

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Energetica e Nucleare



TESI DI LAUREA

Valutazioni ambientali finalizzate alla redazione
del Bilancio di Sostenibilità e analisi energetica
con studio di soluzioni mirate al risparmio energetico

Relatori:

Prof. Andrea Carpignano

Prof. Mauro Montrucchio

Candidato:
Leonardo Giorsino

A.A. 2017/2018

Indice

Introduzione	1
Capitolo I - Identità Di G.A.I.A. spa	3
1.1 Gestione Rifiuti	6
1.2 Polo Trattamento Rifiuti	9
1.2.1 Impianto Di Valorizzazione	9
1.2.2 Impianto Di Pretrattamento	10
1.3 Impianto Di Compostaggio	11
1.4 Discarica Rifiuti Non Pericolosi	13
1.4.1 Biogas Da Discarica	14
1.5 Discarica Esaurita.....	18
1.6 Ecostazioni	19
1.7 Conferimento Rifiuti	20
Capitolo II - Responsabilità Sociale Di Impresa	21
2.1 Bilancio Di Sostenibilità	22
2.2 Global Reporting Initiative.....	23
Capitolo III - Emissioni	26
3.1 Introduzione Al Pensiero Della Normativa	26
3.2 Impatto Ambientale	27
3.3 GRI-305	29
3.3.1 Scope 1 - Direct	30
3.3.1.1 Stationary Combustion - Valterza	30
3.3.1.2 Stationary Combustion - San Damiano.....	33
3.3.1.3 Stationary Combustion - Sede Centrale.....	34
3.3.1.4 Stationary Combustion - Cerro Tanaro	35
3.3.1.5 Mobile Combustion	36
3.3.1.6 Fugitive Emission - San Damiano	39
3.3.1.7 Fugitive Emission - Cerro Tanaro	40
3.3.1.8 Fugitive Emission - Vallemanina	42
3.3.2 Scope 2 - Energy Indirect	43
3.3.3 Scope 3 - Other Indirect.....	48
3.3.3.1 Emissioni Indirette Trasporto Carburante	49

3.3.3.2 Emissioni Indirette Per Trasporto Rifiuti.....	50
3.3.3.2.1 Emissioni Indirette Scarico Rifiuti a Valterza	52
3.3.3.2.2 Emissioni Indirette Per Trasferimento Rifiuti DA Valterza.....	58
3.3.3.2.3 Emissioni Indirette Scarico Rifiuti a San Damiano	60
3.3.3.2.4 Emissioni Indirette Per Trasferimento Rifiuti DA San Damiano.....	64
3.3.3.2.5 Emissioni Indirette Trasferimento Rifiuti DA Vallemanina	66
3.3.3.2.6 Emissioni Indirette Ecostazioni	66
3.4 Analisi Conclusiva	75
Capitolo IV - ISO 50001 e Risparmio Energetico	79
4.1 Analisi Energetica G.A.I.A.	81
4.2 Analisi Energetica Valterza	83
4.3 Analisi Energetica San Damiano	85
4.4 Identificazione EnPIs.....	87
4.4.1 EnPIs Valterza	88
4.4.2 EnPIs San Damiano	90
4.5 Piani D'Azione	91
4.5.1 Studio Di Fattibilità di Un Impianto Fotovoltaico a Valterza	94
4.5.2 Studio Di Fattibilità di Un Impianto Fotovoltaico a San Damiano	102
4.6 Conclusioni Finali.....	107
Bibliografia	109

Introduzione

Negli ultimi decenni sono state avanzate diverse perplessità circa le fonti di energia utilizzate a livello mondiale per sostenere la nostra civiltà. Con diverse evidenze scientifiche è stato messo in luce come il modello energetico protratto fino ai giorni nostri avesse una serie di problematiche legate all'ambiente che ci obbliga a rivalutare l'intero quadro generale al fine di garantire alla Terra stessa un futuro sostenibile oltre che allo stesso genere umano. Dalla seconda metà del '700, con l'inizio della prima rivoluzione industriale e l'impiego di macchinari a vapore alimentati a carbone e non più a legna, il genere umano conobbe i primi assaggi della prosperità che avrebbe raggiunto implementando le diverse forme dell'energia nell'ambito industriale prima, e nel settore civile dopo. Quello che però segnò definitivamente il moderno concetto di industria e cambiò radicalmente sia le sfere sociali che quelle economiche dell'intero pianeta fu l'introduzione dell'elettricità, dei prodotti chimici e del petrolio su larga scala per processi produttivi e non, è il 1870 e questa data è sancisce convenzionalmente la seconda rivoluzione industriale. Da questo periodo storico in avanti ci furono innumerevoli invenzioni fondamentali come anche solo il telefono e la prima lampadina a incandescenza che vide la sua commercializzazione nel 1879. La rivoluzione industriale alla cui base vi era una rivoluzione energetica portò un diffuso benessere che sfociò in un' esplosione demografica e un continuo progresso fino all'alba dei giorni nostri. Prima di questo periodo storico, compiuto in un clima di euforia e progressivo benessere, mai si era pensato anche solo per un istante all'impatto che tutto ciò avrebbe avuto sull'ecosistema. Fino a quel momento niente e nessuno si era mai soffermato sulle conseguenze che avrebbe portato questa rivoluzione. Questo genere di pensieri sono una realtà prettamente contemporanea. Solamente negli ultimi tempi si è acclamata la necessità di rivalutare i progressi raggiunti sotto il punto di vista della sostenibilità e non certo per puri spunti filosofici, ma perché i primi sintomi cominciarono a fare la loro comparsa. Comparirono con maggior frequenza alcune patologie respiratorie nella popolazione delle città ormai densamente popolate, mentre non si registrò lo stesso aumento nelle popolazioni situate nelle campagne. Celebre è anche il caso delle farfalle Biston Betularia che a causa del particolato scuro rilasciato in atmosfera dalle fabbriche per via della combustione del carbone, si venne a determinare un loro eclatante scurimento della pigmentazione, diventando da biancastre a quasi nere. Questi furono i primi allarmi che bussarono alla nostra porta in seguito alla rivoluzione industriale, ma più recentemente sono stati evidenziati fenomeni più complessi e problematici come il depauperamento dello strato dell'ozono e non per ultimo il surriscaldamento globale. Questi fenomeni sancirono definitivamente l'attenzione mondiale sulla correlazione tra l'energia e l'ambiente. Cominciarono politiche incentrate sulla salvaguardia atmosferica e tutte si riversarono e si riversano tutt'ora sul ridimensionamento dei consumi energetici e sulla riqualificazione delle fonti di energia su cui si fonda la società moderna, spostando l'asse di produzione energetica verso fonti più

rinnovabili e che determinino un minor impatto ambientale. Il presente lavoro tesi si inquadra in questo preciso momento storico, dove le politiche energetiche promosse a livello mondiale e in particolar modo in Europa vengono recepite molto seriamente e il problema del progresso sostenibile viene ampiamente compreso e condiviso da tutta la popolazione. In particolare questa tesi di laurea si colloca al termine del periodo attuativo di una direttiva Europea in vigore dal giugno 2009 che prende il nome di "Piano 20-20-20". Questo piano prevede entro il 2020 di ridurre del 20% le emissioni di gas serra, aumentare del 20% la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili e portare al 20% il risparmio energetico (rispetto al 1990). L'obiettivo di questi provvedimenti è contrastare gli evidenti cambiamenti climatici in corso. La presente tesi ha come obiettivo l'applicazione di normative molto specifiche, riconosciute a livello mondiale, quali la GRI-305, per valutare in una realtà industriale di ampio respiro, il suo impatto ambientale reale derivato dalla propria attività produttiva per poter quantificare concretamente l'impronta che ha sulla Terra e in seguito avanzare proposte di mitigazione dell'impatto. Verranno valutati tutti gli aspetti, sia diretti, che indiretti, che portano un contributo al cambiamento delle condizioni del pianeta causate dalle proprie emissioni di gas in atmosfera. Analizzati tutti gli aspetti energetici del parco produttivo e in particolar modo i consumi, saranno poi valutate e proposte alcune soluzioni impiantistiche finalizzate al risparmio energetico, proprio come nella politica delineata dall'Europa. Verrà quindi implementata la normativa ISO-50001 in ambito industriale che ha come principale sfera di competenza il risparmio energetico, e indica alcuni procedimenti per instaurare in un ambiente produttivo un circolo virtuoso che possa portare nel tempo miglioramenti progressivi e quindi successivi risparmi e maggiori benefici in termini non solo ambientali ma anche economici per l'azienda.

La realtà industriale presa in esame è la Società G.A.I.A. SpA (Gestione Ambientale Integrata dell'Astigiano) sita in via Brofferio 48, ad Asti, che opera nel campo dello smaltimento dei rifiuti. L'azienda, attiva dal 2005, ha costruito e gestisce tutti gli impianti di trattamento, recupero e smaltimento dei rifiuti urbani dell'Astigiano. Grazie alla sua attività rende possibile la completa autonomia della gestione dei rifiuti a tutta la provincia di Asti, garantendo il massimo recupero possibile dei materiali. I calcoli e le procedure di questo lavoro renderanno possibile la redazione e pubblicazione all'interno del Bilancio di Sostenibilità (BdS) 2016 e 2017 delle parti che riguardano la performance ambientale ed energetica dell'attività di G.A.I.A. con brevi accenni alla componente economica legata alla parte di fornitura energetica dell'azienda.

La tesi è strutturata come segue:

Capitolo I - Nel primo capitolo viene proposta una descrizione approfondita delle attività svolte da G.A.I.A. SpA. con la presentazione dei poli di trattamento dislocati sul territorio Astigiano con la successiva analisi della gestione dei rifiuti. In seguito vi è la sintesi delle principali normative e certificazioni a cui la società è soggetta. Questo capitolo è utile a comprendere la complessità della realtà da analizzare quando è prevista l'applicazione di una normativa internazionale per il controllo, qualificazione e quantificazione delle emissioni dirette e soprattutto indirette in atmosfera da parte delle attività dell'azienda.

Capitolo II - Global Reporting Initiative. Nel secondo capitolo è presentata la normativa a cui si fa riferimento in campo internazionale per pubblicare un report imparziale e standardizzato sugli impatti ambientali conseguenti alle attività della propria società o azienda. In primis viene descritto l'organo internazionale che emette e aggiorna costantemente la normativa in questione, poi, in seguito a una breve premessa sul report di sostenibilità vi è l'introduzione alla normativa GRI-305 con cenni e riferimenti al quadro normativo più ampio della GRI-300.

Capitolo III - Nella terza parte del lavoro si entra nel cuore della normativa e della stessa tesi, con lo sviluppo dei calcoli previsti dalla GRI-305 rilasciata nel 2016 e le considerazioni alle differenze introdotte recentemente rispetto alle precedenti versioni della normativa. Vi sono anche ampi spazi dedicati alla descrizione degli organi a cui è stato fatto riferimento per reperire molti valori aggiornati necessari ai calcoli svolti.

Capitolo IV - Nella quarta e ultima parte, viene invece analizzato l'aspetto di risparmio energetico con riferimento alla normativa ISO 50001. Sono state analizzate le possibili applicazioni della norma nel quadro aziendale di G.A.I.A. e valutate diverse soluzioni impiantistiche per ridurre i consumi e/o i costi di gestione della componente energia della società e dei vari poli di trattamento.

Capitolo I

Identità di G.A.I.A.

La società per azioni "Gestione Ambientale Integrata dell'Astigiano" (di seguito GAIA) viene fondata nel 2005 in seguito a trasformazione per scissione dal Consorzio Smaltimento Rifiuti Astigiano, opera nel campo della gestione dei rifiuti urbani dei Comuni Azionisti, attualmente 115, per un bacino di utenza di 210.000 abitanti, occupandosi degli impianti di trattamento, del recupero dei materiali e dello smaltimento finale dei rifiuti. GAIA, fino al dicembre 2016, era una società totalmente pubblica a cui potevano partecipare, ai sensi dello Statuto e delle vigenti leggi, esclusivamente enti locali. Il capitale sociale era interamente detenuto dai 115 comuni della Provincia di Asti e la partecipazione azionaria più significativa di capitale era detenuta dal comune di Asti, corrispondente al 43,38%. Nel febbraio del 2017 i soci azionisti diventano 116 con un profondo cambiamento nell'assetto societario aziendale; aggiudicandosi il 45% del pacchetto azionario dell'azienda, IREN AMBIENTE diventa il socio privato di maggioranza relativa. Iren Ambiente rappresenta il "Socio Privato Operativo Industriale" fino al 2032, per cui GAIA SpA è attualmente una società a capitale misto pubblico/privato.



Figura 1.1: Assetto societario di GAIA dal 2017
Fonte: Bilancio di sostenibilità 2016

L'azienda, attualmente (1 febbraio 2017), conta 131 dipendenti più un direttore generale. GAIA SpA gestisce, progetta e realizza in prima persona il ciclo di smaltimento dei rifiuti, nell'operare in questo ambito vi sono rigidi obblighi legislativi dettati dal Decreto Legislativo n. 152/2006 (Testo Unico Ambientale) che prevedono la riduzione della quantità di rifiuti inviati in discarica (1), la minimizzazione dell'impatto ambientale (2), il recupero di almeno il 35% dei materiali presenti nei rifiuti che diventano così riutilizzabili

come materie prime (vetro, carta, plastica, metalli...) (3), minimizzazione e stabilità dei costi per lo smaltimento (4), controllo costante e contenimento delle emissioni nell'ambiente (5). La società inoltre è socia ordinaria dal 2005 del CIC (Consorzio Italiano Compostatori), aderisce ad A.I.C.A. (Associazione Internazionale per la Comunicazione Ambientale), ad AICQ PIEMONTE (Associazione Italiana Cultura Qualità), a CONF SERVIZI (Sindacato d'impresa che rappresenta, promuove e tutela aziende ed enti che gestiscono i servizi di pubblica utilità), è membro del consorzio EnergiAsti (consorzio senza scopo di lucro che si propone di coordinare l'attività delle imprese consorziate e di migliorarne la capacità produttiva e l'efficienza in materia di acquisto di energia elettrica), del CONOE (Consorzio Obbligatorio Nazionale di Raccolta e Trattamento Oli Esausti), di Corepla (Consorzio nazionale per la Raccolta, il Riciclaggio ed il Recupero degli Imballaggi in Plastica) ed infine è presente nella principale organizzazione rappresentativa del sistema dei servizi locali di derivazione pubblica, in particolare in Utilitalia, nata nel giugno 2015 dalla fusione fra Federutility e Federambiente allo scopo di unire e rafforzare la rappresentanza nei settori energia, acqua e rifiuti. Sin dal 2005 GAIA ha avuto un occhio di riguardo verso la sostenibilità, in particolare verso la sicurezza sul lavoro, gli impatti ambientali, e i rischi legati alla continuità e alla sicurezza dei servizi. Ponendosi tali riguardi come veri e propri obiettivi, GAIA SpA ha integrato progressivamente il proprio Sistema di Gestione (SGI), arricchendolo dei requisiti per la qualità, l'ambiente, la salute e la sicurezza ed infine la responsabilità sociale, comunicando a tutti i portatori di interesse le performance ottenute con la Dichiarazione Ambientale (EMAS) ed il Bilancio di Sostenibilità. Per "Sistema di Gestione" si intende quell'insieme di procedure, prassi, processi ed attività aziendali volte a realizzare gli obiettivi prefissati.

Una particolare tipologia di SG è quella che viene progettata e attuata in conformità a standard internazionali riconosciuti in tutto il mondo, rispetto ai quali si può anche ottenere, su base volontaria, la certificazione da parte di terzi accreditati di conformità alle norme stesse. Fanno capo a queste tipologie i sistemi di gestione per:

- la qualità (ISO 9001)
- l'ambiente (ISO 14001) + Reg.CE n.1221/2009 - EMAS III
- la sicurezza (BS OHSAS 18001)
- la responsabilità sociale (SA8000).

GAIA SpA ha scelto di dotarsi di un Sistema di Gestione Integrato (SGI) Qualità - Ambiente - Sicurezza - Responsabilità Sociale, conforme alle norme sopra citate. L'adozione di un Sistema di Gestione Integrato (SGI) è stato il modo di attuare concretamente la Politica di GAIA SpA e di perseguire il miglioramento volontario delle prestazioni, superando l'approccio del solo rispetto della normativa cogente. L'iter di certificazione è cominciato nel 2005 e ha portato all'implementazione di un sistema di gestione secondo il modello descritto dalle norme internazionali sopra citate per tutti gli impianti e i poli di trattamento costruiti e gestiti da GAIA. In novembre 2009 si è ottenuta, dopo anni di impegno, la registrazione EMAS (n. IT - 001202) che è stata ulteriormente rinnovata nel 2014.

Anche nel 2016 si sono confermate e mantenute tutte le certificazioni in essere, rinnovando quella per la salute e sicurezza (OHSAS 18001) e operando la transizione alle nuove versioni delle ISO 9001:2015 e ISO 14001:2015. Inoltre, nel 2016 la certificazione rispetto

ai requisiti della norma SA8000 sulla responsabilità sociale, integrata nel Sistema di gestione aziendale, ha compiuto un anno di applicazione in GAIA, con risultati positivi. Le verifiche di mantenimento semestrali, compresa quella “a sorpresa” avvenuta a marzo 2016, non hanno evidenziato alcuna non-conformità.

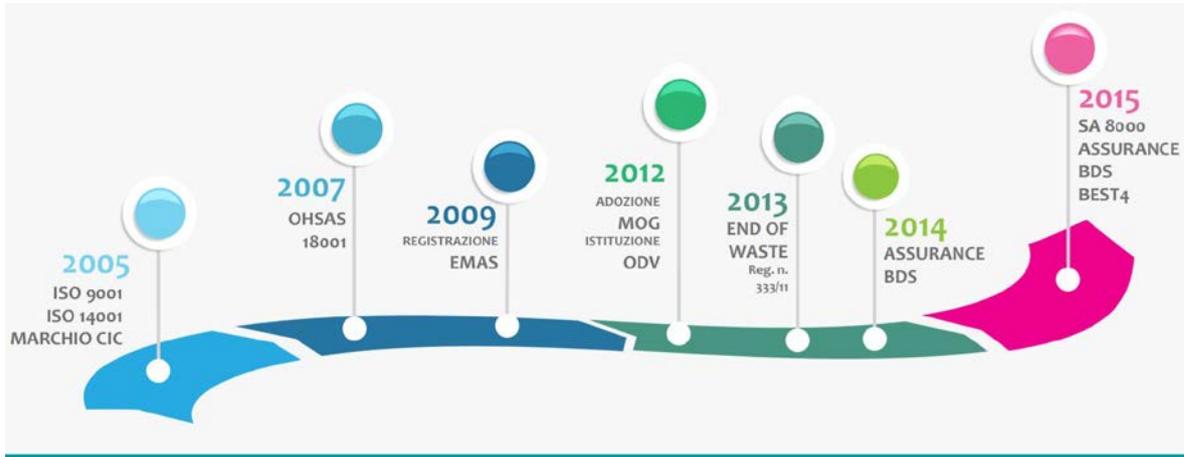


Figura 1.2: Timeline delle certificazioni di GAIA
Fonte: Bilancio di sostenibilità 2016

L'intero percorso per ottenere queste certificazioni, certificazioni che spesso nemmeno sono richieste o obbligatorie dalle normative vigenti, fanno di GAIA un fulgido esempio di azienda attenta a ogni aspetto legato alla propria attività. La qualità del servizio, l'attenzione ai cittadini, l'equilibrio tra aspetti sociali, economici ed ambientali: questa in sintesi è la mission di GAIA che dal 2005 perfeziona un modello di impresa capace di innovare e di esprimere un forte radicamento territoriale, nel rispetto dell'ambiente. GAIA mira a diventare un esempio virtuoso di economia circolare, riducendo il flusso costante di prodotti che finiscono in discarica, a non sprecare energia e a tutelare l'ambiente.

1.1 Gestione rifiuti

Per gestire l'impegnativo flusso di materiale proveniente dai 115 comuni soci, GAIA dispone di diversi siti operativi dove stoccare, trattare e smaltire i diversi rifiuti a seconda della natura, della composizione e della possibilità di riciclaggio. L'azienda coordina un "Polo di trattamento rifiuti", situato ad Asti in frazione Quarto Inferiore, un "Impianto di compostaggio" a San Damiano d'Asti in Borgata Martinetta, una discarica per rifiuti non pericolosi a Cerro Tanaro, una discarica esaurita in frazione Vallemanina, sempre ad Asti ed infine diverse ecostazioni a supporto della raccolta differenziata disseminate su tutto il territorio provinciale (10, site a Calliano,

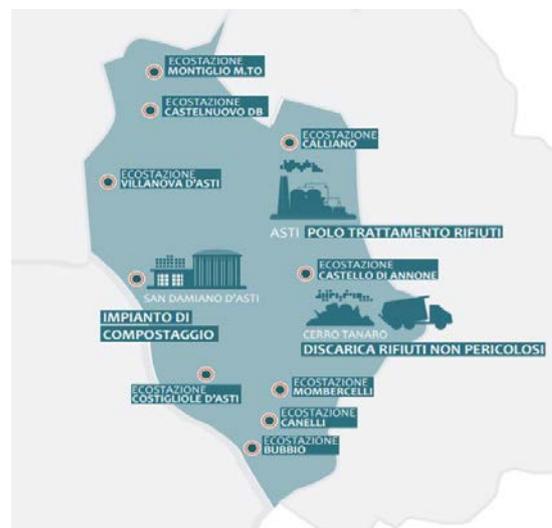


Figura 1.3: Disposizione territoriale siti operativi
Fonte: Bds 2016

Canelli, Castello d'Annone, Castelnuovo Don Bosco, Costigliole, Mombercelli, Montiglio, San Damiano d'Asti, Villanova d'Asti e l'ultima, aperta nel recente 2016, a Bubbio). Anche ad Asti è presente un'ecostazione, che tuttavia non è gestita da GAIA ma da un'altra società, la A.S.P. (Asti Servizi Pubblici s.p.a.). I primi 3 impianti citati rappresentano il cuore delle attività di GAIA, in questi siti vengono svolte il 90% delle attività mirate al recupero dei materiali e allo smaltimento dei rifiuti. Tutti i siti operativi costruiti o gestiti sono strettamente collegati tra loro e tutti insieme svolgono compiti indispensabili per la buona riuscita della mission di GAIA. Nella *Figura 1.4* che segue vi è schematizzato l'intero flusso di attività e servizi forniti dall'azienda.

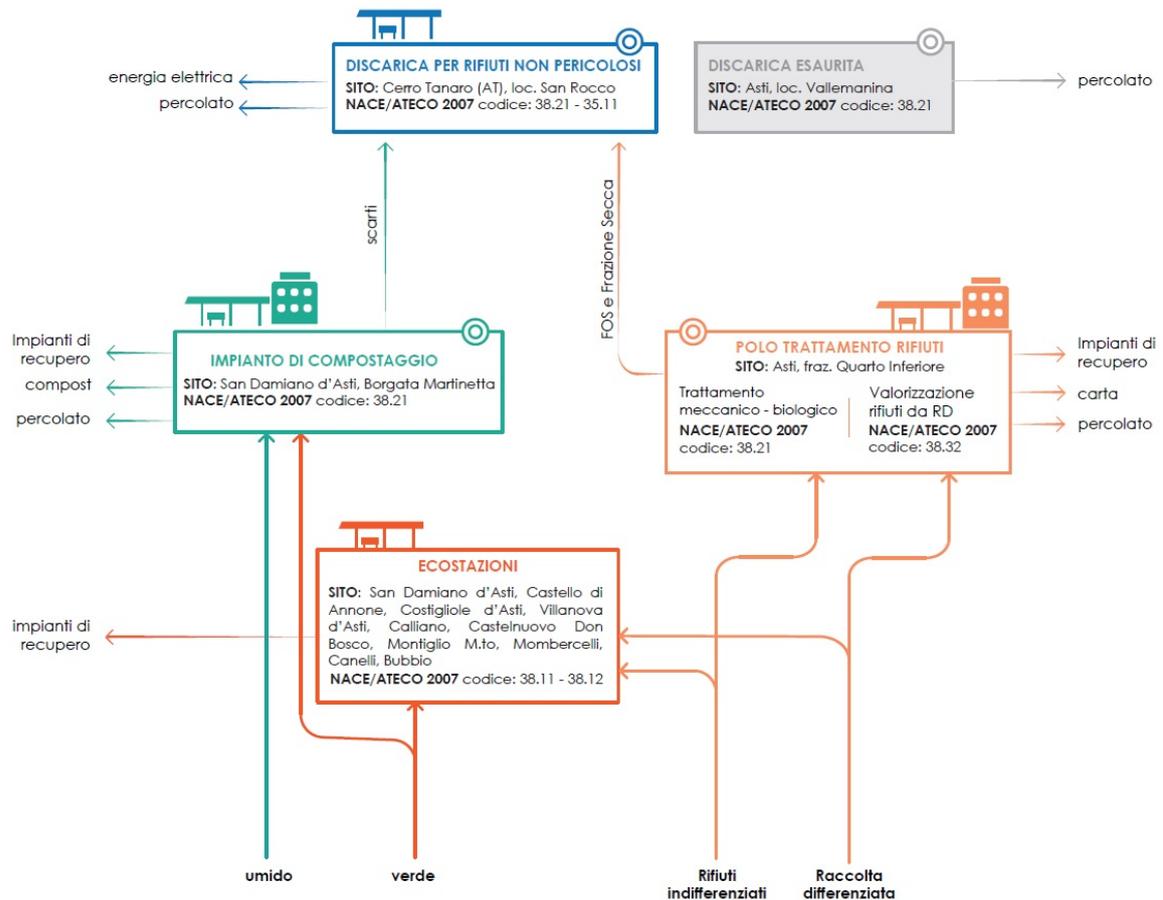


Figura 1.4: Riepilogo sedi operative e attività svolte in esse
Fonte: Documento interno aziendale, "Descrizione Impianti"

Come evidenziato dallo schema a flusso, la parte finale del recupero della carta non è svolta da GAIA, ma il materiale viene portato alle cartiere che ne completano il recupero. GAIA per quanto riguarda la valorizzazione della carta si occupa di selezionare i rifiuti dalla raccolta differenziata, dividendo la carta dal cartone per imballaggi e pressa il materiale in balle per ottimizzare la movimentazione e il trasporto. Questa operazione viene effettuata da operatori a terra. Questo è il primo passo del processo di riciclo della carta ed è uno snodo fondamentale della filiera poiché a seconda della composizione e della lavorazione, i rifiuti a base cellulosica vengono processati in maniera differente prima di consegnare il materiale alle cartiere per trasformarlo in nuova carta. Questo processo non è produttivo al 100%, ovvero la carta e il cartone non è recuperabile in maniera totale e

anche il processo di recupero produce comunque degli scarti da smaltire in discarica. Dal 2008, grazie ai proprio processi virtuosi l'impianto di Quarto Inferiore è piattaforma COMIECO, ovvero fa parte del Consorzio Nazionale Recupero e Riciclo degli Imballaggi a base Cellulosica. La sua finalità è il riciclo e il recupero degli imballaggi di origine cellulosica. I Consorziati di COMIECO sono produttori, importatori e trasformatori di materiale e di imballaggi cellulosici. In questo ambito è doverosa una precisazione e distinzione tra la raccolta "Congiunta" e la raccolta

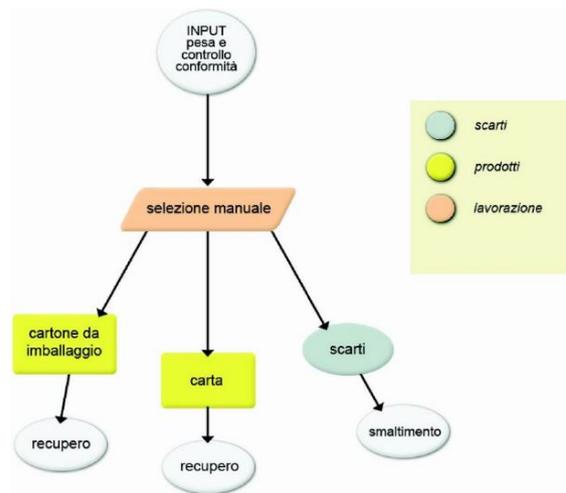


Figura 1.5: Procedimento valorizzazione della carta

Fonte: www.gaia.at.it

"Selettiva": la raccolta congiunta è la normale raccolta differenziata domiciliare della carta in cui sono mischiati carta, fogli di giornale, imballaggi in cartone e altro materiale a base cellulosica. La raccolta selettiva è una raccolta dedicata di maggior interesse e impegno dove si accettano e raccolgono solo gli imballaggi in cartone, questa raccolta è spesso svolta da grosse attività commerciali. Il compenso di COMIECO per questo tipo di materiale selezionato è decisamente superiore a quello riconosciuto per la raccolta congiunta. Il cartone ha struttura, consistenza e contenuto di cellulosa molto più ricco e interessante per le cartiere che dovranno riciclarlo. Anche il processo di riciclo delle materie plastiche e metalliche non è svolto direttamente da GAIA, la quale però, prende parte nel primo processo di selezione dei rifiuti, questa volta in parte meccanica e in parte manuale. Nella fattispecie vengono selezionati meccanicamente le lattine in acciaio e alluminio, mentre manualmente vengono vagliati i contenitori in Polietilene (PE), le bottiglie in Polietilene Tereftalato (PET) suddivise ancora per colorazione (trasparenti, azzurre, colorate), le cassette in nylon e/o in PE/PET ed infine gli altri piccoli imballaggi di materiali miscelati. Attualmente GAIA è un Centro Comprensoriale di COREPLA (Consorzio nazionale per la raccolta il riciclo e il recupero degli imballaggi in plastica), in cui avviene la riduzione volumetrica degli imballaggi in plastica conferiti dai comuni. Le lattine in acciaio e in alluminio selezionate vengono consegnate al recupero tramite CIAL (Consorzio Italiano Alluminio) e CONSORZIO ACCIAIO. Come evidenziato dallo schema a flusso, e descritto nella parti precedenti, le principali attività di GAIA sono il trattamento, recupero e lo smaltimento dei rifiuti, azioni che vengono svolte dopo che i materiali sono stati raccolti sul territorio dalle ditte autorizzate e/o appaltate. Attualmente la raccolta rifiuti è coordinata dal CBRA (Consorzio di Bacino per i Rifiuti dell'Astigiano) che per conto dei Comuni della provincia di Asti affida alle ditte di raccolta il servizio. Per comprendere a fondo le problematiche che verranno trattate in seguito è bene sottolineare che l'azienda non si occupa direttamente della raccolta "porta a porta" dei rifiuti, questo compito è svolto da ditte esterne, tuttavia questa attività è parte integrante del processo di smaltimento dei rifiuti che compete a GAIA, per cui può essere considerato un effetto indiretto dell'attività produttiva dell'azienda. Chiarito il quadro gestionale, parte del quadro

procedurale del riciclo dei materiale e presentato la disposizione dei poli di trattamento, vengono analizzati in seguito nei dettagli i singoli siti operativi.

1.2 Polo trattamento rifiuti

Il complesso situato in frazione Quarto Inferiore è costituito da due unità produttive, uno si occupa della valorizzazione delle frazioni raccolte in maniera differenziata, mentre l'altro si adopera per i rifiuti urbani indifferenziati (RSU). L'impianto è autorizzato con AIA (autorizzazione integrata ambientale) per ricevere e trattare complessivamente 88.000 tonnellate/anno di rifiuti. Sono stati autorizzati inoltre il posizionamento in impianto di 2 cassoni scarrabili chiusi (di proprietà dei gestori del servizio pubblico di raccolta dei rifiuti) adibiti al ritiro dei rifiuti biodegradabili di cucine e mense (7.200 t/a) e al ritiro dei residui della pulizia stradale (1.500 t/a). Ad ogni accesso nel sito, ogni mezzo viene pesato prima di scaricare il materiale, e prima di uscire a carico svuotato, così da tenere un registro preciso di tutti i rifiuti in ingresso e soprattutto la loro provenienza, infatti ogni mezzo in entrata deve compilare un modulo dichiarando da quali paesi o frazioni è passato a raccogliere i rifiuti, inoltre, saltuariamente viene effettuato un controllo sulla presenza di impurità nei carichi di raccolta differenziata, per verificarne l'effettivo contenuto e, nel caso, applicare sanzioni o procedimenti atti a limitare la presenza di materiali estranei alla raccolta differenziata dei materiali (come vetro all'interno della raccolta di plastica e lattine). Attualmente nel sito lavorano 81 dipendenti suddivisi su due turni di lavoro.



Figura 1.6: Impianto di Quarto Inferiore, polo di trattamento rifiuti
Fonte: www.google.it/maps

1.2.1 Impianto di Valorizzazione

L'impianto per il trattamento ed avvio al recupero delle frazioni raccolte in maniera differenziata ha una potenzialità di trattamento di 40.500 t/anno. Una volta preso in carico presso l'impianto, un determinato rifiuto rimane stoccato fino al raggiungimento di un quantitativo tale da poter essere convenientemente inviato ai più idonei impianti di recupero (carico completo), minimizzando quindi il numero di viaggi da effettuare. La selezione (o cernita), come disposto in precedenza, si effettua su rifiuti come carta e cartone e gli imballaggi in plastica e metallo al fine di separare le componenti recuperabili

dal punto di vista dei materiali. Le operazioni di cernita si svolgono sia manualmente sia con l'ausilio di mezzi meccanici manovrati da operatori specializzati. Nella fattispecie, non appena viene scaricato l'intero materiale nel capannone, un operatore provvede manualmente a separare i materiali ingombranti dai film plastici, dopodiché il materiale viene caricato su di un nastro trasportatore e comincia la vera e propria "linea". Il nastro trasportatore scarica i materiali nella tramoggia di carico della lacerazione-sacchi, un componente fondamentale della linea nel quale per mezzo di lame vengono lacerati e aperti tutti i sacchi di varia dimensione contenenti i rifiuti; il materiale in uscita alimenta il vaglio rotante che elimina la frazione fine, un vero e proprio setaccio con il quale si raccoglie in container scarrabili le parti più piccole dei rifiuti; il materiale rimasto viene deferrizzato per mezzo di grossi magneti ed il sovrappeso portato nella cabina di cernita manuale. I materiali che superano le postazioni di cernita sono inviati alla sezione di separazione automatica dei metalli non magnetici effettuata mediante cernitrice ad induzione, così da poter separare e recuperare metalli non ferrosi, quali l'alluminio, il rame, l'acciaio inox puro e l'ottone, mentre il materiale rimanente può procedere alla pressatura per il confezionamento in balle. La riduzione volumetrica è necessaria per tutti quei rifiuti che, per ingombro o per tipo di confezionamento non possono essere conferiti tal quali agli impianti di destinazione. Riducendo il volume dei rifiuti, mediante pressatura, se ne determina anche l'aumento del peso specifico, il che permette di ottimizzare le successive fasi di trasporto, riducendo traffico, costi, consumi ed emissioni. La parte di rifiuti ingombranti, separata in principio della linea dall'operatore, viene spedita alla linea di triturazione, questi vengono frantumati, deferrizzati e imballati per il conferimento in discarica. In questo impianto viene anche elaborato la cernita e stoccaggio di materiali di diversa natura da inviare ad altri impianti per il loro recupero. A questa categoria fanno parte i RAEE (Rifiuti da Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche), legno, plastica e gomma non da imballaggio, pile esauste, farmaci scaduti, pneumatici, accumulatori e batterie esauste. Tutto ciò che non rientra nella raccolta differenziata, viene processato dal secondo impianto del polo.

1.2.2 Impianto di Pretrattamento

Il secondo impianto si occupa del trattamento preliminare di rifiuti urbani indifferenziati, ha una potenzialità di trattamento di 44.000 t/anno di RSU, questo riceve la frazione residuale del rifiuto urbano e lo tratta per ridurre al minimo l'impatto ambientale prima di smaltirlo in discarica. Anche qui avviene un processo preliminare di selezione per trattare al meglio e con metodologie opportune i diversi materiali. La selezione opera su due linee equivalenti, genera una componente secca trasformabile ed una frazione organica umida da stabilizzare ed igienizzare. Il rifiuto in ingresso viene scaricato dai compattatori nella fossa di ricezione e prelevato con un carro ponte a ragno che alimentare le due linee di trattamento. Nelle due linee avviene il laceramento dei sacchi come per la linea di valorizzazione, la deferrizzazione (la parte ferrosa viene destinata al recupero) e la vagliatura. Il rifiuto costituito dalla frazione a minore contenuto di umidità è pressato ed inviato all'impianto di smaltimento definitivo (discarica). La componente organica dei rifiuti urbani indifferenziati, invece, subisce un processo biologico aerobico che lo

trasforma in una Frazione Organica Stabilizzata (FOS) a bassa umidità e molto stabile. Tale processo consiste in una reazione di ossidazione delle biomasse disposte all'interno di biocelle. La trasformazione viene controllata e mantenuta rigorosamente aerobica tramite aerazione forzata grazie ad una rete di distribuzione molto capillare, così da garantire l'uniformità del processo evitando l'eventuale formazione di sacche anaerobiche. La FOS ottenuta, simile ad una " terra ", è utilizzata come materiale da riempimento della discarica. Il sito operativo situato in frazione di Quarto Inferiore, ma ubicato nei pressi di Valterza, e per questo motivo conosciuto agli operatori di GAIA come "l'impianto di Valterza" è in funzione dal 2002 e negli anni si ha avuto un leggero aumento della quantità dei rifiuti trattati:

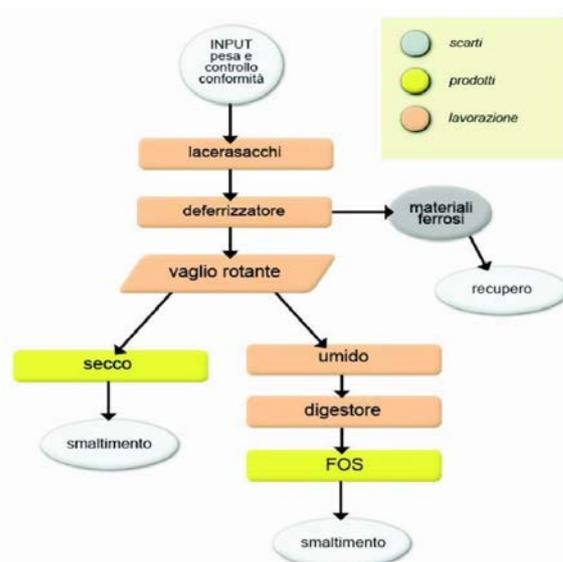


Figura 1.7: Processi della linea RSU
Fonte: www.gaia.at.it

Polo trattamento rifiuti		2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rifiuti in ingresso (t)	Rifiuti indifferenziati	28.031	30.438	26.590	35.057	42.669	41.286
	Raccolta differenziata	31.752	31.805	31.299	37.495	38.591	35.614
	Stoccaggio	5.429	7.240	6.994	7.521	7.594	3.789*
Rifiuti/materiali in uscita (t)	Rifiuti a smaltimento**	33.418	42.038	30.610	38.402	48.198	38.677
	Rifiuti inviati a recupero + MPS	28.958	23.592	30.191	35.693	36.239	35.566

Tabella 1.1: Quantità di rifiuti in ingresso e in uscita dal Polo di trattamento. MPS = Materia Prima Secondaria, ovvero carta e cartone da macero ottenuta come prodotto da recupero a valle del ciclo produttivo.
**=Escluso il percolato. *=dato aggiornato al 30/06/2016
Fonte: Bds 2016

Come si può notare dalla tabella proposta, negli anni si è stabilito un andamento positivo in aumento della quantità di rifiuti trattati dall'impianto, e solamente nel 2016 si sono registrate leggere flessioni degli ingressi. Ricordando che l'obiettivo di GAIA come anche di tutta la comunità sia quello di diminuire le quantità di rifiuti smaltite ma anche prodotte, possiamo vedere questo dato come un punto di chiaro miglioramento per tutto l'Astigiano.

1.3 Impianto di compostaggio

Costruito a San Damiano d'Asti in ottemperanza alle linee guida della Comunità Europea (Reg. CEE 2081/93 obiettivo 5b, misura V. 4, sottomisura A), Nazionali e della Regione Piemonte, è stato autorizzato dalla Provincia di Asti alla realizzazione e gestione ai sensi degli artt.27 e 28 del D.Lgsn.22/97. All'interno dell'impianto di compostaggio vengono accelerati e controllati i tempi e le modalità del percorso di decomposizione che avviene

naturalmente da parte delle sostanze organiche alla fine del loro processo vitale. L'impianto può trattare 24.600 t/anno di rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata (umido da cucina) e del verde proveniente da sfalci e potature. Inoltre è autorizzato lo stoccaggio di sfalci e potature per un quantitativo massimo di 4.000 t/anno. Gli operatori addetti all'impianto, 8 suddivisi su 2 turni, gestiscono i materiali in ingresso miscelando nella corretta proporzione le due frazioni di rifiuto organico. All'interno di un capannone chiuso i cumuli subiscono un periodo di stabilizzazione biologica della durata di almeno 80 giorni. Durante il periodo di stabilizzazione il materiale viene periodicamente rivoltato per mantenere l'equilibrio aerobico tra l'ossigeno consumato dalla frazione organica biodegradabile e l'apporto di ossigeno fornito dall'esterno. Questo processo esotermico deve rimanere aerobico poiché avviene per opera di diversi ceppi di microrganismi che operano in presenza di ossigeno: batteri, funghi, attinomiceti, alghe e protozoi, tutti presenti naturalmente nelle biomasse organiche, o, non nel caso di GAIA, artificialmente apportati con l'eventuale materiale di inoculo. L'intero processo ha come scopo finale la produzione di Ammendante Compostato Misto, comunemente chiamato compost, che è a tutti gli effetti un vero e proprio prodotto (ai sensi del Dlgs. 217/06 e s.m.i), che la società consegna gratuitamente sotto una certa quantità agli agricoltori locali che ne fanno richiesta, e che vende a norma di legge per quantitativi superiori alle quantità previste.



*Figura 1.8: Impianto di compostaggio a San Damiano d'Asti.
Fonte: www.gaia.at.it*

Il compost ottenuto al termine del periodo di stabilizzazione biologica, è simile ad un terriccio scuro, asciutto e di pezzatura ancora grossolana pertanto viene sottoposto all'operazione di vagliatura meccanica. Ciascun lotto del prodotto finale viene sottoposto ad adeguati controlli al fine di verificare il rispetto dei requisiti richiesti dalla normativa dei fertilizzanti. Il compost finale è un concime molto simile all'humus: una riserva di nutrimento per le piante che libera sostanze nutritive di primaria importanza come azoto, fosforo e potassio, rendendo più ricca la terra e determinando così un risparmio nell'uso di concimi chimici. Anche in questo ambito GAIA dimostra la propria volontà a operare in maniera ineccepibile, tant'è che anche il compost che produce nell'impianto è certificato sin

dal 2005 come compost di qualità secondo i rigidi parametri dettati dal C.I.C. (consorzio italiani compostatori), un marchio di qualità riconosciuto a livello europeo. Inoltre nel sito sono stati impiegati diversi sforzi per limitare la liberazione in atmosfera di composti maleodoranti; poiché il processo di compostaggio dei rifiuti umidi in condizioni aerobiche produce diversi composti spiacevoli all'olfatto, vengono controllate le emissioni mediante aspirazione delle arie esauste e successivo trattamento depurativo in filtro biologico, un filtro biologico molto esteso che consta in una vasca di materiale legnoso attraverso il quale vengono fatte filtrare le arie captate. Sulla superficie del materiale legnoso vi sono una moltitudine di microorganismi che riescono a nutrirsi e "bonificare" i flussi che attraversano la vasca. Oltre a quelle volatili, anche e soprattutto le emissioni liquide sono controllate mediante idonee e separate reti di captazione. Anche in questo impianto ogni mezzo in ingresso viene pesato prima di scarica il materiale e prima di uscire a carico svuotato, così da avere un dettagliato e preciso registro di tutti i rifiuti che vengono presi in carico e la loro provenienza.

Impianto di compostaggio		2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rifiuti in ingresso (t)	Umido	17.861	16.644	18.402	17.810	18.091	18.384
	Verde	6.653	7.333	5.738	8.221	5.970	5.571
Rifiuti in uscita (t)	Inerti e materiale non compostabile	3.261	3.204	1.889	3.089	3.411	1694*
	Metalli ferrosi	26	5	21	8	7	6*
Prodotto in uscita (t)	Compost (consegnato)	3.861	6.826	6.933	4.915	6.985	5.996

Tabella 1.2: Quantità di rifiuti conferiti ed in uscita all'impianto di San Damiano d'Asti
*=dato aggiornato al 30/06/2016

Fonte: Bds 2016

1.4 Discarica rifiuti non pericolosi

Lo smaltimento finale dei rifiuti urbani non recuperabili avviene nella discarica di Cerro Tanaro, attiva da dicembre 2003. La discarica è stata costruita secondo le più recenti tecniche, in modo da rendere minimo l'impatto potenziale sull'ambiente circostante. L'impianto è costituito da due vasche di contenimento, l'attuale potenzialità autorizzata di circa 680.000 m³, è data dalla somma delle due vasche, la prima con il volume autorizzato di 362.000 m³ ormai in fase di post-gestione, mentre la seconda ancora in coltivazione, con un volume utile di 299.426 m³.

La seconda vasca è stata realizzata nel 2011 riuscendo così a garantire l'autonomia dello smaltimento dei rifiuti ai Comuni Astigiani.



Figura 1.9: Discarica per rifiuti non pericolosi di Cerro Tanaro.

Fonte: www.google.it/maps

I lavori sono iniziati a maggio 2011 nel pieno rispetto delle BAT (Best Available Technology) nel campo delle discariche (D.lgs. 36/2003). L'invaso, scavato nel terreno, è reso impermeabile grazie alla posa di diversi strati di materiali (argilla, telo di bentonite, telo di HDPE) al fine di evitare la possibilità di infiltrazioni liquide nel terreno sottostante. In questo sito sono conferiti i rifiuti pretrattati prodotti nell'impianto di Valterza ed i rifiuti di scarto dell'impianto di compostaggio. I processi di decomposizione delle sostanze organiche in discarica avvengono per opera di batteri anaerobici, a differenza di quelli di San Damiano, e portano alla formazione di biogas e percolato. Sul biogas da discarica è doveroso aprire un discorso specifico per spiegare a pieno il suo potenziale energetico, la sua particolare produzione e la sua specifica e variabile composizione. Questo sia per comprendere meglio le tecnologie utilizzate da GAIA nel sito, sia per comprendere meglio la trattazione successiva sulla GRI-305.

1.4.1 Biogas da discarica

Come riportato nel testo di Enrico Magnano, "Biogas da discarica" edito da EPC libri, "La decomposizione dei rifiuti solidi in uno scarico controllato assume spesso aspetti vari e complessi: principalmente processi fisici, chimici e biologici, che agiscono simultaneamente alla degradazione della componente organica dei rifiuti stessi. Per *degradazione fisica* s'intende la trasformazione delle componenti del rifiuto che comporta il mutamento delle caratteristiche fisiche del rifiuto stesso, fra cui la riduzione del volume. Fra i fenomeni fisici si possono inoltre ricordare la precipitazione di sostanze, nonché i fenomeni di assorbimento e di rilascio di sostanze. Per *degradazione chimica* s'intende il complesso delle reazioni che avvengono tra le diverse sostanze componenti il rifiuto; ha riflessi anche nella qualità dei percolati, con variazione della solubilità, del potenziale redox e del pH. Il principale meccanismo di decomposizione dei rifiuti in discarica è però la *degradazione biologica*, cioè la trasformazione della materia per opera di microrganismi, quali i batteri. La degradazione biologica si svolge in varie fasi, le principali sono la fase aerobica, la fase facoltativa anaerobica, la fase metanigena anaerobica. Queste tre fasi sono da considerarsi un unico processo che porta alla formazione del biogas. La degradazione aerobica avviene subito dopo il deposito dei rifiuti nella discarica per opera di microrganismi, che impiegano l'ossigeno libero presente. Questo viene prelevato dall'aria inglobata nella discarica durante la deposizione del rifiuto o penetrata dopo la chiusura. Il processo utilizza altresì l'ossigeno disciolto nell'acqua piovana infiltrata dal capping di chiusura della discarica. Il processo di degradazione aerobica è quindi legato alla disponibilità di ossigeno ed è quindi normalmente di breve durata (da qualche ora ad alcuni mesi) e comunque proporzionale alla tipologia gestionale della discarica. Il fenomeno è inoltre legato alla tipologia dei rifiuti. Nella prima fase il fenomeno è favorito dalla presenza nel rifiuto di sostanze facilmente e rapidamente degradabili. Il processo aerobico è fortemente esotermico (produzione di calore che può raggiungere temperature di 70° C) ed è caratterizzato da emissioni di anidride carbonica, acqua e sostanze organiche parzialmente degradate. La decomposizione facoltativa anaerobica avviene quando la disponibilità di ossigeno è ridotta al punto in cui non è più possibile un processo aerobico. Gli organismi presenti, definiti facoltativi, prediligono

l'ossigeno libero ma, se esso è assente, possono utilizzare l'ossigeno "legato". Caratteristiche di questa fase sono la produzione di anidride carbonica, una minore generazione di energia termica rispetto al processo aerobico e una notevole produzione di sostanza organica parzialmente degradata, la maggior parte della quale è costituita da acidi organici. Detti acidi, con l'anidride carbonica disciolta, si ritrovano inoltre nel percolato a cui conferiscono un certo livello di acidità.

Lo stadio finale della decomposizione dei rifiuti organici consiste nella decomposizione metanigena anaerobica. In questa fase gli organismi convertono la sostanza organica, parzialmente degradata dagli organismi aerobici facoltativi, in metano ed anidride carbonica. A seguito del consumo dei substrati solubili, la produzione di metano diviene dipendente dall'idrolisi della cellulosa; peraltro detta frazione contiene la più alta quantità di carbonio potenzialmente convertibile in metano. Le caratteristiche di questa fase sono sempre la produzione di energia termica (comunque inferiore rispetto alla fase aerobica), l'utilizzazione di materia organica disciolta, la produzione di metano ed anidride carbonica, nonché l'aumento del pH con valori vicini alla neutralità. Gli effetti della decomposizione metanigena sono quelli che maggiormente interessano per la formazione di biogas da discarica. Gli studi condotti da numerosi ricercatori hanno accertato che di norma la fase metanigena si instaura dopo un periodo variabile tra i 3 e i 9 mesi dalla deposizione del rifiuto. Una volta avviata la fase metanigena, la produzione di biogas si manifesta, normalmente, per parecchi anni (anche oltre 40), secondo un andamento che evidenzia la massima produzione nei primi anni e un progressivo esaurimento asintotico fino alla completa degradazione della sostanza organica o fino a quando esistono le condizioni ambientali idonee al processo". Con quanto spiegato si può comprendere quanto sia difficile dare una composizione precisa del biogas, in quanto questo è strettamente dipendente dal tempo oltre che dalla tipologia di materiale. In letteratura è possibile trovare dei grafici che mostrino l'andamento della composizione nel tempo:

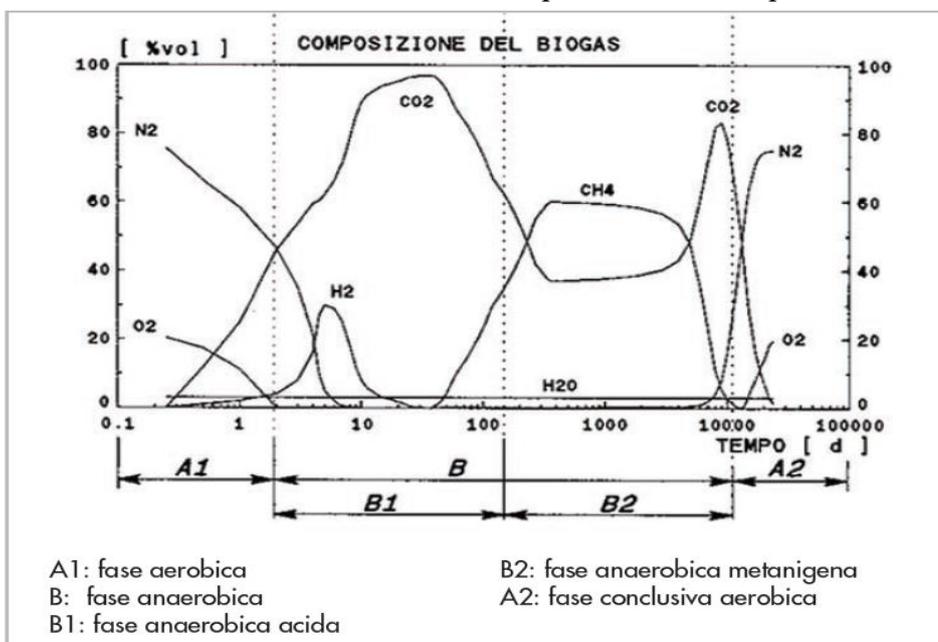


Figura 1.10: Grafico indicativo della fermentazione dei rifiuti
 Fonte: A.Damiani, M. Gandolla - 1992

Teoricamente al completamento della fermentazione metanigena, in assenza di sovrappressione, gli interstizi alveolari della discarica tendono ad essere pervasi nuovamente da aria che consentirebbe residui fenomeni fermentativi aerobici.

Alla luce di quanto esposto il biogas può essere semplicisticamente considerato una miscela gassosa costituita prevalentemente da metano (CH₄) e biossido di carbonio (CO₂), anche se è stato ampiamente descritto quanto questa sia una forte semplificazione del processo produttivo; processo che ricordiamo, non è stazionario ma varia nel tempo. Con queste doverose premesse nel sito gestito da GAIA è stato messo in atto un piano di recupero energetico utilizzando il potere calorifico del biogas: mediante una rete di captazione ed aspirazione all'interno della massa dei rifiuti, il prezioso gas viene convogliato in condotte e per mezzo di sensori viene rilevato in continuo il tenore di metano e ossigeno. Successivamente la miscela captata viene mandato in sezioni di pretrattamento ed infine bruciato in gruppi elettrogeni, in grado di convertire in energia elettrica il calore generato dalla combustione della miscela gassosa. L'energia così prodotta è interamente ceduta alla rete dell'operatore elettrico. In impianto è presente anche una torcia ad alta temperatura, di potenzialità pari a 250 Nm³/h, per la combustione completa del biogas quando, in condizioni di emergenza o di fermo impianto programmato, non è possibile inviarlo a recupero per la produzione dell'energia elettrica. Visto l'intero processo virtuoso di conversione dei rifiuti in energia elettrica si è provato a studiare il potenziale energetico dell'intero sito, considerando l'intera quantità di rifiuti stoccati e la loro composizione. Tuttavia, le variabili che prendono parte a questo calcolo si moltiplicano sensibilmente, poiché al discorso teorico esposto, vanno aggiunti diversi fattori di primaria importanza, trascurati nella precedente trattazione:

- I rifiuti organici chiusi in sacchetti possono sviluppare la fase aerobica già prima di arrivare in discarica;
- Una compattazione dei rifiuti oppure un'azione di frantumazione degli stessi, porta ad una significativa riduzione dello spazio vuoto, portando quindi a una riduzione dell'ossigeno disponibile per le fasi di decomposizione aerobica;
- Una mancanza di captazione di biogas (metano ed anidride carbonica) dagli strati più profondi della discarica causa una sovrappressione che tende a saturare gli interstizi più superficiali allontanandone l'ossigeno;
- Una eccessiva captazione di biogas dagli strati più profondi può richiamare forzatamente aria nei rifiuti e ristabilire una fermentazione aerobica anche in zone già caratterizzate da fenomeni metanigeni;
- Le variazioni barometriche "naturali" dell'atmosfera possono variare la presenza di aria negli strati più superficiali del deposito;

Oltre ai fenomeni citati, va ricordata l'importanza della composizione dei rifiuti, della loro pezzatura, dell'umidità, delle caratteristiche ambientali e per finire della temperatura locale. Stimare esattamente la quantità di biogas ottenibile dalla discarica è pressoché impossibile, inoltre, anche la sua captazione ha degli ampi margini da tenere in considerazione, poiché oltre alla quantità effettivamente prodotta, estrarre

completamente tali quantità è procedimento delicato e comunque mai a rendimento unitario.

Il dott. Enrico Magnano si occupa del sistema di captazione del sito di Cerro Tanaro e nel suo rapporto annuale ha stilato un grafico dove mostra chiaramente quanto appena esposto:

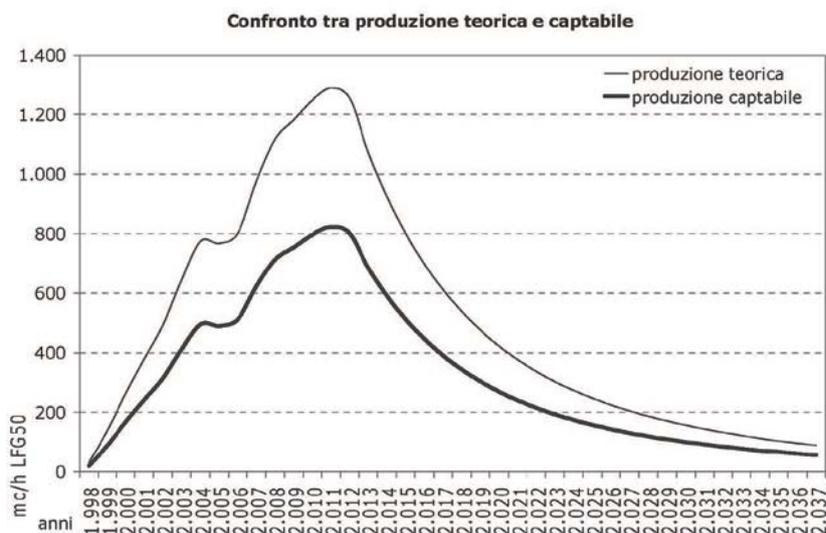


Figura 1.11: Captazione teorica e reale del biogas
Fonte: "Biogas Da Discarica" di Enrico Magnano

Oltre a tutti i parametri descritti che determinano l'andamento variabile della produzione di energia va aggiunto anche che nel 2012 il funzionamento del sistema di captazione e quindi la produzione di energia elettrica sono stati influenzati dai lavori di copertura della vasca A e dall'ampliamento della vasca B. Di seguito sono riportati i valori registrati di rifiuti gestiti in ingresso dalla discarica e la quantità di energia elettrica prodotta da biogas.

Discarica per rifiuti non pericolosi	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rifiuti in ingresso (t)	27.126	40.403	43.751	44.600	42.305	35.229
Energia elettrica prodotta in GJ (dati GSE)	4.617	1.716	5.908	5.999	5.064	2.962

Tabella 1.3: Quantità di rifiuti in ingresso alla discarica e GJ di energia elettrica prodotta dalla combustione del biogas generato dalla discarica. Il quantitativo di energia prodotta nel 2016 è basso perché, a causa della qualità e composizione chimica non ottimale del biogas, l'impianto di produzione di energia elettrica non ha potuto funzionare in continuo.

Fonte: BdS 2016

Presso la parte di discarica con la copertura definitiva è stato sviluppato il progetto Bio.Lea.R. (Biogas Leachate Recovery), finanziato da parte della Commissione europea – programma LIFE+, elaborato in collaborazione con il Politecnico di Torino. Questa sperimentazione ha avuto lo scopo di ottimizzare i processi chimico – fisici che avvengono naturalmente all'interno della massa dei rifiuti, per accelerarne la stabilizzazione e ottenere il massimo beneficio dal recupero energetico. Tale esito è stato ottenuto regolando l'umidità dei rifiuti con il riutilizzo del percolato e delle acque di scarto. La ricerca è

terminata a fine 2015. Informazioni più specifiche sul progetto sono disponibili sul sito www.biolear.eu.

In conclusione, la discarica per rifiuti non pericolosi di Cerro Tanaro è un ottimo esempio di gestione virtuosa dello smaltimento dei rifiuti. Si ricorda che una buona gestione di una discarica è proporzionale alla sicurezza ambientale che è in grado di garantire. Il piano di monitoraggi ambientali è fitto e scrupoloso, con analisi periodiche delle acque sotterranee e superficiali, percolato, biogas, qualità dell'aria, livelli di rumore, paesaggio, fauna, ecosistemi, topografia dell'area, rilevazione continua di parametri metereologici che influiscono sulle altre componenti.

Questo sito, come tutti quelli di GAIA, garantisce l'applicazione degli standard internazionali di qualità ISO9001, tutela ambientale ISO14001, sicurezza sul lavoro OHSAS18001 e vanta anche la registrazione EMAS.

1.5 Discarica esaurita

La discarica esaurita di Vallemanina non è stata costruita da GAIA, ma si è caricata la sua gestione. Costruita nei primi anni '70 è stata chiusa per inquinamento nel maggio del 1993. A partire da tale data il piazzale e il capannone presenti presso l'area della discarica hanno funzionato come stoccaggio dei conferimenti di carta e plastica dei comuni consorziati. Con l'avvio del polo di trattamento di Valterza (maggio 2003) il sito è stato messo in disuso ed attualmente è chiusa al pubblico. Negli anni il sito è stato oggetto di ingenti piani di bonifica e dal punto di vista operativo è in fase di post-gestione, cioè nella fase successiva all'approvazione della chiusura avvenuta nel 1993. Tale fase ha, per legge, durata trentennale (D.Lgs. 36/03) ed è funzionale ad evitare che i rifiuti stoccati nel corpo della discarica provochino impatti negativi sull'ambiente. Pertanto GAIA mantiene attivo un sistema di gestione ambientale che prevede attività di controllo e monitoraggio anche di questo sito. Gli aspetti rimasti attivi nella discarica esaurita e per cui sono previste attività di monitoraggio e controllo riguardano principalmente:

- Il sistema di drenaggio e raccolta del percolato, inviato successivamente ad impianti di trattamento;
- Il sistema di drenaggio e captazione del biogas, che se non controllato contribuirebbe all'emissione di gas serra in atmosfera;
- I monitoraggi ambientali (analisi sulle acque di drenaggio superficiali e sulle acque sotterranee, caratterizzazioni)

1.6 Ecostazioni

Oltre ai grossi poli di trattamento e/o smaltimento dei rifiuti, GAIA gestisce 10 ecostazioni disseminate su tutto il territorio Astigiano, da notare che sono in continuo aumento, solo negli ultimi 3 anni ne sono state aperte due nuove. Indicate dalla normativa di settore come centri di raccolta dei rifiuti, sono stati realizzati e sono condotti nel rispetto dei requisiti tecnici e gestionali contenuti nel DM 08/04/2008. Le ecostazioni hanno l'obiettivo di incentivare e favorire la raccolta differenziata ed il riciclo dei materiali recuperabili assicurando un'elevata protezione dell'ambiente. Sono aree attrezzate e custodite dove i cittadini e le piccole imprese autorizzate dai propri comuni possono conferire gratuitamente e in modo differenziato varie tipologie di rifiuti urbani ed assimilati, al fine di favorire il recupero degli stessi, garantendo una distinta gestione delle diverse frazioni. Non tutte le ecostazioni possono accogliere ogni tipologia di materiale ad esempio non si



Figura 1.12: Ecostazione di Bubbio
Fonte: www.gaia.at.it

accettano materiali che contengano amianto, materiale che va smaltito rivolgendosi alle aziende autorizzate. È a carico dell'addetto all'ecostazione il controllo dei conferimenti da parte delle ditte delle frazioni assimilate, previa indicazione da parte dei comuni dell'elenco dei soggetti autorizzati e della delibera comunale di assimilazione dei rifiuti per qualità e quantità. I soggetti ammessi al conferimento presso le ecostazioni sono: privati cittadini residenti nei Comuni facenti parte della Comunità Collinare sede; privati cittadini che, seppur non residenti nei Comuni facenti parte della Comunità Collinare sede della ecostazione, sono iscritti a ruolo per il pagamento della tassa rifiuti in quanto proprietari o locatari di immobili ad uso seconda abitazione; servizi comunali e ditte che effettuano la raccolta per conto dei Comuni, per tipologie di rifiuti che non trovano collocazione nel normale circuito di raccolta differenziata; aziende private che conferiscono rifiuti assimilati, in ottemperanza ai regolamenti comunali che applicano i criteri di assimilabilità per qualità e quantità dei rifiuti speciali indicati dalla Regione Piemonte. GAIA gestisce queste aree tramite 7 suoi addetti. I cittadini trasportano i rifiuti al centro di raccolta con mezzi propri e posizionano il materiale nel contenitore opportuno seguendo le indicazioni impartite dall'operatore GAIA presente presso il centro. Anche in ognuno di questi centri viene tenuto un dettagliato registro che permette di valutare le affluenze annuali di cittadini e di rifiuti.

Ecostazioni	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Rifiuti in ingresso (t)	5.201	5.900	6.524	7.774	8.050	8.518
Numero Utenti	72.698	77.492	81.016	88.015	88.841	92.689

Tabella 1.4: Rifiuti conferiti nelle 10 ecostazioni astigiane, con relativo affluenza di cittadini.
Fonte: Bds 2016

Il numero dei cittadini che usufruiscono del servizio aumenta progressivamente nel corso degli anni e di conseguenza accrescono anche i quantitativi di rifiuti intercettati. Con l'apertura a dicembre 2013 dell'ecostazione situata nel comune di Canelli e ad aprile 2016 dell'ecostazione ubicata a Bubbio si osserva un ulteriore incremento dei dati. Dati da considerarsi positivi, in quanto non solo la materia riciclata aumenta, ma soprattutto perché il senso comune della riduzione di spreco e attenzione all'ambiente si fa via più sentito nella comunità. Si segnala inoltre che nel periodo estivo si assiste a un consistente incremento delle presenze rispetto all'inverno, dovuto al maggior utilizzo delle "seconde case".

1.7 Conferimento rifiuti

In tutti i centri di raccolta e trattamento dei rifiuti il materiale selezionato per il riciclo viene vagliato e al termine del processo più idoneo viene compattato per poter essere trasportato meglio ai centri di riqualificazione. A differenza della raccolta dei rifiuti urbani, questa procedura viene svolta quasi completamente da GAIA, con proprio mezzi e propri operatori. Le distanze percorse per poter dare nuova vita ai materiali raccolti sono considerevoli: gli imballaggi di plastica vengono conferiti a Corsico, in provincia di Milano, il percolato da discarica viene bonificato a Tortona in provincia di Alessandria, i materiali ferrosi vengono riciclati a Pero, sempre in provincia di Milano, gli scarti legnosi che non si possono trattare nel centro di compostaggio di GAIA vengono portati in provincia di Bergamo e Pavia, il metallo non ferroso viene portato a Torino, la gomma e la plastica viene addirittura trasportata fino a Tivoli, in provincia di Roma per poterla riciclare, i componenti contenenti CFC vengono conferiti in provincia di Lecco, le apparecchiature elettriche vengono smaltite a Broni in provincia di Pavia, si passa anche dalla provincia di Brescia, da Verbania e Novi Ligure per alcuni materiali. Questi sono solo alcuni esempi della rete di riqualificazione rifiuti a cui GAIA fa da bacino di raccolta e pretrattamento. Tutti i mezzi sono stati autorizzati al trasporto dei rifiuti dall'Albo Nazionale Gestori Ambientali Sezione Regionale del Piemonte (Iscriz. Albo n. TO02331 del 13/06/2008 e successive integrazioni), e GAIA si pone l'obiettivo di riuscire a gestire in conto proprio il conferimento dei materiali recuperati senza ricorrere al servizio di soggetti esterni.

Capitolo II

Responsabilità Sociale di Impresa

La Responsabilità di Impresa, o RSI, che in ambito internazionale prende il nome di "Corporate Social Responsibility", rappresenta per l'Unione Europea come riportato nella stessa comunicazione UE n.168 del 2011, "la responsabilità delle imprese per gli impatti ambientali che hanno sulla società". Con questo strumento si auspica una gestione aziendale trasparente e che annualmente porti alla luce gli impegni e i risultati conseguiti dagli stessi soggetti. Questa forma di responsabilità vuole portare ad consapevolezza autentica delle tematiche sociali e ambientali, così che le decisioni vengano prese non solo nel rispetto delle prescrizioni legislative, ma con l'intento di migliorare il contesto in cui si opera e portare benefici all'intera comunità. GAIA per il delicato compito che svolge all'interno della comunità Astigiana, ha fatto propri gli impegni della RSI, promuovendo diversi principi assolutamente fondamentali per la politica dell'azienda:

- **Sostenibilità:** uso razionale ed efficiente delle risorse disponibili, portando il minimo danno possibile all'ambiente e all'ecosistema.
- **Volontarietà:** come azioni svolte oltre gli obblighi di legge.
- **Trasparenza:** report annuali e dialogo ininterrotto con chiunque necessiti di maggiori informazioni circa le attività e le modalità di operato della società.
- **Qualità:** in termini di prodotti e processi produttivi.
- **Integrazione:** unione e cooperazione di ogni reparto a prescindere dalle mansioni svolte per perseguire obiettivi e valori condivisi.

Attualmente la strategia dell'Unione Europea in materia di Responsabilità Sociale delle Imprese (RSI), come riportato nel sito del "Ministero Del Lavoro e Delle Politiche Sociali", prosegue con le indicazioni contenute nella "Strategia Europa 2020" e nel "Piano D'Azione Imprenditorialità 2020", nell' "Iniziativa per la politica industriale" e nell' "Atto unico per il mercato interno", al fine di creare le condizioni favorevoli per una crescita sostenibile, un comportamento responsabile delle imprese, delle comunità territoriali e una creazione di occupazione durevole nel medio e lungo termine. Inoltre, tale Strategia fa riferimento anche ai principi e agli orientamenti riconosciuti a livello internazionale (i principi guida ONU e le Linee guida OCSE e le Convenzioni ILO). Con questi presupposti e questi obiettivi, GAIA SpA adotta diversi strumenti per l'applicazione della propria responsabilità sociale, come la redazione annuale del Bilancio di Sostenibilità, l'adozione di un modello organizzativo ai sensi del D.Lgs. n.231/01 e del Codice Etico, l'attuazione e mantenimento di un Sistema di Gestione Integrato Qualità - Ambiente - Sicurezza - Responsabilità Sociale e la registrazione EMAS con la pubblicazione della Dichiarazione Ambientale.

2.1 Bilancio di Sostenibilità

Naturalmente qualsiasi azienda o società, come fine ultimo della propria attività, ha uno scopo di profitto, tuttavia, a parità di risultati economici, due realtà commerciali che operano nello stesso settore, possono avere un impatto molto diverso sul mondo, sia in senso stretto che generale. Il bilancio di sostenibilità nasce per questo. Nasce con l'intento di quantificare, rendere trasparente e confrontabile, l'operato delle aziende nei confronti dell'ambiente e/o della società che le circondano. Periodicamente, qualsiasi azienda è tenuta a presentare il proprio bilancio d'esercizio, un documento che raccoglie tutta una serie di documenti contabili che hanno lo scopo di perseguire il principio di verità ed accertare in modo chiaro, veritiero e corretto la propria situazione patrimoniale e finanziaria. Il bilancio di esercizio è una sintesi della situazione economica dell'azienda, tuttavia, se vogliamo valutare a più in generale un'azienda, non ci si può accontentare dell'analisi di costi e ricavi prodotti annualmente dalla stessa. Ogni impresa si deve interfacciare con il territorio, l'ambiente, i lavoratori e i cittadini, in una parola: gli stakeholder. Ecco perché, considerando numeri simili riguardanti il fatturato o il raggiungimento di determinati obiettivi di produzione, due soggetti possono avere un impatto estremamente diverso sul mondo che li circonda. Proprio per conciliare queste esigenze nasce il Bilancio di Sostenibilità, un report annuale pubblicato dall'azienda nel quale si rende pubblici non solo i propri meriti economici, ma vengono anche espone tutte le conseguenze dovute alle proprie scelte di come operare nel settore. Nel Bilancio di Sostenibilità si trovano dunque informazioni riguardanti le proprie emissioni di CO₂ dell'azienda (e l'impegno ad abbatterle), l'utilizzo di energia, materie prime e combustibile, le azioni intraprese in favore del territorio e della comunità, le precauzioni implementate riguardanti la salute e la sicurezza dei propri dipendenti, e via discorrendo. Fino a pochi anni fa, il bilancio d'esercizio era un obbligo di legge, mentre il report di sostenibilità era del tutto volontario. Di recente, con la direttiva 2014/95/UE, recepita formalmente alla fine del 2016, l'Europa sancisce l'importanza del principio del "Comply or Explain" e le imprese dovranno rendere noto le loro politiche in termini di sostenibilità, oppure dovranno spiegare il motivo per cui non si sono adoperate in materia. Questa direttiva recepita ormai da oltre un anno, non impone questo tipo di obblighi a tutte le società, ma solamente alle aziende europee di interesse pubblico o con più di cinquecento dipendenti, il cui bilancio consolidato soddisfi determinati criteri stabiliti dalla legge (il totale dell'attivo dello stato patrimoniale dev'essere superiore a 20 milioni di euro oppure, in alternativa, il totale dei ricavi netti delle vendite e delle prestazioni deve superare i 40 milioni). GAIA SpA redige sin



Figura 2.1: Frontespizio BdS GAIA SpA 2016
Fonte: www.gaia.at.it/responsabilita-sociale-bilancio-di-sostenibilita

dal 2006 il Bilancio di Sostenibilità, sintetizzando ogni anno le attività dell'azienda mettendo in evidenza scelte e azioni che hanno ricadute sociali, economiche e ambientali sul territorio. Nonostante sia una consapevolezza comune quella di redigere un chiaro report di sostenibilità, non esistono ancora delle vere e proprie normative vincolanti, che obblighino a trattare determinate questioni oppure a scegliere certi indicatori nella propria pubblicazione annuale. Esistono però delle linee guida condivise a livello internazionale, come quelle del Global Reporting Initiative, a cui ormai tutte le aziende fanno riferimento, anche il GSE fa espressamente riferimento a queste norme per il proprio report di sostenibilità. Grazie a questa standardizzazione nel riportare i dati, è possibile valutare e confrontare oggettivamente le diverse performance di due società, ma è anche possibile valutare il percorso di miglioramento di una stessa azienda. Grazie a questo importante strumento si può valutare se nel corso degli anni le scelte prese dalla direzione o dal consiglio di amministrazione hanno portato al risultato desiderato o bisogna attuare delle diverse politiche interne per riuscire a migliorare i parametri scelti.

2.2 Global Reporting Initiative

Il Global Reporting Initiative è un ente non-profit nato con il fine di creare un supporto utile al rendiconto della performance sostenibile di organizzazioni di qualunque dimensione, appartenenti a qualsiasi settore e Paese del mondo. Come riportato su https://it.m.wikipedia.org/wiki/Global_Reporting_Initiative (consultazione aprile 2016) "il GRI fu fondato a Boston nel 1997 dalla collaborazione di Robert Massie, il direttore esecutivo del Coalition for Environmentally Responsible Economies (CERES) e dall'amministratore delegato del Tellus Institute, Allen White. Inizialmente consisteva in una divisione del CERES creata per sviluppare un sistema di contabilità che permettesse alle organizzazioni di effettuare un rendiconto ambientale, perseguendo i principi di condotta socialmente responsabile propri del CERES. Questo fu possibile con l'istituzione del dipartimento di progetto nominato "Global Reporting Initiative" che sviluppò un framework i cui destinatari iniziali erano investitori, e solamente in seguito alla creazione del Comitato Esecutivo per lo sviluppo delle Linee Guida, la reportistica GRI assunse il suo predominante carattere di approccio multi-dimensionale, estendendo così l'ambito di rendicontazione alla sfera sociale, economica ed ambientale.

Nell'anno 2001 sotto le direttive del Comitato Esecutivo venne riconosciuto come organismo indipendente e nel 2002 lo United Nations Environment Program (UNEP) condivise i principi del GRI invitando gli stati membri delle Nazioni Unite a trovare la sede principale di questo organismo. Fu scelta Amsterdam e il GRI venne formalmente dichiarato di fronte al Segretario Generale delle Nazioni Unite Kofi Annan, organizzazione in collaborazione con l'UNEP, con Ernst Ligteringen in qualità di amministratore delegato e membro del consiglio di amministrazione. Col passare degli anni il GRI si è sviluppato ulteriormente allargando sempre più la rete di persone e organizzazioni coinvolte nella sua attività e mettendo a disposizione documenti sempre più completi, tutto ciò fece sì che il sistema di rendicontazione sociale del GRI sia ad oggi uno dei più diffusi al mondo".

Il GRI produce e categorizza 4 classi di documenti dove esplica le linee guida studiate. vengono classificate con dei codici numerici a 3 cifre dove la prima cifra segnala il diverso

campo di applicazione. Si comincia con la GRI-100, nominata "Universal Standards", la prima famiglia di documenti proposta dall'organizzazione dove si parla degli standard generali da applicare al proprio report e il pensiero che sostiene tutte le disposizioni illustrate in seguito. Questa prima raccolta viene considerata un punto di partenza per l'intero lavoro di reporting. La GRI-100 è composta da tre documenti, tutti e tre etichettati con codice numerico differente, mantenendo unicamente la prima cifra uguale poiché appartenenti alla stessa raccolta. Si legge quindi la GRI-101, un documento quasi esclusivamente introduttivo, dove viene spiegato l'organismo del Global Reporting Initiative e i fondamenti su cui esso si basa, questo documento è intitolato "Foundation" per l'appunto. Successivamente si presenta il GRI-102, titolato "General Disclosures" nel quale si danno le disposizioni su quali informazioni della organizzazione che si vuole recensire con report è importante riportare. Infine l'ultimo documento è il GRI-103 titolato "Management Approach", nel quale viene suggerito di spiegare l'approccio scelto dall'organizzazione per riportare i propri dati riguardanti i differenti campi di applicazione della GRI, che sono il campo economico, sociale e dell'ambiente. Questi 3 topic, insieme al primo gruppo di documenti appena menzionati formano le 4 classi di documenti che vengono proposta dall'ente non-profit. Spiegato quindi i processi, gli standard e i pensieri introduttivi alle linee guida con la GRI-100 si passa alle linee guida settoriali vere e proprie. Con la raccolta GRI-200 si fa riferimento ai documenti con le disposizioni da seguire per quanta riguarda la sfera economica dell'organizzazione soggetta al report. Questa è composta da 6 documenti con etichettatura crescente per quanto riguarda l'ultima cifra, andando quindi dalla GRI-201 alla GRI-206. Con la pubblicazione della GRI-400, la più corposa tra le 4, l'ente dispone le linee guida per la recensione della sfera sociale, quindi i lavoratori i contratti, l'orari di lavoro, la formazione interna, le politiche per evitare discriminazioni, la sicurezza sul posto di lavoro e le politiche di privacy. Una raccolta composta da 19 documenti suddivisi dal GRI-401 al GRI-419.

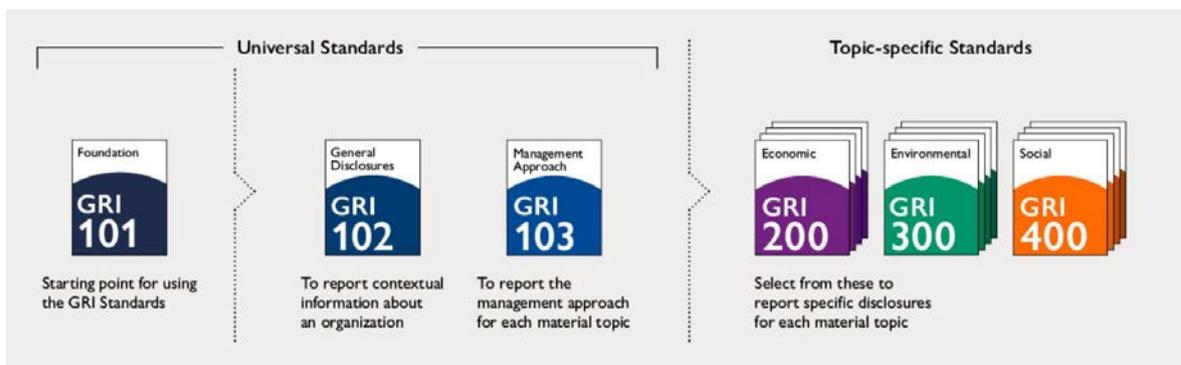


Figura 2.2: Suddivisione documentazione GRI
Fonte: www.globalreporting.org

Infine vi è il set di documenti che è stato studiato e utilizzato per la redazione della presente tesi, la GRI-300. Questa è in assoluto quella maggiormente analizzata e utilizzata per la redazione del report di sostenibilità e tutte le aziende si confrontano con la loro performance ambientale secondo questi standard. Essa si compone di 8 documenti, attraversando tutti gli argomenti più interessanti dal punto di vista dell'impatto ambientale. Si comincia dalla discussione sui materiali con la GRI-301, si prosegue con l'argomento

"energia" nella GRI-302, un'intera disposizione rivolta esclusivamente all'argomento "acqua" con la GRI-303, la GRI-304 tratta come argomento la biodiversità, la GRI-305 affronta il tema delle emissioni, la GRI-306 analizza i rifiuti, nella GRI-307 e 308 vengono analizzate tutte le tematiche più disparate legate all'impatto ambientale non trattate nelle precedenti pubblicazioni. Tutti questi documenti, catalogati per argomento e codificati numericamente, sono conosciuti e raccolti sotto il nome di "GRI Standards". Con questo titolo, l'organizzazione presenta tutte le sue linee guida per tutti i settori interessati, partendo dalla GRI-100 e arrivando alla GRI-400. Naturalmente queste linee guida sono soggette a discussioni e periodicamente vengono dunque aggiornate e costantemente migliorate per rendere gli standard globali sempre più esigenti ed efficaci. L'ultimo aggiornamento è stato rilasciato nell'ottobre 2016 dove è stata presentata la G4 Guidelines, l'ultima pubblicazione revisionata di tutte le linee guida previste dalla GRI. Questa versione degli standard sostituisce completamente le precedenti disposizioni e sarà obbligatorio utilizzare queste versioni aggiornate dal luglio 2018. Nonostante questa fase di aggiornamento, il Bilancio di Sostenibilità 2017 di GAIA sarà già pubblicato con le linee guida G4, mentre il report 2016 è stato redatto ancora con la G3 Guidelines, rilasciata nel 2011. Il nuovo standard è frutto di un lungo processo di consultazione multi-stakeholder durato 2 anni, che ha coinvolto 120 esperti di diversi paesi e che consentirà alle aziende e alle organizzazioni di pubblicare le proprie performance economiche, ambientali e sociali in maniera più trasparente ed efficace. Le nuove linee guida G4, per il momento disponibili solo in Inglese, e rappresentano un vero e proprio punto di riferimento internazionale.

Capitolo III

Emissioni

Come tutte le attività industriali, GAIA SpA con il proprio operato emette inevitabilmente diverse sostanze in atmosfera. Queste sostanze sono le più disparate ed è fondamentale identificarle e recensirle, tuttavia, nell'ottica di migliorare la propria performance ambientale e ridurre al minimo il proprio impatto è molto importante riuscire a quantificarle nonché determinarne l'origine specifica, in modo tale da riuscire ad attuare una politica di possibile prevenzione o di mitigazione. Come spiegato in precedenza per standardizzare la procedura di calcolo e la futura presentazione del report di sostenibilità in materia di emissioni si è seguito il documento GRI-305 da cui il capitolo riprende il titolo.

3.1 Introduzione al pensiero della normativa

La GRI-305 come tutte le altre linee guida rilasciate con lo standard G4 sono suddivise in sottocapitoli dove viene disposto un metodo di valutazione specifico e spiegato il pensiero che ha portato alla stesura delle procedure indicate. In ognuna delle procedure riportate nel documento, per ogni argomento di reporting, le informazioni da riportare vengono suddivise in 3 categorie di importanza: "Requirements" - "Recommendations" - "Guidance". Sono riportate in ordine di importanza e rappresentano dei punti fermi a cui attenersi per la propria stesura dei calcoli. Con "requirements" si fa riferimento alle istruzioni obbligatorie da seguire e alle informazioni che si devono da riportare. Nelle linee guida queste istruzioni vengono riportate in grassetto, per sottolineare ulteriormente la loro importanza. Viene inoltre esplicitato che una società può pubblicare un report di sostenibilità attenendosi esclusivamente a queste istruzioni, senza seguire quelle riportate dalle altre due categorie e il documento verrebbe ugualmente considerato coerente con lo standard GRI in questione. Nella successiva categoria, che potremmo tradurre in italiano con il termine di "raccomandazioni", vengono riportate delle procedure e/o dei calcoli che implementano la parte di "requirements" (requisiti, in italiano), vengono raccomandate più nello specifico alcune procedure di calcolo o metodi differenti per riportare alcune informazioni. Tuttavia, come spiegato, queste informazioni non sono fondamentali: non essendo una normativa, ma bensì delle linee guida, ogni azienda può procedere come meglio crede per seguire le disposizioni illustrate nella prima categoria. Lo standard si limita a raccomandare e consigliare vivamente di seguire la parte di "recommendations", anche se non sono l'obiettivo a cui devono mirare i soggetti dei report. Questa dicotomia tra "requisito obbligatorio da riportare" e "procedure caldamente consigliate" viene esplicitamente messa in evidenza dal costante uso di diversi verbi modali. Quando si tratta di requisiti obbligatori il testo utilizza "shall", mentre se si tratta di raccomandazioni utilizza "should". Questo sembra un dettaglio, ma è invece una chiara distinzione lessicale che il testo mette ripetutamente in evidenza per sottolineare il diverso livello di importanza di un determinato procedimento o di un campo di informazioni. Infine viene disposta la

parte di "guidance". In questa terza e ultima sezione vengono riportate le informazioni di background necessarie alla comprensione del testo e vengono riportati degli esempi pratici di procedure differenti per la corretta valutazione del requisito oggetto del capitolo. In questa parte viene quindi fatto ricorso a tutti mezzi possibili per aiutare ulteriormente il soggetto a comprendere il pensiero delle linee guida e a riportare nel proprio report le informazioni richieste nella maniera più corretta possibile. Considerando le normative a cui si è abituati rapportarsi, è sorprendente come queste linee guida avviate ad una accettazione globale siano così strutturalmente differenti. L'obiettivo principale, o comunque la parte obbligatoria da valutare, viene riportata in maniera chiara e distinta, ma non si ferma alla sua enunciazione, sviscera in ogni campo immaginabile la procedura più idonea per recuperare al meglio il dato richiesto ampliando in ultima analisi la sua applicazione in diversi contesti e ragionando sulle questioni fondamentali da conoscere per comprendere a pieno il problema portato in luce. Questa maniera di esporre un problema, o una procedura a cui attenersi, è sorprendentemente efficace e priva di possibili interpretazioni personali. Viene proposto un vero e proprio standard a cui tutti si possono attenere senza ombra di equivoco, nonostante l'argomento trattato sia molto vasto e la sua trattazione possa essere la più varia e disparata. Come introduzione della stessa GRI-305, prima ancora di cominciare con il primo dei 7 capitoli di procedure per la valutazione delle emissioni dell'azienda, viene riportato un quadro generale delle normative a livello mondiale riconosciute dalle più autorevoli organizzazioni mondiali in materia di emissioni atmosferiche. Successivamente vengono riportate le conoscenze di base che è necessario conoscere quando si vuole trattare tale l'argomento. Questa parte introduttiva dello standard GRI-305 dove viene spiegato il contesto mondiale in cui si inserisce il documento proposto viene implementato nel successivo capitolo, tuttavia si vuole sottolineare come queste conoscenze date quasi per scontate in ambito normativo, in questa pubblicazione GRI vengono riportate in maniera puntuale come parte introduttiva al testo.

3.2 Impatto ambientale

La lingua italiana definisce l'impatto ambientale come l'alterazione da un punto di vista qualitativo e quantitativo dell'ambiente. Questa alterazione può essere determinata da un evento, un'azione o da un certo comportamento. Nel corso degli anni l'attenzione globale si è fatta incessante nei confronti dell'impatto ambientale, diventando uno degli aspetti principali di cui discutere a livello internazionale per poter risolvere diverse problematiche recenti che portano ad una costante mutazione del clima terrestre. Tutto nasce dalle scoperte degli ultimi decenni che mostrano come la temperatura media del globo terrestre nel corso del XX secolo stia indissolubilmente aumentando. Nel corso dei secoli è stato comprovato come il clima della Terra abbia subito ciclicamente delle variazioni che hanno portato alla fluttuazione della temperatura media portando a valori sia più alti sia più bassi. Queste variazioni però, sono tutte riconducibili principalmente a mutamenti periodici dell'assetto orbitale del nostro pianeta (cicli di Milanković), a perturbazioni dovute all'andamento periodico dell'attività solare e alle eruzioni vulcaniche. Anche negli ultimi 1000 anni si è assistito a variazioni naturali come l'Optimum climatico medioevale (IX-XIV secolo) e la Piccola era glaciale (XV-XIX secolo, anche se con studi non uniformi).

Tuttavia, questi cambiamenti climatici sono sempre stati ricondotti a cause o eventi assolutamente naturali, e in alcun modo dipendenti dalla presenza umana sulla Terra. Quello che più preoccupa nei tempi moderni, è che il più recente aumento della temperatura media è esclusivamente di causa antropica. Questo globale aumento della temperatura prende il nome di Effetto Serra. Tale concetto è stato proposto per la prima volta da Joseph Fourier nel 1827 ed è stato successivamente studiato da Svante Arrhenius nel 1896. È bene ricordare che l'effetto serra è un naturale sistema di regolazione dell'equilibrio termico del nostro pianeta, senza di esso la temperatura media sarebbe di circa -18°C e non si sarebbe mai potuta sviluppare alcuna forma di vita. Tale effetto è il risultato della presenza in atmosfera di alcuni gas, indicati col termine di "gas serra", che permettono alla radiazione solare di penetrare all'interno dell'atmosfera terrestre, mentre ostacolano l'uscita della radiazione infrarossa riemessa dalla superficie della Terra. Questo meccanismo comporta da una parte un aumento della temperatura del corpo celeste coinvolto dal fenomeno e dall'altra parte a escursioni termiche meno intense di

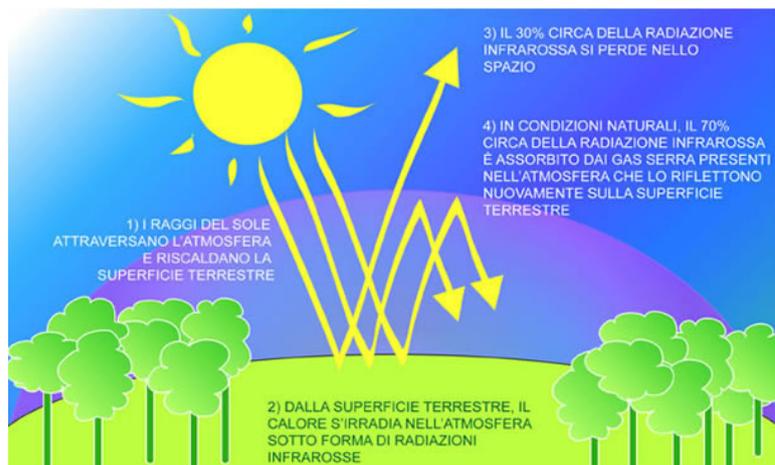


Figura 3.1: Rappresentazione grafica dell'effetto serra
Fonte: www.shutterstock.com

quelle che si avrebbero in assenza dell'effetto serra, in quanto il calore assorbito viene ceduto dal suolo più lentamente verso l'esterno. I gas serra imputati alla creazione di questo importante effetto possono essere di origine sia naturale sia antropica. I gas serra comprendono il vapor d'acqua (H_2O), l'anidride carbonica (CO_2), il metano (CH_4), l'ossido nitrico (N_2O), l'esafluoruro di zolfo (SF_6), perfluorocarburi (PFC), idrofluorocarburi (HFC) e trifluoruro di azoto (NF_3). Tutte queste sostanze vengono esplicitamente citate nella GRI-305 indicandole come "greenhouse gas", abbreviato GHG nel documento. La smodata presenza di queste sostanze nell'atmosfera sta accentuando l'effetto serra e sta portando diverse complicazioni climatiche di importanza mondiale. Con lo scopo di regolamentare e soprattutto ridurre drasticamente la loro emissione, nel 1997 c'è stata la prima conferenza ONU sui cambiamenti climatici e in particolare sul riscaldamento globale. L'incontro prese luogo in una città giapponese, Kyoto, da cui prese il nome il protocollo che ne scaturì, tuttavia, solamente nel febbraio del 2005 il trattato entrò in vigore, dopo la partecipazione da parte della Russia. Questa tardiva e incompleta applicazione è derivata dagli stretti legami tra la sua attuazione e gli interessi economici dei principali paesi industrializzati (Stati Uniti). Questo documento è la base su cui si fonda qualsiasi trattazione attuale sulle emissioni. Il protocollo di Kyoto mise nero su bianco la gravità delle conseguenze dell'evidente effetto serra in atto e ne conferì l'indiscutibile causa antropica derivante dalla emissione mai regolamentata dei gas serra. Ognuna delle sostanze individuate come gas serra contribuiscono in maniera differente al surriscaldamento globale, ovvero non tutte concorrono alla stessa maniera ed alcune

sostanze hanno effetti più rapidi o gravi. Con l'intento di precisare e differenziare il diverso peso ambientale che ha l'emissione di una sostanza piuttosto che un'altra è stato istituito un metodo di valutazione chiamato GWP, Global Warming Potential, un potenziale di riscaldamento globale, sempre succeduto da un valore numerico. Questo valore rappresenta il rapporto fra il riscaldamento globale causato in un determinato periodo di tempo (di solito 100 anni, ma vi sono calcoli attuati nell'arco di 20 o anche 500 anni) da una particolare sostanza ed il riscaldamento provocato dal biossido di carbonio (CO₂) nella stessa quantità. Così, definendo il GWP della CO₂ pari a 1, ovvero prendendo la CO₂ come punto di riferimento, il metano (CH₄) ha GWP pari a 25, ovvero una tonnellata di CH₄ in atmosfera ha lo stesso effetto di 25 tonnellate di CO₂. L'anidride carbonica è stata scelta come gas di riferimento dal gruppo intergovernativo sui cambiamenti climatici (IPCC) e sempre l'IPCC rivaluta periodicamente tutti i valori di GWP delle sostanze potenzialmente dannose per l'ambiente; basti pensare che il metano è stato classificato in principio come GWP 21, successivamente il valore fu rivisto in rialzo fino a GWP 23 e attualmente, con l'ultima revisione annuale del 2016 è stato conferito il valore di GWP 25. La CO₂ acquisisce così un'importanza fondamentale in qualsiasi valutazione di impatto ambientale riguardante le emissioni, poiché in ultima analisi si riportano tutti i valori alle emissioni equivalenti di questa sostanza e la GRI-305 riprende tutti questi ragionamenti e standard internazionali nella sua elaborazione di linee guida.

3.3 GRI-305

Analizzate il quadro generale nel quale si colloca lo standard GRI sulle emissioni e spiegato il motivo per cui ci si interessa particolarmente ad alcune specifiche sostanze, si procede con la disposizione della linea guida aggiornata al 2016 con le disposizione G4.

Le linee guida si focalizzano sulle emissioni di GHG ed esplicano diversi passaggi per poter determinare in maniera minuziosa e straordinariamente precisa la quantità di anidride carbonica emessa annualmente da un'azienda. Per essere sicuri di non tralasciare nulla ed avere una disposizione chiara e trasparente, le emissioni vengono suddivise in tre differenti categorie a seconda della loro provenienza in relazione all'attività svolta dalla società soggetta al report. Si ha così la classificazione in "Scope", precisamente tre (Scope1, Scope2, Scope3), e sono classificati richiamando la ISO 14064 (International Organization for Standardization) per cui internazionalmente riconosciuta. Sotto lo Scope 1 vengono valutate le emissioni dirette di GHG, generate direttamente dalle attività specifiche dell'azienda. Con lo Scope 2 vengono invece valutate le emissioni indirette attribuite alla società derivanti dall'approvvigionamento energetico della stessa. Questo aspetto è significativo poiché pone l'accento sul risparmio energetico: due società operanti nello stesso settore possono emettere le stesse quantità di gas ad effetto serra per ottenere gli stessi obiettivi produttivi, tuttavia lo Scope 2 pone in risalto che un'azienda è riuscita ad ottenere lo stesso risultato servendosi di una minore quantità di energia e quindi immettendo indirettamente meno sostanze in atmosfera rispetto all'altra. Queste due diverse categorizzazioni sono state sempre proposte nelle normative GRI fin dalla loro prima pubblicazione. Solamente con l'aggiornamento del 2016 dal quadro G3 al quadro G4 viene analizzato più in dettaglio lo Scope 3, ed è quello di più ampio respiro e di più

complicata valutazione. Con lo Scope 3 si vuole valutare tutte le emissioni indirette derivanti dalla attività dell'azienda, diverse da quelle rientranti nelle prime due categorie. Si vuole dunque analizzare le emissioni che derivano dall'indotto stretto dell'azienda soggetta a report. Questa recente categoria introdotta mostra quanto sia valida e autorevole una pubblicazione di sostenibilità ambientale con lo standard GRI. Seguendo il pensiero di questo standard si ha una valutazione a 360 gradi di qualsiasi attività industriale, non fermandosi solo alla valutazione delle conseguenze ambientali della propria attività produttiva, ma allargandosi fino alle conseguenze ambientali derivanti dalla sua stessa esistenza o gestione. A parità di attività svolte un'azienda è possibile che questa gestisca in maniera più ecologica i propri fornitori o il trasporto dei propri dipendenti ad esempio, e questo è un valido aspetto che porta ad una maggiore consapevolezza delle proprie emissioni e ad una valutazione più attenta da parte degli stakeholders in materia di impatto ambientale. Nello specifico si riporta la distinzione letterale utilizzata nel documento originale che ricordo essere solamente in lingua madre inglese per il periodo in cui è stato redatto il presente lavoro di tesi (2017):

- Direct GHG Emissions = Scope 1
- Energy Indirect GHG emissions = Scope 2
- Other indirect GHG emission = Scope 3

Tutte le quantità di emissioni annuali valutate con lo standard GRI-305 vanno riportate in tonnellate equivalenti di CO₂ per le motivazioni riportate precedentemente oltre che per uniformare i report e rendere più immediata la comparazione tra differenti ambiti.

3.3.1 Scope 1 - Direct

Come anticipato, con la prima direttiva della GRI-305 viene specificato come riportare le emissioni causate direttamente dalle attività dell'azienda, nel presente caso studio, le emissioni dirette di GAIA SpA. L'azienda in esame ha tutti i macchinari operativi sui rifiuti di tipo elettrico, si tratta principalmente di nastri trasportatori e macchinari operanti per mezzo di motori elettrici, per cui, per quanto riguarda le emissioni dirette dei macchinari fissi non si hanno contributi diretti di emissioni in atmosfera. La linea guida propone di riportare come primo contributo allo Scope 1 le emissioni derivanti da combustione di qualsiasi forma di combustibile con finalità di produzione energetica, sia elettrica, sia termica.

3.3.1.1 Stationary Combustion - Valterza

Prendendo dunque in esame i siti operativi dove vi è un sistema di riscaldamento per mezzo di generatori di calore dove si verifica una costante combustione per scopi energetici si valutano i siti di Valterza (il polo principale di trattamento dei rifiuti), San Damiano (il centro di compostaggio) e gli uffici della sede legale situati nel centro di Asti. Questi tre siti sono caratterizzati da locali adibiti a mansioni di tipo gestionale/organizzativo che richiedono un'attività sedentaria all'interno di questi stabili. Per quanto riguarda gli uffici della sede centrale il discorso è scontato, ma parlando degli altri due poli di trattamento la trattazione non è così banale, inoltre tutti e tre i siti sfruttano tecnologie e combustibili di tipo diverso per il riscaldamento degli stessi.

Cominciando il report da Valterza si è andati a valutare l'ammontare di litri di gpl consumati in caldaia nell'arco dell'anno 2016 per mezzo di bilanci interni sempre rendicontati dall'azienda. Non essendoci alcun dispositivo installato sulla caldaia in grado di rilevare istantaneamente l'ammontare dei fumi e la loro composizione si è optato per un calcolo analitico suggerito dalle pubblicazioni annuali dell'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale):

$$\text{Tonnellate CO}_2 \text{ Emesse} = \text{litri GPL} * 0,00056 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 3,024 \frac{\text{tonnellate CO}_2}{\text{tonnellata}}$$

Questo calcolo è finalizzato a calcolare le emissioni di CO₂ che provengono direttamente dalla combustione del gpl in caldaia. Il valore di tonnellate emesse di CO₂ per tonnellata di GPL (valore 3,024) è stato ricavato dalla pubblicazione annuale dell'ISPRA "Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2014 - National Inventory Report 2016". Questo documento di riferimento sulle emissioni dell'Italia è possibile scaricarlo direttamente dal sito dell'UNFCCC - United Nations Framework Convention on Climate Change (la Convenzione quadro delle Nazioni Unite su cambiamenti climatici). Questa massiccia pubblicazione riporta i dati calcolati fino a due anni precedenti la data di rilascio. In questo documento da oltre 500 pagine ci sono tutte le informazioni possibili riguardanti le emissioni in atmosfera e nel capitolo "Annex 6 - National Emission Factor" si hanno i più autorevoli e aggiornati dati riguardanti tutti i combustibili utilizzati a livello europeo e le loro valutazioni di emissioni. Sempre in questo testo si trovano anche le più aggiornate stime dei PCI di tutti i combustibili utilizzati al mondo da cui è possibile ricavare importanti conclusioni, come ad esempio il rate di emissione di CO₂ del GPL non in base alla massa ma al potere calorifico. Oltre che anidride carbonica, la combustione di GPL produce tra le altre sostanze anche CH₄ e N₂O, queste sostanze sono espressamente citate nella linea guida e vanno rendicontate nonché convertite tramite il loro GWP in tonnellate di CO₂ equivalenti. Sempre utilizzando la pubblicazione dell'ISPRA per ricavare i rate di emissione si calcola la quantità di CH₄ prodotta sulla base dei litri di GPL consumati:

$$\text{Tonnellate di CH}_4 \text{ emesse} = \frac{\text{litri di GPL} * 0,00056 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 0,2537 \frac{\text{Kg CH}_4}{\text{tonnellata}}}{1000}$$

La quantità di CH₄ prodotto dalla combustione del GPL è stato ricavato analiticamente dividendo le tonnellate di CO₂ emesse per tonnellata di GPL (ovvero 3,024 t CO₂/t) per il valore di tonnellate di CO₂ emesse per singolo TJ (ovvero 65,592 t CO₂/TJ), ricavando quindi un valore di 0,0461 TJ/t GPL. A questo punto utilizzando il fattore di conversione fornito dall'ISPRA per valutare i kg di CH₄ emessi per unità di TJ (ovvero 5,42 Kg CH₄/TJ) si ottiene il valore di 0,2537 Kg CH₄/tonnellata di GPL bruciato. Riscrivendo: (3,024 t CO₂/t) / (65,592 t CO₂/TJ) * (5,42 Kg CH₄/TJ) = 0,2537 Kg CH₄/t. Lo stesso procedimento viene ripetuto per il calcolo della quantità di protossido di azoto (monossido di diazoto nella nomenclatura IUPAC) prodotto dalla combustione:

$$\text{Tonnellate di N}_2\text{O emesse} = \frac{\text{litri di GPL} * 0,00056 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 4,09 \frac{\text{Kg N}_2\text{O}}{\text{tonnellata}}}{1000}$$

Anche in questo calcolo si è fatto riferimento ai valori riportati sul "Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2014 - National Inventory Report 2016" nella sezione "Annex 6 - Emission Factor" per quanto riguarda i valori di tonnellate di CO₂ emesse per singolo TJ (ovvero 65,592 t CO₂/TJ), e il quantitativo di N₂O rilasciato dalla combustione di GPL corrispondente a 4,09 Kg N₂O/t. A questo punto si possono calcolare i valori di CO₂, CH₄ e N₂O emessi annualmente solamente per il polo di Valterza andando a prendere i litri di GPL consumati in un anno, che risultano essere 11919 litri per l'anno 2016. L'azienda in corso d'opera ha chiesto di effettuare i calcoli delle emissioni sull'arco dell'ultimo triennio, poiché il loro bilancio di stabilità riporta l'andamento aziendale degli ultimi 3 anni a partire dalla data di pubblicazione del documento, i dati riportati nella tabella seguente riportano tutti i valori finali dei calcoli di emissioni utilizzando di anno in anno le pubblicazioni ISPRA dell'anno a cui sono riferiti i valori:

Impianto di Valterza	2014	2015	2016
Litri gpl	9446,00	10349,50	11919,00
Tonnellate/anno di CO ₂ emesse	15,996	17,526	20,184
Tonnellate/anno di CH ₄ emesse	0,00146	0,00151	0,00166
Tonnellate/anno di N ₂ O emesse	0,00104	0,00112	0,00126

Tabella 3.1: Stationary Combustion impianto di Valterza nel calcolo dello Scope 1.

Come riportato dalla tabella GAIA nel corso dell'ultimo triennio ha registrato un aumento pressoché costante del consumo di GPL con un conseguente aumento nel corso degli anni delle emissioni prodotte dalla sua combustione. La linea guida della GRI-305 cita espressamente di riportare i dati sottoforma di tonnellate equivalenti di CO₂, tuttavia consiglia di esplicitare tutti procedimenti di calcolo e i valori intermedi di emissione di CH₄ e N₂O oltre che ad eventuali HFC, PFC e altri gas ad effetto serra. Per la valutazione delle tonnellate di CO₂ equivalente si è fatto riferimento al valore di GWP riportato nel documento dell'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) del "Fourth Assessment Report (AR4), Working Group 1, Chapter 2, *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*", Table 2.14, la quale viene riportata in seguito:

Designation or Name	Chemical formula	Lifetime (years)	100 yr GWP (SAR)	100 yr GWP (AR4)
Carbon dioxide	CO ₂	Note ¹	1	1
Methane	CH ₄	12 ²	21	25
Nitrous oxide	N ₂ O	114	310	298

Tabella 3.2: Valori riportati dall'IPCC per quanto riguarda il GWP dei principali gas ad effetto serra
Fonte: Fourth Assessment Report (AR4) IPCC

Nella parte di "recommendations" per quanto riguarda lo Scope 1 viene fatto esplicitamente riferimento all'uso dei report dell'IPCC e in particolare ai valori di GWP su base di 100 anni. Con questi valori è possibile ricavare le tonnellate equivalenti di CO₂ emesse moltiplicando i valori della prima tabella per il corrispondente della seconda. Si ricorda ancora una volta che i valori presi in considerazione sono quelli del report AR4.

Si riportano i valori finali ottenuti per Valterza nella tabella seguente:

Impianto di Valterza	2014	2015	2016
Tonnellate/anno equivalenti di CO ₂ emesse	16,34	17,9	20,6

Tabella 3.3: Tonnellate/anno equivalenti di CO₂ emesse dal polo di Valterza

3.3.1.2 Stationary Combustion - San Damiano

A differenza di Valterza, l'impianto di compostaggio di San Damiano presenta dei locali riscaldati di volumetria molto inferiore, inoltre, questi sono riscaldati a gasolio. Anche in questo caso non vi sono dispositivi sulla caldaia per la valutazione puntuale delle emissioni e si è optato per il calcolo analitico con valori e procedure proposte dall'ISPRA. Si comincia con il calcolo della CO₂ prodotta direttamente dalla combustione del gasolio:

$$\text{Tonnellate CO}_2 \text{ Emesse} = \text{litri gasolio} * 0,00084 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 3,155 \frac{\text{tonnellate CO}_2}{\text{tonnellata}}$$

Il valore di densità del gasolio è stato valutato come media dei valori commerciali (820-850 kg/m³), il rate di tonnellate emesse di CO₂ per tonnellata di gasolio (valore 3,024) è stato ricavato dalla pubblicazione annuale dell'ISPRA "Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2014 - National Inventory Report 2016". Con gli stessi procedimenti usati per i calcoli di Valterza e utilizzando le stesse fonti per i valori di t CO₂/TJ sono state valutate le emissioni di CH₄ e N₂O per il polo di San Damiano:

$$\text{Tonnellate di CH}_4 \text{ emesse} = \frac{\text{litri di gasolio} * 0,00084 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 0,2324 \frac{\text{Kg CH}_4}{\text{tonnellata}}}{1000}$$

$$\text{Tonnellate di N}_2\text{O emesse} = \frac{\text{litri di gasolio} * 0,00084 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 0,17537 \frac{\text{Kg N}_2\text{O}}{\text{tonnellata}}}{1000}$$

Ricordo nuovamente che i valori di Kg/tonnellata(di gasolio) di CH₄ e N₂O sono stati calcolati come segue: (t CO₂/t) / (t CO₂/TJ) * (Kg/TJ) dove tutti i valori sono ripresi dal report 2016 dell'ISPRA citato precedentemente. Andando a reperire il consumo annuo di litri di gasolio è stato possibile valutare le quantità annuali di emissioni e successivamente, con l'ausilio della tabella dell'IPCC dei valori di GWP, sono state convertite in tonnellate equivalenti di CO₂ per adeguarsi allo standard della GRI-305. I valori vengono riportati in forma completa e riferiti all'ultimo triennio nella tabella che segue:

Impianto di San Damiano	2014	2015	2016
Litri gasolio	3500,00	4500,00	4000,00
Tonnellate/anno di CO ₂ emesse	9,276	11,926	10,601
Tonnellate/anno di CH ₄ emesse	0,00074	0,00091	0,00078
Tonnellate/anno di N ₂ O emesse	0,00053	0,00068	0,00059
Tonnellate/anno equivalenti di CO ₂ emesse	9,452	12,152	10,796

Tabella 3.4: Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂ nell'impianto di San Damiano

3.3.1.3 Stationary Combustion - Sede Centrale

Gli ultimi ambienti riscaldati di tutto il parco edifici di GAIA SpA sono rappresentati dagli uffici della sede centrale della società situati in Via Angelo Brofferio ad Asti. Questi locali a differenza di tutti i precedenti valutati, vengono riscaldati con gas naturale. Nessun dispositivo di controllo delle emissioni è stato rilevato sulle caldaie dello stabile per cui si procede ancora una volta per via analitica a calcolare le emissioni derivate dalla combustione. Cominciando sempre dalla quantità di CO₂ emessa per metro cubo di gas naturale bruciato per fornire calore, il valore di 0,001955 t CO₂/Std³ è stato reperito nelle tabelle pubblicate in allegato al documento annuale dell'ISPRA "Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2014 - National Inventory Report 2016". Con questo parametro il calcolo risulta immediato:

$$\text{Tonnellate CO}_2 \text{ Emesse} = mc \text{ gas naturale} * 0,001955 \frac{\text{tonnellate CO}_2}{mc}$$

Valutate le tonnellate di CO₂ emesse direttamente dalla combustione del gas si prosegue con il calcolo del CH₄ rilasciato:

$$\text{Tonnellate di CH}_4 \text{ emesse} = \frac{mc \text{ gas naturale} * 0,0000350126 \frac{TJ}{mc} * 2,06 \frac{Kg \text{ CH}_4}{TJ}}{1000}$$

Per ricavare il valore di TJ al metro cubo si è utilizzato il rapporto di tonnellate di CO₂ emesse per unità di terajoule valutato dall'ISPRA e pubblicato sul report annuale 2016, corrispondenti a 55,837 t CO₂/TJ dopodiché è stato utilizzato il valore di tonnellate di CO₂ emesse per metro cubo di gas bruciato (0,001955) sempre ricavato dalle stesse fonti, e si è fatto il rapporto: (0,001955 t CO₂/mc) / (55,837 t CO₂/TJ) = 0,0000350126 TJ/mc. Il valore di 2,06 Kg CH₄/TJ è stato reperito (come in tutti i precedenti calcoli degli altri poli di trattamento) dalla tabella 1.4(a)s1 dell'allegato ISPRA al report annuale sulle emissioni "Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2014 - National Inventory Report 2016", la tabella è intitolata "SECTORAL BACKGROUND DATA FOR ENERGY". Infine si valuta l'emissione del N₂O:

$$\text{Tonnellate di N}_2\text{O emesse} = \frac{mc \text{ gas naturale} * 0,0000350126 \frac{TJ}{mc} * 0,73 \frac{Kg \text{ CH}_4}{TJ}}{1000}$$

Si riportano in tabella i valori numerici calcolati con il valore aggiornato anno per anno dei metri cubi di gas consumati dall'azienda e in ultima riga i valori di tonnellate equivalenti di CO₂ emesse annualmente dalla sede:

Uffici Via Brofferio 48	2014	2015	2016
mc gas naturale	6641,34	6388,00	7928,00
Tonnellate/anno di CO ₂ emesse	12,995	12,488	15,499
Tonnellate/anno di CH ₄ emesse	0,00046	0,00046	0,00057
Tonnellate/anno di N ₂ O emesse	0,00016	0,00016	0,0002
Tonnellate/anno equivalenti di CO ₂ emesse	13,0505	12,549	15,574

Tabella 3.5: Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂ emesse dalla sede centrale di GAIA SpA

3.3.1.4 Stationary Combustion - Cerro Tanaro

Nel sito di Cerro Tanaro, a differenza degli altri, non vi sono ambienti riscaldati, per cui non rientra nel caso di produzione di energia termica, ma vi è una produzione di energia elettrica da biogas. Nel sito è in funzione un impianto di produzione collegato direttamente alla rete elettrica nazionale, con un contatore Enel che ne quantifica costantemente l'immissione. Come descritto nel primo capitolo il biogas prodotto dalla massa di rifiuti stoccati viene convogliato al gruppo elettrogeno e quindi bruciato per produrre energia elettrica. Se per qualche motivo non è possibile bruciare il biogas nel gruppo, allora viene convogliato ad una torcia e bruciato nella stessa maniera ma senza alcuna produzione di energia. Questo ultimo caso si presenta non di rado sia per problemi impiantistici, come può essere un blackout o un malfunzionamento del gruppo elettrogeno, altrimenti per via della miscela troppo povera per alimentare la combustione finalizzata alla produzione. Il biogas in questa analisi di emissioni è stato trattato alla pari del gas naturale usato in caldaia per produzione termica. La valutazione specifica del potere calorifico o della composizione del biogas presenta diverse complicazioni menzionate nel capitolo 1.4.1, inoltre né l'ISPRA né altre organizzazioni nazionali o internazionali indicano studi o valori esplicitamente espressi a questo combustibile.

$$\text{Tonnellate } CO_2 \text{ Emesse} = mc \text{ gas naturale} * 0,001955 \frac{\text{tonnellate } CO_2}{mc}$$

$$\text{Tonnellate di } CH_4 \text{ emesse} = \frac{mc \text{ gas naturale} * 0,0000350126 \frac{TJ}{mc} * 2,06 \frac{Kg \text{ } CH_4}{TJ}}{1000}$$

$$\text{Tonnellate di } N_2O \text{ emesse} = \frac{mc \text{ gas naturale} * 0,0000350126 \frac{TJ}{mc} * 0,73 \frac{Kg \text{ } CH_4}{TJ}}{1000}$$

I valori utilizzati per le emissioni sono sempre ricavati dal "National Inventory Report" pubblicato annualmente dall'ISPRA, mentre i metri cubi di biogas sono quantificati direttamente da un contatore installato sul motore del gruppo elettrogeno. Anche qui si è fatta la valutazione sul triennio utilizzando anno per anno i coefficienti aggiornati dell'anno stesso a cui sono riferiti i valori.

MOTORE CERRO TENARO	2014	2015	2016
mc/anno gas naturale bruciati dal <u>MOTORE</u>	1416551,2	1262114	718102
Tonnellate/anno CO ₂ emesse	2770,774	2467,433	1403,889
Tonnellate/anno di CH ₄ emesse	0,0983	0,091	0,0518
Tonnellate/anno di N ₂ O emesse	0,03475	0,0323	0,0183
Tonnellate/anno equivalenti di CO ₂ emesse	2783,586	2479,321	1410,654
TORCIA CERRO TANARO			
mc/anno gas naturale bruciati dalla <u>TORCIA</u>	124337	100427	560618
Tonnellate/anno CO ₂ emesse	243,203	196,335	1096,008
Tonnellate/anno di CH ₄ emesse	0,00863	0,00724	0,04043
Tonnellate/anno di N ₂ O emesse	0,00305	0,00257	0,01433
Tonnellate/anno equivalenti di CO ₂ emesse	244,328	197,281	1101,289

Tabella 3.6: Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂ emesse dal sito di Cerro Tanaro per combustione.

3.3.1.5 Mobile Combustion

Sviluppando sempre il primo argomento indicato dalla linea guida, ovvero le emissioni per combustione, per quanto riguarda GAIA SpA non si può trascurare i contributi derivanti dai mezzi mobili utilizzati nei siti operativi. In ogni impianto di gestione dei rifiuti, come descritto nel primo capitolo, vi sono diverse macchine operatrici gommate che svolgono il compito di movimentare i rifiuti da una sezione all'altra del sito. Vi sono oltre 25 mezzi pesanti distribuiti nei tre siti principali di Valterza, San Damiano e Cerro Tanaro. Nelle ecostazioni e nella discarica esaurita di Vallemanina non vi sono mezzi pesanti che operano in continuo. Tutte le macchine operatrici sono alimentate a gasolio. GAIA SpA dispone inoltre di alcune auto aziendali che utilizza per il trasferimento di materiale e/o personale da un sito all'altro, e ancora una volta, anche queste sono alimentate a gasolio. Per poter rendicontare le emissioni dei mezzi mobili dell'azienda si è partiti dal registro interno aziendale per ricavare il consumo specifico di ogni macchina. Ogni macchina si rifornisce da un serbatoio situato all'interno del perimetro del sito, e periodicamente viene rifornito il serbatoio da un'azienda esterna. Ogni singolo litro di gasolio prelevato e consumato da un mezzo viene rendicontato e precisamente riportato sul registro.

Targa/Mezzo	Consumo Gasolio (l)
AJ455ZP Iveco 190	5646,00
DE663YL Camion	17218,00
DS257FN Camion	17499,00
EJ728MP Man	19430,00
CV138MB Stralis	18450,00
Muletto diesel Jungheinrich DFG 550 GAIA 017	3279,00
Muletto diesel cesab	1206,00
Spazzatrice	1264,00
Caricatore Gommato Pala CGT FOS GAIA 001	17428,00
Sollevatore Telescopico Liebherr PLASTICA GAIA 004	22161,00
Caricatore CGT ragno GAIA 016	10685,00
Caricatore Liebherr ragno (CARTA) GAIA 013	21322,00
Caricatore Polipo Solmec INGOMBR GAIA 011	10109,00
Altri mezzi minori	9958,00
Totale Gasolio Valterza	175655,00

Tabella 3.7: Consumo totale annuale (2016) di gasolio per trazione Valterza. Mobile Combustion
Fonte: Registro interno GAIA SpA

Questi consumi sono stati verificati pressoché costanti negli anni, per cui i valori sono stati considerati uguali per gli anni 2015 e 2014. Le stesse considerazioni sono state fatte per i siti operativi di San Damiano e Cerro Tanaro. Nella lista dei mezzi riportati nella tabella vi sono anche quelli di proprietà di GAIA che servono a trasportare i rifiuti da un polo ad un altro, come ad esempio gli sfalci da potature che vengono portate nell'impianto di compostaggio. Con la medesima metodologia sono riportati in seguito i mezzi e i relativi consumi del polo di San Damiano e Cerro Tanaro.

Targa/Mezzo	Consumo Gasolio (l)
Spazzatrice	44,00
EX Pala Gommata Hitachi GAIA 003	113,00
EX Pala Gommata Hitachi GAIA 010 Pala CAT 3 GAIA 015	10493,00
Biotrituratore a noleggio	2917,00
Vaglio GAIA 014	11267,00
Pala CAT 2 GAIA 012	15160,00
Sollevatore Telescopico Liebherr	4966,00
EX Caricatore 2 Caricatore Gommato Pala CAT1	19100,00
Vari	744,00
Totale Gasolio <u>San Damiano</u>	66364,00

*Tabella 3.8: Consumo totale annuale (2016) di gasolio per trazione a San Damiano. Mobile Combustion
Fonte: Registro interno GAIA SpA*

Targa/Mezzo	Consumo Gasolio (l)
Escavatore Cingolato CGT GAIA 007	13231,00
Pala cingolata CGT GAIA 005	13421,00
Varie (pik-up, spazzatrice)	3214,00
Totale Gasolio <u>Cerro Tanaro</u>	30291,00

*Tabella 3.9: Consumo totale annuale (2016) di gasolio per trazione a Cerro Tanaro. Mobile Combustion
Fonte: Registro interno GAIA SpA*

Infine si registrano i consumi delle auto aziendali a disposizione di GAIA SpA e i litri di gasolio bruciati nell'anno 2016 ammontano a 5203. A questo punto deve essere valutato il coefficiente di emissione per litro di gasolio bruciato. Ricordando quanto sia differente ed estremamente variabile la combustione all'interno di un motore, specie se un motore per auto trazione, rispetto alla combustione in caldaia, è scontato che non si possono utilizzare i valori presi in esame nella precedente trattazione (stationary combustion). In prima analisi si è provato a reperire i coefficienti di emissioni di ogni mezzo, sperando che ci fossero informazioni sui libretti di circolazione oppure on-line su schede tecniche specifiche. Non è stato reperito alcun dato utile in questa maniera, nemmeno sui mezzi più recentemente prodotti e acquistati dall'azienda. Si è perciò riproposto la procedura di calcolo suggerita dall'ISPRA. Nell'annuale pubblicazione dell'ISPRA usata per reperire tutti i coefficienti di emissione dei combustibili, viene riportato anche il coefficiente di emissione del gasolio. Nel "National Inventory Report 2016", come in tutte le pubblicazioni precedenti, vengono riportati due valori ricavati sperimentalmente mediati su due archi di tempo differenti, 2000-2011 e 2012-2014, riferiti alle emissioni derivanti dalla combustione di gasolio in motori. Il valore sperimentale mediato sull'arco di tempo più recente risulta essere 3,151 t CO₂/t. Ovvero risulta essere un coefficiente di emissione inferiore a quello usato e suggerito nello stesso documento ISPRA per quanto riguarda le emissioni per combustione di gasolio in caldaia. Supponendo che la combustione in un motore (un motore per trazione terrestre di grandi volumetrie usato su mezzi pesati) sia soggetta a maggior imperfezione, minor controllo sulle emissioni e più complessa costruzione, si è optato per utilizzare il secondo valore sperimentale mediato su un arco di tempo meno recente ma più verosimile: 3,169 t CO₂/t, ovvero un valore leggermente più

elevato rispetto alla combustione in caldaia. Con questo valore è possibile valutare la quantità di CO₂ emessa annualmente dall'intero parco di mezzi utilizzati da GAIA per la gestione dei rifiuti nella provincia di Asti, conoscendo la densità del gasolio da autotrazione, pari a 820 Kg/m³:

$$\text{Tonnellate CO}_2 \text{ Emesse} = \text{litri gasolio} * 0,00082 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 3,169 \frac{\text{tonnellate CO}_2}{\text{tonnellata}}$$

Per quanto riguarda le emissioni di CH₄ si è partiti dal valore di Kg CH₄/TJ emessi dalla combustione di gasolio, riportato dal common reporting format di accompagnamento al "National Inventory report 2016", tabella 1.A(a)s3 intitolata "Sectoral background data for energy", dove viene riportato il valore di 1,13 Kg/TJ. A questo punto si è valutato il potere calorifico del gasolio dividendo il coefficiente di emissione specifico t CO₂/t per il coefficiente di t CO₂/TJ indicati nel documento ISPRA, ottenendo 0,04288692 TJ/t. Si è quindi valutato le emissioni di CH₄:

$$\text{Tonnellate di CH}_4 \text{ emesse} = \frac{\text{litri di gasolio} * 0,00082 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 0,0484622 \frac{\text{Kg CH}_4}{\text{tonnellata}}}{1000}$$

Il valore di Kg CH₄/tonnellata è stato ricavato con: 0,04288692 TJ/t * 1,13 Kg CH₄/TJ. Utilizzando le stesse fonti ed i medesimi procedimenti si sono valutate le emissioni di N₂O:

$$\text{Tonnellate di N}_2\text{O emesse} = \frac{\text{litri di gasolio} * 0,00082 \frac{\text{tonnellata}}{\text{litro}} * 0,109362 \frac{\text{Kg N}_2\text{O}}{\text{tonnellata}}}{1000}$$

A questo punto si sono valutate le tonnellate equivalenti di CO₂ dovute al rilascio in atmosfera di CH₄ e N₂O con il valore di GWP. Si riporta la tabella riassuntiva con la conversione finale di CO₂ emessa annualmente:

Litri gasolio bruciati annualmente nei mezzi di GAIA SpA	277513,00
Emissione CO ₂ Gasolio (tonnellate/anno)	721,14
Emissione CH ₄ Gasolio (tonnellate/anno)	0,01103
Emissione N ₂ O Gasolio (tonnellate/anno)	0,02489
TONNELLATE EQUIVALENTI DI CO ₂ EMESSE (Tonnellate/anno)	728,832

Tabella 3.10: Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂ derivate dai mezzi operativi di GAIA

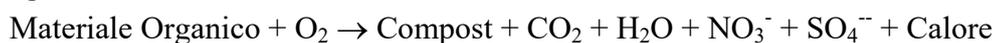
Si noti che tutti i mezzi di GAIA sono alimentati a gasolio e inoltre il consumo annuo di gasolio è pressoché costante negli anni per cui, per il bilancio triennale, si è valutato il contributo derivante dalla mobile combustion costante a questo valore riportato nella tabella. Interessante notare come le emissioni annuali dei mezzi operativi superino di gran lunga le emissioni dovute al riscaldamento degli stabili della società, si parla di circa 46 tonnellate equivalenti di CO₂ all'anno contro le oltre 720 appena calcolate.

Quanto analizzato fino ad ora per quanto riguarda lo Scope 1, riguarda tutte le emissioni provenienti dallo stesso procedimento, la combustione di una matrice energetica da convertire in una forma differente di energia. Sempre nella prima parte della trattazione della GRI-305 rientrano anche tutte quelle emissioni rilasciate direttamente in atmosfera

dall'azienda che non riescono ad essere fisicamente controllate. Vengono riportate dalle linee guida sotto il nome di "Fugitive Emissions" ed è una problematica fondamentale per GAIA SpA, in modo specifico in tre siti operativi.

3.3.1.6 Fugitive Emission - San Damiano

Esplicitamente menzionate nella parte di "Guidance" al termine della trattazione dello Scope 1, le fugitive emissions vengono descritte dalle linee guida GRI come quelle emissioni che non sono fisicamente regolabili dalla società, ma sono il risultato volontario o involontario dei processi necessari allo svolgimento dell'attività intrinseca dell'azienda. Come esempio generale si riporta le emissioni di HFC dai componenti di refrigerazione e condizionamento dell'aria, ma anche le emissioni di metano nel processo di estrazione del carbone dalle miniere o ancora le perdite di una condotta di gas naturale. Nel caso specifico di GAIA le fugitive emissions riguardano solo gli impianti di San Damiano, di Cerro Tanaro e in maniera molto minore in proporzione, anche Vallemarina. Nel primo impianto, la problematica è legata al processo di compostaggio dei rifiuti organici. Il processo di stabilizzazione aerobica del materiale organico si può descrivere sinteticamente con la seguente reazione:



Come si ricorda, il processo di compostaggio è un processo esotermico ed è a carico di diversi ceppi di microrganismi operanti in ambiente aerobico: batteri, funghi, attinomiceti, alghe e protozoi, presenti naturalmente nelle biomasse organiche, oppure successivamente apportati artificialmente nell'impianto. La natura di questo processo non è in alcun modo modificabile, la produzione di CO₂ è intrinseca al processo e non si può far altro che rendicontarla. La stima delle emissioni per unità di massa di materiale organico in ingresso dell'impianto è estremamente complesso da valutare. In letteratura si sottolinea come la differente natura della matrice organica determini differenti produzioni di emissioni, inoltre l'umidità del materiale e dell'ambiente in cui operano i microrganismi sono un'altro fattore determinante per la quantità di sostanze prodotte. Nonostante l'ambiente sia controllato per mantenere la temperatura ideale per la vita degli organismi e venga anche controllato l'apporto di aria, la valutazione dell'umidità risulta molto complicato, e nonostante si conoscesse l'esatto valore è molto complesso correlarla ad un valore preciso di emissioni di CO₂. Per poter stimare quindi la quantità di anidride carbonica prodotta annualmente si è fatto riferimento ad un documento della Regione Piemonte, pubblicato a marzo 2009 dove viene fatto il quadro della situazione dalla direzione sanità della regione. Il documento ha come titolo "Il compostaggio (fermentazione aerobica di materiale organico)", e tratta l'argomento snocciolando dati di raccolta differenziata delle regioni Piemonte, Lombardia e Liguria argomentando molto nello specifico il processo di compostaggio. Nel suddetto documento si riporta un range di valori di emissioni: da 100 a 482 Kg di CO₂ per ogni tonnellata di materiale in ingresso. Questo è l'unico valore proposto in ambito di emissioni da compostaggio. Nella valutazione per il bilancio di sostenibilità e per i calcoli della GRI-305 si è scelto un valore medio di 200 Kg/t. Con questo dato e avendo il valore preciso di tutte le tonnellate di materiale ricevute dal sito grazie alla pesatura in ingresso e in uscita di tutti i mezzi che scaricano a San Damiano è possibile valutare il quantitativo annuale:

$$\text{Tonnellate di CO}_2 \text{ emesse} = \frac{t \text{ materiale organico} * 200 \frac{\text{Kg CO}_2}{\text{tonneltala}}}{1000}$$

Impianto di San Damiano	2014	2015	2016
Totale tonnellate di materia umida trattata	26030,41	24341,24	23954,48
Tonnellate di CO ₂ emessa annualmente	5206,082	4868,248	4790,896

Tabella 3.11: Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂ derivate dal processo di compostaggio

Il calcolo risulta immediato e di facile sviluppo, ma è estremamente determinante. Il solo processo di compostaggio emette più CO₂ che la somma delle due componenti riguardanti la combustione (Stationary Combustion + Mobile Combustion). Per precisione di trattazione viene riportato che l'attività di compostaggio, come risulta chiaro dalla reazione che descrive il processo, produce molti odori fastidiosi la cui intensità può essere ridotta di centinaia di volte attuando specifiche misure impiantistiche e di gestione. Buona parte dell'impatto olfattivo è conseguente alla presenza nelle arie esauste di cataboliti quali i composti non completamente ossidati dello zolfo, dell'azoto e del carbonio, in quanto i cataboliti ossidati completamente sono generalmente inodori (anidride carbonica, ossidi di azoto, anidride solforosa). Tra le sostanze odorigene che possono essere prodotte durante le operazioni di compostaggio vi sono:

- composti dello zolfo (dimetildisolfuro, dimetilsolfuro, carbondisolfuro, idrogeno solforato, metano tiolo);
- composti dell'azoto (ammoniaca, trimetilamina);
- acidi grassi volatili (acido acetico, acido propionico, acido butirrico);
- altre sostanze (benzotiazolo, mercaptani).

Tutte queste problematiche sono ampiamente elaborate da GAIA SpA che filtra l'aria in uscita dall'ambiente di compostaggio (chiuso) con biofiltri ad altissima captazione, con il minimo rilascio di odori in ambiente. I biofiltri operano attraverso l'adsorbimento del flusso gassoso su matrici solide particolate come carbone attivo, ceneri o materiale vegetale (es. corteccia) e funzionano grazie all'attività di alcuni microrganismi presenti sulla loro superficie, per cui bisognerà avere cura di mantenere le condizioni migliori per la loro crescita e mantenimento. Un discorso analogo si deve applicare alla discarica per rifiuti non pericolosi di Cerro Tanaro per quanto riguarda il biogas.

3.3.1.7 Fugitive Emission - Cerro Tanaro

A Cerro Tanaro il discorso delle "emissioni fugitive" è una problematica molto complessa. In questo sito si ha una produzione di biogas che per mezzo di una fitta rete di captazione viene convogliato ai gruppi elettrogeni per produrre energia elettrica e qualora questo non fosse possibile, viene bruciato in una torcia. Come evidenziato nel capitolo 1.4.1 il sistema di captazione non ha un rendimento unitario per cui non è in grado di captare il 100% del biogas prodotto dai rifiuti. Si è adottata una copertura sintetica superficiale per mitigare le emissioni, tuttavia la copertura è applicata solamente alla prima

vasca di contenimento, ormai in post-gestione, in quanto la seconda è ancora in fase di coltivazione, per cui si hanno alcune parti scoperte soprattutto nella zona di confine tra le due vasche. Questa zona non coperta determina la fuoriuscita di biogas che si disperde in atmosfera. Anche in questo caso, come a San Damiano per il compostaggio, la produzione di emissioni di gas serra sono intrinseche al processo chimico di degradazione dei rifiuti che non può essere altrimenti modificato. Per tenere sotto controllo le emissioni e per avere una quantificazione precisa di esse, si è installato una serie di dispositivi che registrano in continuo le fuoriuscite di biogas. Annualmente viene redatto un report dalla società Emendo SpA, responsabile del sistema di monitoraggio delle emissioni della discarica, con il titolo "Monitoraggio superficiale emissioni del biogas – Discarica per rifiuti non pericolosi Cerro Tanaro" dove vengono pubblicati i dati necessari al controllo delle emissioni. Questa pubblicazione viene rilasciata verso gli ultimi mesi dell'anno e per quanto riguarda l'anno 2016 si parla di 76,28 metri cubi di gas rilasciati in atmosfera ogni ora. A questo punto il calcolo delle emissioni ad effetto serra sarebbe semplice se si avesse la chiara e precisa composizione del biogas rilasciato, tuttavia, data la sua complessa natura ed origine, come ampiamente discusso precedentemente, vi sono alcune approssimazioni doverose. Considerare il biogas semplice gas naturale o metano per quanto riguarda la sua combustione è una buona approssimazione dovuta alla sua somiglianza di resa in camera di combustione, tuttavia, come evidenziato dal grafico indicativo della fermentazione dei rifiuti (A.Damiani, M. Gandolla - 1992) riportato al capitolo I, a seconda del periodo a cui si fa riferimento, la composizione varia considerevolmente, e dal momento che non vi è alcuna combustione del biogas in questo caso, ma una sua diretta emissione in atmosfera si deve considerare il biogas in maniera differente da come analizzato nel capitolo 3.3.1.4. Per i motivi elencati si è scelto di considerare la composizione del biogas rilasciato nella sua composizione più gravosa per l'ambiente, ovvero all'interno della fase anaerobica metanigena, quindi tra i 100 e i 10000 giorni di deposito del rifiuto. Questa configurazione ha la peculiarità di presentare una composizione pressoché stabile per un abbondante periodo di tempo, inoltre risulta essere la più verosimile pensando alla situazione attuale di gestione del sito e l'età dei rifiuti stoccati. Con questa configurazione si ha una composizione in volume del gas rilasciato composta dal 40% di CO₂ e 60% di CH₄ circa. Convertendo quindi le quantità di gas rilasciate annualmente registrate e pubblicate da Emendo SpA e riportandole al periodo di tempo dell'intero anno si ottengono i valori richiesti dalla linea guida GRI:

Fugitive Emissions Cerro Tanaro	2014	2015	2016
mc/h emessi dalla discarica non captate dai pozzi	24,22	32,33	76,28
mc/anno	212167,2	283210,8	668212,8
60% CH ₄ mc/anno	127300,32	169926,5	400927,68
40% CO ₂ mc/anno	84866,88	113284,3	267285,12
CH ₄ tonnellate/anno	88,665	118,354	279,246
CO ₂ tonnellate/anno (40%)	162,554	216,985	511,958
TOTALE CO₂ EMESSE Tonnellate/Anno	2379,171	3175,83	7493,11

Tabella 3.12: Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂ derivate dal rilascio in atmosfera di biogas a Cerro Tanaro

Anche in questo caso è stato fatto il calcolo sull'ultimo triennio usando di anno in anno la medesima pubblicazione dell'anno corrente di Emendo SpA. Come si può vedere dalla tabella, negli anni si ha un trend positivo sulle emissioni e questo è chiaramente dovuto sia all'aumentare dei rifiuti stoccati in discarica, sia all'avanzare delle fasi di produzione di biogas. Fino al 2015 le quote di emissioni di Cerro Tanaro erano inferiori a quelle di San Damiano dovute al processo di compostaggio, mentre nel 2016 si verifica un esponenziale aumento delle emissioni di biogas determinando così la quota più importante dell'intero Scope 1 per quanto riguarda il report seguendo le linee guida della GRI-305.

3.3.1.8 Fugitive Emission - Vallemanina

Il sito di Vallemanina non è stato costruito da GAIA SpA, ma ne è stata affidata la gestione a metà anni novanta. La discarica esaurita fu chiusa per inquinamento prima dell'affidamento a GAIA, e la presa in gestione ha visto diverse problematiche per la messa a norma del sito. Anche in questo sito è stato ideato un sistema per la combustione del biogas e la sua conversione in energia elettrica tuttavia la produzione è ormai in fase post metanigena per cui dal 2001 il flusso di gas non è più sufficiente per sostenere né il gruppo elettrogeno, né, dal 2010 una torcia. Vi è quindi installata un'applicazione che filtra il rilascio in atmosfera del biogas prodotto e le emissioni vengono monitorate costantemente da GAIA. L'applicazione di un filtro dove viene convogliato tutto il biogas captato dalla discarica rende il calcolo delle emissioni molto più agevole rispetto a Cerro Tanaro dove la discarica è ancora in fase di raccolta e stoccaggio per cui una simile applicazione non può trovare impiego. Grazie a questo sistema i gas vengono filtrati e viene valutata la loro composizione nonché la quantità delle sostanze, tuttavia il biofiltro serve soprattutto per mitigare l'impatto olfattivo e abbattere le sostanze più nocive, mentre l'anidride carbonica non rimane intrappolata all'interno del dispositivo per cui viene rilasciata inalterata in ambiente. La tabella seguente riporta le analisi annuali effettuate da GAIA nel sito di Vallemanina.

Fugitive Emissions Vallemanina	2014	2015	2016
Portata volumetrica biofiltro Nm ³ /h (media 2 valutazioni)	105	90	80
Presenza Metano nelle emissioni (mg/Nm ³)	686	438	402
Portata annua biofiltro Nm ³ /anno	919800	788400	700800
Emissioni CH ₄ ton/anno	0,631	0,345	0,282
Percentuale volumetrica CO ₂	0,07	0,1	0,15
Emissioni CO ₂ (valore mediato e cautelativo) Nm ³ /anno	64386	78840	105120
Densità media CO ₂ dato dalle due prove annue (Kg/m ³)	1,883	1,883	1,883
Emissioni CO ₂ ton/anno	121,229	148,443	197,925
TOTALE EMISSIONE CO₂ (Tonnellate/anno)	137,003	157,076	204,968

Tabella 3.13: Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂ derivate dal rilascio in atmosfera di biogas a Vallemanina

La situazione a Vallemanina è estremamente variabile, i dati riportati ne sono la chiara dimostrazione. In questo sito vi sono diverse problematiche legate a sacche di gas intrappolate all'interno della discarica, vi sono alcuni filtri o condotti di captazione risultati intasati che non svolgono come previsto il loro compito ed infine essendo molto vecchio l'impianto risultano alcune problematiche per attuare le misurazioni. Con quanto descritto

si spiegano i trend insolitamente crescenti negli anni di emissioni rilasciate e monitorate nel sito, tuttavia molte di queste sono state risolte nel corso del biennio 2016/2017 per cui i report successivi è certo che presenteranno un trend decrescente con una diminuzione progressiva del rilascio in atmosfera di gas ad effetto serra. Con questo ultimo capitolo si concludono i calcoli per quanto riguarda lo Scope 1 suggerito dalla GRI-305, di seguito si riporta il valore finale annuale dell'ultimo triennio per quanto riguarda il calcolo delle emissioni dirette di GHG.

SCOPE 1	2014	2015	2016
Tonnellate equivalenti di CO ₂ emesse	11517,85	11649,19	15776,72

Tabella 3.14: Valori finali Scope 1. Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂

3.3.2 Scope 2 - Energy Indirect

Concluso il capitolo sulle emissioni derivate dalla combustione e dal rilascio diretto in atmosfera di sostanze ad effetto serra, si prosegue l'analisi procedendo al secondo dei 3 nodi sviluppati dalla GRI-305, ovvero le emissioni indirette dovute dall'approvvigionamento di energia da parte della società. Anche in questo caso vanno riportate le emissioni su base di tempo annuale indicandole come tonnellate equivalenti di CO₂ emesse, servendosi dei coefficienti di GWP su base di 100 anni. Cominciamo nel dire che l'unica energia che acquista GAIA è unicamente sotto forma elettrica, non vi sono rifornimenti di energia termica in nessuna sede ed in nessun sito gestito dalla società. Per quanto riguarda il rendiconto dell'energia elettrica acquistata dai diversi centri di gestione di GAIA ci si è affidati ai registri aziendali annuali che riprendono i consumi dallo storico delle bollette energetica pagate dalla società mensilmente. Si riportano quindi i consumi nella tabella seguente:

Uffici Sede	2014	2015	2016
Consumo annuale energia elettrica kWh	38708,00	43181,00	40064,00
San Damiano			
Consumo annuale energia elettrica kWh	1862392,00	1794073,00	2184262,00
Valterza			
Consumo annuale energia elettrica kWh	2543043,00	2766527,00	2844826,00
Ecostazioni			
Consumo annuale energia elettrica kWh	75819,14	71467,00	82975,00
Cerro Tanaro			
Consumo annuale energia elettrica kWh	84602,00	104149,00	122558,00
Vallemanina			
Consumo annuale energia elettrica kWh	12895,00	9904,00	11833,00
Totale consumi energia elettrica [kWh/anno]	4617459,14	4789301,00	5286518,00

Tabella 3.15: Consumi energetici elettrici annuali poli di gestione/trattamento GAIA SpA

Conoscendo i consumi di energia elettrica si può valutare quante sostanze vengono emesse per la sua produzione. Per fare un calcolo accurato è necessario conoscere il mix energetico nazionale così da comparare i vari contributi dovuti dalle diverse fonti per la produzione energetica. Fortunatamente il fornitore da cui GAIA compra l'energia elettrica, fornisce nella bolletta il proprio mix di approvvigionamento energetico, che varia

considerevolmente da quello nazionale. Si nota infatti come la fornitura energetica di "Egea" abbia un apporto in percentuale minore di energia da fonte rinnovabile rispetto al quadro Italiano generale, un apporto in percentuale maggiore di energia prodotta dal carbone e un considerevole apporto in percentuale di energia prodotta da gas naturale superiore al mix energetico di immissione in rete nazionale. Questi valori vengono rilasciati con quasi due anni di ritardo, ovvero i dati che vengono riportati in bollette del 2016 fanno riferimento al quadro 2014, ma vengono anche riportati contemporaneamente i dati del 2015 pre-consuntivo, ovvero con qualche percentuale di probabilità di errore nei dati riportati. Ad ogni modo, i calcoli per il bilancio di sostenibilità 2017 sono basati sui dati resi disponibili da EGEA aggiornati al 01/05/2017 per cui sulle percentuali di mix produttivo riferite al 2015 pre-consuntivo. Nel 2018 dovrebbero rendere disponibili le percentuali a consuntivo del 2015 e quelle pre-consuntivo del 2016.

Si riporta la tabella a cui si fa riferimento nei calcoli successivi:

MESSAGGI

GLOSSARIO

La informiamo che l'Autorità per l'energia elettrica il gas e il sistema idrico (AEEGSI) con delibera del 30 aprile 2015 200/2015/R/com ha pubblicato un Glossario contenente i principali termini utilizzati nei documenti di fatturazione e le relative spiegazioni, al fine di rendere più chiara la comprensione di tali termini.

MIX ENERGETICO NAZIONALE

Il mix nazionale dell'energia elettrica immessa in rete relativo agli anni 2014 e 2015 è il seguente:

Fonti primarie utilizzate	Mix utilizzato per la produzione di energia elettrica venduta da EGEA Commerciale S.r.l.		Mix nazionale utilizzato per la produzione di energia elettrica immessa nel sistema elettrico italiano	
	anno 2014*	anno 2015**	anno 2014*	anno 2015**
- Fonti rinnovabili	36,30 %	31,64 %	43,10 %	41,60 %
- Carbone	20,97 %	22,83 %	19,00 %	19,60 %
- Gas naturale	34,40 %	34,88 %	28,60 %	29,30 %
- Prodotti petroliferi	1,11 %	1,53 %	1,00 %	1,30 %
- Nucleare	2,79 %	5,45 %	4,60 %	5,10 %
- Altre fonti	4,43 %	3,67 %	3,70 %	3,10 %

*dato consuntivo
**dato pre-consuntivo

Figura 3.2: Mix di produzione energetica per la fornitura di Egea
Fonte: Estratto della bolletta di Valterza del 09/01/2016

Come anticipato, per i calcoli si fa riferimento ai dati pre-consuntivo 2015 in quanto questi corrispondono ai dati più recenti e attendibili forniti dall'azienda. Per valutare precisamente le emissioni per ogni fonte primaria utilizzata nel mix produttivo si fa riferimento ai dati ISPRA rilasciati nel 2017 riguardanti i "Fattori di emissione per la produzione ed il consumo di energia elettrica in Italia", un file excel dove vengono riportate le emissioni in g CO₂/kWh elettrici. La pubblicazione ISPRA si basa sui dati di produzione energetica forniti da TERNA SpA e si può leggerne un'analisi completa nel documento intitolato "Fattori di emissione atmosferica di CO₂ e altri gas a effetto serra nel settore elettrico. n. 257/2017", il file excel riporta come riferimento per chiarimenti o ulteriori informazioni il contatto antonio.caputo@isprambiente.it.

Di seguito si riporta un estratto dei valori solamente delle fonti citate nella bolletta di Egea.

Combustibili	2012	2013	2014	2015
	g CO ₂ /kWh lorda			
Solidi	862,5	882,1	876,7	899,9
Gas naturale	384,5	369,8	373,1	365,0
Gas derivati	1.787,6	1.683,7	1.608,5	1.655,6
Prodotti petroliferi	629,4	566,0	584,9	564,6
Altri combustibili	212,9	156,4	153,1	144,0

Tabella 3.16: Estratto fattori di emissione atmosferica di CO₂ nel settore elettrico

Ora si hanno a disposizione tutti i dati per poter completare i calcoli in maniera precisa. Si procede moltiplicando per ogni sede operativa la quantità di energia elettrica acquistata per la percentuale di fonte primaria indicata dalla bolletta di Egea per ancora la quantità di grammi di anidride carbonica emessa per quella fonte di energia, ed infine si riporta il dato in tonnellate. Esplicitamente per la sede degli uffici: $(40064,00 \cdot 0,3164 \cdot 0)$ per quanto riguarda le fonti rinnovabili, a questo si aggiunge il contributo dato dalla produzione dal carbone, ovvero $(40064,00 \cdot 0,2283 \cdot 899,9)$, poi si continua con tutte le successive fonti fino a raggiungere il totale di grammi di CO₂ emessi annualmente e quindi si converte in tonnellate. Con questo procedimento si ottiene la seguente tabella di valori:

Uffici Sede	2014	2015	2016
Consumo annuale energia elettrica kWh	38708,00	43181,00	40064,00
Produzione Indiretta di CO ₂ [ton/anno]	12,764	15,31	14,205
San Damiano			
Consumo annuale energia elettrica kWh	1862392,00	1794073,00	2184262,00
Produzione Indiretta di CO ₂ [ton/anno]	614,114	636,087	774,428
Valterza			
Consumo annuale energia elettrica kWh	2543043,00	2766527,00	2844826,00
Produzione Indiretta di CO ₂ [ton/anno]	838,555	980,87	1008,631
Ecostazioni			
Consumo annuale energia elettrica kWh	75819,14	71467,00	82975,00
Produzione Indiretta di CO ₂ [ton/anno]	25,001	25,339	29,419
Cerro Tanaro			
Consumo annuale energia elettrica kWh	84602,00	104149,00	122558,00
Produzione Indiretta di CO ₂ [ton/anno]	27,897	36,926	43,453
Vallemanina			
Consumo annuale energia elettrica kWh	12895,00	9904,00	11833,00
Produzione Indiretta di CO ₂ [ton/anno]	4,252	3,511	4,195

Tabella 3.17: Produzione indiretta di CO₂ Scope 2

Nella combustione finalizzata alla produzione di energia elettrica non vi è l'emissione della sola anidride carbonica, ma anche altre sostanze a effetto serra, e come nei casi precedenti valutati nello scope 1, anche qui vanno valutate le emissioni di CH₄ e N₂O. per quanto riguarda queste sostanze l'ISPRA non riporta nessun dato così esplicito come fa per la CO₂, tuttavia è possibile ricavare lo stesso tipo di valore utilizzandone altri molto interessanti. Nella pubblicazione annuale utilizzata anche per i calcoli dello scope 1, ovvero il "National Inventory Report 2016", nella sezione annex 2, tabella A2.4 vi sono riportati sia la quantità

di energia elettrica prodotta totalmente negli anni, e anche l'ammontare di CO₂ emessa per kWh totale prodotto. Di seguito viene riportata la tabella citata:

Table A2.4 Time series of CO₂ emissions from electricity production

	1990	1995	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Total electricity produced (gross), TWh	216.9	241.5	276.6	303.7	302.1	302.6	299.3	289.8	279.8
Total CO ₂ emitted, Mt	126.2	134.4	141.7	143.7	120.1	118.4	114.4	97.2	90.0
g CO ₂ / kwh of gross thermo-electric production	707	687	645	570	521	520	528	506	513
g CO ₂ / kwh of total gross* production	591	566	525	484	402	394	385	338	324

* excluding electricity production from pumped storage units using water that has previously been pumped uphill

Source: ISPRA elaborations

Tabella 3.18: Totale produzione elettrica nazionale e emissioni conseguenti di CO₂

La tabella riporta il totale in TWh di energia elettrica prodotta (dati TERNA) totale, ovvero considerando anche le produzioni da fonti rinnovabili e non vengono considerate alcune perdite. Il dato che ci risulta più utile per i calcoli di emissioni di gas serra è il rate di emissione della CO₂ per kwh totale prodotto tradizionalmente, ovvero per via termoelettrica (513 g CO₂/kwh). Ora si analizza un'altra tabella pubblicata sempre dall'ISPRA, la tabella 1.A(a)s1 del file excel di corredo alla pubblicazione annuale del "National Inventory Report". In questa tabella vengono riportati i valori di emissioni di gas ad effetto serra suddivisi per settore industriale, la tabella ha per titolo "Sectoral background data for energy (Fuel combustion activities - sectoral approach)" e vengono riportati i valori di emissione per ogni differente forma di combustibile primario (solido, liquido, gassoso, biomassa e altri) per il settore di produzione elettrica nazionale. La stessa tabella è stata utilizzata per la valutazione dei rate di emissione di CO₂, CH₄ e N₂O nello scope 1, ma prendendo in considerazione esclusivamente il settore di "Fuel Combustion". Di seguito si riporta una parte della tabella descritta:

GREENHOUSE GAS SOURCE AND SINK CATEGORIES	AGGREGATE ACTIVITY DATA	IMPLIED EMISSION FACTORS			EMISSIONS		
	Consumption	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
	(TJ)	(t/TJ)	(kg/TJ)		(kt)		
Public electricity production	1072055,16				71378,90	3,62	0,97
Liquid fuels	26534,91	76,19	2,84	0,60	2021,63	0,08	0,02
Solid fuels	401108,27	94,06	1,50	1,50	37726,50	0,60	0,60
Gaseous fuels	551862,34	56,97	1,50	0,10	31437,16	0,83	0,06
Other fossil fuels	2091,99	92,55	3,00	2,00	193,62	0,01	0,00
Peat	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
Biomass	90457,65	86,66	23,28	3,25	7839,23	2,11	0,29

Tabella 3.19: Emissioni di gas ad effetto serra nel settore di produzione di energia elettrica

Da questa tabella si ricava che le emissioni di CO₂ per l'intera produzione di energia termo elettrica ammontano a 71378,90*10³ tonnellate. Dividendo per il rate di emissione di CO₂ per kwh (opportunamente convertito), si ricava la quantità di kwh elettrici prodotti esclusivamente per via termica, tralasciando quindi la parte rinnovabile. Ricapitolando si

ottiene: $71378,9 * 10^9 \text{ (g)} / 513 \text{ (g/kWh)} = 139,14 \text{ TWh}$. A questo punto è possibile ricavare il coefficiente di emissione di CH₄ utilizzando il valore riportato nel file excels appena riportato ricavando le emissioni in grammi di CH₄ per kWh prodotto per via termica e non rinnovabile:

$$\frac{3,62 * 10^3 \text{ tonnellate } CH_4}{139,14 \text{ TWh}} * 10^{-3} = 0,026 \frac{\text{g } CH_4}{\text{kWh}}$$

Si ripropone lo stesso calcolo anche per la valutazione delle emissioni di N₂O:

$$\frac{0,97 * 10^3 \text{ tonnellate } CH_4}{139,14 \text{ TWh}} * 10^{-3} = 0,00697 \frac{\text{g } CH_4}{\text{kWh}}$$

Con i coefficienti appena calcolati utilizzando i dati ufficiali ISPRA 2016, è possibile valutare le emissioni totali di gas serra (esclusa l'anidride carbonica) semplicemente avendo a disposizione la quantità di kWh elettrici acquistati dalla società. La tabella successiva ripropone il quadro generale e i calcoli finali per quanto riguarda le emissioni indirette dell'azienda derivate dall'acquisto di energia elettrica.

	2014	2015	2016
Totale consumi energia elettrica [kWh/anno]	4617459,14	4789301,00	5286518,00
Totale t CO ₂ /anno emesse indirettamente	1522,584	1698,043	1874,330
Totale t N ₂ O/anno emesse indirettamente	0,028	0,027	0,037
Totale t CH ₄ /anno emesse indirettamente	0,108	0,114	0,137

Tabella 3.20: Produzione indiretta di Gas ad effetto serra Scope 2

Infine, volendo sempre riportare i valori alle tonnellate equivalenti di CO₂, per mezzo dei coefficienti di GWP su base di tempo di 100 anni si ricava i valori ufficiale corrispondenti allo Scope 2 della linea guida GRI-305:

SCOPE 2	2014	2015	2016
Tonnellate equivalenti di CO ₂ emesse	1533,621	1708,897	1888,747

Tabella 3.21: Valori finali Scope 2. Emissioni annuali di tonnellate equivalenti di CO₂

Come ci si aspetti che sia, a fronte di un aumento dei consumi di energia, corrisponde un aumento di emissioni in atmosfera, anche se la quota rinnovabile nel quadro generale di produzione elettrica prende sempre più piede (oltre il 30% per quanto riguarda il fornitore di GAIA SpA, mentre nel mix produttivo nazionale siamo oltre al 40%). Con questa parte si conclude la seconda delle tre parti previste dal nuovo documento GRI.

3.3.3 Scope 3 - Other Indirect

Fino al 2015, con la pubblicazione G3, vi erano esclusivamente due "Scope" (quelli valutati fino ad ora nel presente lavoro di tesi) da sviluppare per il rendiconto delle emissioni di un'azienda, con diverse e sostanziali differenze rispetto all'attuale Guidelines G4. La più recente pubblicazione non trascurava nessun aspetto della filiera di produzione aziendale, né tantomeno le conseguenze dell'indotto provocate dalla stessa, analizzando anche i più lontani effetti collaterali dovuti all'attività del soggetto del report. Con questo principio di fondo viene quindi proposto un nuovo Scope, non previsto dalle precedenti linee guida, dove viene portato in luce ogni "altro" aspetto indiretto dell'operato societario che provoca un rilascio in atmosfera di sostanze nocive per l'ambiente. Come nelle altre parti, anche in questa più nuova viene suggerito cosa si dovrebbe rendicontare a seconda della tipologia di attività svolta. Nel testo si riportano esempi di "other indirect GHG emissions" come le emissioni dovute all'estrazione o all'acquisto di materie prime da processare, viene citato il trasporto di carburante su mezzi non di proprietà o di controllo diretto della società, si fa riferimento addirittura al processo di decomposizione dei rifiuti prodotti dall'intera organizzazione. Per pura casualità questo ultimo punto citato per lo Scope 3 non è stato (ovviamente) valutato per l'azienda GAIA SpA poiché tutti i rifiuti prodotti dagli uffici e dagli altri siti operativi vengono smaltiti negli stessi siti di proprietà della società, per cui queste valutazioni sono rientrate nello Scope 1. Nel documento si parla anche di viaggi di lavoro da rendicontare per le emissioni dovute allo spostamento in relazione ovviamente alla tipologia di mezzi utilizzati e pure alla filiera e trasporto dei prodotti che il soggetto produce e vende. A differenza degli altri due argomenti di report, qui viene lasciato ampio margine di manovra, nonostante in molti casi si potrebbe facilmente verificare che questa terza valutazione superi in emissioni la somma delle due precedenti. Questa ultima parte è stata personalmente la più estenuante da valutare e anche quella più preoccupante per l'azienda che si è trovata innanzi ad una valutazione immensa, per via delle proprie attività collaterali, ma assolutamente necessarie e collegate esplicitamente al business di GAIA SpA.

Per quanto riguarda lo Scope 3, le "altre" emissioni indirette, si comincia l'analisi dal suggerimento della linea guida, ovvero il trasporto di combustibile ad opera di mezzi non controllati e non di proprietà della stessa azienda. Come riportato nel capitolo di descrizione dei poli di trattamento dei rifiuti, ogni sito ha diversi mezzi operativi che sono alimentati a gasolio. Questi mezzi di dimensione e volume decisamente impegnativi fanno rifornimento direttamente in una zona delimitata all'interno del perimetro dell'impianto, dove vi è situata una cisterna ed un distributore con direttamente collegato un contatore che quantifica i litri di gasolio erogati per ogni mezzo. Tutto viene mantenuto a registro e regolarmente controllato dalla direzione. Queste cisterne, presenti nei siti di San Damiano e Valterza devono essere rifornite saltuariamente e questo compito è stato appaltato ad una ditta esterna, che provvede con propri mezzi a svolgere il compito. Il tragitto compiuto dall'autobotte emette delle emissioni e vanno quantificate. Da qui comincia l'analisi per l'ultima parte della GRI-305.

3.3.3.1 Emissioni Indirette Trasporto Carburante

Si analizza per primo il polo di trattamento dei rifiuti di Valterza. Il registro dei rifornimenti presenta 28 rifornimenti nell'anno 2016 e il mezzo di trasporto è stato verificato che proviene sempre dallo stesso impianto situato a Moncalvo, distante 20 km dal sito di GAIA. In prima ipotesi si è subito pensato di valutare dal libretto di circolazione le emissioni di CO₂ al km percorso, come previsto sulle recenti carte di circolazione dei mezzi utilitari, ma purtroppo su grossi mezzi da trasporto o mezzi operativi da cantiere come pale gommate o cingolati non vi è alcuna indicazione, ovvero, è presente la voce in questione, ma non vi è riportato alcun valore. Si è dovuti ricorrere ancora una volta a valori tabulati dall'ISPRA, l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Annualmente viene pubblicato un rapporto che evidenzia i diversi fattori di emissione di tutti i mezzi di trasporto suddivisi per utilizzo, tipologia di combustibile, peso e tecnologia (Euro1, 2, 3, 4, 5, 6 o conventional). Il documento è disponibile sia in formato pdf con una analisi approfondita, ma anche in formato excel, comodo per svolgere calcoli, ed è disponibile al sito <http://www.sinanet.isprambiente.it/it/sia-ispra/fetransp/>, anche questo documento risulta scostato di 2 anni nei valori riportati rispetto alla sua pubblicazione, il presenta lavoro di tesi utilizza il documento rilasciato nel 2017 che riporta i dati calcolati al 2015. Nel file excel vi sono 260 differenti veicoli riportati, e per ognuno di questi oltre 274 valori dove vengono indicate tutte le sostanze che vengono emesse, compresi zinco, pm10, nickel, cromo, CH₄, selenio, piombo, cadmio, CO₂ e moltissimi altri, e per ogni di queste sostanze e delle loro emissioni vengono suddivisi ulteriormente i valori in base al tipo di utilizzo, ovvero vengono suddivise ancora tra "Urban (U)", per specificare un utilizzo del mezzo in ambiente cittadino e quindi un ambito più discontinuo, "Rural (R), per indicare un ambito agricolo, "Highway (H)", con riferimento all'utilizzo su autostrada, quindi un utilizzo diciamo più costante ma a regimi di motore più elevati, ed infine "Total (T)", una sorta di valutazione generale non meglio specificata nelle note esplicative del foglio di calcolo, non si capisce se è una media pesata o altro. Ad ogni modo è una fonte ammirevole di dati molto minuziosi, precisi ed esaustivi, non si prende in analisi solamente i gas ad effetto serra, ma proprio tutte le sostanze che escono dal tubo di scappamento dei veicoli che circolano sul suolo terrestre. Un lavoro imponente e di fondamentale importanza di cui ci si è serviti per riuscire a svolgere la valutazione delle emissioni indirette di GAIA SpA. Bisogna dunque fare delle ipotesi su quale coefficiente utilizzare, sia in base al peso del veicolo ma anche in base al percorso che compie per raggiungere le destinazioni. Per quanto riguarda i veicoli adibiti al rifornimento delle cisterne si sono considerati (nomi corrispondenti utilizzati dall'ISPRA nei suoi fogli di calcolo) "Heavy Duty Trucks, articulated 20-28 t, Euro V 2008 Standard". La scelta è dipendente dal veicolo reale, un bilico articolato che supera le 23 tonnellate, abbastanza recente, per cui si è supposta la tecnologia euro 5. Dalle tabelle ISPRA si ricava direttamente il rate di grammi di anidride carbonica emessi al km, e nello specifico, valutato il percorso che porta da Moncalvo al sito di Valterza, si è optato per il valore indicato come TOTALE, poiché non vi sono autostrade che coprono il percorso previsto e si transita fuori dai paesi, escludendo quindi il valore indicato come URBAN.

Le stesse considerazioni valgono per il rate di emissione di CH₄ al chilometro. Si riporta in tabella i valori:

Rifornimenti Cisterna Gasolio Valterza	
Rifornimenti/anno cisterna interna alla discarica	28
Distanza percorsa dalla cisterna (provenienza Moncalvo) Km	20
g CO ₂ per km	613
g CH ₄ per km	0,0047
t eq. CO ₂ /anno emesse per rifornimento cisterna	0,343

Tabella 3.22: Emissioni indirette di CO₂ nel sito di Valterza per il rifornimento di gasolio

Le stesse considerazioni valgono anche per San Damiano, dove la cisterna viene rifornita più di rado, ma dalla stessa azienda e l'autobotte proviene dalla stessa cittadina:

Rifornimenti Cisterna Gasolio San Damiano	
Rifornimenti/anno cisterna interna alla discarica	9
Distanza percorsa dalla cisterna (provenienza Moncalvo) Km	42
g CO ₂ per km	613
g CH ₄ per km	0,0042
t eq. CO ₂ /anno emesse per rifornimento cisterna	0,232

Tabella 3.23: Emissioni indirette di CO₂ nel sito di San Damiano per il rifornimento di gasolio

Per quanto riguarda il trasporto di carburante da soggetti esterni a GAIA, il calcolo delle emissioni indirette si limita a questi due casi riportati nelle due tabelle.

3.3.3.2 Emissioni Indirette Per Trasporto Rifiuti

L'aspetto più ingente, per quanto riguarda le emissioni indirette in atmosfera di gas ad effetto serra di GAIA, riguarda senza ombra di dubbio il sistema di trasporto e raccolta porta a porta dei rifiuti urbani. Il compito è appaltato ad aziende e società locali che, con mezzi propri, hanno il compito di raccogliere su tutto il territorio Astigiano i rifiuti prodotti dalla comunità e trasportarlo fino al sito più indicato al suo trattamento e successivo smaltimento o recupero. Vi sono una moltitudine di mezzi in entrata nei siti operativi che non essendo di proprietà di GAIA SpA non si ha a disposizione alcuna caratteristica tecnica, tuttavia, ad ogni mezzo in entrata, viene sempre effettuata una pesa, registrata la targa e chiesta la provenienza, il tutto per mantenere una tracciabilità della materia e per avere un quadro generale dei rifiuti che vengono smaltiti. Il materiale recuperato dagli operatori si suddivide in tre categorie: carta, misti, RSU. Queste tre tipologie di rifiuti vengono raccolte da ogni singolo comune più volte alla settimana, mentre per i comuni più popolati anche più volte al giorno. Servendosi dei registri di ingresso dei siti si è potuto sviluppare un foglio excel con tutti i mezzi in entrata suddivisi per tipologia di rifiuto raccolto, il totale della materia trasportata e con dei sopralluoghi in sede di pesa è stato possibile rapportare il peso dei veicoli al peso della materia trasportata nonché la loro precisa provenienza. Ottenuti questi dati, conoscendo la provenienza si risale ai km percorsi dal mezzo e con le tabelle fornite dall'ISPRA utilizzate anche per i calcoli del trasporto del carburante si risale alla quantità di CO₂ emessa.

Per poter valutare con precisione il rate di emissione vanno fatte delle valutazioni sulla tipologia di mezzo, e a seguito di due sopralluoghi sono stati valutati i seguenti parametri di corrispondenza per i valori dell'ISPRA:

Light Commercial Vehicle Per "viaggio" < 2200 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (3,5-7,5 t) per "viaggio" < 6000 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (7,5-12 t) per "viaggio" < 10500 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (14-20 t) per "viaggio" < 19000 Kg

Tabella 3.24: Corrispondenza mezzi di trasporto rifiuti con dati ISPRA ai fini dei calcoli Scope 3

I pesi indicati in Kg fanno riferimento alla quantità di rifiuti trasportati dal mezzo, non fanno riferimento alcuno al peso del mezzo. Con queste valutazioni si hanno le corrispondenze di emissioni di gas serra in atmosfera, tuttavia, a differenza della valutazione svolta per il trasporto di carburante, qui vanno fatte alcune ipotesi circa il rate di emissione in base all'utilizzo, ovvero, essendoci sempre le distinzioni "Urban", "Rural", "Highway" e "Totale", mentre per il capitolo precedente era adatto utilizzare il valore "Totale" poiché i mezzi in questione partivano da una località e viaggiando su strade provinciali e attraversando paesi senza percorrere tutte le strade interne degli stessi, ma solamente attraversandoli, giungevano a destinazione, ora non si è più di fronte agli stessi percorsi e gli stessi tipi di utilizzo. I mezzi che raccolgono i rifiuti porta a porta viaggiano sulle stesse strade provinciali per raggiungere il polo più idoneo di GAIA, tuttavia all'interno dei paesi percorrono tutte le strade, coprendo anche più di una volta l'intero tessuto stradale suburbano, non più solamente attraversando i paesi. Questo tipo di valutazione ha portato a valutare il rate di emissione come media aritmetica del valore indicato dall'ISPRA con titolo "Totale" (più basso) e valore indicato con "Urbano" (più elevato). Si è scelto di effettuare questo tipo di scelta per valorizzare il fatto che i mezzi trascorrono molto tempo all'interno dei paesi sulle strade suburbane anche se coprono maggior distanza in termini di chilometri sulle strade provinciali di collegamento. Per quanto riguarda i valori di grammi di CO₂ emessi per chilometro per tipologia di mezzi, tutti ipotizzati di tecnologia Euro 5, avendo come unico indicatore determinante la targa del veicolo e nessun'altra informazione, i dati ISPRA sono quelli riportati nella successiva tabella.

TIPOLOGIA MEZZI	CO ₂ g/km TOTALE	CO ₂ g/km URBAN	MEDIA
Heavy Duty Truck Rigid 14-20 t	494	741	617,5
Heavy Duty Truck Rigid 7,5-12 t	424	536	480
Heavy Duty Truck Rigid 3,5-7,5 t	302	328	315
Light Commercial Vehicles < 3,5 t	227	298	262,5

Tabella 3.25: Emissioni CO₂ ISPRA mezzi di trasporto rifiuti ai fini dei calcoli Scope 3

Con le medesime ipotesi e valutazioni preliminari si riportano i valori ISPRA per la CH₄ emessa per chilometro e l'N₂O:

TIPOLOGIA MEZZI	CH ₄ g/km TOTALE	CH ₄ g/km URBAN	MEDIA
Heavy Duty Truck Rigid 14-20 t	0,0048	0,0053	0,00505
Heavy Duty Truck Rigid 7,5-12 t	0,0015	0,0026	0,00205
Heavy Duty Truck Rigid 3,5-7,5 t	0,0016	0,0026	0,0021
Light Commercial Vehicles < 3,5 t	0	0,0011	0,00055

Tabella 3.26: Emissioni CH₄ ISPRA mezzi di trasporto rifiuti ai fini dei calcoli Scope 3

TIPOLOGIA MEZZI	N ₂ O g/km TOTALE	N ₂ Og/km URBAN	MEDIA
Heavy Duty Truck Rigid 14-20 t	0,0355	0,0298	0,03265
Heavy Duty Truck Rigid 7,5-12 t	0,018	0,015	0,0165
Heavy Duty Truck Rigid 3,5-7,5 t	0,018	0,015	0,0165
Light Commercial Vehicles < 3,5 t	0,0069	0,0162	0,01155

Tabella 3.27: Emissioni N₂O ISPRA mezzi di trasporto rifiuti ai fini dei calcoli Scope 3

Avendo quindi a disposizione i rate di emissione per tipologia di mezzo impiegato, si procede alla valutazione dei mezzi in entrata nel sito di Valterza che scaricano nel centro i rifiuti.

3.3.3.2.1 Emissioni Indirette Per Scarico Rifiuti a Valterza

I registri di scarico di Valterza vengono rielaborati in modo tale da avere per ogni paese dell'Astigiano in cui viene effettuata la raccolta, il numero di viaggi operati dai mezzi e la quantità di materiale trasportata ogni viaggio compiuto. I dati vengono valutati mensilmente, tuttavia, vista la colossale mole di dati, di mezzi, e di paesi consociati, viene effettuata una media su due mesi l'anno, gennaio e giugno su consiglio della direzione GAIA, per poter valutare al meglio la media mensile dei valori ricercati. Con queste ipotesi è possibile valutare le emissioni prodotte dai mezzi di trasporto che scaricano i rifiuti nel polo di Valterza, moltiplicando il numero di viaggi effettuati dal singolo mezzo, per i chilometri che coprono la distanza dal paese di origine al sito di GAIA, per il rate di emissione indicato dall'ISPRA e rivalutato come riportato in precedenza, per ogni tipologia di mezzo, valutato in base al carico trasportato. In breve:

$$t \text{ equivalenti } CO_2 = n \text{ viaggi} * km \text{ percorsi} * coeff. \text{ emissione} \left(\frac{g}{km} \right)$$

I coefficienti di emissione di CH₄ e N₂O vengono riportati a tonnellate equivalenti di anidride carbonica per mezzo dei coefficienti di GWP su base 100 anni. I valori ottenuti rappresentano dunque una emissione media mensile per singolo paese, che deve poi essere moltiplicata per 12 mesi per avere il totale annuale di emissioni di CO₂ come riportato dalla GRI-305. I presenti valori rappresentano esclusivamente i mezzi che scaricano rifiuti nel sito di Valterza, in seguito verranno analizzate le emissioni dovute al trasporto di rifiuti operato da soggetti terzi, che caricano i rifiuti di Valterza e li portano nei centri di recupero specifici. I dati vengono riportati nelle tabelle che seguono:

COMUNE	Carta Kg	N1	Misti Kg	N2	RSU Kg	N3	Kg Viaggio Carta	Kg Viaggio o Misti	Kg Viaggio RSU	Km a VT	tCO2/ mese
comune di Agliano Terme	7750	5	9300	4,5	15340	9,5	1550	2066,6	1614,7	18,6	0,0940
comune di Albugnano	10000	4,5	11000	4,5	12618	12,5	2222,22	2444,4	1009,4	42	0,2504
comune di Antignano	2475	4	2135	4,5	5250	4	618,75	474,44	1312,5	15	0,0499
comune di Aramengo	1775	4,5	2015	4,5	7945	4	394,44	447,77	1986,25	38	0,1314
comune di Azzano d'Asti	1375	4	1895	4	1910	4	343,75	473,75	477,5	10,5	0,0335
comune di Baldichieri d'Asti	4475	4,5	2870	4,5	12445	6	994,44	637,77	2074,16	18	0,0718
comune di Belveglio	1975	4,5	2325	4,5	1945	4,5	438,88	516,66	432,22	19,5	0,0700
comune di Berzano San Pietro	1477	4,5	1379	4,5	3360	4,5	328,22	306,44	746,67	45	0,1616
comune di Bruno	1045	4,5	857	3,5	2725	3,5	232,22	244,85	778,57	38	0,1162
comune di Bubbio	1285	4,5	1990	4,5	13910	8,5	285,55	442,22	1636,47	44,5	0,2071
comune di Buttigliera d'Asti	12265	4,5	13080	8,5	15210	4	2725,55	1538,8	3802,5	37,5	0,1868
comune di Calamandran a	11390	5	7125	5	19330	5	2278	1425	3866	30	0,1359
comune di Calliano	4100	5	3110	6,5	10110	9	820	478,46	1123,33	16,5	0,0900
comune di Calosso	3905	2	3315	2	10800	4,5	1952,5	1657,5	2400	30	0,0751
comune di Camerano Casasco	1183	5	1170	5	3750	4,5	236,6	234	833,33	23,5	0,0906
comune di Canelli	47.405	9	31540	5,5	98935	11,5	5267,22	5734,5	8603,04	34,5	0,3525
comune di Cantarana	3820	5,5	2180	3,5	4530	6	694,54	622,85	755	25,5	0,1017
comune di Capriglio	690	4	1020	4,5	2810	4	172,5	226,66	702,5	40	0,1330
comune di Casorzo	2415	4,5	1925	4	6530	5,5	536,66	481,25	1187,27	20,5	0,0763
comune di Cassinasco	1070	4,5	1320	4	7220	4	237,77	330	1805	38,5	0,1280
comune di Castagnole delle Lanze	12640	11,5	13595	4,5	19545	4	1099,13	3021,1	4886,25	23,6	0,1364
Castagnole Monferrato	5.260	4,5	2865	4	12765	6	1168,89	716,25	2127,5	11,1	0,0428
comune di Castel Boglione	840	4,5	875	4	9600	8	186,67	218,75	1200	35	0,1536
Castel Rocchero	1105	4,5	565	4	10100	4	245,55	141,25	2525	36,6	0,1296

Castell'Alfero	13680	10	10600	15	30560	10,5	1368	706,67	2910,47	13	0,1301
comune di Castellero	980	4,5	805	4,5	2065	4,5	217,78	178,89	458,89	22,7	0,0815
comune di Castelletto Molina	715	4,5	528,5	4	1405	4	158,89	132,12	351,25	37	0,1230
comune di Castello di Annone	5360	5,5	4455	5	11120	8	974,54	891	1390	6,9	0,0339
comune di Castelnuovo Belbo	1855	4	2041	5	11850	8	463,75	408,2	1481,25	30	0,1356
comune di Castelnuovo Calcea	3895	4,5	4465	4	5990	4	865,56	1116,2	1497,5	25	0,0831
comune di Castelnuovo Don Bosco	16670	8,5	14975	8	35990	13	1961,18	1871,9	2768,46	38	0,3248
comune di Cellarengo	2.170	3,5	1620	3,5	4405	3,5	620	462,86	1258,57	38	0,1061
comune di Celle Enomondo	1190	4	1280	4,5	4910	8	297,5	284,44	613,75	17	0,0746
comune di Cerreto d'Asti	705	4,5	510	4,5	1835	4,5	156,67	113,33	407,78	32,5	0,1167
comune di Cerro Tanaro	2105	6	1795	5	4220	4	350,83	359	1055	10,6	0,0423
comune di Cessole	990	4,5	670	4	5490	4	220	167,5	1372,5	45,6	0,1516
comune di Chiusano d'Asti	985	4,5	660	4	4075	4,5	218,89	165	905,56	20,5	0,0709
comune di Cinaglio	1162,5	4	900	4	2965	4,5	290,625	225	658,89	22	0,0731
comune di Cisterna d'Asti	2725	4,5	3120	4,5	7755	4,5	605,56	693,33	1723,33	31	0,1113
comune di Cocconato	7130	5,5	3520	5	22995	6,5	1296,36	704	3537,69	33	0,1608
comune di Corsione	542,5	4	455	4	2830	4,5	135,62	113,75	628,89	23,3	0,0775
comune di Cortandone	825	4,5	860	5	2200	4	183,33	172	550	22	0,0790
comune di Cortanze	1560	4	745	4,5	2550	4	390	165,55	637,5	23	0,0765
comune di Cortazzone	1495	4	2680	4,5	1400	4,5	373,75	595,56	311,11	26	0,0899
comune di Cortiglione	1520	2	1850	5	5720	4,5	760	370	1271,11	30,5	0,0933
Cossombrato	1357,5	4	1160	4,5	3880	4,5	339,37	257,77	862,22	17	0,0588
comune di Costigliole d'Asti	13560	11,5	18385	8,5	36515	5	1179,13	2162,9	7303	21,5	0,1665
comune di Cunico	1030	4	1185	4	2765	8,5	257,5	296,25	325,29	24,5	0,1075
Dusino San Michele	2510	3,5	2740	5	7500	4	717,14	548	1875	28	0,0931
comune di	6180	4,5	3660	4	16320	4	1373,33	915	4080	29	0,1027

Ferrere											
comune di Fontanile	1495	4,5	1567,5	4	3085	5	332,22	391,87 5	617	36	0,1292
comune di Frinco	1715	4	1740	4	4485	4,5	428,75	435	996,67	20,6	0,0685
comune di Grana	1760	4,5	1470	4	6640	4	391,11	367,5	1660	16	0,0532
comune di Grazzano Badoglio	2015	6	1430	4	5895	7	335,83	357,5	842,14	25	0,1130
comune di Incisa Scapaccino	6890	4,5	8160	4,5	21480	4,5	1531,11	1813,3	4773,33	33	0,1265
comune di Isola d'Asti	9029,5	5,5	12535	4	13395	8,5	1641,72	3133,7	1575,88	13,7	0,0685
comune di Loazzolo	1195	4,5	850	4	3735	4	265,56	212,5	933,75	40	0,1330
comune di Maranzana	555	2	1076	4	3265	4	277,5	269	816,25	49	0,1303
comune di Maretto	1215	5,5	960	8	3600	4	220,91	120	900	27,5	0,1280
comune di Moasca	1560	4,5	1825	4,5	4940	5	346,67	405,56	988	27	0,1005
comune di Mombaruzzo	4845	4,5	4123,5	4,5	9950	4,5	1076,67	916,33	2211,11	32,2	0,1156
comune di Mombercelli	10690	9	11662	9,5	12098	10,5	1187,78	1227,6	1152,19	16,7	0,1288
comune di Monale	4190	4,5	3065	6	7820	4	931,11	510,83	1955	23,5	0,0906
comune di Monastero Bormida	2045	4,5	3285	4	9410	8	454,44	821,25	1176,25	34,2	0,1501
comune di Mongardino	4370	4,5	4320	8,5	5495	9	971,11	508,23	610,56	16	0,0936
comune di Montabone	675	4,5	565	4	4265	4	150	141,25	1066,25	38	0,1263
comune di Montafia	2975	4,5	2435	7	8760	4	661,11	347,86	2190	32,5	0,1340
comune di Montaldo Scarampi	3020	4,5	3116	9,5	3684	5	671,11	328	736,8	16	0,0808
comune di Montechiaro d'Asti	5740	5	3495	4,5	12705	7,5	1148	776,67	1694	24	0,1085
comune di Montegrosso d'Asti	9950	6	6245	5,5	19710	8	1658,33	1135,4	2463,75	19,7	0,1107
comune di Montemagno	3980	4,5	3020	4	15540	4	884,44	755	3885	14,3	0,0506
Montiglio Monferrato	4155	4	2675	4,5	24840	9	1038,75	594,44	2760	28	0,1303
comune di Moransengo	615	4,5	500	4,5	1825	4,5	136,67	111,11	405,56	44	0,1580
comune di Nizza Monferrato	44675	9	28395	4,5	107410	12,5	4963,89	6310	8592,8	26	0,3278
comune di Olmo Gentile	110	4,5	105	4	600	4	24,44	26,25	150	53	0,1762
comune di	1428	4,5	1317,5	4,5	6090	6	317,33	292,78	1015	36,5	0,1456

Passerano Marmorito											
comune di Penango	1465	4,5	1225	4	5530	4	325,56	306,25	1382,5	19,1	0,0635
comune di Piea	1350	4	1005	4	4750	8	337,5	251,25	593,75	27	0,1149
comune di Pino d'Asti	574,5	4,5	455	4,5	1760	4,5	127,67	101,11	391,111	38	0,1364
comune di Piovà Massaia	2510	4,5	2650	4,5	6540	4,5	557,78	588,89	1453,33	33	0,1185
comune di Portacomaro	5940	8,5	5740	13,5	15440	10	698,82	425,18	1544	11,5	0,0979
comune di Quaranti	355	4,5	406,5	4	1675	4	78,89	101,62	418,75	38,3	0,1273
comune di Refrancore	5495	5,5	4540	4,5	14445	4	999,09	1008,9	3611,25	9,3	0,0366
comune di Revigliasco d'Asti	1450	3,5	1860	4,5	4365	4	414,28	413,33	1091,25	12,5	0,0399
comune di Roatto	1175	4,5	1010	5	1330	3,5	261,11	202	380	26,1	0,0902
comune di Robella	2045	4	1465	4	2360	4	511,25	366,25	590	38,8	0,1238
comune di Rocca d'Arazzo	2680	4	4112	6	5903	5	670	685,33	1180,6	13,4	0,0535
comune di Roccaverano	555	4,5	620	4	5935	4	123,33	155	1483,75	52	0,1729
comune di Rocchetta Palafea	460	4,5	500	4	4020	4	102,2222 222	125	1005	35	0,1163
comune di Rocchetta Tanaro	5335	6,5	5460	5	14265	47	820,77	1092	303,51	11,9	0,1851
comune di San Damiano d'Asti	29400	8	18965	7,5	56395	12,5	3675	2528,7	4511,6	24	0,2150
Comune di San Giorgio Scarampi	125	4,5	130	4	1950	4	27,78	32,5	487,5	52	0,1729
comune di San Martino Alfieri	2315	4	1625	4,5	5810	7	578,75	361,11	830	25,2	0,1039
comune di San Marzano Oliveto	3160	4,5	3195	4,5	7390	4,5	702,22	710	1642,22	29	0,1041
comune di San Paolo Solbrito	2580	3,5	3055	4,5	6995	4,5	737,14	678,89	1554,44	30	0,0997
comune di Scurzolengo	3240	4,5	2150	5	4370	4,5	720	430	971,11	10,6	0,0395
comune di Serole	180	4,5	215	4	1280	4	40	53,75	320	60,4	0,2008
comune di Sessame	300	4,5	395	4	3450	4	66,67	98,75	862,5	40	0,1330
comune di Settime	1830	4	1330	4	6750	4,5	457,5	332,5	1500	20	0,0665
comune di Soglio	515	4	485	4	1145	4	128,75	121,25	286,25	25,8	0,0823

comune di Tigliole	3051	4	4125	7,5	17200	5,5	762,75	550	3127,27	20	0,0964
comune di Tonco	2890	4,5	2570	7,5	8290	4,5	642,22	342,67	1842,22	18,5	0,0812
comune di Tonengo	695	2,5	345	2	6485	4,5	278	172,5	1441,11	39	0,0933
comune di Vaglio Serra	950	4,5	1010	4	1300	4,5	211,11	252,5	288,89	25,5	0,0882
comune di Valfenera	8125	4	8040	3,5	12325	5,5	2031,25	2297,1	2240,91	28,3	0,1116
comune di Vesime	1965	4,5	1220	4	10695	4	436,67	305	2673,75	45	0,1593
comune di Viale	1155	4	610	4,5	2670	4	288,75	135,56	667,5	27,5	0,0914
comune di Viarigi	2635	5	2615	6,5	8.010	6	527	402,31	1335	18,5	0,0861
comune di Vigliano d'Asti	2700,5	4,5	4715	4,5	4670	12	600,11	1047,8	389,17	14	0,0782
comune di Villa San Secondo	1690	4	1045	4	3545	5	422,5	261,25	709	22,5	0,0778
comune di Villafranca d'Asti	13450	4,5	10155	5	15300	6,5	2988,89	2031	2353,85	24,7	0,1198
comune di Villanova d'Asti	20280	7,5	16.180	9,5	54835	13,5	2704	1703,1	4061,85	31	0,2866
comune di Vinchio	1775	4,5	2.740	4,5	2320	4,5	394,44	608,89	515,56	23,5	0,0844
COMUNE DI ASTI	352575	145	180014	122	876615	198	2431,55	1475,5	4427,35	6	0,8532

Tabella 3.28: Emissioni indirette di tonnellate equivalenti di CO₂ per trasporto e scarico rifiuti nel polo di Valterza derivate dai mezzi operanti sull'Astigiano

Oltre ai paesi dell'Astigiano consociati, il sito di Valterza raccoglie i rifiuti anche da altre 3 società esterne al Piemonte, provenienti da Genova. Per queste società che rappresentano sempre un indotto di GAIA e quindi rientrano sempre nel caso di emissioni indirette dell'azienda, non si possono valutare i rate di emissione come quelli usati per i mezzi sopra elencati. I mezzi provenienti da Genova percorrono oltre 120 chilometri e quasi tutti in autostrada, per cui non si possono utilizzare i coefficienti mediati di emissioni ISPRA titolati come "Totali" e Urbani", bensì vengono utilizzati i valori con dicitura "H" ovvero "Highway" senza alcuna ulteriore valutazione o mediazione. I valori utilizzati e riportati dal documento ISPRA "Emissioni mezzi di trasporto 2015" (ultimo aggiornamento del 2017) sono proposti nella tabella che segue:

TIPOLOGIA MEZZI	Indice Emissione CO ₂ g/km (H)	Indice Emissione CH ₄ g/km (H)	Indice Emissione N ₂ O g/km (H)
Heavy Duty Truck articuled 20-28 t	560	0,0042	0,0336
Heavy Duty Truck Rigid 7,5-12 t	437,22	0,0012	0,0172

Tabella 3.29: Emissioni ISPRA mezzi di trasporto rifiuti ai fini dei calcoli Scope 3 mezzi esterni all'Astigiano

Con i valori appena riportati e la procedura indicata precedentemente si ripropone i dati di emissione valutati per le 3 società esterne:

COMUNE	Carta Kg	N1	Misti Kg	N2	RSU Kg	N3	Kg Viaggio Carta	Kg Viaggio Misti	Kg Viaggio RSU	Km a VT	tCO ₂ / mese
GE.AM. GESTIONI AMBIENTALI S.p.A.	0	0	0	0	96635	12	0	0	8052,91	120	0,6370
A.M.I.U. GENOVA S.p.A.- Polcevera	0	0	0	0	310.120	37,5	0	0	8269,86	120	1,9907
A.M.I.U. GENOVA S.p.A.- Volpara-Lungobis	0	0	0	0	342.380	13,5	0	0	25361,4	120	0,9248

Tabella 3.30: Emissioni mensili indirette di tonnellate equivalenti di CO₂ per trasporto e scarico rifiuti nel polo di Valterza derivate dai mezzi operanti al di fuori del territorio Astigiano

Sommando tutti questi valori riportati nelle tabelle si hanno tutte le emissioni indirette mensili rilasciate in atmosfera dal sito di Valterza, causate dalla raccolta e scarico rifiuti nel sito, moltiplicando per 12 si hanno i valori annuali 2016:

$$t \text{ eq. CO}_2 / \text{anno} = 12,148 t \frac{\text{CO}_2}{\text{mese}} * 12 \text{ mesi} = 211,48 t \text{ CO}_2 / \text{anno}$$

3.3.3.2 Emissioni Indirette Per Trasferimento Rifiuti da Valterza

Come anticipato nel paragrafo precedente i mezzi che transitano nel polo di Valterza non sono solamente quelli che scaricano nel sito i rifiuti raccolti, ma vi sono numerosi mezzi di proprietà di società terze che ritirano con propri mezzi i rifiuti differenziabili di loro interesse e li trasportano nei propri impianti per riciclarli e recuperarli completamente, come la carta, la plastica, il vetro e altri. Oltre ai mezzi appena citati vi sono anche alcuni bilici di proprietà di GAIA che muovono rifiuti dal sito di Valterza ad altri siti sempre di proprietà della stessa, come ad esempio i rifiuti organici nel sito di San Damiano. Anche questi mezzi vengono rendicontati all'interno di questa sezione. Come per i calcoli precedenti, viene rielaborato il registro interno della società ma questa volta i mezzi vengono classificati in base alla società proprietaria, e come prima viene rendicontata la quantità di materiale trasportato per corrispondere la giusta categoria di peso da far riscontrare i coefficienti ISPRA, mentre per valutare la distanza percorsa dal trasporto del materiale, viene preso come riferimento la sede della società trasportatrice, o, se disponibile, la sede dell'impianto di destinazione, tuttavia nel 70% dei casi analizzati coincidono. I calcoli risultano di più facile elaborazione in questo caso, poiché le singole società trasportano un solo tipo di materiale, per cui i calcoli sono notevolmente agevolati dal minor numero di variabili nelle formule. I chilometri coperti da questo tipo di trasporto sono notevolmente più numerosi rispetto al caso di scarico nel sito, basti pensare che alcuni mezzi coprono anche distanze dell'ordine di 600 chilometri, e comunque in medi vengono percorsi 120 chilometri per trasporto, per cui si è optato per l'utilizzo di coefficienti del foglio di calcolo ISPRA con dicitura "H", ovvero "highway", dato l'elevato numero di chilometri percorsi su autostrade o comunque strade molto scorrevoli e quasi

mai all'interno di città. I valori utilizzati per categorizzare i mezzi di trasporto risultano essere (come nei paragrafi precedenti):

Light Commercial Vehicle Per "viaggio" < 2200 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (3,5-7,5 t) per "viaggio" < 6000 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (7,5-12 t) per "viaggio" < 10500 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (14-20 t) per "viaggio" < 19000 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (20-28 t) per "viaggio" > 19000 Kg

Tabella 3.31: Corrispondenza mezzi di trasporto rifiuti con dati ISPRA ai fini dei calcoli Scope 3 per il trasporto di rifiuti da Valterza

Mentre per quanto riguarda i coefficienti di emissione, questi risultano pari a:

TIPOLOGIA MEZZI	Indice Emissione CO ₂ g/km (H)	Indice Emissione CH ₄ g/km (H)	Indice Emissione N ₂ O g/km (H)
Heavy Duty Truck articulated 20-28 t	560	0,0042	0,0336
Heavy Duty Truck Rigid 14-20 t	455,7	0,0042	0,0336
Heavy Duty Truck Rigid 7,5-12 t	437,2	0,0012	0,0172
Heavy Duty Truck Rigid 3,5-7,5 t	332,8	0,0012	0,0172
Light Commercial Vehicles <3,5 t	230,7	0	0,004

Tabella 3.32: Emissioni ISPRA mezzi di trasporto rifiuti ai fini dei calcoli Scope 3, mezzi che caricano rifiuti da Valterza

Si procede con i calcoli per ogni mezzo di ogni singola società trasportatrice:

Destinatario	N° Viaggi	Quantità Kg	Kg Per Viaggio	Km	tCO ₂ /2mesi
C.I.R.R. S.R.L.	5	19700	3940	60	0,1014
CIDIU SERVIZI S.P.A.	1	8260	8260	74	0,0327
FERAGAME SRL	2	4440	2220	95	0,0642
GAIA S.p.A. - CERRO TANARO - DISCARICA	136	3145260	23126,91	20	1,5507
GAIA S.p.A. - SAN DAMIANO - COMPOSTAGGIO	42	601160	14313,33	27	0,5282
GESTIONE ACQUA SPA	3	88900	29633,33	55	0,0941
GRUPPO MAURO SAVIOLA S.R.L.	13	165600	12738,46	80	0,4844
INNOCENTI S.R.L.	3	42640	14213,33	620	0,8664
MASOTINA S.p.A.	43	928080	21583,25	120	2,9418
OSSOLA IMPIANTI S.R.L.	1	160	160	12	0,0028
REVEANE S.R.L.	1	7940	7940	42,1	0,0186
RONI S.R.L.	5	59560	11912	130	0,3028
S.E.VAL. SRL DIVISIONE ECOLOGIA-Colico	2	9400	4700	225	0,1521
STEMIN S.p.A.	2	44400	22200	205	0,2337
TEKNOSERVICE S.R.L.	1	12280	12280	74	0,0345
TRANSISTOR SRL	7	11000	1571,43	75	0,1217
A.R.AL. S.p.A.	11	21980	1998,18	75	0,1913
C.I.R.R. S.R.L.	3	5460	1820	60	0,0417
CENTRO RECUPERI E SERVIZI S.R.L.	3	28500	9500	65	0,0862
CIDIU SERVIZI S.P.A.	22	568660	25848,18	74	0,9282

GAIA S.p.A. - CERRO TANARO - DISCARICA	104	2441020	23471,346	20	1,1858
GAIA S.p.A. - SAN DAMIANO - COMPOSTAGGIO	39	548620	14067,179	27	0,4905
GESTIONE ACQUA SPA	4	117880	29470	55	0,12541
GRUPPO MAURO SAVIOLA S.R.L.	22	266480	12112,73	80	0,8198
INNOCENTI S.R.L.	1	15160	15160	620	0,2888
M.G. IMBALLAGGI S.R.L.	1	13500	13500	58	0,0270
MASOTINA S.p.A.	17	387640	22802,35	120	1,1630
MONTELLO S.p.A.	20	458020	22901	200	2,2805
R.M.B. S.P.A.	2	34520	17260	228	0,2124
RMC RAFFINERIA METALLI CUSIANA S.p.A.	1	15480	15480	160	0,0745
RONI S.R.L.	5	57660	11532	130	0,3028
S.E.VAL. SRL DIVISIONE ECOLOGIA-Colico	2	10640	5320	225	0,1521
SOEGAROLI ANTONIO	1	5920	5920	168	0,0568
SRT S.p.A.	14	367240	26231,43	60	0,4789
TRANSISTOR SRL	6	21980	3663,33	75	0,1521

Tabella 3.33: Emissioni mensili indirette di tonnellate equivalenti di CO₂ per carico e trasporto rifiuti dal polo di Valterza derivate dai mezzi di proprietà non di GAIA SpA

I valori riportati in tabella rappresentano le emissioni mensili dei mezzi che transitano nel polo di Valterza, per valutarne le emissioni annuali basta sommarle e moltiplicare il totale per 12 mensilità:

$$t \text{ eq. CO}_2 / \text{anno} = 8,29 t \frac{\text{CO}_2}{\text{mese}} * 12 \text{ mesi} = 99,53 t \text{ CO}_2 / \text{anno}$$

Con quest'ultima valutazione si sono completate le valutazioni attuate al sito di Valterza per quanto riguarda anche lo Scope 3, che risultano ammontare ad un totale di 311,01 tonnellate equivalenti di CO₂ emesse ogni anno indirettamente dal sito. Come si può notare il contributo allo Scope 3 dei mezzi che portano via i rifiuti da Valterza per l'ultimo processo di recupero dei materiali, pesa all'incirca quanto la metà del processo di raccolta dei rifiuti stessi sul territorio Astigiano. Va ricordato che tutti i mezzi utilizzati sono ipotizzati Euro 5, e che questa parte di valutazione non è direttamente controllata da GAIA SpA, ovvero non è la società che detiene la proprietà dei mezzi in questione e non ha alcuna voce in capitolo riguardo l'ammodernamento dei mezzi impiegati. Si procede ora con i calcoli delle emissioni indirette dei mezzi che transitano nel sito di San Damiano.

3.3.3.2.3 Emissioni Indirette Per Scarico Rifiuti a San Damiano

Come per la valutazione delle emissioni indirette dei mezzi che transitano a Valterza, anche a San Damiano si verificano le stesse condizioni, ovvero vi sono diversi mezzi che portano i rifiuti organici nel sito di compostaggio, qui, oltre ai mezzi predisposti dagli appalti ufficiali, anche i privati possono portare i propri sfalci e potature. Si tratta principalmente di piccole attività di giardinaggio privato o imprese che svolgono manutenzioni delle aree verdi che portano le parti organiche nel centro di smaltimento. Nel

cento di compostaggio, come in tutti gli altri siti di GAIA all'ingresso ci è una pesa per quantificare con precisione l'ammontare del rifiuto scaricato e un registro per mantenere con ordine una tracciabilità di tutto il materiale in ingresso e uscita. Grazie a questo registro si è in grado di valutare la tipologia di mezzi che transitano e la loro provenienza. Rispetto al polo di Valterza qui si ha a che fare con mezzi molto più piccoli e leggeri, che non trasportano grosse quantità di materiale, e questo si traduce in coefficienti di emissioni valutati dall'ISPRA decisamente inferiori. Tutti i mezzi sono ipotizzati di tecnologia Euro 5, ipotesi elaborata a seguito di 2 sopralluoghi nella zona di pesa con la valutazione delle targhe riportate dai mezzi. Vengono usati sempre i parametri pubblicati dall'ISPRA annualmente, e le categorie di mezzi sono le medesime utilizzate per la prima parte di valutazione di Valterza, ovvero si utilizza una media aritmetica dei 2 valori che citano le emissioni nelle circostanze di tratto "Urbano", indicati nel documento ISPRA con "U" e il valore titolato come "Totale", riportato nel documento con la lettera "T". Per comodità viene ripetuta in seguito la tabella che riporta le categorie di mezzi e le relative emissioni utilizzate per i calcoli:

TIPOLOGIA MEZZI	CO ₂ g/km (media)	CH ₄ g/km (media)	N ₂ O g/km (media)
Heavy Duty Truck Articuled 20-28 t	783	0,005	0,0325
Heavy Duty Truck Rigid 14-20 t	617,5	0,00505	0,0326
Heavy Duty Truck Rigid 7,5-12 t	480	0,00205	0,0165
Heavy Duty Truck Rigid 3,5-7,5 t	315	0,0021	0,0165
Light Commercial Vehicles < 3,5 t	262,5	0	0,0115

Tabella 3.34: Emissioni ISPRA mezzi di trasporto rifiuti ai fini dei calcoli Scope 3, mezzi che scaricano rifiuti a San Damiano

Anche per quanto riguarda i calcoli delle emissioni per i mezzi che transitano a San Damiano sono stati utilizzati gli stessi parametri per categorizzare i mezzi utilizzati in base alla quantità di materiale trasportato. Per comodità si ripropone ancora una volta la tabella con i valori di riferimento per le corrispondenze sulle tabelle dell'ISPRA:

Light Commercial Vehicle Per "viaggio" < 2200 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (3,5-7,5 t) per "viaggio" < 6000 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (7,5-12 t) per "viaggio" < 10500 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (14-20 t) per "viaggio" < 19000 Kg
Heavy Duty Truck Rigid (20-28 t) per "viaggio" > 19000 Kg

Tabella 3.35: Corrispondenza mezzi di trasporto rifiuti con dati ISPRA ai fini dei calcoli Scope 3 per lo scarico di rifiuti a San Damiano

Vengono riportate di seguito le emissioni in atmosfera dei mezzi che scaricano a San Damiano, ordinati in base ai comuni di provenienza degli stessi, con i medesimi calcoli riportati nel capitolo precedente:

COMUNE	N°	Quantità Kg	Kg Per Viaggio	Km a SD	tCO ₂ /mese
comune di Agliano Terme	9	9194,5	1021,61	26,6	0,06367
comune di Albugnano	7,5	4444,5	592,6	50	0,0997
comune di Antignano	8,5	4329	509,29	23	0,052
comune di Asti	4,5	21240	4720	16	0,023

comune di Asti CENTRO RACCOLTA COMUNALE	26,5	210990	7961,89	16	0,2056
comune di Baldichieri d'Asti	10,5	19670	1873,33	26	0,0726
comune di Belveglio	8	1330	166,25	27,5	0,0585
comune di Berzano San Pietro	7,5	2904	387,2	47	0,0937
comune di Buttigliera d'Asti	8,5	26472	3114,35	45,5	0,0019
comune di Calamandrana	8,5	7430	874,12	38	0,0859
comune di Calliano	6,5	5140	790,77	24,5	0,0423
comune di Calosso	8,5	2947	346,71	38	0,0859
comune di Camerano Casasco	8	1534	191,75	31,5	0,067
comune di Canelli	22	72.240	3283,64	42,5	0,2992
comune di Cantarana	11	15000	1363,64	33,5	0,098
comune di Casorzo	8	3685	460,62	28,5	0,0606
comune di Castagnole delle Lanze	12,5	17035	1362,8	31,6	0,1051
comune di Castagnole Monferrato	8,5	5.710	671,77	19,1	0,0432
comune di Castell'Alfero	6,5	6495	999,23	21	0,0363
comune di Castelletto Molina	8,5	1230	144,71	45	0,1017
comune di Castelnuovo Belbo	11	6085	553,18	38	0,1112
comune di Castelnuovo Calcea	8	4875	609,37	33	0,0702
comune di Castelnuovo Don Bosco	13,5	32169	2382,89	46	0,1987
comune di Cellarengo	8,5	2.962	348,41	46	0,1040
comune di Cerreto d'Asti	4	825,5	206,37	40,5	0,0431
comune di Chiusano d'Asti	8	1419	177,37	28,5	0,0606
comune di Cinaglio	8	2631	328,87	30	0,0638
comune di Cisterna d'Asti	7,5	2585	344,67	39	0,0778
comune di Cocconato	8,5	8647,5	1017,35	41	0,0927
comune di Corsione	8	1076,5	134,56	31,3	0,0666
comune di Cortandone	8,5	2326,5	273,71	30	0,0678
comune di Cortanze	8,5	2878,5	338,65	31	0,0701
comune di Cortazzone	10	3634	363,4	34	0,0904
comune di Cortiglione	4	540	135	38,5	0,0410
comune di Cossombrato	8	2724,5	340,56	25	0,0532
comune di Costigliole d'Asti	13	28377,5	2182,88	29,5	0,1020
comune di Cunico	8,5	2251,5	264,88	32,5	0,0735
comune di Dusino San Michele	8	4370	546,25	36	0,0766
comune di Ferrere	10,5	10265	977,62	37	0,1033
comune di Fontanile	8,5	3330	391,77	44	0,0995
comune di Frinco	8,5	5579,5	656,41	28,6	0,0647
comune di Grana	8	2905	363,12	24	0,0511
comune di Grazzano Badoglio	8	2410	301,25	33	0,0702
comune di Incisa Scapaccino	8,5	8845	1040,59	41	0,0927
comune di Isola d'Asti	14	16894,5	1206,75	21,7	0,0808
comune di Mareto	2	6510	3255	35,5	0,0227
comune di Moasca	8	1490	186,25	35	0,0745
comune di Mombaruzzo	8,5	7135	839,41	40,2	0,0909
comune di Mombercelli	10	15184,5	1518,45	24,7	0,0657
comune di Monale	10	12960	1296	31,5	0,0838

comune di Mongardino	8,5	4067	478,47	24	0,0543
COMUNE DI NICHELINO	25	248740	9949,6	46	0,5577
comune di Montafia	7,5	3107	414,27	40,5	0,0808
comune di Montaldo Scarampi	8	4190,5	523,81	24	0,0511
comune di Montechiaro d'Asti	8,5	11623,5	1367,47	32	0,0723
comune di Montegrosso d'Asti	10,5	22454	2138,48	27,7	0,0773
comune di Montemagno	8,5	8380	985,88	22,3	0,0504
comune di Montiglio Monferrato	8,5	7829	921,06	36	0,0814
comune di Moransengo	4	634	158,5	52	0,0553
comune di Nizza Monferrato	22	95960	4361,82	34	0,2393
comune di Passerano Marmorito	5,5	1268,5	230,64	44,5	0,0651
comune di Penango	8	2595	324,37	27,1	0,0577
comune di Piea	8,5	1299	152,82	35	0,0791
comune di Pino d'Asti	7	854	122	46	0,0856
comune di Piovà Massaia	7,5	3150,5	420,07	41	0,0818
comune di Portacomaro	6,5	8320	1280	19,5	0,0337
comune di Quaranti	8,5	1115	131,18	46,3	0,1047
comune di Refrancore	1	800	800	17,3	0,0046
comune di Revigliasco d'Asti	12	16706	1392,17	20,5	0,0654
comune di Robella	4,5	2195,5	487,89	46,8	0,0560
comune di Rocca d'Arazzo	8	3096,5	387,06	21,4	0,0455
comune di Roccaverano	1	1061	1061	60	0,0160
comune di Rocchetta Palafea	22	59030	2683,18	43	0,3027
comune di San Martino Alfieri	7,5	2385	318	33,2	0,0662
comune di San Marzano Oliveto	8	2355	294,37	37	0,0787
comune di San Paolo Solbrito	8,5	6245	734,71	38	0,0859
comune di Scurzolengo	5,5	1965	357,27	18,6	0,0272
comune di Settime	8	1709,5	213,69	28	0,0596
comune di Soglio	8	1483	185,37	33,8	0,0719
comune di Tigliole	5,5	2799	508,91	28	0,0410
comune di Tonco	6,5	3610	555,38	26,5	0,0458
comune di Tonengo	4	564,5	141,12	47	0,0500
comune di Vaglio Serra	8	780	97,5	33,5	0,0713
comune di Valfenera	8,5	12869,5	1514,06	36,3	0,0821
comune di Viale	7,5	1541	205,47	35,5	0,0708
comune di Viarigi	8	4445	555,62	26,5	0,0564
comune di Vigliano d'Asti	8,5	2819,5	331,71	22	0,0497
comune di Villa San Secondo	8	1922	240,25	30,5	0,0649
comune di Villafranca d'Asti	22,5	27900	1240	32,7	0,1957
comune di Villanova d'Asti	53	45225	853,30	39	0,5497
comune di Vinchio	8	1920	240	31,5	0,0670
CAFFE' VALLE SNC	1	300	300	35	0,0093
CIDIU SERVIZI S.P.A.	4	58900	14725	30	0,0319
G.A.I.A.	15	75250	5016,67	40	0,1920
HARD GREEN GIARDINI	1,5	1030	686,67	35	0,0140
RIALTO S.r.l.	4,5	4730	1051,11	45	0,0539

TOSHEV MARJAN	1	610	610	20	0,0053
TR.IN.CO.N.E. TRASPORTO INERTI COSTR.	0,5	29940	59880	50	0,0198

Tabella 3.36: Emissioni mensili indirette di tonnellate equivalenti di CO₂ per scarico rifiuti nel polo di San Damiano derivate dei mezzi operanti sull'Astigiano

I comuni consociati GAIA SpA sono ovviamente gli stessi che risultano nella lista di Valterza, tuttavia alcuni paesi non compaiono tra quelli di San Damiano poichè questi formano con comuni adiacenti un unico punto di raccolta e nella tabella risulta quindi solo un nome dei due comuni in questione. Vi è anche il comune di Nichelino che porta un grosso quantitativo di materiale, dovuto al fatto che questo comune provvede alla raccolta del materiale, mentre il sito di San Damiano si occupa del totale recupero per mezzo del compostaggio, esattamente come avviene a Valterza che porta in siti terzi le grosse quantità di carta raccolte per il loro processo finale di riciclo a carico di altre società. I dati di emissione calcolati e riportati in tabella sono valori mensili, per ottenere i valori annuali basta sommare tutti i contributi e moltiplicare per 12 mensilità, così da ottenere un dato coerente con quanto richiesto dalla GRI-305.

$$t \text{ eq. CO}_2 / \text{anno} = 8,436 t \frac{\text{CO}_2}{\text{mese}} * 12 \text{ mesi} = 101,23 t \text{ CO}_2 / \text{anno}$$

Si nota immediatamente come le emissioni indirette di San Damiano dei mezzi che scaricano rifiuti organici nel sito corrisponda alla metà del totale delle emissioni indirette emesse in atmosfera per i mezzi che scaricano tutti i rifiuti a Valterza. Nonostante la media dei chilometri percorsi per singolo mezzo di San Damiano (33,98 km) sia superiore a quella percorsa dai mezzi di Valterza (29,73).

3.3.3.2.4 Emissioni Indirette Trasferimento Rifiuti da San Damiano

Nel sito vi è una esigua parte di rifiuti che viene trasferita in altre sedi, ovvero che esce dal sito per essere smaltita in diverse sedi. Questo contributo alle emissioni indirette del sito, seppur di ordine molto inferiore al contributo dei mezzi che portano rifiuti nel centro di compostaggio, va comunque conteggiato esplicitamente e separatamente. I rifiuti che vengono smaltiti da altre società, riguardano in gran parte percolato prodotto dal processo di compostaggio. Il percolato non è altro che del liquido formato dall'infiltrazione di acqua nella massa dei rifiuti e/o dalla decomposizione degli stessi. GAIA dispone di mezzi e strutture per captarlo e stoccarlo, ma non vi è modo di trattarlo specificatamente, per cui viene trasferito in impianti di società terze per la sua bonifica. Oltre al percolato vi sono anche una parte di rifiuti che vengono portati a San Damiano che non possono essere smaltiti o compostati, per cui questi vengono trasferiti al sito di Cerro Tanaro.

Destinatario	N° Viaggi	Quantità Kg	Kg Viaggio	Km	tCO2/2mesi
CORDAR VALSESIA S.P.A.	4	120480	30120	140	0,4386
GAIA S.p.A. - CERRO TANARO - DISCARICA	18	384400	21355,56	35	0,4934
SiSi srl	8	238860	29857,5	10	0,0626

Tabella 3.37: Emissioni mensili indirette di tonnellate equivalenti di CO₂ per carico e trasporto rifiuti dal polo di San Damiano verso altri centri di recupero

L'ammendante compostante prodotto dal sito di compostaggio viene venduto ai privati, sopra una certa quantità si applica un prezzo di mercato correlato di regolare fattura, mentre per quantità esigue, al di sotto di una certa soglia, viene consegnato gratuitamente, questo avviene soprattutto per i piccoli coltivatori locali che fanno richieste di quantità davvero piccolissime rispetto alle tonnellate vendute ai grandi gruppi privati o società. Anche questo processo ricade nella casistica menzionata dalla linea guida GRI come emissioni indirette, e quindi va valutato e quantificato ai fini delle emissioni dei mezzi che vengono a ritirare il compost del sito di San Damiano. Per questa valutazione non vi è alcun registro dei mezzi impiegati, né la loro destinazione, nonostante si abbia come requisito alla vendita la residenza nei comuni consociati di GAIA, per cui si conosce il bacino di utenza e tutti i possibili comuni di destinazione. I registri riportano esclusivamente la quantità di materiale venduto e le relative fatture se si tratta acquisti di considerevoli quantità. Per ottenere una quantificazione oggettiva e affidabile non si è potuto fare altro che operare un campionaggio nei pressi della pesa ad ingresso del sito, e valutare dalle intestazioni delle fatture le sedi delle società o privati che hanno effettuato acquisti di grossa taglia. In questa maniera si è risaliti alla media di chilometri che vengono percorsi dal sito di San Damiano alle sedi indicate dalle fatture, e dalle destinazioni dei piccoli privati che si presentano personalmente nel sito. Conoscendo poi il totale del numero di utenti che hanno effettuato un acquisto dal sito di compostaggio durante tutto l'anno precedente, si è risaliti al totale di chilometri percorsi annualmente per il trasporto del compost:

$$tot\ km\ percorsi = numero\ acquisti * \frac{km}{singolo\ acquisto}$$

Conoscendo poi la quantità di materiale venduto si sono fatte ipotesi sulla tipologia di mezzi impiegati al trasporto, valutazione implementata anche dall'attività di campionaggio all'ingresso del centro di compostaggio. Facendo poi riferimento ai valori indicati dall'ISPRA si è risaliti al coefficiente di emissione di gas ad effetto serra per ogni chilometro percorso ed infine al totale di tonnellate equivalenti di CO₂ emesse annualmente:

$$t\ eq.\ CO_2 / anno = tot\ km\ percorsi * \frac{\frac{g\ CO_2}{km} + \left(25 * \frac{g\ CH_4}{km}\right) + \left(298 * \frac{g\ N_2O}{km}\right)}{1000000}$$

Vengono quindi riportati in tabella i valori finali su base annua, non mensile, calcolati:

Utenti Acquirenti Ammendante Compostante all'anno	946
Percorso medio (Km) acquirenti	21
Km totali percorsi annualmente	19866
g CO ₂ /km (light commercial vehicle conventional < 3,5 t)	262,5
g CH ₄ /km (light commercial vehicle conventional < 3,5 t)	0,00055
g N ₂ O/km (light commercial vehicle conventional < 3,5 t)	0,0116
TOT t eq CO ₂ /km (Considerati valori GWP)	0,00027
ton CO ₂ /anno per i km percorsi dai mezzi	5,284

Tabella 3.38: Emissioni indirette dovute ai mezzi di trasporto privati, conseguenti alla vendita del compost.

Questa risulta essere l'ultima valutazione possibile per il sito di San Damiano, per quanto riguarda le emissioni indirette del sito operativo. Sommando le 4 componenti valutate si raggiungono un totale di 112,72 tonnellate equivalenti di CO₂ emesse ogni anno indirettamente dal centro di compostaggio di GAIA SpA.

3.3.3.2.5 Emissioni Indirette Trasferimento Rifiuti da Valle Manina

Anche nel sito di Valle Manina vi è la medesima problematica legata al percolato che si manifesta a San Damiano, e anche in questo caso, il liquido viene drenato, captato, stoccato, ed infine mandato al sito più idoneo per la sua bonifica e smaltimento. Il percolato di Valle Manina viene spedito completamente in un impianto situato a Govone, poco distante dal polo gestito da GAIA, con mezzi di grossa taglia, categorizzati ai fini della corrispondenza dei coefficienti di emissione ISPRA come "Heavy Duty Truck Rigid 14-20 tonnellate", con coefficienti di emissioni mediati tra quelli indicati come "Totali" e "Urban", per via del percorso che compiono per raggiungere l'impianto di smaltimento. In questo sito si hanno a registro tutti i viaggi compiuti annualmente e si è a conoscenza della precisa destinazione, per cui la valutazione è semplice e immediata:

$$t \text{ eq. CO}_2 / \text{anno} = n \text{ viaggi} * km \text{ distanza} * \frac{\frac{g \text{ CO}_2}{km} + \left(25 * \frac{g \text{ CH}_4}{km}\right) + \left(298 * \frac{g \text{ N}_2\text{O}}{km}\right)}{1000000}$$

Ed in questo caso la produzione di percolato è strettamente legata agli eventi atmosferici annuali e allo stato dell'impianto, per cui è stato doveroso fare una valutazione sull'ultimo triennio ai fini del bilancio di sostenibilità:

	2014	2015	2016
Numero trasferimenti all'anno	96	83	29
Destinazione Percolato	Govone		
km Percorsi da VALLE MANINA a Destinazione	20		
Heavy Duty Truck Rigid 14-20 t	g CO ₂ /km		617,5
	g CH ₄ /km		0,0051
	g N ₂ O/km		0,0326
	TOT tCO ₂ /km		0,00063
ton. eq CO ₂ /anno per i km percorsi dai mezzi	1,204	1,041	0,364

Tabella 3.39: Emissioni indirette dovute ai mezzi di trasporto che trasferiscono il percolato di Vallemanina

3.3.3.2.6 Emissioni Indirette Ecostazioni

L'ultima valutazione di emissioni indirette di GAIA riguarda i centri di raccolta dislocati su tutto il territorio Astigiano. In questi centri qualsiasi privato che abbia la residenza sul territorio consociato e circoscritto all'ecostazione di riferimento, può portare i propri rifiuti e seguendo le indicazioni degli operatori presenti nel sito, depositarli nel più idoneo spazio previsto a seconda della natura e ingombro del rifiuto. Questi centri portano un'emissione indiretta di gas serra nell'ambiente dovuta ai gas di scarico dei mezzi che utilizzano i cittadini per il trasporto dei propri rifiuti. Si tratta principalmente di mezzi di piccola e media taglia anche commerciali, che però, a fronte di un bacino di utenza molto vasto, porta ad un flusso di mezzi considerevole e conseguenti emissioni per nulla trascurabili,

nonostante la numerosa e capillare presenza di ecocentri che porta i privati a percorrere pochissimi chilometri per raggiungerli. Ognuno dei 10 siti provvede a registrare ogni entrata, la sua provenienza e classifica il mezzo utilizzato secondo tre canoni: auto, furgone o camion. Questa distinzione è di fondamentale importanza per risalire ai coefficienti di emissione dei mezzi valutati dall'ISPRA. La corrispondenza dei mazzi indicati come semplici auto sono state corrisposte a "passenger car 1.4-2.0" dei registri ISPRA, con alimentazione diesel e tecnologia Euro 5, un buon compromesso estrapolato da un'attività di campionaggio in uno dei centri di raccolta. Con furgone è stato corrisposto "light commercial vehicle < 3,5 t", con alimentazione diesel e tecnologia sempre Euro 5, per i camion si è optato per "heavy duty truck rigid 7,5-12 t" con le stesse alimentazioni e tecnologie utilizzate per i due mezzi precedenti. Di seguito si riportano le emissioni utilizzate per i calcoli. Anche in questo caso i valori sono stati mediati tra quelli indicati come "totali" e "urban" nella pubblicazione annuale rilasciata dall'istituto:

TIPOLOGIA MEZZI (diesel Euro 5)	Indice Emissione CO ₂ g/km (Media U+TOTALE)	Indice Emissione CH ₄ g/km (Media U+TOTALE)	Indice Emissione N ₂ O g/km (Media U+TOTALE)
Heavy Duty Truck Rigid 7,5-12 t	437,2	0,0012	0,0172
Light Commercial Vehicles <3,5 t	315	0,0021	0,0165
Passenger Cars 1.4-2.0	187,5	0,00245	0,01665

Tabella 3.40: Coefficienti di emissione dei mezzi che transitano presso le ecostazioni, dati ISPRA ai fini dei calcoli Scope 3.

Si riporta ora il registro di scarico dell'ecostazione di Bubbio (la più recente, aperta solo nel 2016) per mostrare i calcoli eseguiti per tutti i centri. Questo sito presenta i dati solo dal 2016 in avanti per ovvi motivi, tuttavia per le altre 9 è stato sviluppato il calcolo sul triennio 2014-2016 al fine della pubblicazione del bilancio di sostenibilità. Si anticipa che il calcolo dei km complessivi coperti dai mezzi è stato calcolato come segue:

$$Km\ Totali = Numero\ ingressi * Km\ distanza\ comune_ecocentro$$

Ecostazione e Comuni Soggetti	Km Distanza Ecocentro	Totale numero ingressi complessivo 2016	Totale Km 2016
BUBBIO		1.861	9259
COMUNE DI BUBBIO	2	741	1482
COMUNE DI CASSINASCO	6	138	828
COMUNE DI CASTEL BOGLIONE	16	28	448
COMUNE DI CASTEL ROCCHERO	21	21	441
COMUNE DI CESSOLE	8	125	1000
COMUNE DI LOAZZOLO	9	96	864
COMUNE DI MONASTERO BORMIDA	2,5	432	1080

COMUNE DI MONTABONE	15,5	32	496
COMUNE DI OLMO GENTILE	19	5	95
COMUNE DI ROCCAVERANO	15	20	300
COMUNE DI ROCCHETTA PALAFAEA	12	38	456
COMUNE DI SAN GIORGIO SCARAMPI	15	6	90
COMUNE DI SEROLE	25	1	25
COMUNE DI SESSAME	7,2	80	576
COMUNE DI VESIME	11	98	1078

Tabella 3.41: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Bubbio

Si riporta anche il numero e tipologia di mezzi registrati nel sito:

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
955	265	641	0,5132	0,1424	0,3444

Tabella 3.42: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Bubbio

Con le percentuali di presenza delle tipologie di mezzi nel centro, e con il totale dei chilometri percorsi per raggiungere l'ecostazione si risale alla quantità di chilometri percorsi da ogni tipologia di mezzi di trasporto impiegato:

$$Km\ Auto = 0,513165 * Totale\ Km\ 2016 = 4751,4\ Km$$

$$Km\ Furgoni = 0,1423966 * Totale\ Km\ 2016 = 1318,45\ Km$$

$$Km\ Camion = 0,3444385 * Totale\ Km\ 2016 = 3189,16\ Km$$

Ed infine si moltiplica per i coefficienti di emissione identificati nella tabella proposta a inizio capitolo per il calcolo finale delle tonnellate equivalenti di CO₂ emesse annualmente (convertendo opportunamente con i valori di GWP).

$$t\ eq.\ CO_2 / anno\ Auto = km\ auto * \frac{\frac{g\ CO_2}{km} + \left(25 * \frac{g\ CH_4}{km}\right) + \left(298 * \frac{g\ N_2O}{km}\right)}{1000000}$$

Lo stesso vale per i furgoni e camion ed infine si sommano i tre contributi. Questo procedimento viene applicato a tutte le ecostazioni e in tutti gli anni di riferimento per il BdS.

Per la stazione di Bubbio si ricavano i seguenti valori di emissioni totali:

	2016
Tot t eq CO ₂ /anno EcoStaz. Bubbio	2,747

Tabella 3.43: Emissioni annuali ecostazione di Bubbio

Si procede ora con le altre nove ecostazioni Astigiane:

	Km Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
CALLIANO		3153	12698	3503	16065,5	3.911	17617,5
COMUNE DI CALLIANO	0,5	1700	850	1713	856,5	1.933	966,5

COMUNE DI CASTELL'ALFERO	7	894	6258	897	6279	1.043	7301
COMUNE DI PORTACOMARO	10	392	3920	651	6510	644	6440
COMUNE DI TONCO	10	167	1670	242	2420	291	2910

Tabella 3.44: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Calliano

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
2146	861	904	0,549	0,221	0,231

Tabella 3.45: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Calliano

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. CALLIANO	3,534	4,471	4,903

Tabella 3.46: Emissioni annuali ecostazione di Calliano

	KM Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
CANELLI		8278	24834	9100	27300	10.772	33428,5
COMUNE DI CANELLI	3	8278	24834	9100	27300	10.269	30807
COMUNE DI MOASCA	5,5		0		0	213	1171,5
COMUNE DI SAN MARZANO OLIVETO	5		0		0	290	1450

Tabella 3.47: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Canelli

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
8736	1104	932	0,811	0,102	0,086

Tabella 3.48: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Canelli

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. CANELLI	5,642	6,203	7,595

Tabella 3.49: Emissioni annuali ecostazione di Canelli

	KM Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
CASTELLO D'ANNONE		5450	22891,5	5129	22383,5	5.206	22494,4
COMUNE DI AZZANO D'ASTI	5,6	123	688,8	84	470,4	101	565,6

COMUNE DI CASTELLO DI ANNONE	0,8	1428	1142,4	1238	990,4	1.288	1030,4
COMUNE DI CERRO TANARO	4,5	1190	5355	1194	5373	1.181	5314,5
COMUNE DI ROCCA D'ARAZZO	3,7	569	2105,3	531	1964,7	547	2023,9
COMUNE DI ROCCHETTA TANARO	5,0	1560	7800	1447	7235	1.466	7330

Tabella 3.50: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Castello D'Annone

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
3832	311	972	0,736	0,06	0,187

Tabella 3.51: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Castello D'Annone

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. CASTELLO	5,572	5,449	5,476

Tabella 3.52: Emissioni annuali ecostazione di Castello D'Annone

	KM Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
COSTIGLIOLE D'ASTI		8626	22101,9	8976	23362,1	9.108	22866,25
COMUNE DI CALOSSO	10,0	304	3040	266	2660	326	3260
COMUNE DI CASTAGNOLE DELLE LANZE	6,2	1253	7768,6	1383	8574,6	1.569	9727,8
COMUNE DI COAZZOLO	9,6	40	384	64	614,4	56	537,6
COMUNE DI COSTIGLIOLE D'ASTI	0,65	6322	4109,3	6534	4247,1	6.569	4269,85
COMUNE DI MOASCA	12,0	78	936	110	1320	34	408
COMUNE DI MONTEGROSSO D'ASTI	8,0	493	3944	477	3816	521	4168
COMUNE DI SAN MARZANO OLIVETO	15,0	128	1920	142	2130	33	495

Tabella 3.53: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Costigliole

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
7547	638	937	0,829	0,07	0,103

Tabella 3.54: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Costigliole

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. COSTIGLIOLE	5,027	5,314	5,201

Tabella 3.55: Emissioni annuali ecostazione di Costigliole

	KM Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
CASTELNUOVO D.B.		7803	36103,3	7968	37548,3	8.410	40467,5
COMUNE DI ALBUGNANO	6,4	391	2502,4	436	2790,4	415	2656
COMUNE DI ARAMENGO	14,7	206	3028,2	226	3322,2	253	3719,1
COMUNE DI BERZANO SAN PIETRO	9,0	272	2448	349	3141	265	2385
COMUNE DI BUTTIGLIERA D'ASTI	3,0	1659	4977	1733	5199	1.884	5652
COMUNE DI CAPRIGLIO	6,4	228	1459,2	240	1536	268	1715,2
COMUNE DI CASTELNUOVO DON BOSCO	1,5	3328	4992	3343	5014,5	3.434	5151
COMUNE DI CERRETO D'ASTI	8,0	325	2600	228	1824	329	2632
COMUNE DI CORTAZZONE	14,0	178	2492	207	2898	252	3528
COMUNE DI MONTAFIA	12,0	555	6660	594	7128	713	8556
COMUNE DI MORANSENGO	25,0	12	300	16	400	13	325
COMUNE DI PASSERANO MARMORITO	7,7	481	3703,7	456	3511,2	418	3218,6
COMUNE DI PINO D'ASTI	5,6	168	940,8	140	784	166	929,6

Tabella 3.56: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Castelnuovo

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
5692	1332	1386	0,677	0,158	0,165

Tabella 3.57: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Castelnuovo

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. CASTELNUOVO	9,166	9,533	10,274

Tabella 3.58: Emissioni annuali ecostazione di Castelnuovo

	KM Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
MOMBERCELLI		5039	23752,4	5370	25509,5	5.290	25678,9
COMUNE DI AGLIANO TERME	7,3	654	4774,2	668	4876,4	732	5343,6
COMUNE DI BELVEGLIO	4,4	232	1020,8	217	954,8	276	1214,4
COMUNE DI CASTELNUOVO CALCEA	8,5	274	2329	343	2915,5	333	2830,5
COMUNE DI ISOLA D'ASTI	8,4	398	3343,2	486	4082,4	497	4174,8
COMUNE DI MOMBERCELLI	1,6	2061	3297,6	2180	3488	2.077	3323,2
COMUNE DI MONGARDINO	11,0	202	2222	222	2442	194	2134
COMUNE DI MONTALDO SCARAMPI	4,2	564	2368,8	605	2541	504	2116,8
COMUNE DI ROCCA D'ARAZZO	9,4	0	0	0	0	0	0
COMUNE DI VAGLIO SERRA	13,0	108	1404	81	1053	99	1287
COMUNE DI VIGLIANO D'ASTI	6,4	282	1804,8	316	2022,4	344	2201,6
COMUNE DI VINCHIO	4,5	264	1188	252	1134	234	1053

Tabella 3.59: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Mombercelli

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
4134	318	838	0,781	0,06	0,158

Tabella 3.60: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Mombercelli

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. MOMBERCELLI	5,695	6,116	6,157

Tabella 3.61: Emissioni annuali ecostazione di Mombercelli

	KM Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
MONTIGLIO MONFERRATO		3454	13907,9	3488	13846,6	3.775	15732,2
COMUNE DI COCCONATO	5,9	824	4861,6	766	4519,4	834	4920,6
COMUNE DI CUNICO	5,6	268	1500,8	255	1428	302	1691,2
COMUNE DI MONTIGLIO MONFERRATO	2	1805	3068,5	1867	3173,9	1.910	3247
COMUNE DI PIOVA' MASSAIA	8,0	280	2240	295	2360	386	3088
COMUNE DI ROBELLA	7,1	236	1675,6	271	1924,1	286	2030,6
COMUNE DI TONENGO	11,6	19	220,4	22	255,2	33	382,8
COMUNE DI VIALE	15,5	22	341	12	186	24	372

Tabella 3.62: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Montiglio Monferrato

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
2562	433	780	0,679	0,115	0,207

Tabella 3.63: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Montiglio Monferrato

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. MONTIGLIO	3,599	3,583	4,071

Tabella 3.64: Emissioni annuali ecostazione di Montiglio Monferrato

	KM Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
SAN DAMIANO D'ASTI		33184	50204,1	33280	54979,6	31.748	61181,4
COMUNE DI ANTIGNANO	11,5	505	5807,5	661	7601,5	728	8372
COMUNE DI CELLE ENOMONDO	8,0	290	2320	385	3080	408	3264
COMUNE DI CISTERNA D'ASTI	7,5	1056	7920	1159	8692,5	1.295	9712,5
COMUNE DI REVIGLIASCO D'ASTI	11,6	186	2157,6	238	2760,8	250	2900
COMUNE DI SAN DAMIANO D'ASTI	0,50	29182	14591	28748	14374	26.360	13180
COMUNE DI SAN MARTINO ALFIERI	7,2	661	4759,2	717	5162,4	1.002	7214,4

COMUNE DI TIGLIOLE	9,7	1304	12648,8	1372	13308,4	1.705	16538,5
-----------------------	-----	------	---------	------	---------	-------	---------

Tabella 3.65: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di San Damiano

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
25362	3586	2800	0,799	0,113	0,0882

Tabella 3.66: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di San Damiano

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. SAN DAMIANO	11,494	12,588	14,008

Tabella 3.67: Emissioni annuali ecostazione di San Damiano

	KM Distanza	Totale ingressi 2014	Totale Km 2014	Totale ingressi 2015	Totale Km 2015	Totale ingressi 2016	Totale Km 2016
VILLANOVA		13028	113464,6	12027	105295,6	12.608	111324,80
COMUNE DI CELLARENGO	17,0	49	833	50	850	49	833
COMUNE DI DUSINO SAN MICHELE	10,0	1007	10070	978	9780	1.020	10200
COMUNE DI FERRERE	18,0	309	5562	338	6084	403	7254
COMUNE DI SAN PAOLO SOLBRITO	10,0	2141	21410	1926	19260	1.957	19570
COMUNE DI VALFENERA	11,9	1496	17802,4	1368	16279,2	1.570	18683
COMUNE DI VILLANOVA D'ASTI	7	8026	57787,2	7367	53042,4	7.609	54784,8

Tabella 3.68: Registro mezzi entranti e chilometri percorsi per l'ecostazione di Villanova

Auto	Furgoni	Camion	A / Totale 2016	F / Totale 2016	C / Totale 2016
9812	1321	1475	0,778	0,105	0,117

Tabella 3.69: Registro tipologia dei mezzi entranti ecostazione di Villanova

	2014	2015	2016
Tot t eq CO2/anno EcoStaz. VILLANOVA	26,676	24,755	26,173

Tabella 3.70: Emissioni annuali ecostazione di Villanova

Si riportano di seguito i valori annuali di emissioni di tutte le ecostazioni sommate:

TOTALE CO2 EMESSA ANNUALMENTE nel 2014 DA ECOSTAZIONI ton eq CO₂/anno		76,406
TOTALE CO2 EMESSA ANNUALMENTE nel 2015 DA ECOSTAZIONI ton eq CO₂/anno		78,011
TOTALE CO2 EMESSA ANNUALMENTE nel 2016 DA ECOSTAZIONI ton eq CO₂/anno		86,604

Tabella 3.71: Emissioni annuali totali ecostazioni Astigiane

Sommando i contributi valutati fino ad ora per l'ultimo Scope si ricavano 510,7 tonnellate equivalenti di CO₂ emessa nel 2016, 502,7 nel 2015 e 501,3 nel 2014. Si rimanda al paragrafo successivo per le analisi complessive e i confronti annuali di tutti e tre gli Scope valutati.

3.4 Analisi Conclusiva

Richiamando i valori ottenuti dall'analisi di emissioni proposta dalla linea guida GRI-305 risulta evidente come la parte più critica per l'ambiente è rappresentata dallo Scope 1:

	2014	2015	2016
TONNELLATE/ANNO CO₂ SCOPE 1	11517,85	11649,19	15776,72

Tabella 3.72: Valori finali annuali Scope 1

Lo Scope 1 rappresenta le emissioni dirette rilasciate in atmosfera dall'azienda, e i contributi più gravosi derivano dalla decomposizione del materiale organico per la formazione del compost, e le emissioni fuggitive della discarica di Cerro Tanaro.

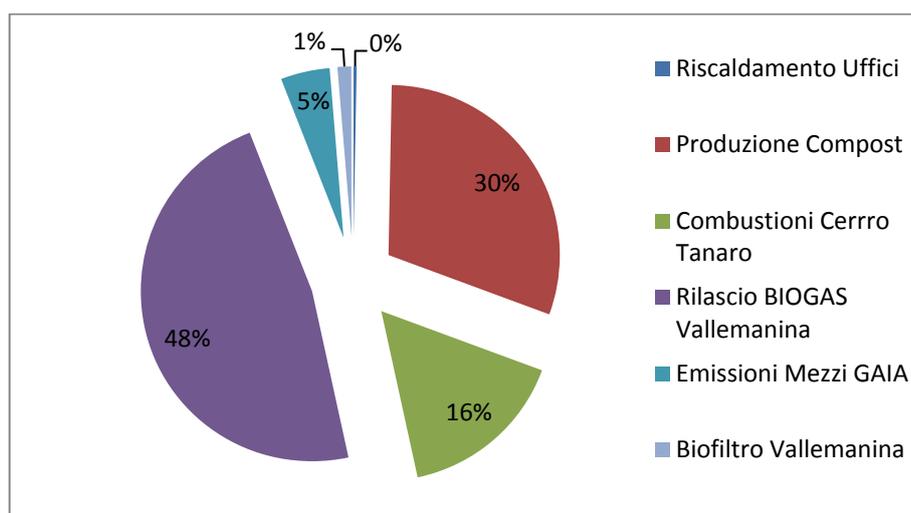


Grafico 1.1: Percentuali componenti Scope 1 2016

Come menzionato nel capitolo specifico, l'anno 2016 è stato molto problematico per il sito di Vallemanina, vi sono stato diversi malfunzionamenti dei condotti di drenaggio e captazione che hanno portato a emissioni fuori dalla norma, si parla di oltre il doppio dei

precedenti due anni. Tali problematiche sono state risolte agli inizi dell'anno 2017 per cui la percentuale corrispondente a Vallemanina, tornerà negli anni prossimi ad assestarsi al di sotto dei valori dovuti alla formazione del compost a San Damiano, come registrato per gli anni 2015 e 2014.

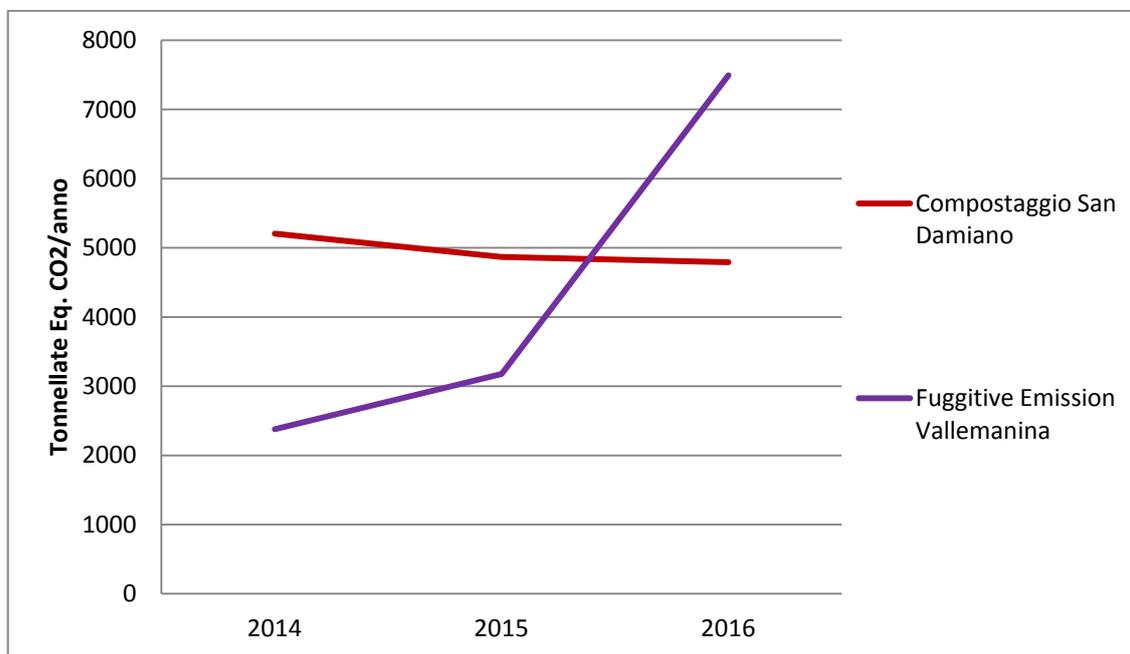


Grafico 1.2: Andamento annuale emissioni San Damiano (compost) e Vallemanina (emissione Biogas)

Anche l'incremento vertiginoso riscontrato nel calcolo totale dello Scope 1 è da imputarsi quasi esclusivamente a queste anomalie verificate in discarica.

Per quanto riguarda lo Scope 2 l'andamento di emissioni è consolidato in aumento di anno in anno, conseguenza ovvia e diretta dell'aumento di richiesta di energia elettrica:

	2014	2015	2016
TONNELLATE/ANNO CO₂ SCOPE 2	1533,62	1708,90	1888,75

Tabella 3.73: Valori finali annuali Scope 2

A parità di consumi energetici, si potrebbe optare per un fornitore di energia elettrica che venda energia prodotta con un mix energetico di tecnologie più rinnovabili, il fornitore attuale dichiara una percentuale del 36% di tecnologia rinnovabile nella propria fornitura energetica contro il 43% utilizzato nel mix nazionale di produzione elettrica.

Questo basterebbe per diminuire di qualche centinaio di tonnellata equivalente all'anno la CO₂ emessa.

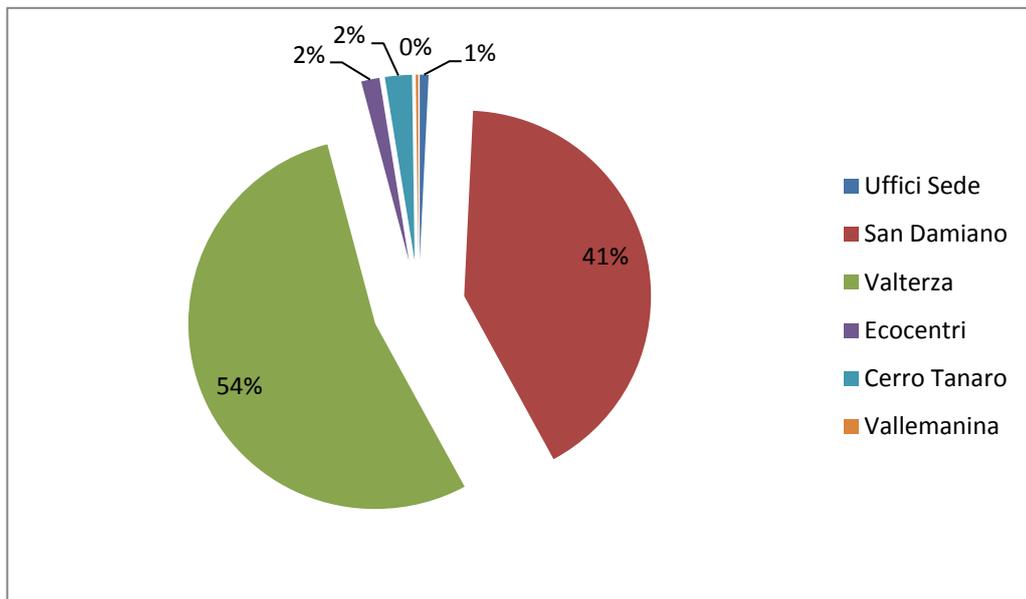


Grafico 1.3: Consumi percentuali di energia elettrica sedi GAIA.

Come è logico presupporre, andando a vedere i siti GAIA che più consumano energia elettrica (unica forma di energia acquistata dall'azienda), vediamo che i siti più grandi consumano giustamente la fetta maggiore di elettricità. Se si vuole attuare politiche di risparmio o interventi atti a migliorare l'efficienza energetica, questi due siti sono quelli su cui ci si deve concentrare. Verranno analizzate nei capitoli successivi delle eventuali proposte di intervento con queste finalità. Si ricorda che l'energia elettrica consumata dai maggiori siti operativi non è impiegata negli uffici di gestione, ma dai motori elettrici dei macchinari e, soprattutto per quanto riguarda San Damiano, nei numerosi ventilatori installati.

Per quanto riguarda lo Scope 3 vi è una parte della valutazione considerata costante negli anni e una invece variabile. Avendo verificato negli anni lo stesso numero di scarichi di rifiuti nei siti di Valterza e San Damiano e lo stesso numero di trasferimento di materiale verso siti terzi (circa), si è considerato costante il valore ottenuto sulla base dei dati 2016, per quanto riguarda il trasporto e lo scarico materiale per quanto riguarda la raccolta porta a porta. Per gli anni a venire il valore potrà essere mantenuto costante a patto che i mezzi impiegati siano gli stessi sia per quanto riguarda il numero, sia per quanto riguarda gli specifici modelli. Ovvero, Se in futuro vi saranno nuovi soci, oppure vi saranno nuovi acquisti di mezzi o sostituzione in parte degli stessi con mezzi più recenti, vi saranno alcune variabili da rivalutare e i valori ottenuti non potranno che aumentare nel tempo. La parte variabile negli anni invece è dovuta ai trasporti di percolato, che dipende strettamente dall'anzianità dei siti di raccolta e dalle condizioni meteorologiche dell'anno, e anche le ecostazioni sono da considerarsi variabili nel tempo poiché non dipendono da alcuna variabile controllata da GAIA, per cui ogni anno è opportuno valutare il numero di scarichi avvenuti e ricalcolarne il contributo sul valore totale. Queste ultime non costituiscono la

fetta maggiore delle emissioni dello Scope 3, ma costituiscono comunque un valore per niente trascurabile.

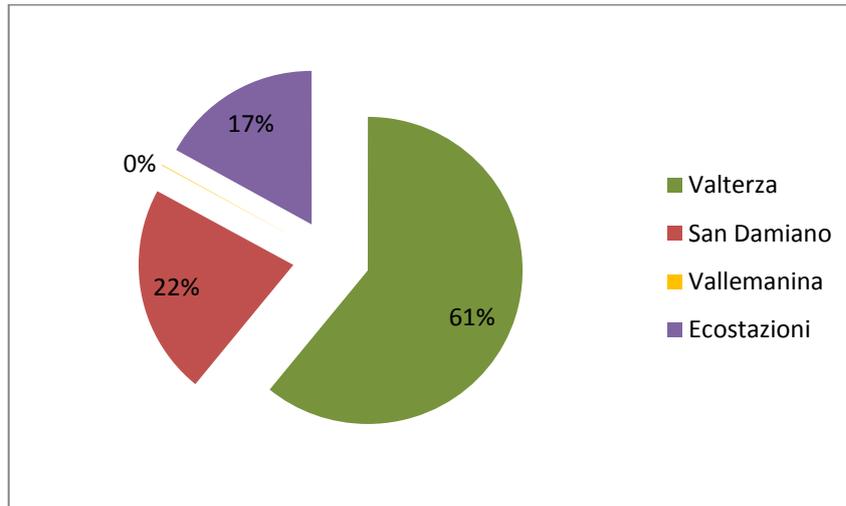


Grafico 1.4: Consumi percentuali di energia elettrica sedi GAIA.

	2014	2015	2016
TONNELLATE/ANNO CO₂ SCOPE 3	501,344	502,786	510,702

Tabella 3.74: Valori finali annuali Scope 3

Si può notare un leggero aumento negli anni delle emissioni, ma l'aumento è davvero molto esiguo, dell'ordine del 1,5% per quanto riguarda 2015-2016. Ad ogni modo, lo Scope 1 è il contributo più pesante per quanto riguarda la valutazione annuale delle emissioni annuali di CO₂ di una azienda seguendo la linea guida GRI-305, corrisponde all'87% delle emissioni totali.

Capitolo IV

ISO 50001 e Risparmio Energetico

Conclusa la valutazione delle emissioni annuali di CO₂ in atmosfera, risulta evidente come il consumo di energia elettrica rivesta un ruolo non marginale nella valutazione dell'impatto ambientale di una società. Per l'anno 2016 lo Scope 2 risulta di 1888 tonnellate equivalenti di CO₂ contro le appena 510 tonnellate equivalenti dello Scope 3. Questo mette in risalto il fatto che l'inquinamento derivato dall'approvvigionamento di energia elettrica di G.A.I.A. è maggiore delle emissioni di anidride carbonica di tutti i mezzi pesanti che circolano sul suolo Astigiano (e non) per raccogliere e trasportare rifiuti. Nell'ottica di migliorare la performance ambientale dell'azienda e ridurre le emissioni annuali di gas ad effetto serra, in prima analisi si cercherebbe di operare nel campo dove vengono registrate le maggior quantità di sostanze emesse, ossia nel campo dello Scope 1, tuttavia i fenomeni presi in analisi dallo stesso, non permettono grossi margini di azione, l'unica vera soluzione sarebbe limitare la produzione di rifiuti dei cittadini Astigiani, che purtroppo non rientra nelle possibilità della società, non direttamente almeno. G.A.I.A. infatti, è da sempre impegnata in campagne di sensibilizzazione a favore dei temi più cari all'ambiente, alla riduzione di produzione di rifiuti e ad una loro maggior differenziazione e nel tempo si è certi che queste tematiche verranno sempre più condivise e comprese. Per limitare le emissioni annuali di CO₂, allora si passa a valutare possibili azioni nel campo dello Scope 2. Per ridurre l'approvvigionamento di energia ci si focalizza naturalmente sulla riduzione dei consumi aziendali, certi di portare anche un vantaggio economico al bilancio annuale nel lungo periodo (4-6 anni). Nel quadro normativo europeo è stato introdotto un documento riguardante i sistemi di gestione dell'energia, l'edizione in vigore porta come data ottobre 2011 ed ha sostituito la UNI CEI EN 16000 (che ha visto la luce in Italia nel luglio del 2009): si sta parlando della l'UNI CEI EN ISO 50001. Tale norma specifica i metodi per creare, avviare, mantenere e migliorare un Sistema di Gestione dell'Energia (SGE). L'obiettivo di tale sistema è di consentire che un'organizzazione persegua, con un approccio sistematico, il miglioramento continuo della propria prestazione energetica comprendendo in questa l'efficienza energetica degli impianti nonché il consumo e l'uso dell'energia. I benefici attesi da tale norma sono:

- l'ottimizzazione dei costi gestionali;
- la riduzione delle emissioni/degli impatti;
- la sensibilizzazione all'uso razionale ed efficiente dell'energia;

Il primo passo di tale sistema consiste nella diagnosi (audit) energetica per meglio definire gli interventi che si potrebbero realizzare. La seconda fase consiste nella politica energetica, cioè serve a definire per un'azienda le priorità in ambito energetico, seguita subito dopo dalla pianificazione energetica (terza fase), che consiste nel definire una programmazione cronologica a lungo termine degli interventi che devono essere eseguiti. Segue poi la fase di intervento in cui si eseguono le azioni indicate dalla proprietà ed

infine vi è la fase di monitoraggio (attuato tramite l'energy management) che serve a verificare se gli obiettivi siano stati raggiunti oppure se siano necessarie delle azioni di correzione, dunque una revisione dei criteri guida che influenzano la politica energetica. Nella stessa normativa viene proposto uno schema grafico che sintetizza l'intero procedimento appena descritto:

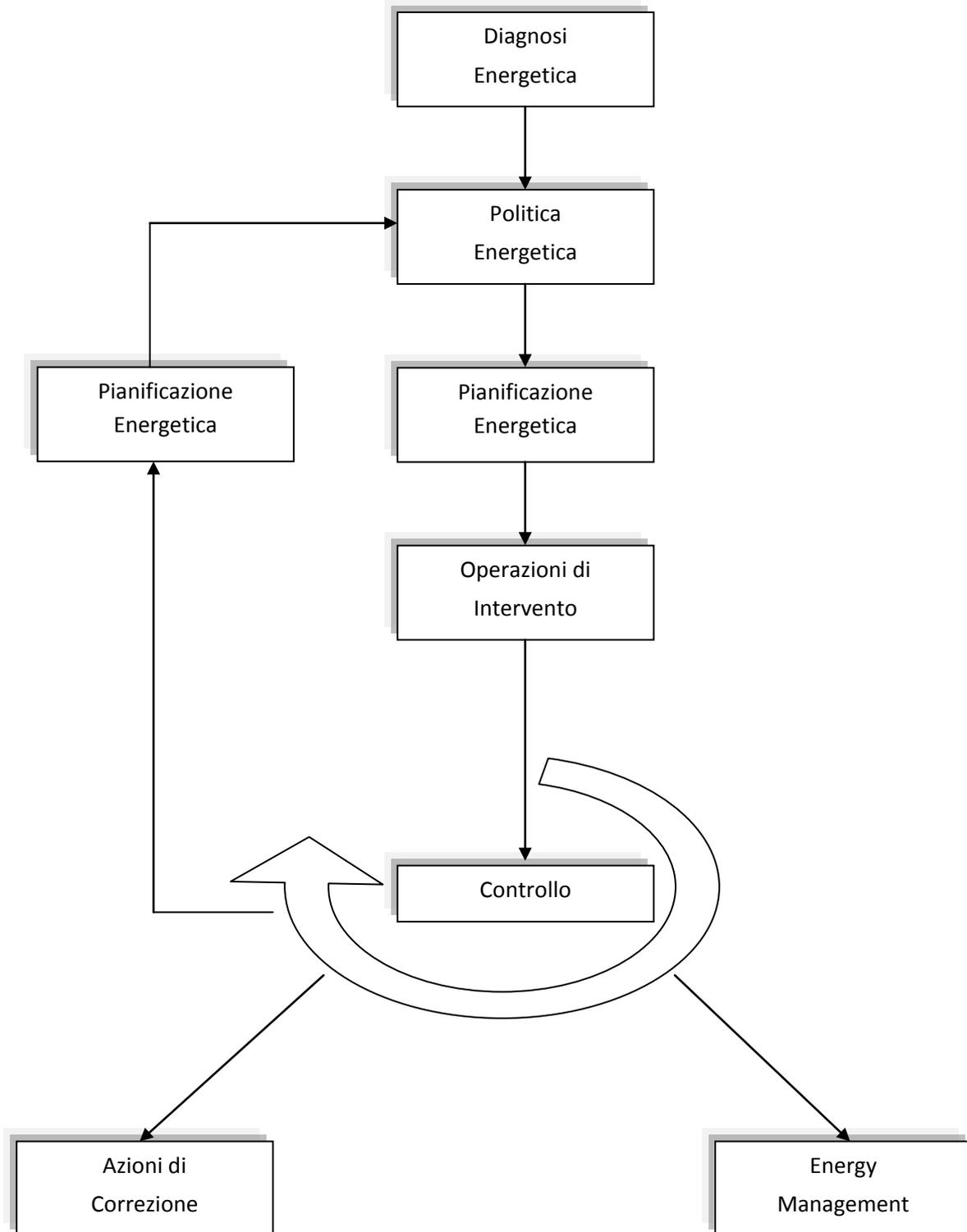


Grafico 5.1: Schema operativo di un SGE (norma ISO 50001).

4.1 Analisi Energetica G.A.I.A.

Come riportato dalla normativa si comincia con l'analisi energetica della società nelle sue molteplici sedi e processi produttivi. Gran parte di questa preliminare analisi è stata svolta per il calcolo dello Scope 2 per l'applicazione della GRI-305 per cui vengono riportati i valori finali ottenuti da tale analisi (per quanto riguarda il solo anno solare 2016):

Uffici Sede	2016
Consumo annuale energia elettrica kWh	40064,00
San Damiano	
Consumo annuale energia elettrica kWh	2184262,00
Valterza	
Consumo annuale energia elettrica kWh	2844826,00
Ecostazioni	
Consumo annuale energia elettrica kWh	82975,00
Cerro Tanaro	
Consumo annuale energia elettrica kWh	122558,00
Vallemanina	
Consumo annuale energia elettrica kWh	11833,00
Totale consumi energia elettrica [kWh/anno]	5286518,00

Tabella 4.1: Consumo energia elettrica dei complessi di G.A.I.A.

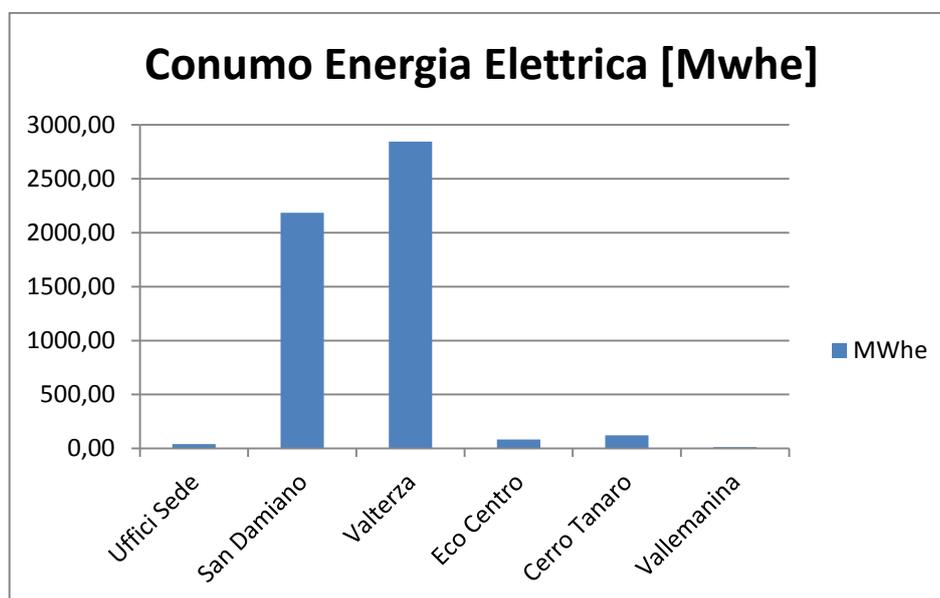


Grafico 4.1: Istogramma consumi di energia elettrica dei complessi di G.A.I.A.

Dall'ultimo grafico risulta evidente quali siano i siti operativi dove è necessario adottare soluzioni mirate al risparmio energetico per ridurre i consumi e di conseguenza le emissioni: San Damiano e Valterza. Operando un taglio anche minimo in termini percentuali dei consumi elettrici in questi due siti, si potranno ottenere significativi risultati in termini economici ed ambientali. Basti pensare che una bolletta per la fornitura di

energia elettrica solamente di San Damiano viene a costare mediamente 10.500 euro al mese, quella di Valterza intorno a 25.000 euro.

Quando si tratta di energia il primo vettore a cui si pensa è sempre l'energia elettrica, tuttavia, in un contesto industriale complesso come quello della società in esame, l'energia elettrica non è la sola componente da prendere in analisi, e nella diagnosi energetica indicata dalla ISO 50001 è bene riportare tutte le fonti energetiche di cui si serve GAIA. Anche questa parte è stata affrontata per valutare le emissioni con le procedure della linea guida GRI-305 e di seguito viene riportato il grafico finale con lo storico di tutti i consumi di tutte le fonti energetiche richieste dalle attività dirette ed indirette di smaltimento rifiuti:

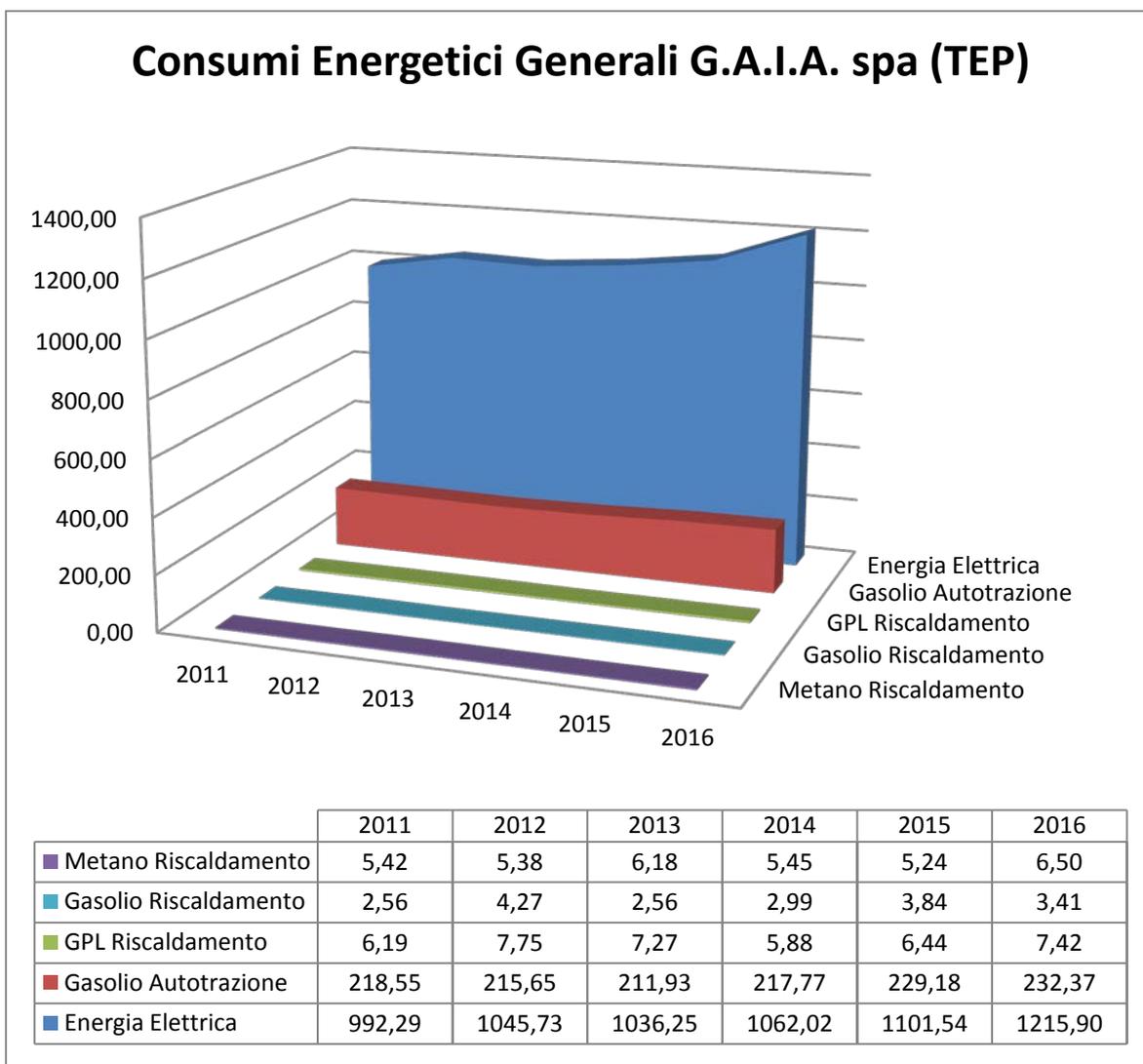


Grafico 4.2: Storico consumi energetici dei complessi di G.A.I.A. (TEP)

Dal grafico sopra riportato si ottiene un'ulteriore conferma del soggetto principale su cui si devono impiegare le risorse per limitarne i consumi. L'unico vettore energetico che ha registrato una (quasi) costante crescita negli anni dal 2011 ad oggi è solo l'energia elettrica. A fronte di un consumo costante di tutti le tipologie di combustibili utilizzati per il riscaldamento delle diverse sedi, e del combustibile destinato ad autotrazione. Con questo grafico si ottiene un'ulteriore conferma della necessità di lavorare sui consumi elettrici degli impianti di Valterza e nell'impianto di compostaggio di San Damiano, poiché

risultano essere le sedi più energivore in assoluto. La seconda fonte di consumo è rappresentata dal gasolio per autotrazione, e anche qui, i margini di manovra sono minimi, dal momento che i mezzi impiegati sono quasi tutti mezzi pesanti per la movimentazione dei rifiuti e sono ridotti allo stretto necessario per compiere le mansioni stabilite, non vi è alcun surplus di mezzi e non si può nemmeno pensare di sostituire i mezzi con altri di tecnologie più recenti con lo scopo di consumare meno combustibile a parità di lavoro, poiché i miglioramenti sono impercettibili a fronte dell'investimento da sostenere. Purtroppo sul vettore combustibili non si può operare una politica energetica che possa portare significativi miglioramenti nel tempo, non tanti quanti può portarne operare sul vettore energia elettrica.

Appurato e consolidato il settore e i soggetti destinati a particolari attenzioni e interventi, si procede con l'analisi energetica specifica e lo studio di possibili soluzioni nei due impianti indicati.

4.2 Analisi Energetica Valterza

Per capire quale sia la migliore strategia per implementare un sistema di risparmio energetico nello stabilimento di Valterza è necessario comprendere dove viene utilizzata tutta questa energia elettrica che viene contabilizzata dalle bollette mensili. Come spiegato nei capitoli 1.2.1 e 1.2.2 nell'impianto vi sono due linee di trattamento dei rifiuti, la linea di pretrattamento (disposta su due linee ridondanti) e la linea di valorizzazione, in un'area ristretta vi sono poi alcuni locali adibiti ad uffici. Nelle due linee di "produzione" tutti macchinari sono mossi da motori elettrici e appare immediatamente chiaro come questa parte dello stabilimento consumi certamente più energia elettrica rispetto alla zona uffici dove si contano appena una decina di computer e 5 stanze illuminate. Nel 2014 è stata fatta un'attività di monitoraggio nelle due linee per valutare il consumo elettrico reale di ogni componente presente, la tabella che segue riporta i risultati della linea di pretrattamento:

Pretrattamento	Percentuale	kWh
BACINO DI RICEZIONE	1,3%	30.044,67
ESTRATTORE A PIASTRE CON TRAMOGGIA	0,5%	11.096,04
ESTRATTORE A PIASTRE CON TRAMOGGIA	0,5%	11.096,04
LACERASACCHI	5,6%	127.007,02
LACERASACCHI	5,6%	127.007,02
NASTRO	0,3%	7.340,46
NASTRO	0,3%	7.340,46
DEFERRIZZATORE	0,9%	20.826,42
DEFERRIZZATORE	0,9%	20.826,42
NASTRO FERROSI	0,4%	9.423,10
VAGLIO	1,2%	27.313,34
VAGLIO	1,2%	27.313,34
NASTRO UMIDO	0,3%	5.701,66
NASTRO UMIDO	0,2%	5.462,67
NASTRO ORGANICO	0,4%	9.013,40

NASTRO ORGANICO	0,3%	5.633,38
NASTRO FINE	0,4%	9.013,40
NASTRO FINE	0,3%	6.589,34
NASTRO ALIMENTAZIONE PRESSA	0,4%	8.774,41
PRESSA	5,7%	128.031,27
ASPIRAZIONE FILTRO A MANICHE	2,8%	63.844,93
ILLUMINAZIONE INTERNA ED ESTERNA	0,1%	1.365,67
	0,2%	4.438,42
TRITURATORE CDR	5,3%	119.495,85
VENTILATORE ASSIALE	5,7%	127.580,60
VENTILATORI V10	18,2%	409.700,06
VENTILATORI ASPIRAZIONE	34,0%	765.797,70
INSUFLAZIONE	6,8%	153.637,52

Tabella 4.2: Consumo energia elettrica dei componenti della linea di pretrattamento di Valterza

Da questa attività di monitoraggio risulta significativo il contributo dei ventilatori, che registrano quasi il 58% dei consumi elettrici della linea. Una percentuale davvero considerevole che trova la sua giustificazione nelle necessità legate al controllo degli odori e nella gestione delle frazioni organiche dei rifiuti.

Nella linea di valorizzazione vengono registrati i seguenti consumi:

Linea Principale Valorizzazione	Percentuali	kWh
NASTRO ALIMENTAZIONE	0,44%	1.168,45
LACERASACCHI	27,58%	74.001,70
NASTRO 1	2,18%	5.842,24
NASTRO 3	6,68%	17.916,20
NASTRO 5	3,34%	8.958,10
NASTRO 6	6,68%	17.916,20
VAGLIO	4,79%	12.852,93
DEFERRIZZATORE	11,61%	31.158,61
NASTRO INGOMBRANTI	2,61%	7.010,69
CERNITRICE MAGNETICA	1,16%	3.115,86
NASTRO 12	8,42%	22.589,99
PRESSA13	22,21%	59.590,84
PRESSA FILM	2,32%	6.231,72

Tabella 4.3: Consumo energia elettrica dei componenti della linea di valorizzazione di Valterza

In questa linea vediamo preponderante il contributo del macchinario che opera la lacerazione dei sacchetti provenienti dalla raccolta porta a porta e la pressa che compatta i materiali vagliati e selezionati prima di essere spediti per essere completamente riciclati. Parlando del lacera-sacchi, si sottolinea come questa soluzione è relativamente recente, poiché fino a pochi anni prima del 2014 questa operazione veniva effettuata a mano con alcuni operatori che tagliavano singolarmente ogni sacchetto scaricato dal mezzo di raccolta. Questo macchinario è fondamentale per accelerare le tempistiche di gestione e migliorare la produzione dell'azienda, l'eliminazione porterebbe sì, un risparmio energetico

e una (irrisoria) riduzione delle emissioni, ma l'analisi costi-benefici non è certamente favorevole. Ad ogni modo la somma dei due contributi più importanti di questa linea porta a registrare 133,6 MWh elettrici di consumo annui, mentre i consumi annui dei ventilatori portano un consumo di 1456,7 MWh elettrici, un confronto assolutamente sbilanciato che vede i motori elettrici dei ventilatori come primi obiettivi di eventuale intervento di risparmio energetico nell'ottica di una nuova politica energetica aziendale.

4.3 Analisi Energetica San Damiano

A San Damiano, nel centro di compostaggio di G.A.I.A. si presenta la medesima situazione di consumo energetico di Valterza, tuttavia, non essendoci linee di produzione o trattamento rifiuti, ma solamente il processo di compostaggio, tutto il lavoro viene svolto dai mezzi pesanti alimentati a gasolio che spostano il materiale e lo rivoltano all'interno del capannone. Gli unici macchinari mossi da motori elettrici sono quelli collegati all'unità di trattamento aria e ai ventilatori adibiti al ricircolo e all'aspirazione dell'aria all'interno dei locali dove avviene la trasformazione in compost del materiale trattato. Nella zona è presente anche un piccolo edificio adibito ad uffici e alla ricezione del materiale, dove viene fatta la registrazione di tutti i mezzi che scaricano gli sfalci o portano via compost. Valutando i consumi annuali di tutti i vettori energetici dell'impianto risulta evidente come anche qui il consumo di energia elettrica sia predominante:

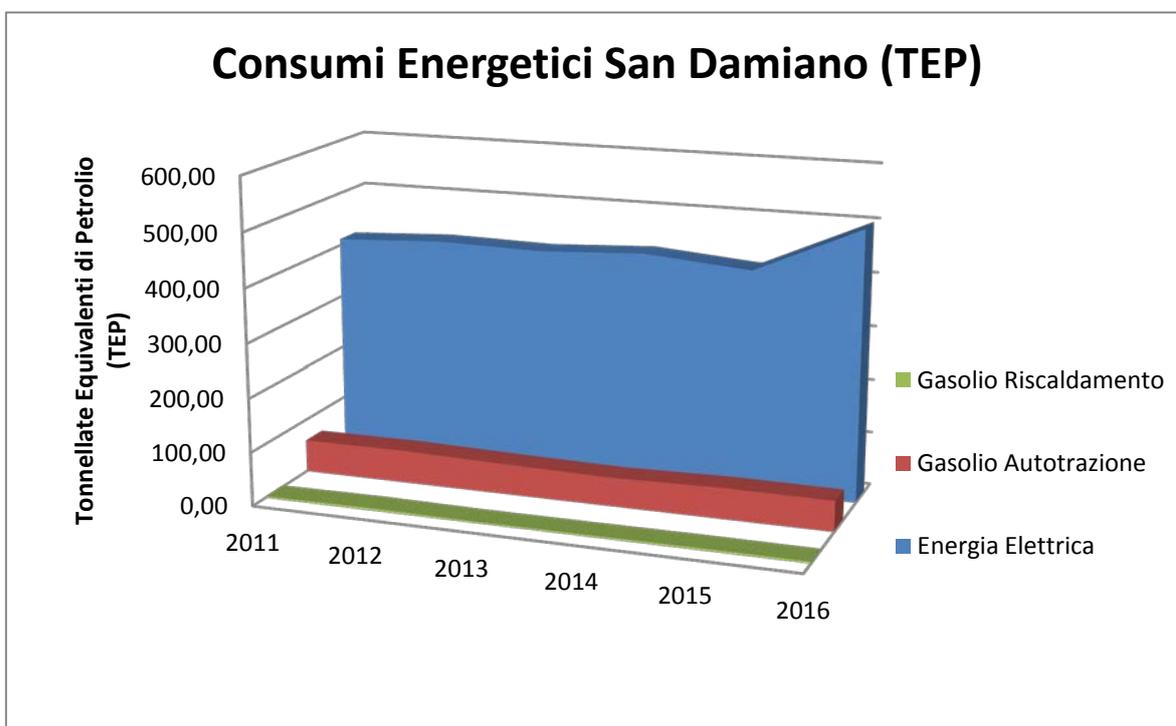


Grafico 4.3: Storico consumi energetici del centro di compostaggio di San Damiano (TEP)

Si profila immediatamente l'ipotesi che anche a San Damiano il consumo maggiore di energia elettrica sia da imputare ai ventilatori, poiché non vi è alcun altro apparecchio elettrico che possa consumare così tanta energia. Inoltre, va ricordato che a differenza di Valterza, qui l'apporto di aria e l'aspirazione della stessa dalle celle di compostaggio sono fondamentali per la corretta formazione del compost. In questa sede non si è svolta alcuna

attività di monitoraggio di tutte le apparecchiature elettriche, ma si ha la conferma dei consumi dei ventilatori confrontando la curva di carico annuale del 2016 con quelle dei due anni precedenti.

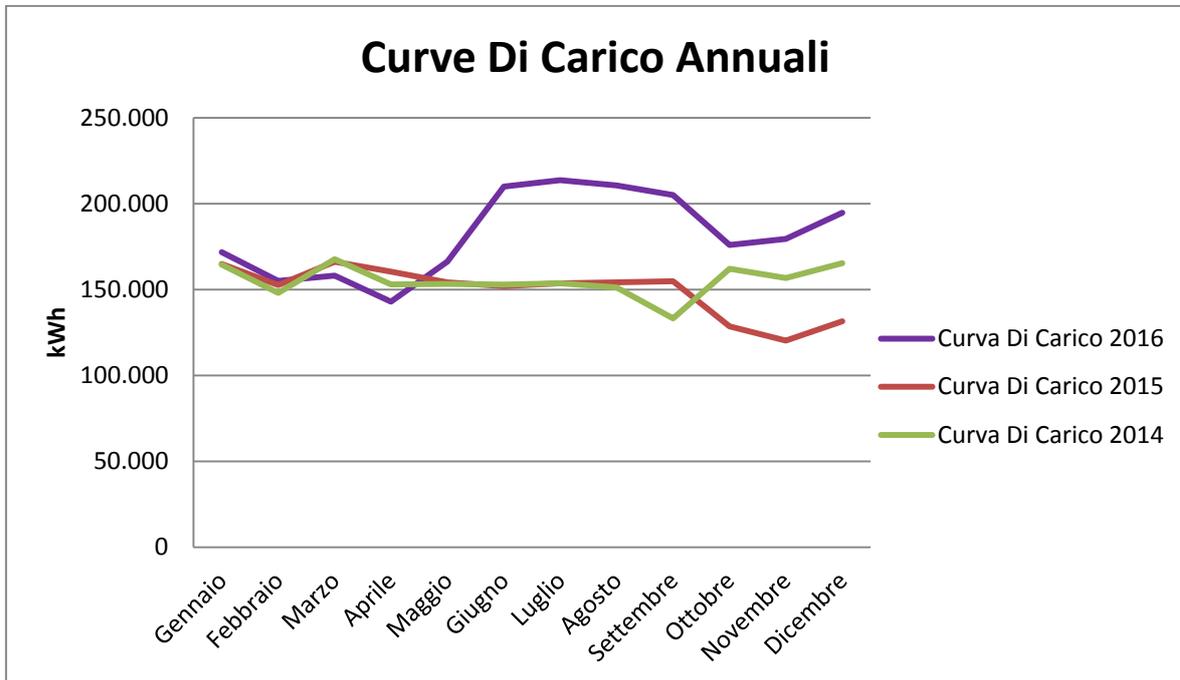


Grafico 4.4: Curve di carico annuali dei consumi elettrici San Damiano (kWh)

Come si può vedere dal grafico, la curva di carico del 2016 presenta un significativo aumento dei consumi elettrici nei mesi estivi, precisamente da maggio a settembre. Chiedendo informazioni a riguardo ad alcuni ingegneri della società, è stato reso noto che in quei mesi, a differenza di tutti gli altri anni, alcuni ventilatori (da oltre 50 kw) sono stati mantenuti accesi anche nelle ore notturne, cosa che normalmente non avviene. Considerando che i ventilatori quando vengono accesi attraversano un brevissimo transitorio per arrivare alla potenza nominale e dopodiché mantengono quell'assetto per tutto il tempo di accensione, si può asserire con certezza che i consumi elettrici di San Damiano sono, come per Valterza, principalmente a carico dei ventilatori. Non avendo dati precisi provenienti da attività di monitoraggio non si è in grado di dare delle percentuali precise dei consumi tra i ventilatori, l'impianto di illuminazione e i pochi macchinari che dispone il centro, ma si può pronosticare tranquillamente che il 75-85% dei consumi elettrici del centro di compostaggio sono a carico dei ventilatori (ricordando che a Valterza questa percentuale era del 60% circa).

Come riportato esplicitamente nella normativa, la ISO 50001 si basa sullo schema PDCA, ovvero Plan-Do-Check-Act del miglioramento continuo, come anche riportato nel grafico 1.5 di pagina 76. La parte di "plan" prevede l'analisi energetica e l'inquadramento del campo in cui operare, tuttavia, questo non è sufficiente per poter essere certi di poter misurare i risultati che si spera si otterrà in seguito alla messa in opera dei progetti preventivati. Per fare ciò infatti, la normativa raccomanda di stabilire dei valori di riferimento e di indicatori di prestazione energetica (EnPIs - Energy Performance Indicators) a cui fare riferimento per poter essere certi di quantificare e valutare al meglio

se le politiche energetiche, e quindi gli interventi messi in opera, hanno portato dei frutti. Si procede dunque con l'identificazione di alcuni parametri e indicatori energetici (EnPIs) per la società G.A.I.A.

4.4 Identificazione EnPIs

Come indicatori di performance energetica la normativa lascia completamente carta bianca al soggetto interessato, raccomandandosi solamente di riesaminare periodicamente la validità di tali indicatori e opportunamente rivalutarli se necessario. In primissima analisi si potrebbe semplicemente valutare il consumo medio energetico annuale in TEP dei ultimi 3 anni come indicatore prestazionale, nel caso di G.A.I.A. si avrebbero i seguenti valori:

TOTALE CONSUMI G.A.I.A. spa [TEP]	2012	2013	2014	2015	2016
Energia Elettrica	1045,73	1036,25	1062,02	1101,54	1215,90
Gasolio Autotrazione	215,65	211,93	217,77	229,18	232,37
Gasolio Riscaldamento	4,27	2,56	2,99	3,84	3,41
Metano Riscaldamenmto	5,38	6,18	5,45	5,24	6,50
GPL Riscaldamento	7,75	7,27	5,88	6,44	7,42
TOTALE	1278,77	1264,19	1294,10	1346,24	1465,60

Tabella 4.4: Consumo annuale di energia in TEP di G.A.I.A.

Con questi dati possiamo identificare un primo EnPI esplicitando la media dei consumi in TEP dei ultimi 3 anni [TEP/anno]:

	'12-'13-'14	'13-'14-'15	'14-'15-'16
EnPI [TEP/anno]	1279,02	1301,51	1368,65

Tabella 4.5: Indicatore EnPI - TEP consumati in media all'anno su base triennale da G.A.I.A.

Con questo primo indicatore si ha già un primo valore con cui confrontarsi di anno in anno sull'andamento generale dei consumi dell'azienda, che ad ora, registra appunto un continuo aumento nel corso degli anni. Tuttavia, come analizzato nei capitoli inerenti alla diagnosi energetica, molte componenti energetiche non possono essere ridotte o ridimensionate in gran percentuale, come ad esempio il gasolio utilizzato dai mezzi pesanti o il gas utilizzato per il riscaldamento degli stabili, per cui, se l'assetto gestionale generale delle sedi di G.A.I.A. non verrà modificato drasticamente, ad esempio eliminando i mezzi pesanti in qualche modo e sostituendoli con delle nuove linee di produzione (ipotesi completamente fuori da qualsiasi schema possibile, ma utile al fine di comprendere il ragionamento), questo indicatore risulta essere troppo generale e di poco interesse quando si vuole analizzare delle prestazioni energetiche più specifiche, soprattutto nei campi dove si è messo in evidenza un particolare consumo specifico. Tuttavia, essendo molto generale come indicatore, ci si aspetta ugualmente che a fronte di interventi mirati alla mitigazione di consumi molto ingenti quali appunto quelli elettrici di Valterza e San Damiano, questo indicatore riporti una diminuzione del suo valore negli anni a seguire.

La grossa limitazione di questo indicatore, che per comodità espositiva verrà d'ora in avanti chiamato EnPI-0, è che non è correlato all'attività specifica di G.A.I.A., ovvero non ha alcuna dipendenza dalla gestione dei rifiuti che le sedi operative processano annualmente. Questa è una grossa limitazione che non dà un chiaro quadro di gestione dell'energia, poiché al di là dei possibili interventi impiantistici, a parità di condizioni, che possono portare ad una riduzione dei consumi (specialmente quelli elettrici), è importante tenere a mente che tutti i processi dipendono strettamente dalla quantità di rifiuti che vengono portati agli impianti, e queste quantità non sono costanti. Un aumento delle tonnellate processate ogni anno portano ad un aumento dei consumi della società, inevitabilmente. Ogni impianto di G.A.I.A. ha attualmente delle potenzialità autorizzate di tonnellate di rifiuti all'anno trattabili, cioè un tetto massimo di quantità di rifiuti che sono in grado di prendere in carico, ma nessuno vieta che in un futuro queste quantità autorizzate possano aumentare, magari anche di molto, e di conseguenza se si tenesse conto esclusivamente dell' EnPI-0 non si avrebbe mai un chiaro riscontro degli sforzi fatti e si avrebbe un aumento inesorabile del suo valore. Per questo motivo è bene identificare un secondo indicatore che correli strettamente l'utilizzo dell'energia più consumata in assoluto con la quantità di rifiuti processati. Con l'ENPI-1 si vuole rapportare i kWh elettrici utilizzati annualmente con il totale delle tonnellate di rifiuti prese in carico dal singolo impianto. Visti i consumi di Valterza e San Damiano nettamente sopra ogni altra sede o impianto, si è studiato specificatamente questo indicatore in questi due centri operativi.

4.4.1 EnPIs Valterza

Viene riproposto ancora una volta la tabella con i consumi di tutti i vettori energetici di Valterza:

		2014	2015	2016
Energia Elettrica	kWh	2543043	2766527	2844826
	GJ	9154,95	9959,5	10241,37
	TEP	32,96	35,85	36,87
Gasolio Autotrazione	L	158596	171694	175655
	GJ	5781,73	6259,23	6403,62
	TEP	145,59	157,61	161,25
GPL	L	9446	10349,5	11919
	GJ	245,73	269,24	310,07
	TEP	5,87	6,43	7,41

Tabella 4.6: Consumi totali dell'impianto di Valterza.

Ora si analizzano le potenzialità autorizzate annuali di tonnellate di rifiuti:

Sezione Impianto	Potenzialità Autorizzate (t/anno)	2014	2015	2016
Pretrattamento [t]	44.000	35.057	42.670	41.494
Valorizzazione [t]	40.500	37.495	38.591	36.814
Sfalci e Potature [t]	3.000	127	133	177
Vetro [t]	500			

Umido [t]	7.200	6.457	6.498	6.618
Sabbie [t]	1.500	938	962	823
TOTALI [t]	96.700	80.073	88.854	85.926

Tabella 4.7: Totale rifiuti trattati dall'impianto di Valterza

Come anticipato, le quantità dei rifiuti trattati non sono costanti negli anni e per avere un quadro completo e affidabile nel tempo è necessario adottare un indicatore che sia strettamente dipendente da queste quantità. Con i dati riportati in tabella è possibile stilare i valori annuali dell'EnPI-1:

	2014	2015	2016
EnPI-1 [kWh/t]	31,759	31,136	33,108

Tabella 4.8: Indicatore EnPI-1, kWh consumati in all'anno per tonnellata di rifiuti trattata a Valterza.

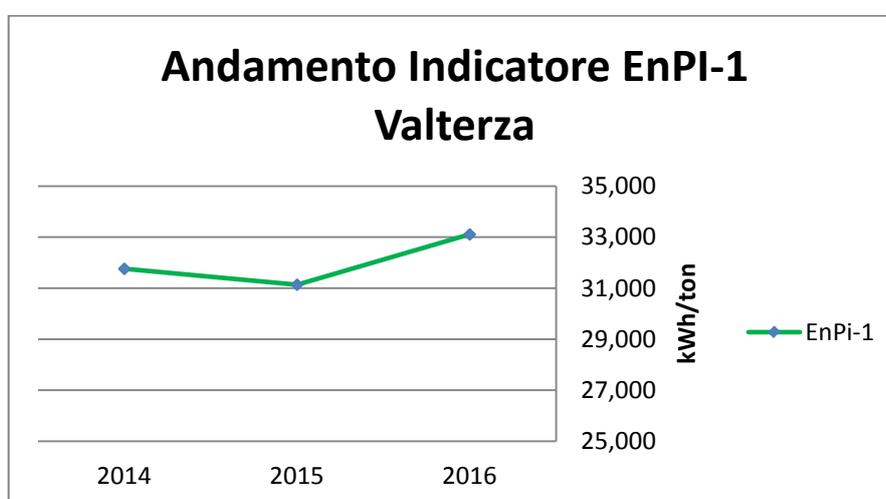


Grafico 4.5: Andamento indicatore EnPI-1 [kWh elettrici/ton rifiuti] Valterza.

Curioso notare come a fronte di un aumento di quasi 9000 tonnellate di rifiuti presi in carico nell'anno 2015 rispetto al 2014, si registri una diminuzione dei consumi di energia elettrica rispetto all'anno precedente, evidenziato dal grafico con l'andamento negativo della curva dell'indicatore EnPI-1. Questo fenomeno mette in luce il fatto che il consumo di energia elettrica non è direttamente proporzionale alla quantità di rifiuti processati, ma è importante mantenere sotto controllo il "costo" in termini di consumi di energia elettrica per processare una tonnellata di materiale nell'impianto. Con questo indicatore è possibile porsi degli obiettivi circa il consumo di energia elettrica per processare una tonnellata di rifiuti nell'impianto di Valterza, un ottimo valore potrebbe essere quello di scendere sotto la soglia dei 30 kWh per tonnellata nel breve periodo per poi incrementare il risparmio negli anni.

Avendo a disposizione il valore di kWh elettrici consumati per ogni tonnellata di rifiuto trattata è possibile valutare l'aspetto strettamente economico del consumo di energia elettrica per tonnellata di rifiuto. Per fare ciò si è preso in esame le bollette elettriche del sito di Valterza, e nella bolletta riassuntiva di dicembre 2016 viene indicato direttamente dal fornitore il costo medio annuo del kWh, corrispondente a 0,18884 euro/kWh. Con questa valutazione si identifica un terzo indicatore, l'EnPI-2 che rappresenta un semplice

indicatore economico, un aspetto comunque mai da sottovalutare nella gestione di un'azienda:

	2014	2015	2016
EnPI-2 [Euro/t]	5,997	5,88	6,25

Tabella 4.9: Indicatore EnPI-2, costo in euro per tonnellata di rifiuti trattata a Valterza.

4.4.2 EnPIs San Damiano

Si ripercorrono gli stessi passi di Valterza anche nell'analisi di San Damiano, cominciando ancora dai consumi generali:

		2014	2015	2016
Energia Elettrica	kWh	1862392,00	1794073,00	2184262,00
	GJ	6704,61	6458,66	7614,58
	TEP	24,14	23,25	27,41
Gasolio Autotrazione	l	62710,00	67680,00	66364,00
	GJ	2286,14	2467,32	2419,35
	TEP	57,57	62,13	60,92
GPL	l	3500,00	4500,00	4000,00
	GJ	127,60	164,05	145,82
	TEP	3,21	4,13	3,67

Tabella 4.10: Consumi totali dell'impianto di San Damiano.

Come già spiegato nel capitolo di diagnosi energetica, per via della diversa natura di rifiuti trattati e per via dei processi di produzione del compost, i consumi elettrici di San Damiano rappresentano la porzione più gravosa dell'intero consumo di energia del sito. Per introdurre anche qui l'indicatore EnPI-1 e rapportare il consumo elettrico alla singola tonnellata di materiale processato si passa alla presentazione dei registri di rifiuti presi in carico negli ultimi 3 anni:

Materiale conferito [tonnellate]	2014	2015	2016
Rifiuti Organici	17.810	18.091	18.384
Sfalci e potature	8.221	6.250	5.571
TOTALE	26.030	24.341	23.954

Tabella 4.11: Totale rifiuti trattati dall'impianto di Valterza.

Con i dati riportati nelle tabelle è possibile stilare i valori annuali dell'EnPI-1 per l'impianto di compostaggio di San Damiano:

	2014	2015	2016
EnPI-1 [kWh/t]	71,547	73,505	91,184

Tabella 4.12: Indicatore EnPI-1, kWh consumati in all'anno per tonnellata di rifiuti trattata a San Damiano.

Qui è possibile confrontarsi con la reale efficacia dell'identificazione degli indicatori di prestazione energetica suggeriti dalla normativa ISO-50001. Risulta immediato e limpido il confronto di prestazione energetica tra questo impianto e l'impianto di Valterza. Per il 2016 Valterza registra un "consumo specifico" di 33,1 kWh per tonnellata di rifiuto mentre San

Damiano ben 91,2 kWh per tonnellata. Adesso è davvero fuori da ogni ombra di dubbio l'esponenziale peso che hanno i ventilatori all'interno del quadro gestionale degli impianti. A fronte di un potenziale autorizzato di materiale da trattare 4 volte inferiore a Valterza si registra un "consumo specifico" 3 volte superiore. Ovviamente questo divario non è dato da una cattiva gestione energetica, ma dalla strutturale differenza di materiale trattato nei due impianti che porta a dei consumi drasticamente diversi. Trattare una tonnellata di materiale organico è molto più oneroso di trattare una tonnellata di materiale inerte.

Si ripropone anche nei valori dell'EnPI-1 la problematica già analizzata in spiegazione del grafico 4.4, ovvero che nonostante vi sia stata una minor presa in carico di materiale organico nell'anno 2016 rispetto agli anni precedenti, il consumo specifico di energia elettrica per tonnellata di rifiuto è decisamente più alta di tutto l'ultimo triennio. Questo è dovuto ad un utilizzo maggiore di alcuni ventilatori nei mesi estivi che hanno portato ad un consumo notevolmente maggiore di energia rispetto agli anni precedenti e di conseguenza l'indicatore EnPI-1 ne registra immancabilmente la variazione portando il valore oltre i 90 kWh/t, valore che molto probabilmente non si registrerà più negli anni successivi, poiché l'anomalo utilizzo dei ventilatori dell'estate 2016 non dovrebbe ripetersi. Con questo indicatore è possibile stabilire un primo step a breve termine di miglioramento annuale, suggerendo di diminuire il consumo specifico di energia elettrica fino sotto alla soglia dei 70 kWh/t annuale, così da riportarsi a valori inferiori dell'intero ultimo triennio.

Per quanto riguarda l'indicatore economico EnPI-2 si fa nuovamente riferimento alla bolletta elettrica del dicembre 2016, dove il fornitore dichiara per l'anno 2016 un costo unitario medio del kWh di 0,14798 euro. Ipotizzando costante questo valore a ritroso negli anni (un'ipotesi molto conservativa applicata anche nei calcoli di Valterza), si introduce l'indicatore EnPI-2 a San Damiano:

	2014	2015	2016
EnPI-2 [Euro/t]	10,587	10,907	13,493

Tabella 4.13: Indicatore EnPI-2, costo in euro per tonnellata di rifiuti trattata a San Damiano.

A fronte di un maggior consumo specifico era prevedibile un contributo maggiore dell'indicatore EnPi-2, tuttavia la fornitura elettrica dal costo inferiore di San Damiano garantisce dei valori non direttamente proporzionali all'indicatore EnPi-1 rispetto a Valterza, ovvero a fronte di valori di EnPI-1 4 volte superiori, l'EnPI-2 si attesta a valori doppi. Interessanti spunti che l'introduzione di questi indicatori portano alla stesura della politica energetica della direzione aziendale. Stimati questi indicatori di prestazione e individuati i primi obiettivi energetici è possibile procedere alla valutazione di possibili interventi con finalità di risparmio energetico, più precisamente risparmio elettrico viste le percentuali di consumi della società.

4.5 Piani d'Azione

Ultimate le procedure che identificano le aree dove i consumi energetici gravano maggiormente sulle casse dell'azienda, e introdotti alcuni indici energetici prestazionali che mettano in luce chiaramente i consumi specifici dell'operato della società, si procede

ipotizzando dei piani d'azioni che possano nel tempo portare a continui miglioramenti e risparmio energetico. Non solo. Attuando una riduzione dei consumi, specialmente quelli elettrici, si avrà un diretto giovamento anche sulle emissioni annuali calcolate con la normativa GRI-305, in termini di tonnellate equivalenti di CO₂ non emesse.

Dall'analisi energetica effettuata è risultato decisivo il contributo dei ventilatori nei due siti operativi di maggior rilievo, Valterza e San Damiano. Come primo possibile intervento da proporre alla direzione, si è ipotizzato di sostituire i motori elettrici dei ventilatori con dei nuovi motori di classe energetica più efficiente. Dal momento che la maggior parte dei ventilatori in uso rimangono accesi 24 ore su 24 e la loro potenza non venga mai variata, fatta eccezione per il transitorio dell'accensione e spegnimento (che avviene 2 o 3 volte all'anno), l'ipotesi di installare degli inverter viene esclusa a priori, non vi sarebbero benefici che giustificerebbero il costo. La direzione di G.A.I.A. ha effettuato una campagna di monitoring dei consumi nel 2014, ed è stato possibile reperire dati molto precisi sui consumi annuali dei ventilatori nei due siti. I valori di Valterza sono stati già riportati in tabella 4.2 dell'omonimo capitolo, e dal momento che questi ventilatori non stati sostituiti, e il loro utilizzo è il medesimo, si sono assunti per coerenti gli stessi consumi anche per l'anno 2016. Si è fatta un'analisi delle classi di efficienza e dei numeri di motori attivi per ogni settore di ventilazione e si riporta nella tabella seguente i risultati:

	Consumo percentuale sulla linea di pretrattamento	Consumo annuale [kWh]	Numero motori/ventilatori	Classe di efficienza
Ventilatore Assiale	5,7%	127.580,60	1	IE2
Ventilatore V10	18,2%	409.700,06	1	IE2
Ventilatori Aspirazione	34,0%	765.797,70	3	IE2
Insufflazione	6,8%	153.637,52	6	IE2

Tabella 4.14: Consumi specifici e classi energetiche ventilatori di Valterza.

Tutti i ventilatori menzionati di Valterza risultano operativi 24 ore su 24, per motivi riguardanti al controllo degli odori e alla digestione aerobica del materiale organico. Gli stessi ragionamenti si adottano anche per San Damiano, dove l'attività di monitoring ha portato a valori meno precisi sui singoli ventilatori, e più generali.

	Potenza [kW]	Consumo giornaliero [kWh]	Numero motori/ventilatori	Classe di efficienza
Insufflazione	7,5	2960	8	IE2
Aspirazione	55		2	IE3
Aspirazione	55		2	IE3
Aspirazione	75		1	IE2

Tabella 4.15: Consumi e classi energetiche ventilatori di San Damiano.

Con i dati in possesso si ricava approssimativamente le ore annuali di utilizzo e i giorni di accensione, sapendo che quando accesi i motori dell'insufflazione e il motore da 75 kW dell'aspirazione rimangono accesi 24 ore su 24, mentre 2 motori dei 4 IE3 da 55 kW rimangono accesi dalle ore 6 alle ore 18 quando accesi, mentre gli altri due h24 sempre quando sono accesi. Si ricava dunque, con un fattore di carico pari a 0,75, 186 giorni di accensione per ognuno dei motori elettrici del parco ventilatori. Dopodiché è necessario valutare le efficienze specifiche di ogni motore conoscendo classe energetica e potenza. Avendo quindi a disposizione le efficienze si potrà procedere con il calcolo della differenza di consumo con dei motori di classe energetica superiore, e quindi stimare il risparmio annuo di energia elettrica.

Si coglie l'occasione per ricordare che le classi di rendimento per i motori trifase a bassa tensione nella gamma di potenza a partire da 0,75 kW fino a 375 kW, sono normate dalla IEC 60034-30:2008. Il Codice "IE" sta per "Efficienza Internazionale" e si combina con un numero: IE1=Rendimento Standard; IE2=Rendimento Elevato; IE3=Rendimento Premium. La misura dei livelli di rendimento è effettuata secondo la procedura descritta nella Norma IEC 60034-2-1:2007. Si riporta di seguito la tabella a cui si fa riferimento:

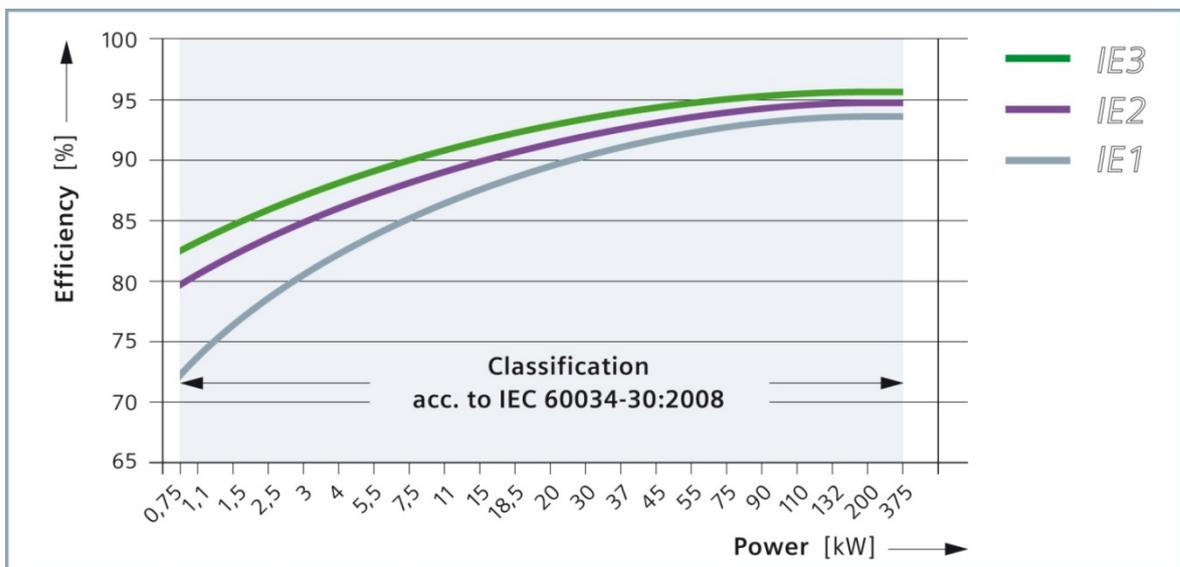


Grafico 4.6: Classi di efficienza energetica per un motore elettrico a 4 poli.

Per cui, svolgendo i calcoli per i motori elettrici di San Damiano, si ha che i motori più piccoli dell'insufflazione presentino un'efficienza di circa l'87,5%, i quattro motori di classe energetica IE3 (che non verranno ovviamente sostituiti) presentano un'efficienza del 94,5%, mentre il motore di potenza maggiore presenta un'efficienza del 94%. Sostituendo questi motori e adottando motori di classe IE3 per l'insufflazione si arriverebbe al 90% di efficienza, mentre sull'aspirazione (il motore più potente) a 95%. Questa efficienza maggiore porterebbe ad un risparmio giornaliero di circa 25 kWh. Ovvero sia, circa 9190 kWh all'anno. Questo risparmio corrisponderebbe allo 0,4% dei consumi se si calcolasse sulla base dei consumi del 2016 e del 0,5% se si calcolasse sulla base dei consumi degli anni 2015 o 2014. A fronte poi di un risparmio economico di appena 1360 euro all'anno, calcolando il costo del kWh sulla base dei dati del 2016 comunicati dal fornitore di energia elettrica. Tenuto conto poi dell'investimento necessario per la sostituzione e il fatto che i

motori odierni sono tutt'ora funzionanti e non dimostrano alcun segno di mal funzionamento o di necessità di interventi, il piano d'azione proposto non risulta in alcun modo giustificabile, tant'è che la stessa direzione di G.A.I.A. ha espresso la propria perplessità a delle opere di questo tipo.

Per scrupolo però, sono stati effettuati gli stessi calcoli per Valterza, dove l'intero parco motori dei ventilatori è di classe IE2 e tutti rimangono accesi 24 ore su 24, quando in funzione, per cui si pronostica un risparmio maggiore rispetto al caso di San Damiano. Con i dati del monitoraggio e con le direttive ricevute dagli ingegneri di G.A.I.A. è stata appurata la potenza dei motori: nel parco insufflazione sono presenti 6 motori di potenza 18 kW, all'aspirazione vi sono 3 motori da 35 kW, il ventilatore assiale di circa 18 kW e il V10 di circa 75 kW, con relative efficienze di circa 90,5% per i motori più piccoli, 92,5% per quelli all'aspirazione, 93,5% per il V10, ed infine del 90% per il ventilatore assiale. Sostituendoli con motori di classe IE3 si porterebbe l'efficienza dei motori per l'insufflazione a 92,5%, il ventilatore assiale a 92% e gli altri a circa 94-95%. Calcolando i giorni di utilizzo di ogni parco motori dalle potenze dei singoli motori e dai consumi annuali registrati è possibile calcolare il risparmio annuo ottenuto dai nuovi motori installati. Si ottiene una riduzione dei consumi di circa 40596 kWh all'anno, per cui anche a Valterza, questo piano d'azione non porterebbe benefici sufficienti da giustificare gli investimenti previsti, infatti, per l'anno 2016 questo risparmio corrisponderebbe all'1,4% dei consumi, ovvero sia 7666 euro all'anno, considerando sempre il discorso che gli attuali motori non presentano problematiche che richiedano degli interventi speciali o manutenzioni straordinarie. In conclusione di questo tipo di piano d'azione, si precisa che attualmente non conviene sostituire alcun motore elettrico con lo scopo di migliorarne l'efficienza ai fini del risparmio energetico, poiché il rapporto costi/benefici non sarebbe per nulla favorevole, tuttavia, qualora si presentassero delle necessità di sostituzione di qualsiasi motore elettrico si auspica l'impiego di motori di nuova generazione, e questa strategia è già prevista nella politica energetica della società. Un secondo possibile piano d'azione per abbattere i consumi di energia elettrica e migliorare gli indici di performance è rappresentato dalla possibilità di produrre autonomamente e in forma completamente rinnovabile parte dell'energia elettrica che attualmente si acquista dal fornitore. Si propone dunque due impianti fotovoltaici da installare sulle coperture degli stabili di Valterza e San Damiano per sopprimere ad una parte della richiesta energetica degli stessi poli interessati.

4.5.1 Studio Di Fattibilità Di Un Impianto Fotovoltaico A Valterza

Per poter dimensionare il più correttamente possibile l'impianto, si ripropone la tabella dei consumi mensili dello stabilimento, ricordando che ad oggi non si può più contare sugli incentivi statali per l'ammortamento dei costi dell'impianto.

L'ultimo Conto Energia, il Quinto, entrato in vigore il 27 agosto 2012, è terminato il 6 giugno 2013 per via del raggiungimento della soglia massima di fondi disponibili. A partire dal 6 luglio 2013 sono quindi terminati gli incentivi per il fotovoltaico. Dal momento che non è prevista l'entrata in vigore di un Sesto Conto Energia, per contenere i costi, le imprese e i privati che vogliono installare un impianto fotovoltaico possono usufruire solamente degli incentivi fiscali per la ristrutturazione edilizia. Per questo motivo

l'impianto di Valterza mirerà al totale autoconsumo dell'energia prodotta, non avendo la possibilità di immettere in rete ed essere retribuita l'energia in eccesso fornita dall'impianto. Per valutare il potenziale massimo fotovoltaico installabile a Valterza si analizza lo spazio disponibile sulla copertura dell'involucro edilizio dello stabilimento. Da una vista dall'alto si individuano 3 superfici utili all'installazione di pannelli fotovoltaici: il primo edificio a pianta rettangolare sulla sinistra, il capannone principale di superficie più generosa in centro, e infine la superficie di colore più scuro situata al centro del complesso di sinistra, individuabile dalle 2 piante quadrate in grigio scuro.



Figura 5.1: Impianto trattamento rifiuti a Valterza.

Si stima dunque una superficie disponibile pari a 4500 metri quadri, valutando ipoteticamente la necessità di occupare 8 m² per kWp installabile (ipotesi conservativa), si ha un potenziale di 562,5 kWp fotovoltaici installabili. Dalle bollette e quindi i consumi mensili si ricava la curva di carico dell'impianto:

2016	kWh
Dicembre '15	248.692
Gennaio	251.653
Febbraio	235.938
Marzo	238.329
Aprile	218.903
Maggio	215.628
Giugno	205.138
Luglio	231.261
Agosto	230.018
Settembre	237.232
Ottobre	255.801
Novembre	252.022
TOTALE	2.820.615

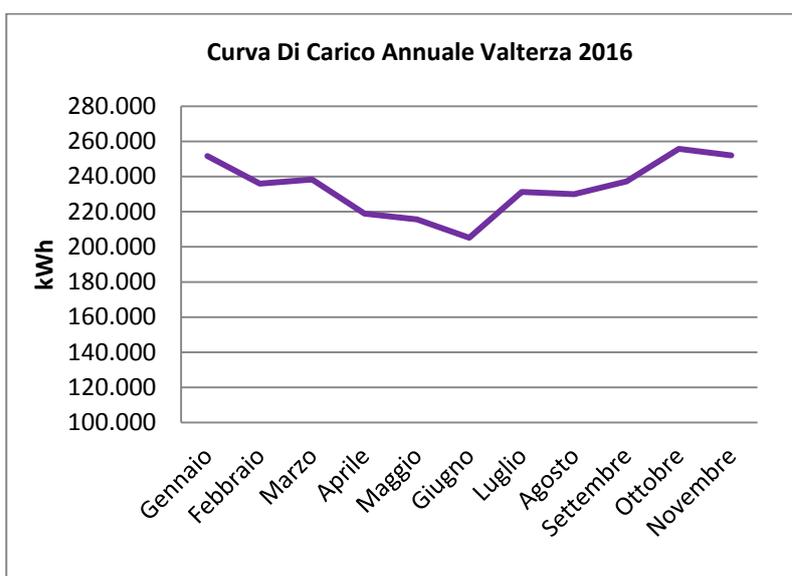


Grafico 4.7: Curva di carico impianto

Ora si valuta il consumo dello stabilimento nelle ore diurne dove l'impianto fotovoltaico sarebbe in grado di produrre energia per valutarne le effettive potenzialità. Per fare ciò ci si affida nuovamente alle bollette del fornitore che indicano precisamente i consumi nelle diverse fasce orarie (F1-F2-F3).

	F1 kWh		F2 kWh		F3 kWh
Gennaio	111433	Gennaio	49125	Gennaio	88134
Febbraio	102494	Febbraio	59225	Febbraio	89934
Marzo	107009	Marzo	54897	Marzo	74032
Aprile	108559	Aprile	52382	Aprile	77388
Maggio	96376	Maggio	52357	Maggio	70170
Giugno	99237	Giugno	47702	Giugno	68689
Luglio	94635	Luglio	45605	Luglio	64898
Agosto	103002	Agosto	54032	Agosto	74227
Settembre	106127	Settembre	50548	Settembre	73343
Ottobre	109215	Ottobre	53121	Ottobre	74896
Novembre	107123	Novembre	63864	Novembre	84814
Dicembre	112272	Dicembre	60853	Dicembre	78897
	F1 44,65%		F2 22,80%		F3 32,55%
TOT ANNUALE kWh	1259318,146		643217,1		918079,7

Tabella 4.16: Consumi fasce orarie impianto di Valterza.

Volendo ora valutare il consumo medio orario per ogni fascia di consumo si riporta la loro corretta ripartizione giornaliera come da delibera AEEG-181/2006:

FASCE ORARIE

Fasce orarie come da delibera AEEG 181/2006 (applicate su tutti i contatori orari) - Descrizione:
F1: Ore di punta
 Nei giorni dal Lunedì al Venerdì dalle ore 8.00 alle ore 19.00
F2: Ore intermedie
 Nei giorni dal Lunedì al Venerdì: dalle ore 7.00 alle ore 8.00 e dalle ore 19.00 alle ore 23.00. Il Sabato dalle ore 7.00 alle ore 23.00
F3: Ore fuori punta
 Nei giorni dal Lunedì al Sabato: dalle ore 23.00 alle ore 7.00 e nei giorni di Domenica e festivi
 Festivi: 1 e 6 Gennaio, Lunedì di Pasqua, 25 Aprile, 1 Maggio, 2 Giugno, 15 Agosto, 1 Novembre, 8 Dicembre, 25 e 26 Dicembre.

FASCE ORARIE DAL 2007 (Delibera Autorità per l'Energia Elettrica e Gas - AEEG - 181/2006)

SETTIMANA	Ore	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Lunedì		F3	F2	F1	F2	F2	F2	F2	F3																
Martedì		F3	F2	F1	F2	F2	F2	F2	F3																
Mercoledì		F3	F2	F1	F2	F2	F2	F2	F3																
Giovedì		F3	F2	F1	F2	F2	F2	F2	F3																
Venerdì		F3	F2	F1	F2	F2	F2	F2	F3																
Sabato		F3	F2	F3																					
Domenica		F3																							
FESTIVITA' INFRASETTIMANALI (*)																									
	Ore	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	1 gen - 31 dic	F3																							

(*) 1 e 6 gennaio, lunedì di Pasqua (dell'Angelo), 25 aprile, 1 maggio, 2 giugno, 15 agosto, 1 novembre, 8 dicembre, 25 e 26 dicembre.

Figura 5.2: Ripartizione settimanale fasce orarie di consumi.

Calcolando che in un anno solare si contano mediamente 2871 ore in F1, 2137 in F2 e 3752 in F3 è possibile valutare un consumo medio orario per fascia, dividendo il totale annuale riportato in tabella, per il totale delle ore di ciascuna fascia presenti in un anno, per cui $1259318,146/2871 = 438,63$ kW per ogni ora in F1, 301 kW per ogni ora in F2 ed infine 244,7 kW per ogni ora in F3. Ora si deve valutare il numero di ore per fascia oraria utili alla produzione di energia elettrica, ovvero dove il sole è presente e possa garantire

una producibilità all'ipotetico impianto, per fare ciò si è valutato l'orario di alba e tramonto medio di ogni mese e si è quindi calcolata la corrispondenza con il numero di ore per fascia oraria seguendo la tabella di ripartizione riportata in figura 5.2.

Con questo calcolo risulta:

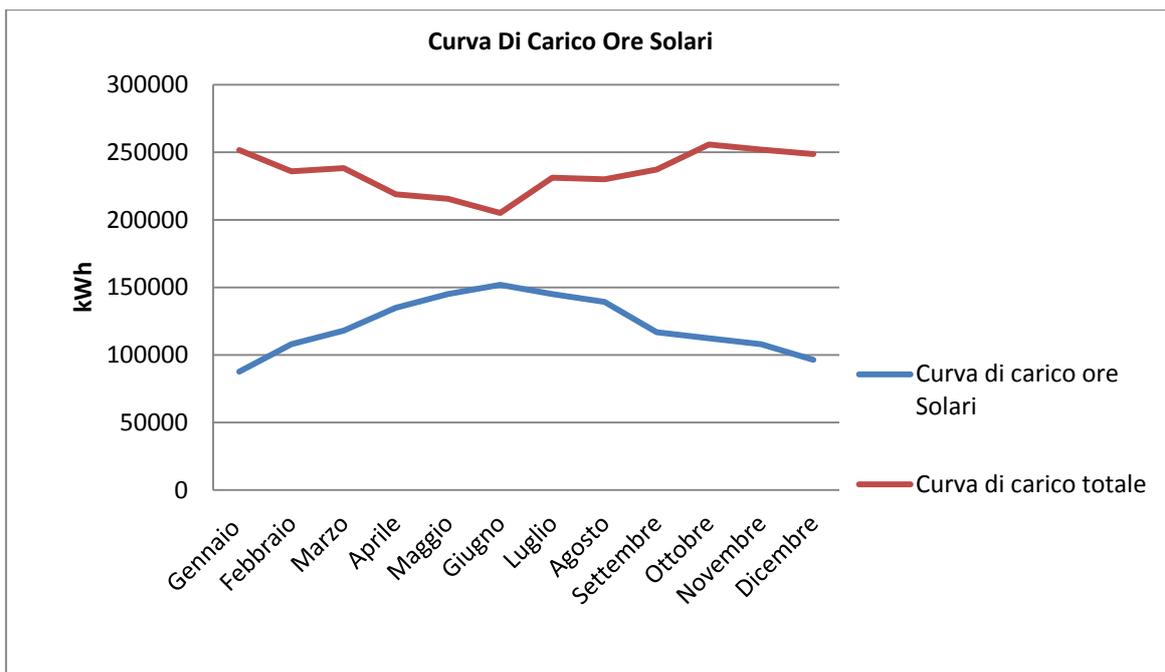
Suddivisione settimanale fasce orarie in presenza di radiazione solare			
	ore F1	ore F2	ore F3
Gennaio	40,00	8,00	8,00
Febbraio	45,00	16,00	10,00
Marzo	47,50	15,00	17,00
Aprile	52,50	16,00	24,00
Maggio	55,00	20,00	25,00
Giugno	55,00	20,00	32,00
Luglio	55,00	20,00	25,00
Agosto	55,00	16,00	24,00
Settembre	50,00	16,00	10,00
Ottobre	47,50	16,00	10,00
Novembre	45,00	16,00	10,00
Dicembre	45,00	8,00	8,00

In tabella viene riportato il totale delle ore settimanali suddivise per fasce orarie nelle quali è presente la radiazione solare, e quindi l'impianto fotovoltaico è in grado di produrre energia elettrica. Questi valori sono utili per valutare il reale fabbisogno elettrico dell'impianto per ogni ora effettiva di lavoro e quindi valutare la richiesta specifica dell'impianto quando riceve potenza dalla radiazione

Tabella 4.17: Suddivisione settimanale delle fasce orarie di consumo in presenza di radiazione solare.

Con questi valori di ore di luce e avendo calcolato precedentemente la potenza richiesta dallo stabilimento per ogni singola ora di funzionamento suddivisa per fascia oraria si può ricavare la curva di carico specifica dell'impianto di trattamento di Valterza, ovvero la potenza consumata dall'impianto esclusivamente nelle sole ore di luce quando l'impianto fotovoltaico è potenzialmente in grado di produrre, così da valutare il reale autoconsumo dell'energia prodotta. Per ottenere questi valori di consumi specifici nelle ore in cui l'impianto fotovoltaico sarebbe in grado di produrre energia si moltiplica il valore di potenza media richiesta dallo stabilimento per singola ora di ciascuna fascia oraria per il totale delle rispettive ore mensili: (Gennaio F1) $438,63 \text{ kW/F1} * 40 \text{ ore F1/settimana} * 4 \text{ settimane} = 70180,8 \text{ kWh}$. Si valuta lo stesso per la fascia F2 e F3 e si somma il totale dei kWh ottenuti.

Di seguito è riportata la curva di carico totale dello stabilimento di Valterza (in rosso) e la curva di carico, ovvero il consumo di energia elettrica, durante le sole ore in cui è presente la radiazione solare.



Gráficoo 4.8: Confronto curva di carico totale con consumo specifico dell'impianto nelle sole ore di luce Valterza.

Si riportano di seguito i valori puntuali ottenuti:

Fabbisogno kWh ore di luce	
Gennaio	87643,243
Febbraio	108005,151
Marzo	118038,869
Aprile	134866,853
Maggio	145047,807
Giugno	151899,148
Luglio	145047,807
Agosto	139253,192
Settembre	116777,83
Ottobre	112391,49
Novembre	108005,151
Dicembre	96415,922

Come facilmente intuibile anche prima di svolgere i calcoli, i mesi dove l'impianto richiede maggior energia quando vi è la presenza della radiazione solare sono naturalmente quelli estivi, non perché l'impianto di trattamento dei rifiuti consumi durante l'estate maggior energia rispetto agli altri mesi dell'anno, ma perché le ore di luce sono maggiori e quindi il calcolo dei consumi da tenere in considerazione per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico porta ad un maggior numero di kWh di energia elettrica.

Tabella 4.18: Consumo impianto di Valterza durante le ore di luce diurna.

Terminata questa precisa analisi della curva di carico a cui deve far fronte l'impianto fotovoltaico, e valutata la superficie disponibile all'installazione, si procede con i calcoli di producibilità, servendosi del software gratuito europeo PVGIS, Photovoltaic Geographical Information System. Grazie a questo strumento è possibile valutare la producibilità inserendo come dati la posizione geografica dove verrà posizionato l'impianto e la potenza che si vuole installare. Il software tiene già in considerazione le perdite intrinseche del sistema (efficienza inverter, cavi, trasformatore) quando restituisce i valori finali. Il software rende possibili i calcoli anche in funzione dell'inclinazione dei pannelli fotovoltaici, e per avere una panoramica completa, sono stati fatti i calcoli sia con inclinazione 35° che 0°.

Si riporta di seguito la producibilità per i pannelli inclinati a 35°:

Pannelli fotovoltaici inclinati a 35 gradi		
	kWh/kWp installati/day	kWh/kWp/month
Gennaio	1,91	59,30
Febbraio	3,12	87,40
Marzo	3,98	124,00
Aprile	4,05	121,00
Maggio	4,57	142,00
Giugno	4,76	143,00
Luglio	5,00	155,00
Agosto	4,60	143,00
Settembre	4,06	122,00
Ottobre	2,79	86,30
Novembre	1,98	59,30
Dicembre	1,85	57,20
Media	3,56	108,00
Total Year [kWh]	1300	

Tabella 4.19: Producibilità impianto fotovoltaico a 35° Valterza. Fonte PVGIS.

Si riporta ora la producibilità dell'impianto a 0° valutata dal software PVGIS:

Pannelli fotovoltaici inclinati a 0 gradi		
	kWh/kWp installati/giorno	kWh/kWp/mese
Gennaio	1,05	32,50
Febbraio	1,94	54,20
Marzo	3,05	94,50
Aprile	3,68	110,00
Maggio	4,60	143,00
Giugno	5,02	151,00
Luglio	5,17	160,00
Agosto	4,33	134,00
Settembre	3,29	98,80
Ottobre	1,98	61,50
Novembre	1,15	34,60
Dicembre	0,91	28,30
Media	3,02	91,90
Total Year [kWh]	1100	

Tabella 4.20: Producibilità impianto fotovoltaico a 0° Valterza. Fonte PVGIS.

Per ottenere la producibilità totale basta moltiplicare i valori ottenuti per singolo kWp installato (calcolato da PVGIS e riportato in tabella) per il totale dei kWp che si intende installare, considerando che la superficie disponibile permette di installare al massimo 562,5 kWp si procede al calcolo con questa ipotesi di installazione.

Grazie ad un foglio di calcolo si è confrontata la curva di carico specifica con la curva di producibilità sia a 35 gradi che a zero gradi:

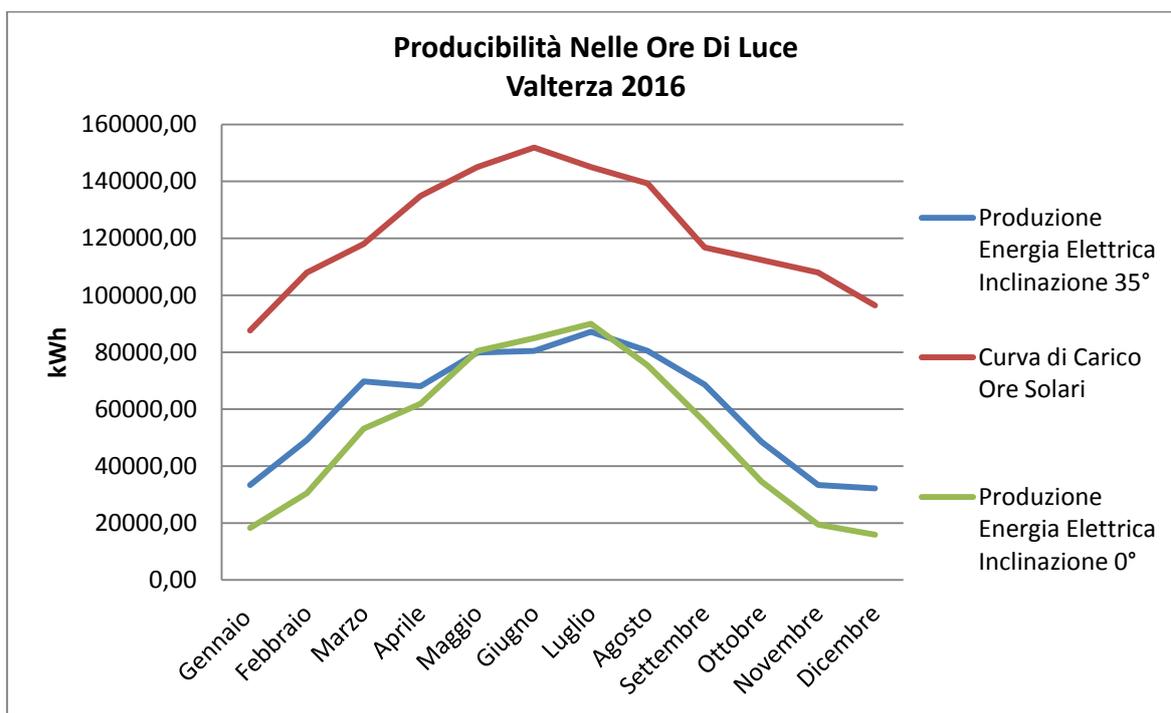


Grafico 4.9: Confronto producibilità impianto fotovoltaico (562,5 kWp) a 0° e a 35° con la curva di carico a Valterza.

Il grafico evidenzia inequivocabilmente che con la superficie a disposizione sulla copertura degli edifici, l'impianto installabile di 562,5 kWp risulterebbe sottodimensionato per i consumi dell'azienda, ovvero che tutta l'energia prodotta verrebbe completamente consumata dall'impianto, ma che ciò non basterebbe per sopperire al bisogno energetico e la differenza andrebbe comprata dal fornitore.

Ad ogni modo con l'installazione di questo impianto i benefici sono comunque tangibili e da non sottovalutare: a fronte di una produzione annua di 730968,75 kWh (pannelli a 35°), considerando il costo medio dell'energia comunicato dalla ditta fornitrice di 0,18884 euro/kWh si ha un risparmio di 138036,14 euro all'anno, e considerando un costo medio dell'impianto fotovoltaico di 1150 euro al kWp installato, si ha un payback time di appena 4,69 anni (1712 giorni), con altri 15 anni di vita utile dell'impianto che genererà risparmio netto. Riconsiderando l'indicatore energetico EnPI-2 (euro/tonnellata di rifiuti processata), che per Valterza i calcoli hanno indicato un valore pari a 6,2 per l'anno 2016 e 5,9 per l'anno 2015, grazie a questo impianto l'indicatore si attesterebbe ad un valore intorno a 4, considerando la completa capacità autorizzata di materiale processabile (ovvero 96700 tonnellate all'anno). Indubbiamente anche gli indicatori ambientali risentirebbero un sensibile miglioramento visto che i kWh generati dai pannelli andrebbero a sottrarsi a quelli acquistati dal fornitore che ha un parco di produzione non ugualmente rinnovabile al 100%. Per lo Scope 2 infatti, avendo una produzione di 730968,75 kWh all'anno solo per Valterza, da "sottrarre" all'ammontare di energia elettrica acquistata, ripetendo i calcoli visti nei capitoli specifici, si avrebbe un valore dello Scope 2 valutato sull'anno 2016, pari a 1627,59 tonnellate equivalenti di CO₂ emesse all'anno, contro le attuali 1888,75

tonnellate all'anno. Una riduzione di quasi l'1,5%, non tantissimo, ma quel che basta per riportarsi a valori di emissioni inferiori all'anno 2015 nonostante l'aumento dei consumi della società.

Visto il margine che spazia tra i consumi del polo di trattamento rifiuti e la produzione dell'impianto fotovoltaico installato sulle coperture degli edifici disponibili, e visti i benefici ottenibili con l'impianto così sottodimensionato, verrebbe da ipotizzare un impianto fotovoltaico complementare installato a terra nei terreni circostanti al sito di Valterza. Questa è un'ipotesi assolutamente teorica che non tiene in alcun modo presente della possibile fattibilità ambientale, giuridica o di proprietà, ma è comunque interessante per valutare i possibili benefici di un impianto massimizzato e ottimizzato per i consumi dell'azienda.

Portando dunque al limite la producibilità dell'impianto fotovoltaico in modo che l'energia venga sempre auto consumata per intero, si dovrebbe installare un impianto di circa 900 kWp, quindi altri 337,5 kWp, ossia altri 2700 metri quadrati di superficie a disposizione, magari prendendoli in affitto dai terreni agricoli che appunto circondano la proprietà di G.A.I.A.

In questo modo le curve di producibilità a 35° e 0° si avvicinerebbero alla curva di carico specifica e si presenterebbero come riportato nel grafico seguente:

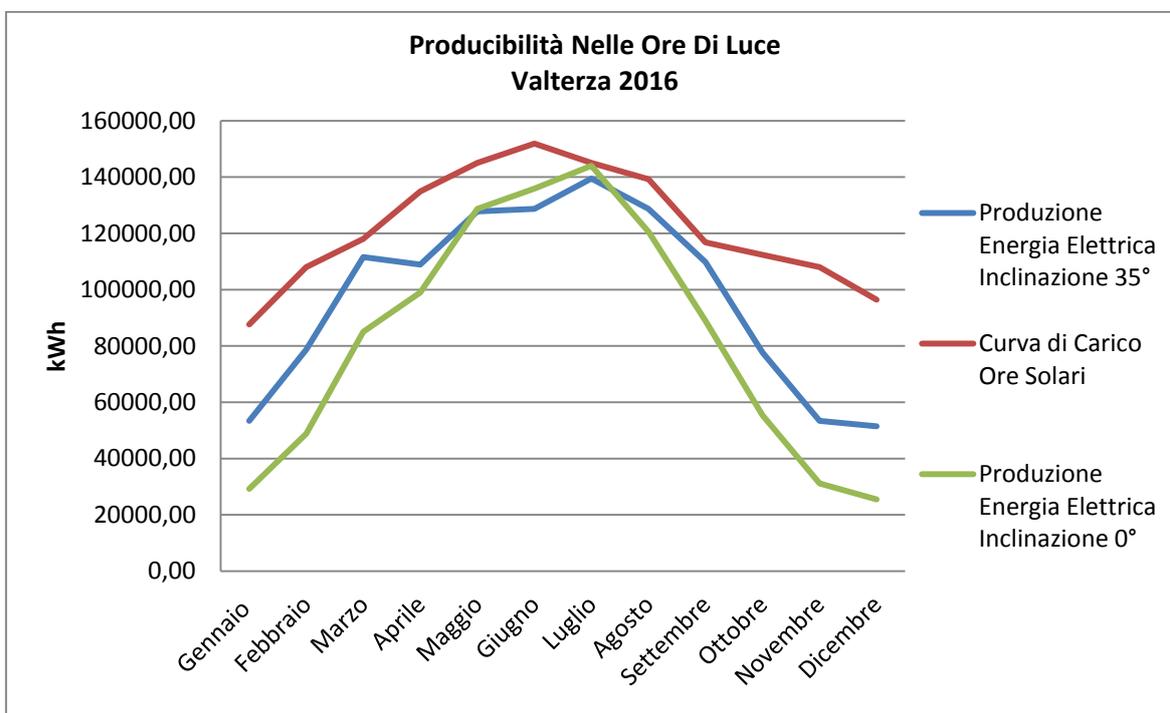


Grafico 4.10: Confronto producibilità impianto fotovoltaico massimizzato (900 kWp) a 0°e a 35° con la curva di carico a Valterza.

In questa configurazione si ha una produzione annua di 1169550 kWh per un risparmio sulla bolletta di ben 220857,82 euro. Che per quanto riguarda l'indicatore EnPI-2 significherebbe attestare il valore a ben 3 euro per processare 1 tonnellata di rifiuti (contro

gli attuali 6,2 del 2016), ossia dimezzare l'attuale valore, mentre lo Scope 2 presenterebbe un valore pari a 1470,89 tonnellate equivalenti di CO₂ all'anno, contro le attuali 1888,75, un valore inferiore addirittura a quanto calcolato nel 2014. Il payback time di tale impianto si attesterebbe sempre intorno ai 4,68 anni e ovviamente l'investimento iniziale si presenta più elevato.

Questa soluzione è molto più decisiva rispetto all'ipotesi di sostituire i motori elettrici dell'intero parco dei ventilatori dell'azienda sia sotto il punto di vista ecologico, che quello economico. Con un impianto fotovoltaico a sostegno dei consumi, anche l'indicatore di performance EnPI-1 presenterebbe un significativo miglioramento, con l'impianto da 562,5 kWp il valore passerebbe dagli attuali (2016) 33,1 kWh elettrici acquistati per tonnellata di rifiuti, a 24,6 kWh acquistati/tonnellata, e con l'impianto massimizzato addirittura a 19,5 kWh acquistati/tonnellata, una riduzione di oltre il 40%.

Tutti i discorsi economici sono stati valutati senza tenere in considerazione gli sgravi fiscali del 50%, poiché in ambito industriale i calcoli burocratici non sarebbero così immediati, tuttavia, è logico che tenendo in considerazione queste agevolazioni i risparmi annui e i payback time si ridurrebbero ulteriormente.

4.5.2 Studio Di Fattibilità Di Un Impianto Fotovoltaico a San Damiano

A San Damiano la situazione energetica, come analizzato nel capitolo 4.4.2 presenta consumi elettrici poco inferiori a quelli di Valterza ma a fronte di un minor quantitativo di rifiuti processati, e questo porta gli indicatori di performance energetica introdotti a valori decisamente più alti. Con un impianto fotovoltaico senza ombra di dubbio si avranno miglioramenti consistenti in termini di indici ma soprattutto per quanto riguarda la sfera ecologica e ambientale. Anche a San Damiano si ipotizza un impianto installato sulla copertura del capannone principale, che questa volta è di dimensioni davvero generose e può ospitare un potenza fotovoltaico non indifferente.



Figura 5.3: Vista dell'impianto di San Damiano.

La curva di carico dell'impianto è molto simile a quella di Valterza ed è stata ricavata grazie ai dati comunicati dal fornitore di energia elettrica:

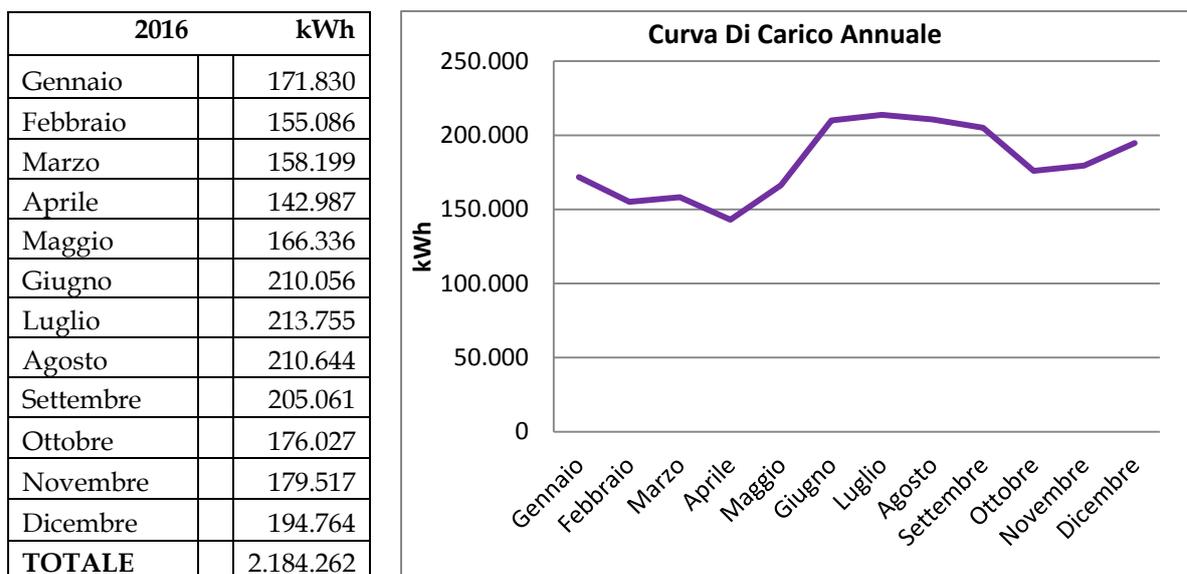


Grafico 4.11: Curva di carico impianto di San Damiano

La superficie disponibile ammonta a 11.000 metri quadrati che, considerando sempre 8 metri quadri per installare 1 kWp, porta ad avere un potenziale installabile di 1375 kWp, ben oltre il fabbisogno dello stesso impianto. Ripercorrendo i medesimi passi descritti per lo studio dell'impianto di Valterza si estrapola dalla bolletta mensile il fabbisogno annuale suddiviso per fasce orarie per poi valutare il fabbisogno specifico nelle ore in cui è presente la radiazione solare a cui l'impianto fotovoltaico dovrà far fronte.

	F1 kWh		F2 kWh		F3 kWh	
Gennaio	58215		39625		73990	
Febbraio	59537		36170		59379	
Marzo	58891		36154		63154	
Aprile	49077		35348		58562	
Maggio	60182		38459		67695	
Giugno	73764		48446		87846	
Luglio	72688		52382		88685	
Agosto	75361		48292		86991	
Settembre	75446		48830		80785	
Ottobre	66785		42548		66694	
Novembre	69401		41366		68750	
Dicembre	70995		45638		78161	
	F1	36,21%	F2	23,51%	F3	40,28%
TOT ANNUALE kWh	790342		513258		880692	

Tabella 4.21: Consumi fasce orarie impianto di San Damiano.

Con questa tabella si risale al consumo medio orario per fascia di consumo, ovvero 275,47 kWh in fascia F1 (considerando 2871 ore all'anno di F1), 240,3 kWh in fascia F2 (considerando 2137 ore all'anno di F2) e 234,51 kWh in fascia F3 (considerando 3752 ore all'anno di F3). Giunti a questo punto, utilizzando le stesse suddivisioni di fasce di consumo riportate in tabella 4.17 è possibile riportare la curva di carico specifica nelle sole ore dove è presente la radiazione solare e quindi l'impianto fotovoltaico è in grado di produrre energia elettrica.

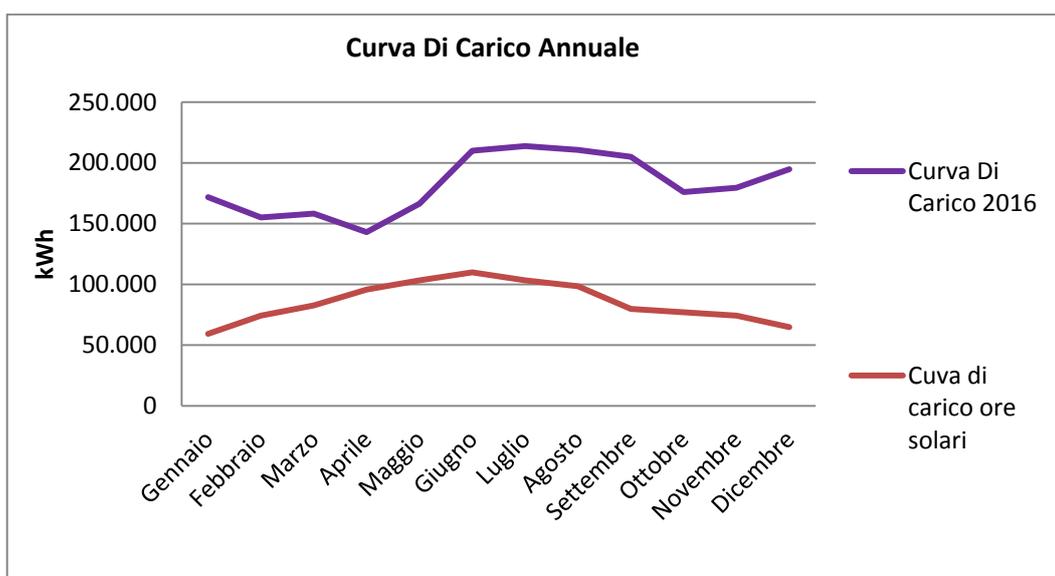


Grafico 4.12: Confronto curva di carico totale con consumo specifico dell'impianto nelle sole ore di luce San Damiano.

Si ripropone il calcolo di producibilità con il software PVGIS sia in configurazione 35° che in configurazione 0°.

Pannelli fotovoltaici inclinati a 35 gradi		
	kWh/kWp installati/day	kWh/kWp/month
Gennaio	1,85	57,50
Febbraio	3,08	86,10
Marzo	3,89	120,00
Aprile	3,95	119,00
Maggio	4,45	138,00
Giugno	4,65	139,00
Luglio	4,91	152,00
Agosto	4,51	140,00
Settembre	3,98	119,00
Ottobre	2,72	84,30
Novembre	1,94	58,10
Dicembre	1,79	55,40
Media	3,48	106
Total Year [kWh]	1270	

Tabella 4.22: Producibilità impianto fotovoltaico a 35° Valterza. Fonte PVGIS

La tabella successiva mostra la producibilità valutata con PVGIS con i pannelli paralleli:

Pannelli fotovoltaici inclinati a 0 gradi		
	kWh/kWp installati/day	kWh/kWp/month
Gennaio	1,06	32,90
Febbraio	1,93	54,10
Marzo	3,01	93,20
Aprile	3,59	108,00
Maggio	4,48	139,00
Giugno	4,91	147,00
Luglio	5,07	157,00
Agosto	4,23	131,00
Settembre	3,24	97,30
Ottobre	1,97	61,20
Novembre	1,16	34,80
Dicembre	0,92	28,60
Media	2,97	90,4
Total Year [kWh]	1080	

Tabella 4.23: Producibilità impianto fotovoltaico a 0° Valterza. Fonte PVGIS.

Grazie ai valori di PVGIS si ottiene la producibilità totale moltiplicando i valori ottenuti per singolo kWp installato (riportato in tabella) per il totale dei kWp che si intende installare, considerando che la superficie disponibile permette di installare al massimo 1375 kWp, ma che tuttavia questi risulterebbero sovradimensionati per i consumi dell'impianto, si procede per tentativi su un foglio di calcolo fino a quando la curva di producibilità si accosta il più possibile con quella di carico specifica, in maniera tale che l'energia prodotta venga sempre auto consumata e mai sprecata. Con questa procedura si ottiene un totale installabile pari a 680 kWp. Si riporta di seguito il foglio di calcolo dove si è confrontata la curva di carico specifica con la curva di producibilità sia a 35 gradi che a zero gradi:

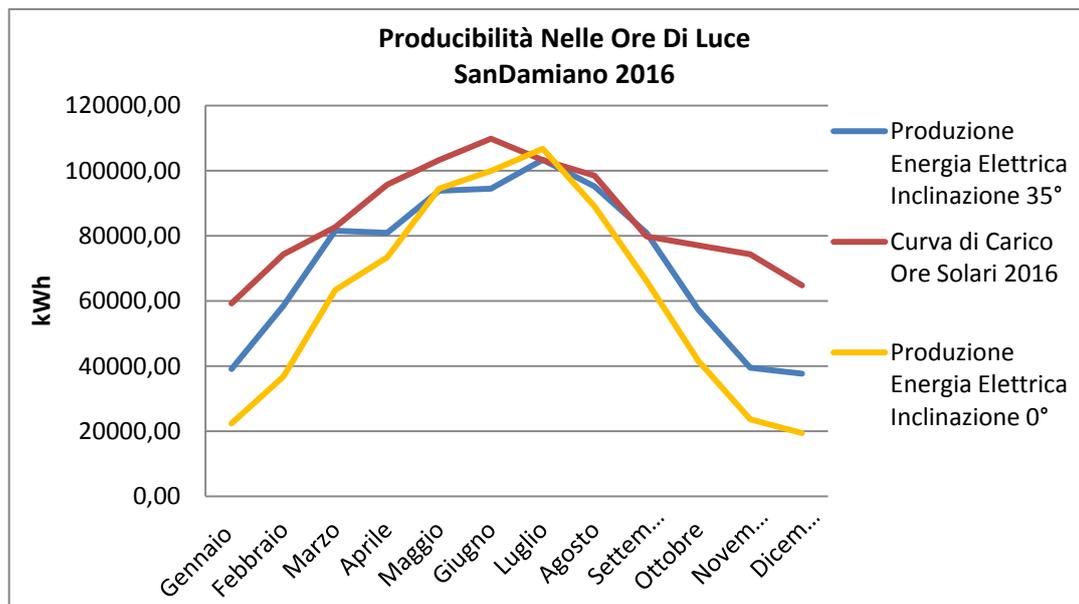


Grafico 4.13: Confronto producibilità impianto fotovoltaico (680 kWp) a 0° e a 35° con la curva di carico San Damiano.

Il grafico evidenzia come con l'inclinazione di 35 gradi la curva di producibilità si approssima molto bene a quella di carico specifica. Con questa configurazione la totalità dell'energia prodotta dai pannelli verrebbe auto consumata nella migliore ottimizzazione possibile per l'impianto, e si raggiungerebbe la copertura del 39,5% dei consumi totali dell'impianto. Si riporta di seguito il totale mensile di energia elettrica potenzialmente prodotta dall'impianto così configurato:

kWh Prodotti (pannelli a 35°)	
Gennaio	39100,00
Febbraio	58548,00
Marzo	81600,00
Aprile	80920,00
Maggio	93840,00
Giugno	94520,00
Luglio	103360,00
Agosto	95200,00
Settembre	80920,00
Ottobre	57324,00
Novembre	39508,00
Dicembre	37672,00
TOTALE [kWh]	862512,00

Tabella 4.24: Produzione annuale impianto fotovoltaico a 35° San Damiano. Fonte PVGIS.

Come nel caso di Valterza, anche a San Damiano con l'utilizzo di un impianto fotovoltaico da 680 kWp i benefici economici e ambientali sono considerevoli: con una produzione annua stimata di 862512 kWh elettrici si ha un alleggerimento dei costi di fornitura elettrica stimata su base 2016 di 127634,53 euro all'anno (considerato il costo medio del kWh pari a 0,14798 euro, dato comunicato dal fornitore di energia), e questo porta ad un payback time dell'impianto di circa 6,12 anni, considerando sempre un costo di installazione al singolo kWp pari a 1150 euro. L'indicatore EnPI-2 registrerebbe un valore di 8,17 euro per tonnellata di materiale processata, contro gli attuali 13,5. Per quanto riguarda la performance ambientale senza contare l'ipotetico impianto di Valterza, il solo impianto fotovoltaico di San Damiano porterebbe un sensibile miglioramento alla voce dello Scope 2 della GRI-305 portando il valore dall'attuale (2016) 1888,74 tonnellate equivalenti di CO₂ emesse all'anno ad un valore intorno a 1580 tonnellate equivalenti all'anno. Sommando i benefici portati dall'installazione di entrambi gli impianti ipotizzati sia a Valterza che a San Damiano lo Scope 2 e quindi la performance ambientale di G.A.I.A. si porterebbe a 1319 tonnellate equivalenti di CO₂ all'anno, risparmiando dunque oltre 550 tonnellate anno di CO₂ riversate in atmosfera. Certo, il confronto con lo Scope 1 rimane sempre sbilanciato, si parla di oltre 15.000 tonnellate all'anno, tuttavia non sono cifre trascurabili, basti pensare che la sola voce dello Scope 3 pesa giusto 510 tonnellate di anidride carbonica all'anno sul bilancio di sostenibilità annuale della società.

4.6 Conclusioni Finali

L'applicazione dello standard GRI-305 alla realtà industriale di G.A.I.A. spa è risultata particolarmente laboriosa, ma senza ombra di dubbio non viene tralasciato assolutamente nulla e le procedure portano a risultati estremamente precisi e standardizzati. Con la suddivisione in tre categorie di emissioni è possibile confrontare le performance ambientali di G.A.I.A. con qualsiasi altra società che applichi lo stesso standard e si è quindi in grado di valutarne l'impatto ambientale. L'obiettivo della tesi era valutare le emissioni in atmosfera di gas ad effetto serra e quindi proporre soluzioni per ridurre la loro produzione nonché direttamente il consumo di energia. Per quanto riguarda la riduzione dei consumi la tesi porta a risultati molto soddisfacenti, con un risparmio complessivo, considerando entrambi i progetti fotovoltaici installabili a Valterza e San Damiano, di quasi 1600 MWh all'anno, che portano ad una mancata emissione di anidride carbonica in atmosfera da parte della società di circa 570 tonnellate all'anno. Questi valori ricadono all'interno della parte dello standard GRI come Scope 2, ovvero emissioni indirette a causa della fornitura energetica. Come conseguenza diretta della riduzione dell'energia acquistata, a fronte dell'investimento necessario all'installazione degli impianti fotovoltaici, si ha un risparmio economico di oltre 265.000 €/anno, cifre non proprio trascurabili. Tutti gli interventi mirati alla sostituzione degli attuali motori elettrici non potrebbero benefici commensurabili allo sforzo economico che richiedono, per cui la diretta riduzione dei consumi elettrici non è stata introdotta in alcuna maniera. Neanche la riduzione del consumo di combustibili fossili per il riscaldamento è stato possibile rivedere al ribasso, complice anche il fatto, che questi non rappresentano una grossa problematica né per l'azienda, né per l'ambiente. La riduzione di emissioni di tonnellate di anidride carbonica è circoscritta alla parte legata alla fornitura energetica in generale, e rappresenta circa l'1% dell'attuale emissione annuale. Questo è dovuto al fatto che la maggior parte dell'anidride carbonica rilasciata in atmosfera dipenda dalla degradazione biologica del materiale presente in discarica, e dalla produzione di compost nel sito di San Damiano, e questi processi chimici non sono in alcun modo variabili, tutte le misure capaci di mitigare tali emissioni sono già state installate dalla società come descritto nei capitoli specifici, per cui l'unico ambito in cui si è in grado di operare è quello relativo all'uso razionale dell'energia e alla riduzione di un suo eventuale spreco. L'ottimizzazione del parco di fornitura dell'energia porta a risultati notevoli, e comunque, al di là del fatto che in percentuale la riduzione di tonnellate di CO₂ emesse annualmente non è così soddisfacente quanto il risparmio energetico ed economico pianificato, rimane comunque un risultato degno di nota, poiché basti pensare, come riportato in ultima analisi nel capitolo 4.5.2, che la sola categoria di "altre emissioni indirette" caratterizzata dallo Scope 3 indicato dallo standard GRI-305 corrisponde per l'anno 2016, proprio a 510 tonnellate equivalenti (circa) emesse, per cui un risparmio dell'1% all'anno è comunque confrontabile con un'intera voce di emissioni riportata nei calcoli annuali.

La tesi inoltre, ha raggiunto anche gli obiettivi circa l'analisi energetica della società, ponendo particolare enfasi all'istituzione degli indicatori di performance EnPI che portano ad un diretto confronto con le prestazioni energetiche ed economiche anno dopo anno, potendo così istituire una politica energetica a lungo raggio, e poter facilmente valutare il

raggiungimento degli obiettivi istituiti. Grazie a questi indicatori di performance è anche possibile confrontare le performance specifiche di G.A.I.A. spa con le società concorrenti nello stesso settore a livello nazionale e non, basta valutare alcuni dati resi pubblici da tutte le aziende nel proprio bilancio di sostenibilità annuale. Ad esempio, è degna di nota la valutazione dell'indicatore EnPI-1, ovvero la quantità di kWh elettrici consumati/acquistati, sulla base delle tonnellate di rifiuti processate annualmente. Ricordo che nel sito di Valterza questo indicatore riporta attualmente il valore di 33 kWh/t (senza impianto fotovoltaico). Con l'installazione dell'impianto fotovoltaico il valore dei kWh acquistati, che quindi portano ad una emissione indiretta di anidride carbonica in atmosfera, si attesta a solamente 24 kWh/t. Mentre per l'impianto di San Damiano questo indicatore riporta il valore di 91,2 kWh/t per l'anno 2016 senza impianto fotovoltaico, e addirittura 55,2 kWh/t considerando l'impianto fotovoltaico progettato. Tutto ciò porta G.A.I.A. spa ad avere nei siti di trattamento rifiuti (ovvero senza considerare le discariche dove il materiale viene solamente depositato e non ulteriormente lavorato) con un valore di EnPI-1 totale pari a 45 kWh/t (senza fotovoltaico), che con gli impianti fotovoltaici valutati, si arriva con l'indicatore fino a 31,26 kWh elettrici acquistati per processare 1 tonnellata di rifiuto raccolta. Sono valori ammirevoli nell'attuale mercato dello smaltimento dei rifiuti.

I calcoli effettuati portano a caratterizzare l'azienda G.A.I.A. spa come una realtà molto attenta al proprio impatto sull'ambiente ed estremamente efficiente dal punto di vista ambientale. L'impatto ambientale è limitato il più possibile e i margini di miglioramento sono molto ristretti.

Il mio lavoro presso l'azienda ha portato a risultati utili alla stesura del Bilancio di Sostenibilità del triennio 2014-2016 dell'azienda. I progetti di fattibilità sono stati presi in considerazione dallo studio tecnico e comunque porterebbero, come riportano i calcoli, a dei miglioramenti tangibili e non trascurabili. Sono stati consegnati 2 fogli di calcoli interattivi, per cui a seconda delle politiche energetiche e in base ai dati di consumi e raccolta rifiuti sono in grado di valutare diversi aspetti prestazionali del loro parco produttivo e di performance industriale. Con l'applicazione della ISO 50001 e l'istituzione di alcuni indicatori possono confrontare in maniera diretta e affidabile i propri risultati annuali con quelli dei diretti competitor nazionali.

Colgo l'occasione per ringraziare esplicitamente l'Ing. Lanfranco Roberta per il supporto ricevuto durante il periodo di lavoro svolto in azienda e la sua assistenza durante lo studio di strategie e calcoli derivati dall'applicazione della GRI-305. Ringrazio inoltre la Dott.ssa Binello Cecilia per i suoi chiarimenti legati agli argomenti ecologici e ambientali, nonché al suo aiuto nella comprensione della problematica legata all'emissione di biogas nelle discariche. Spero che condividere con me il suo ufficio non sia stato troppo di peso. Ringrazio infine i miei relatori di tesi, CARPIGNANO ANDREA e MONTRUCCHIO MAURO per l'importante occasione fornitami.

Bibliografia

- 1 Vittoria Cavani. *Quadri di civiltà*. Arnoldo Mondadori Scuola, 2000.
- 2 GAIA spa. *Bilancio di sostenibilità 2015*.
- 3 Castellani G. *Responsabilità sociale d'impresa e bilancio di sostenibilità*. Maggioli Editore, 2011.
- 4 ISPRA. *Manuale compost*, 2011.
- 5 Dott.ssa Michela Marchi. *Integration of anaerobic/aerobic digestion of organic wastes: GHG emission impacts at micro and macro scale*. Università degli studi di Siena.
- 6 Agostino Di Ciaula, Federico Valerio. *IL TRATTAMENTO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI URBANI (FORSU)*.
- 7 Sachs WM, M. *Futuro sostenibile. Le risposte eco-sociali alle crisi in Europa*. Edizioni Ambiente: 2011
- 8 Regione Piemonte, Direzione Sanità. *IL compostaggio*, Marzo 2009
- 9 Roberto Chiumenti, Alessandro Chiumenti. *La tecnologia del compostaggio*. ARPAV, Marzo 2002
- 10 Adani F. (1999). *Il processo di compostaggio: definizioni e principi biochimici*. Atti del corso “progettazione e gestione di impianti di compostaggio”. Consorzio Italiano Compostatori.
- 11 Centemero M., *La produzione di ammendante compostato in Italia*, CIC, 2008
- 12 Magnano E., *Biogas da discarica*, EPC Editore, 2010
- 13 A. Damiani, M. Gandolla. *Gestione del biogas da discariche controllate*, Istituto per l'ambiente, 2002.
- 14 United Nations (UN) Protocol. *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*, 1997
- 15 United Nations Environment Programme (UNEP). *Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer*, 1987.
- 16 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 1995.
- 17 Terna S.p.A, *Dati Statistici sull'energia elettrica in Italia*.

- 18 ISPRA. *Italian Emission Inventory 1990 - 2014*. ISPRA, rapporti 240/2016.
- 19 ISPRA. *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2012 National Inventory report 2014*. ISPRA, Rapporti 198/2014.
- 20 ISPRA. *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2013 National Inventory report 2015*. ISPRA, Rapporti.
- 21 ISPRA. *Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2014 National Inventory report 2016*. ISPRA, Rapporti 239/2016.
- 22 ISPRA. *Fattori di emissione atmosferica di CO₂ e sviluppo delle fonti rinnovabili nel settore elettrico*. ISPRA, Rapporti 212/2015.

Sitografia

www.gaia.at.it

www.globalreporting.org

www.treccani.it

www.arpa.piemonte.gov.it

www.isprambiente.gov.it

www.arpa.piemonte.it

www.compost.it

www.nonsoloaria.it

www.csr.unioncamere.it

www.lifegate.it

www.zerosottozero.it

www.iso.org

www.gse.it

www.terna.it

www.enea.it

www.wikipedia.it

www.wwf.it

www.arpa.veneto.it

www.ipcc.ch

www.un.org/en

www.unece.org

www.lavoro.gov.it