenti a cui destinare quota parte del budget;
- rispetto del budget con identificazione di interventi che consentissero di coprire la quota annua residua;
- possibilità di sfruttare forme di incentivazione con saldo immediato (Conto termico per la PA a beneficio della sostituzione di gruppi frigoriferi con sistemi reversibili a Pompa di Calore).

Al fine di determinare il numero effettivo di interventi realizzabili, tenuto conto del budget di spesa suddetto, è stata innanzitutto considerata, per ciascun intervento e a livello di singolo edificio o singola apparecchiatura, la stima elaborata all'interno del piano. Inoltre, sono stati ricostruiti i flussi di cassa caratteristici delle forme incentivanti (Certificati Bianchi, Conto Termico, Detrazioni Fiscali) nel periodo di vigenza contrattuale della convenzione Consip FM4 – Lotto 11, al fine di poter impegnare tali introiti in ulteriori interventi. La suddivisione degli interventi ha chiaramente tenuto conto di un impegno di spesa annuale, al netto degli incentivi ottenibili, di 400.000 €/anno. In merito all'introito derivante da incentivi nel corso della durata contrattuale della convenzione di circa il 10% sull'investimento iniziale, si deve tenere conto che:

- le detrazioni fiscali sono ottenibili in un orizzonte temporale decennale;
- i certificati bianchi sono ottenibili, alla fine del terzo anno dall'avvio del progetto di realizzazione, sancito dall'avvio dell'elaborazione dei progetti esecutivi per la realizzazione degli interventi.

Nella Tabella di seguito è riportata la sintesi di tutti gli interventi previsti nel "Piano per l'Energia, l'Ambiente e la Mobilità Sostenibili" con il dettaglio annuale degli investimenti da realizzare (totale di 2.684.000 euro, di cui 811.850 euro recuperabili tramite incentivi) e la conseguente percentuale di realizzazione nel periodo contrattuale della convenzione Consip FM4 – Lotto 11, sul valore complessivo stimato di interventi potenzialmente realizzabili a livello di singola Area/Macroarea.

Come è possibile verificare dalle risultanze della tabella, i 2.400.000 euro disponibili nell'ambito della Convenzione Consip FM4-Lotto11 consentono di realizzare:

- il 59% di tutti gli interventi di relamping e controllo dell'illuminazione previsti nel Piano;
- il 100% e il 22% rispettivamente delle caldaie e dei gruppi frigoriferi potenzialmente da sostituire;
- il 100% delle wallbox e colonnine di ricarica previste nel Piano.

Tipologia intervento a Breve termine	Costo complessivo interventi [€]	Piano BT Costo interventi 1° Anno	Piano BT Costo interventi 2° Anno	Piano BT Costo interventi 3° Anno	Piano BT Costo interventi 4° Anno	Piano BT Costo interventi 5° Anno	Piano BT Costo interventi 6° Anno	Totale investimento per interventi di BT <sup>1</sup>	Realizzazione interventi nel Piano BT %
Relamping + BACS	3.167.669	416.950	156.586	405.562	342.106	342.457	205.263	1.868.925	59%
Revamping Caldaie	630.000	22.000	257.400	29.600	-	128.652	192.348	630.000	100%
Revamping GF + PdC	515.000	-	-	-	115.000	-	-	115.000	22%
Colonnine di ricarica	60.000	60.000	-	-	-	-	-	60.000	100%
<b>TOTALE</b>	<b>4.372.669</b>	<b>498.950</b>	<b>413.986</b>	<b>435.162</b>	<b>457.106</b>	<b>471.109</b>	<b>397.611</b>	<b>2.673.925</b>	<b>61%</b>

1- Importo complessivo degli incentivi ottenibili a decorrere dall'anno successivo a quello di intervento.





Tipologia di Intervento	Area /Macroarea	Costo complessivo interventi [€]	Piano BT Costo interventi 1° Anno	Piano BT Costo interventi 2° Anno	Piano BT Costo interventi 3° Anno	Piano BT Costo interventi 4° Anno	Piano BT Costo interventi 5° Anno	Piano BT Costo interventi 6° Anno	Totale Piano BT	% nel Piano BT
<b>TOTALE INVESTIMENTI</b>		4.372.669	498.950	413.986	435.162	457.106	471.109	397.611	2.673.925	61%
<b>Relamping + BACS</b>	Macroarea di Ingegneria	923.406	37.701	156.586	312.037	80.394	0	0	586.719	64%
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	672.549	810	0	93.526	88.433	110.643	0	293.412	44%
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	755.258	0	0	0	173.279	0	0	173.279	23%
	Facoltà di Economia	437.077	0	0	0	0	231.814	205.263	437.077	100%
	Macroarea di Lettere e Filosofia	379.378	378.439	0	0	0	0	0	378.439	100%
<b>Totale Relamping + BACS</b>		3.167.669	416.950	156.586	405.562	342.106	342.457	205.263	1.868.925	59%
<b>Revamping Caldaie</b>	Stabulario	75.000	0	75.000	0	0	0	0	75.000	100%
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	321.000	0	0	0	0	128.652	192.348	321.000	100%
	Complesso PP1	83.300	19.500	42.900	20.900	0	0	0	83.300	100%
	Macroarea di Lettere e Filosofia	104.600	-	104.600	0	0	0	0	104.600	100%
	Laboratorio di Ecologi Sperimentale e Acquacoltura (LESA)	36.100	0	27.400	8.700	0	0	0	36.100	100%
	Cappella Universitaria	10.000	2.500	7.500	-	-	-	-	10.000	100%
<b>Totale Revamping Caldaie</b>		630.000	22.000	257.400	29.600	0	128.652	192.348	630.000	100%
<b>Revamping GF e PdC</b>	Laboratorio di Ecologi Sperimentale e Acquacoltura (LESA)	17.000	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Casale N. 4	12.000	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Casale N. 9	14.000	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Macroarea di Ingegneria	27.000	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Macroarea di Lettere e Filosofia	241.000	0	0	0	115.000	0	0	115.000	48%
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	142.000	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	2.000	0	0	0	0	0	0	0	0%
	Complesso PP1	60.000	0	0	0	0	0	0	0	0%
<b>Totale Revamping GF + PdC</b>		515.000	0	0	0	115.000	0	0	115.000	22%
<b>Colonnine di Ricarica</b>	Macroarea di Ingegneria	15.000	15.000						15.000	100%
	Facoltà di Economia	7.500	7.500						7.500	100%
	Macroarea di Lettere e Filosofia	7.500	7.500						7.500	100%
	Rettorato/Macroarea di Giurisprudenza	7.500	7.500						7.500	100%
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	7.500	7.500						7.500	100%
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	15.000	15.000						15.000	100%
<b>Totale Colonnine di ricarica</b>		60.000	60.000	0	0	0	0	0	60.000	100%



Di seguito si riporta il prospetto degli incentivi ottenibili per gli interventi di breve termine che saranno realizzati nell'ambito della convenzione Consip FM4 – Lotto 11:

Tipologia intervento Breve termine <sup>a</sup>	Incentivo annuo potenziale [€]	Piano BT 1° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 2° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 3° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 4° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 5° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 6° Anno Incentivi ottenibili	Totale incentivi ottenibile nel Piano a BT
Relamping + BACS	959.000	150.399,72	47.480,92	130.634,35	90.553,46	117.391,60	66.217,26	602.677,30
Revamping Caldaie	42.589	-	1.757,00	20.505,00	20.745,00	66.151,30	88.470,70	197.629,00
Revamping GF + PdC	17.550	0,00	0,00	0,00	0,00	11.550,00	0,00	11.550,00
Colonnine di ricarica <sup>di</sup>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTALE</b>	<b>1.019.139,00</b>	<b>150.399,72</b>	<b>49.237,92</b>	<b>151.139,35</b>	<b>111.298,46</b>	<b>195.092,90</b>	<b>154.687,96</b>	<b>811.856,30</b>

Tipologia di Intervento	Area /Macroarea	Incentivo annuo potenziale [€]	Piano BT 1° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 2° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 3° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 4° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 5° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 6° Anno Incentivi ottenibili	Totale incentivi ottenibile nel Piano a BT
<b>TOTALE INCENTIVI</b>		<b>1.019.139,00</b>	<b>150.399,72</b>	<b>49.237,92</b>	<b>151.139,35</b>	<b>111.298,46</b>	<b>186.662,90</b>	<b>157.807,96</b>	<b>811.856,30</b>
<b>Relamping + BACS</b>	Macroarea di Ingegneria	280.000,00	11.432,02	47.480,92	94.617,32	24.377,62	0,00	0,00	177.907,88
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	259.000,00	311,93	0,00	36.017,03	34.055,57	42.608,93	0,00	112.993,46
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	140.000,00	-	-	-	32.120,27	0,00	0,00	32.120,27
	Facoltà di Economia	141.000,00	-	-	-	-	74.782,66	66.217,26	140.999,92
	Macroarea di Lettere e Filosofia	139.000,00	138.655,77	-	-	-	-	-	138.655,77
<b>Totale Relamping + BACS</b>		<b>959.000,00</b>	<b>150.399,72</b>	<b>47.480,92</b>	<b>130.634,35</b>	<b>90.553,46</b>	<b>117.391,60</b>	<b>66.217,26</b>	<b>602.677,30</b>
<b>Revamping Caldaie</b>	Stabulario	4.876,00	-	-	4.876,00	4.876,00	4.876,00	4.876,00	19.504,00
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	22.496,00	-	-	-	-	45.080,30	67.399,70	112.480,00
	Complesso PP1	5.417,00	-	1.268,00	5.417,00	5.417,00	5.417,00	5.417,00	22.936,00
	Macroarea di Lettere e Filosofia	6.800,00	-	-	6.800,00	6.800,00	6.800,00	6.800,00	27.200,00
	LESA	2.348,00	-	326,00	2.760,00	3.000,00	3.326,00	3.326,00	12.738,00
	Cappella Universitaria	652,00	-	163,00	652,00	652,00	652,00	652,00	2.771,00
<b>Totale Revamping Caldaie</b>		<b>42.589,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1.757,00</b>	<b>20.505,00</b>	<b>20.745,00</b>	<b>66.151,30</b>	<b>88.470,70</b>	<b>197.629,00</b>



Tipologia di Intervento	Area /Macroarea	Incentivo annuo potenziale [€]	Piano BT 1° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 2° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 3° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 4° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 5° Anno Incentivi ottenibili	Piano BT 6° Anno Incentivi ottenibili	Totale incentivi ottenibile nel Piano a BT
<b>Revamping GF e PdC</b>	LESA	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Casali	4.550,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Macroarea di Ingegneria	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Macroarea di Lettere e Filosofia	8.450,00	-	-	-	-	11.550,00	-	11.550,00
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	3.900,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	650,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Complesso PP	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Stabulario	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
<b>Totale Revamping GF + PdC</b>		<b>17.550,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>11.550,00</b>	<b>0,00</b>	<b>11.550,00</b>
<b>Colonnine di Ricarica</b>	Macroarea di Ingegneria	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Facoltà di Economia	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Macroarea di Lettere e Filosofia	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Rettorato/Macroarea di Giurisprudenza	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Facoltà di Medicina e Chirurgia	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
	Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	0,00	-	-	-	-	-	-	0,00
<b>Totale Colonnine di ricarica</b>		<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>



### 3 Fotografia dello stato attuale in ambito “Ambiente, energia e mobilità”

#### 3.1 Documentazione disponibile

Si riporta di seguito un elenco sintetico della documentazione considerata a base dell'analisi. In allegato viene invece l'estratto dei documenti disponibili sul Sistema Informativo Gestionale (Archibus) dell'Università:

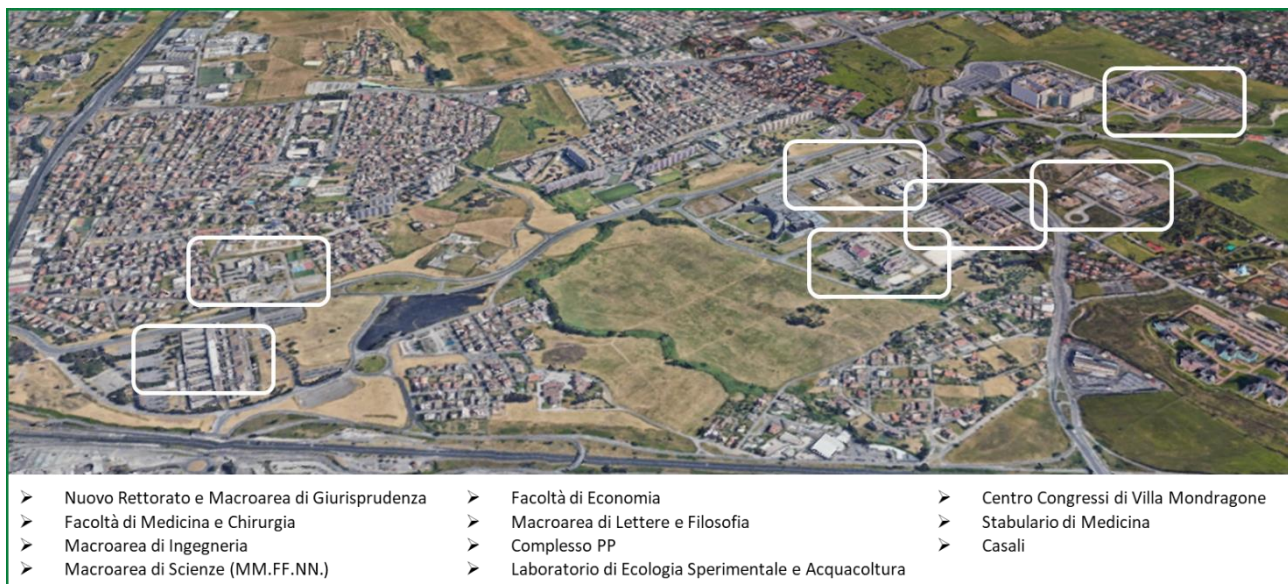
- Documentazione disponibile su Sistema Informativo Archibus;
- Planimetrie complete di tutto il perimetro in oggetto ricavate da Sistema Informativo Archibus;
- Elenco Equipment (componenti impiantistici) ricavata da Sistema Informativo Archibus;
- Audit Energetici ante Dlgs 102/14;
- Diagnosi Energetiche post Dlgs 102/14;
- APE/ACE di tutti gli edifici;
- Rapporti di Sostenibilità anni: 2017-2018-2019;
- Libretti d'impianto e verifiche di efficienza secondo DPR 74/13;
- Schemi d'impianto disponibili su Sistema Informativo Archibus;
- Dati energetici dedotti da bollette e da Sistema di Monitoraggio Energy Team.

#### 3.2 Evidenze emerse

Il presente paragrafo tratta la descrizione del perimetro oggetto di analisi, partendo dalla definizione delle caratteristiche edilizie del patrimonio immobiliare dell'Ateneo per passare alla definizione dello stato in essere della mobilità, dei consumi legati al patrimonio edilizio e dell'Inventario delle Emissioni.

##### 3.2.1 Perimetro oggetto di analisi

L'immagine seguente mostra la vista aerea dell'Ateneo, con evidenza delle Facoltà.



Vista aerea Ateneo Tor Vergata

L'Ateneo è caratterizzato da un patrimonio immobiliare vasto e piuttosto diversificato. Gli edifici di maggiore rilevanza sono certamente costituiti dalle Facoltà ma oltre a questi sono presenti numerosi edifici dedicati ad attività complementari.

La gran parte degli edifici di maggiori dimensioni sono stati edificati in un periodo storico che va all'incirca dal 1985 fino all'anno 2000. L'attività di edificazione, tuttavia, non si è fermata in quegli anni ma è proseguita anche di recente quando sono stati edificati prima il Comparto 9 di Ingegneria e in ultimo il Nuovo Rettorato. Nel perimetro considerato rientrano anche edifici storici quali ad esempi i Casali sparsi sul territorio dell'Ateneo che tuttavia hanno dimensioni





- Metropolitana Linea A – Anagnina / Linea C – Pantano / Linea B – Ponte Mammolo, unitamente agli autobus delle Linee di trasporto pubblico;
- Servizi Cotral, che collegano numerosi Comuni del basso Lazio con la stazione metropolitana Anagnina;
- Servizio Bus Navetta di Ateneo, momentaneamente sospeso a causa della situazione emergenziale legata al COVID-19;
- Treno, unitamente agli autobus di linea o navetta;
- Mezzo privato, grazie alla vicinanza alle uscite dell'Autostrada A1 e del G.R.A.

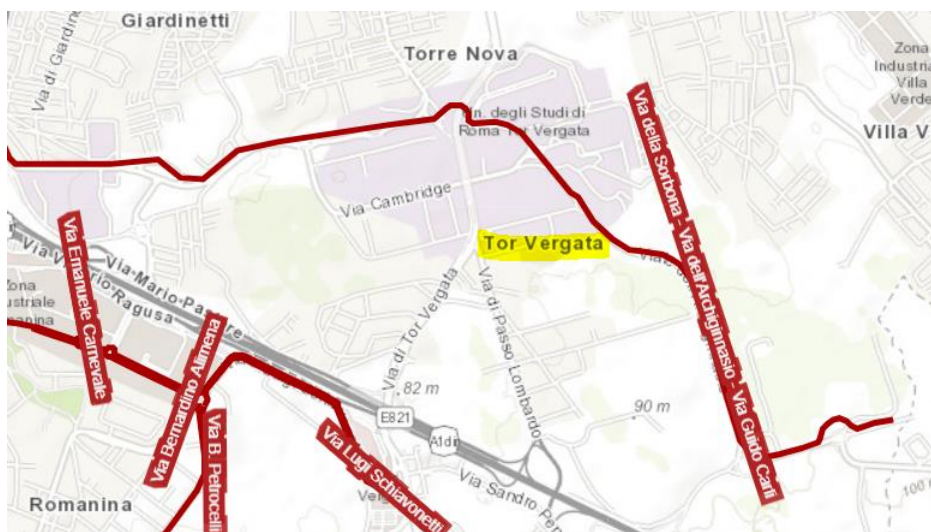
Nell'ottica dello sviluppo sostenibile, l'attenzione alle tematiche legate alla mobilità da e per il Campus riveste un ruolo fondamentale ed in linea con la missione e visione dell'Ateneo.

L'obiettivo della Mobilità Sostenibile, infatti, è quello di ottimizzare gli spostamenti e razionalizzarli rispetto alle reali esigenze del cittadino, in modo tale che l'utilizzo dei sistemi di trasporto non impatti negativamente sull'ambiente, ad esempio in termini di incremento delle emissioni inquinanti, e produca benefici a livello economico e sociale.

Coerentemente a ciò, Tor Vergata si impegna a tradurre questi obiettivi in azioni di mitigazione, aderendo e promuovendo iniziative mirate ad incrementare l'utilizzo del trasporto pubblico; un esempio è l'attivazione di agevolazioni tariffarie del Sistema Metrebus per studenti, docenti e personale TAB.

L'Ateneo ha inoltre sottoscritto un accordo con la società Moovit App Global LTD al fine di integrare le informazioni presenti su tale applicazione con quelle delle strutture universitarie; ciò consente di pianificare facilmente il percorso più veloce e di monitorare in tempo reale l'arrivo dei mezzi ed i tempi di attesa.

Un ulteriore progetto volto ad agevolare la riduzione dell'utilizzo di mezzi di trasporto privati è quello legato alla ciclabilità; si prevede infatti la realizzazione di circa 120 km di piste ciclabili integrative a quelle già presenti.



Tratto di pista ciclabile che interessa l'Ateneo

Sarà così possibile raggiungere le strutture universitarie dai terminali della metropolitana, da Anagnina e da Tor Vergata, attraverso tratti protetti da ciclabili secondo due itinerari: una ciclovia su Viale della Sorbona e Viale Ciamarra fino ad Anagnina oppure una su Via Orazio Raimondo che conduce alla Macroarea di Scienze MM.FF.NN. attraverso un percorso totalmente protetto.

Nell'ottica dell'innovazione e della mobilità sostenibile si inserisce una delle proposte di intervento delineate in tale Piano e descritta nei capitoli successivi. Esso consiste nell'installazione di wall box e colonnine di ricarica elettrica nei parcheggi aperti al pubblico delle principali sedi universitarie, grazie alla possibilità di alimentazione delle stesse mediante le cabine di distribuzione di Areti S.p.A. Il Campus, infatti, è all'interno di un anello di rete in cui sono presenti



due cabine primarie le cui potenze, attualmente fornite e parzialmente utilizzate dall'Ateneo, sembrerebbero ad una prima analisi sufficienti agli scopi del progetto.

Tale intervento consentirebbe sia di ridurre le emissioni inquinanti, grazie all'utilizzo di una fonte energetica "pulita", sia di fornire un servizio fruibile non solo dagli appartenenti all'Ateneo ma anche dai privati cittadini, e promuovere così i paradigmi di Sviluppo Sostenibile.

### 3.2.3 Consumi triennio 2018-2019-2020

Si riporta di seguito una tabella di sintesi dei consumi dell'ultimo triennio.

Facoltà/Edificio/Gruppo	Energia Elettrica [MWh]			Gas metano [Sm <sup>3</sup> ]		
	2018	2019	2020	2018	2019	2020
Rettorato e Macroarea di Giurisprudenza (vecchio e nuovo)	2.416	2.598	2.263	18.465		
Facoltà di Medicina e Chirurgia	5.404	5.214	4.824	150.660	143.205	130.681
Macroarea di Ingegneria	3.716	3.672	2.901	113.607	104.681	99.715
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	4.018	3.894	3.449	107.119	106.278	101.205
Facoltà di Economia	1.922	1.950	1.492	115.367	110.087	100.144
Macroarea di Lettere e Filosofia	1.160	1.197	920	44.238	39.407	31.361
Complesso PP	690	621	499	28.437	25.266	24.843
Laboratorio di Ecologia Sperimentale e Acquacoltura LESA	336	336	319	17.464	11.980	13.722
Centro Congressi di Villa Mondragone	205	196	139	15.024	11.499	26.773
Stabulario di Medicina e Chirurgia				45.016	46.026	58.269
Casali	447	357	445	9.294	9.194	11.893
Altre utenze BT	223	204	219			
<b>Totali</b>	<b>20.537</b>	<b>20.238</b>	<b>17.470</b>	<b>664.691</b>	<b>607.623</b>	<b>598.606</b>

Tabella dei consumi dell'ultimo triennio

NB: Il dato relativo al Rettorato per il 2018 si riferisce alla vecchia sede, mentre per il 2019-2020 si riferisce alla nuova. Per l'edificio dello Stabulario di Medicina e Chirurgia non sono stati riportati i consumi elettrici in quanto la struttura è alimentata dalla Facoltà di Medicina e Chirurgia.

Per meglio comprendere la distribuzione dei consumi tra tutte le Facoltà/Edifici facenti parte del perimetro, il presente grafico a torta evidenzia la distribuzione del consumo di energia elettrica tra Facoltà ed edifici minori.

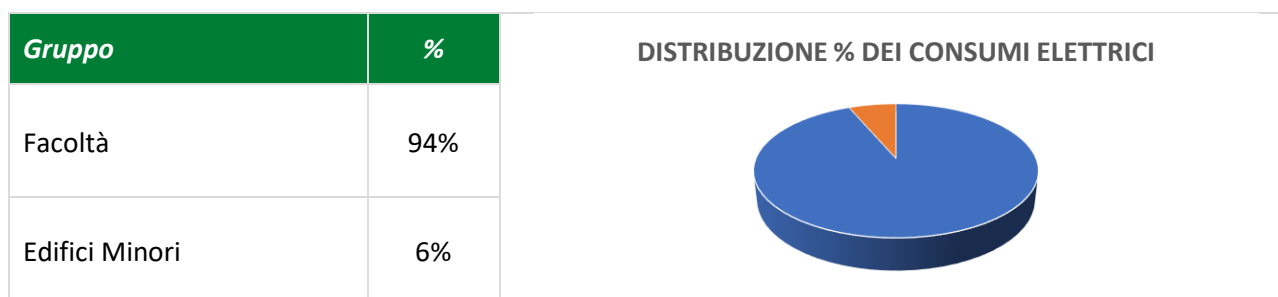


Grafico della distribuzione % del consumo di energia elettrica per il 2020 tra Facoltà ed Edifici minori

Si riporta inoltre la distribuzione dei carichi suddivisa per Facoltà/Edificio, per meglio evidenziare quali sono quelli che incidono maggiormente sul consumo complessivo.

Facoltà/Edificio	Valore %
Facoltà di Medicina e Chirurgia	28%
Facoltà di Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	20%
Macroarea di Ingegneria	17%
Rettorato e Macroarea di Giurisprudenza (vecchio e nuovo edificio)	13%



Facoltà/Edificio	Valore %
Facoltà di Economia	9%
Macroarea di Lettere e Filosofia	5%
Complesso PP	3%
Casali	3%
Laboratorio di Ecologia Sperimentale e Acquacoltura LESA	2%
Altre utenze bt	1%
Centro Congressi di Villa Mondragone	1%
<b>Totale complessivo</b>	<b>100%</b>

Tabella dei consumi percentuali rispetto al totale (anno 2020)

### 3.2.4 Inventario delle Emissioni

Nell'ambito della valutazione dell'impatto ambientale delle attività dell'Ateneo è stato elaborato un Inventario delle Emissioni, coerentemente ai principi di reporting previsti dal Global Reporting Institute (GRI) ed alle "Linee guida operative per la redazione degli inventari delle emissioni di gas serra degli Atenei italiani" della RUS.

Come esplicitato in quest'ultimo, un inventario considera emissioni dirette ed eventualmente le principali emissioni indirette, ad esempio quelle legate ai consumi di energia elettrica o calore. La Carbon Footprint, invece, esamina l'impatto ambientale dei beni e servizi attraverso un approccio "from cradle to grave" simile a quello del Life Cycle Assessment. Poiché quest'ultimo tipo di metodologia si basa su dati più incerti ed include fattori non direttamente riconducibili all'uso finale delle fonti energetiche, si è optato per la redazione del suddetto Inventario.

Il primo step di analisi consiste nella definizione delle emissioni oggetto dell'inventario fra tutte quelle dirette e indirette in cui un Ateneo può essere coinvolto, secondo il "GHG Protocol" e la norma ISO 14064. Tali normative raggruppano le attività in tre ambiti o scopi:

- Ambito 1 → include le emissioni generate da sorgenti in possesso o in controllo dell'Ateneo, quali:
  - le emissioni derivanti da sorgenti di combustione stazionarie a base di combustibili fossili per la generazione di calore (riscaldamento degli edifici) o eventualmente di energia elettrica;
  - le emissioni derivanti da sorgenti di combustione mobili a base di combustibili fossili, legate a mezzi di trasporto di proprietà o sotto il controllo dell'ateneo;
  - le emissioni legate al rilascio non intenzionale di gas ad effetto serra, quali ad esempio le emissioni fuggitive di refrigeranti (come idrofluorocarburi (HFCs) ed idroclorofluorocarburi (HCFCs) da impianti di raffreddamento, o il rilascio di metano da allevamenti di animali di proprietà dell'università;
  - le emissioni derivanti da eventuali attività agricole condotte nell'area di proprietà dell'ateneo, come ad esempio quelle legate all'applicazione di fertilizzanti, pesticidi, concimazione, fermentazione enterica.
- Ambito 2 → include le emissioni indirette generate nella produzione di energia elettrica consumata da parte dell'università, che in linea generale comprende:
  - l'energia elettrica acquistata dalla rete nazionale;
  - il calore/vapore/freddo acquistati da terzi, come ad esempio dalla rete locale di teleriscaldamento o dagli impianti locali di raffreddamento, laddove esistenti.
- Ambito 3 → include tutte le emissioni indirette che sono conseguenza delle attività dell'università, ma provengono da sorgenti che non sono in possesso o in controllo dell'ateneo. Queste generalmente includono:
  - emissioni legate alla merce acquistata dall'ateneo;
  - emissioni da mobilità dei dipendenti e studenti da e verso il luogo di domicilio;
  - emissioni da mobilità di dipendenti e studenti in missione o trasferta per conto dell'ateneo;
  - emissioni legate al trasporto e smaltimento di rifiuti.





Il presente Inventario è stato redatto secondo un approccio in linea con la normativa citata e con particolare focus sugli Ambiti 1 e 2. L'Ambito 3 è stato invece sviluppato solo parzialmente, a causa della carenza di dati legati alla mobilità, come esplicitato in seguito. Le emissioni legate invece all'acquisto di merci ed allo smaltimento di rifiuti sono generalmente poco stimate e pertanto non rilevanti ai fini dell'analisi.

### 3.2.4.1 Ambito 1 e 2 – Energia Elettrica e Gas

Per la determinazione del fattore di emissione FE associato all'utilizzo di gas naturale sono stati utilizzati i coefficienti standard nazionali pubblicati dal MATTM nel 2020 (Inventario nazionale UNFCCC); per quelli relativi al consumo di energia elettrici, invece, il fattore di emissione è stato calcolato con riferimento ai dati elaborati da ISPRA nella relazione del 2020. Secondo gli standard GRI 305-1 e 305-2, le unità di misura sono tonCO<sub>2</sub> e tonCO<sub>2</sub>eq.

Le emissioni relative alle attività degli Ambiti 1 e 2 ottenute sono indicate nella tabella seguente:

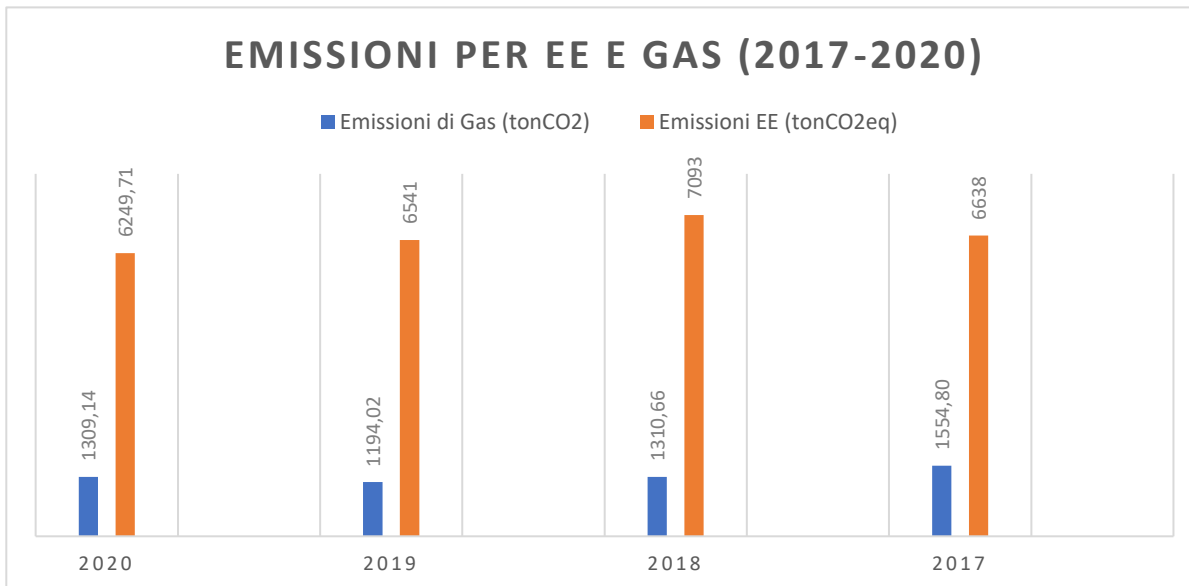
Anno di riferimento	2020		2019		2018		2017	
Energia Elettrica	BT	MT	BT	MT	BT	MT	BT	MT
Consumo di Energia elettrica (kWh)	802.000	16.667.372	757.090	19.480.980	874.997	19.852.467	1.026.384	18.448.356
FE Energia Elettrica (gCO <sub>2</sub> /kWh)	356,52	332,81	346,06	322,13	367,13	341,94	367,13	341,94
Emissione per BT ed MT (tonCO <sub>2</sub> eq)	315,19	6114,52	262	6279	321,20	6772,70	376,80	6261,10
<b>Emissioni totali EE (Ambito 2) (tonCO<sub>2</sub>eq)</b>	<b>6429,71</b>		<b>6541</b>		<b>7093,90</b>		<b>6637,90</b>	

Emissioni di CO<sub>2</sub> 2020 per EE (Ambito 2)

Anno di riferimento	2020	2019	2018	2017
Consumo di Gas (Sm <sup>3</sup> )	598.606	604.565	664.630	791.650
FE Gas (kg CO <sub>2</sub> /Sm <sup>3</sup> )	1984	1975	1972	1964
<b>Emissioni Gas (Ambito 1) (tonCO<sub>2</sub>)</b>	<b>1.309,14</b>	<b>1.194,02</b>	<b>1.310,66</b>	<b>1.554,80</b>

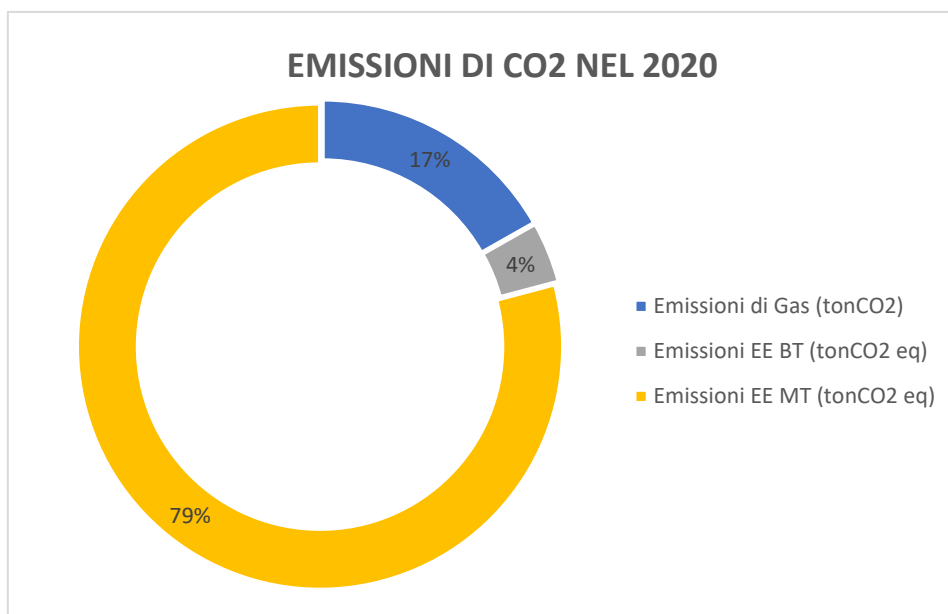
Emissioni di CO<sub>2</sub> 2020 per Gas (Ambito 1)

Le emissioni di CO<sub>2</sub> legate al consumo di energia elettrica nel 2020 sono inferiori dell'1,7% rispetto al 2019, mentre quelle associate al consumo di gas sono aumentate dell'8,79% nonostante il minor utilizzo del combustibile. Ciò è dovuto essenzialmente all'incremento del fattore di emissione FE secondo l'inventario UNFCCC.



Emissioni di CO<sub>2</sub> per EE e Gas aa 2017-2020

Il maggior contributo all'emissione di CO<sub>2</sub> per il 2020 è legato al consumo di energia elettrica: le utenze in media tensione pesano il 79% del totale, quelle in bassa tensione il 4%. Il consumo di gas naturale, invece, impatta per il 17%.



Contributo emissioni di CO<sub>2</sub> nel 2020

#### 3.2.4.2 Ambito 3 – Mobilità

Le Linee guida della RUS prevedono il calcolo delle emissioni di gas serra legate alla mobilità da e verso l'Ateneo in riferimento a quattro categorie:

- uso dei veicoli di proprietà;
- spostamenti giornalieri casa-università di studenti e personale;
- missioni di lavoro del personale;
- viaggi degli studenti in mobilità (Erasmus e simili).



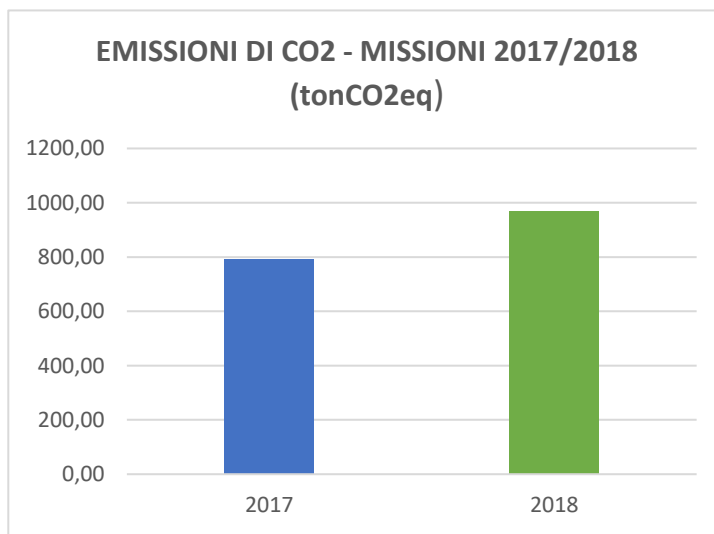
A differenza della prima, che rientra nell'Ambito 1 delle emissioni dirette e non di interesse per il caso studio data l'assenza di veicoli di proprietà, le ultime 3 sono indirette e ricadono nell'Ambito 3 del protocollo GHG (WRI,2004).

Nel presente Piano è stato possibile analizzare unicamente i dati di mobilità legati alle missioni di lavoro del personale per il biennio 2017-2018, a causa della carenza di informazioni legate alla tipologia di mezzo di trasporto utilizzato da studenti e dipendenti per l'accesso all'Ateneo. Pur disponendo infatti dei dati di geolocalizzazione di questi ultimi, è di fondamentale importanza conoscere la reale frequenza di spostamento ed il mezzo ad esso correlato, specie considerata l'attuale situazione emergenziale che ha sicuramente impattato sulla mobilità giornaliera dei cittadini.

I fattori di emissione utilizzati fanno riferimento alle Linee guida RUS, ai parametri ISPRA ed allo Standard GRI 305-3.

**Overview - Spostamenti per missioni del personale (2017/2018)**

Dal 2017 al 2018 le emissioni di CO<sub>2</sub> legate agli spostamenti per missioni del personale sono aumentate del 22%:

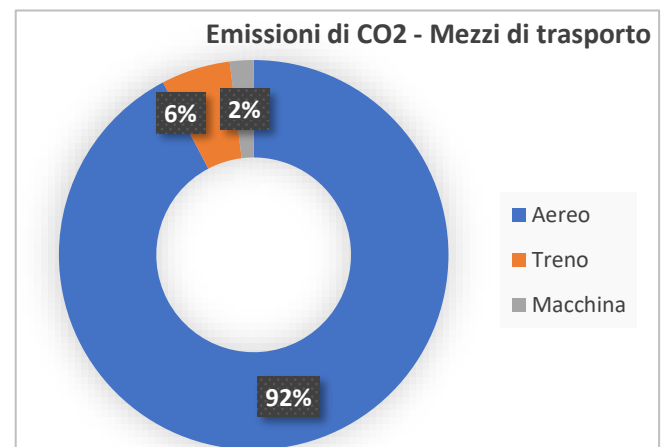


Confronto emissioni di CO<sub>2</sub> per Missioni 2017/2018

Tale incremento interessa tutte le tipologie di mezzo di trasporto utilizzato:

<b>Emissioni di CO<sub>2</sub> - Missioni del personale 2017/2018 (tonCO<sub>2</sub>eq)</b>		
<b>Mezzo di trasporto</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Aereo	730,40	899,84
Treno	45,39	51,76
Macchina	15,59	17,44

Emissioni di CO<sub>2</sub> in base al mezzo di trasporto





**Dettaglio dei risultati:**

- **Aereo**

In accordo con le Linee guida RUS, la metodologia consiste nella stima di fattori di emissione medi per diverse tratte definite da Eurocontrol:

- corto raggio (short-haul): <1.500 km, comprendono le tratte di voli nazionali;
- medio raggio (medium-haul): 1.500-4.000 km, comprendono le tratte delle destinazioni europee;
- lungo raggio (lo-haul): >4.000 km, comprendono i voli per la costa ovest e parte centrale dell'America del nord (USA e Canada) e Medio Oriente (ad es. New York, Atlanta, Montreal, Tel Aviv, Boston, Washington), nonché per la costa ovest America, America del Sud, estremo oriente, Australia, Africa (ad es. Pechino, Tokyo, Los Angeles, San Francisco, Brisbane, Buenos Aires, Malè).

<b>Missioni con Aereo (2017)</b>			
<i>Tipo di tratta aerea</i>	<i>Distanza (km)</i>	<i>Fattore di emissione (medio)* gCO<sub>2</sub>/pass/km</i>	<i>Emissione di CO<sub>2</sub> del trasporto aereo (tonCO<sub>2</sub>eq/passeggero)</i>
corto raggio (>4000km)	6.345.386,33	52	329,96
Medio raggio (1500-4000 km)	1.262.779,82	93	117,44
corto raggio (<1500 km)	2.300.830,10	123	283

Emissioni di CO<sub>2</sub> per missioni con aereo - 2017

\*FE: RUS Tabella 9 – “Fattori di emissione da spostamenti aerei proposti per gli Inventari degli Atenei Italiani”

<b>Missioni con Aereo (2018)</b>			
<i>Tipo di tratta aerea</i>	<i>Distanza (km)</i>	<i>Fattore di emissione (medio)* gCO<sub>2</sub>/pass/km</i>	<i>Emissione di CO<sub>2</sub> del trasporto aereo (tonCO<sub>2</sub>eq/passeggero)</i>
corto raggio (>4000km)	7.801.957,52	52	405,70
Medio raggio (1500-4000 km)	1.606.804,04	93	149,43
corto raggio (<1500 km)	2.802.445,86	123	344,70

Emissioni di CO<sub>2</sub> per missioni con aereo - 2018

- **Treno**

Per la stima delle emissioni di CO<sub>2</sub> legate all' utilizzo di mezzi su rotaia, si riporta nella seguente tabella un quadro di sintesi dei fattori di emissione proposti dalle Linee guida RUS per le diverse tipologie di trasporto, attraverso un esempio di calcolo che tiene in considerazione anche la percentuale di affollamento del mezzo stesso:



	Consumo di energia	Fattore di occupazione		FE CO <sub>2</sub> consumi elettrici	FE CO <sub>2</sub>	
		medio annuo	ora di punta		medio annuo	ora di punta
	Wh/posto/km (1) a	% pass/posti b1	b2	gCO <sub>2</sub> /kWh (2) c	gCO <sub>2</sub> /pass/km a*b1*c/1000	a*b2*c/1000
Metropolitana	33	31%	100%	347	37	11
Tram	42	31%	100%		47	15
Trasporto urbano e suburbano	33	31%	100%		37	11
Trasporto regionale, interregionale e lunghe percorrenze	33	31%	100%		37	11
Alta velocità	44	55%	100%		28	15

FE per missioni con trasporto su rotaia

Fonti: (1) Mobitool; (2) Si è considerato a titolo di esempio il valore di 347 kgCO<sub>2</sub>/kWh, riferito all'anno 2016, stimato sulla base dei dati ISPRA tenendo conto di prelievo in media tensione (fonte: GDLRUS-CC, 2018).

Missioni con Treno (2017)									
	Consumo di energia	Fattore di occupazione		FE CO <sub>2</sub> consumi elettrici	FE CO <sub>2</sub>		km totali	Emissioni totali	
		medio annuo	ora di punta		medio annuo	ora di punta		medio annuo	ora di punta
	Wh/posto/km a	%passeggeri/posti b1	b2	gCO <sub>2</sub> /kWh c	d1 = a*(1/b1)*c/1000	d2 = a*(1/b2)*c/1000	km e	tonCO <sub>2</sub> eq/passeggero d1*e	d2*e
Trasporto regionale, interregionale e lunghe percorrenze	33,3	0,31	1	375	40,28	12,48	99.920,5	4,03	1,25
Alta velocità	44,4	0,55	1	375	30,27	16,65	1.366.417,6	41,37	22,75

Emissioni di CO<sub>2</sub> per missioni con treno - 2017

Missioni con Treno (2018)									
	Consumo di energia	Fattore di occupazione		FE CO <sub>2</sub> consumi elettrici	FE CO <sub>2</sub>		km totali	Emissioni totali	
		medio annuo	ora di punta		medio annuo	ora di punta		medio annuo	ora di punta
	Wh/posto/km a	%passeggeri/posti b1	b2	gCO <sub>2</sub> /kWh c	d1 = a*(1/b1)*c/1000	d2 = a*(1/b2)*c/1000	km e	tonCO <sub>2</sub> eq/passeggero d1*e	d2*e
Trasporto regionale, interregionale e lunghe percorrenze	33,3	0,31	1	375	40,28	12,48	113.611,3	4,58	1,42
Alta velocità	44,4	0,55	1	375	30,27	16,65	1.558.766,4	47,19	25,95

Emissioni di CO<sub>2</sub> per missioni con treno - 2018



- **Auto**

Per la stima delle emissioni degli atenei legati al trasporto su strada, si utilizzano i fattori di emissione di ISPRA riportati nelle Linee guida RUS, che considerano sia il fattore di emissione di CO<sub>2</sub> medio per km percorso dal veicolo, sia quello medio per km percorso dal veicolo e per passeggero.

<b>Missioni con Auto(2017)</b>						
	<i>FE medio (Fonte: ISPRA, 2017) (gCO<sub>2</sub>/km)</i>	<i>Numero medio passeggeri</i>	<i>gCO<sub>2</sub>/km/passeggero</i>	<i>Km percorsi</i>	<i>Emissioni (tonCO<sub>2</sub>eq)</i>	<i>Emissioni per passeggero (tonCO<sub>2</sub>/passeggero)</i>
Autovetture	166	1.3	127,69	122.088,6	20,27	15,59

Emissioni di CO<sub>2</sub> per missioni con auto - 2017

<b>Missioni con Auto (2018)</b>						
	<i>FE medio (Fonte: ISPRA, 2017) (gCO<sub>2</sub>/km)</i>	<i>Numero medio passeggeri</i>	<i>gCO<sub>2</sub>/km/passeggero</i>	<i>Km percorsi</i>	<i>Emissioni (tonCO<sub>2</sub>eq)</i>	<i>Emissioni per passeggero (tonCO<sub>2</sub>/passeggero)</i>
Autovetture	166	1.3	127,69	136.596,8	22,68	17,44

Emissioni di CO<sub>2</sub> per missioni con auto - 2018



### 3.2.5 Vantaggi derivanti dalla modellizzazione energetica del sistema edificio-impianto

Lo studio del sistema edificio-impianto e dei consumi ad esso associati costituiscono lo step propedeutico per la predisposizione di piani di intervento mirati all'*energy saving*. Ad oggi, esistono diversi metodi di calcolo, ciascuno basato su specifiche informazioni di input e conseguentemente in grado di fornire output di differente grado di accuratezza. Nello specifico, i più diffusi sono:

- Modellazione energetica in regime dinamico o stazionario;
- Simulazione BIM;
- Analisi data-driven.

Per la redazione di tale Piano, si è optato per il metodo data-driven, basato sulla disponibilità di una grande quantità di dati di monitoraggio storici e su un approccio di tipo statistico. Nel caso specifico, è stato possibile fare ricorso al cospicuo patrimonio informativo a disposizione ed in parte gestito, come delineato nel capitolo inerente al Sistema Informativo.

Per applicazioni future si prevede di perfezionare le analisi condotte mediante modellazioni energetiche, attraverso l'utilizzo di tool di simulazione. Questo tipo di approccio, infatti, tiene conto di molteplici fattori che consentono di simulare, tramite analisi termodinamiche, il reale comportamento di un immobile. È dunque il metodo più accurato ed efficace per individuare le soluzioni ottimali in termini di efficientamento energetico e gestionale, seppur caratterizzato da una maggiore complessità di elaborazione e dalla necessità di specifico know-how.

Il dettaglio dei vantaggi e svantaggi di ciascuno dei metodi di calcolo sopracitati è riportato nell'Allegato 2 del presente documento.



#### 4 Studio di pre-fattibilità tecnica ed economica di interventi tecnici e comportamentali incentivabili potenzialmente eseguibili a breve termine

La scelta degli interventi riportati di seguito è stata dettata sia dal basso tempo di ritorno dell'investimento sia dal livello di obsolescenza del materiale oggetto di sostituzione. Nell'ambito di tutti gli interventi potenzialmente proponibili si è deciso di dare priorità a quelli che oltre al beneficio economico derivante da bassi tempi di ritorno consentissero anche di risolvere problemi legati alla vetustà dei componenti che per sopraggiunti limiti di età non possono più garantire la necessaria continuità e sicurezza di servizio. Va anche considerato che gli elementi più obsoleti sono tipicamente anche i meno efficienti quindi la loro sostituzione comporta il duplice beneficio derivante dall'aver considerato questi come prioritari. Discorso a parte è stato fatto per gli interventi sulla mobilità sostenibile dove le installazioni sono da considerarsi ex-novo e quindi non come riqualifica dell'esistente. Si riporta di seguito la sintesi degli interventi di seguito riportati:

- **Relamping:** sostituzione dei corpi illuminanti fluorescenti con nuove lampade di tipo LED;
- **Revamping:** sostituzione dei generatori di calore e dei gruppi frigoriferi obsoleti;
- **Mobilità sostenibile:** installazione di colonnine di ricarica per autoveicoli elettrici.

##### 4.1 Intervento di Relamping

Mediante l'intervento di Relamping si prevede di sostituire i corpi illuminanti di tipo tradizionale (fluorescenza e incandescenza) con nuovi corpi illuminanti di tipo LED. La tecnologia LED infatti garantisce notevoli benefici tra cui il più importante è certamente il risparmio energetico che tipicamente si assesta attorno ad un valore del 50%. Oltre al risparmio energetico ci sono tuttavia altri aspetti altrettanto validi e non meno importanti legati al Relamping a LED tra cui: aumento consistente della vita utile dei componenti, possibilità di dimmeraggio delle lampade, riduzione dell'emissione di raggi UV, riduzione di materiale ad alto contenuto inquinante.

Oltre all'intervento di mera sostituzione del corpo luminoso viene di seguito analizzato anche l'intervento di installazione del controllo dell'illuminazione. Si considera qui l'installazione di componenti aggiuntivi rispetto alle lampade LED che permettono di controllare l'accensione e lo spegnimento delle lampade in funzione dell'effettiva presenza di persone e la regolazione del flusso luminoso in funzione della quota di illuminazione esterna.

Sulla base delle informazioni dedotte dall'Anagrafica Tecnica impiantistica dell'Ateneo sono stati definiti i quantitativi di apparecchi luminosi che possono essere sottoposti a Relamping in funzione sia della tipologia delle lampade presenti per singolo edificio sia in funzione dello stato conservativo di ciascun apparecchio. Le ipotesi alla base dei calcoli sono le seguenti:

- **Efficienza luminosa:** nel calcolo sono stati assunti i valori tipici in funzione delle diverse tecnologie (vedi tabella di seguito);
- **Vita utile delle lampade:** durata media, determinata in base al riscontro del 50% di tasso di guasto;
- **Destinazione d'uso dei locali:** tutte le destinazioni d'uso derivate da anagrafica Tecnica sono state raggruppate in cinque fasce per ognuna delle quali è stato assunto un diverso orario di funzionamento;
- **Costo dell'energia:** sulla base dell'analisi delle bollette assunto pari a 0,16 €/kWh (Iva Esclusa);
- **Cluster dello stato manutentivo:** Buono; Sufficiente; Mediocre; insufficiente; Pessimo.

<b>Tecnologia Corpo Illuminante</b>	<b>Lm/W</b>	<b>Vita Utile</b>	<b>Fonte</b>
<b>Basso Consumo</b>	61	10.000	Philips
<b>Fluorescente</b>	75	15.000	Philips
<b>Incandescenza</b>	10,14	4.000	Philips
<b>Led</b>	140	50.000	Philips

Caratteristiche tecniche dei corpi illuminanti





Locale	Fascia	h/Anno
Auditorium	Fascia 1	1.200
Aula_Didat/Aula_Multim/Lt_Laboratori/Lt_Officina/Operativi_Na/Operativi_Nu/Sala_Centr/Sala_Posta/Sala_Proie/Sala_Riun/Salotto/Segreteria/Serv_Na/Serv_Nu/Sport_Clienti/Uff_Dir/Uff_Os/Uff_Trad/Sala_Espo/Piazzale/Alloggio/Ambulatorio/Sala_Rist	Fascia 2	2.400
Spogliatoio	Fascia 3	3.120
Biblioteca/Sup_Generico	Fascia 4	2.600
Bar/Circ_Prima/Circ_Sec/Guardiola/Hall_Atrio/Loc_Break/Loc_Fotoc/Parccheg_Cop/Port_Recep/Porticato/Scala/Scala_Emerg/Ser_Igien/Serv_Generico	Fascia 5	3.432

Tempi di accensione per i locali inclusi nell'intervento di Relamping

Si riporta di seguito la clusterizzazione delle tipologie di corpi illuminanti presenti per edificio.

Identificativo Edificio	Basso Consumo	Fluorescente	Incandescente	LED	NR	Totale
Facoltà di Economia		3.727	570	54		4.351
Macroarea di Ingegneria	337	6.172	336			6.845
Macroarea di Lettere e Filosofia		1.971	42			2.013
Facoltà di Medicina e Chirurgia	241	6.412	200	33	70	6.956
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	41	5.380	470		2	5.893
<b>Totale complessivo</b>	<b>619</b>	<b>23.662</b>	<b>1.618</b>	<b>87</b>	<b>72</b>	<b>26.058</b>

Tipologie di lampade attualmente in campo in funzione dell'edificio di appartenenza

I dati riportati in tabella evidenziano l'elevato numero di lampade a fluorescenza (circa il 90% del totale), una piccola presenza di lampade a incandescenza (circa 5-10%) e una piccola quota di LED, segno di interventi di riqualificazione già effettuati. Sulla base dei dati disponibili sono state proposte le seguenti sostituzioni.

Identificativo Edificio	Basso Consumo	Fluorescente	Incandescenza	Totale Complessivo
Facoltà di Economia		3.727	570	4.297
Macroarea di Ingegneria	337	6.172	336	6.845
Macroarea di Lettere e Filosofia		1.971	42	2.013
Facoltà di Medicina e Chirurgia	241	6.412	200	6.853
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	41	5.380	470	5.891
<b>Totale</b>	<b>619</b>	<b>23.662</b>	<b>1.618</b>	<b>25.899</b>

Numero di lampade oggetto di intervento

Come visto la scelta degli interventi è stata dettata anche da ragioni di ordine manutentivo. Si riporta di seguito una tabella di sintesi dello stato manutentivo delle lampade attualmente presenti nell'Ateneo. dalla tabella è possibile vedere come circa il 70% delle lampade è in condizioni non classificabili come buone.

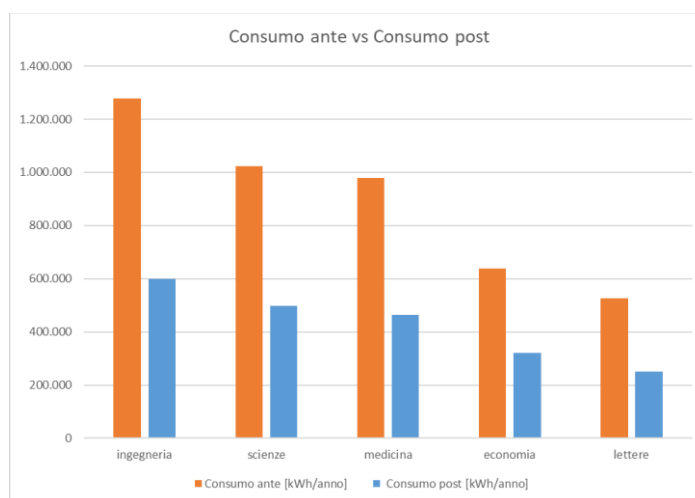
Facoltà / Edificio	Buono	Sufficiente	Mediocre	Insufficiente	Pessimo	n.d.	Totale
Facoltà di Economia	1.097	2.117				1.137	4.351
Macroarea di Ingegneria	4.317	2.019				509	6.845
Macroarea di Lettere e Filosofia	696	1.317					2.013



Facoltà / Edificio	Buono	Sufficiente	Mediocre	Insufficiente	Pessimo	n.d.	Totale
Facoltà di Medicina e Chirurgia	2.128	4.142	14	144		528	6.956
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	34	5.623			8	228	5.893
<b>Totale complessivo</b>	<b>8.272</b>	<b>15.218</b>	<b>14</b>	<b>144</b>	<b>8</b>	<b>2.402</b>	<b>26.058</b>

Stato manutentivo delle lampade attualmente installate

Il primo intervento proposto, denominato di Relamping consiste nella sostituzione delle lampade esistenti con lampade a tecnologia LED che emettano lo stesso flusso luminoso della situazione ante. Si assume, infatti, che i livelli illuminotecnici attuali siano in linea con le disposizioni normative relative all'esigenze di illuminamento degli ambienti di lavoro. Il beneficio energetico derivante dalla sostituzione punto-punto è stato definito confrontando tra loro i valori di consumo ante e post intervento delle lampade, tenendo in considerazione la potenza delle lampade. Si riportano nel seguente grafico le risultanze del calcolo.



Consumi ante e post intervento per ciascuna Facoltà

In base alle elaborazioni effettuate, la riduzione del consumo prevista è compresa nel range 50÷55%. Il vantaggio economico generato dall'intervento deriva dalla riduzione della quota di energia che deve essere prelevata dalla rete, valorizzata al costo di 0,16 €/kWh (Iva Esclusa) ricavato dalle fatture elettriche.

#### 4.1.1 Incentivi ottenibili

Per la valutazione degli incentivi derivanti dall'intervento di Relamping si è fatto riferimento al meccanismo del Conto Termico, gestito dal GSE. Il Conto Termico incentiva interventi per l'incremento dell'efficienza energetica e la produzione di energia termica da fonti rinnovabili per impianti di piccole dimensioni. I beneficiari sono principalmente le Pubbliche Amministrazioni, ma anche imprese e privati, che possono accedere a fondi per 900 milioni di euro annui, di cui 200 destinati alle PA.

L'accesso agli incentivi può avvenire attraverso due modalità:

- **Tramite Accesso Diretto:** la richiesta deve essere presentata entro 60 giorni dalla fine dei lavori;
- **Tramite Prenotazione:** per gli interventi ancora da realizzare, esclusivamente nella titolarità delle PA o delle ESCO che operano per loro conto.

Nel caso specifico del Relamping presso gli edifici dell'Ateneo, è possibile accedere alle forme incentivanti previste per la sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione (intervento 1.F).

Per tale intervento sono previsti specifici requisiti minimi:



- le lampade e gli apparecchi di illuminazione devono essere certificati da laboratori accreditati anche per quanto riguarda le caratteristiche fotometriche (solido fotometrico, resa cromatica, flusso luminoso, efficienza luminosa), nonché per la loro conformità ai criteri di sicurezza e di compatibilità elettromagnetica previsti dalle norme tecniche vigenti e recanti la marcatura CE;
- le lampade devono rispettare i seguenti requisiti tecnici:
  - indice di resa cromatica (IRC) > 80 per l'illuminazione d'interni e > 60 per l'illuminazione delle pertinenze esterne degli edifici;
  - efficienza luminosa minima: 80 lm/W;
- la potenza installata delle lampade non deve superare il 50% della potenza sostituita per la stessa zona da illuminare, nel rispetto dei criteri illuminotecnici previsti dalla normativa vigente;
- gli apparecchi di illuminazione devono rispettare i requisiti minimi definiti dai regolamenti comunitari emanati ai sensi delle direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE e devono avere almeno le stesse caratteristiche tecnico funzionali di quelli sostituiti e permettere il rispetto dei requisiti normativi d'impianto previsti dalle norme UNI e CEI vigenti;
- i sistemi di illuminazione esterni o emittenti verso l'esterno sono realizzati in conformità alla normativa sull'inquinamento luminoso e sulla sicurezza, ove presenti.

Per interventi di sostituzione di sistemi per l'illuminazione d'interni e delle pertinenze esterne degli edifici esistenti con sistemi efficienti di illuminazione, l'incentivo totale cumulato per gli anni di godimento è pari al 40% delle spese sostenute ammissibili, fermo restando il rispetto dei costi massimi unitari e dei massimali di incentivo previsti (per edificio).

L'incentivo totale dell'intervento cumulato per l'intera durata può essere ripartito e corrisposto in 5 rate annuali costanti, oppure, in un'unica soluzione per gli aventi diritto (le PA e le ESCo che operano per loro conto, ad esclusione delle Cooperative di abitanti e delle Cooperative sociali).

Il tetto massimo dell'incentivo erogabile dal meccanismo del Conto Termico per la sostituzione con lampade a led di corpi illuminanti comprensivi di lampade per l'illuminazione degli interni e delle pertinenze esterne è pari a 70.000 € per edificio.

Inoltre va considerato che la vita utile delle lampade a LED è sensibilmente maggiore rispetto a quella delle lampade tradizionali (si veda Tabella 1). Per tale ragione si riduce la frequenza degli interventi manutentivi con conseguente riduzione dei costi.

La riduzione del consumo di energia elettrica porta una riduzione delle emissioni dei gas nocivi connessi alla produzione termoelettrica. Nel seguito si farà riferimento alla riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> equivalente per quantificare in prima battuta il beneficio ambientale dell'intervento. Per i fattori di emissione di CO<sub>2</sub> equivalente al consumo si adotterà il valore di: 339,83 gCO<sub>2</sub>/kWhel. Nella seguente tabella si sintetizzano i benefici ambientali derivanti dall'intervento di Relamping punto-punto.

<i>Identificativo Edificio</i>	<i>Riduzione delle emissioni di GHG [tonCO<sub>2</sub>/anno]</i>
<b>Facoltà di Economia</b>	115
<b>Macroarea di Ingegneria</b>	232
<b>Macroarea di Lettere e Filosofia</b>	94
<b>Facoltà di Medicina e Chirurgia</b>	178
<b>Macroarea di Scienze MM.FF.NN.</b>	186
<b>Totale complessivo</b>	<b>805</b>

Beneficio ambientale (Riduzione GHG) ascrivibile all'intervento di relamping

Ai fini della stima dell'intervento, sono stati valutati i costi di intervento di una installazione tipica.

L'unica eccezione che deve essere fatta riguarda la Facoltà di Medicina e Chirurgia, per la quale è stato verificato uno stato di conservazione scadente dei controsoffitti della facoltà. A causa di questo, un intervento sull'illuminazione deve



essere preceduto da un intervento di risanamento delle strutture portanti e delle tamponature dei controsoffitti. La Facoltà di Medicina e Chirurgia sarà dunque evidenziata a parte.

La seguente tabella riporta una sintesi dei principali driver economici associati all'investimento: costo di intervento, risparmi economici, PBTs.

Facoltà / Edificio	% lampade in condizione < Buono	Somma di Costo intervento [€]	Somma di Risparmio economico [€/anno]	Somma di Beneficio Conto Termico [€/anno]	Risparmio manutenzione [€/anno]	PBTs
Macroarea di Ingegneria	32%	595.746,12	108.308,79	224.000,00	6.639,02	3
Facoltà di Medicina e Chirurgia	69%	433.902,35	82.319,26	174.000,00	6.838,54	2
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	99%	487.263,45	84.134,58	140.000,00	5.245,06	3
Facoltà di Economia	75%	281.985,00	50.958,79	113.000,00	3.647,51	3
Macroarea di Lettere e Filosofia	65%	244.760,20	44.102,25	98.000,00	1.889,72	3
<b>TOTALE</b>	<b>69%</b>	<b>2.043.657,12</b>	<b>369.823,68</b>	<b>749.000,00</b>	<b>24.259,85</b>	<b>2,8</b>

Intervento di Relamping: Sintesi dei risultati economici

Per la Facoltà di Medicina e Chirurgia, come detto, è necessario tenere in considerazione i costi di rifacimento dei controsoffitti, che sono stati valutati e sono rappresentati nella seguente tabella riepilogativa.

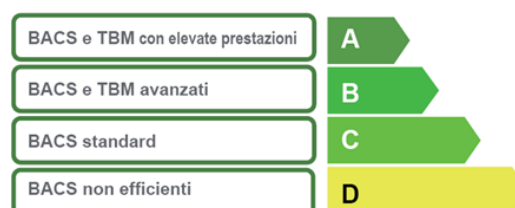
Facoltà di Medicina e Chirurgia [edificio]	Area [mq]	Stima Rifacimento Controsoffitto [€]
<b>Totale complessivo</b>	<b>18.104</b>	<b>724.166</b>

Aree controsoffitti e relativo costo di rifacimento

#### 4.1.2 Intervento di integrazione di tecnologie BACS

Oltre all'intervento di Relamping si propone un secondo intervento sull'illuminazione interna che per semplicità viene qui indicato come "integrazione di tecnologie BACS". L'intervento va considerato come addizionale rispetto al primo e prevede l'integrazione delle principali funzioni di controllo dell'impianto di illuminazione. L'intervento consiste nella regolazione dell'accensione e spegnimento delle lampade interne in funzione della effettiva presenza di persone oltre che della regolazione del flusso luminoso in funzione del livello di illuminamento legato all'illuminazione naturale.

La Norma che definisce la qualità di un sistema di controllo dell'illuminazione è la UNI 15232. In base alle definizioni della Norma è possibile classificare i sistemi BACS (Building Automation and Control Systems) e TBM (Technical Building Management) in quattro classi in funzione dell'efficienza dei sistemi di regolazione e controllo.



Classificazione delle classi di efficienza BACS e TBM



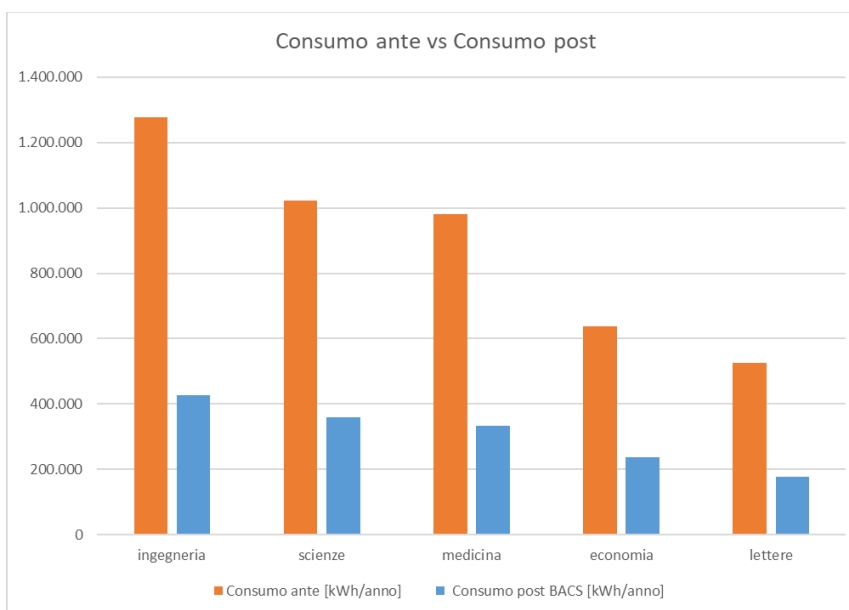
L'impianto attualmente presente presso l'Ateneo appartiene alla Classe D, in quanto l'accensione è ON/OFF senza segnale di estinzione graduale automatica. Inoltre, non è presente un sistema di controllo della luce diurna. L'integrazione di tecnologie BACS che si intende proporre prevede il rilevamento automatico della presenza tramite sensori ad infrarossi e il controllo automatico della luce diurna attraverso sensori installati a bordo lampada. Il sistema proposto è quindi un sistema definito in categoria A secondo la classificazione UNI EN 15232.

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Ref. UNI EN 15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
<b>CONTROLLO ILLUMINAZIONE</b>										
<b>Controllo Presenza</b>										
	0	Interruttore manuale								
SE69BC	1	Interruttore manuale + segnale estinzione graduale automatica								
SE70A	2	Rilevamento automatico								
<b>Controllo luce diurna</b>										
	0	Manuale								
SE71A	1	Automatico								

Funzioni caratteristiche dei BACS applicati agli impianti illuminotecnici

Ciò si traduce, per l'illuminazione, in un controllo della presenza con rilevamento automatico e la regolazione automatica del flusso luminoso delle lampade in funzione della luce diurna. Si ipotizza pertanto l'installazione di apparecchi LED pilotati da un'elettronica capace di alimentare le sorgenti LED con dimmerazione con tecnologia auto adattiva, tramite una fotocellula che comunica al driver la lettura istantanea del contributo portato dalla luce naturale all'illuminamento ambiente. Questa informazione consente al driver di calibrare correttamente la potenza in modo da mantenere costante l'illuminazione sul piano di lavoro.

Il sistema proposto è completato da un sistema di rilevamento della presenza che si ipotizza di installare nei locali ove è più frequente il ricambio di persone, ovvero aule e spazi di lettura/biblioteche. Tale rilevatore è costituito da un sensore ad infrarossi posto in ciascun locale interessato che comunica con un attuatore installato in corrispondenza del comando di accensione/spengimento delle luci. Tale sistema, per le tipologie di edifici considerati e alle condizioni di utilizzo previsto, consente un risparmio energetico ulteriore che si stima pari al 30%. La sintesi dell'ulteriore risparmio energetico è riportata nel seguente grafico:



Consumo energetico ante e post intervento di Relamping LED completo di controllo illuminazione

La sintesi dei risultati economici è riportata nella seguente tabella.



<i>Facoltà / Edificio</i>	<i>% lampade in condizione &lt; Buono</i>	<i>Costo intervento [€]</i>	<i>Risparmio economico [€/anno]</i>	<i>Beneficio Conto Termico [€/anno]</i>	<i>Risparmio manutenzione [€/anno]</i>	<i>PBTs</i>
Macroarea di Ingegneria	37%	923.406,48	136.130,01	280.000,00	6.639,02	4
Facoltà di Medicina e Chirurgia	69%	672.548,64	103.596,02	259.000,00	6.838,54	3
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	99%	755.258,35	106.012,60	140.000,00	5.245,06	5
Facoltà di Economia	75%	437.076,75	64.291,03	141.000,00	3.647,51	4
Macroarea di Lettere e Filosofia	65%	379.378,31	55.626,24	139.000,00	1.889,72	4
<b>TOTALE</b>	<b>69%</b>	<b>3.167.668,54</b>	<b>465.655,90</b>	<b>959.000,00</b>	<b>24.259,85</b>	<b>4,0</b>

Sintesi dei risultati economici (Incluso integrazione BACS)



## 4.2 Intervento di Revamping

Gli interventi di Revamping di seguito riportati riguardano la sostituzione di:

- Generatori di Calore;
- Gruppi Frigoriferi e Pompe di Calore.

La natura degli interventi qui considerati è la stessa in quanto si considera la semplice sostituzione del generatore con nuove macchine a più alta efficienza.

### 4.2.1 Generatori di Calore

La sostituzione dei Generatori di Calore è forse il più semplice e diretto degli interventi di riqualificazione energetica. Qui si considera la sostituzione del complesso caldaia e bruciatore di calore esistenti con macchine di nuova fornitura ma di potenzialità identiche a quelle originarie. Si rimanda alle fasi di progettazione esecutiva che seguiranno la verifica di provvedere oltre che alla sostituzione del generatore anche ad una rimodulazione della potenzialità necessaria.

Sulla base delle evidenze dello stato conservativo dei Generatori di Calore esistenti sul Patrimonio Immobiliare oggetto di analisi è stato definito un elenco di macchine obsolete la cui sostituzione oltre che opportuna ai fini del risparmio energetico può essere considerata necessaria al fine di garantire gli adeguati standard di sicurezza e continuità di esercizio. Le nuove caldaie considerate sono del tipo a condensazione. Si riporta di seguito l'elenco dei generatori interessati:

<i>Generatori</i>	<i>N.</i>	<i>Tipologia Gener.</i>	<i>Combustibile</i>	<i>Potenza tot (kW)</i>
Stabulario	2	Acqua Calda	Metano	1.000
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	3	Acqua Calda	Metano	5.350
Complesso PP	5	Acqua Calda	Metano	930
Macroarea di Lettere e Filosofia	4	Acqua Calda	Metano	1.400
LESA	2	Acqua Calda	Metano	190
LESA	2	Aria Calda	Metano	170
Cappella Universitaria	4	Caldaia Murale	Metano	120

Intervento Revamping Generatori di Calore: principali caratteristiche dei generatori da sostituire

I consumi ante intervento dei Generatori da sostituire sono stati derivati a partire dai dati di consumo disponibili per i PDR di alcune di esse. In particolare, la seguente tabella illustra, per ciascuna caldaia precedentemente definita, i benefici energetici ottenibili.

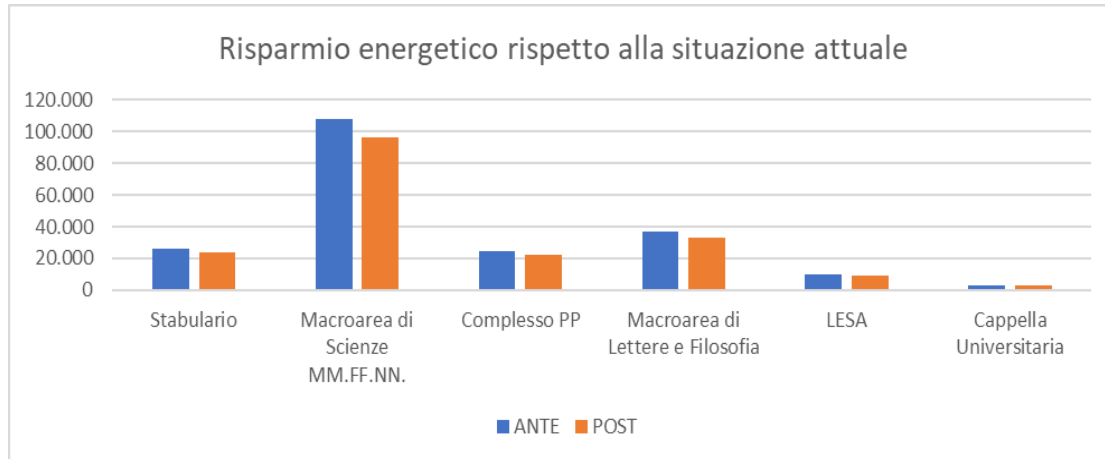
<i>Generatore</i>	<i>Potenza nominale (kW)</i>	<i>Consumo annuo ante (Sm<sup>3</sup>/anno)</i>	<i>Consumo annuo post (Sm<sup>3</sup>/anno)</i>	<i>Risparmio combustibili (Sm<sup>3</sup>/anno)</i>
Stabulario	1.000	26.188	23.442	2.746
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	5.350	107.864	96.518	11.346
Complesso PP	927	24.714	22.115	2.598
Macroarea di Lettere e Filosofia	1.396	36.950	33.056	3.896
LESA	361	9.906	8.864	1.042
Cappella Universitaria	116	3.058	2.743	315



Generatore	Potenza nominale (kW)	Consumo annuo ante (Sm <sup>3</sup> /anno)	Consumo annuo post (Sm <sup>3</sup> /anno)	Risparmio combustibili (Sm <sup>3</sup> /anno)
<b>TOTALE</b>	<b>9.150</b>	<b>208.680</b>	<b>186.738</b>	<b>21.943</b>

Intervento Revamping Generatori di Calore: Risultati energetici conseguibili

Il grafico seguente mostra la riduzione del consumo di gas naturale, che risulta essere pari al 10% del consumo attuale.



Intervento Revamping Generatori di Calore: Benefici energetici ottenibili

#### 4.2.1.1 Incentivi ottenibili

Nell'ambito delle forme di sostegno alla realizzazione di interventi di sostituzione di impianti di produzione di energia termica con apparecchiature a maggiore efficienza, è possibile accedere al meccanismo "Ecobonus", che consiste in agevolazioni fiscali per il risparmio energetico. Tale agevolazione determina una detrazione dall'Irpef o dall'Ires ed è concessa in generale quando si eseguono specifici interventi che incrementano il livello di efficienza energetica degli edifici esistenti. In generale, tali detrazioni sono riconosciute per:

- la riduzione del fabbisogno energetico per il riscaldamento;
- il miglioramento termico dell'edificio (coibentazioni - pavimenti - finestre, comprensive di infissi);
- l'installazione di pannelli solari;
- la sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale.

La detrazione spetta, inoltre, per:

- l'acquisto e la posa in opera di schermature solari;
- l'acquisto e la posa in opera di impianti di climatizzazione invernale dotati di generatori di calore alimentati da biomasse combustibili;
- l'acquisto, l'installazione e la messa in opera di dispositivi multimediali per il controllo a distanza degli impianti di riscaldamento, produzione di acqua calda o climatizzazione delle unità abitative;
- l'acquisto e la posa in opera di micro-cogeneratori in sostituzione di impianti esistenti;
- l'acquisto di generatori d'aria calda a condensazione; la sostituzione di impianti di climatizzazione invernale con apparecchi ibridi costituiti da pompa di calore integrata con caldaia a condensazione

Nel caso specifico è possibile accedere ad un importo complessivo pari al 50% dell'investimento sostenuto in 10 rate annuali di pari importo, a condizione che siano installate valvole termostatiche sui radiatori serviti dalle caldaie, salvo





non sia tecnicamente irrealizzabile. Il tetto massimo della detrazione ammissibile è pari a 30.000€ per unità immobiliare.

Ai fini del riconoscimento di un'aliquota superiore, pari al 65%, oltre alla sostituzione degli impianti di climatizzazione invernale e all'installazione di valvole termostatiche a bassa inerzia termica, ovvero altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente (di tipo modulante e agente sulla portata), è necessario installare sistemi di termoregolazione evoluti, appartenenti alle classi V, VI oppure VIII della comunicazione della Commissione 2014/C 207/02.

In alternativa c'è la possibilità di accedere al meccanismo del Conto Termico. Nel caso specifico di sostituzione di impianti di produzione di energia termica con apparecchiature a più alta efficienza, è possibile accedere alle forme incentivanti previste per la *Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando generatori di calore a condensazione (intervento 1.C)*. Il tetto massimo dell'incentivo erogabile da conto termico è pari a 40.000 € per edificio.

L'accesso al Conto Termico richiede diversi requisiti tra cui:

- l'installazione di apparecchiature caratterizzate da elevato rendimento termico utile riferito al potere calorifico inferiore al 100% della potenza termica utile, che deve essere pari o superiore a  $93 + 2 * \log(P_n)$ ;
- l'installazione su tutti i corpi scaldanti di elementi di regolazione di tipo modulante agenti sulla portata, come ad esempio valvole termostatiche sui radiatori.

Inoltre, interventi di sostituzione di "caldaie e generatori di aria calda" nel settore civile possono accedere al meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE), nel caso specifico per un periodo pari a 5 anni, ma è necessario che l'intervento porti ad un risparmio minimo di 10 tep, requisito non raggiunto nel caso specifico.

Per ogni intervento sono stati valutati i PBTs (Pay Back Time semplici) nel caso di accesso alle detrazioni fiscali 65% e nel caso di accesso al conto termico. Seppure il conto termico venga erogato già dal primo anno, il PBTs risulta sempre minore per il conto termico, fatte salve le 3 caldaie della Macroarea di Scienze MM.FF.NN.

Si fa presente che per la stima dei benefici economici derivanti dagli interventi di Revamping è stato assunto un costo del vettore energetico metano pari a 0,75 €/Sm<sup>3</sup> (Iva Esclusa).

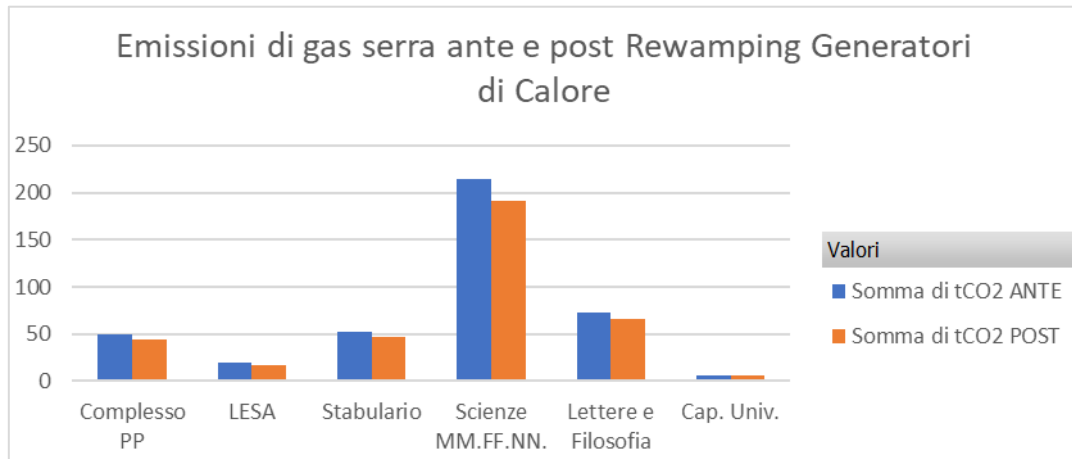
La seguente tabella riporta una sintesi dei principali driver economici: costo di intervento, risparmi economici, PBTs.

Edificio	Potenza nominale (kW)	Risparmio economico (€/anno)	Costo intervento (€)	Incentivo selezionato	Importo annuo incentivo (€/anno)	Durata incentivo (anni)	PBTs
Stabulario	1.000	2.060	75.000	Detrazioni Fiscali	4.876	10	11
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	5.350	8.509	321.000	Conto Termico	22.496	1	20
Complesso PP	927	1.948	83.300	Detrazioni Fiscali	5.417	10	13
Macroarea di Lettere e Filosofia Edificio /B	1.396	2.922	104.600	Detrazioni Fiscali	6.800	10	11
LESA	361	782	36.100	Detrazioni Fiscali	2.348	10	14
Cappella Universitaria	116	237	10.000	Detrazioni Fiscali	652	10	13
<b>Totale</b>	<b>9.150</b>	<b>16.458</b>	<b>630.000</b>	<b>VARI</b>	<b>42.589</b>	<b>8,5</b>	<b>14</b>

Intervento di Revamping Generatori di Calore: Sintesi degli incentivi applicabili



Al fine di determinare le emissioni evitate di CO<sub>2</sub> a seguito dell'intervento, è stato utilizzato un fattore di emissione del gas naturale pari a 1,984 tCO<sub>2</sub>/1.000 Sm<sup>3</sup> (Ispra: Fattori di emissione atmosferica di gas a effetto serra nel settore elettrico nazionale e nei principali Paesi Europei. Edizione 2020).



Emissioni di gas serra ante e post - Revamping Generatori di Calore

#### 4.2.2 Gruppi Frigoriferi

Al pari dell'intervento precedente (Sostituzione Generatore di Calore) anche il Revamping Gruppi Frigoriferi consiste nella mera sostituzione delle macchine esistenti con nuove macchine del tipo ad elevata efficienza energetica. Anche in questo caso l'intervento è stato proposto su quelle macchine che all'interno del perimetro considerato versano in condizioni conservative più scadenti. Diverse delle macchine individuate utilizzano ancora gas refrigerante R22 ormai non più a norma in quanto ritenuto dannoso per l'ambiente. Le sostituzioni proposte sono a parità di potenza termica erogata, nelle successive fasi progettuali verranno definite eventuali rimodulazioni di potenza.

Facoltà/Edificio	N. Gruppi Frigoriferi	Potenza totale in Caldo [kW]	Potenza totale in Freddo [kW]
LESA	1	-	87
Casali	3	63	106
Macroarea di Ingegneria	1	0	134
Macroarea di Lettere e Filosofia	6	275	1.179
Facoltà di Medicina e Chirurgia	3	160	320
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	1	8	7
Complesso PP	1	0	298
Stabulario	1	0	549
<b>TOTALE</b>	<b>17</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Anagrafica delle Pompe di Calore e dei Gruppi Frigorifero con priorità d'intervento

Il consumo energetico di ciascuna macchina è stato ricavato dall'analisi dei prelievi di energia elettrica mensili, per differenza rispetto ai mesi "neutri" dal punto di vista della climatizzazione (generalmente il mese di aprile o maggio). Tenendo conto dell'aumento di efficienza di ciascuna macchina è possibile calcolare i risparmi energetici riassunti nella tabella seguente:

Facoltà/Edificio	N. Gruppi Frigoriferi	Consumo ANTE [kWh]	Consumo POST [kWh]	Risparmio energetico [kWh]
LESA	1	17.052	10.658	6.395



Facoltà/Edificio	N. Gruppi Frigoriferi	Consumo ANTE [kWh]	Consumo POST [kWh]	Risparmio energetico [kWh]
Casali	3	39.935	19.969	19.969
Macroarea di Ingegneria	1	32.732	16.366	16.366
Macroarea di Lettere e Filosofia	6	355.240	177.621	177.621
Facoltà di Medicina e Chirurgia	3	119.585	59.792	59.792
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	1	3.234	1.617	1.617
Complesso PP	1	73.010	36.505	36.505
Stabulario	1	134.505	67.253	67.253
<b>TOTALE</b>	<b>17</b>	<b>775.293</b>	<b>389.781</b>	<b>385.518</b>

Stima del risparmio energetico per revamping Pompe di Calore e Gruppi Frigoriferi

#### 4.2.2.1 Incentivi ottenibili

Le detrazioni fiscali “Ecobonus” si applicano agli interventi di sostituzione di generatori di calore per la climatizzazione invernale. Nel caso di pompe di calore possono quindi accedere solo le macchine che producono sia caldo che freddo.

Nel caso specifico è possibile accedere ad un importo complessivo pari al 65% dell’investimento sostenuto in 10 rate annuali di pari importo, a condizione che siano installate valvole termostatiche sui radiatori serviti dalle caldaie, salvo non sia tecnicamente fattibile.

Il tetto massimo della detrazione ammissibile è pari a 30.000€ per immobile.

Nel caso specifico di sostituzione con macchine a Pompa di Calore, è possibile accedere alle forme incentivanti previste dal Conto Termico per la *Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale utilizzando generatori di calore a condensazione (intervento 1.C)*

*Sostituzione di impianti di climatizzazione invernale esistenti con impianti di climatizzazione invernale, anche combinati per la produzione di acqua calda sanitaria, dotati di pompe di calore, elettriche o a gas, utilizzando energia aerotermica, geotermica o idrotermica, unitamente all’installazione di sistemi per la contabilizzazione del calore nel caso di impianti con potenza termica utile superiore a 200 kW (intervento 2.A).*

Anche in questo caso si parla quindi di macchine per la produzione di caldo ed eventualmente anche di freddo.

Il tetto massimo dell’incentivo erogabile da conto termico è pari al 65% della spesa sostenuta.

L’accesso al Conto Termico richiede diversi requisiti tra cui:

- le pompe di calore elettriche devono avere un coefficiente di prestazione COP almeno pari ai valori riportati nella successiva tabella 3 del Decreto Ministeriale 16/02/2016;
- l’installazione su tutti i corpi scaldanti di elementi di regolazione di tipo modulante agente sulla portata, tipo valvole termostatiche a bassa inerzia termica
- per gli interventi con potenza termica utile superiore a 200 kW, è obbligatoria l’installazione di sistemi di contabilizzazione del calore e la comunicazione al GSE delle misure dell’energia termica annualmente prodotta dagli impianti e utilizzata per coprire i fabbisogni termici;

Il tetto massimo dell’incentivo erogabile dal Conto Termico per questa tipologia di interventi è pari al 65% del costo complessivo.

Per gli interventi realizzati dalla PA è prevista l’erogazione in un’unica rata anche per incentivi di importo superiore a 5.000€.



Inoltre, interventi di sostituzione di “impianti per la produzione di energia frigorifera” nel settore civile possono accedere al meccanismo dei Titoli di Efficienza Energetica (TEE), nel caso specifico per un periodo pari a 5 anni, purché generino una quota di risparmio addizionale non inferiore a 10 tep.

La seguente tabella riporta una sintesi dei principali driver economici: costo di intervento, risparmi economici, incentivi ottimali, PBTs.

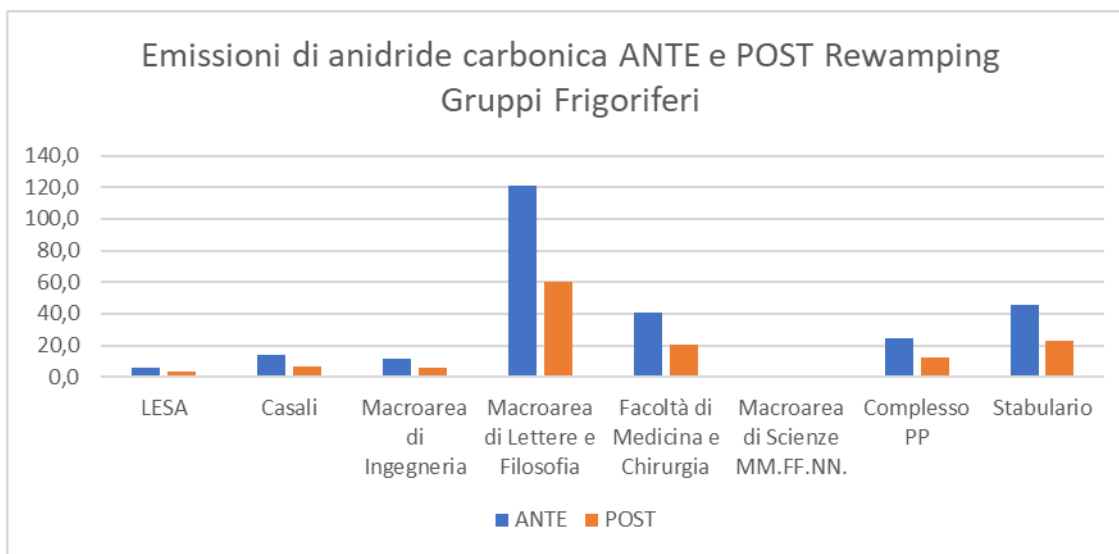
Facoltà/Edificio	Incentivo selezionato	Importo annuo incentivo (€/anno)	Durata incentivo (anni)	Risparmio acquisto energia (€)	Investimento (€)	PBTs (anni)
LESA	-	- €	0	600,00 €	17.000,00 €	28
Casali	Conto Termico	4.550,00 €	1	2.600,00 €	26.000,00 €	6
Macroarea di Ingegneria	-	- €	0	1.500,00 €	27.000,00 €	18
Macroarea di Lettere e Filosofia	Conto Termico	8.450,00 €	1	16.300,00 €	241.000,00 €	8
Facoltà di Medicina e Chirurgia	Conto Termico	3.900,00 €	1	5.500,00 €	60.000,00 €	8
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	Conto Termico	650,00 €	1	100,00 €	2.000,00 €	7
Complesso PP	-	- €	0	3.300,00 €	60.000,00 €	18
Stabulario	-	- €	0	6.100,00 €	82.000,00 €	13
<b>TOTALE</b>	<b>Conto Termico</b>	<b>17.550,00 €</b>	<b>1</b>	<b>36.000,00 €</b>	<b>515.000,00 €</b>	<b>13</b>

Revamping Pompe di Calore e Gruppi Frigoriferi - principali aspetti economici

Si evidenzia come in funzione dell’incentivo ricevuto le prestazioni economiche dell’intervento possono variare sensibilmente.

In particolare, i chiller per la produzione di sola energia frigorifera per i quali a seguito di intervento non si raggiunge la soglia di risparmio minima di 10 tep non accedono ad incentivi per cui il loro tempo di rientro è sensibilmente più alto.

Al fine di determinare le emissioni evitate di CO<sub>2</sub> a seguito dell’intervento, è stato utilizzato un fattore di emissione del consumo elettrico pari a 339,83 gCO<sub>2</sub>/kWh<sub>el</sub> al consumo.



Emissioni di gas serra ante e post - Revamping Gruppi Frigo e Pompe di Calore



### *Modalità alternative di finanziamento di progetti di efficienza energetica*

Per finanziare un'iniziativa di efficientamento energetico, al di là delle forme incentivanti ottenibili, che coprono parte dell'investimento, un Ente può in generale:

1. ricorrere a capitale proprio (finanziamento diretto);
2. affidarsi ad un soggetto finanziatore (es. Istituto di credito);
3. rivolgersi ad una Energy service company (Finanziamento tramite terzi).

Tale ultima modalità incentiva il realizzatore del progetto all'utilizzo di tecnologie e buone pratiche in grado di massimizzare la resa in termini di efficienza energetica e affidabilità, in quanto l'investitore (ESCO) acquisisce il rischio finanziario dell'investimento, che viene ripagato attraverso l'efficienza energetica effettivamente ottenuta mediante il progetto.

Chiaramente, qualora un investimento venga deliberato sia per l'ottenimento di riduzione dei consumi energetici, sia per altre motivazioni (es. comfort, affidabilità, componentistica fuori produzione, ecc) il cui beneficio non si esplica in termini di risparmio energetico, sarà necessario definire mediante accordi di partenariato pubblico privato (approfonditi nei paragrafi successivi) la corretta suddivisione dell'investimento tra ente pubblico e soggetto privato in modo che l'investitore privato riscontri redditività effettiva nella realizzazione dell'investimento con tempi di ritorno in linea con i suoi criteri di investimento.



### 4.3 Interventi di mobilità sostenibile

Il presente paragrafo illustra i principali benefici derivanti dall'installazione di Wallbox e Colonnine di Ricarica per veicoli elettrici. Viene inoltre fornita una panoramica generale sulla mobilità sostenibile in termini di aspetti attuali, soprattutto legati all'ambito proprio dell'Ateneo e sui possibili approcci futuri. Viene infine fornito un approfondimento sulla tematica di valutazione del rischio incendio e/o esplosione connesso ai Wallbox e alle Colonnine di Ricarica qualora tali infrastrutture siano installate nell'ambito di attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco (come ad esempio le autorimesse).

#### 4.3.1 Installazione di wall box e colonnine di ricarica

L'intervento qui considerato prevede l'installazione di sistemi per la ricarica elettrica degli autoveicoli presso gli edifici sintetizzati nelle due immagini seguenti:



Punti di installazione kit di ricarica dei veicoli elettrici

In ciascuno dei luoghi individuati si propone l'installazione di un "kit di ricarica" costituito da:

- N.1 Wall-box da parete di potenza nominale 7,4 kW;
- N.1 Colonnina di Ricarica da posizionare nei parcheggi munita di n.2 prese T2 da 7,4 kW/cad.

Pertanto, sono previste n.3 prese di ricarica per ciascun sito individuato. Inoltre, nelle Macroaree di Ingegneria e di Scienze MM.FF.NN. è prevista l'installazione di n.2 kit di ricarica ciascuna (ovvero n.6 prese di ricarica).

### 4.3.2 Analisi dei benefici conseguibili

Per definire i benefici derivanti dall'adozione della soluzione proposta sono stati valutati i risparmi conseguenti alle installazioni proposte. L'analisi ha previsto innanzitutto la definizione del fruitore "tipico" del parcheggio di una facoltà universitaria valore questo importante per determinare le caratteristiche tecniche delle infrastrutture di ricarica. Si ritiene opportuno assumere nel caso specifico che gli utilizzatori riescano a soddisfare un requisito minimo di tempo di permanenza di almeno 2/3 ore. Tale considerazione consente di indirizzare la scelta verso sistemi di ricarica di potenza 7,4 – 11 kW e, pertanto, non sono state considerate le colonnine di ricarica in CC di tipo "fast". In particolare, la struttura della colonnina ipotizzata prevede n.2 prese T2 da 7,4 kW/cad come di seguito riportato. Sono inoltre stati presi in considerazione dei sistemi di tipo "Wall-Box" per l'installazione a parete, dotati di presa singola da 7,2 kW.



Colonnina di ricarica con n.2 prese T2 da 7,4 kW/cad

I benefici energetici, economici e ambientali sono stati valutati ipotizzando che il tempo medio di ricarica sia pari a 3 h/ciclo e che ogni colonnina eroghi giornalmente un ciclo di ricarica. Per il confronto, sono stati assunti i consumi tipici di veicoli elettrici (5 km/kWh) e di city car a benzina (18 km/litro). Per le emissioni di CO<sub>2</sub> è stato utilizzato il fattore di emissione della benzina fornito da ISPRA (APAT) secondo il metodo di calcolo IPCC pari a 3,1 kgCO<sub>2</sub>/kg di combustibile<sup>1</sup>.

Nella seguente analisi, si è ipotizzato che l'energia per la ricarica venga fornita dall'Università di Tor Vergata a titolo gratuito agli utenti, dal momento che la vendita di energia elettrica non è libera. Il beneficio economico è stato, pertanto, calcolato come costo di acquisto del carburante evitato dall'utente, cui è stato sottratto il costo di acquisto dell'energia elettrica da parte della facoltà. I principali parametri tecnico economici dell'intervento sono riassunti nella tabella seguente.

<sup>1</sup> APAT (ora ISPRA) – Analisi dei fattori di emissione di CO<sub>2</sub> dal settore dei trasporti.  
<https://www.isprambiente.gov.it/contentfiles/00003900/3906-rapporti-03-28.pdf>



Ubicazione	n.kit di ricarica	Costo investimento (€)	Beneficio energetico (tep/anno)	Beneficio economico (€/anno)	PBTs (anni)	Riduzione emissioni CO <sub>2</sub> (ton CO <sub>2</sub> /anno)
Macroarea di Ingegneria	2	15.000	3,35	4.558,4	3,3	4,5
Macroarea di Lettere e Filosofia	1	7.500	1,68	2.279,2	3,3	2,2
Facoltà di Economia	1	7.500	1,68	2.279,2	3,3	2,2
Rettorato	1	7.500	1,68	2.279,2	3,3	2,2
Facoltà di Medicina e Chirurgia	1	7.500	1,68	2.279,2	3,3	2,2
Macroarea di Scienze MM.FF.NN.	2	15.000	3,35	4.558,4	3,3	4,5
TOTALE	8	60.000	13,42	18.233,6	3,3	17,8

Intervento installazione punti di ricarica per veicoli elettrici: generalità e risultati conseguibili

### 4.3.3 Stimolo alla mobilità sostenibile

Il contributo dell'Ateneo agli obiettivi nazionali di efficienza energetica può essere incrementato anche mediante interventi nel settore dei trasporti come quello qui riportato e più in generale adottando misure che intervengano sinergicamente su diversi ambiti, nell'ottica di una mobilità sostenibile. In generale per *mobilità sostenibile* si intende un approccio orientato ad un sistema di trasporto ideale, di persone e di merci, che soddisfi le esigenze di spostamento o movimentazione garantendo contestualmente una buona qualità della vita e permettendo la riduzione dei consumi e dell'impatto ambientale. Volendo confrontare le diverse modalità di trasporto in termini di consumo energetico per la specifica finalità di trasporto, si può considerare, come indicatore, la quantità di energia consumata per trasportare l'unità (1 passeggero o 1 ton di merce) per una distanza di 1 km. Tale parametro risulta influenzato da diversi parametri:

- Rendimento di trazione veicolare;
- Capacità di trasporto per unità di peso del mezzo;
- Coefficiente di occupazione del mezzo.

In quest'ottica si evidenzia come i mezzi di trasporto collettivo risultino più efficienti di quelli privati: tra questi emerge il trasporto ferroviario che, oltre a garantire una elevata capacità di trasporto, avviene quasi completamente attraverso trazione elettrica con rendimenti molto più elevati rispetto a quelli della combustione.

### 4.3.4 Possibili sviluppi futuri

Il presente Piano si è focalizzato principalmente su interventi a breve termine ottenuti mediante l'installazione di Wallbox e Colonnine di Ricarica, tuttavia, volendo identificare un framework di ampio raggio sui possibili interventi in ambito di mobilità sostenibile, un approccio particolarmente apprezzato negli ultimi anni è rappresentato dal modello A-S-I (Avoid - Shift - Improve ovvero Evitare, Cambiare e Ottimizzare), sviluppato in Germania, il quale sintetizza le strategie di intervento in tre macro-categorie di azione, in grado di cogliere le molteplici sfaccettature della mobilità sostenibile:

- **AVOIDING**, ovvero ridurre la necessità di trasporto e la lunghezza dei percorsi da effettuare, ottimizzando la domanda di trasporto e favorendo l'utilizzo di sistemi di comunicazione. Ad esempio:





- favorire lo smart working, anche tramite l'implementazione della banda larga su tutto il territorio nazionale;
- stimolare la creazione di servizi on-line da parte di tutte le PA;
- ottimizzare la logistica di merci e servizi;
- **SHIFTING**, ovvero orientare gli utenti verso modalità di viaggio più efficienti e sostenibili. Ad esempio:
  - stimolare l'utilizzo del trasporto pubblico locale (TPL);
  - promuovere il car-sharing;
  - promuovere il car-pooling;
  - favorire lo shift modale e l'intermodalità nel trasporto di persone e merci;
  - promuovere soluzioni di condivisione anche per la logistica urbana;
  - favorire la mobilità su due ruote (cicli e motocicli);
- **IMPROVING**, ovvero aumentare le performance ambientali dei trasporti, intervenendo anche sulla tecnologia dei veicoli. Ad esempio:
  - favorire la sostituzione di vecchi veicoli con nuovi Euro 6 o con combustibili alternativi;
  - favorire lo sviluppo della mobilità elettrica, a gas (GNC/GPL), a idrogeno per il trasporto individuale e collettivo;
  - favorire l'adozione di combustibili alternativi per il trasporto merci (LNG per il trasporto pesante e marittimo, veicoli alimentati a combustibili alternativi per la logistica urbana).

Volendo riferirsi al modello suddetto per tracciare una possibile Road Map per il presente piano, oltre agli interventi suddetti e all'eventualità di estendere oltre il periodo dell'emergenza sanitaria l'erogazione, almeno parzialmente, dei corsi di laurea tramite piattaforme informatiche on-line, si potrebbero nel breve-medio termine cogliere altre opportunità di intervento come la possibilità di sperimentare sistemi di trasporto collettivo su base locale (bus elettrici o a idrogeno di proprietà dell'Ateneo, con percorsi stabiliti e con la possibilità di prenotare la postazione tramite app; car-sharing; car-pooling).

Tali tipologie di intervento rientrano tra le misure "comportamentali" che, tra l'altro, possono anch'esse accedere a forme di incentivazione come i Certificati Bianchi, nell'ambito dell'adozione di "sistemi di gestione efficienti".

#### **4.3.5 Linee guida per l'installazione di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici in attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco**

La legislazione europea, recepita nell'ordinamento giuridico nazionale, ha già da tempo avviato un processo finalizzato alla riduzione della dipendenza dei trasporti dal petrolio incoraggiando, con diversi atti normativi, lo sviluppo delle infrastrutture per i combustibili alternativi.

Le infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici non rientrano fra le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi ai sensi dell'Allegato I del D.P.R. n. 151 del 1 agosto 2011 "Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'articolo 49 comma 4-quater, decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122".

L'installazione di infrastrutture nuove di ricarica per veicoli elettrici presso un'attività soggetta al controllo dei VV.FF., realizzata secondo le indicazioni riportate nelle Linee guida emanate dal Ministero dell'Interno - Dipartimento dei vigili del fuoco, è considerata una modifica non rilevante ai fini della sicurezza antincendio e per essa si applicano le procedure di cui all'art. 4, comma 8 del D.M. 7 agosto 2012, prevedendo l'obbligo da parte del responsabile dell'attività dell'acquisizione immediata di tutta la documentazione atta a dimostrare la conformità dell'installazione stessa; tale modifica dovrà, successivamente, essere documentata al Comando dei vigili del fuoco competente in occasione del rinnovo periodico di conformità antincendio.

Le suddette Linee Guida regolamentano le infrastrutture per la ricarica conduttiva dei veicoli elettrici targati installate nell'ambito di attività, nuove o esistenti, soggette al controllo dei VVF, ai sensi del D.P.R. n. 151 del 1° agosto 2011.

Tra le definizioni fondamentali della citata Circolare si segnalano:



- **Modi di carica**

- Modo 1: collegamento del veicolo elettrico alla rete di alimentazione in c.a. utilizzando prese e spine normate fino a 16 A oppure ordinarie prese e spine per uso domestico o industriale oppure prese e spine speciali ma comunque conformi ad una norma internazionale IEC (ovvero un collegamento diretto del veicolo elettrico alle normali prese di corrente, senza l'inserimento di una Control Unit. Questo modo di ricarica è utilizzato per biciclette elettriche ma non per gli autoveicoli o gli scooter).
  - Modo 2: collegamento del veicolo elettrico alla rete di alimentazione in c.a. utilizzando prese e spine conformi ad uno standard IEC ma con corrente nominale fino a 32 A. È prevista una protezione supplementare garantita da un box di controllo (PWM – Pulse Width Modulation) collocato sul cavo tra il veicolo elettrico e la stazione di ricarica e contenente, oltre ai dispositivi per alcune funzioni di controllo, anche un differenziale da 30 mA (ovvero un sistema in cui il veicolo è collegato direttamente alla rete in c.a. ma è dotato di Control Unit PWM che garantisce la sicurezza delle operazioni durante la ricarica).
  - Modo 3: collegamento del veicolo elettrico alla rete in c.a. di alimentazione utilizzando apparecchiature di alimentazione dedicate installate permanentemente nell'impianto (stazioni di ricarica). La norma internazionale (attualmente CEI EN 61851-1) richiede un contatto pilota di controllo (PWM) tra il sistema di alimentazione e il veicolo elettrico con le seguenti funzioni:
    - verifica inserimento dei connettori,
    - verifica continuità del conduttore di protezione,
    - funzione di controllo attiva (ovvero un sistema di alimentazione dotato di connettori specifici e di Control Unit PWM di sicurezza).
  - Modo 4: è l'unico modo di carica che prevede il collegamento indiretto del veicolo elettrico alla rete in c.a. di alimentazione utilizzando un convertitore esterno (caricabatteria) e un conduttore pilota di controllo che si estende alle attrezzature permanentemente collegate alla rete. Con il modo la ricarica avviene in corrente continua fino a 200° alla tensione di 400V, e la ricarica del veicolo può avvenire in pochi minuti. In questo caso il caricabatterie non è più a bordo del veicolo ma nella stazione di ricarica.
- **Requisiti tecnici.** Gli obiettivi di sicurezza antincendio, ai fini della prevenzione incendi, per le infrastrutture di ricarica dei veicoli elettrici sono i seguenti:
    - limitare la probabilità di costituire causa di incendio o di esplosione;
    - limitare la propagazione di un incendio all'interno degli ambienti di installazione e contigui;
    - non rendere inefficaci le altre misure antincendio, con particolare riferimento agli elementi di compartimentazione, qualora presenti;
    - consentire agli occupanti di lasciare gli ambienti in condizione di sicurezza;
    - consentire alle squadre di soccorso di operare in condizioni di sicurezza;
    - essere disattivabili, o altrimenti gestibili, a seguito di incendio.

L'osservanza delle indicazioni di seguito riportate garantisce il raggiungimento degli obiettivi sopra citati; in alternativa dovrà essere effettuata una specifica valutazione del rischio incendio e/o esplosione da parte di un tecnico abilitato e dovranno essere adottate le conseguenti misure di prevenzione e protezione che garantiscano comunque il raggiungimento dei predetti obiettivi. Nella valutazione del rischio incendio e/o di esplosione deve essere tenuto in considerazione che alcune tipologie di batterie (esempio le batterie agli ioni di litio o polimeri di litio) non emettono gas durante la fase di ricarica. Gli elementi che costituiscono il sistema di ricarica dei veicoli elettrici devono essere progettati, realizzati e mantenuti nel rispetto della regola dell'arte. In particolare, si considerano a regola dell'arte le



stazioni di ricarica e i sistemi di connessione per veicoli elettrici che risultino conformi alle Norme CEI 64-8 parte 7, sezione 722, norme serie CEI EN 61851 e Norme serie CEI EN 62196.

- **Stazione di ricarica.** In via prioritaria, dovranno essere valutati i rischi da interferenza fra la stazione di ricarica ed altri impianti o depositi di materiali infiammabili e/o combustibili eventualmente presenti, come per esempio distributori di carburanti, al fine di individuare eventuali situazioni che possano comportare un aggravio del rischio di incendio, richiedendo l'adozione di ulteriori misure mitigative. Inoltre, la stazione di ricarica deve avere le seguenti caratteristiche:
  - essere dotata di un dispositivo di comando di sgancio di emergenza, ubicato in posizione segnalata ed accessibile anche agli operatori di soccorso, che determini il sezionamento dell'impianto elettrico nei confronti delle sorgenti di alimentazione. Qualora sia presente un comando generale di sgancio elettrico di emergenza a servizio dell'intera attività, tale comando deve agire anche sulla stazione di ricarica;
  - utilizzare un modo di carica Modo 3 o Modo 4;
  - essere dotata di estintori portatili idonei all'uso su impianti o apparecchi elettrici in tensione, in aggiunta a quelli già previsti, in ragione di uno ogni 5 punti di connessione o frazione, collocati in posizione segnalata, sicura e facilmente accessibile.

L'area in cui è ubicata la stazioni di ricarica ed i suoi accessori deve essere segnalata con idonea cartellonistica. Nel caso in cui il veicolo elettrico sia connesso al punto di carica utilizzando un cavo di alimentazione e un connettore mobile permanentemente fissati all'infrastruttura, nei pressi della stazione di ricarica deve essere riportato, con apposito cartello/etichetta, l'obbligo di ispezionare a vista il cavo prima di ciascun utilizzo. Nei luoghi con accesso del pubblico, ad integrazione dei controlli ordinari già previsti, tali ispezioni devono essere effettuate con cadenza settimanale da parte del gestore dell'attività soggetta, ed annotate su apposito registro dei controlli. I dispositivi di sezionamento di emergenza devono essere individuati con la segnaletica di sicurezza di cui al titolo V del D. Lgs. 81/2008.

- **Indicazioni per le autorimesse pubbliche** L'installazione delle infrastrutture di ricarica nelle autorimesse pubbliche, successivamente alla data di pubblicazione delle presenti Linee guida, deve essere prevista in un'unica area/settore. Qualora le autorimesse si sviluppino su più piani o siano suddivise in compartimenti, l'area/settore per l'installazione delle infrastrutture di ricarica deve essere localizzata nel piano e/o nel compartimento che possa garantire le condizioni migliori per l'operatività antincendio. Ad esempio, si deve privilegiare il piano di riferimento ovvero il piano fuori terra a quota inferiore ovvero il piano interrato a quota superiore.



## 5 Sistema informativo per il monitoraggio dei risultati ottenuti in ambito “Ambiente, energia e mobilità” e per la necessaria rendicontazione ai fini dell’ottenimento di incentivi

Ai fini di una corretta rendicontazione dei risultati ottenibili grazie agli interventi di riqualifica proposti è necessario adottare strumenti informatici adeguati alla gestione della grande mole di dati che i tanti interventi proposti andranno a generare. A tal fine si propone di sfruttare le potenzialità proprie del Sistema Informativo Gestionale già in uso presso l’Ateneo. Si riportano di seguito le principali funzionalità del Sistema con evidenza degli elementi che più hanno impatto sul tema monitoraggio dei risultati e relativa rendicontazione.

### 5.1 Piattaforma MyeFM per la Gestione

La Piattaforma myeFM è una soluzione configurata e sviluppata sulla base del framework offerto dal Sistema Informativo Archibus, prodotto di categoria COTS dalla ARCHIBUS Inc. (Boston, USA) leader nelle soluzioni di Asset Management da oltre 30 anni. È costituito da una suite completa ed integrata di moduli progettati per la gestione e la valorizzazione degli asset sia in ambito civile che industriale.

La soluzione proposta costituisce una Piattaforma di Governo e Controllo come strumento a supporto di tutti gli stakeholders coinvolti nella gestione dei servizi, degli immobili e degli asset ed è composta da una suite completa di strumenti progettati per la gestione delle consistenze gestite e il governo dei servizi erogati, in termini di monitoraggio e controllo delle attività e dei consumi in ambito di energy management.

Essa è già in uso presso l’Università di Tor Vergata come strumento per la gestione del nuovo rettore ed è nota all’Ufficio Tecnico e alle DDLL dell’Ateneo in quanto utilizzata anche in appalti inerenti le manutenzioni in relasee precedenti (Rekeep) e attuali (FM4).

L’Università di Tor Vergata ha acquistato le licenze dei moduli utili alla gestione, monitoraggio e valorizzazione descritti qui di seguito:

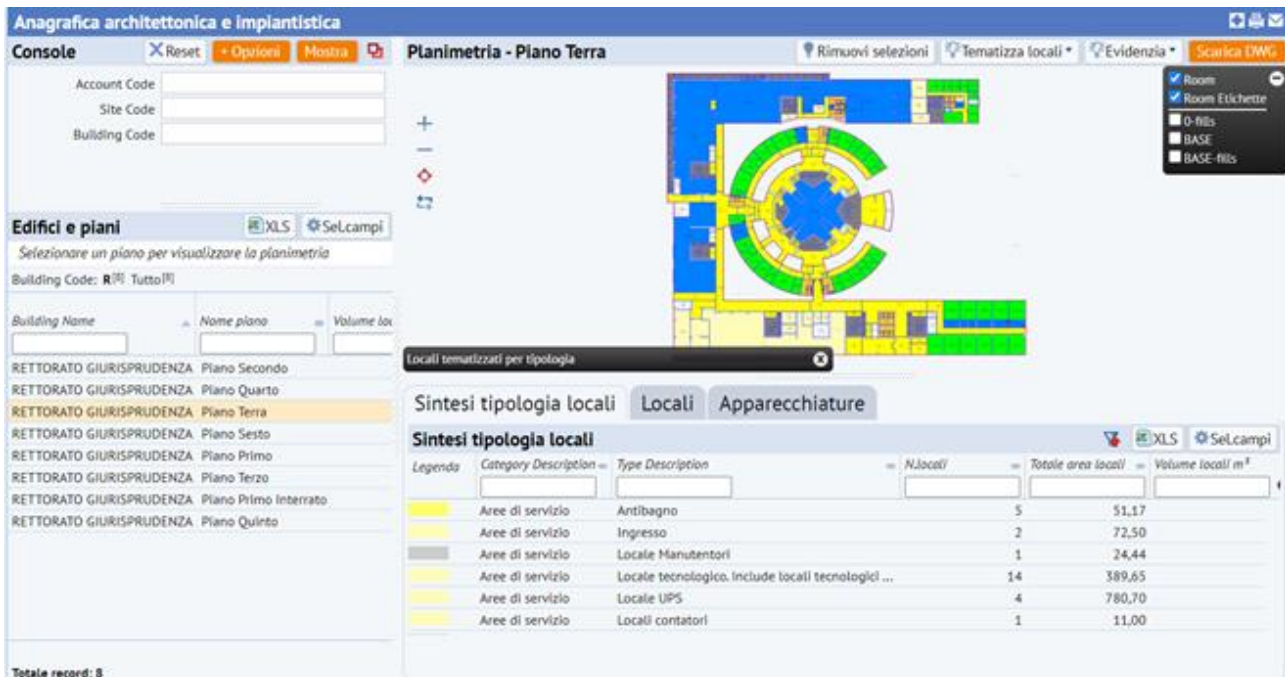
<b>Modulo</b>	<b>Descrizione</b>
<b>SPACE INVENTORY</b>	Gestione degli spazi con associazione delle destinazioni d’uso, integrazione nativa con Autodesk per il caricamento e l’aggiornamento delle planimetrie e degli asset.
<b>ON DEMAND WORK PREVENTIVE MAINTENANCE</b>	Gestione delle attività a richiesta, ticketing, gestione processo preventivazione e consuntivazione Gestione delle attività programmate, schedulazione dei piani di manutenzione.
<b>ENERGY MANAGEMENT</b>	Gestione dell’energia: attraverso l’attivazione di avvisi e la configurazione di report consente di monitorare e analizzare i costi energetici e aiuta a prendere importanti decisioni per una corretta gestione del sistema edificio-impianto.

Licenze in dotazione dell’Ateneo

#### 5.1.1 Space Inventory – Anagrafica degli Spazi

L’applicazione ARCHIBUS® Space Inventory fornisce una soluzione interamente Web-based per la rappresentazione e la gestione delle diverse tipologie di spazio di cui dispone un’organizzazione (ad esempio i confini, i locali e le aree comuni dei dipartimenti, i collegamenti verticali, le aree di servizio e altro ancora), in modo da garantire l’allocazione ottimale degli spazi; tutto ciò, unito alla possibilità di generare in autonomia la reportistica, permette di disporre di un efficace strumento di supporto alle decisioni.

La rappresentazione grafica, ad esempio, delle destinazioni d’uso direttamente in planimetria consente di visualizzare con colorazione differenti, su appositi layer delle planimetrie, la distribuzione delle stesse nei locali tracciati.



Esempio di interfaccia planimetrie Archibus

L'integrazione con Autodesk per mezzo della funzionalità di Overlay per Autocad permette di associare univocamente il dato alfanumerico ad entità grafiche, di inserire/modificare agevolmente le informazioni censite direttamente sul CAD piuttosto che da Database mantenendo il dato allineato.

Questo permette di avere una visione a 360° di ogni bene di proprietà. Attraverso il tracciamento degli asset, fino a risalire all'entità che ne è responsabile, al centro di costo/reparto che lo gestisce e/o alla posizione fisica in cui risiede, garantisce l'informazione sempre disponibile relativamente al suo valore, la posizione, l'uso, lo stato del ciclo di vita, e la condizione.

L'utilizzo di un unico sistema per la gestione dell'anagrafica e delle attività manutentive consente di interrogare direttamente dalle planimetrie gli elementi impiantistici e conoscere lo stato conservativo, gli ultimi interventi effettuati e gli interventi previsti a breve permettendo di:

- raccogliere ed organizzare in modo strutturato i dati relativi alle consistenze impiantistiche di tutti gli asset censiti (locali, impianti, macchine, componenti);
- registrare le attività manutentive del singolo componente su cui le stesse devono essere svolte (sia in pianificazione che a consuntivo) al fine di tracciare la "storia manutentiva" dell'impianto;
- semplificare le attività di invio e ricezione della documentazione relativa agli impianti attestante l'avvenuta manutenzione e la successiva firma da parte delle autorità di competenza;
- richiedere un intervento direttamente cliccando sulla planimetria la posizione e l'impianto interessato;
- associare i documenti relativi a garanzie, certificazioni, libretti, manuali degli impianti e archiviare gli stessi in formato .pdf al fine di consentire agli utenti abilitati di poterli visualizzare e scaricare.

### 5.1.2 On demand work – Gestione delle richieste di intervento

Il modulo On Demand Work permette la gestione di tutto il processo legato alle richieste di intervento manutentivo, dalla creazione della richiesta fino al suo completamento. La richiesta è inserita a sistema direttamente da chi ha riscontrato il guasto (se abilitato) o dal personale addetto a tale funzione (centrale di coordinamento) indicando:

- nome e numero di telefono del richiedente;
- localizzazione del guasto (edificio/piano/locale) con possibilità di selezione direttamente su planimetria;
- tipologia di problema riscontrato e descrizione dello stesso;
- livello di priorità dell'intervento in accordo con il richiedente, e sulla base degli SLA predefiniti.



È possibile classificare la richiesta tra canone od extracanone ed eventualmente attivare il processo di preventivazione.

Una volta registrate le informazioni necessarie, il sistema informativo genera un ticket per indicare la presa in carico della richiesta da parte del manutentore.

Ad ogni richiesta gestita può essere associato uno stato per consentire l'opportuna gestione e monitoraggio dello stato di avanzamento.

Per ogni intervento a guasto saranno visibili le tempistiche di sopralluogo e di ripristino oltre che il tipo di attività eseguita e l'elemento/componente sul quale è stata effettuata. Il tracciamento delle informazioni consente di creare una "storia" dell'elemento/componente e di ottenere report relativi ai costi legati a quel singolo elemento/componente, al numero di interventi effettuati, etc.

Il Sistema ARCHIBUS® consente la gestione dei livelli di servizio legati ad un qualsiasi tipo di intervento manutentivo. È possibile definire il livello di servizio associato ad ogni intervento, inserendo le specifiche legate al livello di servizio per esempio, qualifica/tipo di addetto, tipo di problema, luogo in cui deve essere eseguita l'attività, componente interessata. Successivamente è possibile definire il flusso di lavoro/approvativo (work flow) da seguire, e impostare gli orari di inizio e fine, i tempi di risposta e completamento, giorni in cui svolgere l'attività (lun-ven o h24).

ARCHIBUS® consente anche la gestione delle richieste di intervento extracanone e quindi tutto il ciclo di preventivazione e consuntivazione. A partire dall'emissione della richiesta (registrata a sistema) il sistema avvierà il processo ad essa associato:

- generazione del preventivo con indicazione dei costi della manodopera e delle parti di ricambio (con la possibilità di scegliere il listino prezzi di riferimento precaricato),
- approvazione del preventivo: la proposta di preventivo è inviata automaticamente tramite e-mail a tutte le parti coinvolte per l'approvazione),
- archiviazione del documento,
- emissione del consuntivo (con la possibilità di fornire informazioni quali ad esempio costi effettivi, ricambi sostituiti, componente impiantistica o architettonica interessata e eventuale materiale tecnico a corredo).

Sarà inoltre possibile definire i tempi di esecuzione (cronoprogramma), le risorse necessarie per lo svolgimento delle attività e caricare a sistema i prezziari di riferimento della Committenza. Tutte le informazioni verranno inserite nel Sistema, sia tramite portale web che tramite applicazione mobile.

Una volta definite le attività extra-canone, sarà possibile visualizzarne il dettaglio, completo di descrizione dell'intervento.

In qualsiasi momento accedendo al sistema sarà possibile conoscere lo stato della richiesta (assegnata a sopralluogo, in attesa di preventivo, etc.) e sarà possibile definire in step successivi lo stato di avanzamento dei lavori, indicando la percentuale di lavoro svolto fino a quel momento. L'utente potrà visualizzare tramite report tutti i SAL precedentemente inseriti a sistema, i vari importi nonché i periodi di riferimento: in questo modo potrà avere una panoramica dettagliata dello stato di avanzamento dei lavori.

Al termine di ogni intervento sarà possibile generare il Consuntivo relativo al lavoro svolto con aggiornamento automatico del Sistema Informativo, consultabile in tempo reale. I consuntivi potranno essere aggregati in report per settimana, mese, anno. In tal modo il sistema informativo permetterà la visualizzazione del quadro completo delle attività svolte, tenendo traccia di tutti i passaggi effettuati.

### 5.1.3 Preventive Maintenance – gestione della manutenzione programmata

Il modulo Preventive Maintenance consente di gestire le attività di manutenzione, in quanto supporta il processo in tutte le sue fasi:

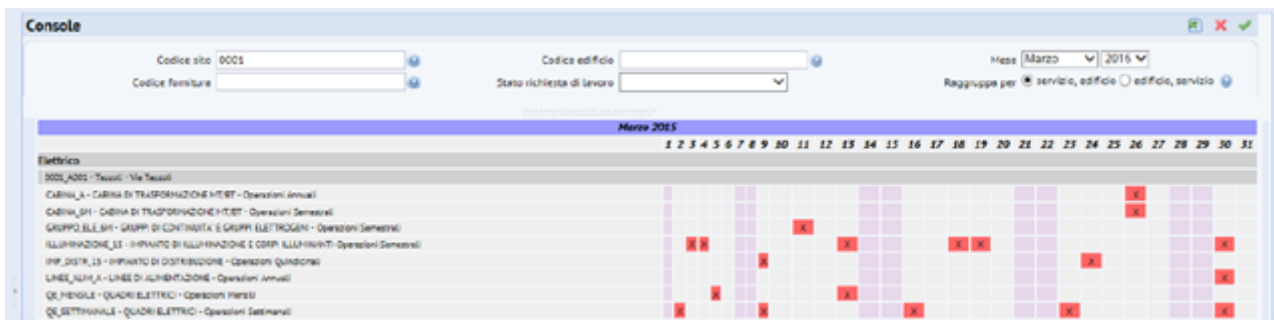
- pianificazione e programmazione degli interventi di manutenzione;



- gestione dell'esecuzione degli interventi;
- monitoraggio continuo e in tempo reale dello stato di avanzamento del programma di manutenzione tramite portale web (quanti e quali interventi sono stati effettuati e quali sono in programmazione, quanti e quali sono ancora aperti, quali sono gli elementi interessati, il personale incaricato all'esecuzione, le procedure di sicurezza da seguire, etc.);
- rendicontazione e verifica dell'esecuzione del programma;

La pianificazione parte dalla definizione di tutti gli interventi previsti ai quali è possibile associare le singole fasi della procedura da seguire, i tipi di strumenti da impiegare, eventuali parti di ricambio necessarie, i tempi ed i costi unitari associati.

Una volta definiti gli interventi, essi saranno schedulati secondo quanto previsto dal piano manutentivo, impostando per ognuno le date di inizio previste e la frequenza delle attività. In tal modo il sistema genera il Programma di Manutenzione consentendone la gestione per tipologia di elemento, inserendo il ciclo di lavoro necessario con l'elenco delle attività che devono essere eseguite per quella tipologia scelta. Il sistema sarà in grado, quindi, sulla base della frequenza di manutenzione e delle date, di creare i programmi di manutenzione per singola attività con dettaglio giornaliero.



Esempio di programma di manutenzione

### 5.1.4 Energy Management

L'obiettivo di questo modulo è monitorare il consumo di energia e i costi relativi alle utenze (elettricità, gas, acqua) al fine di ridurre al minimo le spese annuali.

Questo tipo di monitoraggio è attuabile attraverso un set di funzionalità che permettono:

- il caricamento dei dati di fatturazione utilizzando i connettori ARCHIBUS
- il tracciamento delle discrepanze di fatturazione
- l'analisi di regressione meteorologica e i report analitici dei consumi e degli indicatori scelti
- l'inserimento delle informazioni del contratto e delle tariffe dei fornitori (utility)
- la divisione proporzionale e aggregazione delle fatture in modo che si adattino alle linee guida per l'inserimento dei dati.

Attraverso funzionalità che permettono l'associazione dei connettori Archibus ai fornitori di utenza e tipo di fattura è possibile

- importare i dati di fatturazione direttamente da una fonte elettronica
- ridurre il rischio di errori, la complessità e il tempo associati all'inserimento manuale dei dati delle bollette
- caricare la fatturazione in modo tempestivo consentendo un'analisi più rapida delle tendenze attuali
- ottenere ulteriore risparmio sui costi individuando gli errori prima e identificando più rapidamente i siti più energivori



L'import dei dati di fatturazione in modalità automatica è ottenibile attraverso l'uso di file EDI, standard industriale utilizzato dalle società di servizi pubblici per la trasmissione di bollette elettriche. Tipicamente il consumatore negozia un metodo di trasferimento (es. ftp) e l'utility fornisce una descrizione del formato del file, leggibile e importabile tramite connettore ARCHIBUS.

In alternativa i dati di bolletta possono essere importati manualmente.

Sono attivi degli alert che calcolano e segnalano puntualmente discrepanze sulle righe di dettaglio e sul totale di bolletta in consumo e in domanda.

L'applicazione di gestione dell'energia include i seguenti report per il ruolo di Energy Manager/ direttore degli impianti.

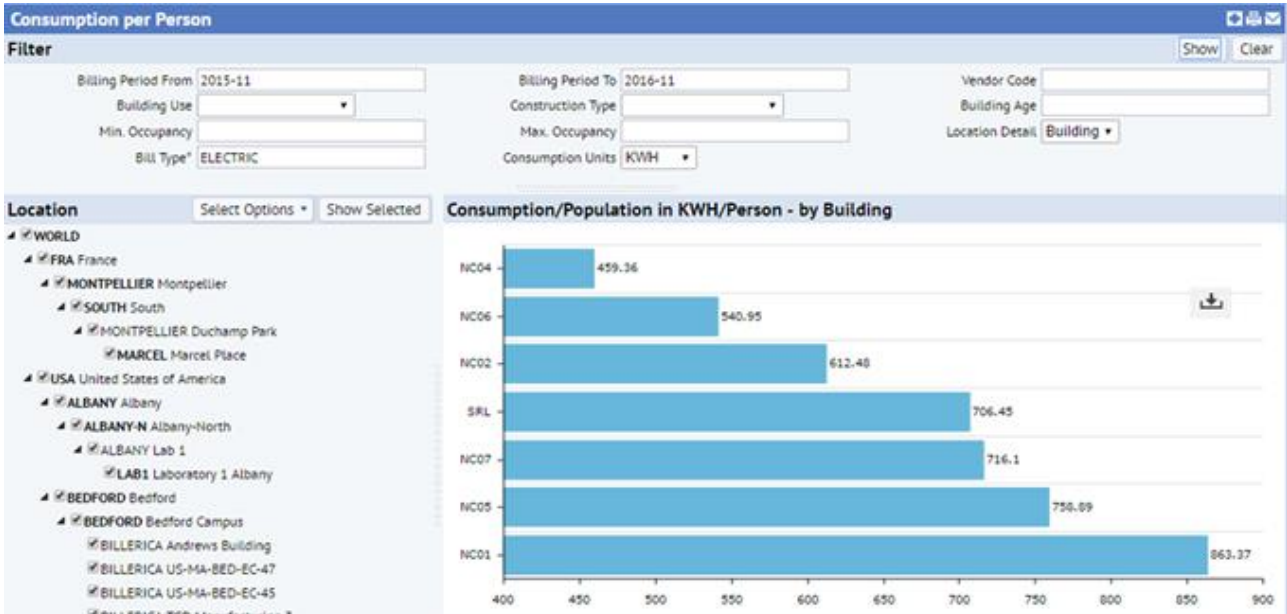
- Rapporto sul flusso di cassa
- Confronto dei costi anno dopo anno
- Cost per Area per location multiple
- Consumo per persona
- Confronto dei consumi: Corrente vs Precedente
- Riepilogo da inizio anno.
- Riassunto annuale elettrico
- Costo ed utilizzo
- Prorateizzazione delle bollette di utility
- Scenari
- Analisi dei contatori nel tempo
- Analisi dei contatori per posizione
- Mappa tematica energetica

Di cui si riporta qualche esempio di seguito:

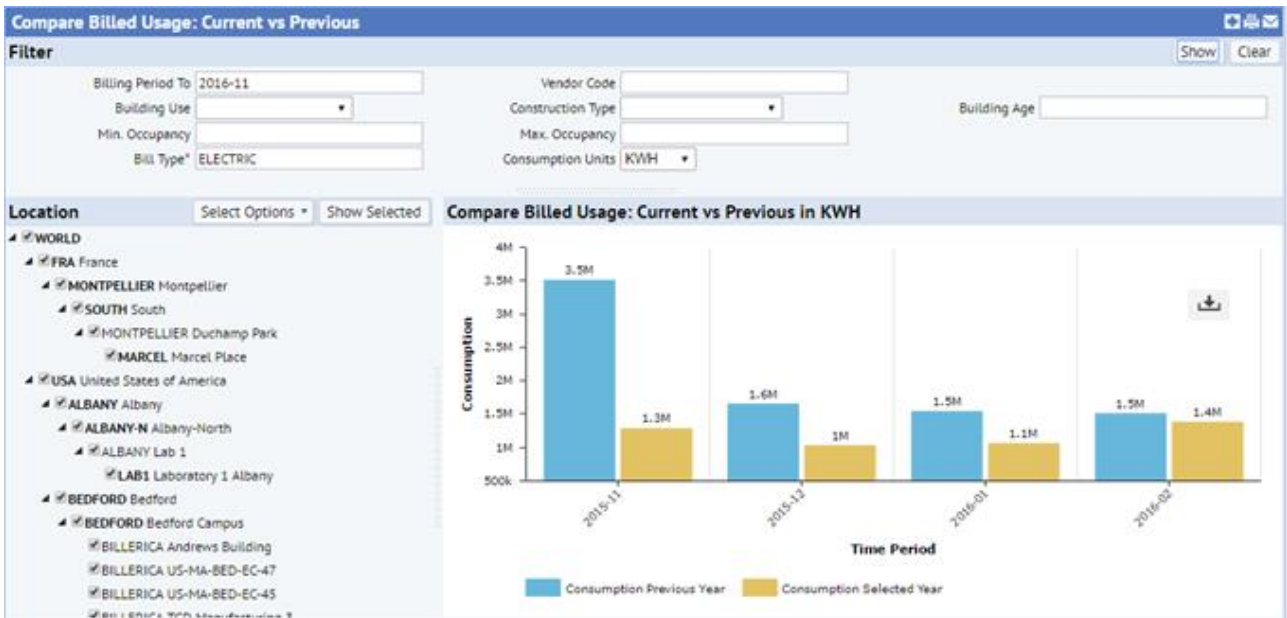


Confronto dei costi annuale

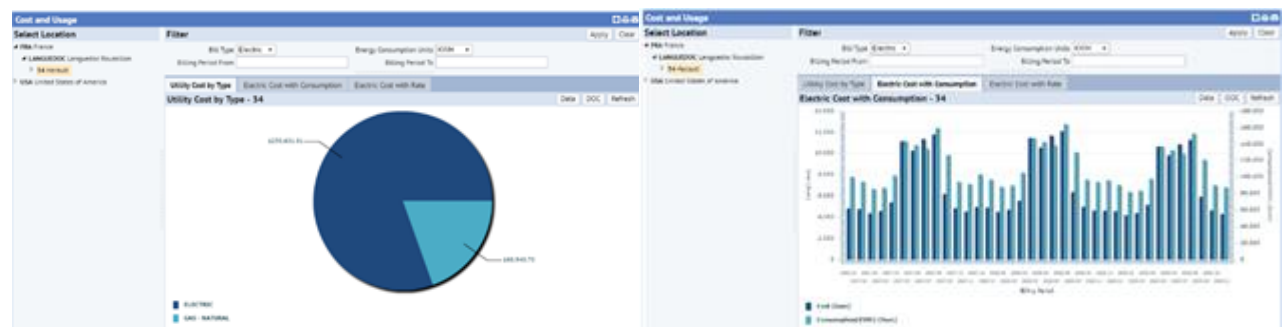




Consumo per persona



Confronto dell'utilizzo fatturato (corrente vs precedente)



Costo e utilizzo



Analisi dei contatori

## 5.2 Vantaggi delle specifiche funzionalità di monitoraggio

Come già anticipato, la soluzione myeFM nota ed utilizzato presso l'Ateneo, è nativamente scalabile ed integrabile, pertanto ha caratteristiche che permettono di creare un repository delle informazioni gestite in passato relativamente a tutti i processi governati tramite sistema informativo ed in particolare, guasti e consumi.

La piattaforma, alimentata con il dato storico e attraverso l'integrazione del sistema attualmente in uso per la convenzione Consip FM4, attraverso l'integrazione con i dati provenienti dai diversi sistemi di BMS utilizzati dall'Università di Tor Vergata, alimentato dagli utenti dell'Ateneo risulterà quindi completo di tutto il set di informazioni necessarie ad analisi evolute e specifiche atte ad agevolare il monitoraggio delle principali categorie energivore e ad effettuare mirate valutazioni in termini di efficientamento e risparmio energetico.

La piattaforma inoltre costituisce un efficace strumento in ambito decisionale, poiché attraverso la scelta di indicatori specifici per categorie di impianti, opportunamente calati sulle specifiche esigenze di un immobile o di un gruppo di immobili, di un intero Ente, è possibile individuare univocamente il/i componente/i più critico/i e valutare i necessari investimenti.

La particolare versatilità del sistema permette di sviluppare e integrare un set di dashboard che, costantemente alimentate dai dati disponibili, elaborati secondo appositi algoritmi, presentano un quadro esaustivo dei risparmi (TEE) conseguiti e dell'efficienza dei sistemi edificio/impianto, nonché dell'impatto che le attività dell'Ateneo producono in ambito "Ambiente, energia e mobilità".

## 5.3 Monitoraggio della Power Quality sulle cabine elettriche

Al fine di migliorare le performance complessive degli impianti in termini di continuità di esercizio si è evidenziata la necessità di incrementare il patrimonio conoscitivo in termini sicurezza dell'alimentazione elettrica in particolar modo relativamente alle consegne in media tensione delle Facoltà.

### 5.3.1 Qualità dell'energia elettrica

La qualità dell'energia elettrica può essere definita come assenza di interruzioni, sovratensioni e deformazioni prodotte da armoniche, variazioni più o meno pronunciate o addirittura di veri e propri black-out della tensione di fornita all'utente. Rientrano nell'ambito della qualità dell'alimentazione tutto quanto attiene alla stabilità della tensione, della frequenza e in generale alla continuità del servizio elettrico. È stato inoltre appurato che uno dei



problemi più comuni che provoca dissipazione di energia elettrica nelle utenze è proprio la qualità dell'alimentazione in quanto influenza l'efficienza delle apparecchiature elettriche collegate alla rete. Attualmente il tema della qualità dell'energia è particolarmente sentito. Negli ultimi anni questa attenzione è andata via via crescendo a causa dell'aumento del numero di carichi distorti nei sistemi di distribuzione, che da soli risultano essere una delle cause principali di degrado della qualità dell'alimentazione.

### **5.3.2 Disturbi delle reti elettriche**

L'energia elettrica viene fornita sotto forma di un sistema di tensione trifase di natura sinusoidale. Ci sono quattro parametri che caratterizzano l'onda di tensione e che consentono di misurare il suo grado di purezza: Frequenza; Ampiezza; Forma; Simmetria. Le centrali elettriche producono un'onda sinusoidale di 50 cicli al secondo praticamente perfetta, quindi, dal punto di vista della fornitura al cliente, i parametri citati sono considerati costanti nella generazione. Tuttavia, nel processo di trasporto e distribuzione di energia dalle centrali elettriche ai punti del consumo finale, che avviene attraverso le reti elettriche, queste grandezze subiscono alterazioni che possono interessare determinati utenti. Queste alterazioni hanno origine negli impianti elettrici stessi come conseguenza di manovre, guasti, ecc. oppure nei fenomeni naturali quali ad esempio le scariche atmosferiche oltreché nel normale funzionamento di alcuni raddrizzatori a ponte, forni ad arco, ecc. La completa eliminazione di questi fenomeni è pressoché impossibile. Pertanto, è necessario adattare i carichi, al fine di ridurre al minimo le emissioni che possono influenzare il funzionamento di altri carichi, nonché ridurre il più possibile le ripercussioni che queste alterazioni potrebbero avere sul loro normale funzionamento.

### **5.3.3 Necessità di monitoraggio della *Power Quality***

Le alterazioni della Qualità dell'Alimentazione, come visto, possono essere causa di danneggiamento alle apparecchiature, aumento dell'usura e generalmente anche di riduzione del rendimento di tutti gli utilizzatori installati presso le reti degli Utenti. Benché esistano soluzioni per ridurre l'effetto dei disturbi di tensione sugli utilizzatori l'eliminazione completa di tali disturbi non è possibile, quantomeno diventa sempre più difficile quanto più cresce l'Utenza connessa in rete. Poiché quindi non è pensabile di annullare tali disturbi si suggerisce quantomeno di effettuare un monitoraggio continuo e costante di tali parametri al fine di quantificare la reale consistenza di tali fenomeni per approntare soluzioni più o meno consistenti.

Da analisi effettuate sugli impianti dell'Ateneo è stata evidenziata la possibilità di un Up-Grade dei Sistemi di Monitoraggio dell'energia elettrica già in essere. Attualmente l'Ateneo dispone infatti di una fitta rete di contatori di energia elettrica sugli edifici dell'Università attraverso la rete di sensori Energy Team. Il Sistema, che dispone anche di una reportistica su Cloud, monitora il consumo elettrico su tutti i punti di consegna energia (POD) dell'Ateneo. Per la parte di media tensione, che come visto rappresenta oltre il 90% dei consumi dell'Ateneo, sarebbe possibile implementare una soluzione integrativa rispetto a quanto già in essere con una spesa minima. La soluzione individuata prevede il ricorso a moduli integrativi Energy Team (X-Meter) dotati di funzioni specifiche per la *Power Quality* che permettano il monitoraggio di dettaglio di tutti i parametri caratteristici associati alla Qualità dell'Alimentazione. La spesa prevista è stata stimata in circa 40.000 €.



## 6 Contributo dell'Ateneo agli SDGS in ambito "Ambiente, Energia e Mobilità"

Nel settembre 2015 più di 150 leader internazionali si sono incontrati presso le Nazioni Unite per contribuire allo sviluppo globale, promuovere il benessere umano e proteggere l'ambiente.

In particolare, la comunità degli Stati ha approvato l'Agenda 2030 per uno sviluppo sostenibile, i cui elementi essenziali sono i 17 obiettivi di sviluppo sostenibile (OSS/SDGs, Sustainable Development Goals) e i 169 sotto-obiettivi (o target). Tali obiettivi e relativi target mirano a porre fine alla povertà, a lottare contro l'ineguaglianza e allo sviluppo sociale ed economico. Inoltre, affrontano aspetti di fondamentale importanza per lo sviluppo sostenibile come la lotta ai cambiamenti climatici e la tendenziale costruzione di società pacifiche entro l'anno 2030.

Lo sviluppo sostenibile in generale può essere definito *come uno sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle future generazioni di soddisfare i propri bisogni*. Per raggiungerlo è necessario innanzitutto armonizzare tre elementi fondamentali: la crescita economica, l'inclusione sociale e la tutela dell'ambiente.

I 17 SDGs consentono un'estensione della visione di insieme sui tre elementi fondamentali e sono stati definiti secondo un approccio universalistico.

Il Dipartimento delle Nazioni Unite per la Pubblica Informazione, inoltre, ha indicato una metodologia alternativa di interpretazione degli SDGs mediante le cinque P dello Sviluppo Sostenibile: Persone, Pianeta, Partnership, Pace, Prosperità.

In linea con la propria visione e missione a favore dello Sviluppo Sostenibile, dal 2017 l'Università di Tor Vergata pubblica annualmente il Rapporto di Sostenibilità.

In particolare, nel *"porre le 5P dell'Agenda 2030 al centro di tutte le dimensioni operative"* e nell'impegno *"ad alimentare un circolo virtuoso che coniughi i principi di sostenibilità economica, sociale, ambientale ed istituzionale con la creazione di valore a beneficio degli stakeholder, del territorio e delle comunità di riferimento"*, secondo un approccio integrato l'Università di Tor Vergata ha indicato nel Rapporto di Sostenibilità 2019 diverse leve di contributo allo sviluppo sostenibile, che consentano di tradurre i 17 SDGS in assi portanti del Piano delle Performance:

- Offrire formazione di eccellenza e ricerca all'avanguardia;
- Attrarre attori chiave e sviluppare partnership a livello nazionale ed internazionale, lavorando a stretto contatto con gli altri agenti di sviluppo sul territorio;
- Valorizzare e coinvolgere le risorse umane;
- Tutelare e rispettare l'ambiente;
- Garantire una gestione etica e trasparente;
- Puntare alla sostenibilità economica.

Tali leve sono state sintetizzate nel Rapporto di Sostenibilità, come di seguito rappresentato, secondo le seguenti 5 dimensioni:

1. Didattica;
2. Ricerca;
3. Terza Missione;
4. Organizzazione;
5. Internazionalizzazione.





Lo scopo dell'analisi è di illustrare le opportunità che l'Università di Tor Vergata può perseguire mediante l'attuazione del Piano per l'Energia, l'Ambiente e la Mobilità Sostenibili, valutando gli impatti positivi che i diversi progetti possono garantire nel raggiungimento di uno o più degli SDGS.

A partire dai 169 target e strumenti di attuazione previsti nel *Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development*, quelli principalmente interessati dallo sviluppo dei progetti del presente Piano sono i seguenti:



Le analisi qualitative e quantitative condotte in relazione ai suddetti SDGs ed ai relativi target sono delineate nel Piano a medio/lungo termine.



## 7 Allegati

Si riportano di seguito gli allegati al documento, in parte riportati nel documento ed in parte in file dedicati:

- Allegato 1: Metodologia di calcolo dell'Inventario delle Emissioni;
- Allegato 2: Vantaggi derivanti dalla modellizzazione energetica del sistema edificio-impianto

### 7.1 Allegato 1: Metodologia di calcolo dell'Inventario delle Emissioni

Di seguito la metodologia di calcolo dell'Inventario delle Emissioni ed i parametri di riferimento utilizzati:

Inventario delle Emissioni di CO <sub>2</sub> - Tor Vergata					
1. Anno dell'Inventario	2020				
2. Linee guida	RUS				
3. Reporting	GRI				
Fattore di Emissione legato al consumo di energia elettrica [gCO <sub>2</sub> /kWh]					
Perdite di rete	18.5	Tabella 1.2 – Dati di produzione e consumo di energia elettrica (TWh).			
Energia richiesta:	319.6	Tabella 1.2 – Dati di produzione e consumo di energia elettrica (TWh).			
Emis.tot.prod.EE (MtCO <sub>2</sub> /anno)	96.4	Tabella 2.1 – Emissioni di anidride carbonica dal settore termoelettrico per combustibile (Mt CO <sub>2</sub> ). ISPRA 2020			
Prod.dest.cons(TWh/anno)	301.1	Tabella 1.2 – Dati di produzione e consumo di energia elettrica (TWh). ISPRA 2020			
% Perdite	5.78	Calcolato			
% Perdite(MT)	3.8	ARERA: Consultazione 202/2015/R/eel. <a href="https://www.arera.it/it/schedetecniche/15/202-15st.htm">https://www.arera.it/it/schedetecniche/15/202-15st.htm</a>			
% Perdite(BT)	10.4	ARERA: Consultazione 202/2015/R/eel. <a href="https://www.arera.it/it/schedetecniche/15/202-15st.htm">https://www.arera.it/it/schedetecniche/15/202-15st.htm</a>			
FE consumo EE	339.83				
Fattore di Emissione legato al consumo di Gas [kgCO <sub>2</sub> /kWh]					
FE GAS, Fdhco2(gCO <sub>2</sub> /anno)	1984	Tabella parametri standard nazionali Coefficienti utilizzati per l'inventario delle emissioni di CO <sub>2</sub> nell'inventario nazionale UNFCCC (media dei valori degli anni 2017-2019). Tali dati possono essere utilizzati per il calcolo delle emissioni dal 1 Gennaio 2020 al 31 Dicembre 2020			
Emissioni legate ad EE → Ee = A · Fee					
Energia Elettrica					
FEE = fattore di emissione dell'inquinante legato a EE (gCO <sub>2</sub> /kwh);	339.83	Fattore di Emissione dell'inquinante legato all'EE			
A1 = indicatore dell'attività (kwh/anno)	802.000	Quantità prodotta, consumo di combustibile Utenze BT			
A2 = indicatore dell'attività (kwh/anno)	16.667.372	Quantità prodotta, consumo di combustibile Utenze MT			
EE MT (TONCO <sub>2</sub> /anno)	6114.52	EE BT (TONCO <sub>2</sub> /anno)	315.187	EE (totale)(TONCO <sub>2</sub> /anno)	6429.710



Inventario delle Emissioni di CO <sub>2</sub> - Tor Vergata			
Emissioni legate al Gas -> E <sub>gas</sub> = A · F <sub>gas</sub>			
GAS			
F <sub>gas</sub> = fattore di emissione dell'inquinante legato al gas (gCO <sub>2</sub> /kwh);	1984	Fattore di Emissione dell'inquinante legato al gas	
A = indicatore dell'attività (KWh/anno)	598.606	Quantità prodotta, consumo di combustibile	
GAS (gCO <sub>2</sub> /anno)	1187634 304	GAS (tonCO <sub>2</sub> /anno)	1309,143

## 7.2 Allegato 2: Vantaggi derivanti dalla modellizzazione energetica del sistema edificio-impianto

La modellazione energetica in regime dinamico è attualmente il metodo più accurato ed efficace per la valutazione delle prestazioni di un edificio. Essa tiene conto di molteplici fattori quali condizioni meteorologiche reali, caratteristiche strutturali ed impiantistiche, effettiva fruizione dell'immobile da parte del personale ed elementi comportamentali. Ciò si traduce in una simulazione realizzata attraverso tool specifici, che consentono di individuare le migliori soluzioni in termini di efficientamento energetico e gestionale.

Esistono numerosi software e metodologie di valutazione, ciascuna caratterizzata da un diverso grado di accuratezza. Lo studio del comportamento dell'immobile e dei consumi ad esso associati costituiscono la base per la predisposizione di piani di intervento mirati all'*energy saving*.

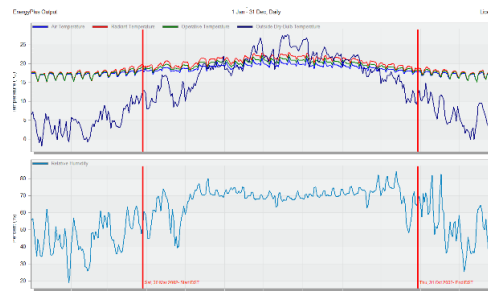
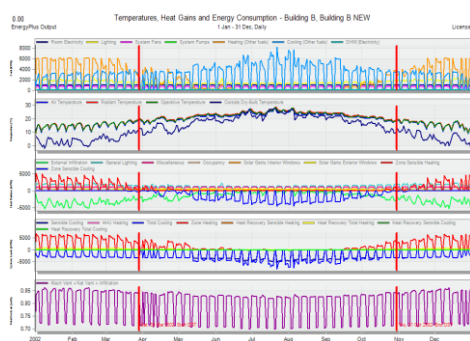
Ad oggi, parallelamente alla modellazione energetica, vi è un ulteriore metodo di calcolo previsionale, utilizzato per la redazione del presente documento: l'analisi *data-driven*, che verrà dettagliata di seguito.

- **Modellazione energetica**

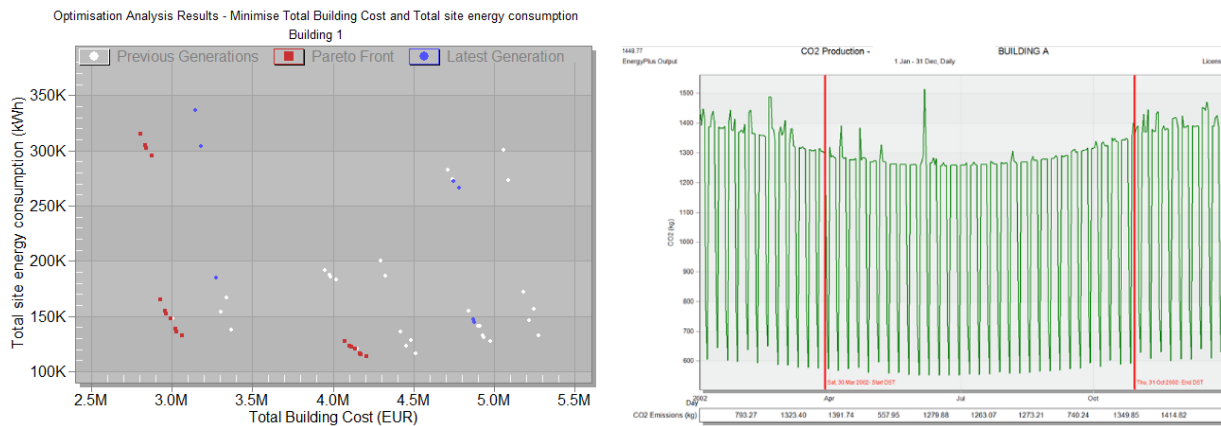
Nota anche come "White-box Model", si basa principalmente sull'analisi termodinamica, al fine di svolgere dettagliate modellazioni e simulazioni di processi fisici/termici di strutture ed apparecchiature, ottenendo così il consumo energetico corrispondente per eseguire analisi correlate. Tale metodologia è stata ampiamente trattata e sviluppata negli ultimi decenni; i software di simulazione, infatti, hanno un'elevata precisione e complessità e sono continuo oggetto di ricerca e perfezionamento, come Energyplus®, sviluppato dal U.S. Department of Energy.

Attraverso la simulazione energetica è possibile dunque valutare:

- Consumi energetici;
- Emissioni di CO<sub>2</sub>;
- Comfort ambientale (indici PMV e PPD);
- Condizioni di illuminazione diurna;
- Analisi di Pareto (CO<sub>2</sub>-costi, Energia-costi ecc.);
- Indicatori previsti da ASHRAE e GRI.



Esempi di risultati di simulazione dinamica (Energyplus)



Esempi di analisi di Pareto (Costi-Energia, emissioni di CO<sub>2</sub>)

- **Building Information Modeling – simulazione BIM**

Nel corso degli anni si è assistito ad un continuo sviluppo della tecnologia BIM ed alla sua combinazione con le simulazioni energetiche. Grazie alla creazione del “gemello digitale”, l’approccio BIM consente di costruire uno spazio virtuale rispondente alla realtà. La simulazione dinamica è un ulteriore strumento di analisi; sulla base del modello BIM in termini di spazio fisico digitale, e quindi grazie alla facilità di inserimento, trasmissione e modifica di dati, è possibile creare una connessione con il reale attraverso l’utilizzo di software di modellazione energetica.

Esistono anche software di simulazione in regime stazionario di più facile utilizzo, come TERMO®. La loro precisione di calcolo non è così elevata come quella di un tool predisposto per modellazioni dinamiche, ma possono comunque consentire di ottenere risultati accurati e generare rapidamente report per APE ed audit energetici previsti da normativa.

- **Analisi data-driven**

Questo metodo si basa sulla disponibilità di una grande quantità di dati di monitoraggio storici esistenti; attraverso un approccio statistico e ad un’analisi approfondita di questi è possibile ricavare i dati necessari per lo studio e la previsione del consumo energetico. Tale approccio è di recente applicazione ed è in continuo perfezionamento grazie allo sviluppo di algoritmi di apprendimento automatico. La maggiore rapidità di elaborazione rispetto alla simulazione dinamica e la versatilità dell’approccio offrono molteplici possibilità di applicazione per differenti output di analisi richiesti.

Ognuno di questi metodi presenta vantaggi e svantaggi. La simulazione energetica richiede una base dati dettagliata del sistema edificio-impianto ed esperienza nell’elaborazione degli stessi da parte del professionista. Il metodo data-driven, invece, risulta di più facile applicazione e si basa su requisiti meno stringenti, ma richiede la disponibilità di un esteso patrimonio informativo ed algoritmi maturi. In molti casi si preferisce ricorrere alle sole simulazioni dinamiche, poiché in assenza di una considerevole base dati e di piattaforme di gestione di questi, non è possibile ottenere dei risultati accurati con l’approccio data-driven.





## **8 Bibliografia**

### **Bibliografia Inventario delle Emissioni**

*Global Reporting Institute (GRI)*

*Linee guida operative per la redazione degli inventari delle emissioni di gas serra degli Atenei italiani - RUS*

*GHG Protocol*

UNI EN ISO 14064 - Gas ad effetto serra

Parametri del MATTM (*Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare*)

Dati da Inventario UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*)

Report annuali ISPRA

### **Bibliografia relamping e controllo dell'Illuminazione**

UNI EN 12464 – Illuminazione dei luoghi di lavoro

UNI EN 15232 – Prestazione energetica degli edifici. Incidenza dell'automazione, della regolazione e della gestione tecnica degli edifici

### **Bibliografia revamping impianti e gruppi frigo**

*Certificati Bianchi – Guida operativa – Gestore dei Servizi Energetici*

### **Bibliografia Interventi di mobilità sostenibile**

*Certificati Bianchi – Documento di consultazione – Guide Settoriali – Il settore dei Trasporti – 2020 – Gestore dei Servizi Energetici*

*La produzione dell'idrogeno mediante elettrolisi – Alfonso Pozio, Alessia Cemmi ENEA - Unità Tecnica Fonti Rinnovabili Santa Maria di Galeria (Roma)*

*Electrolyser EL 2.1 – Datasheet - Enapter*

*PRIORITÀ PER LO SVILUPPO DELLA FILIERA IDROGENO IN ITALIA –Strumenti di Supporto al Settore Idrogeno – Fase 1 - Report H2IT Associazione Italiana Idrogeno e Celle a Combustibile*

*La posizione delle aziende e dei centri di ricerca per lo sviluppo di una strategia italiana idrogeno e celle a combustibile Sviluppo coerente di imprenditoria e impatto nel contesto Nazionale - POSITION PAPER H2IT Associazione Italiana Idrogeno e Celle a Combustibile*

*Piano nazionale di sviluppo – Mobilità Idrogeno Italia – 2019 - H2IT Associazione Italiana Idrogeno e Celle a Combustibile*

### **Bibliografia Wallbox e colonnine di ricarica**

Circolare n.2/2018 - Linee Guida per l'installazione di infrastrutture per la ricarica dei veicoli elettrici – Ministero dell'interno; Dipartimento dei Vigili del Fuoco, del Soccorso Pubblico e della Difesa Civile; Direzione centrale per la prevenzione e sicurezza tecnica – 5 novembre 2018

Analisi dei fattori di emissione di CO<sub>2</sub> dal settore dei trasporti; Metodo di Riferimento IPCC, modello COPERT ed analisi sperimentali – APAT / ISPRA - 2003

### **Bibliografia Incentivi**

*Le Agevolazioni fiscali per il risparmio energetico – aggiornamento marzo 2019 – Agenzia Entrate*



*Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR Italy) e tabelle con proposte investimenti per finanziamento a valere su programmazione complementare al PNRR – Presentazione al Consiglio dei Ministri – 23 aprile 2021 – Ministero dell'Economia e delle Finanze*

*Allegato al Decreto Direttoriale 30 aprile 2019 – Certificati Bianchi – Guida Operativa – Gestore dei Servizi Energetici*

*Allegato al Decreto Interministeriale 1 luglio 2020 – Certificati Bianchi - Tabella tipologie interventi – Gestore dei Servizi Energetici*

*Incentivazione della produzione di energia termica da impianti a fonti rinnovabili ed interventi di efficienza energetica di piccole dimensioni Regole applicative del DM 16 febbraio 2016 – Gestore dei Servizi Energetici*

### **Bibliografia autorizzazioni**

*Il quadro autorizzativo per impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili Ricognizione della normativa nazionale e regionale – Gestore Servizi Energetici*

### **Bibliografia SDGs**

*Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development- Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 – United Nations*

*Global indicator framework for the Sustainable Development Goals and targets of the 2030 Agenda for Sustainable Development – Goals, Targets and Indicators - United Nations Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development*

*SDGeHandbook-150219 – Indicators Calculation United Nations Department of Economic and Social Affairs Sustainable Development*