



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Ingegneria Industriale DII

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica

**II CALCOLO DELL'IMPRONTA CARBONICA
DELL'ATENEO DI PADOVA**

Relatore: Prof. ARTURO LORENZONI

Laureanda: LINDA CERANA

matricola 1106235

Anno Accademico 2016/2017

ABSTRACT

L'obiettivo di questo studio è il calcolo dell'impronta carbonica dell'Ateneo di Padova nell'anno solare 2016, basato sulle linee guida del GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard. Le principali fonti di emissione dirette e indirette di CO₂e per l'Università sono state individuate e raggruppate negli ambiti 1, 2 e 3.

La raccolta dei relativi dati di attività è stata basata su documentazione fornita dall'Ateneo e su indagini svolte tramite questionari per i dipendenti e gli studenti; i fattori di emissione sono stati tratti dalla letteratura.

L'impronta carbonica dell'Ateneo nel 2016 risulta pari a 57.710 tonnellate di anidride carbonica equivalente, corrispondente a 924 kg CO₂e per studente. Le maggiori emissioni si hanno dal trasporto degli studenti per andare all'università (37,2%); seguono le emissioni dal consumo di energia elettrica (21,4%), dal trasporto degli studenti fuori sede per rientrare alla propria residenza (14,1%), dal consumo di gas negli impianti degli edifici utilizzati dall'Ateneo, dalle missioni dei dipendenti (8,1%) e dal trasporto dei dipendenti per andare al lavoro (4,6%). Le restanti emissioni considerate contribuiscono per l'1,2% all'impronta carbonica dell'Ateneo.

Lo studio presentato non comprende un'analisi dell'incertezza dei risultati ottenuti, tuttavia è stata effettuata una valutazione qualitativa dei dati utilizzati.

Indice

INTRODUZIONE.....	1
CAPITOLO 1 - L'IMPRONTA CARBONICA E LE METODOLOGIE DI CALCOLO	3
1.1 Le ragioni del calcolo dell'impronta carbonica di un'organizzazione	3
1.2 Linee guida per il calcolo dell'impronta carbonica di un'organizzazione	4
1.3 Metodologia adottata nel calcolo dell'impronta carbonica dell'Università di Padova	7
CAPITOLO 2 - ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI E CALCOLO DELLE EMISSIONI	11
2.1 Dati generali sull'Università	11
2.1.1. Numero di dipendenti, studenti iscritti e diplomi di laurea nel 2016.....	11
2.1.2. Superfici nette degli spazi utilizzati dall'Università	12
2.2 Ambito di emissione 1	14
2.2.1 Combustione di gas	14
2.2.2 Combustione di gasolio in impianti di appartenenza dell'Ateneo	17
2.2.3 Consumo di carburante nei veicoli dell'Ateneo, di proprietà o in affitto	17
2.2.4 Emissioni di gas fluorurati ad effetto serra dagli impianti di condizionamento d'aria e dai sistemi di protezione antincendio dell'Ateneo	20
2.2.5 Animali dell'Azienda Agraria.....	21
2.2.6 Fertilizzanti sintetici utilizzati dall'Azienda Agraria.....	21
2.3 Ambito di emissione 2	22
2.3.1 Consumo di energia elettrica acquistata.....	22
2.3.2 Consumo di energia termica dall'impianto di teleriscaldamento di Bressanone	24
2.4 Ambito di emissione 3	24
2.4.1 Trasporti con mezzi non appartenenti all'Ateneo	24
2.4.2 Perdite elettriche di trasmissione e distribuzione	48
2.4.3 Consumo di carta.....	48
2.4.4 Consumo di acqua.....	49
2.4.4 Produzione di rifiuti	50
2.5 Fattori di emissione	52
2.5.1 Fattori di emissione per la combustione di gas	52
2.5.2 Fattori di emissione per la combustione di gasolio	52
2.5.3 Fattori di emissione per i consumi di carburante nei veicoli.....	53
2.5.4 Fattori di emissione per gli animali allevati nell'Azienda Agraria	54

2.5.5 Fattori di emissione per i fertilizzanti di sintesi utilizzati dall’Azienda Agraria.....	56
2.5.6 Fattori di emissione per l’energia elettrica acquistata	56
2.5.7 Fattori di emissione per l’energia termica acquistata	56
2.5.8 Fattori di emissione per i mezzi di trasporto	57
2.5.9 Fattore di emissione per il consumo di carta	61
2.5.10 Fattore di emissione per il trattamento delle acque reflue.....	62
CAPITOLO 3 - RISULTATI DEL CALCOLO DELL’IMPRONTA CARBONICA DELL’ATENEIO DI PADOVA.....	64
3.1 L’impronta carbonica dell’Ateneio nel 2016.....	64
3.2 Le categorie più impattanti: i trasporti	67
3.2.1 Emissioni prodotte dai mezzi di trasporto utilizzati dai dipendenti nelle missioni	68
3.2.2 Emissioni prodotte dai mezzi di trasporto utilizzati dai dipendenti negli spostamenti casa-lavoro e dagli studenti negli spostamenti casa-università e alloggio residenza	69
CAPITOLO 4 - ANALISI DELLO STUDIO CONDOTTO E RACCOMANDAZIONI PER GLI STUDI FUTURI	72
4.1 Dati sugli edifici	72
4.1.1 Edifici di proprietà o demaniali.....	72
4.1.2 Edifici in affitto, comodato o convenzione d’uso.....	73
4.1.3 Consumi gestiti dall’Azienda Ospedaliera	75
4.2 Dati sui trasporti con mezzi non di proprietà dell’Ateneio.....	76
4.2.1 Missioni dei dipendenti	76
4.2.2 Spostamenti casa-lavoro dei dipendenti	77
4.2.3 Spostamenti casa-lavoro degli studenti	78
4.3 Fonti di emissione minori.....	79
4.3.1 Veicoli di proprietà o in affitto.....	79
4.3.2 Animali e fertilizzanti.....	80
4.3.3 Refrigeranti.....	80
4.3.4 Carta	80
CONCLUSIONI.....	82
BIBLIOGRAFIA.....	84

INTRODUZIONE

Negli ultimi decenni la crescente preoccupazione per gli effetti del cambiamento climatico a livello globale ha spinto molti Stati e organizzazioni internazionali a collaborare e a porsi delle regolamentazioni per la riduzione della produzione dei gas serra di origine antropica, considerati tra i primi responsabili dell'innalzamento della temperatura del pianeta.

Alla luce di tali provvedimenti, sempre più aziende e organizzazioni nel mondo stanno adottando politiche di riduzione delle proprie emissioni. Spesso tale percorso viene intrapreso volontariamente, in quanto è visto non solo come fondamentale per una maggiore sostenibilità ambientale della propria attività, ma anche come opportunità di miglioramento della stessa: valutando e rendicontando le emissioni della propria azienda od organizzazione, si ha contemporaneamente l'opportunità di analizzare e migliorare l'efficienza dei propri processi produttivi e attività, fondamentale soprattutto se considerati i prezzi generalmente in aumento delle materie prime e dell'energia. Inoltre si può attuare in questo modo una strategia di gestione del rischio, in previsione della possibilità che regolamentazioni sempre più stringenti vengano poste alle emissioni di gas serra.

Oltre a questi aspetti, un'organizzazione di alta formazione e ricerca quale un'università non può non considerare il valore aggiunto di esempio ed educazione che l'attuazione di un piano di riduzione delle emissioni e di maggiore sostenibilità può dare. Per queste motivazioni, l'Ateneo di Padova dovrebbe effettuare periodicamente la rendicontazione delle proprie emissioni di gas serra e sviluppare al contempo un piano di *carbon management* per la riduzione della propria impronta carbonica.

L'obiettivo di questo studio è proprio quello di fornire all'Università di Padova un primo modello di calcolo delle emissioni, in modo che si abbia una fotografia della situazione attuale in termini di impatto sul riscaldamento climatico globale. Grazie ai suggerimenti di questo studio, nei prossimi anni tale fotografia potrà essere messa a fuoco aumentando la qualità e il grado di dettaglio dei dati raccolti, in particolare per le fonti di emissione che nella presente analisi sono risultate essere più rilevanti rispetto all'intera impronta carbonica dell'Ateneo. Nel frattempo potranno essere sviluppati dei piani d'azione per la mitigazione dell'impatto climatico dell'Università, di nuovo concentrandosi sulle maggiori fonti di CO₂e.

Nel primo capitolo di questa relazione si espone la metodologia adottata nel calcolo dell'impronta carbonica dell'Ateneo secondo le linee guida del *GHG Protocol*

Corporate Accounting and Reporting Standard, frutto della collaborazione di vari enti, esperti e professionisti e adottato da sempre più aziende e organizzazioni nella rendicontazione delle proprie emissioni. Sono stabiliti l'anno di riferimento, i confini organizzativi dell'Università e le fonti di emissione considerate rilevanti nel caso delle università. Queste sono raggruppate in tre ambiti a seconda del grado di responsabilità che l'Università ha su di esse (si distinguono in particolare emissioni dirette e indirette).

Nel capitolo centrale si entra nel vivo dello studio. Viene descritta la raccolta dei dati di attività per ciascuna fonte di emissione: le fonti principali sono i documenti e i dati gestiti dagli uffici dell'amministrazione centrale dell'Ateneo o da singoli Dipartimenti in alcuni casi. Nel caso delle emissioni dai mezzi di trasporto utilizzati dai dipendenti e dagli studenti per andare all'Università, le informazioni necessarie sono state estrapolate dalle indagini sulla mobilità promosse dall'Ateneo. I fattori di emissione applicati alle varie fonti per il calcolo delle relative quantità di CO₂e sono i più attendibili e aggiornati che sono stati trovati in letteratura. Le eventuali opportune stime ed elaborazioni dei dati attività e dei fattori di emissione sono state eseguite cercando di attenersi al criterio di trasparenza, ovvero esponendole chiaramente e accuratamente.

Nel capitolo 3 vengono esposti i risultati complessivi dell'analisi, ovvero le tonnellate di CO₂e prodotte dall'Ateneo di Padova nel 2016, disaggregati fonti di emissione e ambiti. Per le fonti costituite dai trasporti con mezzi non di proprietà o controllati dall'università si procede ad ulteriori disaggregazioni in base al tipo di mezzo di trasporto utilizzato.

Infine viene data una valutazione qualitativa del grado di accuratezza dei dati raccolti e vengono fornite delle indicazioni per aumentare la disponibilità e qualità dei dati gestiti dall'Ateneo per le analisi future dell'impronta carbonica.

CAPITOLO 1

L'IMPRONTA CARBONICA E LE METODOLOGIE DI CALCOLO

In questo capitolo vengono presentate la definizione dell'impronta carbonica, le origini di tale concetto e la metodologia di calcolo più adottata da aziende e organizzazioni, comprese le università. La metodologia è poi descritta per il caso dell'Ateneo di Padova.

1.1 Le ragioni del calcolo dell'impronta carbonica di un'organizzazione

L'impronta carbonica (*carbon footprint*) quantifica le totali emissioni di anidride carbonica (CO₂) e di altri gas serra che sono causate direttamente o indirettamente da una particolare attività od organizzazione. Tale valutazione rientra in un approccio scientifico più ampio che va sotto il nome di *Life Cycle Assessment* (LCA, "valutazione del ciclo di vita") e che mira ad analizzare le interazioni che un prodotto o un servizio ha con l'ambiente, considerando l'intero ciclo di vita di quest'ultimo, comprendente quindi ad esempio l'estrazione ed elaborazione dei materiali, la fase di produzione, distribuzione e utilizzo del bene o servizio, l'eventuale riuso e/o riciclaggio e la fase di smaltimento finale.

La logica di LCA è legata a quella di sviluppo sostenibile, concetto che ha cominciato a diffondersi negli Stati economicamente avanzati già a partire dagli anni 60 circa, quando alcuni ricercatori cominciarono a occuparsi del problema del consumo di risorse e della gestione di reflui nei processi industriali (Baldo, Marino & Rossi, 2008). In seguito, soprattutto a partire dagli anni 80, allarmi da parte di scienziati, organizzazioni non governative e movimenti ambientalisti, assieme alla preoccupazione per la scarsità di alcune risorse, per la gestione dei rifiuti e per l'effetto dell'inquinamento sulla salute umana, hanno portato all'elaborazione di standard e strumenti per la valutazione degli impatti ambientali.

Soprattutto a partire dagli anni 90 si è cominciata a rivolgere grande attenzione al problema dell'innalzamento della temperatura terrestre e dei conseguenti cambiamenti climatici, che secondo i rapporti dell'IPCC vedono come maggior causa le emissioni di gas serra prodotte dalle attività umane, in particolare la combustione di prodotti fossili e il rilascio in atmosfera di altre sostanze chimiche (IPCC). Ciò ha spinto molti Stati a

collaborare e a porsi delle regolamentazioni per ridurre la produzione di gas serra, in modo da limitare quanto più possibile l'impatto climatico globale. Ne sono degli esempi alcuni tipi di tassazione sulla produzione di gas serra e il sistema europeo di commercializzazione delle quote di emissione (*European Emissions Trading Scheme*, EU ETS). In conseguenza di ciò, in Europa molte organizzazioni pubbliche e private hanno adottato piani di *carbon management* per valutare la propria impronta carbonica e adottare delle misure di mitigazione della stessa.

Contemporaneamente sono state sviluppate delle metodologie standard che guidassero le aziende e organizzazioni nella quantificazione della propria impronta carbonica, quali ad esempio la norma ISO 14064, lo standard PAS (*Publicly Available Specification 2050*) e il *Corporate Accounting and Reporting Standard – GHG Protocol*. Quest'ultimo standard, frutto della collaborazione del *World Resource Institute* (WRI) e del *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD) iniziata nel 1998, è stato redatto a seguito di approfondite valutazioni ed è attualmente la guida più utilizzata da industrie, organizzazioni non governative ed altre organizzazioni come le università nel rendicontare le proprie emissioni di gas serra. Pertanto nel calcolo dell'impronta carbonica dell'Università di Padova sono state adottate le principali linee guida indicate nell'edizione più recente di questo protocollo (WRI & WBCSD, 2003).

1.2 Linee guida per il calcolo dell'impronta carbonica di un'organizzazione

Secondo il GHG Protocol, nel proprio inventario delle emissioni le aziende e altre organizzazioni devono includere tutti i sei tipi di gas che sono stati identificati dal Protocollo di Kyoto come i principali gas responsabili dell'effetto serra: anidride carbonica (CO₂), metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O), idrofluorocarburi (HFCs) e altri due tipi di gas che sono prodotti principalmente da alcuni tipi di industrie: perfluorocarburi (PFCs) ed esafluoruro di zolfo (SF₆). L'effetto serra di questi gas è quantificato dal potenziale di riscaldamento globale (*Global Warming Potential*, GWP) che prende come riferimento l'effetto serra dell'anidride carbonica.

Ogni valore di GWP è calcolato per uno specifico intervallo di tempo (in genere 20, 100 o 500 anni); nel presente studio si farà sempre riferimento al GWP100, ovvero alla capacità di un determinato gas di produrre effetto serra nei primi 100 anni dopo la sua produzione.

L'anidride carbonica assume convenzionalmente un GWP100 pari a 1. Il metano ha un effetto serra 28 volte superiore alla CO₂ ed ha quindi un GWP100 pari a 28, mentre il protossido di azoto ha un GWP100 pari a 265 (IPCC, 2013).

L'impronta carbonica dell'Ateneo di Padova sarà quindi data dalla somma delle quantità di gas serra prodotti, moltiplicati per il rispettivo GWP; l'unità di misura dell'impronta carbonica sarà quindi data "tonnellate di CO₂e", ovvero tonnellate di anidride carbonica equivalente.

Prima della fase operativa di raccolta ed elaborazione dei dati sulle emissioni di gas serra, secondo il *GHG Protocol* è necessario seguire alcuni passi che andranno a influire sulle successive operazioni:

1. Definizione dei confini organizzativi relativi alle fonti di emissione di gas serra. Nell'ambito della rendicontazione delle emissioni di gas serra e in generale delle valutazioni LCA, è spesso difficile individuare i confini del campo di responsabilità di un'azienda o organizzazione rispetto alle emissioni o impatti ambientali. Il *GHG Protocol* indica due possibili approcci da seguire: *equity share* e *control approach*. Il primo richiede che vengano rendicontate anche tutte le emissioni da attività di soggetti in cui l'organizzazione in questione abbia una partecipazione economica. Il secondo approccio include invece nei confini tutte le attività che siano controllate e sotto la responsabilità dell'organizzazione.
2. Individuazione di tutte le attività che producono emissioni di gas serra e loro raggruppamento negli ambiti (*scope*) di emissione 1, 2 e 3.
 - L'ambito 1 include tutte le emissioni dirette derivanti da fonti che sono possedute o controllate dall'organizzazione, ad esempio le emissioni dalla combustione di carburanti nelle caldaie degli edifici dell'organizzazione, o nei suoi veicoli; oppure le emissioni dal rilascio in ambiente di sostanze chimiche dai propri impianti, ecc.
 - L'ambito 2 include le emissioni indirette dovute al consumo di energia elettrica, energia termica ed energia per il raffreddamento. Tali emissioni avvengono quindi non presso l'ente considerato, ma presso gli impianti di produzione di tale energia.
 - L'ambito 3 include le emissioni indirette che non sono già incluse nell'ambito 2 e che sono conseguenza delle attività dell'ente pur avvenendo presso fonti di emissione gestite da altre organizzazioni.
3. Scelta di un anno di riferimento per cui calcolare l'impronta carbonica. Va scelto l'anno più recente per cui siano disponibili dati attendibili sulle fonti di emissione.

Secondo il *GHG Protocol*, l'inclusione nell'impronta carbonica degli ambiti 1 e 2 è obbligatoria, mentre l'inclusione dell'ambito 3 è facoltativa e va lasciata alla valutazione dell'ente stesso. È inoltre chiaro che i dati sulle emissioni rientranti nell'ambito 3 saranno in generale più difficili da ottenere e meno accurati di quelli dei primi due ambiti. Stime dei valori sono accettabili nel caso in cui vi sia trasparenza nel metodo adottato. Tra le fonti riportate in questo ambito, possono inoltre essere incluse solo quelle più impattanti rispetto agli ambiti 1 e 2 e quelle su cui l'organizzazione può in qualche modo agire per ridurle. Nel caso delle università, fonti di emissione fondamentale appaiono quelle dovute ai trasporti dei dipendenti con mezzi non posseduti o controllati dall'università stessa e i trasporti degli studenti con mezzi propri o pubblici, oppure le emissioni dovute al consumo di materiale come carta, toner per stampanti, ecc.

Dopo queste operazioni di base fondamentali, si può procedere con la fase “operativa centrale”, riassumibile nelle seguenti operazioni:

1. Identificazione delle fonti di emissione e loro classificazione negli ambiti 1, 2 e 3;
2. Individuazione di un approccio di calcolo. Procedere a misurazioni dirette delle emissioni richiede strumentazione adeguata che solo poche aziende possono permettersi. Il metodo di calcolo più comune si basa quindi sull'applicazione di fattori di emissione medi (descritti nel prossimo punto);
3. Raccolta dei dati di attività e dei fattori di emissione per ciascuna fonte di emissione.
 - I dati di attività “quantificano un'attività” in unità adatte al successivo calcolo delle emissioni, ad esempio: standard metri cubi di gas naturale, chilowattora di energia elettrica, chilometri percorsi in aereo, chilogrammi di rifiuti prodotti, ecc.
 - I fattori di emissione convertono i dati di attività in valori di emissione e devono quindi presentare le opportune unità di misura, ad esempio: kgCO_2 per chilowattora di energia elettrica, kgN_2O per chilogrammo di fertilizzante utilizzato, ecc. I fattori di emissione sono spesso pubblicati da agenzie nazionali o internazionali, oppure possono essere comunicati ad esempio dalle aziende che forniscono un certo prodotto. Vanno ovviamente scelti i fattori più adatti e specifici per una certa attività, nei valori più aggiornati disponibili.

4. Applicare eventuali strumenti di calcolo, soprattutto quando si abbiano fonti di emissione numerose e complesse da valutare; sul sito internet di *GHG Protocol Initiative* sono ad esempio messi a disposizione dei fogli di calcolo specifici per alcuni settori dell'industria e altri più generali che possono essere utilizzati da organizzazioni di diverso tipo. Nei casi più semplici si può ottenere il valore di emissione per ciascuna fonte moltiplicando il dato di attività per il fattore di emissione corrispondente.
5. Raccolta e organizzazione dei dati e dei risultati ottenuti.

Il *GHG Protocol* richiede che l'impronta carbonica dell'organizzazione sia riportata in valore assoluto, ovvero in tonnellate di anidride carbonica equivalente (tCO_{2e}), tuttavia può essere calcolato anche un valore relativo dell'impronta, ad esempio tonnellate di CO_{2e} emesse per la produzione di una tonnellata di un certo bene, o tonnellate di CO_{2e} per ciascuno studente nel caso delle università. Un tale parametro potrà permettere confronti tra le performance di organizzazioni simili oppure confronti su più anni delle prestazioni della stessa organizzazione.

Infine, è fondamentale che tutto il processo di valutazione dell'impronta carbonica sia sottoposto a un controllo di qualità e ad un'analisi dell'incertezza dei risultati raggiunti. A questo proposito, il *GHG Protocol Corporate Standard* ha sviluppato un ulteriore documento che guida alla valutazione dell'incertezza ("*Guidance on uncertainty assessment in GHG inventories and calculating statistical parameter uncertainty*") e uno strumento di calcolo, entrambi disponibili sul suo sito internet (GHG Protocol).

1.3 Metodologia adottata nel calcolo dell'impronta carbonica dell'Università di Padova

L'Università degli Studi di Padova è un'università statale, fondata nel 1222 e attualmente tra i maggiori Atenei d'Italia per numero di studenti iscritti (oltre 62.000); conta 8 Scuole e 32 Dipartimenti, oltre a una serie di centri e strutture interdipartimentali. A sud-est di Padova, nel comune di Legnaro, si trova il Campus di Agripolis che ospita diverse strutture, tra cui i quattro dipartimenti della Scuola di Agraria e Medicina Veterinaria e l'Azienda Agraria sperimentale "Lucio Toniolo", mentre presso l'Ospedale di Padova il Policlinico universitario svolge attività di didattica e di ricerca. Sedi di ricerca e studio dell'Università sono inoltre presenti in altre località del Veneto, in particolare a Rovigo, Treviso, Venezia, Vicenza e presso altri centri minori. Presso il polo didattico di Bressanone si tengono invece corsi estivi ed altre iniziative didattiche e di formazione.

La gestione finanziaria, tecnica e amministrativa dell'Ateneo è affidata ai vari uffici dell'amministrazione centrale, organizzati in aree o direttamente dipendenti dalla Direzione generale dell'Ateneo. I singoli Dipartimenti godono tuttavia di una loro autonomia gestionale.

Date le dimensioni dell'Ateneo, gli edifici utilizzati sono numerosi: si tratta in totale di circa 160 strutture. Circa un terzo di esse è di proprietà dell'Università, un altro terzo è di proprietà del Demanio (lo Stato) ed è affidato in uso perpetuo all'Ateneo; altri edifici o locali sono affittati o utilizzati secondo contratti di comodato o convenzione d'uso.

Il calcolo dell'impronta carbonica dell'Ateneo di Padova è stato effettuato secondo le linee guide espone nel § 1.2 e viene qui di seguito esposto brevemente.

Per l'individuazione dei confini organizzativi dell'Università è stato scelto il *control approach*. Sono stati quindi esclusi dall'analisi tutti gli edifici di proprietà di cui però l'Ateneo non ha la gestione. Si tratta per lo più di alcuni edifici lasciati in eredità all'Università che però non vengono utilizzati o vengono affittati e degli edifici utilizzati e gestiti dal Centro Universitario Sportivo (CUS). Anche gli edifici di proprietà ma utilizzati e gestiti dall'Azienda per il Diritto e lo Studio Universitario (ESU) sono stati esclusi dai confini, tuttavia i dati sui consumi di tali edifici sono stati raccolti e riportati a parte. Si sono incluse nell'analisi solo le attività di dipendenti e studenti che fossero strettamente legate all'Università, ovvero i loro spostamenti per i viaggi di lavoro (missioni) e gli spostamenti per andare all'università.

L'anno scelto per l'analisi è il 2016, in quanto per quel periodo si è ritenuto di poter raccogliere i dati necessari.

Si è proceduto poi all'identificazione delle fonti di emissione e alla loro classificazione negli ambiti 1, 2 e 3. Si è in particolare cercato di individuare le fonti di emissione più importanti nel caso delle università. Nella Tabella 1.1 sono elencate le fonti considerate, con le rispettive tipologie di dati di attività.

Tabella 1.1 Fonti di emissione incluse nel calcolo dell'impronta carbonica dell'Ateneo di Padova

Fonte di emissione	Dati di attività
Ambito 1 - Emissioni dirette	
Consumo di gas naturale negli impianti degli edifici utilizzati e gestiti dall'Ateneo	Smc di gas
Consumo di gasolio negli impianti degli edifici utilizzati e gestiti dall'Ateneo	litri di gasolio
Consumo di carburante nei veicoli di proprietà e affittati dall'Ateneo	litri di carburante
Perdite di refrigeranti dagli impianti degli edifici utilizzati e gestiti dall'Ateneo	kg e tipo di refrigeranti
Animali allevati nell'Azienda Agraria sperimentale dell'Ateneo	numero e tipo di animali
Uso di fertilizzanti da parte dell'Azienda Agraria sperimentale dell'Ateneo	kg e tipo di fertilizzanti
Ambito 2 - Emissioni indirette dal consumo di energia elettrica, vapore, energia termica e di raffreddamento acquistati	
Consumo di energia elettrica	kWh di energia elettrica
Consumo di energia termica	kWh di energia termica
Ambito 3 - Emissioni indirette non incluse nell'ambito 2	
Missioni dei dipendenti	km percorsi e tipo di mezzo
Spostamenti casa-lavoro dei dipendenti	km percorsi e tipo di mezzo
Spostamenti casa-università degli studenti	km percorsi e tipo di mezzo
Spostamenti alloggio-residenza degli studenti fuori sede	km percorsi e tipo di mezzo
Perdite elettriche di trasmissione e distribuzione sulla rete (T&D)	kWh di energia elettrica
Consumo di carta	kg di carta

Oltre alle fonti di emissione dell'ambito 3 presentate nella Tabella 1.1, altre sono state inizialmente considerate ma poi non valutate per indisponibilità dei dati necessari: si tratta delle emissioni derivanti dalla gestione delle acque reflue e dallo smaltimento dei rifiuti. Non sono state valutate nemmeno le emissioni associate all'acquisto di prodotti quali materiali e macchinari da laboratorio, mobili, hardware e toner, in quanto tali acquisti sono in gran parte gestiti dai singoli Dipartimenti o comunque non vi erano dati aggregati di cui poter disporre in tempi accettabili. Le emissioni dovute a queste fonti sono comunque ritenute limitate.

I dati di attività sono stati in gran parte richiesti agli uffici dell'amministrazione centrale, ai vari dipartimenti dell'Ateneo e all'Azienda Ospedaliera. I dati sulla mobilità dei dipendenti e degli studenti sono stati raccolti tramite dei questionari inviati al loro indirizzo di posta elettronica istituzionale. I risultati ottenuti analizzando le risposte del

campione di rispondenti sono stati poi estrapolati all'intera popolazione di dipendenti e studenti dell'Ateneo.

I fattori di emissione sono stati ricavati dalla letteratura e in particolare da fonti ufficiali ritenute attendibili. Si sono cercati i valori quanto più aggiornati e specifici possibile per ogni fonte di emissione. Sono stati considerati i gas serra rientranti nelle sei tipologie indicate nel § 1.2 (nel caso dell'Università: CO₂, N₂O, CH₄ e HFC); una sola eccezione è costituita dai viaggi aerei, a cui si sono applicati fattori di emissione che includevano l'effetto serra provocato da vapore acqueo e ossidi di azoto quando emessi ad altitudini così elevate.

Per ciascuna fonte, le emissioni sono state calcolate separatamente per ciascuna tipologia di gas (CO₂, N₂O, CH₄ e HFC), moltiplicando i dati di attività con i rispettivi fattori di emissione. Per effettuare le numerose operazioni sono stati elaborati dei fogli di calcolo in Microsoft Excel. I risultati finali dello studio sono riportati in questa relazione solo in termini di tonnellate di CO₂e prodotte complessivamente dalle attività dell'Ateneo. Oltre a questo valore, sono state calcolate le emissioni di CO₂e prodotte nel 2016 per studente e per metro quadro di superficie netta dell'Ateneo.

CAPITOLO 2

ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI E CALCOLO DELLE EMISSIONI

Questo descrive la “parte operativa” dello studio condotto. Nella prima sezione vengono presentate le informazioni sulla popolazione di dipendenti e di studenti dell’Ateneo. Nelle due sezioni successive si descrive invece la raccolta dei dati di attività e dei rispettivi fattori di emissione, per ogni fonte di emissione considerata nel calcolo dell’impronta carbonica.

2.1 Dati generali sull’Università

2.1.1. Numero di dipendenti, studenti iscritti e diplomi di laurea nel 2016

Della sezione *Dati Statistici* del sito dell’Università (Università degli Studi di Padova, 2017) sono state tratte le informazioni sulla popolazione di studenti e dipendenti dell’Ateneo, riportate nella Tabella 2.1.

Come numero medio di studenti nell’anno 2016 si è assunto il numero di studenti iscritti all’anno accademico 2015/2016; oltre agli studenti iscritti ai corsi universitari di laurea triennale, magistrale e a ciclo unico, sono inclusi gli studenti iscritti ai corsi di dottorato, ai master di primo e secondo livello, alle scuole di specializzazione e ai corsi di perfezionamento.

Per quanto riguarda il numero di dipendenti, si assume il valore riportato alla data del 31 dicembre 2016. Sono incluse tutte le categorie di personale: personale docente (professori e ricercatori), personale tecnico amministrativo e collaboratori ed esperti linguistici (CEL).

Nel corso dell’anno solare 2016, 12.383 studenti hanno ottenuto il diploma di laurea nei corsi di laurea triennale, magistrale o a ciclo unico.

Tabella 2.1. Composizione della popolazione di studenti e dipendenti dell'Ateneo nel 2016

Studenti	Iscritti ai corsi di laurea triennale, magistrale e a ciclo unico	58.136
	Iscritti ai dottorati di ricerca	1.301
	Iscritti ai master I e II livello	1.094
	Iscritti alle scuole di specializzazione	1.414
	Iscritti ai corsi di perfezionamento	535
	TOTALE	62.480
Dipendenti	Professori	1.372
	Ricercatori	720
	Personale tecnico amministrativo	2.268
	Collaboratori ed esperti linguistici (CEL)	65
	TOTALE	4.425

2.1.2. Superfici nette degli spazi utilizzati dall'Università

I valori delle superfici di tutti gli spazi utilizzati dall'Università sono stati piuttosto complicati da ricavare. La maggior parte di essi è stata fornita dal Servizio Progettazione e Sviluppo Edilizio dell'Università, che ha messo a disposizione un file Excel con l'elenco di tutti gli edifici utilizzati, con il codice identificativo loro assegnato e gli indirizzi. Si tratta di un numero considerevole di edifici (circa 160, ma il numero considerato può variare in base a come si considera la distinzione tra i corpi degli edifici), dislocati per lo più a Padova e nelle altre località dove vi sono strutture dell'Ateneo (Legnaro, Rovigo, Treviso, Chioggia, Asiago, Castelfranco, Conegliano, Vicenza, Bressanone, San Vito di Cadore).

In un secondo file Excel fornito dallo stesso ufficio erano riportati, per ogni edificio, tutti i locali con le loro superfici nette e il tipo di utilizzo (ad esempio: aula didattica, biblioteca, laboratorio, corridoio, portineria...). Ad ogni edificio è quindi stata associata la somma delle superfici nette di tutti i suoi locali, compresi alcuni spazi esterni quali portici, terrazze o altri spazi di utilizzo particolare come spazi tecnici, centrali termiche, serre, ecc. Non sono invece stati inclusi nel calcolo dell'area totale degli spazi dell'Ateneo i terreni, per i quali non era riportata la metratura, e una dozzina di spazi non utilizzati a fine universitario (per lo più edifici o appartamenti lasciati in eredità all'Università, alcuni dei quali vengono affittati), secondo il *control approach* descritto nel § 1.3.

Le aree sono state sommate e suddivise in base al tipo di edificio o spazio, ovvero: edifici di proprietà, edifici demaniali ed edifici affittati o utilizzati sulla base di contratti di comodato o altro tipo.

Per i seguenti edifici le aree non erano invece riportate nei file ricevuti dal Servizio Progettazione e Sviluppo Edilizio e sono quindi state ricavate in altro modo.

Fra gli edifici di cui l'Ateneo è proprietario, sette sono utilizzati e interamente gestiti dall'ESU di Padova (Azienda Regionale per il Diritto allo Studio Universitario) secondo una convenzione d'uso attiva tra i due enti: si tratta di edifici per l'alloggio di studenti e della mensa Nord Piovego. La Casa dello studente del Campus di Agripolis, gestita dall'ESU, è invece proprietà Comune di Legnaro, ma è stata comunque lasciata nella lista. Le aree di questi 8 edifici sono state fornite dall'ESU e sono state riportate a parte.

Ricavare le aree utilizzate degli edifici utilizzati dal Policlinico universitario è stato invece più complicato. Alcuni edifici dell'area ospedaliera centrale (in Via Giustiniani, 1) sono di proprietà dell'Ateneo (circa il 33 % delle superfici lorde degli edifici, sul totale dell'ospedale) ma sono ovviamente in larga parte utilizzati dall'Azienda Ospedaliera oltre che dal Policlinico. Quest'ultimo a sua volta svolge attività di ricerca e di didattica all'interno degli edifici di proprietà dell'Azienda Ospedaliera. Alcuni edifici infine sono di proprietà non definita (ad esempio le chiese).

Si è quindi deciso di calcolare solo le aree dove si svolgevano attività direttamente legate all'Università, utilizzando lo stesso criterio adottato fino al 2010 per l'addebitamento delle spese energetiche, di manutenzione, ecc. tra Università e Azienda Ospedaliera. Tale criterio di ripartizione, da diversi anni in fase di revisione, è basato sulle percentuali di utilizzo dei vari spazi da parte dell'Azienda Ospedaliera, del Policlinico Universitario o di entrambi. In particolare, il Servizio Progettazione e Sviluppo Edilizio dell'Università ha fornito un file in cui per ogni edificio dell'Area Ospedaliera Centrale erano indicati: la superficie utilizzata solo dall'Azienda, quella utilizzata solo dal Policlinico e quella utilizzata da entrambi gli enti. Per le superfici in comune, il criterio di allocazione era del 75 % per l'Azienda e del 25% per l'Università. Pertanto per ogni edificio si è sommata l'area utilizzata solo dal Policlinico con il 25 % dell'area di utilizzo comune. L'area indicata per ogni edificio era quella lorda (ovvero la superficie totale compresa nel perimetro, per ogni piano, e comprendente quindi gli spazi occupati dai muri ecc.). La corrispondente area netta è stata stimata assumendo che questa sia l'85 % di quella lorda.

Le aree utilizzate dal Policlinico sono state calcolate introducendo anche un'altra distinzione oltre a quella basata sull'utilizzo degli spazi dai due enti: gli spazi sono stati

divisi anche considerando chi tra l’Azienda e l’Ateneo effettua la gestione dei consumi energetici, delle spese di manutenzione ecc. dei vari edifici; in particolare, solo i due edifici degli Istituti Anatomici e di Microbiologia sono gestiti dall’Ateneo, mentre tutti gli altri sono gestiti dall’Azienda Ospedaliera. Questa distinzione verrà richiamata nei §§ 2.2.1 – 2.3.1 – 2.4.4 e utilizzata per allocare i consumi di gas, energia elettrica e acqua tra Azienda Ospedaliera e Università. Complessivamente, si è ottenuto che il Policlinico utilizza il 4,16 % e il 41,36 % dell’area di tutti gli edifici gestiti dall’Azienda Ospedaliera e dall’Ateneo, rispettivamente.

Le aree complessive calcolate per le varie tipologie di spazi utilizzati dall’Ateneo sono riportate in Tabella 2.2. Le aree degli edifici utilizzati e gestiti dall’ESU sono riportate separatamente, in quanto in questi non si hanno attività strettamente legate all’Ateneo.

Tabella 2.2 Superfici nette degli spazi utilizzati dall'Università, distinti per tipologia

Tipologia di spazio	Superficie netta [m2]
Spazi di proprietà dell'Università o del Demanio	438.235
Spazi affittati	41.800
Spazi utilizzati secondo altri contratti (comodato, convenzioni tra enti)	17.252
Spazi utilizzati dal Policlinico universitario	10.816
TOTALE - esclusi gli spazi utilizzati dall'ESU	508.104
Spazi utilizzati dall'ESU	8.455

2.2 Ambito di emissione 1

2.2.1 Combustione di gas

2.2.1.1 Combustione di gas in impianti appartenenti all'Ateneo

Le quantità di gas utilizzate dall’Ateneo nei propri impianti di riscaldamento e produzione di acqua calda sanitaria sono state estrapolate dalle relative fatture emesse da Soenergy Srl, unico fornitore di gas per l’intero anno 2016, e fornite dal Servizio Manutenzione dell’Ateneo.

Per ogni contatore collocato presso gli edifici dell’Ateneo e identificato nelle fatture dal codice PDR (Punto di Riconsegna), sono stati considerati i valori di lettura (effettiva o stimata dal fornitore in base ai consumi precedenti) il 31 dicembre 2015 e il 31 dicembre 2016, ovvero a distanza esatta di un anno. Calcolando la differenza tra i due

valori è stato ottenuto il consumo totale annuo nel 2016, per ciascuna utenza gestita dall'Università di Padova. Si è poi potuto confrontare i valori ottenuti con i valori di consumo annuale riportati nelle fatture di dicembre 2016 e con le quantità di gas ordinate dal Servizio Manutenzione per l'anno 2017, basate sui consumi medi negli anni precedenti, per verificare che non ci fossero eccessive incongruenze/differenze nei valori.

Dai consumi di gas negli impianti di proprietà dell'Ateneo sono stati sottratti i consumi imputati all'edificio di Veneto Agricoltura, servito come gli edifici circostanti dall'anello di distribuzione del calore prodotto dalla centrale termica del Campus di Agripolis. Non sono infine disponibili i dati di consumo di Villa Revedin-Bolasco, in quanto il suo utilizzo è iniziato solo dopo la sua recente ristrutturazione. Inoltre solo una parte della villa è al momento utilizzata.

2.2.1.2 Combustione di gas negli impianti degli edifici utilizzati dall'Ateneo secondo contratto di affitto o di altro tipo (comodato, convenzione d'uso)

Nel caso di locali in affitto o utilizzati secondo contratto di comodato o in convenzione con altri enti, spesso i contratti di fornitura di gas, energia elettrica ed acqua sono intestati all'Ateneo; in altri i consumi sono pagati dai proprietari, che poi vengono rimborsati dal Servizio Logistica e Patrimonio Immobiliare dell'Università. Tuttavia questi locali sono per la maggioranza situati in condomini e quindi ad essi sono addebitate delle spese condominiali, tra cui la maggiore è in genere quella per il riscaldamento, riportate nei rendiconti di gestione condominiale presentati dagli amministratori dei condomini. Tali spese sono pagate direttamente all'amministrazione condominiale o rimborsate ai proprietari dei locali dal Servizio Logistica e Patrimonio Immobiliare. Presso tale ufficio sono stati visionati i vari fascicoli dove vi erano le copie dei bilanci condominiali o i vari documenti di rimborso dei pagamenti, per poter estrarre le informazioni sui consumi di gas. Nella maggior parte dei casi, erano dati solo i valori di spesa e non i consumi in metri cubi di gas addebitati all'Ateneo. Talvolta erano dati invece entrambi. Inoltre in alcuni casi la voce di spesa non era riferita solo all'acquisto del gas ma era costituita dalla spesa complessiva per riscaldamento e quindi comprensiva probabilmente di altri importi spesi ad esempio per la manutenzione della caldaia, per l'energia elettrica consumata dalle pompe, ecc. In tutti questi casi, si è scelto di calcolare i consumi di gas in metri cubi standard dividendo la spesa sostenuta per un prezzo medio unitario del gas pari a 0,8 €/Smc, valore indicativo ipotizzato valutando i prezzi finali del gas naturale per i consumatori domestici e industriali nel 2016 in Italia (Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico, 2016).

2.2.1.3 Combustione di gas negli impianti degli edifici utilizzati dal Policlinico universitario

La maggior parte degli edifici dell'Area Ospedaliera sono riscaldati con il calore prodotto dalle due grosse centrali termiche delle aree Est ed Ovest dell'ospedale, di proprietà dell'Azienda Ospedaliera. All'Università sono poi addebitati i consumi in base alla percentuale di utilizzo degli spazi di questi edifici da parte del Policlinico, pari complessivamente al 4,16 %, come spiegato nel § 2.1.2. I dati sulla quantità di gas bruciata nel 2016 dalle caldaie sono stati forniti dal Servizio Tecnico dell'Azienda Ospedaliera di Padova. Il 4,16 % di questa quantità è stata poi allocata all'Ateneo.

Solo i due edifici degli Istituti Anatomici e di Microbiologia sono riscaldati da una centrale termica appartenente all'Ateneo, il cui consumo di gas era quindi riportato tra le fatture fornite dal Servizio Manutenzione. In questo caso quindi è l'Università ad addebitare all'Azienda Ospedaliera i rispettivi consumi energetici, secondo le percentuali di utilizzo degli spazi, pari al 41,36 % per il Policlinico e al 58,64 % per l'Azienda. Il 41,36 % della quantità di gas bruciata dalla centrale termica è stata quindi allocata all'Ateneo.

2.2.1.4 Combustione di gas negli edifici utilizzati dall'ESU

I consumi di gas degli edifici utilizzati e gestiti dall'ESU sono stati forniti da quest'ultimo e sono riportati a parte.

Nella Tabella 2.3 si riportano i consumi di gas dell'Ateneo nel 2016, suddivisi per tipologia di edifici.

Tabella 2.3 Consumi di gas dell'Ateneo nel 2016, suddivisi per tipologia di spazio

Tipologia di spazio	Consumo di gas [Smc]
Spazi di proprietà dell'Università o del Demanio	2.825.605
Spazi affittati	389.419
Spazi utilizzati secondo altri contratti (comodato, convenzioni tra enti)	65.701
Spazi utilizzati dal Policlinico universitario	313.805
TOTALE - esclusi gli spazi utilizzati dall'ESU	3.594.530
Spazi utilizzati dall'ESU	240.791

2.2.2 Combustione di gasolio in impianti di appartenenza dell'Ateneo

Le caldaie a gasolio presso le strutture dell'Università sono state quasi tutte dismesse e sostituite da caldaie a gas. Questo combustibile è tuttavia ancora utilizzato per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria di tre edifici di proprietà dell'Università (due a Padova e uno a San Vito di Cadore). I valori di consumo nel 2016 sono stati comunicati verbalmente dal Servizio Manutenzione.

Tabella 2.4 Consumo di gasolio negli impianti appartenenti all'Ateneo

Tipologia di spazio	Gasolio [l]
Spazi di proprietà dell'Università	27.000
TOTALE	27.000

2.2.3 Consumo di carburante nei veicoli dell'Ateneo, di proprietà o in affitto

Diverse strutture dell'Università mettono a disposizione dei propri dipendenti alcuni veicoli, in parte di sua proprietà e in parte noleggiati con contratto a lungo termine. La gestione di tali veicoli non è effettuata a livello di amministrazione centrale dell'Ateneo, ma singolarmente dalle varie strutture, a cui è quindi necessario rivolgersi per avere i dati dei mezzi.

Il Servizio Ambiente e Progettazione per la Sicurezza ha fornito il proprio supporto nella raccolta delle informazioni, facendo richiesta dei dati necessari ad alcuni dei dipartimenti che dispongono di veicoli e al Servizio Gestione Servizi Generali dell'amministrazione centrale, il quale gestisce anche i furgoncini per il servizio di trasporto degli studenti e dei dipendenti disabili. Per quanto riguarda i veicoli utilizzati dai dipartimenti con sede presso il Campus di Agripolis a Legnaro, ci si è rivolti direttamente alla struttura che ne gestisce i veicoli, ovvero il Polo Multifunzionale di Agripolis. In totale i veicoli posseduti o in affitto sono circa 40 e sono alimentati a benzina, a gasolio e a GPL.

Oltre ai veicoli, l'Ateneo possiede alcuni trattori e altri vari mezzi agricoli (trattorini, tosaerba e spazzatrici semoventi, trebbiatrice,...) utilizzati per lo più presso il Campus di Agripolis e per il taglio delle aree verdi dell'intero Ateneo, i cui dati di tipologia e di consumo sono stati forniti dall'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo".

La richiesta dei dati inizialmente inviata al Polo Multifunzionale di Agripolis chiedeva in modo generico di indicare il tipo e il numero dei mezzi e per ciascuno di essi il tipo e la quantità di carburante utilizzato annualmente. I dati sono stati raccolti in un file Excel. In seguito si è notato che preparare una tabella da compilare avrebbe facilitato e

reso più chiara e omogenea la raccolta dei dati. È stata quindi preparata una tabella che è stato chiesto di compilare con alcuni dati ricavabili dalla carta di circolazione del veicolo e con il chilometraggio annuale e il consumo di carburante eventualmente stimato. I dati raccolti nei file Excel ricevuti in seguito erano quindi più dettagliati e comprendevano: targa del veicolo, modello (marca, tipo e denominazione commerciale), cilindrata, tipo di carburante, emissioni di NO_x e CO₂ al km (non sempre riportate nelle carta di circolazione), consumo di combustibile in ciclo misto, classe ambientale di omologazione, chilometraggio e/o consumo di carburante nel 2016 (e nel 2015) e se il veicolo fosse di proprietà dell'Università o se fosse noleggiato.

I dati forniti dal Servizio Gestione Servizi Generali erano invece costituiti da copie delle fatture pagate mensilmente per l'acquisto del carburante utilizzato dai mezzi. Le fatture coprivano i mesi di un intero anno (01/07/2016 - 31/07/2017) ad eccezione di agosto e riportavano, oltre all'importo da pagare, la quantità di carburante consumata e il chilometraggio registrato mensilmente, per ciascun veicolo.

Elaborazioni e stime eseguite

Visti i dati disponibili, il consumo di carburante per ogni mezzo era il dato migliore da cui ricavare una stima delle emissioni di gas serra prodotte applicando gli opportuni fattori di emissione. Utilizzare dei fattori di emissione applicati al chilometraggio sarebbe stato meno preciso, poiché non si sarebbe tenuto conto del consumo medio di carburante tipico di ciascun modello di veicolo.

Sono stati quindi utilizzati i seguenti dati di consumo:

- Quantità di carburante già stimate dalla struttura utilizzante i mezzi a partire dal chilometraggio annuale e da un valore di consumo medio in litri/100 km ricavato dalla carta di circolazione o stimato in base al tipo di mezzo.
- Per i veicoli di uno dei dipartimenti, il consumo di carburante non era indicato ed è stato quindi stimato moltiplicando il chilometraggio annuale per il consumo medio in litri/100 km che era stato riportato dalla carta di circolazione.
- Quantità di carburante direttamente misurate: si tratta dei consumi dei veicoli e mezzi agricoli a gasolio dell'Azienda Agraria, riforniti al distributore presente presso di essa, e dei veicoli dell'amministrazione centrale, il cui rifornimento di carburante presso i distributori viene effettuato tramite una tessera che registra il numero di litri che verranno poi fatturati.

Per questi ultimi mezzi è stato stimato il consumo di agosto (la cui fattura non era disponibile) a partire dalla differenza di chilometraggio tra fine luglio e inizio settembre, che è stata moltiplicata per un consumo medio di carburante per chilometro stimato dai dati disponibili per tutti gli altri mesi dell'anno.

Per i furgoni per il trasporto degli studenti e dei dipendenti disabili, i cui consumi erano minori e fatturati non ogni mese, i dati a disposizione apparivano insufficienti per una stima delle quantità di carburante acquistate ad agosto, che si suppone essere comunque limitate (o addirittura assenti) in quanto ad agosto i mezzi sono poco utilizzati.

- Si è infine fatta attenzione a non conteggiare due volte i consumi dei veicoli a gasolio dell'Azienda Agraria, che sono stati forniti sia tramite il Servizio Ambiente, sia direttamente dall'Azienda.

Nella Tabella 2.5 è riportato un elenco delle strutture dell'Ateneo che dispongono di veicoli; sono indicati anche da chi sono stati ricevuti i dati e il tipo di dati di consumo ottenuti (misurazione o stima). Le quantità complessive di carburante utilizzato nel 2016, distinte per tipo, sono invece riportate nella Tabella 2.6.

Tabella 2.5 *Elenco delle strutture dell'Ateneo che dispongono di veicoli, uffici che hanno fornito i relativi dati e tipologia dei dati di consumo di carburante*

Struttura utilizzante i mezzi	Struttura che ha fornito i dati	Tipologia di dati di consumo carburante
Amministrazione Centrale	Servizio Gestione Servizi Generali (su richiesta del Servizio Ambiente)	misurazione
Dipartimento di Fisica e Astronomia "Galileo Galilei" - DFA	Dipartimento (su richiesta del Servizio Ambiente)	stima
Dipartimento di Geoscienze	Dipartimento (su richiesta del Servizio Ambiente)	stima
Dipartimento di Ingegneria civile, edile e ambientale - ICEA	Dipartimento (su richiesta del Servizio Ambiente)	stima
Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente - DAFNAE	Polo Multifunzionale di Agripolis	stima
Dipartimento di Biomedicina comparata e alimentazione - BCA	Polo Multifunzionale di Agripolis	stima
Dipartimento di Medicina animale, produzioni e salute - MAPS	Polo Multifunzionale di Agripolis	stima
Dipartimento di Territorio e sistemi agro-forestali - TESAF	Polo Multifunzionale di Agripolis	stima
Polo Multifunzionale di Agripolis	Polo Multifunzionale di Agripolis	stima
Azienda Agraria Sperimentale - autovetture/furgoni	Dipartimento (su richiesta del Servizio Ambiente)	stima

Azienda Agraria Sperimentale - mezzi agricoli e altri macchinari	Azienda Agraria Sperimentale "L.Toniolo"	misurazione
--	--	-------------

Tabella 2.6 Quantità complessive di carburante consumate dai veicoli dell'Ateneo nel 2016

Tipo carburante	Quantità [l]
Gasolio	48.241
Benzina	3.622
GPL	1.195

2.2.4 Emissioni di gas fluorurati ad effetto serra dagli impianti di condizionamento d'aria e dai sistemi di protezione antincendio dell'Ateneo

A maggio di ogni anno l'Ateneo effettua la compilazione della dichiarazione F-Gas: nel Registro Nazionale dei gas fluorurati vanno infatti obbligatoriamente inseriti i dati sulle apparecchiature fisse contenenti più di 3 kg di gas fluorurato ad effetto serra. L'Ateneo denuncia quindi i quantitativi di gas refrigeranti contenuti nelle apparecchiature di condizionamento d'aria e nei sistemi di protezione antincendio dei vari edifici dell'Università, assieme agli eventuali quantitativi dispersi in ambiente, per ogni tipologia di gas.

Visionando i file riportanti questi dati e che sono stati forniti dal Servizio Manutenzione dell'Ateneo, si è visto che nel 2016 l'azienda che si occupa della manutenzione degli impianti non ha registrato alcuna dispersione di gas fluorurati. Poiché in precedenza erano già stati richiesti e visionati i file relativi al 2015, si è deciso di riportare queste informazioni (Tabella 2.7) per almeno quell'anno. Nel 2015 si sono verificate fuoriuscite di gas fluorurati solo da cinque impianti di climatizzazione. Il Servizio Manutenzione ha comunicato che tra il 2015 e il 2016 non è stata apportata alcuna modifica ai sistemi di climatizzazione dell'Ateneo e che possa essere motivo della differenza di dispersioni tra i due anni.

Tabella 2.7 Quantità e tipologia di refrigeranti dispersi dagli impianti di climatizzazione dell'Ateneo nel 2015

Tipologia di refrigerante	Numero di impianti da cui è avvenuta la dispersione	Quantità di refrigerante disperso [kg]
R-410A	3	13,55
R-407C	2	22,75

2.2.5 Animali dell'Azienda Agraria

L'Azienda Agraria Sperimentale "L. Toniolo" di Legnaro ha fornito i dati sulla consistenza media del suo allevamento nel 2016. Nel file Excel ricevuto erano riportati, per ogni tipologia di animale, il numero di capi e la quantità di azoto contenuta nelle deiezioni (letame e liquame) prodotte e distribuite nei terreni dell'Azienda. I dati sono sintetizzati nella Tabella 2.8.

Tabella 2.8 Numero medio e tipologia di animali dell'allevamento dell'Azienda Agraria Sperimentale dell'Ateneo nel 2016 e quantità totali di azoto contenute nelle deiezioni, per ogni tipologia di animale

Tipo di animali		Numero di capi (arrotondato)	Totale contenuto di azoto nelle deiezioni [kgN/anno]
Bovini	Bovine da latte con stabulazione libera su cuccette in paglia	22	1.826
	Bovine nutrici stabulate su lettiera permanente	8	352
	Capi da rimonta fino al primo parto su grigliato	19	684
	Vitelli 0-6 mesi su lettiera	9	108
	Vitelli 0-6 mesi su grigliato	1	12
Ovini	Pecore in box individuali o collettivi	34	168
Cunicoli	Conigli da ingrasso in gabbia	119	29
Equini	Cavalli-fattrici in box individuali	6	228
Suini	Suini all'ingrasso su pavimento parz. Fessurato	40	392
TOTALE		258	3.799

2.2.6 Fertilizzanti sintetici utilizzati dall'Azienda Agraria

Oltre al concime naturale costituito dalle deiezioni prodotte dagli animali dall'allevamento, per la concimazione delle sue colture l'Azienda Agraria utilizza anche concimi di sintesi chimica.

L'Azienda ha fornito un file Excel in cui erano riportate, per ogni tipo di fertilizzante, la quantità utilizzata nel 2016 e la quantità di azoto in essa contenuto, in chilogrammi. I dati ricevuti sono sintetizzati nella Tabella 2.9.

Tabella 0.1.9 Tipo e quantità di fertilizzanti di sintesi utilizzati dall'Azienda Agraria dell'Ateneo nel 2016, con le rispettive percentuali e quantità di azoto contenuto

Fertilizzante	Quantità [kg]	Percentuale di azoto contenuto	Quantità di azoto contenuto [kg]
8-24-24	5200	8%	416
UREA 46%	5850	46%	2691
Nitrato ammonico 27%	3150	27%	851
N.S.Z. 26 Cifo	320	26%	83
Microphos Mo Zn NP 10-46	105	10%	11
TOTALE			4.051

2.3 Ambito di emissione 2

2.3.1 Consumo di energia elettrica acquistata

2.3.1.1 Acquisti di energia elettrica gestiti dal Servizio Manutenzione

Nel 2016, l'energia elettrica è stata acquistata dall'Ateneo da due fornitori: GALA è stata fornitore dall'1 aprile 2015 al 31 marzo 2016, mentre per l'anno successivo (1 aprile 2016 – 31 marzo 2017) Dolomiti Energia si è aggiudicata il contratto di fornitura.

Su suggerimento del Servizio Manutenzione, si è preferito ricavare i valori di consumo annuali riferendosi all'anno di operatività di GALA invece di estrarre dati dalle fatture di entrambi gli operatori, per i seguenti motivi:

- le bollette di GALA sono più precise e complete;
- i dati di consumo di inizio e fine contratto di un operatore sono sempre molto precisi, poiché l'operatore effettua la lettura diretta del contatore (non fa solo una stima dei consumi);
- utilizzare i dati da fatture di diversi operatori sarebbe complicato, dispendioso in termini di tempo e porterebbe molto probabilmente a errori di stima maggiori di quelli risultanti dal visionare le fatture di un unico operatore.

I valori di energia fornita mensilmente da GALA sono stati quindi ricavati per ogni codice POD (*Point of Delivery*) associato alle singole utenze presso gli edifici dell'Ateneo.

Dai consumi di energia elettrica delle utenze intestate all'Ateneo sono stati sottratti i consumi imputati all'edificio di Veneto Agricoltura, servito dalla stessa cabina elettrica del Campus di Agripolis.

2.3.1.2 Consumo di energia elettrica negli edifici utilizzati dall'Ateneo secondo contratto di affitto o di altro tipo (comodato, convenzione d'uso)

Per i consumi di energia elettrica nei locali in affitto o utilizzati secondo contratto di comodato o in convenzione con altri enti, vale quanto descritto per i consumi di gas nel § 2.2.1.2. La maggior parte di essi sono fatturati direttamente all'Ateneo; in alcuni casi i consumi sono pagati dai proprietari, che poi vengono rimborsati dal Servizio Logistica e Patrimonio Immobiliare dell'Università. Vi sono poi i consumi di energia elettrica rientranti nelle spese condominiali, che sono però molto contenuti in quanto riguardano ad esempio solo l'energia elettrica per l'ascensore, per l'illuminazione comune, ecc. Queste voci di spesa sono state visionate dai rendiconti di gestione condominiale presso il Servizio Logistica e Patrimonio Immobiliare. Nei casi in cui era riportata la spesa per l'energia elettrica e non il consumo in chilowattora, si è scelto di calcolare quest'ultimo dividendo la spesa sostenuta per un prezzo medio unitario dell'energia elettrica di 20 c€/Smc, valore indicativo ipotizzato valutando i prezzi finali dell'energia elettrica per i consumatori domestici e industriali nel 2016 in Italia (Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico, 2016).

2.3.1.3 Consumo di energia elettrica negli edifici utilizzati dal Policlinico universitario

Analogamente a quanto descritto per i consumi di gas nel § 2.2.1.3, il 4,16% dei consumi di energia elettrica negli edifici gestiti dall'Azienda Ospedaliera è allocato all'Ateneo. Il servizio Gestione della Logistica dell'Azienda aveva già raccolto i valori di consumo annuale per tutti i contatori in un unico file Excel.

I consumi degli edifici degli Istituti Anatomici e di Microbiologia, che sono gestiti dall'Ateneo, sono invece allocati all'Università per il 41,36 %.

2.3.1.4 Consumo di energia elettrica negli edifici utilizzati dall'ESU

I consumi di energia elettrica negli edifici utilizzati e gestiti dall'ESU sono stati forniti da quest'ultimo e sono riportati a parte.

Nella Tabella 2.10 si riportano i consumi di energia elettrica dell'Ateneo nel 2016, suddivisi per tipologia di spazi.

Tabella 2.10 Consumi di energia elettrica negli edifici dell'Ateneo nel 2016, suddivisi per tipologia di edificio

Tipologia di spazio	Energia elettrica [MWh]
Spazi di proprietà dell'Università o del Demanio	32.181
Spazi affittati	2.595
Spazi utilizzati secondo altri contratti (comodato, convenzioni tra enti)	849
Spazi utilizzati dal Policlinico universitario	1.703
Totale - esclusi gli spazi utilizzati dall'ESU	37.328
Spazi utilizzati dall'ESU	817

2.3.2 Consumo di energia termica dall'impianto di teleriscaldamento di Bressanone

Per il riscaldamento e la produzione di acqua calda sanitaria, la Casa della Gioventù del polo didattico di Bressanone utilizza energia termica prodotta e distribuita dal sistema di teleriscaldamento di ASM Bressanone SpA. Il consumo di energia termica annuale è stato ricavato dalle fatture fornite dal Servizio Manutenzione, calcolando la differenza delle letture di consumo al contatore tra il 30 novembre 2015 e il 30 novembre 2016.

Tabella 2.11 Consumo di energia termica da teleriscaldamento dell'Ateneo nel 2016

Tipologia di spazio	Energia termica [kWh]
Spazi di proprietà dell'Università o del Demanio	186.560
Totale	186.560

2.4 Ambito di emissione 3

2.4.1 Trasporti con mezzi non appartenenti all'Ateneo

2.4.1.1 Trasporti utilizzati dal personale durante le missioni

Per il calcolo delle emissioni di gas serra prodotte negli spostamenti del personale dell'Ateneo durante le missioni, è stato necessario calcolare la distanza totale percorsa con ciascun tipo di mezzo di trasporto nel 2016.

Il Servizio ambiente e progettazione per la sicurezza dell'Università (Saps) ha fornito i file Excel contenenti i dati delle missioni effettuate dal personale dell'Ateneo (docenti, ricercatori ed equiparati e personale tecnico amministrativo e non strutturato) e le cui spese di viaggio erano state rimborsate nel 2016 e nei tre anni precedenti (2015, 2014,

2013). Tali dati sono raccolti a livello di Amministrazione Centrale a partire dalle singole richieste di rimborso effettuate dai dipendenti dell'Università al termine delle missioni. I rimborsi sono spesso effettuati e quindi contabilizzati nell'anno successivo a quello in cui la missione ha avuto luogo. Pertanto, nel file relativo ai rimborsi del 2016, erano presenti anche viaggi avvenuti o iniziati nel 2015, mentre probabilmente non erano presenti viaggi le cui spese sono state o verranno rimborsate nel 2017. Si è quindi ritenuto più conveniente, al fine di ottenere risultati più vicini possibili a quelli effettivi, considerare nei calcoli le missioni rimborsate nel 2016, anziché le missioni realmente effettuate nel 2016 come sarebbe più corretto in caso di dati tutti disponibili. Si è comunque prima effettuato un confronto con i dati di rimborso degli anni precedenti, in modo da verificare che nulla di sostanziale fosse cambiato nelle tempistiche dei rimborsi. La percentuale di viaggi iniziati nel 2016 rispetto ai viaggi totali rimborsati nel 2016 è risultata essere pari a 84,7 %; le analoghe percentuali per gli anni 2015, 2014 e 2013 sono rispettivamente: 90,3 %, 90,8 %, 88,9 %. Si ha quindi una concordanza abbastanza buona.

Per ciascun viaggio realizzato nell'ambito di una missione, le informazioni di interesse ai fini del calcolo delle emissioni di gas serra si sono rivelate essere:

- Codice identificativo di ciascuna missione;
- Luogo di partenza della missione;
- Luogo di destinazione della missione;
- Tipo di missione, ovvero avvenuta in Italia, nell'Unione Europea o in uno Stato extraeuropeo;
- Tipo di spesa relativa a mezzi di trasporto che è stata rimborsata;
- Numero di chilometri rimborsati in caso di utilizzo di auto propria.

Per ciascuna missione erano inoltre indicati la tipologia di personale al quale è stata rimborsata la missione, la struttura (dipartimento, centro interdipartimentale, area tecnico-amministrativa o altro) a cui afferisce il dipendente e l'importo rimborsato per ciascun viaggio, oltre ad alcune informazioni, più che altro di carattere amministrativo, non di interesse per il presente studio. Grazie alla descrizione del tipo di spesa rimborsata, si sono potuti identificare i mezzi di trasporto utilizzati nelle missioni; le spese erano classificate infatti nel seguente modo:

- Spese per acquisto del carburante, rimborsate in base al numero di chilometri percorsi, in caso di utilizzo di auto propria;
- Spese per acquisto del carburante con rimborso forfettario, in caso di utilizzo di auto;
- Spese di viaggio aereo;

- Spese di viaggio in treno;
- Spese di viaggio in autobus/corriera;
- Spese per metropolitana/linee urbane;
- Spese di viaggio in nave;
- Spese per noleggio auto;
- Spese per taxi;
- Costo cuccetta;
- Pedaggio autostradale;
- Tassa di imbarco.

Le ultime tre voci non erano chiaramente utili in alcun modo ai fini del calcolo delle distanze percorse con i vari mezzi di trasporto. Le relative righe del file Excel sono state pertanto escluse dall'analisi; rimanevano così 34.247 viaggi da analizzare.

Gli unici viaggi per cui è stato possibile calcolare direttamente la distanza percorsa erano i 4.835 viaggi effettuati con auto propria e per cui l'importo rimborsato è stato calcolato a partire dal numero di chilometri percorsi. Sommando questi ultimi valori per tutti i viaggi, si è quindi ottenuto il numero totale di chilometri che i dipendenti hanno percorso con auto propria, chiedendo poi il rimborso della spesa del carburante basandosi sul chilometraggio. Per tutti gli altri viaggi, non era indicato il numero di chilometri percorsi ma solo l'importo rimborsato al dipendente, dato non appropriato per ottenere una stima attendibile della distanza, visto che la spesa al chilometro per ciascun mezzo di trasporto o per l'acquisto di carburante varia in base a diversi fattori, tra cui la nazione in cui avviene il viaggio.

Su suggerimento e con l'aiuto dell'Ing. Gecchele, assegnista di ricerca del Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale, si è quindi adottato un metodo di analisi che permettesse di ricavare i dati voluti nel modo più coerente e attendibile possibile, mantenendo quante più informazioni possibili ed eseguendo nel contempo un'operazione di pulizia e filtraggio dei dati.

Poiché per ciascun viaggio effettuato in una determinata missione erano indicati solo la località di partenza e quella di destinazione dell'intera missione e non di ogni singolo spostamento, era impossibile determinare la distanza effettivamente compiuta con ciascun mezzo di trasporto. Si è quindi deciso di selezionare, per ciascuna missione, solo il mezzo di trasporto "principale" utilizzato, ovvero quello con cui si è presumibilmente compiuta la maggior parte del tragitto. L'ordine stabilito nell'identificare il mezzo di trasporto principale per ciascuna missione è il seguente:

1. Aereo
2. Treno

3. Auto (con rimborso della spesa per il carburante basato sul chilometraggio)
4. Auto (con rimborso forfettario della spesa per il carburante utilizzato)
5. Autobus/corriera
6. Nave
7. Metropolitana/linee urbane, Auto noleggiata, Taxi

I mezzi di trasporto “Metropolitana/linee urbane”, “Auto noleggiata” e “Taxi” sono stati raccolti in un’unica categoria, in quanto aventi la stessa “importanza” e in quanto sono stati presumibilmente utilizzati all’interno della località di destinazione (o di partenza) delle missioni.

Secondo questo metodo di procedere, per un’ipotetica missione con partenza “Padova” e destinazione “New York” in cui siano stati utilizzati autobus/corriera, aereo, metropolitana e tre volte il taxi, l’autobus è stato probabilmente utilizzato per andare all’aeroporto di Venezia, l’aereo per andare a New York e la metropolitana e il taxi per spostarsi all’interno della città.

Per ognuna delle 15.803 missioni si è quindi selezionato il mezzo di trasporto con cui è stato effettuato lo spostamento principale del viaggio. Per tutti gli altri spostamenti, non è possibile determinare una distanza. Un’eccezione è costituita dai viaggi in auto con rimborso basato sul chilometraggio, per i quali si è deciso di conteggiare tutte le distanze percorse in una missione, in quanto erano direttamente disponibili.

In questo modo si è inoltre evitato il rischio di conteggiare due o più volte la distanza percorsa con un certo mezzo verso una certa località, ad esempio nei casi in cui si avevano più viaggi aerei in una stessa missione, magari perché i rimborsi della spesa del viaggio di andata e del viaggio di ritorno erano stati chiesti separatamente o perché uno dei viaggi era stato effettuato in realtà all’interno dello Stato di destinazione.

Sono quindi stati creati dei database distinti per ciascun tipo di mezzo di trasporto utilizzato, che si è potuto iniziare ad elaborare. I procedimenti seguiti per calcolare le lunghezze dei viaggi in aereo e in treno sono simili; in essi sono stati sfruttati i seguenti strumenti e informazioni:

- Informazioni sugli aeroporti di tutto il mondo e informazioni sulle stazioni e sulla rete ferroviaria italiane, tratte da dataset messi a disposizione gratuitamente da alcuni siti internet;
- Software Quantum GIS (QGIS); si tratta di un software GIS (Geographic Information System) che permette di visualizzare ed elaborare dei dati spaziali implementati in mappe digitali.

Viaggi in aereo

Dal sito internet OpenFlights.org (OpenFlights.org, n.d.) è stato scaricato un dataset costituito da una lista di tutti i principali aeroporti del mondo; tra le informazioni fornite vi erano: nome dell'aeroporto, città, Stato, codici aeroportuali IATA (International Air Transport Association) e ICAO (International Civil Aviation Organization), latitudine e longitudine. Importando questi dati in QGIS, si è potuto sfruttare il software per ricavare le distanze percorribili tra i vari aeroporti seguendo il tragitto più breve sul globo terrestre, ottenendo quindi l'equivalente di una matrice delle distanze aeree tra tutti gli aeroporti del mondo.

Il passo successivo è stato realizzare una lista che raccogliesse tutte le località che comparivano nel database "Missioni aereo", includendo però la stessa località una sola volta. La lista ottenuta presentava 561 località, numero accettabile (se confrontato con i 4.356 viaggi in aereo con una partenza e una destinazione) per poter associare, una località alla volta, l'aeroporto più vicino tra quelli presenti nella matrice delle distanze elaborata con QGIS.

Per semplificare e per mantenere una coerenza nell'eseguire le associazioni, soprattutto in alcuni casi di ambiguità e criticità, sono state seguite queste regole:

- A tutte località venete è stato associato l'aeroporto Marco Polo di Venezia, essendo un aeroporto internazionale e quello più trafficato in Italia nord-orientale;
- Per le partenze/destinazioni di cui era indicato solo lo Stato, è stato associato l'aeroporto della capitale o di una città piuttosto centrale e di una certa importanza (ad esempio Chicago nel caso degli Stati Uniti);
- Per trovare gli aeroporto più vicini a una località di partenza/destinazione, è stato utilizzato il sito internet Rome2rio.com (Rome2rio.com, n.d.); ad esempio per Acireale, comune dell'area metropolitana di Catania, è stato considerato appunto l'aeroporto di Catania.
- Nei tre casi in cui erano indicati, come partenza/destinazione, due Stati o due città, si è considerato indifferentemente uno dei due;
- Nei casi piuttosto frequenti di esistenza nel mondo di più località con lo stesso nome, si è provato a individuare quella corretta facendo un confronto con il tipo di missione (avvenuta in Italia, in Europa o in un paese extraeuropeo). Nei 15 casi in cui tale informazione non è stata sufficiente, si è considerata la località indicata per prima sul sito Rome2rio.com (Rome2rio.com, n.d.).

A questo punto, utilizzando le funzioni di Microsoft Access sono stati associati automaticamente, a ciascun viaggio aereo, gli aeroporti di partenza e destinazione; a

tutte le combinazioni partenza-destinazione è stata infine associata la distanza aerea ricavata da QGIS in metri e convertita poi in chilometri.

Si osserva che tali distanze ricavate tra due località non tengono conto di eventuali scali aerei, che potrebbero rendere il viaggio più lungo di quello che si compirebbe seguendo il tragitto più breve tra due punti del globo terrestre.

Dopo aver analizzato il file risultante, comprendente tutti i viaggi per cui l'aereo era il mezzo di trasporto principale utilizzato nella missione e per cui è stata ricavata la distanza percorsa, si è deciso di escludere dal calcolo dei chilometri complessivi compiuti in aereo i seguenti viaggi:

- 11 viaggi che risultavano effettuati tra due località Italiane distanti meno di 300 chilometri; si è ritenuto non credibile che fosse veramente stato utilizzato l'aereo per compiere tragitti così brevi;
- 1 viaggio che presentava Padova come località sia di partenza che di destinazione;
- 2 viaggi che avevano come partenza e destinazione "Stati Uniti". Trattandosi quindi probabilmente di due viaggi interni, risultava impossibile valutarne il percorso.

Per i 4.356 viaggi aerei considerati, è stata moltiplicata per due la distanza tra partenza e destinazione in modo da ottenere la lunghezza del percorso di andata e ritorno della missione.

Infine, tenendo conto dei diversi fattori di emissione di gas serra associati a viaggi brevi (lunghezza minore di 785 km), medi (lunghezza tra 785 e 3700 km) e lunghi (lunghezza maggiore di 3700 km) trovati in letteratura, i viaggi aerei sono stati suddivisi tra i tre diversi intervalli in base alla distanza coperta.

Viaggi in treno

Dall'Atlante statistico territoriale delle infrastrutture elaborato da ISTAT (ISTAT, 2015) sono stati ricavati i dati sulle principali stazioni ferroviarie italiane, incluse le coordinate geografiche. Analogamente a quanto fatto per gli aeroporti, a ciascuna località presente nel database "Missioni treno" è stata associata la stazione ferroviaria più vicina riportata nell'Atlante. Il dataset di ISTAT è stato poi importato su QGIS, assieme a una mappa della rete ferroviaria italiana estratta da OpenStreetMap (OpenStreetMap Foundation). Avendo tuttavia riscontrato dei problemi nel ricavare tramite QGIS la matrice delle distanze ferroviarie sulla rete (ovvero lungo le tratte di ferrovia e non lungo il percorso lineare più breve), si è proceduto in altro modo: per tutte le combinazioni "stazione di partenza - stazione di destinazione" riportate in una

lista priva di duplicati in modo da rendere il lavoro più veloce, utilizzando QGIS è stata ricavata “manualmente” la distanza compiuta, utilizzando il comando “xxxx”. Associando infine le distanze tra le varie combinazioni a tutti i relativi viaggi effettuati, si sono ottenute le distanze per i 5.686 viaggi in treno effettuati in Italia.

Per quanto riguarda invece i 336 viaggi verso una località estera, gli 8 dall'estero verso l'Italia e l'unico viaggio tra due località estere, utilizzando Google Maps si sono ricavate le distanze percorse approssimandole con quelle coperte effettuando il viaggio in auto, poiché queste erano le uniche fornite da Google Maps. Si sono inoltre seguite queste regole:

- Per gli Stati è stato inserito su Google il nome della nazione: Google Maps forniva un punto centrale nel Paese.
- Se erano date come destinazione due città di uno stato, è stata considerata la più lontana.

13 viaggi risultano infine impossibili (ad esempio il viaggio Padova – Stati Uniti) e 6 di lunghezza non valutabile in quanto sono avvenuti all'interno dello stesso Stato (ad esempio il viaggio Belgio-Belgio).

Per i viaggi in treno considerati, la distanza tra partenza e destinazione è infine stata moltiplicata per due in modo da ottenere la lunghezza del percorso di andata-ritorno della missione.

Viaggi in auto con rimborso del carburante

Le missioni di cui lo spostamento principale è stato effettuato in auto sono 136. Per esse sono state ricavate le distanze tramite Google Maps, così come fatto per i viaggi in treno all'estero o dall'estero. Nei casi in cui come destinazione era indicato uno Stato anziché una città, si è inserito in Google Maps il nome dello Stato. Altri due spostamenti risultano impossibili (ad esempio Padova –Stati Uniti).

Per questa categoria di viaggi, si era inizialmente considerato di fare una stima dei chilometri percorsi a partire dall'importo rimborsato per il carburante e assumendo un prezzo medio per chilometro. Questa possibilità è stata però esclusa poiché, secondo quanto comunicato dal Servizio Ambiente, spesso tale rimborso è solamente forfettario e non basato sull'effettiva quantità di carburante utilizzata.

Viaggi in autobus

Si è osservato che la maggior parte dei 236 viaggi risulta impossibile da effettuare in autobus/corriera, o comunque il rimborso del biglietto è troppo basso tenuto conto della distanza percorsa. Si tratta quindi probabilmente per lo più di spostamenti effettuati

all'interno della località di partenza o di destinazione delle missioni, presumibilmente spesso con autobus urbani.

Pochi viaggi sembravano possibili da realizzare effettivamente, tuttavia non disponendo di un criterio per distinguere i viaggi “possibili” da quelli “impossibili”, ed immaginando che le emissioni dai primi sarebbero comunque state bassissime rispetto a quelle prodotte utilizzando altri mezzi di trasporto (sia per il numero limitato di viaggi possibili in autobus presenti nel file, sia per la loro brevità), si è preferito non valutare le emissioni prodotte da questa categoria.

Viaggi in nave

Anche in questo caso, quasi tutti i 39 viaggi sono stati effettuati all'interno della località di destinazione della missione (per la maggior parte a Venezia); alcuni sono probabilmente viaggi in traghetto verso la destinazione (ad esempio verso Pula, in Croazia), tuttavia anche per questi pochi viaggi risulta del tutto arbitrario un calcolo della distanza effettivamente percorsa, oltre che non fortemente influente sui risultati finali, visti il numero limitato e la brevità dei viaggi. Si è quindi scelto di trascurare le emissioni prodotte da questa categoria.

Spostamenti in metropolitana/linee urbane, taxi e auto noleggiata

Quasi tutti gli spostamenti rientranti in queste categorie sono avvenuti evidentemente all'interno della località di destinazione delle missioni (gli unici casi discutibili sono 5 viaggi effettuati con auto noleggiata).

Si è deciso quindi di trascurare le emissioni prodotte utilizzando queste categorie di mezzi di trasporto.

Nella Tabella 2.11 sono sintetizzati i metodi utilizzati per il calcolo delle distanze percorse dai dipendenti nelle missioni, distinti per tipo di mezzo di trasporto. I risultati di tale analisi sono riportati nella Tabella 2.12.

Tabella 2.11 Sintesi dei metodi di calcolo delle distanze percorse dai dipendenti nelle missioni con i diversi mezzi di trasporto

Mezzo di trasporto utilizzato	Quali viaggi sono stati valutati	Metodo di calcolo delle distanze percorse
Auto (rimborso della spesa per il carburante basato sul chilometraggio)	Tutti i viaggi	Il numero di chilometri percorsi era un dato disponibile.
Aereo	Solo lo spostamento principale di ciascuna missione	Utilizzo di QGIS e dei dati sugli aeroporti disponibili sul sito https://openflights.org/data.html# per ricavare automaticamente le distanze tra gli aeroporti del mondo, a cui sono associate le località di partenza e destinazione delle missioni.

Treno - viaggi in Italia	Solo lo spostamento principale di ciascuna missione	Utilizzo di QGIS, dei dati disponibili sul sito di ISTAT e della mappa della rete ferroviaria italiana per ricavare manualmente le distanze tra le stazioni ferroviarie italiane, a cui sono associate le località di partenza e destinazione delle missioni.
Treno - viaggi all'estero o dall'estero	Solo lo spostamento principale di ciascuna missione	Distanze ricavate manualmente utilizzando Google Maps (distanze ferroviarie approssimate con quelle stradali).
Auto (con rimborso forfettario della spesa per il carburante)	Solo lo spostamento principale di ciascuna missione	Distanze ricavate manualmente utilizzando Google Maps.
Autobus/corriera	Nessuno	-
Nave	Nessuno	-
Metropolitana/linee urbane, Auto noleggiata, Taxi	Nessuno	-

Tabella 2.12 Risultati del calcolo delle distanze percorse dai dipendenti nelle missioni con i diversi mezzi di trasporto

Mezzo di trasporto utilizzato	Numero di viaggi	Distanza percorsa (Andata/Ritorno) [km]
Auto (rimborso della spesa per il carburante basato sul chilometraggio)	4.835	1.107.633
Auto (rimborso forfettario del pieno)	138	92.446
Auto - totale	4.973	1.200.079
Aereo - short haul	1000	1.241.037
Aereo - medium haul	2468	6.112.932
Aereo - long haul	888	15.155.677
Aereo - totale	4356	22.509.646
Treno - viaggi in Italia	5686	3.218.096
Treno - viaggi all'estero e dall'estero	323	516.400
Treno - totale	6009	3.734.497
Totale - viaggi per cui sono state calcolate le emissioni	15.338	27.444.222

4.4.1.1 Trasporti utilizzati dai dipendenti negli spostamenti casa - lavoro

Per il calcolo delle emissioni di gas serra prodotte negli spostamenti effettuati dai dipendenti dell'Università per andare al lavoro, i dati necessari sono stati ricavati dai risultati dell'indagine realizzata a maggio dall'Ateneo sul modo di spostarsi del proprio personale.

Il questionario era strutturato in tre parti: in una prima sezione si richiedevano ai dipendenti informazioni sui loro spostamenti per andare al lavoro; la seconda e la terza sezione includevano quesiti mirati a valutare la loro propensione a cambiare mezzo di

trasporto a favore di soluzioni a minor impatto ambientale e a conoscere la loro opinione su quali siano le problematiche legate all'uso di alcuni mezzi di trasporto. Alla fine del questionario si chiedeva di inserire alcune informazioni personali.

L'analisi è stata basata sui dati disponibili, introducendo le opportune ipotesi e stime ove necessario.

Informazioni generali sull'indagine

L'invito alla compilazione del questionario è stato inviato il 26 aprile all'indirizzo di posta elettronica istituzionale di tutti i dipendenti dell'Ateneo; l'11 maggio è stata inviata una seconda email per sollecitare alla compilazione, che i dipendenti hanno potuto effettuare fino al 25 maggio. I questionari compilati sono stati 2000 su 4477 inviati: il tasso di risposta è stato quindi del 44,7%.

Risultati dell'indagine utilizzati per il calcolo delle emissioni di gas serra

Concluso il periodo di compilazione, l'Ateneo ha fornito un file Excel con riportate, per ciascun rispondente al questionario, le risposte che potevano essere utili al calcolo delle emissioni. Nella Tabella 2.13 è riportata una sintesi dei principali quesiti di interesse per i calcoli, con le relative opzioni di risposta.

Tabella 2.13 Sintesi dei quesiti e delle relative opzioni di risposta tratti dal questionario sulla mobilità dei dipendenti e utili al calcolo delle relative emissioni di gas serra

Informazione richiesta	Possibili risposte
Ruolo ricoperto dal dipendente	Tecnico/amministrativo Docente/ricercatore Collaboratore linguistico
Distanza mediamente percorsa nel tragitto casa - lavoro	meno di 1 km da 1 a 5 km circa da 5 a 10 km circa da 10 a 20 km circa oltre 20 km
Metodo di spostamento principale abitualmente adottato nel tragitto casa-lavoro	pedi bicicletta, bicicletta elettrica bike sharing automobile - da solo automobile - come conducente con passeggeri automobile -come passeggero car-sharing moto/scooter bus extraurbano bus urbano/tram treno

Altre informazioni raccolte attinenti agli scopi della presente analisi ma che tuttavia non sono state utilizzate nella stima delle emissioni sono le seguenti:

- Codice di avviamento postale (CAP) del luogo di residenza e sede di lavoro (a Padova o presso le strutture delle altre località: Legnaro, Vicenza, ecc.) del dipendente.
Per ricavare la distanza percorsa nel tragitto casa – università sarebbe stato possibile utilizzare un software GIS per il calcolo delle distanze tra i CAP di residenza e di lavoro. Considerando tuttavia che l'area coperta da un certo CAP può essere molto estesa, il grado di precisione dei risultati ottenuti non avrebbe probabilmente giustificato il preferire questo metodo rispetto all'utilizzare gli intervalli di distanza direttamente indicati dai dipendenti.
- Il dipendente aveva la possibilità di indicare, oltre al metodo di spostamento principale adottato, altri eventuali metodi utilizzati nel tragitto casa – lavoro. Non avendo però modo di distinguere quale fosse la distanza coperta nei vari modi, si è proceduto nei calcoli assumendo che tutto il tragitto casa - lavoro fosse compiuto con lo stesso mezzo.
- Alcuni rispondenti hanno indicato dei metodi di spostamento diversi per il tragitto lavoro-casa, rispetto al tragitto casa – lavoro. Poiché si trattava solo dell'1% dei rispondenti, tali informazioni sono state trascurate, considerando quindi lo stesso modalità di spostamento per l'andata e il ritorno dal lavoro.

Infine alcune informazioni erano incomplete affinché potessero essere utilizzate in questa analisi, tuttavia sono qui di seguito riportate in modo da fornire un'idea di quali variabili andrebbero a influire sui risultati dei calcoli, se potessero essere valutate:

- Quando piove o le condizioni meteorologiche sono avverse, il 12% dei dipendenti utilizza dei mezzi di trasporto diversi da quelli usati abitualmente; nella bella stagione invece il 10% usa mezzi diversi solo qualche volta, il 3% sempre. Non sono però indicati i modi di spostamento adottati in questi casi, né è possibile stabilire quante volte l'anno si verificano.
- Il 29% dei rispondenti effettua spostamenti per motivi di lavoro tra diverse sedi dell'Ateneo nell'arco della giornata. Non è indicata però la frequenza di tali spostamenti, né il mezzo.

Ipotesi e stime

Essendo data ai dipendenti la possibilità di indicare non la distanza casa - lavoro compiuta esattamente, ma l'intervallo chilometrico in cui ricade tale distanza, si è deciso di considerare il valore a mediano di ciascun intervallo (ad eccezione del primo e dell'ultimo intervallo), come indicato nella Tabella 2.14.

Tabella 2.14 Intervalli di distanza indicati nei questionari sulla mobilità dei dipendenti, con i relativi valori medi

Intervallo di distanza	Distanza considerata nei calcoli [km]
meno di 1 km	1
da 1 a 5 km circa	3
da 5 a 10 km circa	7,5
da 10 a 20 km circa	15
oltre 20 km	40

Per calcolare il numero di chilometri totali percorsi con ciascun mezzo di trasporto nell'intero anno solare in modo da ricavare le relative emissioni di gas serra, per ogni dipendente era necessario conoscere, oltre alla distanza percorsa per andare al lavoro e il mezzo utilizzato, anche il numero di volte in cui il tragitto viene compiuto nel corso dell'anno. Questo è approssimabile con il numero di giorni lavorativi in un anno; solo chi abita molto vicino al luogo di lavoro ha infatti la possibilità di rientrare a casa durante la pausa pranzo, e lo fa probabilmente a piedi o in bici, cosicché non vi sono emissioni da associare a tali spostamenti. Si è quindi stimato il numero di giorni lavorativi per le diverse categorie di dipendenti:

- Per il personale tecnico-amministrativo e i ricercatori è stato assunto un totale di 221 giorni lavorativi l'anno, avendo tenuto conto di:
 - 5 giorni lavorativi a settimana;
 - 9 giorni festivi nel 2016 (non comprendono i festivi caduti di sabato o domenica);
 - 28 giorni di ferie;
 - 3 giorni di assenza per gravi motivi (ipotesi).
- Per quanto riguarda i docenti, siccome essi svolgono talvolta parte del proprio lavoro a casa, si è considerato che vadano all'Università mediamente 4 giorni alla settimana anziché 5. Assumendo quindi 9 giorni festivi, 28 giorni di ferie e 3 giorni di assenza per gravi motivi, si ottengono 169 giorni lavorativi svolti all'Università in un anno.
- Per i collaboratori e gli esperti linguistici (CEL) sono stati assunti 221 giorni lavorativi, come per il personale tecnico-amministrativo.

Poiché nel quesito del questionario sul ruolo ricoperto dal dipendente, docenti e ricercatori erano riuniti in un'unica categoria, per questa è stato assunto un valore di 4,34 giorni a settimana di presenza all'Università, calcolato basandosi sul numero di

docenti (1372) e ricercatori (720) lavoratori presso l'Ateneo nel 2016 e il rispettivo numero di giorni di presenza al lavoro nella settimana (4 e 5). Risultano quindi 187 giorni di lavoro presso l'Università in un anno.

Un dipendente inoltre non ha indicato il proprio ruolo: per lui è stato assunto un numero di giorni lavorativi dato dalla media dei giorni lavorativi del gruppo del personale tecnico-amministrativo e del gruppo docenti/ricercatori, quindi pari a 204 giorni.

Calcolo delle distanze

A questo punto, le distanze compiute in un anno solare da ciascun dipendente per andare al lavoro sono state calcolate applicando la semplice formula:

distanza in un anno

$$= 2 \times (\text{distanza casa} - \text{lavoro}) \times n^{\circ} \text{giorni di lavoro in un anno}$$

Si sono infine sommate le distanze percorse annualmente da tutti i rispondenti al questionario, separatamente per ciascun mezzo di trasporto utilizzato.

Il tasso di risposta ottenuto nell'indagine è sufficientemente buono per poter effettuare l'espansione dei risultati finali calcolati per il campione di rispondenti (2.000 dipendenti) all'universo di tutti i dipendenti nel 2016 (4.425) dell'Ateneo, applicando una semplice proporzione basata sul numero di individui dei due gruppi. I risultati sono riportati nella Tabella 2.15.

Tabella 2.15 Risultati del calcolo delle distanze percorse annualmente dai dipendenti nel tragitto casa-lavoro, suddivise per metodo di spostamento

Metodo di spostamento	Dipendenti rispondenti (campione)		Totale dipendenti (universo)	
	Numero persone	Distanza andata/ritorno [km/anno]	Numero persone	Distanza andata/ritorno [km/anno]
piedi	106	116.042	235	256.743
bicicletta, bicicletta elettrica	408	754.528	903	1.669.393
bike sharing	3	8.126	7	17.979
automobile - da solo	664	5.022.191	1469	11.111.598
automobile - come conducente con passeggeri	150	855.134	332	1.891.984
automobile -come passeggero	44	270.402	97	598.264
car-sharing	1	1.326	2	2.934
moto/scooter	93	309.400	206	684.548
bus extraurbano	126	1.566.312	279	3.465.465
bus urbano/tram	120	450.687	266	997.145
treno	285	4.471.476	631	9.893.141
totale	2000	13.825.624	4.425	30.589.193

Per quanto riguarda i viaggi effettuati dai dipendenti in automobile come conducenti o come passeggeri, le emissioni prodotte dalle auto vanno allocate tra tutte le persone a bordo. Vanno infatti considerate solo le emissioni associate al dipendente rispondente e non agli altri viaggiatori, che potrebbero essere tra l'altro persone del tutto esterne all'Università. In questi casi è stato quindi ipotizzato un numero medio di persone a bordo pari a tre. Solo un terzo delle emissioni prodotte da questi viaggi andrà quindi considerato nel calcolo delle emissioni relative agli spostamenti casa-lavoro.

4.4.1.1 Trasporti utilizzati dagli studenti negli spostamenti casa – università e alloggio – residenza

Per la raccolta dei dati relativi a questa categoria di emissione, si è potuto collaborare a un'indagine promossa dall'Ateneo sugli spostamenti degli studenti per andare all'università. La struttura del questionario era simile a quella del questionario proposto ai dipendenti, ma presentava due ulteriori sezioni: in una si chiedeva agli studenti “fuori sede” di fornire alcune informazioni sul viaggio di rientro alla propria residenza; l'altra era invece indirizzata ai soli studenti dei corsi universitari con sede a Legnaro, per poter valutare le loro specifiche esigenze.

Informazioni generali sull'indagine

L'invito alla compilazione del questionario è stato inviato il 17 maggio all'indirizzo di posta elettronica istituzionale di tutti i 64.771 studenti dell'Ateneo; tra questi erano compresi anche gli studenti Erasmus, i tirocinanti, gli studenti delle scuole di specializzazione, i dottorandi, gli studenti di post-dottorato, gli assegnisti di ricerca e chi svolge il “Servizio civile al servizio di assistenza psicologica”. Il 5 giugno è stata inviata una seconda email per sollecitare alla compilazione, che gli studenti hanno potuto effettuare fino al 14 giugno.

I questionari compilati sono stati 4627: il tasso di risposta è stato quindi del 7,14%.

Concluso il periodo di compilazione, l'Ateneo ha fornito un file Excel riportante, per ciascun rispondente al questionario, le risposte che potevano essere utili al calcolo delle emissioni di gas serra associate agli spostamenti degli studenti. Nella Tabella 2.16 è riportata una sintesi dei principali quesiti di interesse sugli spostamenti alloggio-università, con le relative opzioni di risposta. Le analoghe informazioni sul viaggio di rientro all'abitazione di residenza per gli studenti fuori sede sono riportate nella Tabella 2.18.

Si è proceduto dapprima con l'analisi del campione costituito da tutti gli studenti dell'università e poi con l'analisi delle risposte del campione degli studenti "fuori sede", i quali effettuano lo spostamento aggiuntivo del rientro alla località di residenza. Nei casi di risposte incomplete su uno o l'altro dei due spostamenti (alloggio-università e alloggio-residenza), sono state comunque mantenute le informazioni relative all'altro viaggio. Di ciò è stato tenuto conto nell'effettuare l'espansione dei risultati dal campione all'universo di tutti gli studenti.

A proposito della distinzione degli studenti "fuori sede" dagli studenti "in sede" e pendolari, analizzando i dati raccolti nell'indagine si è notato che 23 studenti avevano erroneamente indicato di essere "fuori sede", mentre dalle loro successive risposte appariva chiaro come invece si trattasse di studenti "in sede" o pendolari. Nel quesito sulla frequenza del loro rientro alla propria residenza hanno infatti risposto di effettuarlo "ogni giorno". Altri 6 studenti non hanno indicato se sono "fuori sede" o meno, interrompendo probabilmente la compilazione del questionario in quel punto. Poiché tutti loro avevano indicato di andare all'università in auto o in moto/scooter, si è supposto che non fossero studenti "fuori sede". Si è quindi deciso di escludere tali 29 rispondenti dal conteggio degli studenti fuori sede.

Calcolo delle distanze complessive percorse annualmente da tutti gli studenti nel tragitto casa - università, nei diversi modi di trasporto

Nella Tabella 2.16 è riportata una sintesi dei principali quesiti sugli spostamenti casa-università di interesse per la presente analisi, con le relative opzioni di risposta.

Tabella 2.16 Sintesi dei quesiti e delle relative opzioni di risposta tratti dal questionario sulla mobilità degli studenti e utili al calcolo delle emissioni di gas serra negli spostamenti casa-università

Informazioni relative allo spostamento alloggio-università	
Informazione richiesta	Possibili risposte
Distanza mediamente percorsa nel tragitto casa - università	meno di 1 km da 1 a 5 km circa da 5 a 10 km circa da 10 a 20 km circa da 20 a 30 km circa da 30 a 40 km circa oltre 40 km
Mezzo principale di trasporto abitualmente utilizzato nel tragitto casa-università	pedi bicycletta, bicycletta elettrica bike sharing moto/scooter automobile - da solo automobile - come conducente con passeggeri

	automobile - come passeggero car-sharing bus urbano bus extraurbano tram treno altro (da specificare con testo libero)
Numero di persone a bordo indicato da chi, nel precedente quesito, ha risposto di spostarsi in automobile come conducente con passeggeri o come passeggero	Risposta libera
Tipologia di alimentazione dell'auto, nel caso in cui questo sia il mezzo utilizzato dallo studente negli spostamenti casa-università	benzina diesel metano GPL ibrida elettrica
Tipologia di frequenza con cui lo studente va all'università	n. volte alla settimana n. volte al mese saltuariamente (n. giorni all'anno)
Numero volte che lo studente va all'università, relativamente alla risposta precedente	Risposta libera

Oltre alle informazioni riportate in tabella, ve ne erano altre attinenti agli scopi dell'analisi ma che tuttavia non sono state utilizzate nella stima delle distanze percorse per andare all'università; in particolare:

- Ad ogni studente è stato chiesto di indicare il CAP dell'abitazione dove alloggia nei periodi in cui frequenta l'università e la sede universitaria maggiormente frequentata, tra quelle di Padova e quelle fuori Padova.
Sarebbe stato possibile importare tali dati in un software GIS con cui ricavare, per ciascuno studente, la distanza percorsa nel tragitto casa-università. Considerando tuttavia che l'area coperta da un certo CAP può essere molto estesa, il grado di precisione dei risultati ottenuti non avrebbe probabilmente giustificato il preferire questo metodo rispetto all'utilizzare gli intervalli di distanza direttamente indicati dagli studenti.
- Gli studenti avevano la possibilità di indicare, oltre al metodo di spostamento principale adottato, altri eventuali metodi utilizzati nel tragitto casa – università. Non avendo però modo di distinguere quale fosse la distanza coperta nei vari modi, si è proceduto nei calcoli assumendo che tutto il tragitto casa - università fosse compiuto con il mezzo principale.

- Alcuni rispondenti hanno indicato dei metodi di spostamento diversi per il tragitto università - casa , rispetto al tragitto casa - università. Poiché si trattava solo dell'1% dei rispondenti, tali informazioni sono state trascurate nei calcoli, considerando quindi lo stessa modalità di spostamento per l'andata e il ritorno dall'università.

Vengono infine riportate le seguenti informazioni, incomplete affinché potessero essere utilizzate ma che possono dare un'idea di quali altre variabili andrebbero a influire sui risultati dei calcoli, se potessero essere valutate:

- Quando piove o le condizioni meteo sono avverse, l'11% dei rispondenti utilizza dei mezzi di trasporto diversi da quelli usati abitualmente; nella bella stagione invece il 5% usa mezzi diversi solo qualche volta, il 2% sempre. Non sono però indicati i modi di spostamento adottati in questi casi, né è possibile stabilire quante volte l'anno si verificano.
- Il 23% dei rispondenti effettua spostamenti per motivi di studio tra diverse sedi dell'Ateneo nell'arco della giornata. Non sono indicati però la frequenza di tali spostamenti, né il mezzo.

Dal campione di tutti gli studenti sono stati esclusi 18 rispondenti, in quanto hanno indicato di effettuare lo spostamento casa - università più di 7 giorni alla settimana. Sono state fatte inoltre le seguenti ipotesi:

- 2 studenti hanno indicato di condividere il viaggio in auto, non indicando però il numero di persone a bordo del mezzo: è stato ipotizzato un valore medio di 3 persone sull'auto;
- Alla domanda sulla tipologia di alimentazione dell'auto utilizzata, molti studenti hanno risposto anche se per andare all'università impiegano in realtà altri mezzi. Questa informazione è stata quindi utilizzata solamente per i viaggi effettuati dagli studenti in auto da soli o come conducenti con altri passeggeri, mentre per chi si sposta in auto come passeggero la risposta è stata considerata inattendibile (si esclude che gli studenti conoscano l'alimentazione dell'auto della persona che guida).
- Uno studente ha indicato di viaggiare in auto come conducente con passeggeri ma non ha indicato il tipo di alimentazione dell'auto; si assumerà quindi il fattore di emissione medio per il parco auto italiano.

Essendo data agli studenti la possibilità di indicare non la distanza casa-università compiuta esattamente, ma l'intervallo chilometrico in cui ricade tale distanza, si è

deciso di considerare il valore a mediano di ciascun intervallo (ad eccezione del primo e dell'ultimo intervallo), come indicato nella Tabella 2.17.

Tabella 2.17 Intervalli di distanza casa-università indicati nei questionari sulla mobilità degli studenti, con i relativi valori mediani

Intervallo di distanza	Distanza considerata nei calcoli [km]
meno di 1 km	1
da 1 a 5 km circa	3
da 5 a 10 km circa	7,5
da 10 a 20 km circa	15
da 20 a 30 km circa	25
da 30 a 40 km circa	35
oltre 40 km	60

Per calcolare la distanza compiuta ogni anno da ciascuno studente è stato necessario conoscere, oltre alla frequenza dello spostamento casa - università (n. volte alla settimana, al mese o all'anno), il numero di settimane o di mesi l'anno in cui gli studenti frequentano l'università. Basandosi sul calendario accademico dell'Università di Padova (Università degli Studi di Padova, n.d.) in cui sono indicati i periodi di lezione, le sessioni d'esami, i periodi di vacanza e le celebrazioni e i periodi di chiusura dell'Ateneo, si è ipotizzato che gli studenti frequentino l'università durante i *periodi delle lezioni*, ovvero all'incirca nei mesi di ottobre, novembre, dicembre, gennaio, marzo, aprile, maggio, giugno per un totale di 8 mesi ovvero 32 settimane. Si è cercato di effettuare una stima "in eccesso" per tenere conto del fatto che gli studenti frequentano le sedi dell'Università anche al di fuori dei periodi di lezione, anche se probabilmente non così spesso.

È così stato possibile calcolare per ogni studente il numero di giorni in cui va all'università in un anno:

$$\begin{aligned}
 & n^{\circ} \text{giorni in un anno} \\
 & = n^{\circ} \text{volte alla settimana o al mese} \\
 & \times n^{\circ} \text{settimane o mesi in un anno}
 \end{aligned}$$

Per gli studenti che vanno all'università solo saltuariamente questo valore era ovviamente già dato.

A questo punto si è potuto calcolare le distanze compiute da ciascuno studente per andare all'università in un intero anno solare, applicando la semplice formula:

distanza in un anno

$$= 2 \times (\textit{distanza casa} - \textit{università}) \\ \times \textit{n}^\circ \textit{giorni in un anno in cui lo studente va all'università}$$

Si possono infine sommare le distanze percorse annualmente da tutti i rispondenti al questionario, separatamente per ciascun mezzo di trasporto utilizzato.

Calcolo delle distanze complessive percorse annualmente dagli studenti fuori sede nel viaggio alloggio-residenza, con i diversi mezzi di trasporto

Nella Tabella 2.18 è riportata una sintesi dei principali quesiti sugli spostamenti alloggio-residenza di interesse in questa analisi, con le relative opzioni di risposta.

Tabella 2.18 Sintesi dei quesiti e delle relative opzioni di risposta tratti dal questionario sulla mobilità degli studenti e utili al calcolo delle emissioni di gas serra negli spostamenti alloggio-residenza

Informazioni relative allo spostamento alloggio-residenza, per gli studenti fuori sede	
Informazione richiesta	Possibili risposte
Distanza mediamente percorsa dallo studente nel tragitto di rientro alla propria residenza	meno di 25 km da 25 a 50 km circa da 50 a 100 km circa da 100 a 200 km circa oltre 200 km (distanza da specificare con testo libero)
Mezzo principale di trasporto utilizzato per il rientro.	moto automobile - da solo automobile - come conducente con passeggeri automobile - come passeggero bus extraurbano treno aereo altro (da specificare con testo libero)
Numero di persone a bordo indicato da chi, nel precedente quesito, ha risposto di spostarsi in automobile come conducente con passeggeri o come passeggero	Risposta libera
Tipologia di frequenza per il rientro alla residenza	ogni settimana n. volte al mese n. volte all'anno altro (da specificare con testo libero)
Numero di volte che lo studente fa rientro alla propria residenza, relativamente alla risposta precedente	Risposta libera

Dal campione degli studenti “fuori sede” si è deciso di escludere 106 rispondenti in quanto le loro risposte erano incomplete oppure in parte ambigue; i casi esclusi sono i seguenti (la somma del numero dei casi è maggiore di 106 perché alcuni rispondenti sono stati esclusi per più di un motivo):

- Molti rispondenti (103) hanno indicato “altro” quando si chiedeva loro la distanza percorsa nel tragitto alloggio-residenza, ma non hanno poi indicato il numero di chilometri.
- 3 rispondenti non hanno indicato il metodo di spostamento.
- 1 studente ha indicato di tornare alla propria residenza 374 volte l’anno.
- 5 studenti al quesito sulla frequenza del rientro a casa hanno risposto "Altro" e poi indicato una risposta non trattabile oggettivamente (ad esempio “Il numero di volte è variabile di mese in mese”, “per le feste o i compleanni”, ecc.).

Si sono inoltre adottate le seguenti ipotesi:

- Uno studente che viaggia in auto come passeggero con altre persone non ha indicato il numero di persone a bordo: si è ipotizzato un valore medio di 3 persone sull’auto.
- Per chi, per la frequenza del rientro a casa, ha risposto "Altro" e indicato poi solo un numero di volte senza specificare "All'anno" o "Al mese", si è assunto che i rispondenti intendessero il numero di volte all’anno; ciò appariva quasi certo nei casi in cui era indicato un numero di volte uguale o superiore a 4.
- Nella parte del questionario sugli spostamenti casa-università, molti studenti hanno indicato la tipologia di alimentazione della loro auto, anche in molti casi in cui dichiaravano di usare altri mezzi per andare all’università. Questa informazione è stata applicata anche ai viaggi di rientro alla località di residenza, compiuti in auto singolarmente o condivisi con altri passeggeri.

Gli studenti che compiono un viaggio più lungo di 200 km potevano inserire la distanza percorsa nel rientrare alla propria residenza. A tutti gli altri studenti era invece data la possibilità di indicare non la distanza casa - università compiuta esattamente, ma l’intervallo chilometrico in cui ricade tale distanza. Si è quindi deciso di considerare il valore mediano di ciascun intervallo (ad eccezione del primo e dell’ultimo intervallo), come indicato nella Tabella 2.19.

Tabella2.19 Intervalli di distanza alloggio-residenza indicati nei questionari sulla mobilità degli studenti, con i relativi valori mediani

Intervallo di distanza	Distanza considerata nei calcoli [km]
meno di 25 km	25
da 25 a 50 km circa	37,5
da 50 a 100 km circa	75
da 100 a 200 km circa	150
oltre 200 km	distanza indicata

I viaggi aerei sono stati suddivisi in base alla loro lunghezza (minore di 785 km, compresa tra 785 e 3700 km e maggiore di 3700 km).

Per calcolare la distanza compiuta ogni anno da ciascuno studente è stato necessario conoscere, oltre alla frequenza dello spostamento casa-università (ogni settimana, n. volte al mese o all'anno), il numero di settimane o di mesi all'anno in cui gli studenti compiono tale viaggio. Anche in questo caso si è fatta una valutazione qualitativa, basandosi sul calendario accademico dell'Università (Università degli Studi di Padova, n.d.). Si è stimato che gli studenti effettuino il viaggio per tornare alla località di residenza durante tutto il *periodo di lezioni e di esami*, per un totale di 10 mesi, ossia 40 settimane. Sono quindi stati esclusi due mesi, ovvero agosto ed altre 4 settimane sparse durante l'anno, in cui gli studenti non effettuano il viaggio.

È così stato possibile calcolare per ogni studente il numero di giorni in cui va all'università in un anno (per gli studenti che rientrano solo n. volte all'anno questo valore era ovviamente già dato) e la distanza che compie nell'intero anno utilizzando un certo metodo di trasporto, in modo del tutto analogo a quanto descritto per gli spostamenti casa – università. Si sono poi sommate le distanze percorse annualmente da tutti i rispondenti al questionario, separatamente per ciascun mezzo di trasporto utilizzato.

Espansione dei risultati

Il tasso di risposta ottenuto nell'indagine è molto basso (7,14%) quindi estendendo i risultati ottenuti per il campione di rispondenti all'universo di tutti gli studenti dell'Ateneo, si avrà un basso grado di attendibilità della stima. Si è comunque eseguita l'espansione dei risultati, per avere almeno un'idea delle distanze compiute con i vari metodi di spostamento e delle emissioni di gas serra associate.

Dovendo effettuare l'espansione separatamente per i due gruppi “tutti gli studenti” e “studenti fuori sede”, è stato ricavato il numero degli uni e degli altri dalle risposte fornite nei questionari. La percentuale dei rispondenti “fuori sede” risultava del 31,6%,

in buon accordo con il 34,6 % ricavato dal Servizio Ambiente dell'Università nell'ambito dello "Student mobility report" di gennaio 2017. Quest'ultimo valore è stato ricavato dai dati forniti dai 10.400 studenti che per l'anno accademico 2016/2017 hanno compilato la domanda di borsa di studio, in cui sono definiti studenti "fuori sede" gli studenti che alloggiano a Padova perché residenti a più di 80 minuti di percorrenza (più di 80 km circa).

La percentuale di studenti "fuori sede" pari al 31,6% è stata utilizzata per calcolare il numero di studenti "fuori sede" dell'intero Ateneo: si ottengono 19.728 "fuori sede" su un totale di 62.480 studenti iscritti all'anno accademico 2015/2016, come mostrato nella Tabella 2.20. Si osserva che la percentuale di studenti "fuori sede" è stata calcolata a partire da *tutte* le risposte ai questionari, comprese quelle che sono state escluse per qualche motivo dal calcolo delle distanze.

Tabella 2.20 Risultati della stima del numero di studenti fuori sede dell'intero Ateneo a partire dalle risposte dei questionari

	Rispondenti al questionario	Risposte valide	Studenti iscritti all'a.a. 2015/16
Totale	4.627	4.609	62.480
Fuori sede	1.461	1.355	19.728*
Percentuale di rispondenti fuori sede	31,6%		

*Calcolato a partire dalla percentuale di rispondenti fuori sede ricavata dai questionari

A questo è stata effettuata l'espansione dei risultati dei questionari, separatamente per i due gruppi "tutti gli studenti" e "studenti fuori sede", applicando delle semplici proporzioni e tenendo ovviamente conto solo delle *risposte valide* dei rispondenti:

$$\begin{aligned} & (distanza\ casa - università)_{universo} \\ & = (distanza\ casa - università)_{campione} \times 62.480/4.609 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & (distanza\ alloggio - residenza)_{universo} \\ & = (distanza\ alloggio - residenza)_{campione} \times 19.728/1.355 \end{aligned}$$

Nelle Tabelle 2.21 e 2.22 sono mostrati i risultati ottenuti.

Tabella 2.21 Risultati del calcolo delle distanze annualmente compiute da tutti gli studenti nel tragitto casa-università, distinte per metodo di trasporto utilizzato

Metodo di spostamento	Percentuale studenti sul totale	Totale studenti (universo)
		Distanza andata/ritorno alloggio-università in un anno [km]
pedi	11,65%	5.727.582
bicicletta, bicicletta elettrica	23,80%	17.039.458
bike sharing	0,09%	46.850
moto/scooter	2,34%	4.230.095
automobile - da solo	7,79%	30.898.278
benzina	2,56%	8.329.510
diesel	3,15%	14.233.619
elettrica	0,02%	7.808
GPL	1,26%	5.134.612
metano	0,80%	3.192.729
automobile - come conducente con passeggeri	1,32%	3.077.991
benzina	0,43%	806.858
diesel	0,43%	1.254.824
GPL	0,30%	666.236
metano	0,13%	349.205
alimentazione non indicata	0,02%	868
automobile - come passeggero	1,02%	1.956.487
car-sharing	0,26%	1.614.530
bus urbano	3,21%	4.763.365
bus extraurbano	13,63%	71.110.916
tram	1,37%	1.867.812
treno	33,48%	265.200.393
aereo	0,02%	9.760
battello	0,02%	156.166
TOTALE	100,00%	407.699.682

Tabella 2.22 Risultati del calcolo delle distanze annualmente compiute da tutti gli studenti fuori sede nel tragitto alloggio-residenza, distinte per metodo di trasporto utilizzato

Metodo di spostamento	Percentuale studenti sul totale	Totale studenti fuori sede (universo)
		distanza andata/ritorno alloggio-università in un anno [km]
piedi	0,07%	5.000
bicicletta, bicicletta elettrica	0,15%	4.000
moto	0,37%	10.000
automobile - da solo	6,49%	484.215
benzina	0,81%	63.000
diesel	1,11%	91.950
GPL	0,52%	30.500
metano	0,15%	4.700
ibrida	0,07%	12.000
alimentazione non indicata	3,84%	282.065
automobile - come conducente con passeggeri	5,24%	169.613
benzina	0,52%	15.150
diesel	0,81%	28.200
GPL	0,22%	12.700
metano	0,15%	4.500
alimentazione non indicata	3,54%	109.063
automobile - come passeggero	7,82%	209.294
bus urbano	0,07%	2.000
bus extraurbano	5,54%	405.410
treno	68,49%	6.230.350
aereo	5,61%	689.438
aereo - viaggi brevi	1,03%	59.420
aereo - viaggi medi	4,58%	630.018
battello	0,15%	5.000
TOTALE	100,00%	8.214.320

Per quanto riguarda i viaggi effettuati dagli studenti in automobile come passeggeri o come conducenti con altri passeggeri, le emissioni prodotte dalle auto vanno ovviamente allocate tra tutte le persone a bordo. Pertanto le emissioni di gas serra per questi viaggi sono state calcolate singolarmente per ciascuno studente e divise per il numero di persone a bordo indicato dallo studente stesso o ipotizzato pari a tre nei casi in cui non sia stato indicato. Si sono poi sommate le emissioni derivanti da queste categorie di viaggi.

2.4.2 Perdite elettriche di trasmissione e distribuzione

Dai dati statistici generali elaborati da TERNA (TERNA) è stato ricavato un valore percentuale delle perdite di trasmissione e distribuzione sulla rete elettrica nazionale pari al 6,0 % dell'energia richiesta (ovvero la somma dell'energia consumata e dell'energia dispersa sulla rete).

Questo dato è stato utilizzato per calcolare l'energia elettrica dispersa sulla rete nel rifornire gli edifici utilizzati dall'Ateneo: si è ottenuto un valore pari a 787.693 kWh.

2.4.3 Consumo di carta

Nell'ottica di un processo di razionalizzazione degli approvvigionamenti dell'Ateneo, nel 2016 il Servizio Approvvigionamenti ha inviato a tutti i Dipartimenti una scheda di rilevamento del fabbisogno di carta in risme stimato per l'anno successivo. I dati richiesti sono stati ricevuti da 28 Strutture; il Servizio Approvvigionamenti ha quindi maggiorato le quantità di carta del 20% per tenere conto delle Strutture che non hanno indicato i propri fabbisogni.

Tali dati ricevuti presentavano i seguenti dettagli: per ogni tipologia di carta (formato A3 o A4 e carta naturale o riciclata) era dato il numero di scatoloni o bancali, con il numero di risme da 500 fogli contenute. A partire da queste informazioni, si è calcolato il numero di fogli per ogni tipologia; per calcolare il peso della carta, sono state effettuate alcune conversioni:

- A partire dalla superficie di ciascun formato standard di foglio ($0,0625 \text{ m}^2$ per un foglio A4 e $0,125 \text{ m}^2$ per un foglio A3) è stata calcolata la superficie totale della carta consumata;
- Si è assunta per tutta la carta utilizzata una grammatura di 80 g/m^2 , ovvero quella più comune.

A partire dai due dati precedenti, si è potuto stimare il consumo di carta in chilogrammi.

I dati sui fabbisogni di carta ricevuti e convertiti nelle grandezze volute sono riassunti nella Tabella 2.23.

Tabella 2.23 Stima della quantità di carta utilizzata dall'Ateneo in un anno, per ciascuna tipologia

Tipologia	Confezionamento	Quantità stimata dal Servizio Approvvigionamenti (n° scatole o n° bancali)	Peso stimato [kg]
Carta Naturale A4 in risme da 500 fogli	In scatole (contenenti 5 risme)	47	588
	In scatole (contenenti 5 risme)	2450	30.625
	In bancali (=240 risme)	72	43.200
Carta riciclata A4 in risme da 500 fogli	In scatole (contenenti 5 risme)	235	2.938
	In scatole (contenenti 5 risme)	1591	19.888
	In bancali (=240 risme)	18	10.800
Carta Naturale A3 in risme da 500 fogli	In scatole (contenenti 5 risme)	59	1.475
	In scatole (contenenti 5 risme)	132	3.300
	In bancali (=120 risme)	3	1.800

L'Ateneo consuma quindi annualmente 80,99 tonnellate di carta naturale e 33,63 tonnellate di carta riciclata, per un totale di 114,61 tonnellate.

2.4.4 Consumo di acqua

Le quantità di acqua utilizzate negli edifici dell'Ateneo sono state estrapolate dalle relative fatture emesse dai fornitori, diversi in base alle località: AcegasApsAmga per Padova, Acque Vicentine per Vicenza, Centro Veneto Servizi per Bagnoli di Sopra, Etra per Asiago, Bim Gestione Servizi Pubblici per San Vito di Cadore, Stadtwerke ASM per Bressanone e Veritas per Chioggia. Per ogni contatore collocato presso gli edifici dell'Ateneo e identificato nelle fatture dal suo numero di matricola, sono state identificati i valori di lettura (effettiva o stimata dal fornitore in base ai consumi precedenti) a distanza di circa un anno. Poiché le letture erano relative a giorni diversi per i vari edifici, si sono considerati un giorno circa all'inizio del 2016 (o fine 2015) e un giorno circa alla fine del 2016 (o inizio 2017). La differenza tra i due valori è stata poi divisa per il numero di giorni tra le due date e moltiplicata per 365, per ottenere così una stima del consumo annuo di acqua nel 2016 per ciascuna utenza gestita dall'Università di Padova.

Per gli edifici in affitto, in comodato o in convenzione, dai fascicoli visionati presso il Servizio Logistica e Patrimonio Immobiliare sono stati ricavati i consumi di acqua in metri cubi o le relative spese, pagate dai proprietari degli edifici e poi rimborsate dall'Ateneo; queste ultime sono state divise per un prezzo medio unitario dell'acqua di 2,25 €/mc; è stato adottato questo valore indicativo in base a quanto riferito dal Servizio Manutenzione, secondo cui la tariffa dell'acqua acquistata dall'Ateneo, inclusiva di

tutte le voci di costo (quota fissa, servizio acquedotto, servizio fognatura, servizio depurazione, Iva), è tra i 2 e i 2,5 €/mc.

Per quanto riguarda il consumo di acqua negli edifici utilizzati dall'Ateneo secondo contratto di affitto o di altro tipo, negli edifici utilizzati dal Policlinico universitario e negli edifici utilizzati dall'ESU, i dati sono stati ricavati in modo del tutto simile a quanto visto per i consumi di gas ed energia elettrica nei §§ 2.2.1 – 2.3.1.

Per quanto riguarda l'area ospedaliera, il 4,16 % dei consumi di acqua negli edifici gestiti dall'Azienda Ospedaliera è allocato all'Ateneo. Il servizio Gestione della Logistica dell'Azienda aveva già raccolto i valori di consumo annuale per tutti i contatori in un unico file Excel. I consumi degli edifici degli Istituti Anatomici e di Microbiologia, che sono gestiti dall'Ateneo, sono invece allocati all'Università per il 41,36 %.

I consumi di acqua negli edifici utilizzati e gestiti dall'ESU sono stati forniti da quest'ultimo e sono riportati a parte.

Nella Tabella 2.24 si riportano i consumi di acqua dell'Ateneo nel 2016, suddivisi per tipologia di spazio.

Tabella 2.24 Consumi di acqua negli edifici utilizzati dall'Ateneo nel 2016, suddivisi per tipologia di edificio

Tipologia di spazio	Acqua [mc]
Spazi di proprietà dell'Università o del Demanio	300.200
Spazi affittati	
Spazi utilizzati secondo altri contratti (comodato, convenzioni tra enti)	
Spazi utilizzati dal Policlinico universitario	13.985
TOTALE - esclusi gli spazi utilizzati dall'ESU	314.185
Spazi utilizzati dall'ESU	13.224

Presso l'Azienda Agraria Sperimentale di Legnaro e l'Orto Botanico di Padova viene inoltre prelevata acqua da alcuni pozzi, utilizzata prevalentemente per l'irrigazione. Le quantità di quest'acqua non sono state riportate in quanto sono in parte non misurate; inoltre le emissioni legate alla fornitura dell'acqua e alla sua depurazione dopo l'utilizzo sono nulle (vi è solo consumo di energia elettrica per le pompe).

4.4.4 Produzione di rifiuti

L'Ateneo non dispone di dati sui quantitativi e sul tipo di rifiuti assimilabili agli urbani prodotti, né sul loro metodo di smaltimento. Il servizio di raccolta dei rifiuti è pagato

attraverso una tariffa forfettaria basata sul valore di superficie dei vari edifici. Gli unici dati esistenti, raccolti dal Servizio Ambiente per le varie strutture dell'Ateneo, riguardano i quantitativi di rifiuti speciali, quali i rifiuti chimici e sanitari e i rifiuti di apparecchiature elettroniche ed elettriche (RAEE) e sono riportati nella Tabella 2.25. Solo il 41,36 % dei rifiuti chimici e sanitari prodotti dagli edifici degli Istituti Anatomici e di Microbiologia è stato allocato all'Azienda Ospedaliera, secondo lo stesso criterio adottato per i consumi energetici e di acqua discusso nei §§ 2.2.1 – 2.3.1 – 2.4.4.

Tabella 2.25 Rifiuti speciali prodotti dall'Ateneo nel 2016

Tipologia	Quantità [kg]
Rifiuti chimici	69.356
Rifiuti RAEE	33.770
Rifiuti sanitari	88.768

Per quanto riguarda i rifiuti prodotti dagli edifici dell'area ospedaliera centrale, sono invece disponibili dati dettagliati sui rifiuti assimilabili agli urbani e sui rifiuti speciali. I dati sono stati forniti dall'unità Gestione della Logistica dell'Azienda Ospedaliera. Le quantità di rifiuti allocate all'Ateneo sono state calcolate come il 4,16 % delle quantità totali, secondo il criterio della percentuale degli spazi utilizzati dal Policlinico universitario. I quantitativi ottenuti sono riportati nella Tabella 2.26. Per quanto riguarda i rifiuti speciali, l'unità Gestione della Logistica ha riportato anche il codice riferito al Catalogo Europeo dei Rifiuti (CER), la descrizione e il tipo di gestione.

Tabella 2.26 Rifiuti prodotti dagli edifici dell'area ospedaliera nel 2016 allocati al Policlinico universitario

Tipologia di rifiuti		Quantità [kg]	Tipo di gestione
Rifiuti assimilabili agli urbani	Secco	50.642	-
	Legno	976	-
	Plastica	1.904	-
	Vetro	4.054	-
	Carta e cartone	11.147	-
	Ferro e acciaio	1.115	-
Rifiuti speciali	CER 180103* - Rifiuti che devono essere raccolti e smaltiti applicando precauzioni particolari per evitare infezioni	30.141	Smaltimento
	CER 180106* - Sostanze chimiche pericolose o contenenti sostanze pericolose	5.457	Smaltimento
	CER 150110* - Imballaggi contenenti residui di sostanze pericolose o contaminati da tali sostanze	126	Recupero
	CER 180108* - Medicinali citotossici e citostatici	447	Smaltimento
	CER 160211* - Apparecchiature fuori uso, contenenti clorofluorocarburi, HCFC, HFC	79	Recupero

CER 160213* - Apparecchiature fuori uso, contenenti componenti pericolosi diversi da quelli di cui alle voci da 160209 a 160212	141	Recupero
CER 160506* - Sostanze chimiche di laboratorio contenenti o costituite da sostanze pericolose, comprese le miscele di sostanze chimiche di laboratorio	14	Recupero
CER 160601* - Batterie al piombo	43	Recupero

2.5 Fattori di emissione

2.5.1 Fattori di emissione per la combustione di gas

Per la combustione di gas negli impianti di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria negli edifici utilizzati dall'Ateneo, sono stati utilizzati i fattori di emissione medi per le sorgenti di combustione stazionarie in Italia nel 2015, che ISPRA pubblica sul proprio sito internet (ISPRA, 2017a) e utilizza per la redazione dell'inventario nazionale delle emissioni di gas serra (ISPRA, 2017b). Sono stati in particolare adottati i fattori di emissione per la combustione di gas naturale negli impianti utilizzati nei settori commerciale e pubblico e di potenza inferiore ai 50 MW. I fattori erano indicati in [kg/GJ] ma nella Tabella 2.27 sono stati riportati anche i valori convertiti in [g/kWh] e i valori convertiti in [g/Smc] utilizzando un potere calorifico inferiore del gas naturale di 9,45 kWh/Smc (ENEA, n.d.-b).

Tabella 2.27 Fattori di emissione di CO₂, CH₄ e N₂O per la combustione di gas naturale negli impianti dell'Ateneo

Fattore di emissione	[kg/GJ]	[g/kWh]	[g/Smc]
Fattore di emissione di CO₂	57,245	206,081	1.947,470
Fattore di emissione di CH₄	0,003	0,009	0,085
Fattore di emissione di N₂O	0,001	0,004	0,034

2.5.2 Fattori di emissione per la combustione di gasolio

Anche i fattori di emissione per la combustione di gasolio negli impianti degli edifici utilizzati dall'Ateneo sono stati ricavati dai dati pubblicati e utilizzati da ISPRA (ISPRA, 2017a, 2017b). In particolare, sono stati scelti i fattori di emissione nazionali medi per la combustione di gasolio negli impianti del settore commerciale e pubblico e di potenza inferiore ai 50 MW, relativi all'anno 2015. I valori sono riportati nella Tabella 2.28 nell'unità di misura utilizzata da ISPRA [kg/GJ] e in unità di misura più

adatte all'applicazione nel calcolo delle emissioni di gas serra prodotte dai consumi energetici dell'Ateneo: [g/kWh] e [g/litro]. La conversione in [g/litro] è stata effettuata considerando un potere calorifico inferiore del gasolio da riscaldamento pari a 11,86 kWh/kg (ENEA) e una densità a 15 °C pari a 0,845 kg/l, calcolata come media tra le densità minima e massima del gasolio da riscaldamento fornito da ENI e dal Gruppo Nord Petroli (ENI; Gruppo Nord Petroli).

Tabella 2.28 *Fattori di emissione di CO₂, CH₄ e N₂O per la combustione di gasolio negli impianti dell'Ateneo*

Fattore di emissione	[kg/GJ]	[g/kWh]	[g/l]
Fattore di emissione di CO ₂	73,578	264,879	2.654,538
Fattore di emissione di CH ₄	0,007	0,025	0,253
Fattore di emissione di N ₂ O	0,002	0,007	0,072

2.5.3 Fattori di emissione per i consumi di carburante nei veicoli

I fattori di emissione di CO₂ per i trasporti stradali sono stati tratti dall'inventario nazionale delle emissioni di gas serra in atmosfera (ISPRA, 2017b), dove erano dati i valori sia in [MgCO₂/TJ] che in [MgCO₂/Mg]. Si tratta di valori specifici per l'Italia, ovvero che tengono conto delle caratteristiche di composizione dei carburanti venduti nel mercato italiano. I fattori di emissione di CH₄ e N₂O invece dipendono, oltre che dal tipo di carburante, dalla particolare tecnologia utilizzata nel mezzo di trasporto e dal tipo di percorso effettuato. Per calcolare le emissioni dal settore dei trasporti stradali in Italia, ISPRA ha pertanto adottato dei software che tenessero conto di dati dettagliati sulle tecnologie e sulle percorrenze del parco veicoli italiano. Nel National Inventory Report, ISPRA non ha quindi indicato dei fattori di emissione di CH₄ e N₂O medi per il parco veicoli italiano e per ciascun tipo di carburante. In mancanza di queste informazioni, si sono quindi adottati dei fattori di emissione di base validi a livello internazionale, proposti dall'IPCC nelle sue linee guida per gli inventari nazionali delle emissioni di gas serra (IPCC, 2006).

I fattori di emissione di CO₂, CH₄ e N₂O utilizzati sono riportati nella Tabella 2.30, sia nelle unità di misura originarie, sia convertiti in [g/kWh] e in [g/l]. Per le conversioni si sono utilizzati le densità e i poteri calorifici inferiori dei tre tipi di carburante utilizzati nei veicoli dell'Ateneo: benzina, gasolio e GPL, riportati nella Tabella 2.29. La densità del gasolio da autotrazione è stata ricavata dalla relazione annuale di ISPRA, dove era indicata la densità media del gasolio per autotrazione distribuito nel 2015 in Italia (ISPRA, 2016b). Le densità di benzina e GPL sono state ricavate rispettivamente come media delle densità minima e massima e come densità massima a 15 °C dei due tipi di

benzina e del GPL venduti da ENI (ENI). I poteri calorifici dei carburanti sono invece stati ricavati dal sito internet dell'Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo sostenibile (ENEA).

Tabella 2.29 Poteri calorifici inferiori e densità utilizzati nella conversione dei fattori di emissione dei carburanti consumati nei veicoli dell'Ateneo

	Densità [kg/l]	Potere calorifico inferiore	
		[kcal/kg]	[kWh/kg]
Gasolio	0,8348	10200	11,86
Benzina	0,7475	10500	12,21
GPL	0,565	11000	12,79

Tabella 2.30 Fattori di emissione per il consumo di carburante nei veicoli dell'Ateneo

		Gasolio	Benzina	Gpl
Fattori di emissione di CO2	[kg/kg]	3,140	3,151	3,024
	[g/kWh]	264,748	258,085	236,424
	[g/l]	2.621,272	2.355,373	1.708,560
Fattori di emissione di CH4	[g/kg]	0,167	1,099	2,855
	[g/kWh]	0,014	0,090	0,223
	[g/l]	0,139	0,821	1,613
Fattori di emissione di N2O	[g/kg]	0,167	0,352	0,009
	[g/kWh]	0,014	0,029	0,001
	[g/l]	0,139	0,263	0,005

2.5.4 Fattori di emissione per gli animali allevati nell'Azienda Agraria

Per gli animali dell'Azienda Agraria Sperimentale, vanno considerati due tipi principali di emissione: le emissioni di metano derivanti da fermentazione enterica, ovvero dal processo di degradazione microbica dei carboidrati nell'apparato digerente degli erbivori, e le emissioni di metano e protossido di azoto derivanti dalla gestione delle deiezioni zootecniche.

Dal National Inventory Report di ISPRA (ISPRA, 2017b) sono stati tratti i fattori di emissione medi nazionali di CH₄ da fermentazione enterica, espressi in kg/capo*anno e riferiti alle seguenti tipologie di animale, in cui sono stati quindi distinti gli animali dell'Azienda Agraria: bovini da latte, bovini non da latte, ovini, equini, suini e cunicoli. Le emissioni di CH₄ da fermentazione enterica degli animali non svezzati e/o alimentati con latte, come i vitelli dell'Azienda Agraria, sono nulle (IPCC, 2006).

Anche i fattori di emissione del metano derivante dalla gestione delle deiezioni zootecniche sono stati ricavati dal National Inventory Report di ISPRA (ISPRA, 2017b).

I valori dei fattori di emissione di CH₄ da fermentazione enterica e dalle deiezioni animali più recenti sono relativi al 2015 e sono riportati nella Tabella 2.31.

Tabella 2.31 Fattori di emissione di CH₄ da fermentazione enterica, per le varie tipologie di animali allevati nell'Azienda Agraria dell'Ateneo

Tipo di animale		Fattore di emissione di CH ₄ da fermentazione enterica [kg CH ₄ /capo*anno]	Fattore di emissione di CH ₄ dalla gestione delle deiezioni [kg/capo*anno]
Bovini da latte	Bovine da latte con stabulazione libera su cuccette paglia tot.	140,5	15,04
	Bovine nutrici stabulate su lettiera permanente	140,5	10,66
Bovini non da latte	Capi da rimonta fino al primo parto su grigliato	46,9	7,75
Vitelli	Vitelli 0-6 mesi su lettiera	-	6,22
	Vitelli 0-6 mesi su grigliato	-	6,22
Ovini	Pecore in box individuali o collettivi	7,4	0,211
Cunicoli	Conigli da ingrasso in gabbia	0,08	0,08
Equini	Cavalli-fatrici in box individuali	18	1,634
Suini	Suini all'ingrasso su pavimento parz. Fessurato	1,5	22,31

Le emissioni dirette di N₂O derivanti dalla gestione delle deiezioni zootecniche prodotte dall'allevamento dell'Azienda Agraria si calcolano moltiplicando la quantità di azoto contenuta nelle deiezioni per il seguente fattore di emissione: 0,005 kg N₂O-N/kg N, indicato dall'IPCC (IPCC, 2006) e utilizzato da ISPRA nel calcolo delle emissioni derivanti dal settore dell'allevamento in Italia (ISPRA, 2017b).

Infine si effettua la conversione da chilogrammi di N₂O-N a chilogrammi di N₂O moltiplicando per il rapporto dei pesi molecolari, ovvero 44/28 (ISPRA, 2017b).

2.5.5 Fattori di emissione per i fertilizzanti di sintesi utilizzati dall'Azienda Agraria

Le emissioni di protossido di azoto N₂O derivanti dalla somministrazione di concimi di sintesi utilizzati dall'Azienda Agraria dell'Ateneo si calcolano moltiplicando la quantità di azoto contenuta nei fertilizzanti per il seguente fattore di emissione: 0,01 kg N₂O-N/kg N, indicato dall'IPCC (IPCC, 2006) e utilizzato da ISPRA nel calcolo delle emissioni derivanti dal settore dell'agricoltura in Italia (ISPRA, 2017b).

Infine si effettua la conversione da chilogrammi di N₂O-N a chilogrammi di N₂O moltiplicando per il rapporto dei pesi molecolari, ovvero 44/28 (ISPRA, 2017b).

2.5.6 Fattori di emissione per l'energia elettrica acquistata

ISPRA (ISPRA, 2017a) riporta i fattori di emissione di CO₂ dei consumi elettrici in Italia nel 2016. Il valore adottato per il consumo di energia elettrica negli edifici utilizzati dall'Ateneo è pari a 330 gCO₂/kWh e tiene conto delle emissioni dalla produzione elettrica nazionale (anche da fonti energetiche rinnovabili) e dalla produzione dell'energia elettrica importata dall'estero.

Non sono stati trovati i fattori di emissione adatti per quanto riguarda il metano e il protossido di azoto. Si è quindi trascurato l'effetto di tali gas, che è comunque molto marginale; ISPRA riporta infatti che dal 2005 al 2015 le emissioni di CH₄ e N₂O hanno inciso sulle emissioni del settore della produzione elettrica fornita in rete e di calore con una percentuale tra lo 0,3 e lo 0,5 %, con un valore medio pari a 0,4 % (ISPRA, 2017b).

2.5.7 Fattori di emissione per l'energia termica acquistata

Nel sito internet dell'azienda che fornisce il servizio di teleriscaldamento a Bressanone (Stadtwerke ASM Bressanone, 2017) è riportata la composizione del mix di fonti energetiche primarie utilizzate per la produzione di energia termica nel 2016. Tali dati sono riportati nella Tabella 2.32, assieme ai fattori di emissione utilizzati per ciascuna fonte: per il calore dalla combustione di biomassa/cippato e di olio di colza, si sono assunti fattori di emissione nulli, in quanto si tratta di fonti energetiche rinnovabili; anche per il calore da recupero (6,4 % del totale) si è scelto di assumere emissioni nulle, non potendo adottare altri criteri di stima a causa del limitato grado di dettaglio dei dati; i fattori di emissione per il calore prodotto dalla combustione di gas e di olio sono invece stati tratti da ISPRA (ISPRA, 2017a). Si tratta di fattori di emissione medi nazionali per il 2015 e relativi alla combustione stazionaria nel settore di produzione dell'energia per la vendita, descritti e utilizzati nel National Inventory Report (ISPRA, 2017b). I valori erano dati in [kg/GJ] ma sono riportati nella Tabella 2.32 convertiti in

unità di misura più convenienti per il calcolo delle emissioni derivanti dalla produzione di energia termica utilizzata dalla Casa della gioventù di Bressanone, di proprietà dell'Ateneo.

Tabella 2.32 Composizione del mix energetico termico del teleriscaldamento di Bressanone, con i relativi fattori di emissione di CO₂, CH₄ e N₂O

Fonte energetica	Contributo alla totale produzione di calore	Fattore di emissione di CO ₂ [g/kWh]	Fattore di emissione di CH ₄ [mg/kWh]	Fattore di emissione di N ₂ O [mg/kWh]
Calore da impianti termici a biomassa/cippato e da centrali termoelettriche a blocco (CHP) a olio di colza	23,7%	0,00	0,00	0,00
Calore da CHP a gas	37,1%	206,08	5,40	0,36
Calore da recupero calore come pompe di calore, scambiatori di calore di gas di scarico ed economiser presso impianti a gas	6,4%	0,00	0,00	0,00
Calore da caldaie per il carico di punta e caldaie ausiliarie a gas	31,3%	206,08	5,40	0,36
Calore da caldaie per il carico di punta a olio	1,5%	325,55	10,80	7,20
TOTALE	100,0%	145,84	3,86	0,35

I fattori di emissione complessivi per CO₂, CH₄ e N₂O sono stati ottenuti dalla media dei fattori di emissione per le varie fonti di calore, pesata sulla percentuale del contributo di ciascuna fonte alla totale energia termica prodotta nel 2016.

Poiché non si disponeva di informazioni sul rendimento medio stagionale del sistema di teleriscaldamento complessivo (impianti termici e rete di distribuzione del calore), si sono calcolate le emissioni relative all'energia termica consumata dalla Casa della gioventù, senza tenere conto delle emissioni legate alle perdite di energia.

2.5.8 Fattori di emissione per i mezzi di trasporto

Nel settore dei trasporti le emissioni di gas serra significative sono quelle di CO₂, CH₄ e N₂O. In questo paragrafo è presentata una panoramica dei fattori di emissione utilizzati per il calcolo delle emissioni prodotte negli spostamenti del personale per andare al lavoro e nelle missioni e negli spostamenti degli studenti per andare all'università e rientrare alla loro residenza.

Camminare e andare in bici non implicano ovviamente alcuna emissione; per la categoria “bici, bici elettrica” presente nei questionari sono state assunte emissioni nulle, in quanto sono state trascurate le emissioni legate al consumo di energia elettrica da parte delle (probabilmente rarissime) bici elettriche.

Trasporti stradali

ISPRA pubblica periodicamente sul suo sito i fattori di emissione medi di CO₂, CH₄ e N₂O del trasporto stradale in Italia (ISPRA, 2014), calcolati tenendo conto delle caratteristiche del parco veicolare italiano, ovvero della sua composizione, delle percorrenze e dei consumi medi, delle tecnologie adottate e di altri specifici parametri nazionali (Saija et al., 2000). I dati disponibili sono al momento relativi al 2014.

I fattori di emissione di interesse sono riportati per ciascuno dei tre gas serra in g/km*veicolo e sono distinti per tipologia di mezzo, tipo di combustibile e tipo di ciclo di guida, ovvero in ambito urbano, extraurbano ed autostradale.

I fattori di emissione sono stati applicati alle distanze percorse da dipendenti e studenti nei vari modi di trasporto, tenendo conto delle seguenti considerazioni:

- ISPRA fornisce due fattori di emissione distinti per le due categorie ciclomotori e motocicli, mentre nei questionari sugli spostamenti di dipendenti e studenti si faceva riferimento alla categoria generica “moto/scooter” (“moto” per il viaggio di rientro alla propria residenza degli studenti “fuori sede”). A questa categoria sono stati applicati i fattori di emissione medi calcolati per la categoria “ciclomotori e motocicli” a partire dai fattori di emissione dei due gruppi, pesati sul numero di chilometri percorsi nel 2014 in Italia utilizzando i due mezzi. Questi ultimi valori sono stati tratti dai dati sul trasporto stradale raccolti ed elaborati da ISPRA per la serie storica 1990 – 2015 (ISPRA, 2016a).
- Nei questionari gli studenti hanno potuto indicare la tipologia di alimentazione dell’auto utilizzata, in base a cui sono stati applicati i corrispondenti fattori di emissione. In particolare, nei casi di utilizzo di un’auto ibrida, sono stati utilizzati i fattori di emissione per le auto ibride a benzina, essendo questa la tipologia più venduta in Italia. Un solo studente ha affermato di utilizzare un’auto elettrica, tecnologia rara in Italia e per cui non sono stati trovati fattori di emissione adatti: sono stati assunti quindi gli stessi fattori di emissione delle auto ibride. Per i viaggi degli studenti che non hanno indicato il tipo di alimentazione della propria auto sono stati utilizzati invece i valori medi per il parco vetture italiano.

- Per i viaggi tramite “car sharing” sono stati assunti i fattori di emissione medi per il parco autovetture italiano.
- Alle distanze percorse in autobus urbano ed extraurbano sono stati applicati i fattori di emissione della categoria “autobus” relativi ai cicli di guida urbano ed extraurbano rispettivamente.
- Per la categoria “bus urbano/tram” presente nel questionario per i dipendenti sono stati assunti i fattori di emissione degli autobus urbani, essendo questo servizio più sviluppato a Padova.
- I fattori di emissione per gli autobus dati da ISPRA sono dati in g/km*veicolo; per poter essere applicati sono quindi stati prima divisi per il numero medio di persone a bordo, valutato essere per l’Italia pari a 17,19 per gli autobus extraurbani e 16,54 per gli autobus urbani (Caponio, Mascolo, Mummolo, Mossa, & Digiesi, 2015)

Treno

Per i viaggi in treno, sono stati utilizzati due fattori di emissione distinti:

- Per i viaggi effettuati dai dipendenti e dagli studenti per andare all’università è stato utilizzato il fattore di emissione di CO₂ relativo ai trasporti ferroviari italiani, per cui Ferrovie dello Stato Italiane riporta un valore di 44 gCO₂/km*passaggero (Ferrovie dello Stato Italiane, 2009).

Non sono stati trovate fonti che riportassero i fattori di emissione di CH₄ e N₂O; tuttavia trascurare queste emissioni comporta un errore minimo sui risultati finali, considerato che la maggior parte delle linee ferroviarie italiane sono elettrificate (Rete Ferroviaria Italiana - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, 2017) e che l’effetto di CH₄ e N₂O sulle emissioni di CO₂ equivalente è molto ridotto nel settore di produzione dell’energia elettrica in Italia, come riportato nel § 2.5.6.

- Per viaggi in treno all’estero o dall’estero effettuati nelle missioni del personale, è stato assunto il fattore di emissione di 30 gCO₂/km*passaggero, calcolato a livello europeo per il 2013 e riportato nel “Railway Handbook 2016”(IEA & UIC, 2016) ; anche in questo caso non sono stati trovati i fattori di emissione di CH₄ e N₂O.

Viaggi in tram

Per i viaggi in tram è stato utilizzato il fattore di CO₂ pari a 53,47 gCO₂/km*passaggero tratto dall’articolo di Caponio *et al.* (Caponio et al., 2015).

Viaggi in aereo

Durante l'elaborazione dei dati sulle missioni del personale e ricavati dai questionari per gli studenti i viaggi aerei erano stati suddivisi in base alla loro lunghezza, seguendo il criterio proposto nell'articolo di Natural Capital Partners (Natural Capital Company, 2016) e basato sulla classificazione proposta nel documento di DEFRA (Department for Environment Food & Rural Affairs, 2016). Da quest'ultima fonte sono stati tratti i fattori di emissione, dati in g/km*passaggero e distinti in base alla lunghezza del volo. I valori sono stati calcolati da DEFRA in base a statistiche relative al Regno Unito, tuttavia si ipotizza che il traffico aereo sia più o meno basato sugli stessi pochi modelli di velivoli nel mondo, per cui si possa assumere gli stessi fattori di emissione.

I fattori di emissione qui utilizzati sono stati maggiorati tramite due fattori:

- Un fattore tiene conto del fatto che gli aerei generalmente non percorrono la *Great-Circle Route*, ovvero la distanza più breve tra due aeroporti ma sono costretti ad allungare il percorso per motivi di sicurezza, legati al vento, ecc. L'IPCC ha stimato un fattore del 9-10 % circa per i viaggi in Europa (IPCC, 1999). Nei fattori di emissione utilizzati in questo studio è stato quindi incluso un fattore pari al 9,5 %.
- Un altro fattore tiene conto dell'impatto climatico che alcuni gas (principalmente vapore acqueo e NO_x) presentano quando emessi ad elevate altitudini (fenomeno del *Radiative Forcing*). Vi è grande incertezza e disaccordo tra i vari studi sulla quantificazione dell'impatto di queste emissioni; qui è stato assunto il valore moltiplicativo di 1,9 suggerito da DEFRA (Department for Environment Food & Rural Affairs, 2016) e da applicare al solo fattore di emissione di CO₂.

Viaggi in battello

Si ipotizza valgano gli stessi fattori di emissione calcolati sulla base di statistiche relative al Regno Unito (Department for Business Energy & Industrial Strategy, 2016). Si utilizzano in particolare i fattori di emissione in g/km*passaggero per persone trasportate senza auto.

I fattori di emissione utilizzati per i mezzi di trasporto appena discussi sono riportati nella Tabella 2.33.

Tabella 2.33 Fattori di emissione per i mezzi di trasporto utilizzati dai dipendenti e dagli studenti per andare all'università; sono riportate le fonti o le stime eseguite

Mezzo di trasporto	gCO ₂ /km*p	gCH ₄ /km *p	gN ₂ O/km*p	Fonte o stima
Parco auto medio in Italia:	163,0846	0,0113	0,0050	ISPRA
Benzina	177,9377	0,0249	0,0028	ISPRA
Diesel	151,7048	0,0006	0,0068	ISPRA
Elettrica	106,3641	-	0,0002	Valore assunto uguale a quello delle auto ibride
GPL	188,1623	0,0230	0,0031	ISPRA
Metano	156,7765	0,0317	0,0010	ISPRA
Ibrida a benzina	106,3641	-	0,0002	ISPRA
car-sharing	163,0846	0,0113	0,0050	Valore assunto uguale a quello del parco auto medio italiano
moto/scooter, moto	81,8292	0,0954	0,0017	Simato a partire dai fattori di emissione di ciclomotori e motocicli e dalle rispettive percorrenze annuali
bus extraurbano	38,7602	0,0028	0,0011	Valore fornito da ISPRA e diviso per il numero medio di passeggeri a bordo (17,19)
bus urbano, bus urbano/tram	63,4443	0,0150	0,0009	Valore fornito da ISPRA e diviso per il numero medio di passeggeri a bordo (16,54)
treno - viaggi in Italia	44,0000			Ferrovie dello Stato
treno - viaggi in Europa	30,0000			IEA e UIC
tram	53,4700			Caponio et al.
Battello - passeggeri a piedi	19,1180	0,0070	0,1420	Department for Business Energy & Industrial Strategy, UK
Aereo				
short-haul flights	281,0756	0,1095*	1,4235*	Department for Business Energy & Industrial Strategy, UK
medium-haul flights	169,9769	0	0,876*	
long-haul flights	193,2785	0	0,9855*	

*Fattori di emissione espressi in gCO₂e/km*p

2.5.9 Fattore di emissione per il consumo di carta

L'Ateneo non riporta le quantità di rifiuti prodotti e il tipo di smaltimento al quale sono destinati, pertanto non si conosce la percentuale di carta che verrà riciclata. D'altra parte, la carta può essere considerata un prodotto rinnovabile, in quanto è "costituita dalla CO₂ che l'albero assorbe durante la sua crescita" (Assocarta, 2016). Si è scelto quindi di considerare solo le emissioni derivanti dalla sola fase di produzione della carta.

In base ai dati riportati da Assocarta nella sua pubblicazione (Assocarta, 2009), si è stimato che per produrre un chilogrammo di carta si emettano da 0,65 a 1,25 kg di CO₂ a seconda delle fonti energetiche utilizzate dall'azienda produttrice. Si è scelto di adottare un valore medio di 0,95 kgCO₂/kg sia per la carta normale che per quella riciclata, considerato anche nella banca dati ADEME si sono trovati, per la carta di produzione francese, uguali fattori di emissione per le due tipologie (ADEME). Si osserva comunque che la stima delle emissioni derivanti dalla produzione della carta utilizzata dall'Ateneo presenterà un elevato grado di incertezza.

2.5.10 Fattore di emissione per il trattamento delle acque reflue

I processi biologici che avvengono negli impianti di depurazione delle acque reflue danno luogo alla produzione di gas serra, quali CO₂, CH₄ e N₂O. La quantità di queste emissioni dipende da diversi fattori, tra cui il sistema di depurazione particolare adottato. Emissioni indirette di gas serra sono inoltre dovute al consumo di energia nella conduzione di tali impianti di trattamento.

Dell'acqua utilizzata dall'Ateneo si conoscono le quantità complessive ma non si hanno informazioni su quanta di quest'acqua sia effettivamente sottoposta ad un trattamento di depurazione e quanta invece sia direttamente rilasciata in ambiente, ad esempio perché utilizzata per l'irrigazione. In mancanza di tali informazioni, non si è potuto applicare un fattore di emissione ritenuto attendibile per stimare le emissioni derivanti dal trattamento delle acque reflue dell'Ateneo.

CAPITOLO 3

RISULTATI DEL CALCOLO DELL'IMPRONTA CARBONICA DELL'ATENEO DI PADOVA

In questo capitolo sono esposti i risultati ottenuti nel calcolo dell'impronta carbonica dell'Ateneo, evidenziando quali siano le fonti di emissione più impattanti.

3.1 L'Impronta carbonica dell'Ateneo nel 2016

L'impronta carbonica dell'Ateneo di Padova nel 2016 ammonta a 57.710 tCO₂e. I risultati ottenuti sono riportati nella Tabella 3.1 disaggregati per ambiti e categorie di emissione, in termini di tonnellate di anidride carbonica equivalente e in valore percentuale rispetto alle emissioni totali prodotte dall'Ateneo.

Tabella 3.1 Impronta carbonica dell'Ateneo di Padova nel 2016 e sua disaggregazione per ambiti e categorie di emissione

Ambito di emissione	Categoria di emissione	Emissioni di CO ₂ e [t]	Percentuale sul totale
Ambito 1 - Emissioni dirette	Consumo di gas naturale	7.041	12,2%
	Consumo di gasolio	72	0,1%
	Consumo di carburante nei veicoli	139	0,2%
	Perdite di refrigeranti	0	0,0%
	Animali allevati	202	0,3%
	Uso di fertilizzanti	17	0,0%
	TOTALE AMBITO 1		7.471
Ambito 2 - Emissioni indirette dal consumo di energia elettrica, vapore, energia termica e di raffreddamento acquistati	Consumo di energia elettrica	12.341	21,4%
	Consumo di energia termica	27	0,0%
	TOTALE AMBITO 2	12.368	21,4%
Ambito 3 - Emissioni indirette non incluse nell'ambito 2	Missioni	4.694	8,1%
	Spostamenti casa-lavoro dei dipendenti	2.661	4,6%
	Spostamenti casa-università degli studenti	21.492	37,2%
	Spostamenti alloggio-residenza degli studenti fuori sede	8.124	14,1%
	Perdite elettriche T&D	791	1,4%
	Consumo di carta	109	0,2%
	TOTALE AMBITO 3	37.871	65,6%
Totale			
	TOTALE	57.710	100,0%

	Totale per studente	0,924	
	Totale per diploma	4,660	
	Totale per superficie	0,114	

La Tabella 3.1 riporta anche la quantità di CO₂e prodotta per studente, pari a 924 kgCO₂e. Si hanno invece 4.660 kgCO₂e prodotti ogni anno per diploma di laurea.

Tali valori specifici potranno essere assunti come parametro di confronto rispetto alle impronte carboniche dell'Università di Padova calcolate negli anni futuri e rispetto alle impronte di altri Atenei.

Le emissioni specifiche per m² di superficie utilizzata dall'Ateneo ammontano invece a 114 kgCO₂e. Si sconsiglia l'utilizzo di questo valore per analizzare la variazione dell'impronta carbonica dell'Università di Padova negli anni, o per un confronto rispetto ad altri Atenei. Infatti l'area totale calcolata in questo studio consiste nella somma delle aree nette di tutti i locali codificati all'interno del sistema di gestione degli spazi dell'Ateneo. Sono comprese le aree di alcuni spazi esterni come cortili, portici, terrazze ecc. e di molti spazi interni non riscaldati, come ad esempio autorimesse, serre, stalle, vani tecnici ecc. Si comprende quindi che nei prossimi anni l'Ateneo dovesse ad esempio acquistare degli edifici con molti spazi non riscaldati, si avrebbe una diminuzione delle emissioni di CO₂e per m² di superficie, senza che ciò corrisponda a un effettivo sforzo di riduzione dell'impronta carbonica da parte dell'Ateneo.

Nella Figura 3.1 è mostrata l'impronta carbonica dell'Ateneo suddivisa negli ambiti di emissione 1, 2 e 3, mentre nella Figura 3.2 si ha una disaggregazione in tutte le categorie di emissione.

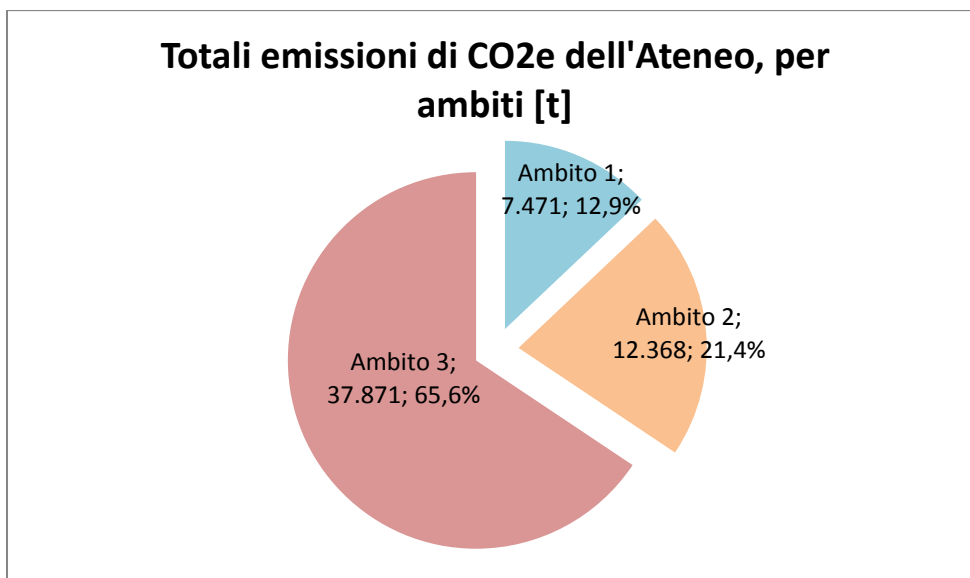


Figura 3.1 Impronta carbonica dell'Ateneo nel 2016, suddivisa negli ambiti di emissione

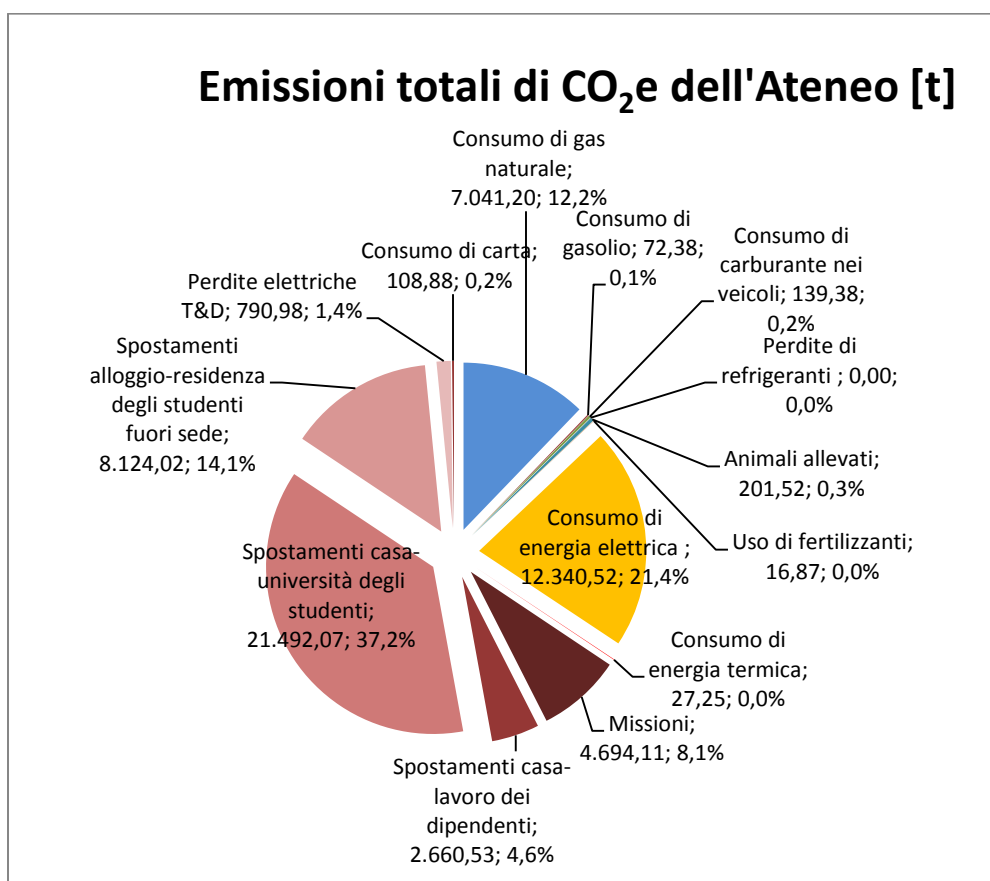


Figura 3.2 Disaggregazione dell'impronta carbonica dell'Ateneo nelle categorie di emissione

La maggior produzione di CO₂e si ha nell'ambito 3 (65,6%), principalmente a causa delle elevate emissioni prodotte dagli studenti negli spostamenti casa-università (37,2%), rappresentanti la maggiore fonte di emissione dell'intero Ateneo, e negli spostamenti alloggio-residenza (14,1%). Anche gli spostamenti casa-lavoro (4,6%) e i viaggi delle missioni (8,1%) effettuati dai dipendenti presentano delle quote consistenti sul totale. Le perdite elettriche di trasmissione e distribuzione (1,4%) e il consumo di carta (0,2%) ricoprono una piccola percentuale rispetto all'intera impronta carbonica dell'Ateneo.

Le emissioni prodotte dagli studenti nell'andare all'università sono molto maggiori rispetto a quelle prodotte dai dipendenti nell'andare al lavoro; ciò è ovviamente dovuto al fatto che gli studenti sono circa 14 volte più numerosi dei dipendenti; si noti tuttavia che il rapporto delle emissioni prodotte dalle due categorie di spostamenti è pari a circa 8. Ciò è dovuto in gran parte al fatto che i dipendenti utilizzano molto di più l'auto rispetto agli studenti.

Il secondo ambito di maggior produzione di CO₂e è quello delle emissioni indirette, dovute nel caso dell'Università di Padova principalmente al consumo di energia elettrica (21,4%), mentre il consumo di energia termica ha un'influenza minima (0,05%).

L'ambito 1 delle emissioni dirette ha un peso probabilmente minore di quello che ci si potrebbe aspettare, soprattutto per quanto riguarda le emissioni di CO₂e dovute alla combustione di gas (12,2%) e gasolio (0,1%) per il riscaldamento e la produzione di acqua calda degli edifici dell'Ateneo.

Le emissioni dai veicoli dell'Ateneo sono molto basse rispetto al totale (0,2%), come ci si poteva aspettare visto il numero relativamente basso di mezzi di proprietà o in affitto, utilizzati peraltro per la maggior parte nei dintorni delle strutture dell'Ateneo. Anche le emissioni dall'allevamento (0,3%) e dall'utilizzo di fertilizzanti (0,03%) sono molto limitate, risultato prevedibile considerando che l'Azienda Agraria dell'Ateneo è di tipo sperimentale. Nel 2016 infine non si sono verificate perdite di refrigeranti dagli impianti dell'Ateneo.

3.2 Le categorie più impattanti: i trasporti

Essendo le categorie dei trasporti tramite veicoli non di proprietà dell'Ateneo tra le più impattanti relativamente all'intera impronta carbonica dell'Ateneo (le missioni e gli spostamenti di studenti e dipendenti producono il 64,1% delle emissioni dell'intero

Ateneo), si è analizzata ciascuna delle tre categorie distinguendo le emissioni prodotte dai diversi mezzi di trasporto utilizzati.

3.2.1 Emissioni prodotte dai mezzi di trasporto utilizzati dai dipendenti nelle missioni

La Figura 3.3 mostra come i viaggi che producono la maggior quantità di CO₂e nella categoria delle missioni siano quelli in aereo di lunghezza maggiore ai 3.700 km (62,7%); seguono i viaggi di lunghezza tra i 785 e i 3.700 km (22,2%) e quelli più corti di 785 km (7,5%). I viaggi in treno in Italia e all'estero contribuiscono solo per il 3,3% complessivamente, mentre quelli in auto per il 4,2%.

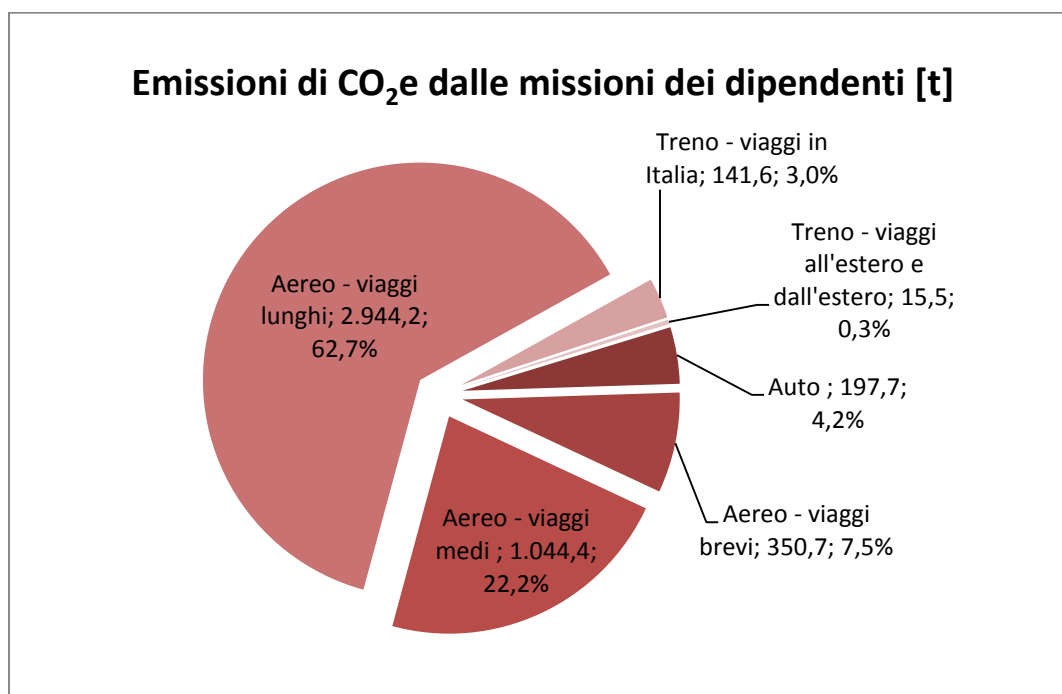


Figura 3. 3 Emissioni prodotte durante i viaggi delle missioni dei dipendenti, suddivise in base al mezzo di trasporto utilizzato

Il forte peso dei viaggi aerei è ovviamente dovuto non tanto ad un fattore di emissione di CO₂e/km*persona molto elevato rispetto agli altri mezzi di trasporto, quanto alla lunghezza in genere estremamente maggiore dei viaggi. Va inoltre considerato che nel calcolo delle distanze percorse durante le missioni descritto nel § 2.4.1.1 si sono inclusi probabilmente quasi tutti i viaggi aerei, mentre i viaggi in treno e in auto sono stati esclusi nei casi in cui questi non fossero il mezzo con cui si è effettuato lo spostamento principale della missione. Le relative emissioni non sono quindi state conteggiate.

3.2.2 Emissioni prodotte dai mezzi di trasporto utilizzati dai dipendenti negli spostamenti casa-lavoro e dagli studenti negli spostamenti casa-università e alloggio residenza

Per quanto riguarda gli spostamenti dei dipendenti, il grafico in Figura 3.4 mostra come la maggior parte delle emissioni di CO₂e sia prodotta dai dipendenti che vanno al lavoro viaggiando da soli in auto (68,8%); anche le emissioni prodotte dai viaggi in treno sono notevoli (16,4%), mentre quelle dovute ai viaggi in autobus urbano/tram, autobus extraurbano, moto/scooter, car-sharing e in auto assieme ad altre persone costituiscono complessivamente il 14,8% delle emissioni di questa categoria.

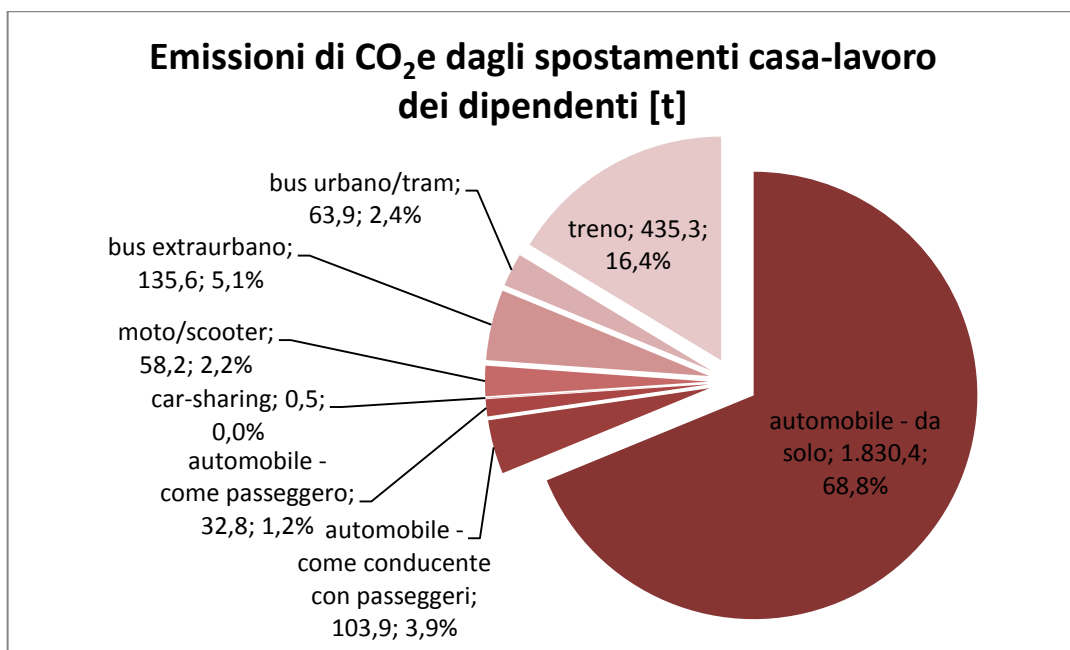


Figura 3.4 Emissioni prodotte negli spostamenti casa-lavoro dei dipendenti, suddivise in base al mezzo di trasporto utilizzato

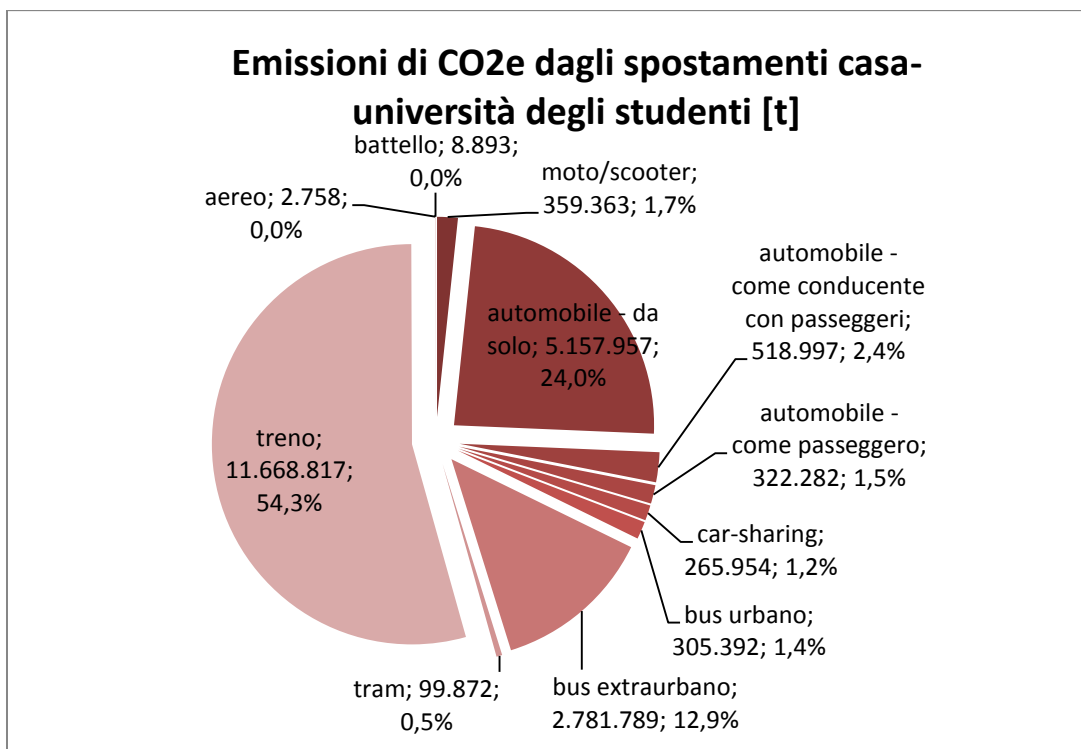


Figura 3.5 Emissioni prodotte negli spostamenti casa-università degli studenti, suddivise in base mezzo di trasporto utilizzato

Il grafico in Figura 3.5 mostra che negli spostamenti degli studenti le maggiori di quantità di CO₂e sono prodotte nei viaggi in treno (54,3%), in automobile senza alcun passeggero (24,0%) e in autobus extraurbano (12,9%). I viaggi condivisi in auto e l'utilizzo di moto/scooter, car-sharing, bus urbano, bus extraurbano e tram contribuiscono per l'8,7% alle emissioni dell'intera categoria. Le emissioni dovute ai rari viaggi effettuati in aereo e in traghetto come mezzi principali sono del tutto marginali (0%).

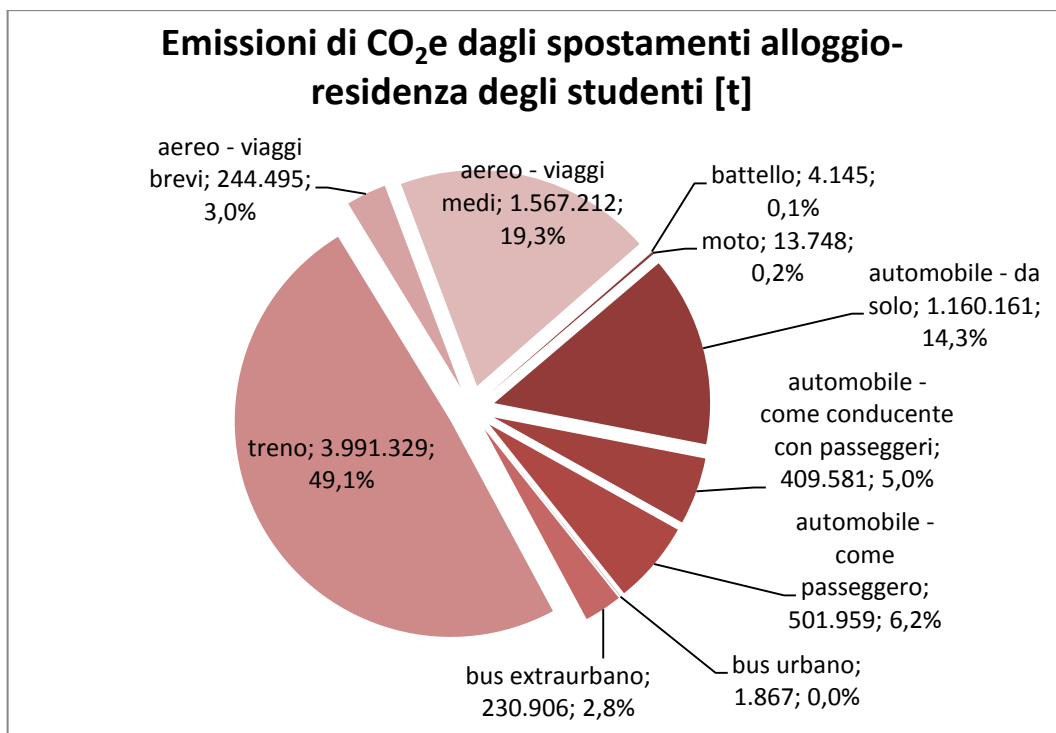


Figura 3.6 Emissioni prodotte negli spostamenti alloggio-residenza degli studenti fuori sede, suddivise in base al mezzo di trasporto utilizzato

Come mostrato in Figura 3.6, anche nel caso dei viaggi alloggio-residenza effettuati dagli studenti fuori sede circa la metà delle emissioni è dovuta ai viaggi in treno (49,1%). Altre quote importanti sono dovute ai viaggi in aereo (19,3% per i viaggi medi e 3,0% per i viaggi brevi) e in automobile (14,3% per i viaggi senza altre persone a bordo, 11,2% complessivamente per i viaggi condivisi). I viaggi in bus extraurbano producono il 2,8% delle emissioni, mentre l'uso di bus urbano, moto e battello contribuisce per meno dello 0,4%.

CAPITOLO 4

ANALISI DELLO STUDIO CONDOTTO E RACCOMANDAZIONI PER GLI STUDI FUTURI

Nel presente studio non è stata applicata un'analisi statistica per la valutazione dell'incertezza dei risultati di ciascuna categoria di emissione e quindi del risultato complessivo finale dell'impronta carbonica dell'Ateneo. Tuttavia in questo capitolo si vuole fornire una panoramica sulla qualità dei dati raccolti per ciascuna fonte di produzione di CO₂e valutata nell'analisi, partendo dalle fonti più impattanti. Si danno inoltre delle indicazioni da applicare nelle future valutazione dell'impronta carbonica dell'Università di Padova.

4.1 Dati sugli edifici

I consumi di energia elettrica e di gas sono tra le fonti più impattanti in termini di produzione di CO₂e dell'Ateneo: ad essi sono rispettivamente dovuti il 21,4% e il 12,2% delle emissioni. All'utilizzo dell'elettricità sono inoltre associate perdite di trasmissione e distribuzione sulla rete, che contribuiscono all'1,4% dell'impronta carbonica dell'Università. È quindi fondamentale avere dati quanto più precisi possibile per tali fonti.

Il consumo di gasolio vi è ormai in soli 3 edifici dell'Ateneo ed è quindi una fonte di emissione molto più ridotta (0,1%). Anche il consumo di energia termica da teleriscaldamento contribuisce in parte quasi trascurabile sul totale (0,05%). Le emissioni dovute alla gestione delle acque reflue non sono state valutate nell'analisi, tuttavia per quanto riguarda la raccolta dei dati di attività vale quanto descritto qui di seguito per i consumi energetici.

4.1.1 Edifici di proprietà o demaniali

I consumi di questi edifici sono stati valutati sulla base delle fatture emesse dai fornitori, gestite a livello di Amministrazione Centrale dell'Università. Ciò ha richiesto moltissimo tempo per visionare singolarmente le innumerevoli fatture per i vari edifici utilizzati dall'Ateneo. Difficilmente questo verrà ripetuto volentieri da una singola persona nei prossimi anni. Fortunatamente il fornitore di energia elettrica Gala prevede per i propri clienti un sistema di visualizzazione dei consumi online, per cui l'estrapolazione dei dati è relativamente più veloce: inserito il periodo di valutazione

per ogni contatore, il sistema fornisce direttamente i chilowattora elettrici consumati mensilmente, che vanno quindi sommati se si vuole ottenere il consumo di un anno.

I dati di consumo di gas, energia elettrica e termica e di acqua così ottenuti appaiono sufficientemente precisi per una prima valutazione dell'impronta carbonica dell'Ateneo. Tuttavia molte delle letture dichiarate nelle fatture e utilizzate per il calcolo dei consumi nell'anno solare 2016 sono basate non su una reale lettura dei contatori ma su stime calcolate dai fornitori in base ai dati in loro possesso sui consumi precedenti di una certa utenza. È quindi chiaro che un sistema di monitoraggio dei consumi per tutti gli edifici, con letture dirette di tutti i contatori a inizio e fine anno porterebbe a valori di consumo e quindi di emissioni molto più precisi. Un altro vantaggio sarebbe inoltre un maggior controllo dei consumi energetici e di acqua di tutti gli edifici, che costituiscono tra l'altro grossi fonti di spesa per l'Ateneo. Ovviamente effettuare letture dei contatori a inizio e fine anno è dispendioso in termini di tempo, visto l'elevato numero di utenze esistenti presso l'Ateneo. In un futuro in cui si installi un sistema informatico centralizzato di controllo e lettura di tutto i contatori, la raccolta dei dati potrebbe essere però molto più immediata.

4.1.2 Edifici in affitto, comodato o convenzione d'uso

Quasi tutte le utenze di energia elettrica ed acqua degli edifici utilizzati secondo contratto d'affitto, comodato o convenzione d'uso sono intestate all'Ateneo; per esse vale quindi quanto esposto per i consumi gestiti direttamente dall'Ateneo. Sono esclusi limitati consumi elettrici di alcuni edifici, le cui spese rientrano nei bilanci condominiali e/o sono rimborsate ai proprietari degli immobili. I consumi di gas invece rientrano molto più spesso nelle spese condominiali, in quanto negli immobili sono frequenti gli impianti di riscaldamento a gas centralizzati.

Per quanto riguarda i consumi di gas, energia elettrica e acqua non gestiti direttamente dall'Ateneo, in pochi casi nella documentazione visionata presso il Servizio Logistica e Patrimonio Immobiliare erano dati i valori di consumo nelle rispettive unità di misura (ad esempio standard metri cubi per il gas, chilowattora per l'energia elettrica e metri cubi per l'acqua). Per tutti gli altri casi, erano riportate solo le relative voci di spesa, in alcuni casi tra l'altro molto generiche (ad esempio "spesa riscaldamento"); i consumi sono stati quindi stimati a partire da tali spese, applicando un prezzo medio unitario ipotizzato. La naturale conseguenza è che queste ultime stime presentano un'elevata incertezza. Per dare un'idea di quanto quest'ultima possa influire sull'incertezza dei risultati finali dell'analisi, sono stati calcolate le percentuali dei consumi di gas e energia elettrica rispetto ai totali consumi dell'Ateneo e le quote delle relative emissioni

sull'intera impronta carbonica dell'Ateneo. I risultati sono esposti nelle Tabelle 4.1 e 4.2.

Tabella 4.0.1 Consumi di gas nel 2016 stimati per gli edifici in affitto, comodato o convenzione d'uso e loro percentuale rispetto ai totali consumi di gas dell'Ateneo; sono riportate anche le relative emissioni di CO₂e e il peso di queste ultime sull'intera impronta carbonica dell'Università

Tipo di gestione dei consumi e tipo di stima	Consumo di gas		Emissioni dovute al consumo di gas	
	[Smc]	Percentuale sui totali consumi di gas dell'Ateneo	Emissioni di CO ₂ e associate ai consumi di gas [t]	Percentuale delle emissioni sulla totale impronta carbonica dell'Ateneo
Totali consumi degli spazi in affitto, in comodato o in convenzione d'uso, di cui:	455.119	12,66%	892	1,54%
Consumi gestiti direttamente dall'Ateneo	204.736	5,70%	401	0,69%
Consumi con rimborso delle spese, di cui:	250.384	6,97%	490	0,85%
Consumi già riportati nelle rispettive unità di misura	109.890	3,06%	215	0,37%
Consumi stimati a partire dalla spesa e dal prezzo unitario	140.494	3,91%	275	0,48%
Totali consumi degli spazi utilizzati dall'Ateneo	3.594.530	100,00%	7.041	12,20%

Tabella 4.0.2 Consumi di energia elettrica nel 2016 stimati per gli edifici in affitto, comodato e convenzione d'uso e loro percentuale rispetto ai totali consumi di energia elettrica dell'Ateneo; sono riportate anche le relative emissioni di CO₂e e il peso di queste ultime sull'intera impronta carbonica dell'Università

Tipo di gestione dei consumi e tipo di stima	Consumo di energia elettrica		Emissioni dovute al consumo di energia elettrica	
	[kWh]	Percentuale sui totali consumi di energia elettrica dell'Ateneo	Emissioni di CO ₂ e associate ai consumi di energia elettrica [t]	Percentuale delle emissioni sulla totale impronta carbonica dell'Ateneo
Totali consumi degli spazi in affitto o in comodato/convenzione d'uso, di cui:	3.443.352	9,22%	1.211	2,10%
Consumi gestiti direttamente dall'Ateneo	3.192.768	8,55%	1.123	1,95%
Consumi con rimborso delle spese, di cui:	250.584	0,67%	88	0,15%
Consumi riportati nelle rispettive unità di misura	48.108	0,13%	17	0,03%
Consumi stimati a partire dalla spesa e dal prezzo unitario	202.476	0,54%	71	0,12%
Totali consumi degli spazi utilizzati dall'Ateneo	37.327.654	100,00%	13.128	22,75%

Le due Tabelle 4.1 e 4.2 mostrano come il contributo del consumo di gas stimato a partire dalle voci di spesa sull'intera impronta carbonica dell'Ateneo sia solo dello 0,48%. La percentuale si abbassa allo 0,12% nel caso dell'energia elettrica. Si può quindi affermare che l'incertezza su questi valori di consumo vada a influire molto poco sull'incertezza dei risultati finali. Si nota inoltre come complessivamente i consumi di gas estrapolati dai fascicoli del Servizio Logistica e Patrimonio Immobiliare incidano solo per lo 0,85% sull'impronta carbonica dell'Ateneo; per l'energia elettrica la percentuale è addirittura dello 0,15%. Poiché la raccolta di questi dati richiede molto tempo ed è difficile da migliorare (l'Ateneo non ha infatti il controllo diretto di queste utenze), si può quindi considerare di trascurarli.

Per quanto riguarda i consumi di acqua stimati dai rimborsi delle spese, si è ottenuto che questi ammontano al 9,98% dei consumi complessivi dell'Ateneo; considerato il fatto che la gestione delle acque reflue produce limitate emissioni di gas serra, il contributo di questi consumi sull'impronta carbonica dell'Ateneo sarà sicuramente bassissimo e quindi trascurabile.

4.1.3 Consumi gestiti dall'Azienda Ospedaliera

I consumi di energia elettrica e acqua degli edifici dell'Area Ospedaliera sono stati ricavati dai file Excel in cui il servizio Gestione della Logistica dell'Azienda Ospedaliera aveva già raccolto i valori di consumo per tutti i contatori, ricavati dalle bollette. I consumi di gas misurati dai contatori delle centrali termiche sono invece stati forniti direttamente dal Servizio Tecnico dell'Azienda.

Per la gestione di questi dati, che sembrano comunque sufficientemente precisi, l'Ateneo deve quindi affidarsi all'Azienda Ospedaliera. Va eventualmente rivisto il criterio di allocazione dei consumi tra Azienda e Policlinico universitario, magari alla luce del nuovo criterio di ripartizione delle spese che è al momento in fase di sviluppo.

Per quanto riguarda i fattori di emissione, ISPRA mette a disposizione dati dettagliati sulle emissioni di CO₂, CH₄ e N₂O dovute alla combustione stazionaria di gas e gasolio in Italia. Non indica invece i fattori di emissione di CH₄ e N₂O per la produzione di energia elettrica, ma riporta che l'effetto serra di questi due gas sull'intera impronta carbonica del settore elettrica è stato molto basso (minore dello 0,5%) negli ultimi 15 anni circa.

I fattori di emissione per l'energia termica acquistata sono stati stimati sulla base del mix delle fonti energetiche utilizzate dal sistema di teleriscaldamento; per valori più precisi bisognerebbe chiedere informazioni più dettagliate all'azienda fornitrice.

4.2 Dati sui trasporti con mezzi non di proprietà dell'Ateneo

4.2.1 Missioni dei dipendenti

Questa categoria contribuisce per l'8,1% alla totale impronta carbonica dell'Ateneo. L'incertezza dei risultati ottenuti è però piuttosto elevata, se si considera la serie di semplificazioni e ipotesi adottate per poter calcolare le distanze percorse con i vari mezzi di trasporto. In particolare:

- Sono state considerate le missioni *rimborsate* nel 2016: si tratta per l'84,7% di missioni iniziate nel 2016 e per la restante parte di missioni iniziate nel 2015 ma rimborsate solo nell'anno successivo. Si è quindi ipotizzato che parte delle missioni del 2016 siano state o saranno rimborsate nel 2017, con la stessa proporzione dell'anno precedente. Un'alternativa a questo metodo sarebbe stata considerare le missioni *effettuate* nel 2015, per cui si avevano tutti i dati a disposizione, e ipotizzare che le stesse distanze siano state percorse nel 2016.
- Per ognuna delle 15803 missioni è stata calcolata la distanza percorsa nello spostamento principale del viaggio. Quindi non sono considerati molti viaggi, presumibilmente quelli all'interno della località di partenza e di destinazione delle missioni. Tutti i viaggi in autobus/corriera, nave, metropolitana/linee urbane, taxi e auto noleggiata sono stati trascurati anche se selezionati come mezzo principale della missione, in quanto la maggior parte di essi appariva impossibile, o comunque non si poteva definire se il viaggio fosse stato compiuto per raggiungere la località di destinazione o all'interno della località stessa. Solo per i viaggi in auto con rimborso basato sul chilometraggio si sono sommate le distanze percorse durante tutti gli spostamenti, in quanto i dati erano disponibili.

La seconda approssimazione porta probabilmente a una stima complessivamente *conservativa* delle emissioni prodotte dai mezzi di trasporto utilizzati durante le missioni del personale. Infatti molti viaggi (per lo più brevi) sono stati trascurati.

Altre approssimazioni "minori" sono: l'approssimazione delle distanze aeree con la distanza più breve percorribile tra due punti sul globo terrestre (non sono stati valutati eventuali scali); la capitale o una città o un punto centrale nel paese considerati come

destinazione delle missioni, nei casi in cui non era indicato il nome della località ma sono dello Stato; l'approssimazione delle distanze ferroviarie compiute nei viaggi all'estero con quelle percorse in auto. Altre ipotesi sono state fatte a causa delle informazioni troppo generiche a disposizione: ad esempio per alcune missioni era data una doppia destinazione (due città o due Stati); in altri casi era indicato il nome di una località esistente in diversi paesi nel mondo.

Per ovviare a tutti questi casi di ambiguità o eccessiva generalità delle informazioni, per le richieste di rimborso per le spese dei viaggi durante le missioni andrebbe sviluppato un sistema informativo online che guidi il dipendenti nell'inserimento delle informazioni. In particolare, il dipendente dovrebbe essere obbligato a inserire, per ogni missione: gli Stati di partenza e di destinazione, le località di partenza e di destinazione, il mezzo di trasporto principale utilizzato per effettuare il viaggio. Lo Stato dovrebbe essere obbligatoriamente selezionato dalla lista degli Stati del mondo, in modo da evitare che la stessa nazione venga indicata in modi diversi (ad esempio "United Kingdom" e "Regno Unito"). La possibilità di selezionare anche la località da una lista delle località principali di un paese, potrebbe permettere di automatizzare e velocizzare enormemente il calcolo delle distanze utilizzando programmi per la gestione di database e i software GIS. D'altra parte, ciò potrebbe risultare poco conveniente per i dipendenti, che dovrebbero individuare la località "principale" più vicina alla loro destinazione.

4.2.2 Spostamenti casa-lavoro dei dipendenti

La categoria dei trasporti dei dipendenti contribuisce al 4,6 % delle emissioni totali dell'Ateneo. I dati ottenuti dall'espansione dei risultati dei questionari all'intera popolazione di dipendenti dell'Ateneo sembrano essere piuttosto attendibili, visto il tasso di risposta ottenuto nell'indagine (45%). Le ipotesi principali adottate nell'analisi dei risultati dei questionari sono:

- Il numero di giorni lavorativi in un anno; il valore adottato sembra adeguato per il personale tecnico amministrativo e i ricercatori. Per i soli professori, i quali sono vanno all'università non così regolarmente, si potrebbe inserire nel questionario un quesito che richieda il numero medio di giorni la settimana in cui vanno all'università. Ulteriori informazioni vanno raccolte anche sulla frequenza con cui i collaboratori ed esperti linguistici vanno all'università, assunta in questo studio uguale a quella per il personale tecnico amministrativo.
- Distanza percorsa nello spostamento; si sono considerati i valori mediani degli intervalli proposti nei questionari, tuttavia si potrebbe effettuare un'analisi di sensitività per valutare di quanto si discosterebbe il calcolo delle missioni nei

casi più pessimistico (distanza corrispondente al limite superiore di ciascun intervallo) e più ottimistico (distanza corrispondente al limite inferiore di ciascun intervallo).

- L'intero tragitto casa-lavoro è compiuto con il metodo di trasporto principale.
- Il numero medio di persone a bordo in caso di viaggio condiviso in auto è pari a 3; l'incertezza relativa a questa ipotesi non influisce molto sui risultati finali in quanto le emissioni dovute ai viaggi condivisi in auto sono solo il 5,1 % delle totali emissioni derivanti dalla mobilità dei dipendenti.

I risultati ottenuti dai questionari per i dipendenti sembrano complessivamente buoni; per avere un maggior dettaglio delle informazioni, si potrebbero introdurre dei quesiti sul tipo di alimentazione dell'auto utilizzata e il numero di persone a bordo in caso di viaggio in auto condiviso.

4.2.3 Spostamenti casa-lavoro degli studenti

Il principale fattore di incertezza nei risultati ottenuti per questa categoria di emissione è relativo al basso tasso di risposta ai questionari, pari allo 7,14%. Ciò introduce elevata incertezza anche sul valore complessivo dell'impronta carbonica dell'Ateneo, in quanto questa fonte di emissione appare molto importante: è stata infatti calcolato un contributo del 37,2% alle totali emissioni.

Come nel caso dell'indagine sulla mobilità dei dipendenti, sarebbe opportuna un'analisi di sensitività sugli intervalli di distanza che i rispondenti potevano indicare per gli spostamenti casa -università e alloggio-residenza. Un'importante ipotesi introdotta nel calcolo delle emissioni prodotte dalla mobilità degli studenti è quella del numero di settimane/mesi in un anno in cui essi frequentano l'università e in cui rientrano alla propria residenza. Si potrebbe anche in questo caso effettuare un'analisi di sensitività ipotizzando periodi minori e maggiori rispetto a quelli utilizzati in questo studio.

Il testo del questionario andrebbe inoltre in parte rivisto, in particolare:

- Per il numero di giorni alla settimana in cui lo studente va all'università, si dovrebbe dare la possibilità di scegliere un numero maggiore di 7;
- Per la frequenza del rientro alla località di residenza, non si dovrebbe dare la possibilità di scegliere "Altro", in quanto le possibili risposte creano ambiguità e in quanto le altre opzioni di frequenza coprono comunque tutti i possibili casi;
- Nel quesito sulla distanza percorsa nel rientro alla località di residenza, andrebbe valutata la possibilità di far indicare al rispondente lo Stato e il nome del

comune di residenza; si è visto infatti che molti studenti non hanno indicato tale distanza, probabilmente perché non la conoscevano;

Per aumentare l'attendibilità dei risultati di questa categoria di emissione, è però prima di tutto fondamentale promuovere il più possibile la compilazione dei questionari da parte degli studenti, in modo da ottenere un maggiore tasso di risposta, ad esempio coinvolgendo gli studenti rappresentanti dei corsi di studio in modo che facciano "propaganda" a lezione o sui social networks. Il periodo adatto in cui svolgere l'indagine potrebbe essere a metà semestre, quindi sufficientemente lontano dalle sessioni d'esame; andrebbe anche realizzata una versione in inglese, per facilitare gli studenti stranieri.

Per quanto riguarda i fattori di emissione applicati ai metodi di trasporto utilizzati da dipendenti e studenti, si ritiene che questi abbiano un buon grado di dettaglio e di specificità. In particolare, i valori sul trasporto stradale forniti da ISPRA sono dettagliati e vengono aggiornati annualmente. Per gli aerei non sono stati trovati fattori specifici per l'Italia, ma in questo settore sembra buona l'assunzione dei dati ricavati per il Regno Unito. Per quanto riguarda i treni italiani, sul sito internet di Ferrovie dello Stato è indicato solamente il fattore di emissione di CO₂ per il 2009 e non sono date informazioni su come il valore sia stato calcolato. Si potrebbe eventualmente considerare di contattare l'azienda per avere informazioni più precise a riguardo.

4.3 Fonti di emissione minori

4.3.1 Veicoli di proprietà o in affitto

La quota delle emissioni da questa categoria sul totale è dello 0,2%. Per molti veicoli il consumo è stato stimato a partire dal chilometraggio annuale, ipotizzando un consumo medio o applicando il valore di consumo in litri/100km indicato sulla carta di circolazione del mezzo. Tale stima ovviamente non tiene conto di alcuni fattori che influenzano il consumo, come il tipo di percorso (urbano o extraurbano), lo stile di guida, ecc. Inoltre i valori di consumo forniti nelle carte di circolazione sono minori di quelli reali, in quanto derivano da prove standard effettuate in laboratorio.

Per velocizzare la raccolta dei dati e migliorarne la qualità, sarebbe opportuno organizzare la gestione dei consumi dei veicoli a livello di Amministrazione Centrale e adottare un metodo che registri le quantità di carburanti acquistate presso i distributori, come già avviene per i veicoli dell'Amministrazione Centrale.

4.3.2 Animali e fertilizzanti

Queste due categorie contribuiscono solo per lo 0,3% e per lo 0,03% all'intera impronta carbonica dell'Ateneo. I dati sul numero di animali e la tipologia e quantità di fertilizzanti di sintesi sono stati direttamente ottenuti dall'Azienda Agraria, che aveva inoltre già calcolato il contenuto di azoto nelle deiezioni animali e nei fertilizzanti utilizzati.

Pertanto, anche se si tratta di fonti di emissione molto limitate, si consiglia di non trascurarle, in quanto i relativi dati appaiono molto precisi e ottenibili rapidamente.

4.3.3 Refrigeranti

Nel 2016 non si sono verificate perdite di refrigeranti dagli impianti dell'Ateneo. Si è comunque voluto verificare quale sarebbe stato l'impatto di questa categoria sull'intera impronta carbonica dell'Ateneo ipotizzando che le perdite fossero pari a quelle verificatesi nel 2015. In quell'anno sono stati dispersi in ambiente 13,55 kg di R-410° (miscela 50% HFC-32 e 50% HFC-125) e 22,75 kg di R-407C (miscela 23% HFC-32, 25% HFC-125 e 52% HFC-134°). I GWP di queste miscele sono stati calcolati a partire dai GWP dei componenti indicati dall'IPCC (IPCC, n.d.-b) e sono pari a rispettivamente a 2088 e 1774. Nonostante le piccole quantità di refrigeranti dispersi, l'effetto serra è relativamente elevato e corrisponde a 69 tonnellate di CO₂e. Se tali emissioni si inserissero tra quelle prodotte dall'Ateneo nel 2016, si otterrebbe un contributo percentuale dello 0,1%.

Il valore delle emissioni è preciso in quanto basato sui dati delle dispersioni di gas fluorurati dagli impianti di condizionamento e dai sistemi fissi antincendio dell'Ateneo dichiarati a F-Gas e che sono quindi facili da ricavare. Nelle analisi future si consiglia quindi di controllare le eventuali dispersioni da tali impianti.

4.3.4 Carta

Il consumo di carta ha prodotto nel 2016 lo 0,2% delle emissioni di CO₂e dell'Ateneo; i quantitativi in kg di carta consumata sono stati stimati supponendo che i fogli utilizzati abbiano una grammatura di 80 g/m². Per una maggiore precisione dei risultati, va controllato questo valore visionando le caratteristiche della carta acquistata.

Poiché il Servizio Approvvigionamenti sta organizzando l'acquisto di carta a livello di Amministrazione Centrale, in futuro non sarà difficile disporre di dati precisi a riguardo.

In questa categoria di emissione la maggiore incertezza è dovuta al fattore di emissione utilizzato. Ulteriori ricerche sono necessarie per ottenere dei fattori di emissione più specifici per il processo di produzione della carta.

CONCLUSIONI

In questo studio si è voluto sviluppare un modello di calcolo dell'impronta carbonica dell'Ateneo di Padova, in modo da fornire un valore della stessa e al contempo dare delle indicazioni per i miglioramenti delle analisi future.

La metodologia applicata segue le linee guide del GHG Protocol, lo standard più utilizzato dalle aziende ed organizzazioni di tutto il mondo. Secondo tali indicazioni, si è proceduto a una definizione dei confini di responsabilità dell'Ateneo relativamente alle emissioni prodotte. Come anno di riferimento è stato scelto il 2016. Si è poi proceduto con la raccolta dei dati di attività, richiesti ai vari uffici dell'Ateneo, e dei fattori di emissione, ricercati in letteratura.

I calcoli finali forniscono un'impronta carbonica complessiva dell'Ateneo pari a 57.710 tonnellate di anidride carbonica equivalente, corrispondente a 924 kg CO₂e per studente.

Le fonti di emissione maggiori si sono dimostrate essere quelle dei trasporti con mezzi non di proprietà dell'Ateneo (quindi di proprietà dei dipendenti e degli studenti o pubblici) e i consumi di gas ed energia elettrica degli edifici. Le restanti fonti di emissione sono molto limitate e contribuiscono complessivamente all'1,2% dell'intera impronta carbonica dell'Ateneo.

Tali valori potranno essere utilizzati per un confronto dell'impronta dell'Ateneo con quella di altre università, oppure potranno essere utilizzati come valori di riferimento per gli anni futuri, per valutare l'efficacia di azioni intraprese per la mitigazione delle emissioni di CO₂e.

Va tuttavia sottolineato che il limite principale di questo studio è la mancanza di un'analisi dell'incertezza dei risultati, che dovrà essere invece effettuata in futuro. A questo proposito, il grado di incertezza dei dati raccolti è stato discusso qualitativamente e sono state fornite alcune indicazioni per migliorare la qualità dei dati disponibili in futuro. Ciò sarà importante soprattutto per le fonti di emissione più impattanti, quali i consumi energetici degli edifici e i trasporti utilizzati dai dipendenti e dagli studenti per i viaggi lavorativi dei primi e gli spostamenti per andare all'università per entrambi.

BIBLIOGRAFIA

- ADEME. (n.d.). ADEME - Bilans GES Site. Retrieved September 30, 2017, from <http://bilans-ges.ademe.fr/en/accueil>
- Assocarta. (2009). La Carta fra Luoghi Comuni e Realtà
- Assocarta. (2016). Rapporto ambientale dell'industria cartaria italiana - Dati 2013-2014.
- Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico. (2016). Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico - Dati statistici. Retrieved September 27, 2017, from http://www.autorita.energia.it/it/dati/elenco_dati.htm
- Baldo, G. L., Marino, M., & Rossi, S. (2008). *Analisi del ciclo di vita LCA*. Edizioni Ambiente.
- Caponio, G., Mascolo, G., Mummolo, G., Mossa, G., & Digiesi, S. (2015). Commuting carbon dioxide emissions: A study of ten Italian metropolitan cities. *Proceedings of the Summer School Francesco Turco, 2015–Janua*.
- Department for Business Energy & Industrial Strategy. (2016). Greenhouse gas reporting - Conversion factors 2016. *Department of Energy & Climate Change*, (June), 1–3.
- Department for Environment Food & Rural Affairs. (2016). 2016 Government GHG Conversion Factors for Company Reporting: Methodology Paper for Emission Factors. *2016 Government GHG Conversion Factors for Company Reporting*, (September), 1–113.
- ENEA. (n.d.-a). Potere calorifico inferiore convenzionale del greggio e dei principali prodotti petroliferi. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.enea.it/it/seguici/le-parole-dellenergia/glossario/parole/potere-calorifico>
- ENEA. (n.d.-b). Poteri calorifici inferiori dei combustibili e fattori di emissione della CO₂. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.energiaenergetica.enea.it/regioni/siape/poteri-calorifici-inferiori-dei-combustibili-e-fattori-di-emissione-della-co2>
- ENI. (n.d.-a). Carburanti e combustibili - Scheda tecnica gasolio da riscaldamento. Retrieved September 29, 2017, from https://oilproducts.eni.com/it_IT/prodotti/carburanti-e-combustibili/combustione/gasolio-riscaldamento
- ENI. (n.d.-b). Carburanti e combustibili per trazione - Schede tecniche. Retrieved September 29, 2017, from https://oilproducts.eni.com/it_IT/prodotti/carburanti-e-combustibili/trazione
- Ferrovie dello Stato Italiane. (2009). Salva il clima, scegli il treno: nasce il biglietto FS ecologico - Notizie - FSNews. Retrieved September 25, 2017, from <http://www.fsnews.it/cms/v/index.jsp?vnextoid=0bfd914dc2694210VgnVCM1000003f16f90aRCRD>
- GHG Protocol. (n.d.). Greenhouse Gas Protocol |. Retrieved October 4, 2017, from <http://www.ghgprotocol.org/>
- Gruppo Nord Petroli. (n.d.). Gasolio da Riscaldamento - Scheda tecnica. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.nordpetroli.it/index.php/i-prodotti/gasolio->

da-riscaldamento

- IEA & UIC. (2016). *Railway handbook 2016. Energy consumption and CO2 emissions.*
- IPCC. (n.d.-a). IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. Retrieved October 4, 2017, from <https://www.ipcc.ch/index.htm>
- IPCC. (n.d.-b). IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007 - Errata. Retrieved October 4, 2017, from <http://doi.wiley.com/10.1029/2005GL022368>
- IPCC. (1999). *Aviation and the Global Atmosphere.*
- IPCC. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.
- IPCC. (2013). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 659–740. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.018>
- ISPRA. (2014). La banca dati dei fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia — Italiano. Retrieved September 24, 2017, from <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp>
- ISPRA. (2016a). Dati trasporto stradale 1990 - 2015 — Italiano. Retrieved September 24, 2017, from <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/dati-trasporto-strada/view>
- ISPRA. (2016b). *Relazione annuale sulla qualità dei combustibili per autotrazione prodotti, importati e commercializzati nell'anno 2015.*
- ISPRA. (2017). Fattori di emissione atmosferica di CO2 e altri gas a effetto serra nel settore elettrico.
- ISPRA. (2017). Fattori di emissione per le sorgenti di combustione stazionarie in Italia — Italiano. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/serie-storiche-emissioni/fattori-di-emissione-per-le-sorgenti-di-combustione-stazionarie-in-italia/view>
- ISPRA. (2017). *National Inventory Report 2017 - Italian Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2015* (2017th ed.).
- ISTAT. (2015). Atlante statistico territoriale delle infrastrutture e file cartografici delle principali infrastrutture puntuali. Retrieved October 2, 2017, from <http://www.istat.it/it/archivio/41899>
- Natural Capital Company. (2016). *Calculation methodology for the carbon calculator.*
- OpenFlights.org. (n.d.). OpenFlights.org: Flight logging, mapping, stats and sharing. Retrieved October 2, 2017, from <https://openflights.org/>
- OpenStreetMap Foundation. (n.d.). OpenStreetMap. Retrieved October 2, 2017, from <https://www.openstreetmap.org/#map=15/45.3498/11.9558>
- Rete Ferroviaria Italiana - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane. (2017). Istantanea sulla rete - Istantanea sulla rete - RFI. Retrieved September 25, 2017, from <http://www.rfi.it/rfi/LINEE-STAZIONI-TERRITORIO/Istantanea-sulla-rete/La-rete-oggi>
- Rome2rio.com. (n.d.). Rome2rio: discover how to get anywhere. Retrieved October 2, 2017, from <https://www.rome2rio.com/it/>

- Saija, S., Contaldi, M., De Lauretis, R., Ilacqua, M., Liburdi, R., & Stato Dell', S. (2000). ANPA Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente Le emissioni in atmosfera da trasporto stradale I fattori di emissione medi per il parco circolante in Italia.
- Stadtwerke ASM Bressanone. (2017). Teleriscaldamento - ASM Bressanone. Retrieved September 29, 2017, from <http://www.asmb.it/it/teleriscaldamento/index.html>
- TERNA. (n.d.). Dati Statistici - Dati generali 2016. Retrieved September 29, 2017, from <https://www.terna.it/it-it/sistemaelettrico/statisticheeprevisioni/datistatistici.aspx>
- Università degli Studi di Padova. (n.d.). Calendario accademico e scadenze 2016/17 | Università di Padova. Retrieved October 3, 2017, from <http://www.unipd.it/scadenze-aa-20162017>
- Università degli Studi di Padova. (2017). Dati statistici | Università di Padova. Retrieved September 26, 2017, from <http://www.unipd.it/universita/universita-cifre/dati-statistici>
- WRI & WBCSD. (2003). A Corporate Accounting and Reporting Standard.